



Leitfaden

Berechnung eines CO₂-Fußabdrucks

Anwendungsbeispiel Steckverbinder –
Anforderungen, Herausforderungen, Umsetzung

Inhalt

ZUSAMMENFASSUNG	3
1 EINFÜHRUNG	4
1.1 Begrifflichkeiten	4
2 WARUM IST DER CO ₂ -FUßABDRUCK VON BEDEUTUNG?	5
2.1 Was sagt die Gesetzgebung?	5
2.2 Normen und Standards zur Ermittlung des CO ₂ -Fußabdrucks	5
2.3 Überblick über aktuelle Initiativen	5
3 WAS IST FÜR EINE PRAXISGERECHTE UMSETZUNG ERFORDERLICH?	7
4 DER ARBEITSKREIS PCF CONNECTORS	7
5 BERECHNUNG DES CO ₂ -FUßABDRUCKS	8
5.1 Definieren der Systemgrenzen	8
5.2 Datenerfassung	8
5.2.1 Primärdaten	8
5.2.2 Sekundärdaten	8
5.2.3 Datenbanken und Software	8
6 DAS FIKTIVE STECKVERBINDERMODELL	9
6.1 Berechnung am Beispiel	10
6.2 Auswertung und Interpretation der Ergebnisse	11
7 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK	11
7.1 Beteiligte Unternehmen	12
APPENDIX	13

Zusammenfassung

Eine Zielforderung des Green Deal der EU ist es, bis zum Jahr 2050 klimaneutral zu sein. Damit verbunden sind entsprechende Maßnahmen, die auf die Unternehmen zukommen werden. Neueste Entwicklungen sehen zudem eine Beschleunigung für eine CO₂-Minderung vor. Die Herausforderungen werden dabei sein, die eigenen Treibhausemissionen der Unternehmen zu reduzieren, und dafür zu sorgen, dass die Produkte möglichst wenig CO₂ während des Produktlebenszyklus emittieren. Die Verantwortung für den Umweltschutz betrifft alle Branchen. Im Fokus stehen Unternehmen und Produkte, die an Endkunden geliefert werden (B2C). Die steigenden Anforderungen aus Gesetzen und individuellen Kundenvorgaben werden entlang der Lieferkette an die Unternehmen des B2B-Bereichs weitergegeben. In diesem Zusammenhang verlangen bereits heute immer mehr Kunden und Lieferanten Informationen und Transparenz zum CO₂-Fußabdruck der Produkte.

Jedoch sind derzeitige Vorgaben nicht schlüssig umsetzbar bzw. existieren noch keine einheitlichen Vorgehensweisen und Berechnungsformeln zur CO₂-Bilanzierung. Hierzu gilt es ein gemeinsames Verständnis der Elektro- und Digitalindustrie zum zur Bilanzierung der Produkte zu erarbeiten, um vergleichbare Ergebnisse für den Kunden zu erhalten.

Dieser Publikation gibt einen Überblick über allgemeine Begrifflichkeiten und derzeitige regulatorische Vorgaben. In einem zweiten Teil werden die Ergebnisse aus dem ZVEI-Arbeitskreis PCF Connectors vorgestellt, die bestehende Software-Systeme und Datenbanken gesichtet und bewertet sowie Ansatzpunkte für eine Berechnungsbasis definiert. Ziel ist es, ein einheitliches Berichtsformat und Berichtsprozesse von unterschiedlichen Kundenanforderungen zu etablieren sowie einer einheitlichen Sprachregelung und transparenten Methodik zur Ermittlung, Detaillierung und Weitergabe von Treibhausgasemissionsdaten unter Wahrung unternehmensspezifischer Interessen zu gestalten.

Zur Berechnung eines PCF-Werts kann das vorliegende Papier lediglich als Handlungshilfe verwendet werden. Zur exakten Berechnung ist tiefere Lektüre erforderlich, wie z.B. die in diesem Papier verwendete.

1 Einführung

Die Beobachtungsdaten zeigen, dass seit 1850 die Durchschnittstemperatur auf der Erdoberfläche auf über 1,2 °C gestiegen ist [1]. Durch anthropogene Einflüsse entstehende Treibhausgasemissionen wie Kohlenstoffdioxid (CO₂) tragen zu der Erderwärmung bei. Diese klimatischen Veränderungen haben Auswirkungen auf das gesamte globale System. Als Reaktion auf die Klimakrise wurde 2015 das Pariser Klimaübereinkommen beschlossen, mit dem sich auf Empfehlung des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) die teilnehmenden Staaten dazu verpflichteten, eine Begrenzung der Erderwärmung auf unter 2°C anzustreben [2]. Auf europäischer Ebene wurde 2019 die Europäische Kommission aufgerufen, alle Gesetzesvorschläge mit dem Ziel in Einklang zu bringen, die Erderwärmung auf unter 1,5 °C zu begrenzen. Der von der Kommission präsentierte europäische Grüne Deal umfasst einen Fahrplan für ein klimaneutrales Europa bis 2050 [3]. Ziel der EU ist es bis 2030 die Netto-Treibhausgasemissionen um mindestens 55 Prozent zu senken [4].

1.1 Begrifflichkeiten

Der CO₂-Fußabdruck oder englisch Product Carbon Footprint (PCF) beschreibt gemäß ISO 14067 die „Bilanz der Treibhausgasemissionen entlang des gesamten Lebenszyklus eines Produktes in einer definierten Anwendung und bezogen auf eine definierte Nutzeinheit“.

Im Kontext werden weitere Begriffe verwendet, die nachfolgend definiert sind:

- **Lebenszyklusanalyse (Life Cycle Assessment, LCA, Ökobilanz):** Bezeichnet gemäß ISO 14040:2006 die Zusammenstellung und Beurteilung der Input- und Outputflüsse und der potenziellen Umweltwirkungen eines Produktsystems im Verlauf seines Lebensweges.
- **Ökologischer Fußabdruck, Product Environmental Footprint (PEF):** Bezeichnet eine „multikriterielle Methode zur lebenszyklusbasierten Modellierung und Bewertung der Umweltauswirkungen von Produkten und Dienstleistungen durch auftretende Stoff- und Energieflüsse sowie der dazugehörigen Emissionen und Abfallströme“ [5]. Bezweckt aufbauend auf der Lebenszyklusanalyse die Vereinheitlichung bestehender Methoden zur Ökobilanz-gestützten Bewertung von Produkten.
- **Corporate Carbon Footprint (CCF):** Beschreibt die Bilanz aller unternehmensrelevanten Treibhausgasemissionen entlang der Wertschöpfungskette und findet im Rahmen der Nachhaltigkeitsberichterstattung Anwendung.

Bei den Treibhausgasemissionen wird unterschieden zwischen:

- **Scope 1:** Direkte Emissionen des Unternehmens (wie z.B. in der Produktion)
- **Scope 2:** Indirekte Emissionen (wie z.B. aus dem Bezug von Strom und Wärme)
- **Scope 3:** Emissionen, die vor (Upstream) bzw. nach (Downstream) der unternehmerischen Tätigkeit entstehen (z.B. in der vorgelagerten Lieferkette)

Folgende Ansätze existieren in Bezug auf die Systemgrenzen:

- **Cradle-to-Gate:** Bezeichnet die Betrachtung des Lebenszyklus eines Produkts von der Rohstoffgewinnung, über die Herstellung des Produkts bis zum Verlassen des Werkstores. Nachgelagerte Emission aus der Nutzungsphase des Produkts und Ende des Lebenszyklus sind nicht inbegriffen.
- **Cradle-to-Grave („Von der Wiege bis zur Bahre“):** Bezeichnet die Betrachtung des gesamten Lebenszyklus des Produkts, vom Rohstoffabbau bis zur Entsorgung eines Produktes.

2 Warum ist der CO₂-Fußabdruck von Bedeutung?

Der CO₂-Fußabdruck für Produkte hat in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen, um CO₂-Emissionen und -Äquivalente über den gesamten Lebenszyklus eines Produktes zu erfassen. Nachfolgende Aspekte spielen dabei eine Rolle:

- Die Ermittlung des CO₂-Fußabdrucks schafft ein Bewusstsein für die Umweltauswirkungen eines Produkts im Laufe seines Lebenszyklus.
- Der CO₂-Fußabdruck bietet eine greifbare, zahlen- und fakten-basierten Basis zur Erhebung des Status Quo und zur Erreichung von Klimazielen.
- Bereits heute liegen Anfragen zum CO₂-Fußabdruck der Lieferkette vor. Der CO₂-Fußabdruck wird bei Kunden in Abfragen zur Nachhaltigkeits-Performance angefordert.
- Die Ermittlung des CO₂-Fußabdrucks ist anspruchsvoll und erfordert bei komplexen Produkten und Lieferketten eine entsprechende Vorbereitung der Industrie.
- Der CO₂-Fußabdruck findet zunehmend Beachtung in gesetzlichen Vorhaben, die auf einen verbesserten Umweltschutz und Nachhaltigkeit abzielen.

Für Unternehmen bietet die CO₂-Bilanzierung somit die Grundlage, um eine effektive Nachhaltigkeitsstrategie zu planen und die Marktfähigkeit ihrer Produkte sicherzustellen. Somit liegt eine nachhaltige Produktentwicklung und -fertigung im Interesse der Unternehmen.

2.1 Was sagt die Gesetzgebung?

Der CO₂-Fußabdruck, ökologischer Fußabdruck und/ oder Lebenszyklusanalysen werden in mehreren EU-Regularien aufgegriffen, die sich aktuell in der Ausgestaltung befinden. Darunter ist u.a. die EU-Ökodesign-Verordnung, die den PCF und PEF in den Produktinformationspflichten unter dem Digitalen Produktpass aufgreift. Ebenfalls beschreibt die EU-Batterie-Verordnung einen CO₂-Fußabdruck. Der Batteriepass, über den zukünftig Produktinformationen wie der CO₂-Fußabdruck übermittelt werden sollen, gilt in dieser Hinsicht als Vorreiter.

Es ist demnach absehbar, dass der CO₂-Fußabdruck gesetzlich verankert wird und in wenigen Jahren erste Berichtspflichten gelten. Voraussichtlich ist ab 2027 mit ersten Batteriepässen und Digitalen Produktpässen zu rechnen.

2.2 Normen und Standards zur Ermittlung des CO₂-Fußabdrucks

Zur Ermittlung des CO₂-Fußabdrucks existieren derzeit verschiedene Normen und Standards parallel. Weit verbreitet in der Praxis sind u.a. der Standard des Greenhouse Gas Protocols, ISO 14067 und ISO 14040. Weiterhin existieren produktgruppenspezifische Normen. Die IEC 63372 bezieht sich beispielsweise speziell auf elektrische und elektronische Produkte.

Bei der Analyse der existierenden Normen und Standards wird schnell deutlich, dass aktuell ein einheitlicher Rahmen fehlt [6] [7]. Letzterer ist erforderlich, um eine Validität der Vergleichbarkeit der ermittelten Werte für den CO₂-Fußabdruck sicherzustellen.

2.3 Überblick über aktuelle Initiativen

Wie die nachfolgende Darstellung zeigt, existieren mehrere Industrieinitiativen, die sich mit dem CO₂-Fußabdruck auseinandersetzen. Dies betrifft die sowohl die Berechnung als auch die Voraussetzungen für die Erhebung und Weitergabe innerhalb der Lieferkette.

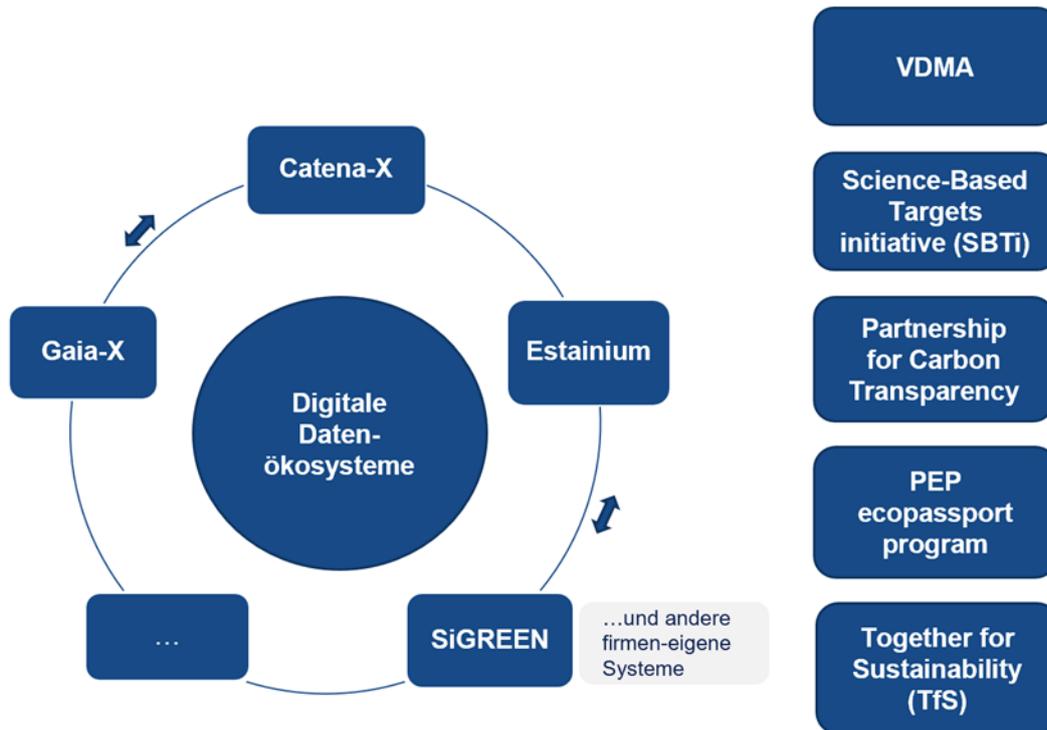


Abbildung 1: Übersicht über Initiativen zum CO₂-Fußabdruck (Quelle: ZVEI e. V.)

Sogenannte digitale Datenökosysteme befassen sich mit der Schaffung der grundlegenden digitalen Infrastrukturen, die einen transparenten und sicheren Datenaustausch von umweltbezogenen Produktinformationen wie dem CO₂-Fußabdruck ermöglichen sollen:

- **Catena-X:** Datenökosystem der Automobilbranche, das auf Gaia-X basiert. Die Initiative hat ein „Catena-X Product Carbon Footprint Rulebook“ veröffentlicht [8].
- **Gaia-X:** Mit Gaia-X soll die Grundlage für ein sicheres europäisches Daten- und Infrastrukturökosystem geschaffen werden [9].
- **Estainium:** Die Initiative verfolgt das Ziel, Emissionsdaten entlang einer gesamten Lieferkette transparent zu machen und dadurch die Berechnung eines tatsächlichen CO₂-Fußabdrucks für Produkte zu ermöglichen [10].
- **SiGreen:** Von Siemens entwickeltes CO₂-Management-Tool zur Steuerung der Emissionen entlang der Lieferkette [11].

Weitere Initiativen, die sich mit den Grundlagen und Leitlinien zur Erhebung des CO₂-Fußabdrucks befassen:

- **VDMA:** Initiative des Anlagen- und Maschinenbaus, in dessen Rahmen ein Leitfaden zur Berechnung des Product Carbon Footprint erstellt wurde [12].
- **Science-Based Targets Initiative (SBTi):** Zusammenarbeit zwischen CDP, dem United Nations Global Compact, dem World Resources Institute und dem World Wide Fund for Nature. Wissenschaftlicher Ansatz zur Reduktion von CO₂-Emissionen in Unternehmen [13].
- **Partnership for Carbon Transparency:** Initiative des World Business Council for Sustainable Development. Stellt als Teil des „Pathfinder Framework“ Leitlinien für die einheitliche Berechnung und den Austausch von Produkt-CO₂-Emissionen bereit [14].
- **PEP ecopassport:** PEP = Product Environmental Profile. Produkt-Umweltdeklaration basierend auf ISO 14025, einschl. CO₂-Fußabdruck. Entwickelt von der Elektroindustrie in Frankreich [15].
- **Together for Sustainability (TfS):** Initiative der Chemieindustrie mit dem Ziel Nachhaltigkeitspraktiken in der Lieferkette zu fördern. Es wurde eine PCF-Guideline veröffentlicht [16].

3 Was ist für eine praxisgerechte Umsetzung erforderlich?

Aus Sicht des ZVEI sind nachfolgende Voraussetzungen zu erfüllen, damit die Ermittlung des CO₂-Fußabdrucks durch die Industrie erfolgreich gelingen kann und eine Vergleichbarkeit der Werte, aufgrund von harmonisierten Berechnungsgrundlagen in den einzelnen Branchen, gegeben ist:



Abbildung 2: Wichtige Anforderungen aus Sicht des ZVEI bei der Berechnung des CO₂-Fußabdrucks (Quelle: ZVEI e. V.)

4 Der Arbeitskreis PCF Connectors

Der Arbeitskreis PCF Connectors ist im Fachverband Electronic Components and Systems Teil der Fachabteilung Steckverbinder. Die Gründung mit etwa 20 teilnehmenden Firmen erfolgte im März 2022 mit folgenden Zielen:

- Schaffen einer gemeinsamen Wissensbasis und Weitergabe dieser zu externen Interessenten (Gremien z.B. VDMA, Kunden, Lieferanten...)
- Erarbeiten einer Prozessbeschreibung als Berechnungsbasis
- Leitfaden (externes Dokument) auf Basis der Prozessbeschreibung im Anschluss. Erarbeitung eines gemeinsamen Verständnispapieres „Bilanzierung des CO₂-Footprints von elektromechanischen Bauelementen“ (bis Ende 2023)

Insbesondere der Austausch mit anderen Gremien als auch Dienstleistern mit PCF-Service-Angeboten erbrachte spannende Diskussionsrunden. Durch den gemeinsamen Aufbau der Wissensbasis innerhalb des Arbeitskreises erwuchs die Erkenntnis, dass es Stand Februar 2023 genug (abweichende) Leitfäden gibt, d.h. ein weiteres Dokument aus dem Arbeitskreis PCF Connectors wenig Sinn macht. Der Leitfaden des VDMA hat an dieser Stelle bislang überzeugt und kam folglich zur Anwendung.

Neben dem Verständnispapier (Leitfaden) wurde auch der Bedarf einer Prozessbeschreibung auf den Prüfstand gestellt. Es könnte sich noch der Bedarf eines branchenspezifischen Add-Ons zum Leitfaden für die einheitliche Betrachtung von Graubereichen ergeben. Das soll in einem gemeinsamen Workshop mit dem VDMA in Zukunft erarbeitet werden.

5 Berechnung des CO₂-Fußabdrucks

Zur exakten Berechnung inklusive aller Vorgaben und zu berücksichtigenden Aspekte verweisen die Autoren auf den 55-seitigen VDMA-Leitfaden [12].

Der Produkt-CO₂-Fußabdruck, auch bekannt als Product Carbon Footprint (PCF), ist ein Maß für die Menge an Treibhausgasemissionen, die bei der Herstellung, Nutzung und Entsorgung eines Produkts entstehen. Die Berechnung des PCF ermöglicht Unternehmen und Verbrauchern, die Umweltauswirkungen von Produkten zu verstehen und Maßnahmen zur Reduzierung ihres ökologischen Fußabdrucks zu ergreifen. In diesem Artikel werden wir eine Anleitung zur Berechnung des PCF geben und praktische Schritte zur Verringerung der Umweltauswirkungen von Produkten aufzeigen.

5.1 Definieren der Systemgrenzen

Bestimmen Sie den Umfang der PCF-Berechnung, indem Sie festlegen, welche Stufen des Produktlebenszyklus einbezogen werden sollen. Normalerweise umfasst dies die Rohstoffgewinnung, die Herstellung, den Transport, die Nutzung und die Entsorgung des Produkts. Klare Systemgrenzen gewährleisten Vergleichbarkeit und Genauigkeit der Ergebnisse. Insbesondere sei hier auf das Konzept der funktionellen Einheit als Vergleichsmaß hingewiesen.

Der gewählte Ansatz ist eine Cradle-to-Gate (bis zum eigenen Werkstor) Bilanzierung. Hierbei sind dann die Emissionen Scope 3-Upstream, Scope 1 und Scope 2 berücksichtigt.

5.2 Datenerfassung

Zur Berechnung des PCFs sind detaillierte Kenntnisse zu dem jeweiligen Produkt sowie der Prozesse und Lieferketten notwendig.

Bei diesen Daten unterscheidet man zwischen **Primär- und Sekundärdaten**. Generell sollten die verwendeten Daten die höchste, wirtschaftlich vertretbare Genauigkeit aufweisen.

5.2.1 Primärdaten

Unternehmensspezifische Daten:

- Direkt gemessene oder gesammelte Daten aus Prozessen oder Anlagen
- Spezifische Daten aus dem Lebenszyklus des jeweiligen Produkts
- Unterteilung in drei Kategorien nach Granularität und Genauigkeit:
 1. Verfahrensspezifische Daten
 2. Anlagenspezifische Daten
 3. Standortspezifische Daten
- Sind genauer und spezifischer als Sekundärdaten

5.2.2 Sekundärdaten

- Durchschnittsdaten aus diversen Datenbanken (z.B. Gabi-Datenbank, Ecoinvent)
- Branchendurchschnitte, Literaturwerte, veröffentlichte Produktionsdaten, Statistiken, Studien, etc.
- Überprüfungen von unabhängiger Stelle sind möglich und erhöhen die Zuverlässigkeit
- Sollten nur verwendet werden, wenn eine Ermittlung von Primärdaten nicht möglich ist

5.2.3 Datenbanken und Software

Auf dem Markt gibt es verschiedene Angebote für Datenbanken und Software. Es gibt verschiedene Konstellationen am Markt wie Open-Source, Lizenzsoftware oder Trial-Angebote. Hierbei haben einige Anbieter eigene Datenbanken. Andere greifen auf öffentlich zugängliche Systeme zurück.

Zur Auswahl der Software bzw. Datenbanken empfehlen sich folgende Bewertungskriterien:

- Software:
 - Schnittstellen zu Basisdaten/ERP etc.
 - Automatisierbarkeit / Produktfamilien / Gruppierungen
 - Report Erstellung
 - Modellierung im Sinne eines Austauschformats
 - Kosten
- Datenbanken:
 - Anbindung
 - Integration
 - Kompatibilität
 - Verfügbarkeit
 - Aktualität

Für die Berechnung bzw. Bestimmung des CO₂-Wertes des hier gezeigten Steckverbindermodells sind in den Unternehmen u.a. openLCA, GaBi, ecoinvent sowie andere Datenbanken zum Einsatz gekommen.

6 Das fiktive Steckverbindermodell

Die Arbeit in Verbänden wie dem ZVEI e.V. unterliegt definierten Regeln, um compliant zu sein. Aus diesem Grund wurde für die Berechnung ein fiktiver Steckverbinder angenommen und definiert, der z.B. keine Rückschlüsse auf einzelne teilnehmende Unternehmen und deren Prozesse zulässt. Die Auswertung der jeweiligen Abfragepunkte erfolgte nach den gängigen Regeln zur Erstellung von Statistiken auf Verbandsebene.

Als fiktiver Steckverbinder wurde ein 5-poliger Stiftkontakt als fliegende Kupplung definiert und branchentypisch Materialien, Gewichte, etc. angenommen (Abbildung 3):



Abbildung 3: Fiktiver Steckverbinder (Explosionsdarstellung) (Quelle: Weidmüller Interface GmbH & Co. KG.)

Die folgenden Annahmen wurden getroffen:

- Gehäuse (PA 66: 19 Gramm)
- Kontaktträger (PA 66: 15 Gramm)
- Kabelverschraubung (PA GF 25: 8 Gramm)
- Dichtung (Silikon: 0,5 Gramm)
- 5 Kontaktteile (Cu) beschichtet mit 2 µm Ni und 4 µm Zn (je 5 Gramm)
- Verpackt in Tüten und zu je 20 Stück im Karton

Fertigungsprozesse:

- Spritzguss der Kunststoffteile
- Stanzbiegen der Kontaktteile
- Galvanik auf die Kontakte

Die fiktive Fertigung der Einzelteile des Steckverbinders erfolgt in einer Fabrik in Deutschland; anschließend ist ein Transport nach China per Schifffracht zur Handmontage sowie Verpackung berücksichtigt. Der Rückweg geschieht per Luftfracht in ein Lager in Deutschland. Jeweilige Zwischentransporte wurden per LKW (Abbildung 4) durchgeführt:



Abbildung 4: Fiktiver Transport / Logistik (Quelle: Weidmüller Interface GmbH & Co. KG.)

6.1 Berechnung am Beispiel

Die Berechnung erfolgte in einigen der teilnehmenden Unternehmen. Aus den Ergebnissen berechnete eine neutrale Stelle im ZVEI die Durchschnittswerte. Exemplarische Berechnung für das Einzelteil „Gehäuse“:

Material: PA 66 (19 Gramm)
Sekundärdaten aus Datenbank:

$$\text{Gewicht (kg)} * \text{Faktor} \left(\frac{\text{kgCO}_2}{\text{kg}} \right) = \text{Teilewert (kgCO}_2\text{e)}$$

$$0,019 \text{ (kg)} * 8,24 \left(\frac{\text{kgCO}_2}{\text{kg}} \right) = 0,15656 \text{ (kgCO}_2\text{e)}$$

Diese Berechnung erfolgte analog für die weiteren Bauteile:

	Durchschnitt (kgCO ₂ e)		Durchschnitt (kgCO ₂ e)
Datenbank	Gabi/ecoinvent	Produktionsabfall (Sekundärstoff)	0.003441
Gehäuse	0.147236	Ausschuss Gehäuse	0.002716
Kontaktträger	0.116376	Ausschuss Kontaktträger	0.002521
Kabelverschraubung	0.068327	Ausschuss Kabelverschraubung	0.004669
Dichtung	0.002142		
Kontaktteile	0.104833		
Oberfläche (Zinn)	0.013211	Logistik	
Oberfläche (Nickel)	0.010946	Seeweg nach China	0.014499
		Luftfracht nach BRD	0.315259
Verpackung (Tüte)	0.003699	Sonstiger Transport (LKW)	0.011579
Verpackung (Karton)	0.024002		
Summe 1:	0.490772	Summe 2:	0.346676

	Durchschnitt (kgCO ₂ e)
Gesamtsumme:	0.837448

Abbildung 5: Tabelle Auswertung/Berechnung am fiktiven Steckverbinder (Quelle: ZVEI e. V.)

6.2 Auswertung und Interpretation der Ergebnisse

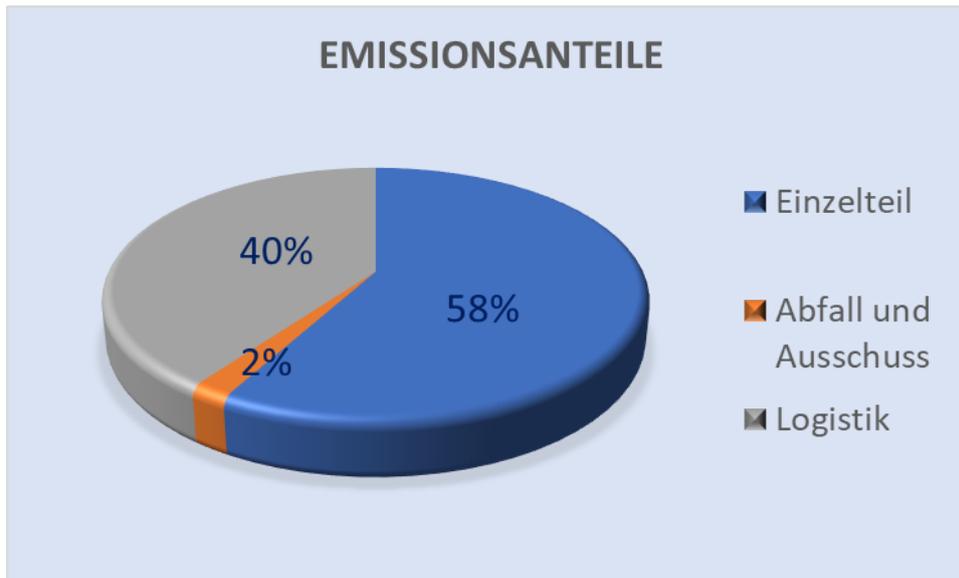


Abbildung 6: Emissionsanteile (Quelle: ZVEI e. V.)

Die Auswertung zeigt einen großen Anteil der Emissionen an dem Gehäuse und den Einzelteilen. Ein weiterer großer Anteil entsteht bei der Logistik, wobei hier viel vom verwendeten Transportmittel abhängt. Der Abfall bzw. Ausschuss hat bei einem Steckverbinder einen eher geringen Anteil.

Der PCF-Wert von circa 0,837 kgCO₂e für den fiktiven Steckverbinder mit fiktiven Transportwegen entspricht demnach etwa 11 Tassen Kaffee – eine Tasse Kaffee entspricht 0,0749 kgCO₂e. Die berechneten Daten und die Einzelwerte zeigen die Quellen der Emissionen im Produktlebenszyklus. Dies kann helfen, Hotspots zu erkennen und sich auf die wichtigsten Bereiche für die Reduzierung des PCF zu konzentrieren.

Die Einzelwerte in der Bilanzierung (Abbildung 5 Tabelle Auswertung/Berechnung) zeigten mitunter sehr starke Abweichungen, obwohl es sich um jeweils gleiche Einzelteile handelte. Die Hauptaspekte sind u.a. folgende:

- Firmenspezifische Betrachtungen bei Ausschuss, etc.
- Firmenspezifische Betrachtungen beim Transport, z.B. welche Art von LKW, wird eine Kompensation beim Lufttransport gewählt etc.

7 Zusammenfassung und Ausblick

Die Berechnung des Produkt-CO₂-Fußabdrucks (PCF) ermöglicht es Unternehmen und Verbrauchern, die Umweltauswirkungen von Produkten zu verstehen und Maßnahmen zur Reduzierung ihres ökologischen Fußabdrucks zu ergreifen. In der Berechnung wurde deutlich, dass es eine sehr hohe Varianz bei den Einzelwerten aus den verschiedenen teilnehmenden Unternehmen gab. Diese sind auf Graubereiche wie z.B. firmenspezifische Betrachtungen zurückzuführen. Obwohl es sich um einen stark vordefinierten Steckverbinder handelte, waren diese Abweichungen doch überraschend deutlich.

Durch die Anwendung der hier beschriebenen Schritte können Unternehmen ihre Produkte nachhaltiger gestalten und Verbraucher informierte Entscheidungen treffen, um ihren ökologischen Fußabdruck zu verringern und zum Klimaschutz beizutragen. Es hat sich gezeigt, dass eine gemeinsame Datenbasis (z.B. freie Datenbank von EU) zur Vergleichbarkeit von Ergebnissen beitragen kann.

7.1 Beteiligte Unternehmen

An dieser Stelle möchten die Autoren den teilnehmenden Firmen und den aktiv mitarbeitenden Kollegen aus den Mitgliedsunternehmen danken. Ebenso an alle beitragenden Firmen und Gremienvertreter und -vertreterinnen während der Sitzungen, welche diese dadurch thematisch sehr bereicherten.

Am Arbeitskreis PCF Connectors beteiligte Unternehmen sind:

- CONEC Elektronische Bauelemente GmbH
- ESCHA GmbH & Co. KG
- Franz Binder GmbH & Co. Elektrische Bauelemente KG
- HARTING Electric Stiftung & Co. KG
- ITT Cannon GmbH
- KOSTAL Kontakt Systeme GmbH
- Lumberg Connect GmbH
- Metz Connect GmbH
- Murrelektronik GmbH
- ODU GmbH & Co. KG
- PHOENIX CONTACT GmbH & Co. KG
- Schaltbau GmbH
- Stäubli Electrical Connectors GmbH
- TE Connectivity Germany GmbH
- Telegärtner Karl Gärtner GmbH
- U. I. LAPP GmbH
- WAGO GmbH & Co. KG
- Weidmüller Interface GmbH & Co. KG
- Wieland Electric GmbH
- Wieland-Werke AG

Kontakt

Volker Kaiser • Fachverband Electronic Components and Systems •
Tel.: +4969 6302 280 • Mobil: +49174 1699 153 • E-Mail: Volker.Kaiser@zvei.org

ZVEI e. V. • Verband der Elektro- und Digitalindustrie • Lyoner Straße 9 • 60528 Frankfurt am Main
Lobbyregisternr.: R002101 • EU Transparenzregister ID: 94770746469-09 • www.zvei.org

Datum: 07.06.2023

APPENDIX

Literatur

- [1] Ed Hawkins, National Centre for Atmospheric Science, University of Reading, [Online]. Available: <https://showyourstripes.info/>. [Zugriff am 10. 05. 2023].
- [2] United Nations, „The Paris Agreement,“ [Online]. Available: <https://www.un.org/en/climatechange/paris-agreement>. [Zugriff am 08. 05. 2023].
- [3] EU-Kommission, „Der europäische Grüne Deal,“ 11. 12. 2019. [Online]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:52019DC0640&from=ES>. [Zugriff am 08. 05. 2023].
- [4] Europäische Union, [Online]. Available: <https://www.consilium.europa.eu/de/policies/green-deal/fit-for-55-the-eu-plan-for-a-green-transition/>. [Zugriff am 08. 05. 2023].
- [5] M. Finkbeiner, V. Bach, A. Lehmann, Umweltbundesamt, „Der Umweltfußabdruck von Produkten und Dienstleistungen. Abschlussbericht,“ Texte 76/2018.
- [6] S. Lewandowski, A. Ullrich, N. Gronau, „Normen zur Berechnung des CO₂-Fußabdrucks – Ein Vergleich von PAS 2050, GHG Protocol und ISO 14067,“ Industrie 4.0 Management 37 (2021) 4, 2021.
- [7] ZVEI e.V., „White Paper ZVEI-Show-Case PCF@Control Cabinet - Product Carbon Footprint Calculation of a Control Cabinet using the Asset Administration Shell,“ Mai 2022. [Online]. Available: <https://www.zvei.org/presse-medien/publikationen/zvei-show-case-pcfcontrolcabinet-whitepaper>.
- [8] Catena-X. [Online]. Available: <https://catena-x.net/de/>. [Zugriff am 08. 05. 2023].
- [9] Gaia-X. [Online]. Available: <https://gaia-x.eu/>. [Zugriff am 15. 05. 2023].
- [10] Estainium. [Online]. Available: <https://www.estainium.eco/en/>. [Zugriff am 15. 05. 2023].
- [11] SiGreen. [Online]. Available: <https://app.sigreen.siemens.com/>. [Zugriff am 08. 05. 2023].
- [12] VDMA, „VDMA Guideline: Berechnung des Product Carbon Footprint im Maschinen- und Anlagenbau,“ Dezember 2023.
- [13] Science-Based Targets initiative (SBTi) , [Online]. Available: <https://sciencebasedtargets.org/>. [Zugriff am 08. 05. 2023].
- [14] Partnership for Carbon Transparency, [Online]. Available: <https://www.carbon-transparency.com/>. [Zugriff am 10. 05. 2023].
- [15] PEP ecopassport , [Online]. Available: <http://www.pep-ecopassport.org/>. [Zugriff am 10. 05. 2023].
- [16] Together for Sustainability (TfS), [Online]. Available: <https://www.tfs-initiative.com/>. [Zugriff am 12. 05. 2023].