



CO₂

CO₂-Leitfaden

Einstieg in die Ermittlung eines CO₂-Fußabdrucks in Gießereien





1.	Einleitung	2
2.	Wozu dieser Leitfaden	3
3.	Grundlagen	4
	3.1 Unterschied zwischen den Footprint-Betrachtungen	4
	3.2 Standards und Prinzipien für die Footprint-Ermittlung	5
4.	Der Corporate Carbon Footprint (CCF)	6
	4.1 Allgemeines zum unternehmensbezogenen CO ₂ -Fußabdruck	6
	4.2 Besonderheiten des Scope 3	7
	4.3 Einbeziehung von Ökostrom	9
	4.4 Festlegung der Systemgrenzen	10
	4.5 CCF als Benchmark- oder Vergleichsinstrument?	10
	4.6 Weiterführende Literatur/Informationen	10
5.	Der Product Carbon Footprint (PCF)	11
	5.1 Allgemeines zum produktbezogenen CO ₂ -Fußabdruck	11
	5.2 Cradle-to-grave oder cradle-to-gate?	11
	5.3 Produktvergleiche	11
	5.4 Weiterführende Literatur/Informationen	12
6.	Bilanzierung des Carbon Footprint	13
	6.1 Berechnungstools	13
	6.2 Datenquellen im Unternehmen	13
	6.3 Emissionsfaktoren	13
	6.4 Ecocockpit	16
	6.5 Nutzung externer Unterstützung	16
	6.6 Verhältnis der Carbon Footprint-Ermittlung zu anderen CO ₂ -relevanten Berechnungen	16
	6.7 Zu guter Letzt	16
7.	Ausblick	16
8.	Literaturverzeichnis	17
9.	Anhang	18

Impressum:

Herausgeber: Bundesverband der Deutschen Gießerei-Industrie (BDG)
 Autor: Elke Radtke, Referat Energie und Umwelt (BDG)
 Redaktion: Berit Franz (BDG)
 Gestaltung: Dietmar Brandenburg (BDG)
 Fotos: AdobeStock, Grafiken Seite 8: WWF/CDP basierend auf GHG Protocol, Seite 12: EnergieAgentur.NRW

Der CO₂-Leitfaden – mit dem BDG in die Klimaneutralität



Foto: Martin Vogt

Sind Sie bereits auf die CO₂-Emissionen Ihres Betriebes angesprochen worden? Das Thema CO₂-Ausstoß, direkte Folge der politischen Willensbekundungen in Berlin und Brüssel zur künftigen Klimaneutralität, hat längst die Schwelle zur Relevanz überschritten. Uns als Gießerei-Branche betrifft das Thema – Stichwort: Energieintensität und Lieferketten – in besonderer Weise.

Wir als Bundesverband der Deutschen Gießerei-Industrie begleiten und unterstützen Sie selbstverständlich auf dem bevorstehenden Weg in die Klimaneutralität. Unter der Federführung von Umweltreferentin Elke Radtke haben wir im folgenden Leitfaden zusammengetragen, was uns aus Sicht von Deutschlands Gießern zum Thema zwingend wissenswert erscheint. Natürlich ist der vorliegende Leitfaden weder vollständig noch abgeschlossen. Wir begreifen ihn als „Work in Progress“ dieser aus Branchensicht zusammengestellten Basisinformation. Weiterführende Links erlauben Ihnen, zu einzelnen Aspekten Ihr Wissen über diesen Leitfaden hinaus zu vertiefen.

Wir stehen alle gemeinsam am Anfang eines Lernprozesses, wenn es um die Bilanzierung des CO₂-Fußbadrucks geht. Sie sind eingeladen, uns an Ihren Erfahrungen teilhaben zu lassen und uns damit die Chance zu eröffnen, diesen Leitfaden gemeinsam stetig weiterzuentwickeln. Damit Ihnen der Einstieg in dieses Thema leichter fällt.

Max Schumacher, Hauptgeschäftsführer





1. Einleitung

Der Klimawandel ist die drängendste Frage unserer Zeit. Die Emissionen von Treibhausgasen und deren Konzentration in der Atmosphäre steigen auf immer neue Rekordwerte. Mit dem Klimaabkommen von Paris im Jahr 2015 übernimmt die Weltgemeinschaft erstmals gemeinsam Verantwortung für den Klimaschutz und verpflichtet sich zu einer Begrenzung des globalen Temperaturanstiegs auf deutlich unter 2 °C gegenüber dem Niveau des vorindustriellen Zeitalters.

Eine beschleunigte Reduzierung des Ausstoßes von Treibhausgasen und die nachhaltige Sicherstellung einer Klimaneutralität werden aber nicht nur von gesellschaftlichen Klimabewegungen oder Umweltverbänden gefordert, sondern auch von der EU-Kommission. Ende 2019 verkündete sie im Rahmen ihres European Green Deal die Klimaneutralität 2050 als ehrgeiziges Ziel für die gesamte EU. Kurz vorher hatte der Deutsche Bundestag bereits im neuen Klimaschutzgesetz das nationale Ziel verankert, bis 2050 klimaneutral zu sein – und gleichzeitig ein Emissionsminderungsziel um minus 55 Prozent (im Vergleich zu 1990) bis 2030 gesetzt. Ergänzend beschreibt Deutschland mit dem Brennstoff-Emissionshandel ab 2021 einen nationalen Sonderweg, um seinen eigenen politischen Vorgaben gerecht werden zu können.

Mit dem Inkrafttreten der EU-Richtlinie zur Angabe nichtfinanzieller und die Diversität betreffender Informationen – der sogenannten CSR-Richtlinie – entstand ein weiterer Treiber für die Ermittlung der konkreten Umweltauswirkungen von Unternehmen. Seit 2017 sind große, kapitalmarktorientierte Unternehmen und Konzerne zu einer nichtfinanziellen Berichterstattung verpflichtet, welche auch Umweltbelange betrifft.

Diese dynamischen Entwicklungen entfalten einen Sog, der weit in die Wertschöpfungsketten hineinwirkt und dazu führt, dass sich auch Gießereien – als klassische Zulieferindustrie – mit der Thematik des Carbon Footprint befassen.

Unabhängig davon kann es für Unternehmen in energieintensiven Branchen aber grundsätzlich sinnvoll sein, ihren Einfluss auf den Klimawandel zu ermitteln. Mögliche Gründe dafür sind:

1. Kunden wollen die klimarelevante Belastung ihrer Produkte ausweisen. Somit ergibt sich für Zulieferer die Anforderung, ihre anteiligen Treibhausgasemissionen zu ermitteln.
2. Gießereien stehen eher für eine Schwerindustrie, die einen großen ökologischen Abdruck aufweist. Hier kann ein transparentes CO₂-Monitoring im Rahmen einer Klimastrategie für eine bessere Wahrnehmung im Markt sorgen.
3. Investoren fordern zunehmend die Berücksichtigung klimarelevanter Aspekte in Unternehmensstrategien und -bilanzen und richten ihre Entscheidungen danach aus.
4. Eine Verknappung bestimmter fossiler Energieträger, die Erhöhung von Umlagen oder neue Steuern auf klimaschädliche Emissionen geben Anlass, die eigenen energierelevanten Einflussfaktoren zu kennen und Maßnahmen für optimierte Marktbedingungen zu ergreifen.

Die Motivation zur Ermittlung des CO₂-Footprints kann demnach sowohl marktgetrieben als auch politisch/gesellschaftlichen Ursprungs sein. Die Notwendigkeit, sich damit auseinanderzusetzen, wird sich in naher Zukunft aber definitiv erhöhen.

2. Wozu dieser Leitfaden?

Gießereien als typische Vertreter der Zuliefererindustrie werden zunehmend mit Nachfragen nach ihren CO₂-Emissionen konfrontiert. Insbesondere die Automobilhersteller haben kommuniziert, verstärkt klimaneutrale Produkte auf den Markt zu bringen und ihre Fertigung klimaneutral zu gestalten.

Beispielsweise erklärte Volkswagen im Februar 2019 seinen Anspruch als Vorreiter für eine nachhaltige Mobilität, bei der die gesamte Wertschöpfungskette auf die Vermeidung und Senkung von CO₂-Emissionen ausgerichtet ist. Hierbei berge insbesondere die Lieferkette ein hohes Potenzial für die CO₂-Reduktion. Im Mai 2019 veröffentlichte Daimler sein Programm „Ambition 2039“ – innerhalb von 20 Jahren soll die Neuwagenflotte von Mercedes Benz CO₂-neutral werden. Sehr eindeutig formulierte Daimler hierbei die Erwartung, dass auch die Lieferanten diesem Anspruch folgen und zukünftig klimaneutral produzieren. Gleichermaßen verfährt BMW – und fordert im Rahmen seines Carbon Disclosure Project in seinen Einkaufsbedingungen eine CO₂-Berichterstattung durch seine Lieferanten.

Auf den Weg zur Klimaneutralität haben sich auch andere Unternehmen gemacht, die Gussprodukte beziehen – genannt seien stellvertretend Bosch, Continental und ZF. Der Druck innerhalb der Lieferkette steigt also kontinuierlich an und vermehrt werden sich Gießereien damit befassen, wie sie den Erwartungen ihrer Kunden gerecht werden können.

Das geeignete Instrumentarium hierfür liefern die seit Jahren verfügbaren und bewährten Regeln zur Ermittlung des Carbon Footprint – unter anderem erarbeitet von renommierten Institutionen wie dem World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) und dem World Resources Institute (WRI) sowie der International Organization for Standardization (ISO). Der meistgenutzte Methodenstandard ist das Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol) – es definiert wesentliche Grundprinzipien der CO₂-Bilanzierung und lehnt sich an die Prinzipien finanzieller Rechnungslegung an.

Daneben können die international anerkannten Umweltmanagementnormen ISO 14064 und 14067 als Grundlage für das Berechnen und Verifizieren des CO₂-Fußabdrucks eines Unternehmens oder Produkts herangezogen werden. Grundsätzlich bieten alle einschlägigen Standards Orientierung bei der Ermittlung des Carbon Footprints, schreiben aber die Berechnungsmethoden nicht zwingend vor. Die Werkzeugkiste ist also gut gefüllt – genau das könnte unter Umständen jedoch eher überfordernd wirken. Hier erste Leitplanken einzuziehen soll Ziel dieses Leitfadens sein.

Das vorliegende Papier soll Gießereien den Einstieg in die Thematik des Carbon Footprinting erleichtern. Es bietet essenzielle Informationen – ist jedoch nicht als umfassende Beschreibung der Grundlagen für die Ermittlung des CO₂-Fußabdrucks angelegt. Hierzu sei u.a. auf die jeweils zitierten Dokumente und weitere Literatur verwiesen, die in sehr großer Anzahl und Detailliertheit zur Verfügung stehen.

Vielmehr werden gießereispezifische Ergänzungen zu grundsätzlichen Themen und Schwerpunkten gegeben, um Verständnis für die Carbon Footprint-Bestimmung in der „Gießereiwelt“ zu entwickeln und erste Hilfestellung für deren Realisierung zu leisten. Gießereien müssen die erforderlichen Kalkulationen auch nicht selbst entwickeln – welche Bilanzierungstools am Markt verfügbar sind, wird ebenfalls aufgezeigt.



3. Grundlagen

Die Ursache für den Klimawandel bilden im Wesentlichen die Emissionen klimaschädlicher Gase. Zu diesen sogenannten Treibhausgasen zählt natürlich zum erheblichen Teil Kohlendioxid (CO₂) – aber auch Methan (CH₄), Lachgas (N₂O), fluorierte Kohlenwasserstoffe (F-Gase), Schwefelhexafluorid (SF₆) und Stickstofftrifluorid (NF₃).

Der sogenannte CO₂-Fußabdruck – oder auch Carbon Footprint – ist eine übliche Bezeichnung für die Ermittlung der Treibhausgasemissionen eines Produkts, eines Prozesses oder eines Unternehmens. Es gibt also verschiedene „Fußabdrücke“, die betrachtet werden können.

Zwar wird der CO₂-Fußabdruck im Wesentlichen anhand des Treibhausgases Kohlendioxid ermittelt. Da aber nicht nur Kohlendioxid klimaschädliche Auswirkungen hat, werden andere Treibhausgase auf das Klimaerwärmungspotenzial von CO₂ umgerechnet und in sogenannten CO₂-Äquivalenten angegeben. Diese werden mit CO₂-äq oder CO₂e (engl. equivalent) abgekürzt.

Die Basis hierfür bildet das sogenannte Global Warming Potential (GWP). Demzufolge erhält Kohlendioxid ein GWP von 1 kg CO₂e, während weitere Treibhausgase – je nach Treibhauswirkung im Vergleich zu Kohlendioxid – ein Vielfaches davon erhalten. So beträgt z.B. das Treibhauspotenzial von Methan 25 kg CO₂e. Das bedeutet, dass die Emission von 1 kg Methan zur gleichen Treibhauswirkung wie die Emission von 25 kg Kohlendioxid führt. Allgemein anerkannt sind die Treibhauspotenziale des Weltklimarates (IPCC). Diese werden für verschiedene Zeithorizonte veröffentlicht – 20, 100 und 500 Jahre, wobei die unterschiedliche Verweildauer der Gase in der Atmosphäre berücksichtigt wird. Der GHG-Produktstandard sieht einen Zeithorizont von 100 Jahren vor. Eine Übersicht zu den



Treibhauspotenzialen ausgewählter Verbindungen und deren Gemische stellt das Umweltbundesamt im Internet zur Verfügung¹.

3.1 Unterschied zwischen den Footprint-Betrachtungen

Um die Auswirkungen eines Unternehmens und/oder seiner Produkte auf das Klima zu bestimmen, wird die Menge von freigesetztem CO₂ und anderen Treibhausgasen (THG) bestimmt. Dabei differenziert man genau zwischen eben jenen beiden Bezugsgrößen: Unternehmen und Produkt.

Der „Corporate Carbon Footprint“ – kurz CCF – erfasst alle Emissionen, die durch die Tätigkeit eines Unternehmens innerhalb eines Jahres erzeugt werden. CO₂-Bilanzen für Produkte (auch: Product Carbon Footprint) – kurz PCF – hingegen untersuchen die Klimawirkung eines hergestellten Erzeugnisses auf allen Stufen des Lebenszyklus. Prinzipiell entspricht der Product Carbon Footprint damit eher dem Ansatz einer Lebenszyklusanalyse bzw. Ökobilanz (Tabelle 1).

Tabelle 1: Unterschied zwischen den Bilanzierungsmethoden Corporate Carbon Footprint (CCF) und Product Carbon Footprint (PCF)	
Corporate Carbon Footprint (CCF)	Product Carbon Footprint (PCF)
<ul style="list-style-type: none"> • Bilanzierung der Treibhausgasemissionen aller relevanten Treibhausgase, die durch die eigene Geschäftstätigkeit in unterschiedlichen Bereichen innerhalb eines Jahres verursacht werden • durch anschließende Analyse der Treibhausgasbilanz Ermittlung von Emissionstreibern und darauf basierend Realisierung gezielter Minderungen von Energie- und Ressourcenverbräuchen 	<ul style="list-style-type: none"> • Bilanzierung aller Treibhausgasemissionen – bezogen auf eine definierte Nutzeneinheit – die während des gesamten Lebenszyklus eines Produkts entstehen • Betrachtung sämtlicher Prozessstufen – von Gewinnung, Herstellung und Transport der Rohstoffe / Vorprodukte über Produktion und Distribution bis hin zur Nutzung, Nachnutzung und Entsorgung

¹ https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/2503/dokumente/treibhauspotenziale_ausgewaehlter_verbindungen_und_deren_gemische.pdf

3.2 Standards und Prinzipien für die Footprint-Ermittlung

Eins vorweg: Einen rechtlich verbindlichen Standard für die Berechnung des CO₂-Fußabdrucks gibt es nicht.

Zur Identifizierung der wesentlichen Emissionsquellen eines Betriebes ist die korrekte Erfassung, Abgrenzung und Kategorisierung direkter und indirekter Emissionsquellen von großer Bedeutung. Der meistgenutzte Methodenstandard hierfür ist das vom World Resource Institut entwickelte Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol). Das GHG Protocol definiert die Grundprinzipien der Relevanz, Vollständigkeit, Konsistenz, Transparenz und Genauigkeit und lehnt sich dabei an Prinzipien finanzieller Rechnungslegung an. Daneben können die international anerkannten Umweltmanagementnormen ISO 14064 und 14067 als Grundlage für das Berechnen und Verifizieren des CO₂-Fußabdrucks eines Unternehmens oder Produkts herangezogen werden (**Tabelle 2**).

Grundsätzlich bieten die verfügbaren Standards Orientierung bei der Ermittlung des Carbon Footprints, schreiben aber die Berechnungsmethoden und Hilfsgrößen (z.B. Emissionsfaktoren) nicht zwingend vor.

Die fünf Prinzipien des GHG-Protocol sollten jedoch die Grundlage jeder CO₂-Bilanzierung bilden, um eine weitgehende Korrektheit aller Berechnungen zu gewährleisten:

Relevanz: Es ist sicherzustellen, dass die Systemgrenze und die THG-Bilanz des Unternehmens die Realität angemessen widerspiegeln, sodass die Informationen von internen als auch von externen Nutzern als Entscheidungsgrundlage herangezogen werden können.

Vollständigkeit: Innerhalb der festgelegten Systemgrenze sind alle Emissionsquellen und Aktivitäten in der Berichterstattung zu berücksichtigen. Quellen und Aktivitäten, die nicht betrachtet werden, sind begründet offenzulegen.

Konsistenz: Die Verwendung konsistenter Methoden ist Voraussetzung für den Vergleich der Emissionen über einen längeren Zeitraum. Änderungen an Daten, Systemgrenzen, Methoden oder sonstigen relevanten Aspekten im zeitlichen Vergleich müssen transparent dokumentiert werden.

Transparenz: Alle relevanten Themen sind sachlich, objektiv und verständlich darzustellen und müssen überprüfbar sein. Relevante Annahmen sind unter Angabe der verwendeten Berechnungsmethoden und Datenquellen offenzulegen.

Genauigkeit: Es ist sicherzustellen, dass die Quantifizierung der THG-Emissionen systematisch weder über noch unter den tatsächlichen Emissionen liegt (soweit dies beurteilt werden kann) und dass eventuelle Unsicherheiten so weit wie möglich reduziert werden. Die Angaben müssen hinreichend genau sein, damit die Nutzer auf die Integrität der Berichtsdaten vertrauen und potenzielle Entscheidungen auf Grundlage dieser Daten vornehmen können.



Tabelle 2: Normen und Standards zu Corporate Carbon Footprint (CCF) und Product Carbon Footprint (PCF)

Corporate Carbon Footprint (CCF)	Product Carbon Footprint (PCF)
<ul style="list-style-type: none"> Greenhouse Gas Protocol (GHG): Corporate Standard DIN EN ISO 14064-1: Bestimmung von THG Emissionen auf Unternehmensebene DIN EN ISO 14069: Treibhausgase – Quantifizierung und Berichterstattung von Treibhausgasemissionen für Organisationen – Leitfaden für die Anwendung der ISO 14064-1 	<ul style="list-style-type: none"> Greenhouse Gas Protocol (GHG): Product Life Cycle and Reporting Standard BSI: PAS 2050: Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services DIN EN ISO 14067: Treibhausgase – Carbon Footprint von Produkten – Anforderungen an und Leitlinien für Quantifizierung

4. Der Corporate Carbon Footprint (CCF)

4.1 Allgemeines zum unternehmensbezogenen CO₂-Fußabdruck

Schwerpunkt der Bilanzierung eines Corporate Carbon Footprint (CCF) ist eine Betrachtung der THG-Emissionen in einem Unternehmen oder an einem Produktionsstandort über den Zeitraum eines Jahres und deren nachfolgende Entwicklung. Vielfach wird das Ergebnis mit Maßnahmen zur Verbesserung der Klimabilanz – wenn nicht gar mit dem Ziel einer eigenen Klimaneutralität – verknüpft. Die regelmäßige Bilanzierung gibt Auskunft über die erreichten Fortschritte.

Der Beginn des Bilanzzeitraums kann grundsätzlich frei gewählt werden, sollte sich aber aus praktischen Gründen an internen Berichtszeiträumen – in der Regel für das Geschäftsjahr – orientieren. Idealerweise beginnt die THG-Bilanzierung am 1. Januar für das zu betrachtende Jahr.

Die Ermittlung eines unternehmensbezogenen CO₂-Fußabdrucks umfasst im Wesentlichen diese Schritte:

- Definition der Systemgrenzen
- Datenerfassung
- Berechnung der THG-Emissionen
- Darstellung der THG-Emissionen
- Ableitung von Maßnahmen zur Emissionsminderung

Bei der Bilanzierung von Treibhausgasen wird zwischen direkten und indirekten Emissionen unterschieden. Die unternehmens- oder standortbezogenen Emissionen klimaschädlicher Gase unterteilt das GHG Protocol dann wiederum in drei Geltungsbereiche, die sogenannten Scopes (**Abbildung 1**).

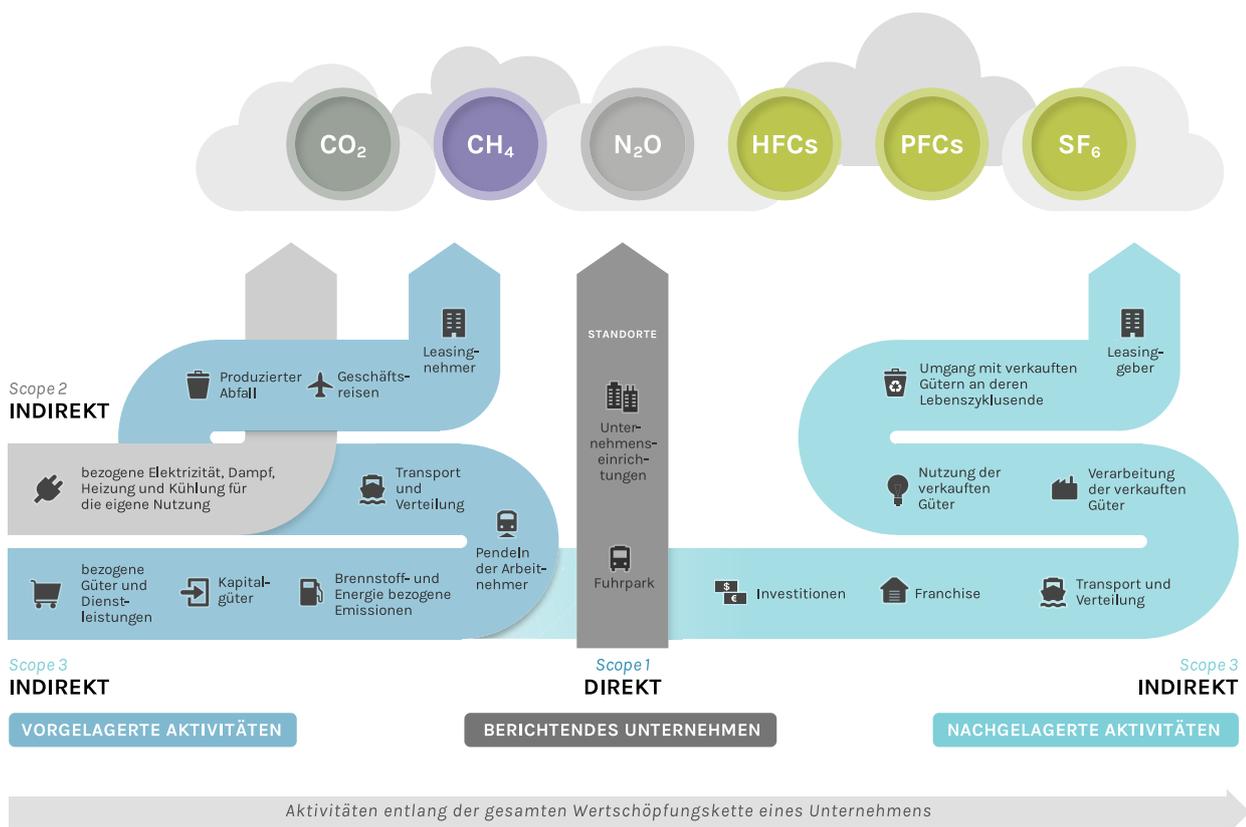


Abbildung 1: Übersicht über die Scopes nach dem GHG-Protokoll [WWF/CDP basierend auf GHG Protocol]

Scope 1 umfasst alle direkten THG-Emissionen durch die Tätigkeiten des Unternehmens. Hier werden ausschließlich standortbezogene Emittenten betrachtet (z.B. Anlagen, Gebäude und eigene Fahrzeuge).

! Gießerei:

- Emissionen aus fossilen Energieträgern, die z.B. bei deren Verbrennung in Schmelzöfen, Warmhalteöfen, Trocknungsanlagen, Gebäudeheizungen und Fahrzeugen entstehen (z.B. Koks, Erdgas, Heizöl, Diesel)
- Auch die Emissionen aus der thermischen Zersetzung von geschäumtem Kunststoff (z.B. Styropor) beim Lost Foam Verfahren sind im Scope 1 zu betrachten

Scope 2 erweitert die CO₂-Bilanz des Unternehmens um indirekte Emissionen aus zugekauften, im Unternehmen eingesetzten Energien (z.B. Strom, Wärme, Prozessdampf und Kühlung).

! Gießerei:

- Emissionen aus eingekauftem Strom für die Prozesse/Anlagen am Standort bzw. im Unternehmen
- Beim Bezug von Ökostrom oder „grünem“ Gas sollte darauf geachtet werden, ob die Energie tatsächlich aus erneuerbaren, CO₂-freien Quellen stammt oder über Kompensationsmaßnahmen „klimaneutral“ gestellt wurde. Der Versorger sollte in jedem Fall den CO₂-Footprint ausweisen.

Scope 3 vervollständigt die ganzheitliche Betrachtung. Dazu zählen indirekte Emissionen aus vor- und nachgelagerten Prozessen der eigenen Geschäftstätigkeit, u.a. von für die Produktion eingekauften Rohstoffen, Geschäftsreisen, Abfallentsorgung, Logistikdienstleistungen sowie der Nutzung und Entsorgung der produzierten Güter.

! Gießerei:

- u.a. „CO₂-Rucksack“ der metallischen und mineralischen Einsatzstoffe (z.B. Roheisen, NE-Metall-Legierungen, Schrotte, Quarzsand, Kalkstein), aller Hilfs- und Betriebsstoffe (z.B. Binderchemikalien, Schlichten, Trennmittel, Beschichtungen) sowie der dazugehörigen Transporte, Emissionen aus der Erzeugung / Gewinnung der eingesetzten Energieträger, aus Geschäftsreisen und dem Pendelverkehr der Beschäftigten, Transport und Entsorgung von Abfällen (z.B. Altsand, Schlacken, Feuerfestausschuss, Metallspäne aus Nachbearbeitung)

4.2 Besonderheiten des Scope 3

Zur besseren Unterscheidung der verschiedenen Arten von Aktivitäten im Scope 3 sind diese Emissionen gemäß GHG Protocol in 15 verschiedene Kategorien unterteilt (**Tabelle 3**):

Tabelle 3: Kategorien in Scope 3			
Kat.	Bezeichnung	Emissionen aus...	Beispiel Gießerei; Anmerkungen
Emissionen aus vorgelagerten Prozessen			
1	Eingekaufte Güter und Dienstleistungen	Herstellung bzw. Gewinnung, Verarbeitung und Transport von Waren und Dienstleistungen	Bezogene Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe, insbes. Metalle, Formstoffe, Chemikalien. Ggfs. externe Putzerei oder Modellbau inkl. Transporte
2	Kapitalgüter	Herstellung bzw. Gewinnung, Verarbeitung und Transport von Kapitalgütern (Grundstücke, Gebäude, Anlagenbestand, Fahrzeuge etc.)	Vernachlässigbar; kaum zu ermitteln; müssten auf jedes Jahr heruntergerechnet werden
3	Brennstoff- und energiebezogene Emissionen (nicht in Scope 1 oder 2 enthalten)	Herstellung bzw. Gewinnung, Verarbeitung und Transport von Energieträgern, soweit diese nicht in Scope 1 und 2 erfasst werden, darunter: <ul style="list-style-type: none"> • vorgelagerte THG-Emissionen aus Rohstoffförderung und Verarbeitung der eingekauften Treibstoffe aus Scope 1 • vorgelagerte THG-Emissionen, die mit dem Strom- und Wärmebezug aus Scope 2 zusammenhängen, inkl. Förderung und Verarbeitung der Rohstoffe, die vom Stromerzeuger eingesetzt werden • THG-Emissionen, die mit Übertragungs- und Verteilungsnetzverlusten des Energiebezugs zusammenhängen • THG-Emissionen, die mit der Erzeugung von Strom zusammenhängen 	Primär Angaben von Energie- bzw. Rohstofflieferanten verwenden oder selbst über Emissionsfaktoren ermitteln

4	Transport und Verteilung (vorgelagert)	Transport und Verteilung von eingekaufter Ware zwischen Zulieferer und eigenem Unternehmen in Fahrzeugen, die nicht dem eigenen Unternehmen gehören oder von ihm betrieben werden. Sämtliche Transportdienstleistungen, die durch das Unternehmen eingekauft werden (eingehend)	Anlieferung der Materialien aus Kat. 1 durch fremde Speditionen. Durch das Unternehmen beauftragte (und bezahlte) Anlieferung oder Versand von Produkten
5	Abfall (am Standort)	Behandlung und Entsorgung von Abfall, der im Unternehmen selbst erzeugt wurde	z.B. bei Entsorgung von Altsand
6	Geschäftsreisen	Geschäftsreisen der Mitarbeiter in Fahrzeugen, die nicht durch das Unternehmen betrieben werden	Nutzung von Mietwagen, Bahn, Flugzeug etc.
7	Pendeln der Arbeitnehmer	Pendeln der Mitarbeiter zwischen dem Wohnort und der Arbeitsstätte in Fahrzeugen, die nicht durch das Unternehmen betrieben werden (z.B. Privat-Pkw, ÖPNV)	Kann z.B. über die Postleitzahlen der Wohnorte ermittelt werden
8	Angemietete oder geleaste Sachanlagen	Betrieb von Gebäuden und Maschinen, die durch das eigene Unternehmen für den Geschäftsbetrieb geleast wurden	Vernachlässigbar; kaum zu ermitteln; müssten auf jedes Jahr heruntergerechnet werden
Emissionen aus nachgelagerten Prozessen			
9	Transport und Verteilung (nachgelagert)	Transport und Verteilung von Produkten des Unternehmens zwischen Fabrik und Kunden, die von Fremdfirmen durchgeführt werden. Sämtliche Transportdienstleistungen, die durch das Unternehmen eingekauft werden (ausgehend)	Versand der Produkte an Kunden durch fremde Speditionen
10	Verarbeitung der verkauften Güter	Weiterverarbeitung von verkauften Gütern durch andere Unternehmen	Irrelevant; Daten kaum zu ermitteln
11	Nutzung der verkauften Güter	Nutzung der verkauften Güter des Unternehmens durch den Endkonsumenten	Irrelevant; Daten kaum zu ermitteln
12	Umgang mit verkauften Gütern an deren Lebenszyklusende	Entsorgung und Behandlung der verkauften Güter am Ende Ihres Lebenszyklus	Irrelevant; Daten kaum zu ermitteln
13	Vermietete oder verleaste Sachanlagen	Betrieb von Gebäuden und Maschinen, die dem eigenen Unternehmen gehören, aber an Fremdfirmen verleast wurden und nicht unter Scope 1 und 2 berichtet werden	In der Regel irrelevant
14	Franchise	Betrieb von Franchise-Geschäftstätigkeiten, bei denen das eigene Unternehmen als Franchisegeber fungiert und die nicht unter Scope 1 und 2 berücksichtigt werden	In der Regel irrelevant
15	Investitionen	Geschäftstätigkeiten von Investitionen, die durch das eigene Unternehmen getätigt wurden, inklusive Kapitalinvestitionen, Kredit- und Projektfinanzierung	Bei Erstbetrachtung vernachlässigbar

Aus einer Metastudie² ist bekannt, dass die subjektive Bewertung der Relevanz vieler Emissionskategorien nicht zwangsläufig der Realität entspricht. Während beispielsweise mehr als 50 Prozent der Unternehmen die Emissionen aus Geschäftsreisen für eine relevante Kategorie halten, werden durchschnittlich weniger als ein Prozent der Scope-3-Emissionen in dieser Kategorie verursacht.

Die Untersuchung bzw. Bewertung der Wesentlichkeit einzelner Emissionskategorien und -quellen sollte daher mit Ansprechpartnern an den Standorten durchgeführt werden, die qualifizierte Informationen zu den jeweiligen Emissionspotenzialen geben können. Die Höhe der Treibhausgasemissionen der einzelnen Kategorien liefert ein wichtiges Kriterium für die Bestimmung der wesentlichen Emissionskategorien und

-quellen. Bei der Entscheidung, welche Kategorien in die Scope-3-Betrachtung einbezogen werden, ist auch die Möglichkeit der Einflussnahme und ob Informationen mit vertretbarem Aufwand zugänglich sind, zu berücksichtigen.

Werden bestimmte Kategorien des Scope 3 als nicht wesentlich eingestuft, kann deren Anteil geschätzt und als „Sicherheitsaufschlag“ in die Bilanzierung einbezogen werden. In der Regel beträgt dieser 5 bis 10 Prozent. Dieser Anteil wird abschließend zu der ermittelten CO₂e-Menge hinzuaddiert.

Emissionen aus Scope 1 und Scope 2 müssen laut GHG Protocol in die Bilanzierung aufgenommen werden. Für Scope 3 besteht keine Berichtspflicht. Im Interesse einer „ehrlichen“ Betrachtung der mit den Tätigkeiten des Unternehmens

² „Die Zukunft der globalen Wertschöpfung“, S. 17, CDP Europe/Systain Consulting GmbH, 2014

zusammenhängenden Treibhausgasemissionen sollten jedoch relevante Kriterien aus Scope 3 einbezogen werden.

! Relevant für Gießer:

Dies trifft insbesondere auf die eingesetzten metallischen und mineralischen Rohstoffe sowie deren Transport zu. Die Art des eingesetzten Metalls (Primär- oder Sekundärmaterial), der Standort der Bearbeitung (gleicher bzw. inländischer Standort oder ausländisches Tochterunternehmen), die Art des Transports (Schiene oder Straße) und Materialherkunft (Europa oder Fernost) können signifikante Auswirkungen auf das Ergebnis der Bilanz haben.

Außerdem bergen Transportentfernung und Verkehrsmittel im Zusammenhang mit der Herstellung von Gussprodukten in Deutschland ein nicht zu unterschätzendes Marketingpotenzial. Im Rahmen einer Kohlenstoffbilanzierung für Kanaldeckel³ wurden die entstehenden CO₂-Belastungen ermittelt, die beim Transport solcher Gussteile innerhalb Deutschlands sowie von China nach Deutschland entstehen. Der inländischen Lieferung per Lkw über 800 km und einem CO₂-Äquivalent von 776 t CO₂e/km stehen beim Transport per Schiff über 31 000 km aus China bis zu 19 840 t CO₂e/km gegenüber.

Insbesondere die für den Schmelzbetrieb verwendeten Energieträger sowie die eingesetzten Metalle führen zu erheblichen Unterschieden bei der Verteilung der Emissionen in den Scopes. Eisengießereien mit koksbeheizten Kupolöfen generieren den größten Anteil der (direkten) CO₂-Emissionen in Scope 1 – während bei Aluminiumgießereien, die Primäraluminium einsetzen, mehr als zwei Drittel der CO₂-Emissionen in Scope 3 zu verzeichnen sind. Ursache hierfür ist der hohe Energieeinsatz für die Herstellung des bezogenen Aluminiums (Bauxitabbau, Elektrolyse etc.).

Ausschlaggebend bei der Festlegung, ob bzw. in welchem Umfang Scope 3 in die CO₂-Bilanzierung einbezogen wird, können z.B. Anforderungen der OEMs sein. **Es sollte in diesen Fällen deshalb dringend nachgefragt werden, ob der Kunde spezielle Vorgaben – z.B. hinsichtlich des zu verwendenden Standards, Berechnung eines CCF oder PCF, Bilanz- bzw. Systemgrenzen sowie zu betrachtende Scopes – für die Bestimmung des Carbon Footprint macht.**

Dem Global Compact Netzwerk Deutschland zufolge kann bei der Ersterhebung einer THG-Bilanz auf das sogenannte Pareto-Prinzip der 80:20-Regel zurückgegriffen werden. Das heißt, dass bei der Bestimmung der Emissionen der Scopes 1 und 2 ein Abdeckungsgrad von mindestens 80 Prozent erzielt werden muss. Eine Erhöhung des Abdeckungsgrades ist mit der kontinuierlichen Fortschreibung der THG-Bilanz anzustreben.

4.3 Einbeziehung von Ökostrom

Eine noch nicht abschließend geklärte Frage ist die Behandlung von Ökostrom im Rahmen der Carbon Footprint-Betrachtung. Für Unternehmen, die Strom aus erneuerbaren Quellen beziehen, ist es von erheblicher Bedeutung, wie sich dieser Strombezug in ihrer Treibhausgasbilanz niederschlägt. Das GHG Protocol präferiert die duale Bilanzierung der CO₂-Emissionen aus Strombezug in Scope 2 nach orts- oder marktbasierendem Ansatz:

- Ortsbasierter Ansatz: Emissionsfaktor des Stromnetzes, in dem sich der Verbraucher befindet – auch beim Bezug von Ökostrom
- Marktbasierter Ansatz: Emissionsfaktor des vertraglich zugesicherten (Öko-)Stroms (Anbieter, Stromprodukt, Lieferanlage, etc.)

Während beim ortsbasierten Ansatz ausschließlich eine Verringerung des Stromverbrauchs zu einer Reduktion der strombasierten Emissionen führt, bietet der marktbasierende Ansatz dem Unternehmen die Möglichkeit, selbst aktiv zu werden und z.B. durch den Abschluss von Bezugsverträgen mit ausgewählten Kraftwerken (sogenannte Power Purchase Agreements – PPA) oder das Errichten eigener Erzeugungsanlagen die Wirkung des klimafreundlichen Bezugsverhaltens in die Bilanzierung einzu beziehen.

Darüber hinaus spiegelt der marktbasierende Ansatz die wirtschaftlichen Gegebenheiten eines liberalisierten Strommarktes wider. Zudem entspricht er der Empfehlung der EU-Kommission zum ökologischen Fußabdruck 2013/179/EU und stärkt die Anerkennung der Stromkennzeichnung als Quelle für den Emissionsfaktor⁴.

Der gezielte Einkauf von Ökostrom findet demzufolge durch die Anwendung des marktbasierenden Ansatzes die Würdigung, die ihm als umweltbewusste Entscheidung aus Sicht des Unternehmens angemessen ist.

4.4 Festlegung der Systemgrenzen

Die Festlegung der Bilanzierungsgrenzen stellt einen der wichtigsten Schritte bei der Ermittlung des Carbon Footprint dar und ist plausibel und nachvollziehbar abzubilden. Kleine und mittelständische Unternehmen sind in der Regel übersichtlich strukturiert. Bei großen Unternehmen mit komplexer Organisationsstruktur hingegen ist die Bestimmung eines geeigneten Bilanzierungsrahmens wichtig, um ein aussagekräftiges Bild zu den Gesamtemissionen aller Standorte und Beteiligungen zu erhalten. Gemäß GHG Protocol bieten sich dafür drei unterschiedliche Ansätze an:

- Der operative Kontrollansatz berücksichtigt die THG-Emissionen aller Standorte vollständig, sofern das bilanzierende Unternehmen über deren Geschäftspolitik und -strategie entscheidet.

³ Kohlenstoff-Bilanz und Kohlenstoff-Fußabdruck (carbon footprint) in Giessereiprozessen und in Gussprodukt-Lebenszyklen, Dr. Joachim Helber, B-B-H Beratungsbüro, Duisburg, GIESSEREI-PRAXIS Ausgabe 5/2015

- Nach einem sehr ähnlichen Prinzip bilanziert der finanzielle Kontrollansatz diejenigen Standorte vollständig, über deren finanziellen Mittelfluss das Unternehmen bestimmt.
- Eine alternative Möglichkeit stellt der Eigenkapitalansatz dar. Hierfür werden die THG-Emissionen aller Standorte und Beteiligungen ermittelt und die Emissionen dem Unternehmen anteilig entsprechend dessen Anteil an der Kapitalbeteiligung zugewiesen.

Die Entscheidung für einen der Ansätze hängt von der tatsächlichen Unternehmensstruktur und den unterschiedlichen Beteiligungen ab.

Ebenso maßgeblich wie die Definition der Systemgrenzen ist die Festlegung, welche Scopes bei der THG-Bilanzierung relevant sind und betrachtet werden müssen. Auch das ist abhängig von Faktoren, die firmenspezifisch voneinander abweichen können.

4.5 CCF als Benchmark- oder Vergleichsinstrument?

Nein. Die Tatsache, dass es den einen weltweit gültigen, einheitlichen Standard für die Ermittlung des CCF nicht gibt, macht

die Vergleichbarkeit der unternehmensbezogenen THG-Emissionen unmöglich. Bereits die individuelle Festlegung der Systemgrenzen – die z.B. bei der Bilanzierung gemäß Kundenvorgabe differieren kann gegenüber einer unternehmensinternen Betrachtung – lässt seriöse Vergleiche nicht zu. Darüber hinaus führt die Notwendigkeit von Annahmen und Schätzungen sowie die Verwendung von Emissionsfaktoren aus unterschiedlichen Datenbanken für die Berechnung der THG-Emissionen in Scope 3 unweigerlich zu unterschiedlichen Ergebnissen. Dies berücksichtigend, empfiehlt sich auch immer eine gewisse kritische Vorsicht gegenüber veröffentlichten Footprint-Berechnungen anderer Unternehmen.

4.6 Weiterführende Literatur/Informationen

- Vom Emissionsbericht zur Klimastrategie - Grundlagen für ein einheitliches Emissions- und Klimastrategieberichtsweisen, WWF/CDP, Februar 2014
- Einführung Klimamanagement Schritt für Schritt zu einem effektiven Klimamanagement in Unternehmen, Deutsches Global Compact Netzwerk, Januar 2017

5. Der Product Carbon Footprint (PCF)

5.1 Allgemeines zum produktbezogenen CO₂-Fußabdruck

Im Unterschied zum Corporate Carbon Footprint bezeichnet der Product Carbon Footprint (PCF) die Bilanz der Treibhausgas-Emissionen über die gesamte Lebensdauer eines Produkts. Betrachtet wird hierbei die ganze Wertschöpfungskette: von

der Herstellung und dem Transport der Rohstoffe und Vorprodukte über die Produktion sowie die Distribution, Nutzung, Nachnutzung und Entsorgung. Betrachtungszeitraum ist somit nicht ein Jahr, sondern der komplette Lebenszyklus eines Produkts.

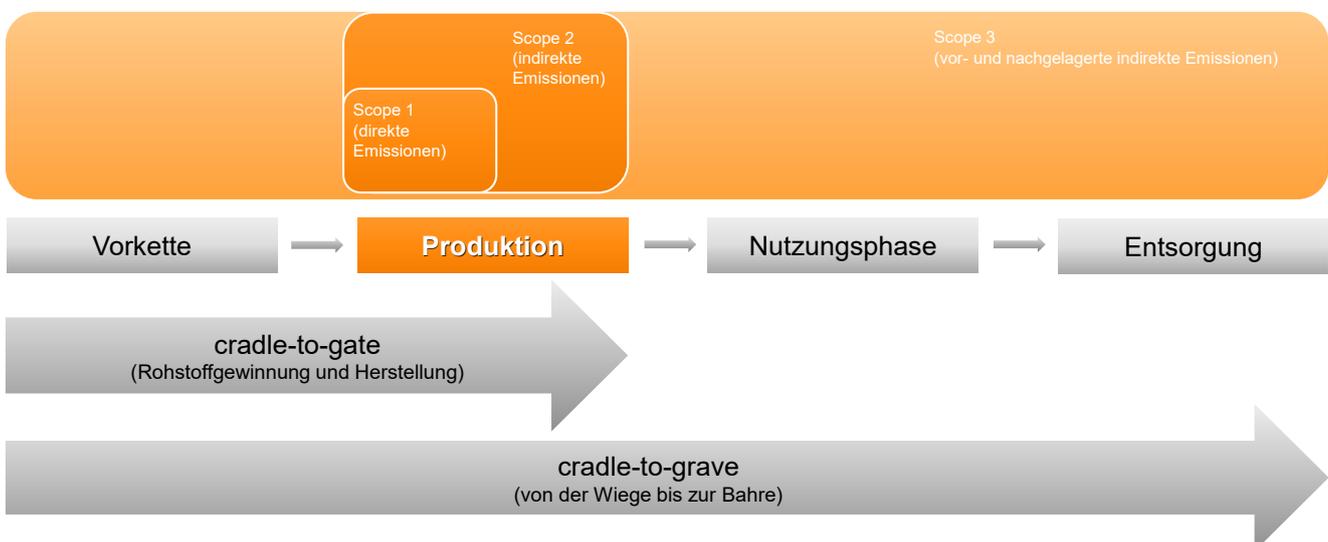


Abbildung 2: CO₂-Bilanzierung von Unternehmen [EnergieAgentur.NRW]



5.2 Cradle-to-grave oder cradle-to-gate?

Auch bei der PCF-Bilanzierung ist das Abstecken der Betrachtungsgrenzen von entscheidender Bedeutung. Je nach Umfang der Analyse wird das Produkt „cradle-to-gate“ (von der Wiege bis zum Fabrikator), „cradle-to-grave“ (von der Wiege bis zur Bahre, also bis zum Ende der Nutzungsphase), oder „cradle-to-cradle“ (von der Wiege bis zur Wiege, also als geschlossener Kreislauf) betrachtet.

„Cradle-to-cradle“ bedeutet, auch die spätere Wiederverwertung des Produkts als Rohstoff für neue oder andere Produkte zu berücksichtigen. Hier wird es hochkomplex. Zweifellos bietet Recycling bei emissionsintensiven Rohstoffen eine Möglichkeit, die Ökobilanz eines Produkts gegenüber der Verwendung von Primärrohstoffen zu verbessern. Es zeichnet sich jedoch ab, dass die verfügbaren Emissionsfaktoren diese Thematik bislang nicht befriedigend abbilden. An welcher Stelle und in welcher Höhe beispielsweise die Verwendung von Schrotten mindernd in die CO₂-Bilanzierung einfließt, erfordert aus unserer Sicht weiteren Klärungsbedarf (Stichworte „Cut-off“ oder „Avoided-Burden“⁵).

Für Unternehmen, die im B2B-Bereich tätig sind – also z.B. typische Kundengießereien, die ihre Gussprodukte an einen Weiterverarbeiter liefern – dürfte die Bilanzierung des Emissionsaufkommens der Produktion inkl. des vorgelagerten Teils der Wertschöpfungskette (cradle-to-gate) ausreichend sein.

Im Falle von B2C-Beziehungen – also der Lieferung eines Produkts an den Endkunden – ist die umfassendere Betrachtung der Emissionsdaten bis zum point-of-sale inkl. Produktion und Vorketten (cradle-to-grave) sinnvoll.

5.3 Produktvergleiche

Sowohl Hersteller als auch Konsumenten haben ein Interesse an Produktvergleichen, wenn es darum geht, die Klimawirksamkeit in die Kaufentscheidung einzubeziehen. Für einen fairen

und zulässigen Vergleich müssen allerdings sowohl die funktionelle Einheit als auch die gewählten Methoden und Annahmen für alle Vergleichsprodukte gleich sein. Die letztgenannten Anforderungen kann bislang keiner der existierenden Standards für unabhängig voneinander erstellte PCFs sicherstellen.

Wenn dennoch Produktvergleiche angestellt werden sollen, müssen die methodischen Spielräume mindestens durch Produktregeln – sogenannte Product Category Rules (PCR) – geschlossen werden. PCR für „Raw Castings“ (vergleichbar mit Netto-Rohguss bzw. Gutem Guss) befinden sich derzeit in der Entwicklung. Vergleichende Aussagen zum Product Carbon Footprint können aber selbst dann immer nur für die spezifisch betrachteten Produkte getroffen werden und dürfen nicht für die ganze Produktkategorie verallgemeinert werden. Die pauschale Aussage „PCF von Eisenguss größer als von NE-Metall-Guss“ ist also nicht zulässig.

Relevant für Gießer:

Geht es dem Kunden um den Vergleich zweier Produkte im Rahmen einer Product Carbon Footprint-Betrachtung, sollte er unbedingt entsprechende Vorgaben zu den anzuwendenden Standards und Systemgrenzen zugrunde legen! Andernfalls führt dies zum klassischen Vergleich von Äpfeln mit Birnen. Enthalten die Lieferbedingungen des Kunden / OEM nicht näher spezifizierte Aussagen zum CO₂-Footprint des Zulieferers, empfiehlt sich dringend eine Nachfrage seitens der Gießerei zu den Rahmenbedingungen.

5.4 Weiterführende Literatur/Informationen

- Carbon Footprints für Produkte - Handbuch für die betriebliche Praxis kleiner und mittlerer Unternehmen, Heidi Hottenroth, Bettina Joa, Mario Schmidt, 2013

⁵Erklärung dieser Ansätze siehe Einsatz von Sekundärmaterial vs. recyclinggerechtes Design (wupperinst.org)

6. Bilanzierung des Carbon Footprint

6.1 Berechnungstools

Es gibt viele Möglichkeiten, Berechnungen zum eigenen CO₂-Fußabdruck durchzuführen, zum Beispiel

- die Beauftragung eines externen Beratungsunternehmens mit der Footprint-Ermittlung,
- die selbständige Erstellung eines Kalkulationstools (z.B. in Excel) oder
- die Verwendung eines verfügbaren Berechnungstools.

Auf dem Markt sind sowohl kostenlose als auch kostenpflichtige Tools, die meist durch Beratungsunternehmen angeboten werden, verfügbar. Einen Überblick liefert **Tabelle 4**.

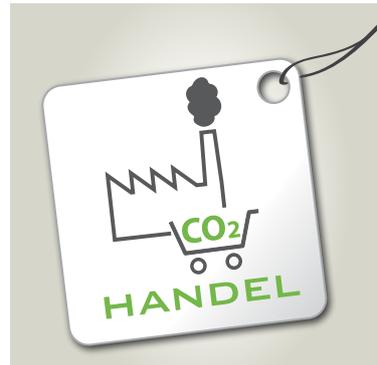
6.2 Datenquellen im Unternehmen

Die für die Bilanzierung des Scope 1⁶ erforderlichen Angaben (Primärdaten) sollten im eigenen Unternehmen vorliegen. Mögliche Quellen für Daten und relevante Aufzeichnungen sind:

- Energiemanagement gemäß ISO 50001
- Umweltmanagement gemäß EMAS oder ISO 14001
- EU-Emissionshandel (betrifft z.B. größere Gießereien mit Kupolofen) und nationaler Emissionshandel gem. BEHG
- Finanzbuchhaltung / Controlling
- Einkauf / Vertrieb

Informationen zu Daten für die Scopes 2⁵ und 3⁵ (Sekundärdaten) stammen in der Regel aus:

- Flottenmanagement / Reisebüro (Dienstleister)
- Personalabteilung (für Angaben zu Mitarbeiterwohnorten für Pendelverkehr)
- Angaben Dritter (Lieferanten von Energie, Rohstoffen, Dienstleistungen etc.)
- Externe Datenbanken (z.B. für Emissionsfaktoren)



- Annahmen, Schätzungen, Rechnungen
- Literatur

In erster Linie sollten originäre Daten von den Lieferanten (insbesondere Stromanbieter, Metallzulieferer) für die Bilanzierung von Scope 3 herangezogen werden. Erst wenn diese nicht bereitgestellt werden können, muss auf generische Emissionsfaktoren zurückgegriffen werden.

6.3 Emissionsfaktoren

Für die Ermittlung von THG-Emissionen bzw. CO₂-Äquivalenten der meisten Rohstoffe bzw. Tätigkeiten sind Emissionsfaktoren⁷ erforderlich. Diese Faktoren stehen z.B. für das Verhältnis von emittierten Treibhausgasen pro eingesetztem Ausgangsstoff. Die Ermittlung von Emissionsfaktoren ist nicht trivial, da auch hierbei der komplette Lebenszyklus eines Stoffes oder einer Tätigkeit betrachtet wird. Mittlerweile existieren mehrere Datenbanken, deren Inhalte kostenpflichtig (z.B. GaBi) oder frei verfügbar (z.B. ProBas und GEMIS) sind – siehe **Tabelle 5**.

Tabelle 4: Berechnungstools für CO ₂ -Bilanzen (Auswahl)				
Name	Anwendungsbe- reich	Link	Quelle	Verfügbarkeit
Ecocockpit	CCF, PCF	https://ecocockpit.de	Energieagentur NRW	kostenlos
myccf	CCF	https://www.co2ncept-plus.de/myccf	Co2ncept plus	kostenlos
Klima Manufaktur	CCF, Unter- nehmen bis 25 MA	https://www.die-klimamanufaktur.de/ berechnung	KlimaManufaktur GmbH Sphera Solu- tions GmbH	kostenlos
GaBi	CCF, PCF	http://www.gabi-software.com/deutsch/ loesungen/product-carbon-footprint/	Ifu Hamburg	Lizenz
Umberto	CCF, PCF	https://www.ifu.com/umberto/		Lizenz
KlimAktiv CO ₂ -Rechner für Unternehmen	CCF	https://klimaktiv.co2ckpit.de/de_DE/ page/start	KlimAktiv GmbH	Lizenz

⁶ Siehe 4.1 Allgemeines zum unternehmensbezogenen CO₂-Fußabdruck

⁷ Hintergrundwissen zu Emissionsfaktoren siehe 001-Einführung-Klimamanagement-DGCN_web.pdf (globalcompact.de)

Tabelle 5: Datenbanken für Emissionsfaktoren (Auswahl)			
Quelle	Erläuterung	Link	Verfügbarkeit
GEMIS	GEMIS (Globales Emissions Modell integrierter Systeme) enthält Datenbank für Energie-, Stoff- und Verkehrssysteme und deren Umweltauswirkungen	http://iinas.org/gemis-de.html	kostenlos
ProBas	von Umweltbundesamt und Öko Institut entwickeltes Portal „Prozessorientierte Basisdaten für Umweltmanagement Instrumente ProBas“ ermöglicht der Öffentlichkeit Zugang zu Lebenszyklusdaten	https://www.probas.umweltbundesamt.de/php/index.php	kostenlos
DEHST	Liste mit einheitlichen Stoffwerten für Emissionsfaktoren, Heizwerte und Kohlenstoffgehalte für Brennstoffe, Rohstoffe und Produkte	https://www.dehst.de/SharedDocs/downloads/DE/stationaere_anlagen/2021-2030/Ueberwachungsplan_Leitfaden_Anhang4.pdf?__blob=publicationFile&v=2	kostenlos
HBFA	Emissionsfaktoren für die gängigsten Fahrzeugtypen (Pkw, leichte und schwere Nutzfahrzeuge, Linien- und Reisebusse sowie Motorräder)	https://www.hbfa.net/d/	kostenpflichtig
DEFRA	„Government greenhouse gas conversion factors for company reporting“; Umrechnungsfaktoren zur Berechnung der THG-Emissionen aus einer Reihe von Aktivitäten, darunter Energieverbrauch, Wasserverbrauch, Abfallentsorgung und -recycling sowie Transportaktivitäten – englischsprachig	https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2019	kostenlos
GHG Protocol	Diverse Listen von Emissionsfaktoren, u.a. für die Aluminium-Produktion	https://ghgprotocol.org/calculation-tools	kostenlos
IPCC Emissions Factor Database (EFDB)	Datenbank des Greenhouse Gas Protocol; enthält umfangreiche Emissionsfaktoren des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) – englischsprachig	https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/EFDB/main.php	kostenlos
emission-factors	Suchmaschine; bietet eine Übersicht über Emissionsfaktoren aus unterschiedlichen Quellen (z.B. IPCC und DEFRA) – englischsprachig	https://emissionfactors.com/	kostenlos
ecoinvent	eine der weltweit am häufigsten verwendeten Ökobilanzdatenbanken; neben CO ₂ -Bilanzen können u.a. auch Ökobilanzen erstellt werden – englischsprachig	https://www.ecoinvent.org/home.html	Lizenz

Grundsätzlich ist bei der THG-Bilanzierung eine freie Auswahl der Emissionsfaktoren aus den Datenbanken möglich. Innerhalb einer Bilanz kann somit auf mehrere Datenbanken zurückgegriffen werden. Auch wenn die verfügbaren Emissionsfaktoren zum Teil bereits einige Jahre alt sind, können sie standardkonform angewendet werden. Eine Recherche in den Datenbanken ist zum Beispiel bei Anwendung des Bilanzierungstools Ecocockpit dann notwendig, wenn erforderliche Emis-

sionsfaktoren dort nicht hinterlegt sind.

Die Werte in den Datenbanken werden von unterschiedlichen Institutionen auf Basis unterschiedlicher Grundlagen erarbeitet und verfügen über unterschiedliche Aktualisierungsstände und Qualität.

Letztlich führt diese Varianz dazu, dass Emissionsfaktoren für einen bestimmten Stoff differieren können, wie das Beispiel Primär-Aluminium verdeutlicht:

GEMIS (als „Aluminium primär“ in Ecocockpit hinterlegt)	11,8 kg CO _{2e} pro kg Al
GEMIS („Metall \ Aluminium-DE-2020“ – Herstellung von Hüttenaluminium (Elektrolyse); Quelle: Öko-Institut)	3,33 kg CO _{2e} pro kg Al
ProBas („Aluminium“ – Entnahme des Bauxits bis zur Herstellung von Primäraluminium. Geographischer Bezug: Europa; Quelle: ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg)	11,9 kg CO _{2e} pro kg Al
ProBas („MetallAlu-primär-EU-2010“ – ausgewählte LCI-Werte für die primäre Aluminium-Bereitstellung in der EU; Quelle: EAA)	7,69 kg CO _{2e} pro kg Al
ProBas („MetallAlu-primär-in-EU-2010“ – ausgewählte LCI-Werte für die primäre Aluminium-Bereitstellung in der EU; Quelle: EAA)	7,73 kg CO _{2e} pro kg Al
EUROPEAN ALUMINIUM ⁸ (in europäischen Hütten produziertes Primär-Aluminium):	6,7 kg CO _{2e} pro kg Al
EUROPEAN ALUMINIUM ⁹ (Primär-Aluminium auf dem europäischen Markt ohne detailliertere Kenntnis der Herkunft):	8,6 kg CO _{2e} pro kg Al

Wenn für einen konkreten Stoff oder Prozess mehrere Datenbanken für Emissionsfaktoren konsultiert werden, sollte das Grundprinzip der Konsistenz nicht aus den Augen verloren werden. Im Interesse der internen Vergleichbarkeit der THG-Bilanzierung ist die möglichst dauerhafte Verwendung einer Datenquelle anzustreben. Entscheidet man sich im Falle des Primäraluminiums z.B. für ProBas, sollte auch bei der nächsten Bilanzierung auf diese Datenbank zurückgegriffen werden.



Relevant für Gießer:

Die Datenbanken ProBas (Umweltbundesamt) und GEMIS (Internationales Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und -strategien) enthalten eine Vielzahl an Datensätzen zu metallischen Einsatzstoffen – die spezifische Auswahl sollte sorgfältig getroffen und nachvollziehbar dokumentiert werden.

In [Anhang 1] sind gießereispezifische Emissionsfaktoren aus unterschiedlichen Quellen aufgelistet. Die getroffene Auswahl erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit oder Verbindlichkeit, sondern soll die Suche nach geeigneten Emissionsfaktoren erleichtern.

6.4 Ecocockpit

Der BDG hat die kostenfreien Angebote zur Erstellung von CO₂-Bilanzen geprüft und insbesondere das Berechnungstool Ecocockpit⁹ von einigen Gießereien testen lassen. Das von der Effizienzagentur NRW entwickelte Ecocockpit bietet seit 2015 für Unternehmen eine relativ unkomplizierte Lösung, ihren CO₂-Fußabdruck zu ermitteln. Ecocockpit gewährleistet eine hohe Datensicherheit und unterliegt einem regelmäßigen Update-Prozess. Die Verbindung mit dem Webserver der Effizienz-Agentur NRW ist für jeden Nutzer verschlüsselt. Die in den Bilanzen verwendeten und gespeicherten Daten verbleiben während der Bilanzierung mit Ecocockpit auf dem IT-System des Nutzers; es findet keine Übertragung der Daten auf den verwendeten Datenbankserver statt.

Der Bilanzrahmen kann frei gewählt werden und ermöglicht sowohl die Bilanzierung des Corporate Carbon Footprint als auch des Product Carbon Footprint. Als Bilanzierungsansatz wird der „Cradle-to-gate-Ansatz“ empfohlen, d.h. die Betrachtung der verursachten Emissionen innerhalb der eigenen Werksgrenze unter Berücksichtigung der vorgelagerten Emissionen. Das Tool basiert auf dem GHG Protocol, ist intuitiv handhabbar und bietet unterschiedliche Auswertungsmöglichkeiten. Bei der Ermittlung der Scope-3-Emissionen wird auf die Datenbanken ProBas und GEMIS zurückgegriffen.

Mögliche Bilanzierungsarten in Ecocockpit sind:

- Die „Standortbilanz“ – sie umfasst dabei alle CO₂-Emissionen, die am Standort durch die wertschöpfenden und nicht-wertschöpfenden Prozessschritte innerhalb der eigenen

Werkstore unter Berücksichtigung der vorgelagerten Emissionen verursacht werden (CCF).

- Die „Prozessbilanz“ – sie umfasst alle CO₂-Emissionen, die in den betrachteten Prozessen verursacht werden, bezogen auf eine spezifische Größe wie z.B. ein gewählter Zeitraum oder eine produzierte Menge. Der Prozess kann in seine einzelnen Prozessschritte unterteilt werden.
- Die „Produktbilanz“ – sie umfasst alle CO₂-Emissionen, die durch ein ausgewähltes Produkt oder auch eine Produktgruppe verursacht werden. Die zu bilanzierenden Produkte können in ihre einzelnen Komponenten eingeteilt werden.

Startet der Nutzer den Bilanzierungsprozess auf Basis eines gewählten Bilanztyps, kann er nach Eingabe grundlegender Unternehmensdaten wie Rechtsform, Mitarbeiteranzahl und Umsatz seine Emissionsdaten in den einzelnen Scopes auf Basis verschiedener Kategorien definieren und in CO₂-Äquivalente umrechnen lassen. Innerhalb eines Scopes kann der Nutzer einzelne Emittenten der jeweiligen Emissionsklassen anlegen. Nach erfolgter Dateneingabe können so einerseits direkt die Anteile der Emissionen je Emittent und Scope betrachtet und andererseits ein detaillierter Bericht über die CO₂-Emissionen des Unternehmens sowie ein Bilanz-Zertifikat abgerufen werden.

Ecocockpit bietet regelmäßig Schulungen bzw. Webinare zur Anwendung des Bilanzierungstools an. In NRW ansässige Unternehmen haben zudem Anspruch auf persönliche Beratung vor Ort durch die Mitarbeiter der Effizienzagentur. Betriebe in anderen Bundesländern können ihre Anfragen telefonisch oder per E-Mail klären. Kontakte siehe unter <https://ecocockpit.de/>.

6.5 Nutzung externer Unterstützung

Die intuitive Bedienbarkeit des Bilanzierungstools Ecocockpit sollte nicht darüber hinwegtäuschen, dass die Befassung mit der Thematik des Carbon Footprinting sehr komplex ist. Insbesondere bei der Entscheidung für die Entwicklung einer Klimaschutzstrategie – basierend auf der regelmäßigen Ermittlung des CO₂-Fußabdrucks für das Unternehmen und / oder dessen Produkte – kann die Hinzuziehung externen Sachverständigen sinnvoll sein. Erfahrene Dienstleister unterstützen nicht nur bei der Erhebung der THG-Bilanzen, sondern identifizieren ohne die sprichwörtliche „Betriebsblindheit“ Potenziale zur Emissionsreduzierung und Prozessoptimierung. Darüber hinaus verfügen sie in der Regel über Zugang zu kommerziellen Bilanzierungstools und Datenbanken, deren Lizenzierung für mittelständische Unternehmen meist zu kostenaufwendig ist.

Der Markt für Beratungsunternehmen im Bereich der Erstellung von CCF und PCF ist groß. Bei der Auswahl eines geeigneten Dienstleisters empfiehlt es sich, auf folgende Kriterien zu achten¹⁰:

⁹ ENVIRONMENTAL PROFILE REPORT Life-Cycle inventory data for aluminium production and transformation processes in Europe, February 2018; ¹⁰<https://ecocockpit.de/>

- Erfahrung / Referenzen bei der Erstellung von Ökobilanzen nach ISO 14040 / 14044
- Zugang zu Ökobilanzdatenbanken
- Kenntnis der relevanten Normen (GHG Produktstandard, PAS 2050:2011, ISO / TS 14067)
- Idealerweise Erfahrung in der Erstellung von PCF
- Erfahrung mit Energiedatenmanagement
- Idealerweise Produkt- und Branchenkenntnisse
- Gute Kenntnis der Zielgruppe und Erfahrung in der Beratung von KMU

Beispielhaft seien genannt: FutureCamp Climate GmbH, First Climate, sustainable AG, WESSLING GmbH, CO₂-Partner.

6.6 Verhältnis der Carbon Footprint-Ermittlung zu anderen CO₂-relevanten Berechnungen

In die Ermittlung eines Carbon Footprint werden sowohl CO₂ als auch die eingangs erwähnten Treibhausgase einbezogen. Die auf diese Weise z.B. in Scope 1 ermittelten CO₂-Äquivalente sind demzufolge nicht mit den Mengen CO₂ gleichzusetzen, die beispielsweise im Rahmen des EU-Emissionshandels erhoben werden. Obwohl die prinzipielle Zielsetzung nahezu identisch ist, sind Differenzen zwischen den Ergebnissen beider Berechnungen aufgrund der verschiedenen Bilanzierungsgrundlagen vorprogrammiert.

6.7 Zu guter Letzt

Beschönigende Berechnungen des CO₂-Fußabdrucks helfen niemandem. Werden Bilanzgrenzen so verschoben, dass

wesentliche Teile der Emissionen nicht miteinbezogen werden oder bleiben relevante Scope-Kategorien bewusst außen vor, mag dies marketingtechnisch vorteilhaft erscheinen. Allerdings kann man sich damit durchaus angreifbar machen und dem unschönen Verdacht des „Greenwashing“ aussetzen. Demzufolge sollte die Bilanzierung mit Sorgfalt und Gründlichkeit erfolgen, um deren Ergebnis zu einer seriösen Grundlage interner sowie externer Entscheidungen zu machen.

7. Ausblick

Der Product Carbon Footprint wird zukünftig die Marktgängigkeit von Produkten maßgeblich mitbestimmen. So wird er zur wichtigen Kennzahl für Einkäufer, Risikomanager, Rating Analysten und Controller. Umso mehr erscheint es geboten, hier für harmonisierte, einheitliche Verfahren zu sorgen. Dass es bis dahin noch ein langer Weg ist, zeigen die seit 2013 andauernden Bemühungen der EU-Kommission zur Erarbeitung methodischer Grundlagen zum Product Environmental Footprint (PEF).

Die mühevollen Erstellung von CO₂-Bilanzen sollte sich zukünftig auch einfacher gestalten. Digitalisierung und Künstliche Intelligenz dürften dazu beitragen, den Aufwand für die Ermittlung entsprechender Kennzahl erheblich zu reduzieren. Carbon Emissions Accounting Systeme auf der Basis der Blockchain-Technologie stellen möglicherweise den Next Level für die automatisierte Ermittlung des Carbon Footprint dar.

8. Literaturverzeichnis

- Vom Emissionsbericht zur Klimastrategie – Grundlagen für ein einheitliches Emissions- und Klimastrategieberichtswesen, WWF / CDP, Februar 2014, https://klimareporting.de/wp-content/uploads/2014/02/Klimareporting_Vom_Emissionsbericht_zur_Klimastrategie_2014_02_20.pdf, abgerufen am 10.12.2020
- Einführung Klimamanagement Schritt für Schritt zu einem effektiven Klimamanagement in Unternehmen, Deutsches Global Compact Netzwerk, Januar 2017, https://www.globalcompact.de/wAssets/docs/Umweltschutz/Publikationen/001-Einfuehrung-Klimamanagement-DGCN_web.pdf, abgerufen am 10.12.2020
- Praxisleitfaden Klimaneutral Produzieren Handlungsempfehlungen für den Maschinen- und Anlagenbau, VDMA, September 2020, abgerufen am 18.01.2021
- Carbon Footprints für Produkte – Handbuch für die betriebliche Praxis kleiner und mittlerer Unternehmen, Heidi Hottenroth, Bettina Joa, Mario Schmidt, 2013, https://www.hs-pforzheim.de/fileadmin/user_upload/uploads_redakteur/Forschung/INEC/Dokumente/Hottenroth_et_al_Carbon_Footprints_fuer_Produnkte_web.pdf, abgerufen am 10.12.2020
- Einsatz von Sekundärmaterial vs. recyclinggerechtes Design, Paul Suski, Klaus Wiesen, Wuppertal Institut, 2016, https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/6337/file/6337_Suski.pdf, abgerufen am 10.12.2020
- Ökostrommarkt 2025 – Wie eine intelligente Steuerung des Ökostrommarktes die Energiewende beschleunigt, Christian Maaß, Robert Werner, Sönke Häsel, Juliane Mundt, Jannik Guldenberg, Hamburg, 28.01.2019, abgerufen am 10.12.2020
- ENVIRONMENTAL PROFILE REPORT Life-Cycle inventory data for aluminium production and transformation processes in Europe, European Aluminium, February 2018, <https://www.european-aluminium.eu/resource-hub/environmental-profile-report-2018/>, abgerufen am 30.11.2020
- https://www.umweltpakt.bayern.de/energie_klima/fachwissen/374/klimamanagement
- https://klimaktiv.co2ckpit.de/core/download/KlimAktiv_CO2_Rechner_PRO_Handbuch.pdf
- <https://dfge.de/carbon-footprint-fuer-unternehmen/>
- <https://www.firstclimate.com/klimaschutz-beratungsleistungen/co2-fussabdruck-fuer-produkte-lebenszyklusanalyse/>
- https://www.productivity.de/sites/productivity.de/files/sonderdrucke/doehring_Eco-Cockpit_prod_16-1.pdf
- <https://www.probas.umweltbundesamt.de/php/index.php>
- Kohlenstoff-Bilanz und Kohlenstoff-Fußabdruck (carbon footprint) in Giessereiprozessen und in Gussprodukt-Lebenszyklen, Dr. Joachim Helber, B-B-H Beratungsbüro, Duisburg, GIESSEREI-PRAXIS Ausgabe 5/2015

¹⁰ Carbon Footprints für Produkte – Handbuch für die betriebliche Praxis kleiner und mittlerer Unternehmen

9. Anhang

Emissionsfaktoren – eine Auswahl

1. Metalle Eisen und Stahl

Die Stichwort-Suche nach Einsatzstoffen in den Datenbanken führt u.a. zu folgenden Treffern („Bezeichnung“). Nicht alle aufgeführten Angaben sind für Gießereien verwendbar, siehe jeweilige Anmerkung. Dies sind keine abschließenden Auflistungen; in den Datenbanken ProBas und GEMIS befinden sich ggfs. weitere Einträge unter den Suchworten zu den jeweiligen Metallen / Einsatzstoffen.

Suchbegriff	Bezeichnung	CO ₂ -Äquivalent		Anmerkung	Quelle
		[Wert]	[Einheit]		
Roheisen	„metal-pig-iron-CZ“	1,42	kg CO _{2e} /kg	„pig iron furnace in the Czech Republic, copied from the German process“ (Für Eisen- und Stahlguss verwendbar)	ProBas
Roheisen	„Fe-roh-DE-2030“	1,419	kg CO _{2e} /kg	Erzeugung von Roheisen, Stahl und Ferrolegerierungen (Für Eisen- und Stahlguss verwendbar)	GEMIS*
Gusseisen	„Fe-Guss-DE-2005“	0,881	kg CO _{2e} /kg Eisen-Guss	„Produktion von „gutem Guss“ aus Schrotten, geschmolzen im Elektroofen. Pro Tonne „guter Guss“ werden 1,57 t flüssiges Eisen eingesetzt.“ (Input: Steinkohlenkoks, Stahl, Sand, Wasser, „Mergel“ sei Bentonit, Harnstoff + Formaldehyd sei Bindeharz. „Nutzungsgrad 63,7 %“ bedeutet das Ausbringen; nur als Benchmark bedingt verwendbar)	ProBas
Roheisen	„Eisen“	1500	kg CO _{2e} /t	„Rohstoffentnahme bis zur Bereitstellung von Roheisen aus dem Hochofen“ (Input nicht nachvollziehbar; für Eisen- und Stahlguss nicht verwendbar)	ProBas
Rohstahl	„Fe-roh-DE-2005“	1,81	kg CO _{2e} /kg	Rohstahlerzeugung im Hochofen, Basis 2005 (Für Eisen- und Stahlguss nicht verwendbar)	ProBas
Schrott (Eisen, Stahl)	„Eisenschrott“	0,15	t CO _{2e} /t	Eisen- und Stahlproduktion und Verarbeitung von Eisenmetallen	EU-Monitoring-Verordnung ¹¹
	Altschrott	0,0066	t CO ₂ /t		DIN EN 19694-2 ¹²

¹¹ [Verordnung \(EU\) Nr. 601/2012 der Kommission vom 21. Juni 2012 über die Überwachung von und die Berichterstattung über Treibhausgasemissionen gemäß der Richtlinie 2003/87/EG des Europäischen Parlaments und des Rates \(Monitoring-Verordnung\)](#), ANHANG VI Referenzwerte für Berechnungsfaktoren (Artikel 31 Absatz 1 Buchstabe a), Tabelle 4: Stöchiometrische Emissionsfaktoren für Prozessemissionen aus anderen Prozessmaterialien

¹² Norm DIN EN 19694-2 (Emissionen aus stationären Quellen – Bestimmung von Treibhausgasen (THG) aus energieintensiven Industrien – Teil 2: Stahl- und Eisenindustrie; Deutsche Fassung EN 19694-2:2016), Anhang C (informativ) Standardwerte für Emissionsfaktoren, vorgelagerte Daten, Tabelle C.1 Empfohlene Standardwerte für die Merkmale von Einsatzstoffen und Energie: ... u.a. Emissionsfaktor für Altschrott 0,0066 t CO₂/t (Fußnote: „CO₂-Emissionsfaktor für Schrott, abgeleitet aus einem Kohlenstoffgehalt in Schrott aus unlegiertem Stahl von 1,8 % (EUROFER, Rule book for the data collection and CO₂ benchmarks construction for the European Iron and Steel Industry, July 2012). Angesichts der hohen Heterogenität von Stahlschrott und des Fehlens verlässlicher offizieller Statistiken für den Kohlenstoffgehalt in Stahlschrott wird bei dieser Methode der Kohlenstoffgehalt von Stahlschrott dem Kohlenstoffgehalt von dem auf den Markt gebrachten unlegierten Stahl gleichgesetzt. Sofern kein besserer Näherungswert verfügbar ist, kann der daraus abgeleitete Emissionsfaktor (0,0066 t CO₂/t Schrott) verwendet werden.“)

Bezeichnung	CO ₂ -Äquivalent		Anmerkung	Quelle
	[Wert]	[Einheit]		
Metall-Stahl-Blech-DE-2020	1,91	kg CO _{2e} /kg	Feinblech aus Kaltwalzwerken (Möglicherweise verwendbar als unlegierter Schrott)	ProBas
Metall-Stahl-Blech-EU-2005	2,47	kg CO _{2e} /kg	Stahlblech aus EU-Produktion (Möglicherweise verwendbar als unlegierter Schrott)	ProBas
Stahl-Blech-85%Recycling-EU-2005	1,36	kg CO _{2e} /kg	Stahlblech aus EU-Produktion, 85 % Recycling (Möglicherweise verwendbar als unlegierter Schrott)	ProBas
MetallStahl-Blech-verzinkt-DE-2020	2,42	kg CO _{2e} /kg	verzinktes Stahlblech (Möglicherweise verwendbar als unlegierter, verzinkter Besäumschrott aus der Automobilindustrie)	ProBas
„Stahl“	1712	kg CO _{2e} /t Stahl	Rohstoff, Rohmetall	ProBas
„Stahl-mix-DE-2020“	1,5	kg CO _{2e} /kg Stahl	k.A.	ProBas
„Konverterstahl“	1594	kg CO _{2e} /t	Herstellung von unlegiertem Stahl in der Hochofenroute bis zur Stahlbramme	ProBas
„Elektrostahl“	399	kg CO _{2e} /t	Herstellung von unlegiertem Stahl im Elektrolichtbogenofen inkl. Sekundärmetallurgie bis zum gegossenen Halbzeug	ProBas
„Stahl-Elektro-DE-2020“	39,7 * 10 ⁻³	kg/kg	Stahlwerk mit Elektrolichtbogenstahlöfen	GEMIS*
„Stahlblech“	352	kg CO _{2e} /t Stahlblech	umfasst die Aufwendungen und Emissionen der Schritte Beizen, Härten, Kaltwalzen und Tempern von un- und niedriglegiertem Stahlblech.	ProBas

* GEMIS ist keine webbasierte Online-Datenbank, sondern muss [heruntergeladen](#) werden.

2. Nichteisen-Metalle

Stoff / Bezeichnung	CO ₂ -Äquivalent		Anmerkung	Quelle
	[Wert]	[Einheit]		
Primäraluminium	6,7	kg CO _{2e} /kg	Primary aluminium produced in Europe (cradle to gate) = Aluminium aus europäischen Hütten	EUROPEAN ALUMINIUM
Primäraluminium	8,6	kg CO _{2e} /kg	Primary aluminium used in Europe (cradle to gate) = Aluminium unbekannter Herkunft im europäischen Markt	EUROPEAN ALUMINIUM
„Aluminium, Gusslegierung“	5398	kg CO _{2e} /t	Herstellung einer Gusslegierung als Produktionsmix aus 60 % primärem und 40 % sekundärem Aluminium	ProBas
„Aluminium, Knetlegierung“	8480	kg CO _{2e} /t	Herstellung einer Knetlegierung als Produktionsmix aus 70 % Primär-, und 30 % Sekundäraluminium.	ProBas
„Aluminium“	11 904	kg CO _{2e} /t	Entnahme des Bauxits bis zur Herstellung von Primäraluminium	ProBas
„Aluminiumbarren-EU-2005“	11,2	kg CO _{2e} /kg	Produktion von Aluminiumbarren	ProBas
„Alu-primär-EU-2010“	7,69	kg CO _{2e} /kg	primäre Aluminium-Bereitstellung in der EU	ProBas
„Aluminium-DE-2020“	12	kg CO _{2e} /kg	Schmelzflusselektrolyse	ProBas
„Aluminium-DE-2030“	10	kg CO _{2e} /kg	Schmelzflusselektrolyse (Prognose 2030)	ProBas
„Aluminium, sekundär“	1036	kg CO _{2e} /t	Herstellung von Sekundäraluminium aus Prozessschrotten (32,4 %) und Altschrott (67,6 %)	ProBas
„Aluminium-DE-sekundär-2005“	1,86	kg CO _{2e} /kg	Schmelzen von Aluminium aus Aluschrotten zu Sekundär-Aluminium	ProBas
„Aluminiumbarren-sekundär-EU-2005“	0,222	kg CO _{2e} /kg	Produktion von Aluminiumbarren aus Aluminiumschrott	ProBas
„Aluminium-Import-mix-DE-2030“	16,8	kg CO _{2e} /kg	Import von Primäraluminium	ProBas
„Aluminiumbarren-EU-2005“	86,328 * 10 ⁻³	kg/kg	Herstellung von Hüttenaluminium (Elektrolyse)	GEMIS*
„Aluminiumbarren-sekundär-EU-2005“	221,41 * 10 ⁻³	kg/kg	Herstellung von Hüttenaluminium (Elektrolyse)	GEMIS*
„Aluminium-DE-2020“	3,33	kg/kg	Herstellung von Hüttenaluminium (Elektrolyse)	GEMIS
„Aluminium-EU-2005“	2,2448	kg/kg	Herstellung von Hüttenaluminium (Elektrolyse)	GEMIS*
„Aluminium-generisch“	16,7325	kg/kg	Herstellung von Hüttenaluminium (Elektrolyse)	GEMIS*
„Alu-primär-in-EU-2010“	7,7278	kg/kg	Herstellung von Hüttenaluminium (Elektrolyse)	GEMIS*

* GEMIS ist keine webbasierte Online-Datenbank, sondern muss [heruntergeladen](#) werden.

Stoff	CO ₂ -Äquivalent		Anmerkung	Quelle
	[Wert]	[Einheit]		
„Kupfer“	2874	kg CO _{2e} /t	Erzförderung bis zur Erzeugung von Primärkupfer ab Raffinerie	ProBas
„Kupfer-DE-primär-2020“	460 * 10 ⁻³	kg CO ₂ /kg	Primärkupferproduktion	GEMIS*
„Kupfer-DE-primär-2030“	4,71	kg CO _{2e} /kg	Verhüttung und Raffination von Primärkupfer (Prognose 2030)	ProBas
„Kupfer, sekundär“	1.699	kg CO _{2e} /t	Herstellung von sekundärem Kupfer aus Kupferschrotten	ProBas
„Kupfer-DE-sekundär-2020“	1,23	kg CO ₂ /kg	Sekundärkupferproduktion	GEMIS*
„Kupfer-DE-sekundär-2030“	1,6	kg CO _{2e} /kg	Verhüttung und Raffination Sekundärkupfer	ProBas
„Kupfer-DE-mix-2030“	3,15	kg CO _{2e} /kg	Mix der primären und sekundären Kupfererzeugung (Prognose 2030)	ProBas
„Magnesium“	73 117	kg CO _{2e} /t	Rohstoffextraktion bis Fertigstellung Metall	ProBas
„Messing“	2297	kg CO _{2e} /t	Herstellung einer Messinglegierung bestehend aus 70 % Kupfer (Produktionsmix: 78 % Primär- und 22 % Sekundärkupfer) und 30 % Zink	ProBas
„Zink“	3260	kg CO _{2e} /t	Mix aus 80 % hydrometallurgischer und 20 % pyrometallurgischer Produktion	ProBas
„Zink-DE-2030“	4,04	kg CO _{2e} /kg	Zink aus Zinkerzverhüttung (Primärzink; Prognose 2030)	ProBas

* GEMIS ist keine webbasierte Online-Datenbank, sondern muss [heruntergeladen](#) werden.

3. Brennstoffe und Zuschlagstoffe (Ofensatz) für den Kupolofen

Stoff/Bezeichnung	CO ₂ -Äquivalent		Anmerkung	Quelle
	[Wert]	[Einheit]		
„Steinkohlenkoks“	534	kg CO ₂ e/t	Umfasst die Aufwendungen und Emissionen der Schritte Abbau, Transport und Aufbereitung von Steinkohle in einer Kokerei (bedingt verwendbar)	ProBas
„FabrikSteinkohle-Koks-DE-2020“	44,3	kg CO ₂ e/TJ	Fabrik zur Herstellung von Steinkohlekoks (nicht verwendbar)	ProBas
„Steinkohlenkoks“	108,1	t CO ₂ /TJ	Stahlindustrie	UBA-Studie: CO2-Emissionsfaktoren für fossile Brennstoffe
„Petrolkoks“	95,7	t CO ₂ /TJ	Stahlindustrie	UBA-Studie: CO2-Emissionsfaktoren für fossile Brennstoffe
„Gichtgas“	272	t CO ₂ /TJ	Stahlindustrie	UBA-Studie: CO2-Emissionsfaktoren für fossile Brennstoffe
„Kalkstein“	1,78	kg CO _{2e} /t	Gewinnung, ohne Kalzinierung (allein nicht verwendbar, zusätzlich Kalzinierung)	ProBas
„Steine-Erden Zement-Klinker-DE-2020“	0,89	kg CO _{2e} /kg Klinker	Klinkerbrennen (allein nicht verwendbar, zusätzlich Gewinnung Kalzinierung (Zersetzung zu CaO + CO ₂ bei 900 °C) im Zement-Drehrohrofen kommt der Verwendung im Kupolofen am nächsten; metallurgische Reaktion des CaO mit Schwefel ist nicht enthalten)	ProBas
„Branntkalk CaO“	Nicht verwendbar Meint: Herstellung von Kalk für verschiedene Zwecke in verschiedenen Öfen. Kalkstein ist berücksichtigt, jedoch Einsatz von Strom in Gegenstromöfen u.a.			diverse
„Chem-Anorg SiC-DE-2000“	1,19	kg CO _{2e} /kg	Herstellung von Siliziumcarbid (Teilweise verwendbar als Einsatzstoff für Eisen-guss)	ProBas
„Chem-AnorgSiC (hochrein)“	6,09	kg CO _{2e} /kg	Herstellung von Siliziumcarbid... (Für Eisen- und Stahlguss nicht verwendbar, meint nur hochreines SiC)	ProBas

Die **Liste „Emissionsfaktoren und Kohlenstoffgehalte“ der DEHSt** führt allgemein anerkannte Standardwerte für Brennstoffe und diverse Roh- bzw. Einsatzstoffe auf.

Download: https://www.dehst.de/DE/service/archivsuche/archiv/SharedDocs/downloads/DE/Berichterstattung_2005-2007/EB2007_Stoffliste.pdf?__blob=publicationFile&v=2

4. Weitere Gießerei-Rohstoffe

Stoff / Bezeichnung	CO ₂ -Äquivalent		Anmerkung	Quelle
	[Wert]	[Einheit]		
„Polystyrol (Styropor)“	3,35	kg CO _{2e} /kg EPS	Produktion von EPS durch Aufschäumen mit Wasserdampf. Zuschneiden und Verpacken.	ProBas
„Polystyrol (Styropor)“	54,6	kg CO _{2e} /m ³	Ökobilanz Umweltauswirkungen	www.oekobaudat.de EPS-Hartschaum (Styropor®)
„Quarzsand“	19,9	kg CO _{2e} /t	Abbau und Trocknung	ProBas
„Abbau Quarzsand DE-2030“	0,024	kg CO _{2e} /kg	Abbau von Quarzsand im Tagebau	ProBas

5. Strommix Deutschland

Quelle	Bezugs-jahr	CO ₂ -Emissionsfaktor	Link
Umweltbundesamt	2019	401 g/kWh	Strom- und Wärmeversorgung in Zahlen Umweltbundesamt
BDEW	2020	0,35 kg/kWh	Die Energieversorgung 2020 (bdew.de)
BAFA	2020	0,427 tCO ₂ /MWh	ew_modul_4_oap_merkblatt_tma_2020.pdf (bafa.de)

6. Emissionsfaktoren für Treibstoffe und Transporte

Quelle	Anmerkung	Link
Umweltbundesamt	Das Umweltbundesamt stellt umfangreiche umweltrelevante Informationen und Daten zu den Verkehrsmitteln zur Verfügung	https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/emissionsdaten#handbuch-fur-emissionsfaktoren-hbefa
TREMODO	Das Emissionsberechnungsmodell „TREMODO“ (Transport Emission Model) bildet den motorisierten Verkehr in Deutschland hinsichtlich seiner Verkehrs- und Fahrleistungen, Energieverbräuche und den zugehörigen Klimagas- und Luftschadstoffemissionen für den Zeitraum 1960 bis 2018 und in einem Trendszenario bis 2050 ab. Im Rahmen eines Projektes zur Aktualisierung von TREMODO für die Berichterstattung 2020 wurden aktuelle Daten (u.a. Verkehrsstatistiken, Emissionsfaktoren, Kraftstoffabsätze) zur Berechnung der Verkehrs-Emissionen bis zum Bezugsjahr 2018 erarbeitet.	https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/aktualisierung-tremod-2019
HBEFA	HBEFA stellt Emissionsfaktoren für die gängigsten Fahrzeugtypen zur Verfügung (Pkw, Leichte und Schwere Nutzfahrzeuge, Linien- und Reisebusse sowie Motorräder), differenziert nach Emissionskonzepten (Euro 0 bis Euro VI) sowie nach verschiedenen Verkehrssituationen. HBEFA liefert Emissionsfaktoren für alle reglementierten sowie eine Reihe von nichtreglementierten Schadstoffen, einschließlich CO ₂ und Kraftstoff-/Energieverbrauch. Kostenpflichtige Registrierung erforderlich.	https://www.hbefa.net/d/

7. Erklärung R-Nummern Gase

Industrielle Bezeichnung	Chemische Bezeichnung
R 170	Ethan
R 290	Propan
R 600	n-Butan
R 600a	i-Butan (Isobutan)
R 601	n-Pentan
R 601a	i-Pentan (Isopentan)
RE 170	Dimethylether (DME)
R 610	Diethylether
R 611	Methylformiat
R 702	Wasserstoff
R 717	Ammoniak
R 718	Wasser
R 723	Dimethylether/Ammoniak - Gemisch
R 744	Kohlendioxid
R 1150	Ethen (Ethylen)
R 1270	Propen (Propylen)

Quelle: Treibhauspotentiale (Global Warming Potential, GWP) ausgewählter Verbindungen und deren Gemische gemäß Viertem Sachstandsbericht des IPCC bezogen auf einen Zeitraum von 100 Jahren, UBA, Stand: Mai 2019

Download: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/2503/dokumente/treibhauspotentiale_ausgewaehelter_verbindungen_und_deren_gemische.pdf

