

Eisele O., Lennings F., ifaa — Institut für angewandte Arbeitswissenschaft (Hrsg.)

CO₂-BILANZIERUNG

Eine Bestandsaufnahme der aktuellen
Situation in der Unternehmenspraxis



Themenfelder des ifaa

-  Arbeitsgestaltung/Ergonomie
-  Arbeits- und Gesundheitsschutz
-  Arbeitswelt der Zukunft/New Work
-  Arbeitszeitgestaltung
-  Gesundheit im Unternehmen
-  Digitalisierung/Industrie 4.0
-  Entgelt und Vergütung
-  Fachkräftesicherung
-  Industrial Engineering
-  KI künstliche Intelligenz/lernende Systeme
-  **Nachhaltigkeit**
-  Planspiele
-  Produktions- und Unternehmenssystemgestaltung
-  Psychische Belastung am Arbeitsplatz

Weiterführende Informationen finden Sie unter: www.arbeitswissenschaft.net

INHALT

Vorwort	4
Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse	5
Anforderungen an Unternehmen bei der CO ₂ -Bilanzierung	6
Arten der CO ₂ -Bilanzierung in Unternehmen	7
Prozessbezogene CO ₂ -Bilanzierung	8
Organisationsbezogene CO ₂ -Bilanzierung	9
Produktbezogene CO ₂ -Bilanzierung	10
Umrechnungsfaktoren und Daten für die CO ₂ -Bilanzierung	11
Standards der CO ₂ -Bilanzierung	12
Digitale Hilfsmittel zur CO ₂ -Bilanzierung	13
Zielsetzung der Unternehmensbefragung und Vorgehen	15
Umfrage und Ergebnisse im Detail	16
Teil 1: Allgemeine Angaben zu den Unternehmen	17
Teil 2: Allgemeine Fragen zur CO ₂ -Bilanzierung in den Unternehmen	19
Teil 3: Fragen zur organisationsbezogenen CO ₂ -Bilanzierung	21
Teil 4: Fragen zur produktbezogenen CO ₂ -Bilanzierung	28
Fazit und Ausblick	33
Autoren	35
Impressum	36

VORWORT



»CO₂-Emissionen werden ein wichtiger Wettbewerbs- und Erfolgsfaktor für Unternehmen.«

CO₂-Emissionen werden ein wichtiger Kosten- und Erfolgsfaktor für die Wettbewerbs- und Zukunftsfähigkeit von Unternehmen. Die gezielte Überwachung und Steuerung der CO₂-Emissionen gewinnen deshalb als Managementaufgaben an Bedeutung. Die Basis für ein aktives Management der CO₂-Emissionen bilden aussagefähige Emissionsdaten und CO₂-Bilanzen. Eine CO₂-Bilanzierung wird nicht nur für interne Managementzwecke benötigt, sondern vom Gesetzgeber auch für eine Berichterstattung an externe Anspruchsgruppen wie Kundinnen und Kunden, Kapitalgeberinnen und -geber gefordert.

Die Ermittlung und Bilanzierung von CO₂-Emissionen stellt für viele Unternehmen eine neue Anforderung dar. Neben organisatorischen Zuständigkeiten müssen Methoden, Standards, Quellen und Hilfsmittel wie etwa Hard- und Software für die Datenermittlung, Datenauswertung sowie Datenbereitstellung definiert werden. Zur Frage, wie die Unternehmen in der deutschen Metall- und Elektroindustrie mit den neuen Anforderungen zur Ermittlung und Bilanzierung von CO₂-Emissionen umgehen, hat das ifaa eine Bestandsaufnahme durchgeführt.

In der vorliegenden Broschüre sind die Ergebnisse dieser Bestandsaufnahme dargestellt. Sie entstand im Rahmen eines internen Projekts des ifaa in Zusammenarbeit mit den Arbeitgeberverbänden der Metall- und Elektroindustrie und zeigt ein erstes Bild, wie die CO₂-Bilanzierung in der Unternehmenspraxis gehandhabt wird. Ausgehend von den Grundlagen und Anforderungen an Unternehmen werden die organisatorische und methodische Vorgehensweise, gewählte Hilfsmittel sowie wesentliche Schwierigkeiten und Vorschläge dargestellt, um die Anforderungen besser bewältigen zu können.

Mein Dank gilt den beteiligten M+E-Verbänden für Ihre Unterstützung und den Unternehmensvertreterinnen und -vertretern für ihre Mitwirkung an der Umfrage. Ich wünsche Ihnen eine gute Lektüre und interessante Einblicke.

Ihr

Prof. Dr.-Ing. habil. Sascha Stowasser

Direktor des ifaa – Institut für angewandte Arbeitswissenschaft e. V.

ZUSAMMENFASSUNG DER WICHTIGSTEN ERGEBNISSE

Anzahl der Befragungsteilnehmer: n = 29.

Die Stichprobe beinhaltet kleine und mittlere Unternehmen (KMU) sowie große Unternehmen. Große Unternehmen mit mehr als 250 Beschäftigten umfassen 76% der Stichprobe. 24% der Teilnehmenden sind kleine und mittlere Unternehmen (KMU). Die Verteilung der Unternehmensgrößen in der Stichprobe ist nicht repräsentativ für die gesamte M+E-Industrie.

Die Situation der CO₂-Emissionsermittlung ist in der Unternehmenspraxis noch sehr heterogen. In der Breite besteht noch ein Handlungs- und Unterstützungsbedarf bei der Ermittlung und Bilanzierung von CO₂-Emissionen insbesondere auf Produktebene und bei KMU.

Bei den meisten befragten Unternehmen (69%) existieren bereits konkrete Anforderungen zur Ermittlung von CO₂-Emissionen durch das eigene Management und/oder externe Anspruchsgruppen (Kunden, Kapitalgeber, öffentliche Institutionen).

Weniger als ein Viertel der Befragten haben bisher noch keine CO₂-Daten ermittelt. Bei KMU liegt dieser Anteil wesentlich höher (86%).

87% der befragten Unternehmen schätzen die zukünftige Bedeutung von Kompetenzen und verfügbaren Daten zur CO₂-Emissionsermittlung im Unternehmen als hoch oder sehr hoch ein.

Den Zeit- bzw. Kostenaufwand für die Ermittlung von organisationsbezogenen CO₂-Emissionen schätzen 54% der Unternehmen und den für produktbezogene CO₂-Emissionen 90% von ihnen als hoch oder sehr hoch ein. Kein befragtes Unternehmen schätzt den Aufwand als gering oder sehr gering ein.

Die Hälfte der befragten Unternehmen hat die organisatorische Zuständigkeit für die CO₂-Bilanzierung speziell geschaffenen Stellen, z. B. Managementbeauftragten, oder Abteilungen wie der Nachhaltigkeitsabteilung übertragen. In etwa einem Viertel der Unternehmen wurde die Zuständigkeit dem Bereich Qualität/Umwelt zugeordnet. Bei dem restlichen Viertel existiert noch keine organisatorische Zuordnung der Zuständigkeit.

Etwa die Hälfte der Unternehmen verwendet zur Ermittlung von CO₂-Bilanzen einfache, selbst erstellte Dateivorlagen wie Excel und Word oder Datenbanken wie Access. 14% der befragten Unternehmen setzen eine kostenpflichtige Spezialsoftware ein.

Die Mehrheit der befragten Unternehmen (69%) verzichtet auf kostenpflichtige CO₂-Ausgleichszertifikate zur rechnerischen Verbesserung der CO₂-Bilanz. Die befragten KMU nutzen solche Ausgleichszertifikate nicht.

Die Qualität, also Genauigkeit, Korrektheit und Aktualität, von organisationsbezogenen CO₂-Bilanzen wird höher als die von produktbezogenen CO₂-Bilanzen eingeschätzt.

Die größte Schwierigkeit und Herausforderung bei der CO₂-Bilanzierung sehen die befragten Unternehmen in der fehlenden Verfügbarkeit von CO₂-Daten aus vorgelagerten Bereichen (Lieferanten, Kaufteile) sowie nachgelagerten Bereichen (Kunden, Produktentsorgung), also dem Scope 3 gemäß GHG-Protokoll.

Die Unternehmen wünschen sich vor allem eine bessere Verfügbarkeit von CO₂-Daten aus vor- und nachgelagerten Bereichen der Wertschöpfungskette, besseren Datenaustausch und bessere Werkzeuge, z. B. Datenbanken, IT-Tools, mit denen die CO₂-Emissionen auf Organisations- bzw. Produktebene ermittelt werden können.

ANFORDERUNGEN AN UNTERNEHMEN BEI DER CO₂-BILANZIERUNG

Die CO₂-Bilanzierung erhält eine zunehmende Bedeutung für Unternehmen. Die Anforderungen bei der betrieblichen Ermittlung und Bilanzierung von CO₂-Emissionen ergeben sich aus unterschiedlichen Ursachen. Beispiele hierfür sind:

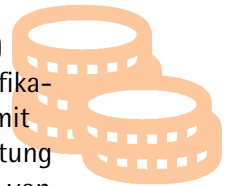


1. GESETZE: Abhängig von der Art, Form und Größe eines Unternehmens existieren bereits heute regulatorische Anforderungen bei der Erstellung von CO₂-Bilanzen. Europäische Unternehmen, die unter das EU-Emissionshandelssystem (EU ETS) fallen, müssen beispielsweise ihre CO₂-Emissionen messen, eine jährliche CO₂-Bilanz erstellen und diese an eine zuständige Behörde melden. In Deutschland ist die Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) unter Rechts- und Fachaufsicht des Umweltbundesministeriums für die nationale Überwachung des Emissionshandels und Überprüfung der Emissionsberichte von betroffenen Unternehmen zuständig.

Im Rahmen der europäischen Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD) werden zukünftig alle gemäß EU-Definition großen Unternehmen dazu verpflichtet, einen jährlichen Nachhaltigkeitsbericht inklusive Aussagen zum Klimaschutz und damit zu den CO₂-Emissionen zu erstellen.

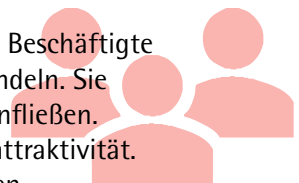
Auch das in Deutschland eingeführte Lieferkettengesetz verlangt umweltbezogene Sorgfaltspflichten, welche u. a. auch Umweltthemen in der Lieferkette enthalten.

2. KOSTEN: Durch das politisch festgelegte EU-Emissionshandelssystem (EU ETS) werden CO₂-Emissionen über die Ausgabe von kostenpflichtigen Emissionszertifikaten bepreist. Durch die von der EU beschlossene schrittweise Reduzierung der mit den Zertifikaten begrenzten maximalen CO₂-Emissionsmenge sowie die Ausweitung der betroffenen Wirtschaftszweige, werden sich die Kosten für CO₂-Emissionen von Unternehmen kontinuierlich und signifikant erhöhen. Die CO₂-Bilanz wird damit für Unternehmen auch zu einer betriebswirtschaftlich relevanten Ergebnisgröße.



3. KUNDEN: Große Unternehmen, die verpflichtet sind CO₂-Bilanzen zu erstellen, nehmen auch ihre Zulieferer in die selbe Pflicht, unabhängig davon, ob diese dazu rechtlich verpflichtet sind. Ebenso fordern Endverbraucher immer häufiger klimafreundliche Produkte und Aussagen der Anbieter zu deren CO₂-Bilanz.

4. BESCHÄFTIGTE: Durch den gesellschaftlichen Wertewandel fordern Beschäftigte von ihrem Arbeitgeber häufiger ein klimafreundliches Denken und Handeln. Sie lassen dies zum Teil auch in die Entscheidung für einen Arbeitgeber einfließen. Fachkräftesicherung erfordert auch die Verbesserung der Arbeitgeberattraktivität. Ein CO₂-Management auf Basis von CO₂-Bilanzen kann hierzu beitragen.



STRATEGIE:

Die Erstellung von CO₂-Bilanzen kann auch durch eine interne strategische Entscheidung der Unternehmensführung gefordert sein. Die CO₂-Emissionen können dann eine wesentliche Ziel- und Steuergröße (Key Performance Indicator) des Managements und wesentlicher Bestandteil einer ganzheitlichen Nachhaltigkeitsstrategie sein.

ARTEN DER CO₂-BILANZIERUNG IN UNTERNEHMEN

Die Ermittlung von CO₂-Emissionen kann in Unternehmen mit verschiedenen Zielsetzungen erfolgen, die zu unterschiedlichen Arten der CO₂-Bilanzierung führen. Nach der gewählten Betrachtungsperspektive bzw. Betrachtungsebene lassen sich grundsätzlich drei Arten der CO₂-Bilanzierung klassifizieren, wobei jede der drei Betrachtungsebenen wiederum verschiedene Betrachtungsumfänge aufweisen kann, siehe Abbildung 1:

1. Prozessebene – Aktivität, Vorgang, Projekt,
2. Organisationsebene – Bereich, Standort, Unternehmen, Konzern,
3. Produktebene – Rohstoff, Bauteil, Baugruppe, Endprodukt.

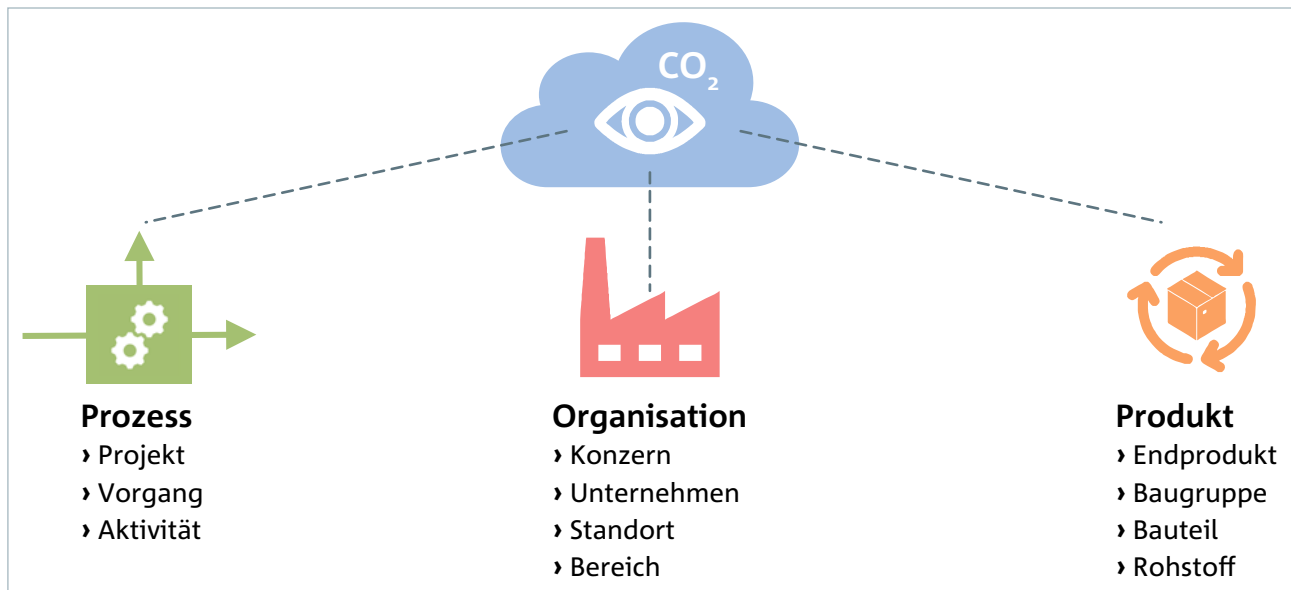


Abbildung 1: Arten der CO₂-Bilanzierung

Aufgrund der verschiedenen Möglichkeiten der CO₂-Bilanzierung sind vor der praktischen Umsetzung zunächst die Zielsetzungen durch folgende Rahmenbedingungen zu definieren:

- **Zweck:** Welche Erkenntnisse sollen für welche Empfänger erreicht werden?
- **Ebene:** Welche Betrachtungsperspektive ist von Interesse?
- **Umfang:** Welche Betrachtungsgrenzen sollen beachtet werden?
- **Qualität:** Welche Verlässlichkeit, Genauigkeit und Aktualität werden gefordert?
- **Aufwand:** Welche personellen und finanziellen Ressourcen stehen zur Verfügung?

Übergeordnetes Ziel aller Arten von CO₂-Bilanzen ist eine Quantifizierung von klimaschädlichen Treibhausgasen (THG), die durch menschenbeeinflusste Aktivitäten verursacht werden. Neben CO₂ gibt es weitere klimaschädliche Gase wie beispielsweise Methan. Diese können bei einer Bilanzierung von Treibhausgasen in CO₂-Äquivalente (CO₂e), d. h. in eine entsprechend ihrer Klimawirkung vergleichbare CO₂-Menge, umgerechnet werden. Klimarelevant ist die äquivalente Gesamtemission aller Treibhausgase, die in CO₂e-Gewichtseinheiten (kg, t) ausgewiesen wird.

PROZESSBEZOGENE CO₂-BILANZIERUNG

Ein Prozess wird durch zusammenhängende Aktivitäten (Vorgänge) zur Erzeugung eines Ergebnisses (Output) unter Einsatz von Ressourcen (Input) definiert. Für die CO₂-Bilanzierung ist bei der Prozessbetrachtung der klimarelevante CO₂-Ausstoß (Output) als Prozessergebnis von Relevanz. CO₂-Emissionen können grundsätzlich durch natürliche Stoffwechselprozesse (Zellatmung) oder Verbrennungsprozesse (Feuer) entstehen. Die in einem Prozess emittierte CO₂-Menge hängt von den im Prozess als Input eingesetzten Ressourcen (Stoffe, Energie) und der Art, Dauer und Menge der durchgeführten Aktivitäten ab. Mithilfe von gemessenen Emissionswerten lassen sich für definierte Aktivitäten und Ressourcen CO₂-Umrechnungsfaktoren bestimmen, die dann zur rechnerischen Ermittlung von CO₂-Emissionen für beliebige Zeit- und Mengenkonstellationen einer bestimmten Aktivitätsart genutzt werden können. Dies bildet das Grundprinzip der Ermittlung von CO₂-Emissionen für beliebige Aktivitäten, siehe Abbildung 2. Durch Zuordnung und Summierung ermittelter CO₂-Emissionen von Aktivitäten zu Prozessen, welche wiederum Produkten oder Organisationen zugeordnet werden können, lassen sich beliebige Betrachtungsperspektiven und -umfänge mit einer CO₂-Bilanzierung abbilden.

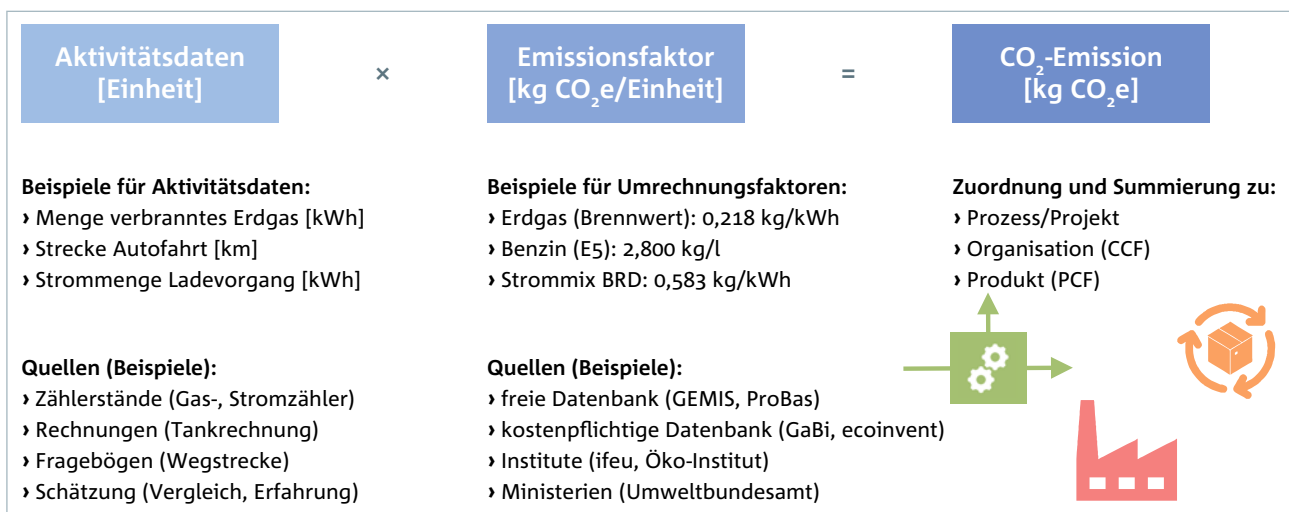


Abbildung 2: Grundprinzip der CO₂-Emissionsermittlung

Verfahren zur Ermittlung von Aktivitätsdaten

Für die operative Ermittlung von Aktivitätsdaten (Mengen, Zeiten, Wege etc.) kommen verschiedene Verfahren der Datenermittlung in Frage. In Anlehnung an Verfahren zur Datenermittlung nach REFA können dies beispielsweise sein:

1. **Auswertung:** Dokumentenstudium, Auslesen von Daten,
2. **Aufnahme:** Ablesen, Beobachten, Aufschreiben, Aufzeichnen,
3. **Zusammensetzen:** Planwerte, Systeme vorbestimmter Werte.
4. **Berechnen:** Formeln, Nomogramme, Simulation,
5. **Schätzen:** Vergleichen und Schätzen, Schätzen mit Klassen.

In der Praxis ist in der Regel eine Kombination verschiedener Datenermittlungsverfahren notwendig, um ein Gesamtergebnis zu erhalten. Insofern setzt die CO₂-Bilanzierung Methodenkompetenz und Werkzeuge für verschiedene Datenermittlungsverfahren voraus.

ORGANISATIONSBEZOGENE CO₂-BILANZIERUNG

In der Praxis werden insbesondere von großen Unternehmen zunehmend CO₂-Bilanzen auf Organisationsebene ausgewiesen. Diese machen Aussagen zur CO₂-Emission, die das Unternehmen im Rahmen seiner wirtschaftlichen Aktivitäten innerhalb eines bestimmten Zeitraums, z. B. eines Geschäftsjahrs, verursacht hat. Wichtig für die Bewertung solcher Angaben ist, den Betrachtungsbereich zu kennen, für den die Daten ausgewiesen werden. Der Betrachtungsbereich wird über organisatorisch-räumliche Systemgrenzen definiert.

Gemäß den international anerkannten Festlegungen im GHG-Protokoll (Greenhouse Gas Protocol) können grundsätzlich drei relevante Bereiche (Scopes) zur Beeinflussung von CO₂-Emissionen im Rahmen einer Unternehmenstätigkeit unterschieden werden:

Scope 1: direkte Emission durch eigene Unternehmensprozesse,

Scope 2: indirekte Emission durch bezogene Energie,

Scope 3: indirekte Emission durch vorgelagerte Aktivitäten (Erzeugung/Beschaffung) oder nachgelagerte Aktivitäten (Vertrieb, Nutzung, Verwertung/Entsorgung).

Emissionstyp	Bereich (Scope)	Definition	Beispiele
direkte Emission	Scope 1	Emissionen, die von dem bilanzierenden Unternehmen direkt selbst erzeugt und beeinflusst werden.	<ul style="list-style-type: none"> › Verbrennungsprozesse › Kühlmittelaustritt und -verluste
indirekte Emission	Scope 2	Emissionen, die durch Einsatz und Umwandlung bezogener Energie indirekt von dem bilanzierenden Unternehmen beeinflusst werden.	<ul style="list-style-type: none"> › gekaufter Strom › gekaufte Wärme/Kälte › gekaufter Dampf
	Scope 3	Alle indirekten Emissionen im vor- und nachgelagerten Wertschöpfungsprozess, die nicht in Scope 2 erfasst sind.	<ul style="list-style-type: none"> › gekaufte Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe › Transporte › Produktnutzung › Entsorgung und Verwertung

Abbildung 3: Emissionsbereiche (Scopes) gemäß GHG-Protokoll

Während die Datenermittlung der direkten CO₂-Emissionen (Scope 1) und der bezogenen Energie (Scope 2) noch relativ einfach ist, gestaltet sich dies für den Scope 3 häufig schwierig. Aus diesem Grund beschränken sich viele Unternehmen zunächst auf die Betrachtung von Scope 1 und Scope 2.

Bei der Ermittlung der CO₂-Emissionen des Scope 3 ist ein Unternehmen auf Informationen externer Akteure über vor- und nachgelagerte Aktivitäten bzw. CO₂-Emissionen angewiesen. Wenn diese nicht vollständig verfügbar sind, können diese in CO₂-Bilanzen nicht oder nur als Schätzwert ausgewiesen werden. Eine rechtsverbindliche Pflicht zur Berücksichtigung von Emissionen des Scope 3 besteht aktuell nicht. Um CO₂-Bilanzen einordnen, beurteilen und validieren zu können, fordern verschiedene Normen und Berichtsstandards deshalb Angaben über die festgelegten Bereichsgrenzen und berücksichtigten Bereiche bzw. Aktivitäten bei der CO₂-Bilanzierung.

PRODUKTBEZOGENE CO₂-BILANZIERUNG

Für die Kaufentscheidung von Kunden oder im Rahmen des internen Produktmanagements kann die CO₂-Emission eines Produkts von Interesse sein. Die gesamte produktbezogene CO₂-Emission über den Produktlebenszyklus setzt sich aus den folgenden Bestandteilen zusammen, die anteilig pro Produkteinheit zu ermitteln sind:

1. CO₂-Emission der Rohstoffgewinnung
2. CO₂-Emission der Vorproduktion
3. CO₂-Emission der Produktherstellung
4. CO₂-Emission der Distribution
5. CO₂-Emission der Nutzung
6. CO₂-Emission der Entsorgung

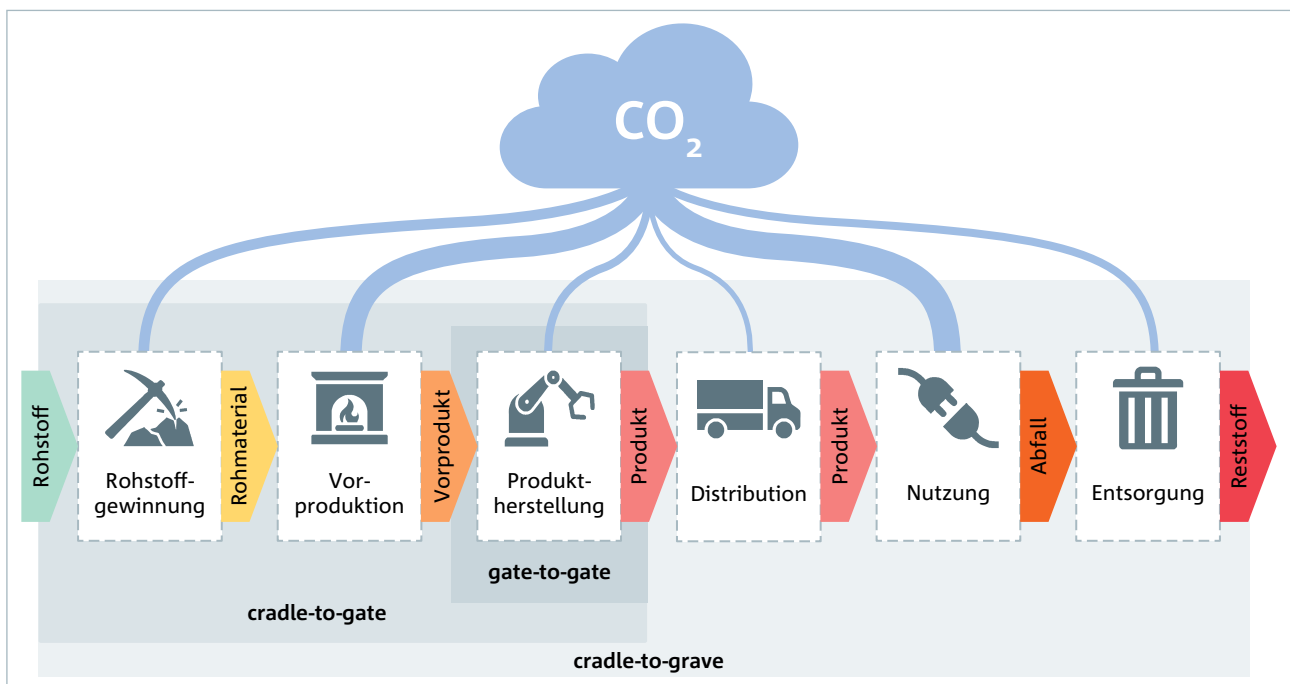


Abbildung 4: Betrachtungsumfang produktbezogener CO₂-Bilanzen

Bei den produktbezogenen CO₂-Bilanzen lassen sich in der Unternehmenspraxis unterschiedliche Betrachtungsumfänge beobachten. Unterschieden werden idealtypisch drei Ansätze. Bei dem Ansatz »cradle-to-grave« wird die Klimawirkung eines Produkts »von der Wiege bis zur Bahre«, d. h. über den kompletten Lebensweg von der Rohstoffgewinnung bis zur Entsorgung des Produkts, einbezogen. Unter dem Ansatz »cradle-to-gate« versteht man dagegen die Analyse eines Produkts »von der Wiege bis zum (Werks-)Tor«, d. h. die Bilanzierung der Emissionen erfolgt nur bis zu dem Punkt, an dem das Produkt das Unternehmen verlässt. Die Nutzung und Entsorgung werden dabei nicht berücksichtigt. Der Ansatz »gate-to-gate« ist mit dem geringsten Aufwand verbunden und betrachtet nur die Emissionen »von Werkseingangstor bis zum Werksausgangstor«. Dieser Ansatz gibt nur Aufschluss über die im eigenen Werk bei der Leistungserstellung eines Produkts verursachten CO₂-Emissionen.

UMRECHNUNGSFAKTOREN UND DATEN FÜR DIE CO₂-BILANZIERUNG

Zur Vereinfachung von CO₂-Bewertungen existieren zum Teil bereits Umrechnungsfaktoren als Richtwerte für verschiedene Energieträger (Strom, Öl, Gas, Benzin, Diesel, Kohle, Holz) oder standardisierte Prozesse (z. B. Lkw-Transporte) sowie Richtwerte zur Abschätzung der CO₂-Emissionen von standardisierten Stoffen und Materialien bezogen auf eine bestimmte Menge oder einen monetären Wert. Umrechnungsfaktoren können aus freien Datenbanken, z. B. GEMIS, ProBas, kommerziellen Datenbanken, z. B. GaBi, ecoinvent, sowie Veröffentlichungen von Instituten, z. B. Ökoinstitut, Institut für Energie- und Umweltforschung (ifeu), oder staatlichen Stellen, z. B. Umweltbundesamt, gewonnen werden. Problematisch an aktuell verfügbaren Datenquellen für Umrechnungsfaktoren ist, dass sie nicht alle für ein Unternehmen benötigten Umrechnungsfaktoren und Werte enthalten und zudem teilweise unterschiedliche Werte für Ressourcen oder Prozesse ausweisen. Dies kann dazu führen, dass gleichzeitig mehrere unterschiedliche Datenquellen benötigt werden und sich je nach verwendeter Datenquelle unterschiedliche Emissionen ergeben. Für eine vertrauenswürdige, vergleichbare und nachprüfbare CO₂-Bilanzierung ist es daher wichtig, die verwendeten Datenquellen und Tools zu dokumentieren.

Die Umrechnung von Energiemengen eines bestimmten Energieträgers in eine äquivalente CO₂-Emission hängt von mehreren Einflussgrößen ab. So haben u. a. die Art der Erzeugung und die im Energieträger enthaltenen Bestandteile Einfluss auf den zu verwendenden CO₂-Umrechnungsfaktor. Benzin kann beispielsweise unterschiedliche Anteile Bioethanol enthalten. Strom kann durch ein Kohlekraftwerk, Gaskraftwerk, Wind- oder Solaranlagen erzeugt worden sein. Davon abhängig ergeben sich verschiedene CO₂-Emissionsfaktoren.

Bei der Verwendung von Umrechnungsfaktoren für Energieträger ist zu berücksichtigen, dass sich diese im Zeitablauf verändern und regional unterschiedlich sein können. Dies muss bei der Erstellung und einem Vergleich von CO₂-Bilanzen berücksichtigt werden. Bei Emissionsfaktoren für den Strommix in Deutschland lassen sich jährliche Veränderungen von teilweise über 10% beobachten, siehe Abbildung 5.

Jahr	CO ₂ -Äquivalent Emissionsfaktor mit Vorketten [g/kWh]
1990	860
2016	595
2017	552
2018	537
2019	474
2020	432
2021*	475
2022**	498

2021*vorläufig, 2022** geschätzt Quelle: Umweltbundesamt April 2023

Abbildung 5: Emissionsfaktoren für den deutschen Strommix gemäß Umweltbundesamt

Quelle: www.umweltbundesamt.de/publikationen/entwicklung-der-spezifischen-treibhausgas-9

Maßgeblich für eine umweltschutzbezogene CO₂-Bewertung ist die äquivalente Gesamtemission mit Vorketten. Diese ergibt sich aus der »direkt« am Ort der Energieverwendung anfallenden CO₂-Emission – z. B. Heizkessel im Unternehmen – und der »indirekt« bei der Erzeugung – Erdölgewinnung und -verarbeitung – sowie dem Transport angefallenen Emissionen – z. B. durch die Lieferung mit dem Lkw.

STANDARDS DER CO₂-BILANZIERUNG

Für die Ermittlung von CO₂-Emissionen und die Berichterstattung existiert bereits eine Reihe von Standards. Auf internationaler Ebene lassen sich vor allem folgende wesentlichen Standards nennen:

Das Greenhouse Gas Protocol (GHG-Protokoll) ist eine international anerkannte Reihe von Standards/Leitfäden zur Erstellung von Treibhausgas- bzw. CO₂-Bilanzen in privaten und öffentlichen Organisationen wie Unternehmen, Kommunen, Städte oder Vereine. Der sogenannte Corporate Standard definiert Anforderungen und bietet Hilfestellungen für die Erfassung und Bilanzierung von CO₂-Emissionen und die Berichterstattung auf Organisations- bzw. Unternehmensebene. Die CO₂-Emissionen einer Organisation bzw. eines Unternehmens werden dazu in drei grundsätzliche Betrachtungsbereiche (Scopes 1–3) kategorisiert, in denen Treibhausgase (THG) bzw. äquivalente CO₂-Emissionen entstehen (Abbildung 3).

Die ISO 14040 definiert Grundsätze und Rahmenbedingungen für eine systematische Analyse der potenziellen Umweltwirkungen und der Energiebilanz von Produkten während des gesamten Lebenswegs.

Die ISO 14044 ergänzt die ISO 14040 um die Anforderungen an die Erstellung einer Ökobilanz für Produkte (Lebenszyklusanalyse, LCA, Life Cycle Assessment).

Die Normenreihe ISO 14064 besteht aus drei Normen mit Definitionen und Leitlinien für die organisationsbezogene Erfassung, Bilanzierung, Berichterstattung und Verifizierung von CO₂-Emissionen.

- Die ISO 14064-1 dient Unternehmen als Grundlage für die Bilanzierung der eigenen Treibhausgasemissionen und Erstellung des sogenannten Corporate Carbon Footprints (CCF).
- Die ISO 14064-2 stellt eine Anleitung dar, mit der auf Projektebene der Entzug von Treibhausgasen oder die Reduzierung von Emissionen erfasst werden kann.
- Die ISO 14064-3 bildet die Grundlage für die Verifizierung von CO₂-Bilanzen.

Die ISO 14067 gibt Leitlinien für die Quantifizierung von Treibhausgasen auf Produktebene, d. h. den Product Carbon Footprint (PCF) vor.

Die PAS 2060 des British Standards Institute (BSI) ist eine Spezifikation zum Nachweis der CO₂-Neutralität von definierten Prozessen, Organisationen oder Produkten. Der Standard PAS 2060 legt einen vierstufigen Prozess zum Nachweis der Klimaneutralität fest.

Die Science Based Targets Initiative (SBTi) basiert auf einer gemeinsamen Initiative von nichtstaatlichen Organisationen wie Carbon Disclosure Projekt (CDP), United Nations Global Compact (UNGC), World Wildlife Fund (WWF) und definiert Methoden und Kriterien für die Entwicklung von Zielen und Maßnahmen in Unternehmen auf Basis des Pariser Klimaschutzabkommens und dem langfristigen Ziel von Netto-Null-Emissionen.



Abbildung 6: Ausgewählte Standards für die CO₂-Bilanzierung

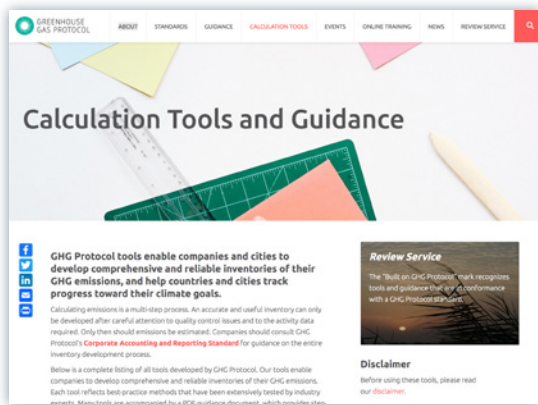


Foto: © Proxima Studio/stock.adobe.com

DIGITALE HILFSMITTEL ZUR CO₂-BILANZIERUNG

Prinzipiell kann die Erstellung von CO₂-Bilanzen manuell mithilfe einfacher Tabellenkalkulationsprogramme durchgeführt werden. Abhängig von der Komplexität der zu betrachtenden Prozesse, Bereiche oder Produktbestandteile können die Berechnungen jedoch sehr umfangreich werden. Wenn sehr viele Daten zusammengestellt und verrechnet werden müssen und darüber hinaus eine große Zahl verschiedener Emissionsfaktoren benötigt wird, stoßen einfache Tools schnell an ihre Grenzen. In der Praxis kommen aus diesem Grund in Unternehmen zum Teil bereits speziell entwickelte Softwaretools für die CO₂-Bilanzierung zum Einsatz. Die Softwaretools, die im Angebot sind, unterscheiden sich nach der Art bzw. Betrachtungsperspektive, den abgebildeten Anforderungen und Methoden bzw. Standards der gewünschten CO₂-Bilanzierung sowie den hinterlegten Basisdaten wie Emissionswerten oder Umrechnungsfaktoren. Softwaretools für die CO₂-Bilanzierung sind zum Teil kostenfrei verfügbar. Ebenso werden aber auch kostenpflichtige Tools angeboten. In der Praxis lässt sich beobachten, dass Unternehmen zum Teil betriebspezifische Softwarelösungen für die CO₂-Bilanzierung einsetzen, welche die besonderen Anforderungen und Zielsetzungen in Unternehmen besser als die im Markt angebotenen Standardlösungen abbilden sollen.

Im Folgenden sind beispielhaft nur einige kostenfrei verfügbare Softwaretools aufgeführt. Aufgrund der dynamischen Markt- und Produktentwicklung sowie der stetig steigenden Anzahl und Vielfalt von Anbietern digitaler Softwaretools zur CO₂-Bilanzierung erhebt die Darstellung in dieser Broschüre nicht den Anspruch auf Vollständigkeit. Welches Tool für ein Unternehmen geeignet und sinnvoll ist, muss in Abhängigkeit von betriebspezifischen Anforderungen und Zielsetzungen im Einzelfall geprüft werden.



Beispiel: GHG-Protokoll Excel-Tool

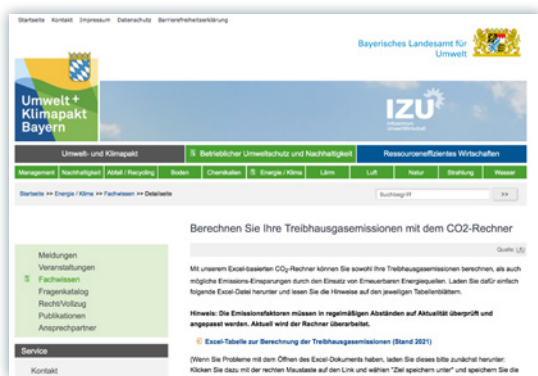
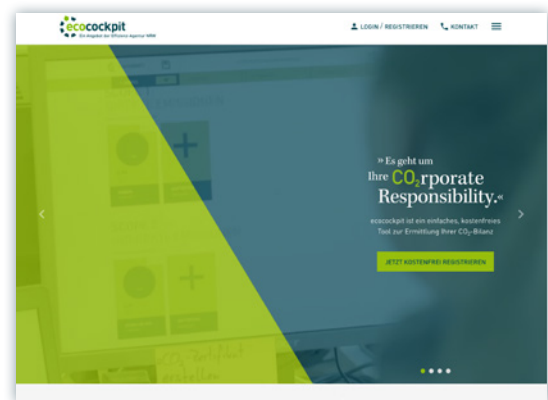
Das GHG-Protokoll Excel-Tool ist ein kostenloses Tool, das Unternehmen bei der Berechnung ihrer CO₂-Emissionen unterstützen soll. Es basiert auf dem Greenhouse Gas Protocol (GHG). Das Excel-Tool ist einfach zu bedienen und bietet eine schrittweise Anleitung zur Ermittlung der CO₂-Emissionen. Es ermöglicht die Eingabe von Daten zu Aktivitäten wie Energieverbrauch, Transport, Materialverbrauch und Abfallentsorgung. Das Tool berechnet die CO₂-Emissionen für jede Aktivität und zeigt die Gesamtemissionen des Unternehmens an. Das Tool ist für Unternehmen aller Größen und Branchen

einsetzbar und kann auch für die Erstellung von Nachhaltigkeitsberichten verwendet werden. Es ist zudem möglich, die Ergebnisse in andere Softwareanwendungen zu importieren, um weitere Analysen durchzuführen oder Berichte zu erstellen. <https://ghgprotocol.org/calculation-tools>

Beispiel: ecocockpit

Das Tool ecocockpit ist einfach bedienbar und bietet zahlreiche Auswertungsmöglichkeiten für Unternehmen. Es ermöglicht die Bewertung der Prozess- und Produktemissionen und hilft Hauptemittenten zu identifizieren sowie Verbesserungsmöglichkeiten zu erschließen. Das kostenfreie Tool orientiert sich an dem Bilanzierungsstandard des Greenhouse Gas Protocols mit dem Fokus auf die Emissionen, die im eigenen Unternehmen entstehen. Datengrundlagen liefern die anerkannten freien Datenbanken für CO₂-Äquivalente GEMIS und ProBas. Das ecocockpit der Effizienz-Agentur NRW ist ein umfangreiches Tool und nach Registrierung kostenfrei zu nutzen. Möglich ist die Bilanzierung von Standorten, Prozessen und Produkten. Das ecocockpit leitet strukturiert Schritt für Schritt durch alle Scopes. Nach Beschreibung der Systemgrenzen kann ein automatisierter Bericht erstellt werden. Zu den vordefinierten Positionen sind entsprechende CO₂-Faktoren mit Nennung und Qualitätsbewertung der Datenquelle hinterlegt. Bilanzen können online zwischengespeichert und auch herunter- bzw. hochgeladen werden.

<https://ecocockpit.de>



Beispiel: CO₂-Rechner LfU

Mit dem Excel-basierten CO₂-Rechner des Bayerischen Landesamt für Umwelt (LfU) können Treibhausgasemissionen berechnet und mögliche Emissionseinsparungen durch den Einsatz von erneuerbaren Energiequellen ermittelt werden. Das Tool enthält ausgewählte Emissionsfaktoren mit Quellenangaben sowie Vergleichswerte und eine Beschreibung, wie die Emissionsfaktoren ermittelt und die Treibhausgasemissionen berechnet werden. https://www.umweltpakt.bayern.de/energie_klima/fachwissen/217/berechnung-co2-emissionen



Foto: © Marco2811/stock.adobe.com

ZIELSETZUNG DER UNTERNEHMENSBEFRAGUNG UND VORGEHEN

CO₂-Bilanzen erhalten zunehmend Bedeutung in der Wirtschaft. Für viele Unternehmen ist die Ermittlung von CO₂-Emissionen noch Neuland. Die aktuelle Situation und die Berichte aus Unternehmen sind noch sehr unübersichtlich und uneinheitlich. Aufgrund der steigenden Anforderungen und Bedeutung müssen sich zukünftig immer mehr Unternehmen mit dem Thema auseinandersetzen. Bezüglich Standards, Methoden und Werkzeugen zur CO₂-Datenermittlung besteht noch wissenschaftlicher, normativer und betriebsorganisatorischer Handlungsbedarf. Um den Handlungs- und Unterstützungsbedarf für die Betriebs- und Arbeitsorganisation zu spezifizieren, ist zunächst eine Aufnahme der Ist-Situation in der Unternehmenspraxis erforderlich.

Ziel der ifaa-Umfrage war, Antworten auf die folgenden Fragen aus der Perspektive von Unternehmen zu sammeln, ein realistisches Bild der aktuellen Situation zu erhalten und Handlungs- sowie Unterstützungsbedarfe zu identifizieren.

- Welche Anforderungen an die CO₂-Bilanzierung gibt es in den Unternehmen?
- Welche CO₂-Daten werden in den Unternehmen ermittelt?
- Wie werden CO₂-Daten in den Unternehmen ermittelt?
- Wie werden Bedeutung, Aufwand und Qualität von CO₂-Bilanzen bewertet?
- Wo liegen aktuell wesentliche Probleme, Schwierigkeiten und Handlungsbedarfe?
- Welche Unterstützungsbedarfe bestehen in den Unternehmen?

Datenerhebung:

- An der Befragung haben sich 29 Fach- und Führungskräfte aus der deutschen Wirtschaft beteiligt.
- Der Kontakt zu den Befragungsteilnehmern erfolgte über Arbeitskreise, Seminare und Erfahrungsaustausch mit Unternehmen der M+E-Industrie zum Thema Nachhaltigkeit und Industrial Engineering.
- Die Befragungsteilnehmer waren im Schwerpunkt produzierende Unternehmen der Metall- und Elektroindustrie, die Produktionsgüter (62 %) oder Investitionsgüter (38 %) vertreiben.
- Die Befragung erfolgte mithilfe eines digitalen Fragebogens (ausfüllbare pdf-Datei).
- Der Befragungszeitraum umfasste sieben Monate zwischen September 2022 und März 2023.

UMFRAGE UND ERGEBNISSE IM DETAIL

FRAGEBOGEN CO₂-EMISSIONSERMITTLUNG



Sehr geehrte Teilnehmerin, sehr geehrter Teilnehmer,

in Politik, Wirtschaft und Gesellschaft wird viel über die Notwendigkeit und über Ziele und Maßnahmen zur Reduzierung von Treibhausgasen bzw. CO₂-Emissionen gesprochen. Für eine objektive und konstruktive Diskussion ist es unerlässlich, Zahlen, Daten und Fakten zu CO₂-Emissionen zu ermitteln. Mit dem vorliegenden Fragebogen möchten wir daher die aktuelle Situation der CO₂-Emissionsermittlung in der Unternehmenspraxis erfassen.

Ihre Angaben werden anonym ausgewertet und vom ifaa und von den Arbeitgeberverbänden zum Erfahrungsaustausch genutzt sowie, um daraus Möglichkeiten zur Unterstützung von Unternehmen abzuleiten.

Vielen Dank für Ihre Teilnahme.

Abbildung 7: Einleitungstext des Fragebogens

Die Befragung wurde mit einem digitalen Fragebogen in Form einer ausfüllbaren pdf-Datei durchgeführt. Fach- und Führungskräfte von Mitgliedsunternehmen der Arbeitgeberverbände der Metall- und Elektroindustrie wurden im Rahmen von Arbeitskreisen und Seminaren zum Thema Nachhaltigkeit und Industrial Engineering über die Befragung informiert und um Teilnahme gebeten. Es handelt sich somit um eine Stichprobe, die dem Thema CO₂-Datenermittlung gegenüber eher interessiert und positiv eingestellt ist. Im Zeitraum von September 2022 bis März 2023 beteiligten sich insgesamt 29 Fach- und Führungskräfte an der Befragung.

Die Auswertung der Befragung ist im Rahmen dieser Broschüre wie folgt unterteilt:

Teil 1: Allgemeine Angaben zu den Unternehmen

Teil 2: Allgemeine Fragen zur CO₂-Bilanzierung in den Unternehmen

Teil 3: Fragen zur organisationsbezogenen CO₂-Bilanzierung

Teil 4: Fragen zur produktbezogenen CO₂-Bilanzierung



Foto: © zinkevych/stock.adobe.com

Teil 1: Allgemeine Angaben zu den Unternehmen

Unternehmensgröße

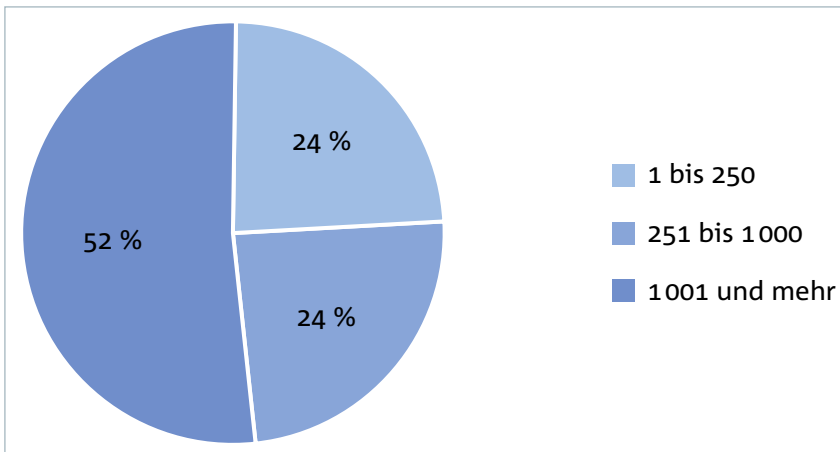


Abbildung 8: Wie viele Beschäftigte hat Ihr Unternehmen? (n = 29)

Die Größenanteile der Unternehmen in der Stichprobe entsprechen nicht der Struktur der Metall- und Elektroindustrie. Die Ursache hierfür liegt vermutlich darin, dass sich bisher eher große Unternehmen mit der CO₂-Bilanzierung beschäftigen und die Beantwortung des Fragebogens für die in den Rückmeldungen unterrepräsentierten kleinen und mittleren Unternehmen schwierig war.

- 24% der Befragten gehören zu den kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) mit weniger als 250 Beschäftigten. Kleinstunternehmen mit weniger als zehn Beschäftigten sind nicht darin enthalten.
- 24% der Befragten gaben eine Unternehmensgröße von 250 bis 1000 Beschäftigten an.
- Etwas mehr als die Hälfte der teilnehmenden Unternehmen (52%) haben mehr als 1000 Beschäftigte.

Größenstruktur M+E Industrie

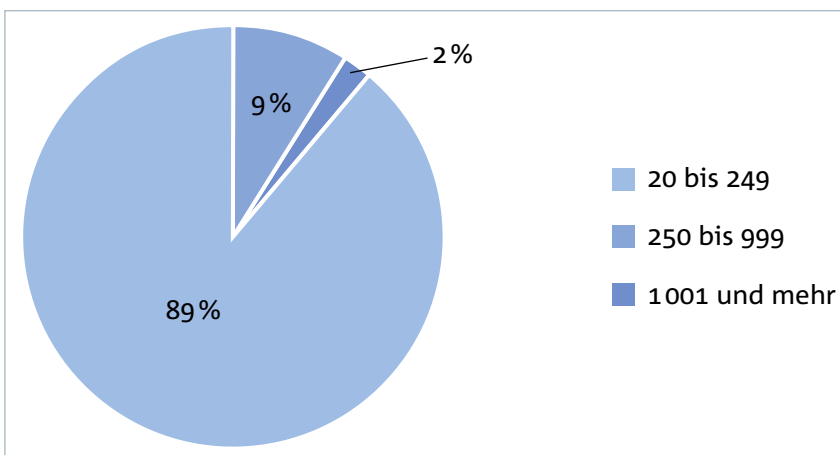


Abbildung 9: Unternehmensbestand M+E-Industrie 2021 in Deutschland zum Vergleich

Quelle: Gesamtmetall, 2022, www.gesamtmetall.de/sites/default/files/bilder/zahlenheft_2022_0.pdf

- 89% der Betriebe der M+E-Industrie zählen zu den kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) gemäß der Größendefinition der EU.
- Der Anteil von Betrieben mit 250 bis 999 Beschäftigten liegt in der M+E-Industrie bei 9%.
- Der Anteil von Betrieben mit 1000 und mehr Beschäftigten liegt in der M+E-Industrie bei 2%.

Kundenspektrum

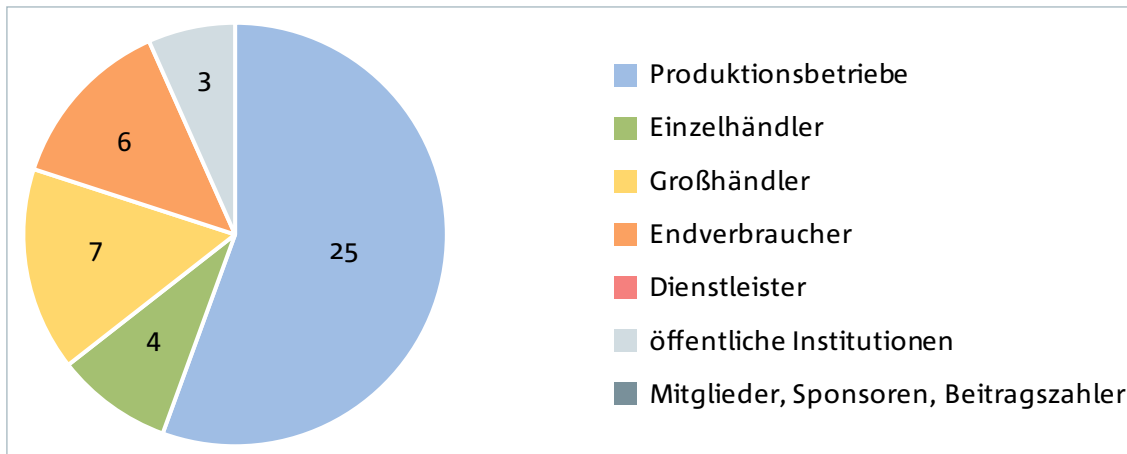


Abbildung 10: Für welche Auftraggeber/Kunden arbeiten Sie? (n = 29, Mehrfachnennung möglich)

- 86% der Befragten haben Produktionsbetriebe als Kunden.
- Als Kunden werden darüber hinaus auch Handelsunternehmen (38%), Endverbraucher (21%) sowie öffentliche Institutionen (10%) genannt.

Produkt-/Dienstleistungsspektrum

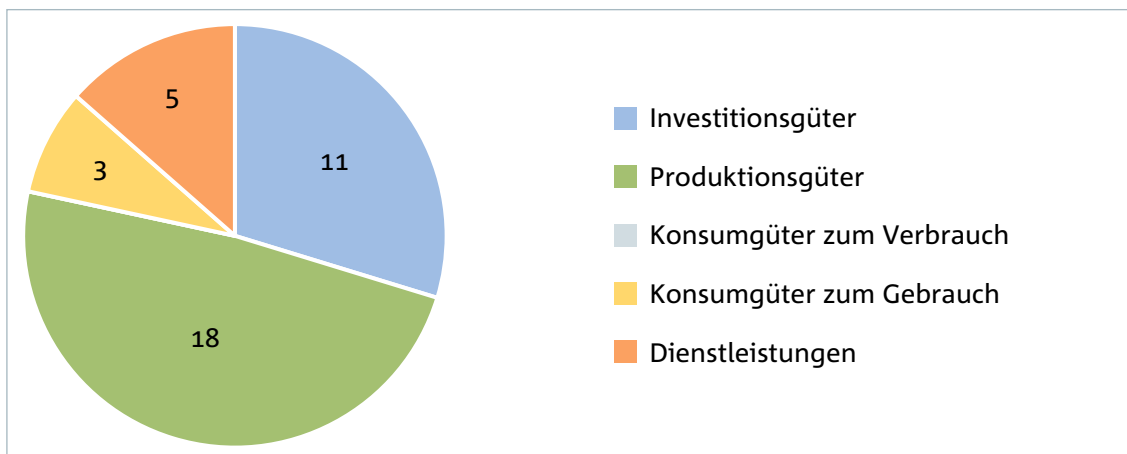


Abbildung 11: Welche Art von Produkten/Dienstleistungen vertreiben Sie? (n = 29, Mehrfachnennung möglich)

- Die Befragten lassen sich mehrheitlich der Realgüterwirtschaft zuordnen, wobei 62% der Unternehmen Produktionsgüter und 38% der Unternehmen Investitionsgüter in ihrem Produktspektrum haben.
- Fünf der befragten Unternehmen (17%) bieten zusätzlich Dienstleistungen an.
- Nur drei der Befragten (10%) liefern Produkte auch direkt an Endverbraucher, d. h. der Schwerpunkt der Befragten ist im B2B-Geschäft.
- Die Fertigungstiefe wird überwiegend (69%) als mittel angegeben.
- 14% der Befragten geben eine sehr hohe und 17% eine geringe Fertigungstiefe an.

Teil 2: Allgemeine Fragen zur CO₂-Bilanzierung in den Unternehmen

Anforderungen an die CO₂-Bilanzierung

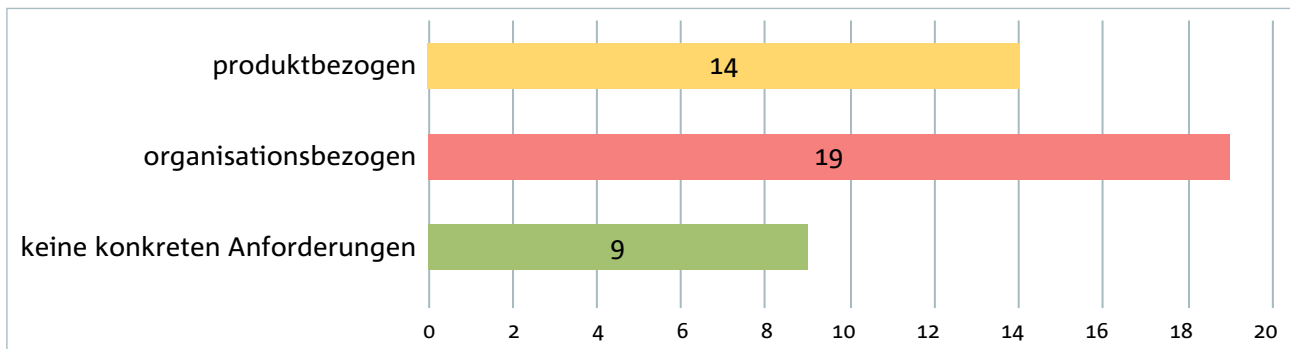


Abbildung 12: Für welche Betrachtungsperspektiven liegen Anforderungen zur Ermittlung von CO₂-Emissionen im Unternehmen vor? (n = 29, Mehrfachnennung möglich)

- In 31 % der Unternehmen liegen noch keine konkreten Anforderungen zur Ermittlung von CO₂-Emissionen vor. Bei den KMU beträgt dieser Anteil 86 %. Von den großen Unternehmen mit mehr als 250 Beschäftigten geben lediglich 14 % der Befragten an, dass noch keine konkreten Anforderungen zur CO₂-Bilanzierung vorliegen.
- 66 % der Befragten geben an, dass Anforderungen zur Ermittlung von organisationsbezogenen CO₂-Emissionen existieren.
- Bei 48 % der Befragten liegen Anforderungen zur Ermittlung von produktbezogenen und bei 21 % von prozessbezogenen CO₂-Emissionen vor.
- Bei den KMU wird das interne Management als einzige Anforderungsquelle genannt. Bei den großen Unternehmen wird das interne Management ebenfalls als häufigste Anforderungsquelle (73 %) genannt, gefolgt von Kunden (64 %) und Kapitalgebern (27 %).

Bisherige Aktivitäten zur CO₂-Datenermittlung

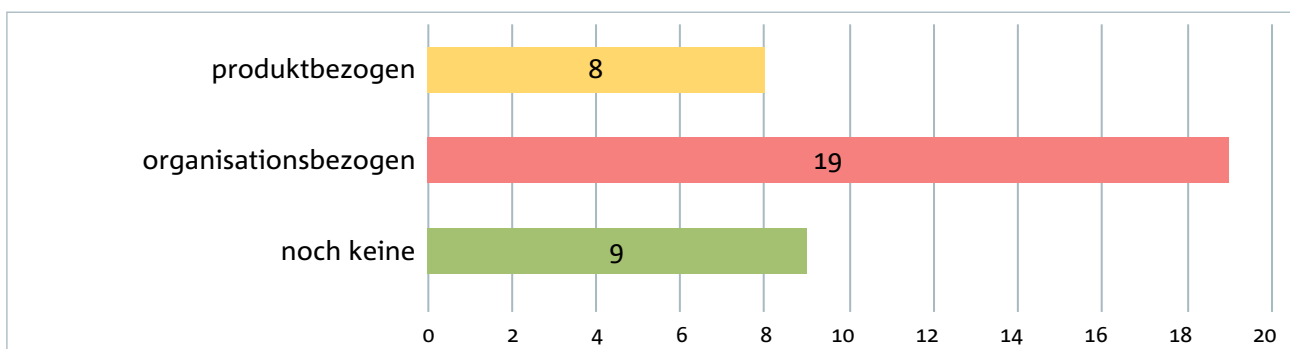


Abbildung 13: Für welche Betrachtungsperspektiven haben Sie im Unternehmen bereits CO₂-Emissionen ermittelt? (n = 29, Mehrfachnennung möglich)

- 66 % der Befragten haben bereits organisationsbezogene und 28 % produktbezogene CO₂-Emissionen im Unternehmen ermittelt.
- 31 % der Befragten haben noch keine CO₂-Emissionen ermittelt, dabei handelt es sich mehrheitlich um KMU.
- Sechs von den sieben befragten KMU (86 %) haben bisher noch keine CO₂-Bilanzen erstellt.

Einschätzung vorhandener Kenntnisse, Kompetenz und der Datengrundlage zur CO₂-Bilanzierung

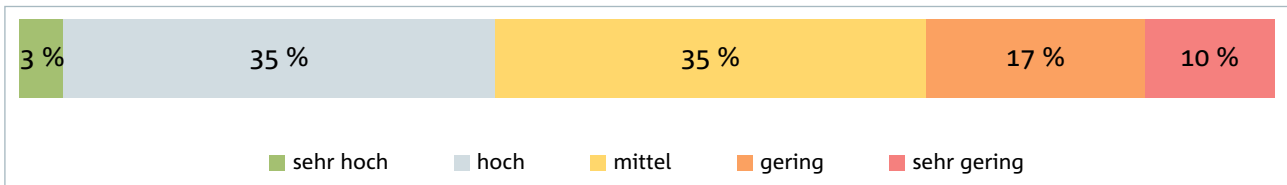


Abbildung 14: Wie schätzen Sie die aktuell vorhandenen Kenntnisse, Kompetenzen und die Datengrundlage für die Ermittlung von CO₂-Emissionen in Ihrem Unternehmen ein? (n = 29)

- 38% der Befragten schätzen die vorhandenen Kenntnisse, Kompetenzen und die Datengrundlage als gut oder sehr gut ein, während 27% diese als gering oder sehr gering betrachten. Die Einschätzung der Befragten divergiert somit stark.
- Die KMU schätzen die vorhandenen Kenntnisse, Kompetenzen und die Datengrundlage deutlich geringer ein als große Unternehmen. 72% der KMU bewerten diese mit gering oder sehr gering.

Einschätzung der zukünftigen Bedeutung der CO₂-Bilanzierung

- 87% der Befragten schätzen die zukünftige Bedeutung der Kenntnisse, Kompetenzen und der Datengrundlage als hoch oder sehr hoch ein.
- Zwei KMU schätzen die zukünftige Bedeutung als gering oder sehr gering ein. Von den großen Unternehmen mit mehr als 250 Beschäftigten schätzt keines die zukünftige Bedeutung als gering oder sehr gering ein.



Abbildung 15: Wie schätzen Sie die zukünftige Bedeutung der Kenntnisse, Kompetenzen und der Datengrundlage für die Ermittlung von CO₂-Emissionen in Ihrem Unternehmen ein? (n = 29)

Teil 3: Fragen zur organisationsbezogenen CO₂-Bilanzierung

Häufigkeit bisher erstellter organisationsbezogener CO₂-Bilanzen

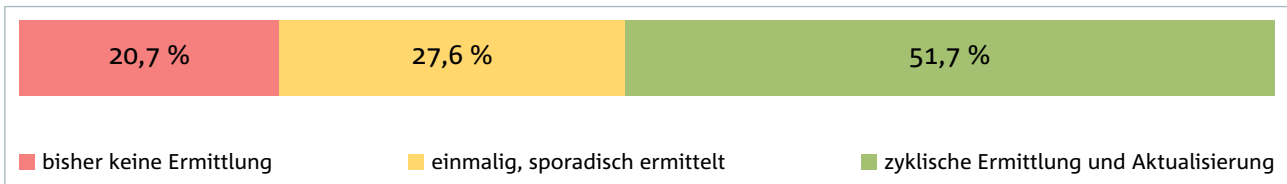


Abbildung 16: Wie häufig wurden bisher organisationsbezogene CO₂-Emissionen ermittelt? (n = 29)

- Etwa 52% der Befragten haben bereits regelmäßig organisationsbezogene CO₂-Bilanzen ermittelt und aktualisiert.
- Etwa 21% der Befragten haben bisher noch keine und 28% bisher nur einmalig oder sporadisch CO₂-Emissionen auf Organisationsebene ermittelt.
- Abhängig von der Unternehmensgröße waren die Anteile sehr unterschiedlich. Mehr als 2/3 der KMU geben an, noch keine organisationsbezogenen CO₂-Emissionen zu ermitteln. Lediglich eines von sieben KMU ermittelt und aktualisiert zyklisch organisationsbezogene CO₂-Emissionen.

Berücksichtigte Emissionsarten bei der organisationsbezogenen CO₂-Bilanzierung

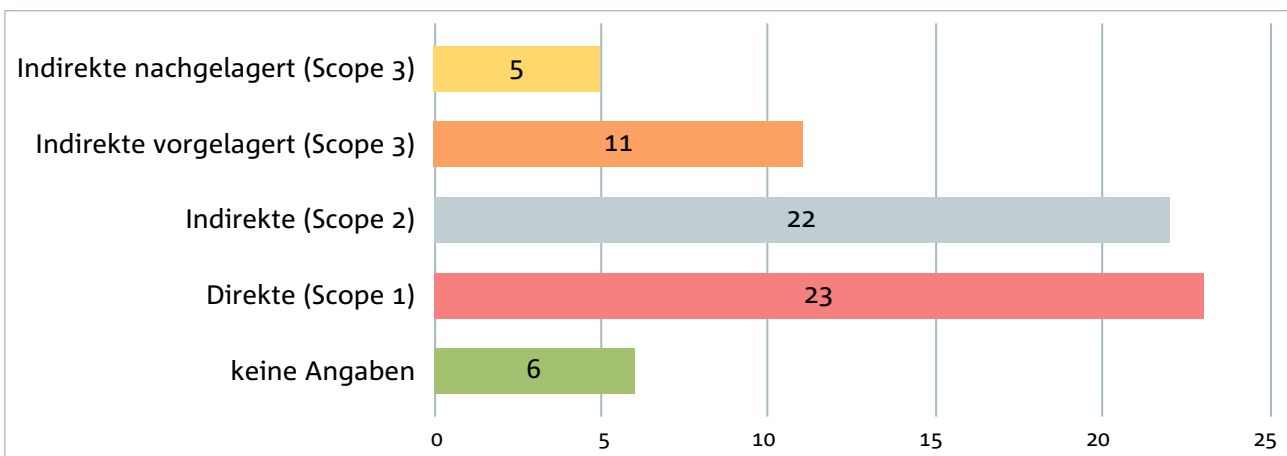


Abbildung 17: Welche CO₂-Emissionen werden bisher bei der organisationsbezogenen CO₂-Emissionsermittlung in Ihrem Unternehmen berücksichtigt? (n = 29, Mehrfachnennungen möglich)

- Unternehmen, welche bereits eine organisationsbezogene CO₂-Emissionsermittlung durchgeführt haben, berücksichtigen dabei im Schwerpunkt direkte Emissionen des Scope 1 sowie indirekte Emissionen des Scope 2 gemäß GHG-Protokoll.
- Von den Unternehmen, die bereits organisationsbezogene CO₂-Emissionen ermittelt haben (n = 23), berücksichtigen 48% indirekte CO₂-Emissionen aus vorgelagerten Bereichen (bezogene Güter und Dienstleistungen) und 22% Emissionen aus nachgelagerten Bereichen (Vertrieb, Nutzung und Entsorgung von Gütern und Dienstleistungen).
- Indirekte Emissionen des Scope 3 sind für Unternehmen schwierig und nur mit hohem Aufwand zu ermitteln und werden deshalb bisher häufig nicht in CO₂-Bilanzen berücksichtigt.

Zuständigkeit für organisationsbezogene CO₂-Bilanzierung im Unternehmen

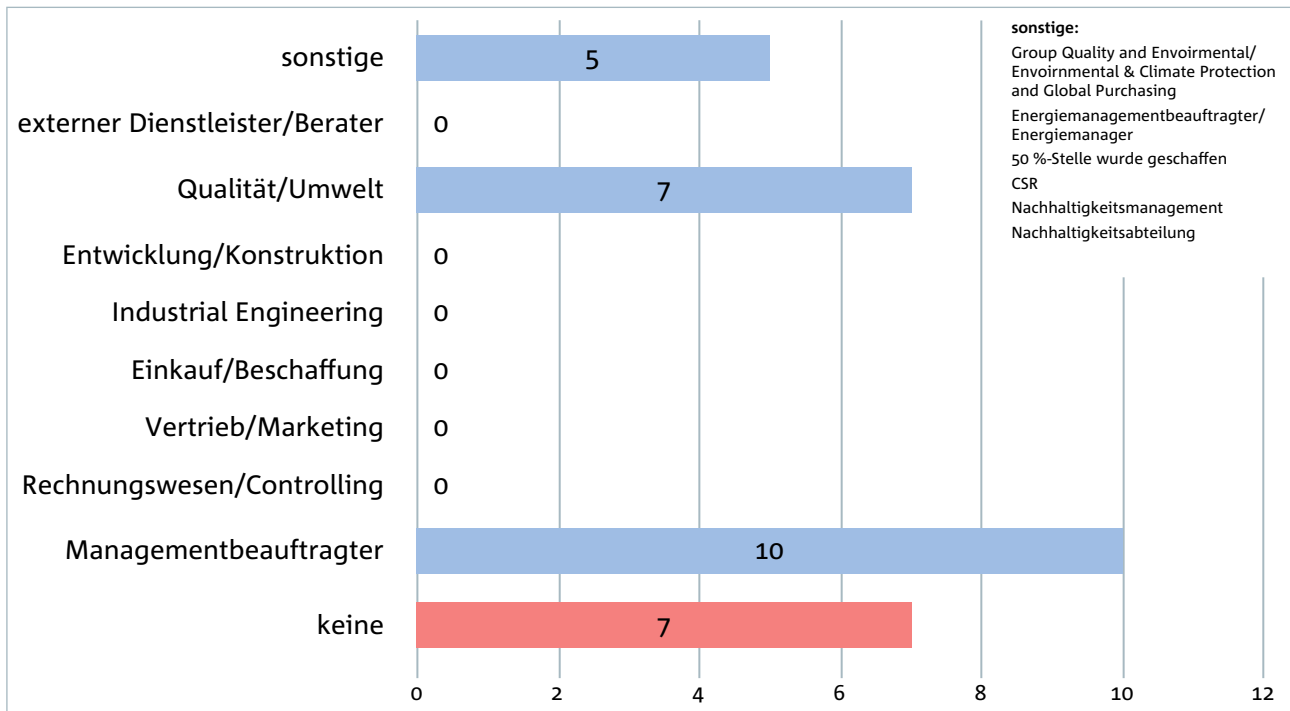


Abbildung 18: Welche Stelle bzw. welcher Funktionsbereich ist im Unternehmen federführend für die Ermittlung und Aktualisierung von organisationsbezogenen CO₂-Emissionswerten verantwortlich? (n = 29)

- In den meisten der befragten Unternehmen (35%) sind Managementbeauftragte aus speziellen Stellen mit der CO₂-Emissionsermittlung beauftragt oder die Aufgabe ist einem der unter sonstige genannten besonderen Funktionsbereiche (17%) zugeordnet.
- Bei 24% der Befragten ist die CO₂-Emissionsermittlung Abteilungen für Qualität oder Umwelt zugeordnet.
- 24% der Befragten haben noch keine organisatorische Zuordnung der CO₂-Emissionsermittlung im Unternehmen festgelegt.

Eingesetzte Hilfsmittel zur organisationsbezogenen CO₂-Bilanzierung

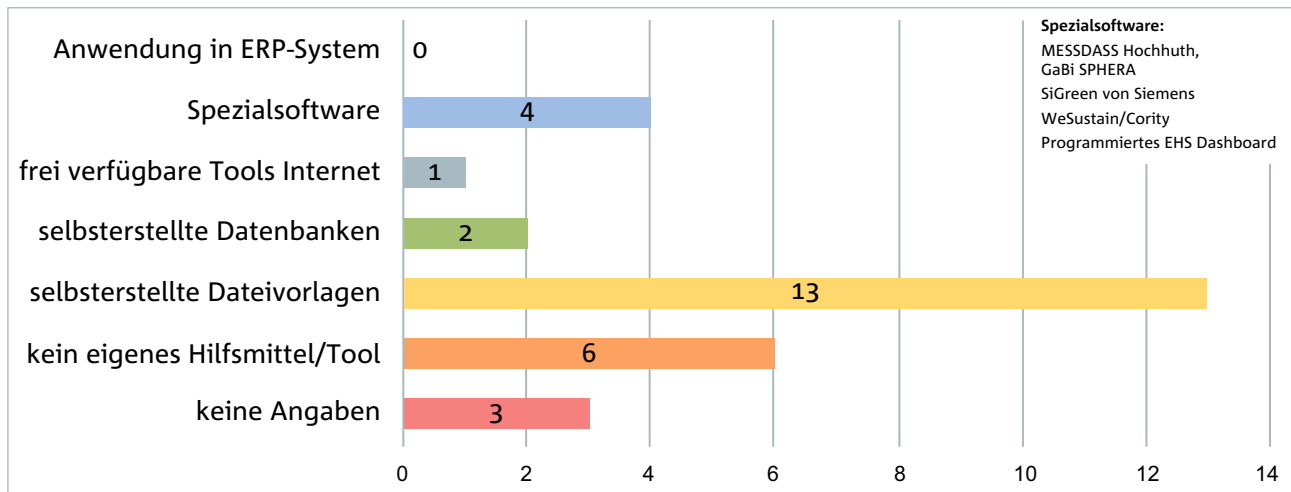


Abbildung 19: Welche Hilfsmittel/Tools nutzen Sie zur Ermittlung organisationsbezogener CO₂-Emissionen? (n = 29)

- Zur Ermittlung organisationsbezogener CO₂-Emissionen werden hauptsächlich selbst erstellte Dateivorlagen genutzt (43%).
- 14% der Befragten setzen eine Spezialsoftware ein, wobei jeder eine andere Spezialsoftware nutzt.
- Kein befragtes Unternehmen hat bisher eine Anwendung in einem ERP-System (Enterprise-Resource-Planning) zur organisationsbezogenen CO₂-Bilanzierung realisiert.

Verwendete Quellen für CO₂-Umrechnungsfaktoren

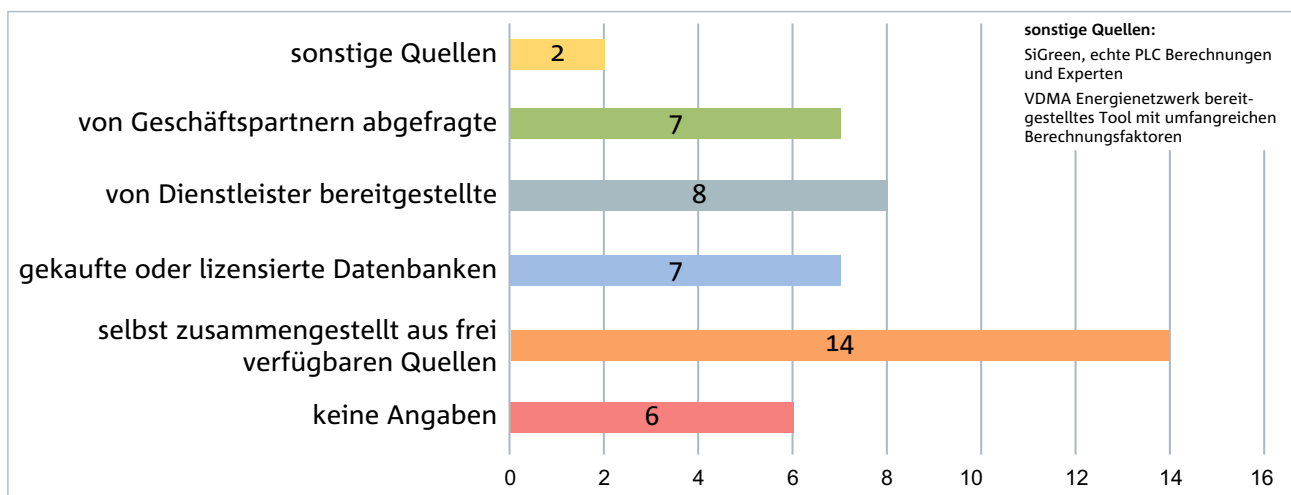


Abbildung 20: Auf welche CO₂-Umrechnungsfaktoren greifen Sie bei Ihren CO₂-Emissionsberechnungen zurück? (n = 29, Mehrfachnennung möglich)

- Für die Ermittlung organisationsbezogener CO₂-Bilanzen werden am häufigsten (48%) Umrechnungsfaktoren aus frei verfügbaren Datenquellen verwendet, die selbst zusammengestellt wurden.
- 24% der Befragten geben an, gekaufte oder lizenzierte Datenbanken mit enthaltenen Umrechnungsfaktoren für ihre CO₂-Emissionsberechnungen zu nutzen.
- 24% der Befragten greifen auf abgefragte Umrechnungsfaktoren bzw. auf Werte von Geschäftspartnern zurück.
- 28% der Befragten lassen sich CO₂-Umrechnungsfaktoren von externen Dienstleistern bereitstellen.

Einschätzung des Aufwands für organisationsbezogene CO₂-Bilanzierung

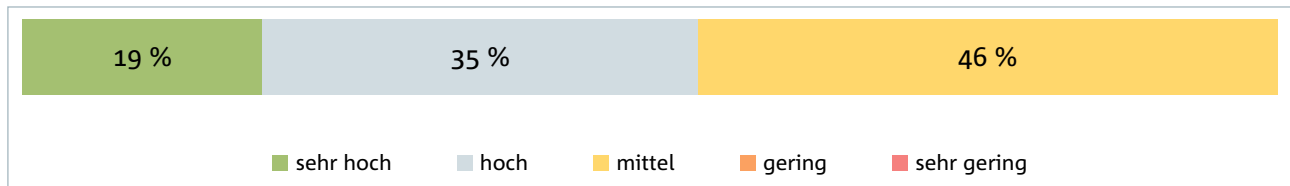


Abbildung 21: Wie schätzen Sie den Zeit-/Kostenaufwand für die Ermittlung von organisationsbezogenen CO₂-Emissionen in Ihrem Unternehmen ein? (n = 29)

- 54% der Befragten schätzen den Zeit-/Kostenaufwand für die Ermittlung organisationsbezogener CO₂-Emissionen als hoch oder sehr hoch ein.
- Kein Unternehmen bewertet den Zeit-/Kostenaufwand für die Ermittlung organisationsbezogener CO₂-Emissionen als gering oder sehr gering.
- Die befragten KMU schätzen den Zeit-/Kostenaufwand zu 75% als mittel und zu 25% als sehr hoch ein.

Einschätzung der Qualität von organisationsbezogenen CO₂-Bilanzen

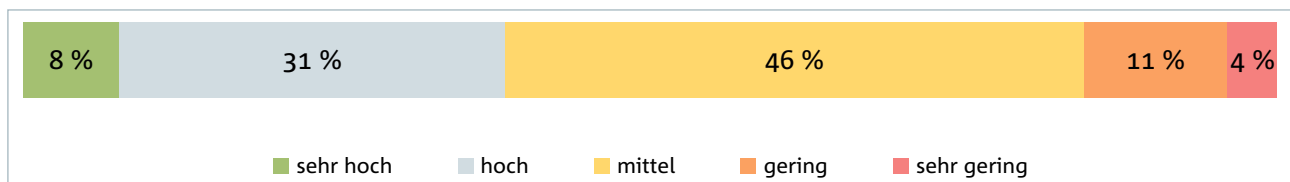


Abbildung 22: Wie schätzen Sie die Qualität (Genauigkeit, Aktualität, Korrektheit) von ermittelten organisationsbezogenen CO₂-Emissionen in der Praxis ein? (n = 29)

- Die Qualität der ermittelten CO₂-Emissionsbilanzen wird von den meisten Befragten, (46 %) als mittel eingeschätzt.
- 39% der Befragten bewerten die Qualität als hoch oder sehr hoch.
- 15% der Befragten schätzen die Qualität als gering oder sehr gering ein.

Größte Schwierigkeiten oder Herausforderungen bei der organisationsbezogenen CO₂-Bilanzierung aus Sicht der Befragten

Folgende Antworten* gaben die befragten Unternehmen als Freitext auf die Frage »Wo liegt bei Ihnen die größte Herausforderung oder Schwierigkeit bei der organisationsbezogenen Ermittlung von CO₂-Emissionen?«



Ganzheitliche Datenermittlung der Scope-3-Emissionen und CFP (Corporate Footprint) mit Primärdaten.

Keine Schwierigkeit.

CO₂-Datenermittlung bei der Beschaffung und Logistik.

Keine Notwendigkeit bisher, kaum Wissen und keine klare Zuständigkeit.

Die Verfügbarkeit der Daten.

Bereitstellung der CO₂-Emissionsfaktoren durch die Lieferanten.

Datenbasis. Hoher Scope-3-Anteil und schlechter Reifegrad der Sublieferanten im Thema.

Das Schwierigste ist die Datenermittlung im Bereich Scope 3.

Weltweite Datenermittlung innerhalb der Geschäftsbereiche; unterschiedliche Anforderungen und Gesetzgebungen.

Erfassung der Daten/ Zeit und Ressourcen.

Die Mengenermittlung nachgefüllter Kältemittel. Alle Scope-3-Emissionen, da diese mit extrem hohem Aufwand erhoben und aufbereitet werden müssten.

Ermitteln und Zusammenführen der Zahlen.

Standortspezifische Unterschiede bzgl. Abrechnung, Umlage, Nebenkosten etc. sind nicht einheitlich vergleichbar.

Ermittlung auf Artikelebene und Beschaffung der notwendigen Informationen durch Lieferanten.

Größte Herausforderung ist Datenermittlung für Scope 3.

Abhängigkeit von Informationen Dritter, sehr hohe Komplexität.

Scope 3.

Verfügbarkeit von aktuellen Daten/ Verbrauchswerten, personelle Ressourcen, Ermittlung der Scope-3-Emissionen.

Es gibt keinen Standard und jeder Kunde hat eine eigene Plattform. Datenkonsistenz, dezentrale Anfragen in den Vertriebs-einheiten, QM, Marketing ...

Beim Start in die Thematik.

Strom-Verteilerstruktur lässt keine Abgrenzung der Verwaltung und Produktion zu. Eine Unterteilung in der Produktion zwischen Gebäudetechnik und Maschinenpark ist auch nicht möglich. Somit im Allgemeinen die Datenerhebung.

Die Datenbasis zusammenzutragen, um die Berechnungsgrundlage zu schaffen.



*Freitextangaben wurden von 23 Befragten gemacht.

Größte Hilfe zur Problemlösung bei der organisationsbezogenen CO₂-Bilanzierung aus Sicht der Befragten

Folgende Antworten* gaben die befragten Unternehmen als Freitext auf die Frage »Was würde Ihnen bei dieser Herausforderung bzw. zur Lösung des Problems am meisten helfen?«



Schaffung eines regulatorischen Rahmens zur standardisierten Bereitstellung der Primärdaten.

Software, Messdaten
System Energiesoftware.

Externer Berater/Bereitstellung von externen Daten (z.B. Vorlieferant/ Logistik).

Komplexitätsreduktion durch ein Standardportal, maximal zwei Standardportale.

Einheitliches ERP-System, welches mit den benötigten Informationen gefüllt ist.

Mehr Verständnis dafür, dass Unternehmen, welche über 50 Jahre gewachsen sind, Ihre Verteilerstruktur nicht ohne enormen Aufwand und Investitionen umbauen können.

Standardisierte Methode zur Ermittlung des Scope 3 (unternehmensübergreifender Standard).

Mehr Awareness bzw. höhere Priorität des Themas.

Tool für Datenerfassung/ Hilfestellung bei Auswahl und Umsetzung.

Datenverfügbarkeit aus der Lieferkette.

Externe Beratung (Statusbericht).

Durchschnittswerte als Baukasten für verschiedene Prozesse/Aktivitäten.

Verwendung eines Tools mit hinterlegten Daten.

Einkauf von zu 100% erneuerbaren elektronischen Bauteilen für die Produktion und Produkte.

Standardisierte zentrale Datenquellen für Emissionen, die von allen genutzt werden können und von jedem einzelnen Unternehmen bezogen auf seine eigene erbrachte Leistung zu pflegen sind.

Softwarelösung für die Dateneingabe.

Eine globale Vorgabe bis zu welchem Zeitpunkt bei welchem Detaillierungsgrad Unternehmen ihre CO₂-Emissionen offenlegen müssen.

Datenbasis aus ERP oder den Datenmanagementtools automatisch zu migrieren.

Lösungswege vergleichbarer Unternehmen, Erfahrungsaustausch.



*Freitextangaben wurden von 20 Befragten gemacht.

Nutzung kostenpflichtiger Kompensationszertifikate für CO₂-Bilanzen

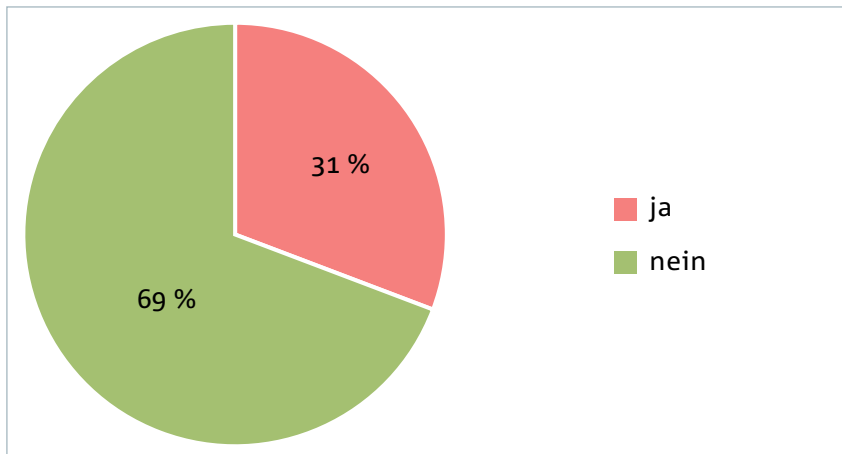


Abbildung 23: Nutzen Sie kostenpflichtige Emissionsminderungsgutschriften (CO₂-Zertifikate) zur Kompensation bzw. Reduzierung der organisationsbezogenen CO₂-Emissionen Ihres Unternehmens? (n = 29)

- Die befragten Unternehmen nutzen mehrheitlich (69%) keine kostenpflichtigen Zertifikate bzw. Emissionsminderungsgutschriften zur Verbesserung ihrer CO₂-Bilanz.
- Von den KMU verwendet kein befragtes Unternehmen solche Zertifikate.

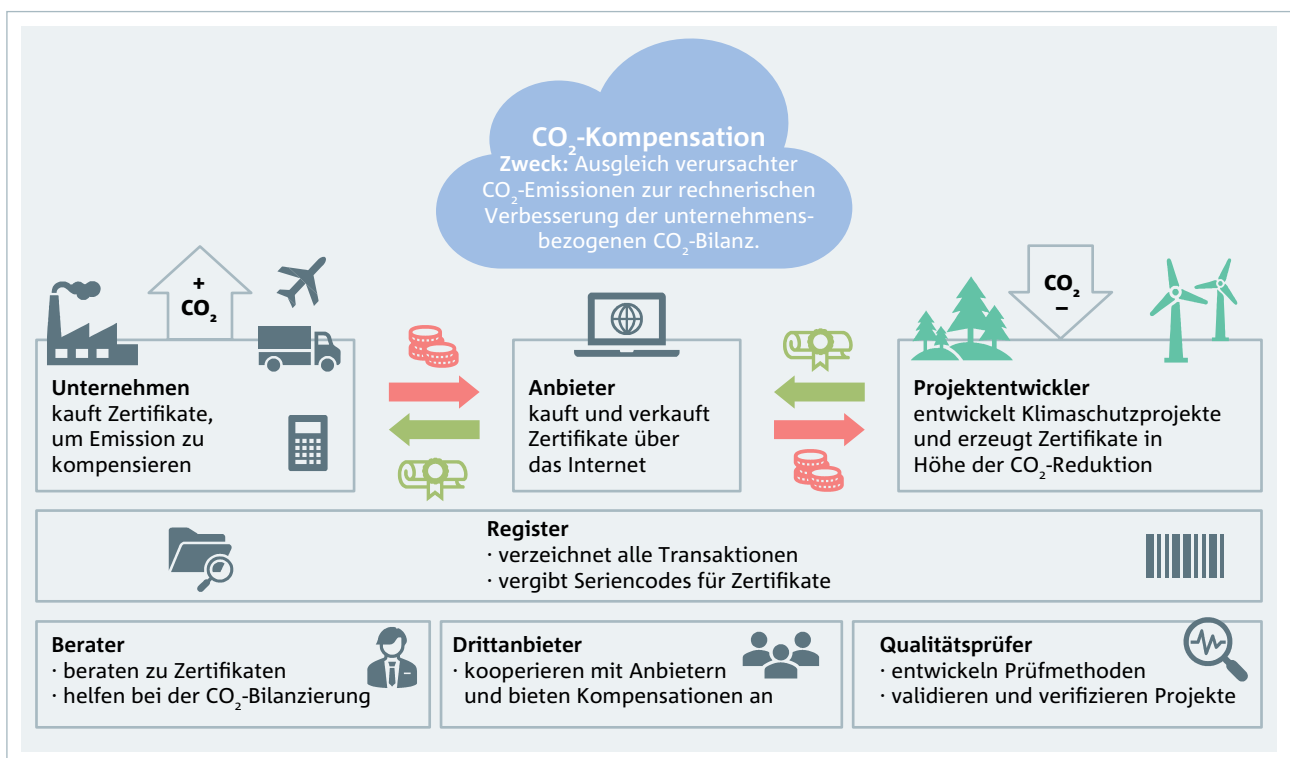


Abbildung 24: CO₂-Kompensation (in Anlehnung an Ratgeber des Umweltbundesamts 2018)

www.umweltbundesamt.de/themen/freiwillige-co2-kompensation

Teil 4: Fragen zur produktbezogenen CO₂-Bilanzierung

Häufigkeit ermittelter produktbezogener CO₂-Emissionen

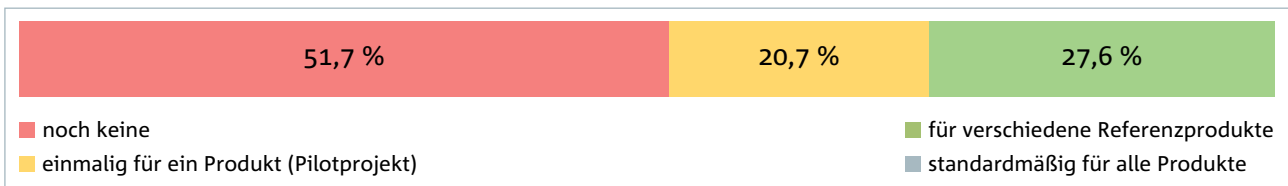


Abbildung 25: Wie häufig wurden bisher produktbezogene CO₂-Emissionen (Product Carbon Footprint) ermittelt? (n = 29)

- 51,7% der befragten Unternehmen haben bisher noch keine produktbezogenen CO₂-Emissionen ermittelt.
- 20,7% der Befragten haben sich bisher nur im Rahmen von Pilotprojekten mit der Ermittlung von CO₂-Produktmissionen beschäftigt.
- 27,6% der Befragten haben bereits CO₂-Emissionen für verschiedene Referenzprodukte ermittelt.
- Kein an der Befragung teilnehmendes Unternehmen ermittelt standardmäßig für alle Produkte CO₂-Emissionen.

Zuständigkeit für produktbezogene CO₂-Bilanzierung

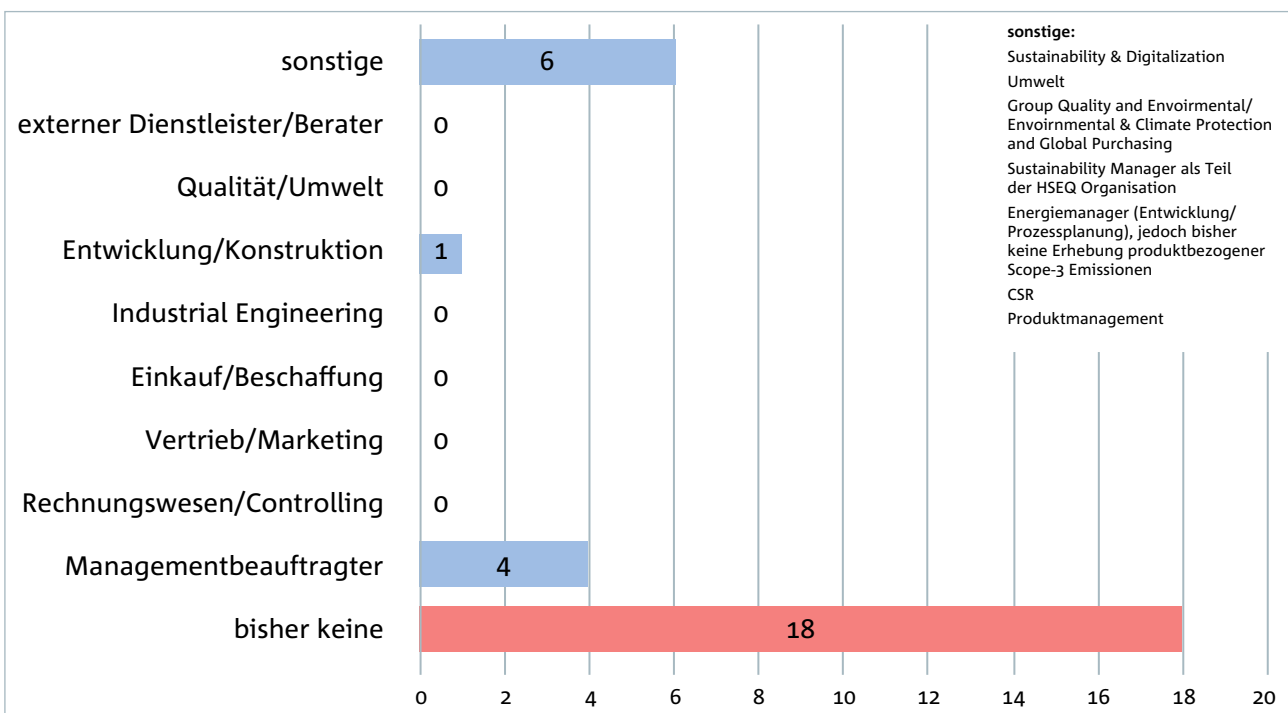


Abbildung 26: Welche Stelle bzw. welcher Funktionsbereich ist im Unternehmen federführend für die Ermittlung und Aktualisierung von produktbezogenen CO₂-Emissionswerten verantwortlich? (n = 29)

- In 62% der befragten Unternehmen existiert bisher noch keine Zuständigkeitsregelung für die Ermittlung und Aktualisierung von produktbezogenen CO₂-Emissionswerten.
- 14% der Befragten haben die Zuständigkeit einem Managementbeauftragten zugeordnet.
- 24% haben die Zuständigkeit der Entwicklung/Konstruktion bzw. sonstigen Funktionsbereichen oder Stellen mit betriebspezifischen Bezeichnungen wie z. B. CSR, Sustainability & Digitalization, Environmental and Climate Protection oder Energiemanager zugeordnet.

Verwendete Hilfsmittel zur produktbezogenen CO₂-Bilanzierung

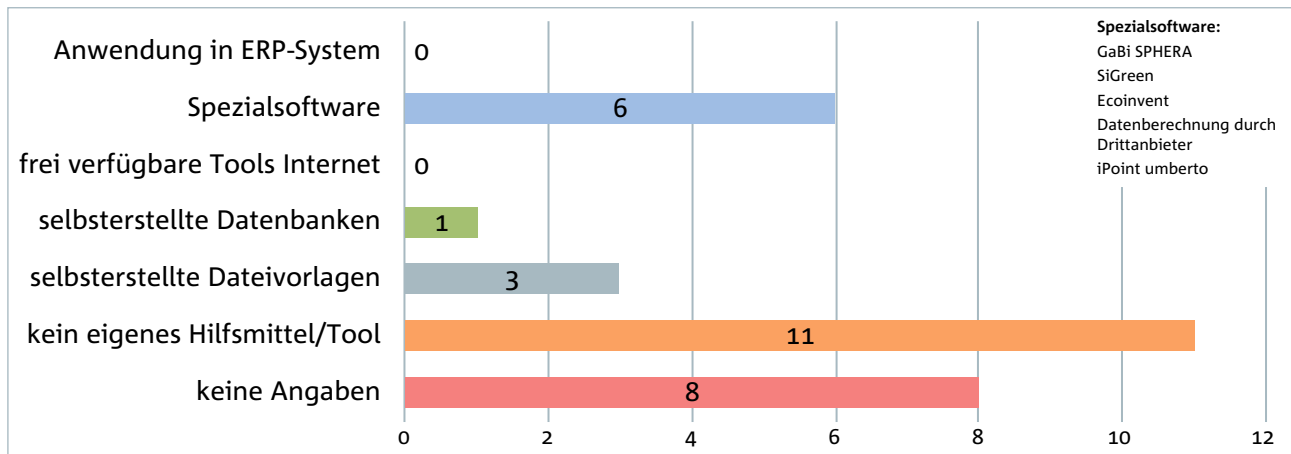


Abbildung 27: Welche Hilfsmittel/Tools nutzen Sie zur Ermittlung produktbezogener CO₂-Emissionen? (n = 29)

- 38% der Befragten geben an, kein eigenes Hilfsmittel oder Tool für die produktbezogene CO₂-Bilanzierung zu nutzen. Darin enthalten sind Unternehmen, die bisher noch keine produktbezogenen CO₂-Emissionen ermittelt haben, sowie Unternehmen, die externe Dienstleister zur Datenermittlung nutzen.
- Für eine produktbezogene CO₂-Bilanzierung werden tendenziell eher spezielle Softwaretools eingesetzt. Die Ermittlung für eine Vielzahl von Produkten mit komplexen Strukturen und Emissionsbestandteilen stößt mit einfachen, selbst erstellten Tools schnell an ihre Grenzen.
- Kein befragtes Unternehmen hat bisher eine ERP-gestützte Anwendung zur produktbezogenen CO₂-Bilanzierung realisiert, wie sie beispielsweise für die automatisierte Zeit- oder Kostenermittlung von Produkten Standard sind.

Ermittlung vorgelagerter Emissionsanteile bei der produktbezogenen CO₂-Bilanzierung

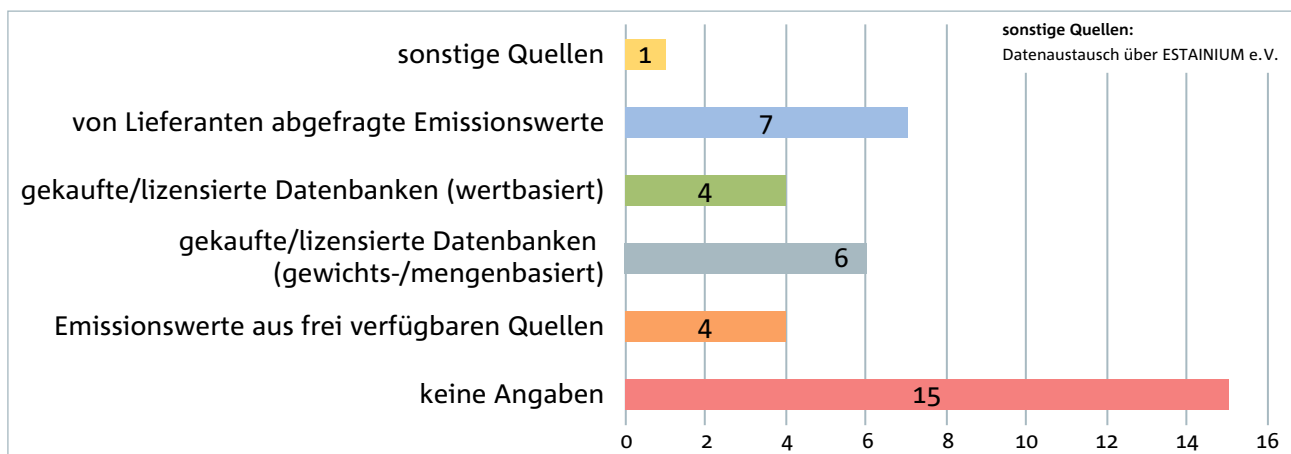


Abbildung 28: Wie ermitteln Sie die CO₂-Emissionswerte für vorgelagerte Emissionsanteile? (n = 29, Mehrfachnennung möglich)

- 24% der Befragten geben an, dass sie bei Lieferanten abgefragte CO₂-Emissionswerte für die CO₂-Bilanzierung ihrer Produkte nutzen.
- Einkaufswertbasierte Daten aus gekauften oder lizenzierten Datenbanken werden von 14% und gewichts- oder mengenbasierte Emissionsdaten von 21% der Befragten für die Ermittlung produktbezogener CO₂-Emissionen verwendet.
- 14% der Befragten verwenden Emissionswerte aus frei verfügbaren Quellen.

Einschätzung Zeit-/Kostenaufwand für die Ermittlung produktbezogener CO₂-Emissionen

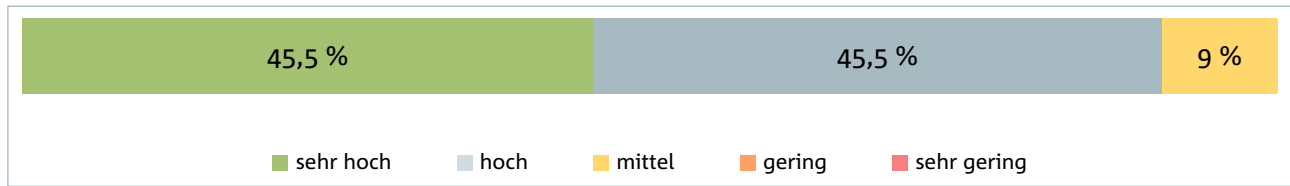


Abbildung 29: Wie schätzen Sie den Zeit-/Kostenaufwand für die Ermittlung von produktbezogenen CO₂-Emissionen in Ihrem Unternehmen ein? (n = 22)

- Der Aufwand für die Ermittlung produktbezogener CO₂-Emissionen wird von allen Befragten höher eingeschätzt als der für die Ermittlung organisationsbezogener CO₂-Emissionen.
- 91 % der Befragten schätzen den Zeit-/Kostenaufwand für die Ermittlung produktbezogener CO₂-Emissionen als hoch oder sehr hoch ein.
- Kein Unternehmen bewertet den Aufwand als gering oder sehr gering.
- Der hohe Aufwand für produktbezogene CO₂-Bilanzen erklärt, warum diese in den meisten Unternehmen bisher nicht oder nur für ausgewählte Referenzprodukte erstellt werden.

Einschätzung der Qualität von produktbezogenen CO₂-Bilanzen



Abbildung 30: Wie schätzen Sie die Qualität (Genauigkeit, Aktualität, Korrektheit) von ermittelten produktbezogenen CO₂-Emissionen in der Praxis ein? (n = 20)

- Die Qualität produktbezogener CO₂-Bilanzen wird von den Befragten insgesamt geringer eingeschätzt als die organisationsbezogenen Bilanzen.
- Kein befragtes Unternehmen schätzt die Qualität als sehr hoch ein.
- 40% der Befragten schätzen die Qualität produktbezogen ermittelter CO₂-Emissionen als gering oder sehr gering ein.
- Die verhaltene Bewertung der Qualität produktbezogener CO₂-Emissionsdaten kann als weitere Ursache für die Zurückhaltung bei der standardisierten Ermittlung produktbezogener CO₂-Bilanzen für alle Produkte in Unternehmen angesehen werden.

Größte Schwierigkeiten oder Herausforderungen bei der produktbezogenen CO₂-Bilanzierung aus Sicht der Befragten

Folgende Antworten gaben die befragten Unternehmen als Freitext auf die Frage »Wo liegt bei Ihnen im Unternehmen die größte Herausforderung oder Schwierigkeit bei der produktbezogenen Ermittlung von CO₂-Emissionen?«



Ganzheitliche Datenermittlung der Scope-3-Emissionen und CFP mit Primärdaten.

Komplexität, was gehört rein – Logistik? Nur Herstellung? Recycling? Und dann die Verfügbarkeit der Daten.

Datenverfügbarkeit, speziell in der Lieferkette (wie viel CO₂ wird bei der Gewinnung von Roherz, der Verhüttung, der gesamten Transportkette und der Weiterverarbeitung ausgestoßen?). Systemgrenzen. Komplexität der Produkte.

Zeitliche Ressourcen und Verfügbarkeit von Daten.

Datenbasis. Hoher Scope-3-Anteil und schlechter Reifegrad der Sublieferanten.

Schwierigkeit der Beschaffung von Prozessdaten.

Produktvielfalt.

Details ermitteln, den Wertstrom bzw. den gesamten Produktlebenszyklus zu kennen und die Daten transparent zu machen. Außerdem ist die Traceability für Nachweise und Glaubwürdigkeit von Einkauf über Verbauung bis Verkauf absolut notwendig.

Ermittlung von allen benötigten Werten bzw. Daten für die Kalkulation auf Grund der Komplexität der Produkte (komplexe Lieferketten und Produktionsabläufe).

Datenbereitstellung/produktbezogene CO₂-Ermittlung noch nicht begonnen.

Verfügbarkeit der Daten.

Thema aktuell nicht sehr relevant.

Komplexität, was muss alles berücksichtigt werden? – Leitlinie, kein Standard.

Große Produktvielfalt und stark variierende Produkte.

Keine Methode vorhanden, sowie fehlender Daten vor allem zu Vorprodukten.

Emissionswerte der Liefergegenstände bisher nur auf Basis von Datenbankwerten; teilweise keine Kenntnis über zugekaufte Baugruppen, grobe Schätzung; Nutzenphase sehr abhängig vom jeweiligen Betrieb, hier kann nur Aussage via Szenarien getroffen werden.

Erfassung der Daten/Zeit und Ressourcen.

Zu viele zu bewertende Prozessschritte, Produkte, Produktvarianten.

Mit aktuellen technischen Möglichkeiten im Unternehmen zu aufwendig. Zusammenarbeit mit vielen kleineren Unternehmen, welche die CO₂-Emissionen zum aktuellen Zeitpunkt gar nicht ermitteln.



Größte Hilfe zur Problemlösung bei der produktbezogenen CO₂-Bilanzierung aus Sicht der Befragten

Folgende Antworten gaben die befragten Unternehmen als Freitext auf die Frage
»Was würde Ihnen bei dieser Herausforderung bzw. zur Lösung des Problems am meisten helfen?«



Mehr Zusammenarbeit mit Lieferanten wünschenswert.

Industriestandard bzgl. einer einheitlichen Methodik und einheitlichen Datenbereitstellung seitens der Lieferanten.

Standardmäßige Übermittlung der Daten, d. h. Informationen basierend auf den Vorgaben der ISO 14001 und der ISO 50001.

Zentrale standardisierte Datenbank.

Transparenz in der Lieferkette, d. h. Awareness für das Thema bei den Lieferanten.

Tool für Datenerfassung/ Hilfestellung bei Auswahl und Umsetzung.

Standards, Haltepunkte, um eine einheitliche und vergleichbare Ermittlung zu erreichen.

Komplette Datenverfügbarkeit über die gesamte Lieferkette.

Eine globale Vorgabe bis zu welchem Zeitpunkt bei welchem Detaillierungsgrad Unternehmen ihre CO₂-Emissionen offenlegen müssen.

Schaffung eines regulatorischen Rahmens zur standardisierten Bereitstellung der Primärdaten.

Einheitliche Datenbank, um CO₂-Emissionen aus Scope 3 zu ermitteln.

Erfahrungsaustausch und externe Unterstützung.



FAZIT UND AUSBLICK

Die Bestandsaufnahme zur CO₂-Bilanzierung auf betrieblicher Ebene zeigt eine heterogene Situation in den Unternehmen. Diese ermitteln und analysieren CO₂-Emissionen mit sehr unterschiedlichen Strategien, Vorgehensweisen und Reifegraden. Große Unternehmen beschäftigen sich häufiger und intensiver damit als kleine und mittlere (KMU). Generell ist die CO₂-Bilanzierung in den meisten Unternehmen noch mit einer Reihe von Herausforderungen und Schwierigkeiten verbunden. Einige davon sind:

- 1. Komplexität der Datenbeschaffung:** Die Ermittlung der CO₂-Emissionen erfordert eine umfassende Erhebung von Daten aus verschiedenen Quellen und deren sorgfältige Prüfung, was zeitaufwendig und komplex sein kann, insbesondere wenn sie von Lieferanten oder anderen externen Parteien bereitgestellt werden müssen.
- 2. Vielfalt der Methoden und Werkzeuge:** Es gibt eine Vielzahl von Methoden und Werkzeugen zur CO₂-Bilanzierung. Eine geeignete Methode sowie geeignete Hilfsmittel (IT-Tools) auszuwählen und sicherzustellen, dass sie den spezifischen Anforderungen des Unternehmens entsprechen, ist herausfordernd und setzt umfassende Kenntnisse voraus.
- 3. Eingeschränkte Datenverfügbarkeit:** Insbesondere Daten zu indirekten CO₂-Emissionen, die außerhalb des Unternehmens entstehen, z. B. Materialherstellung bei Lieferanten, Nutzung von Produkten durch Kunden, Entsorgung der Abfallprodukte, sind häufig nicht verfügbar oder nur schwer zu quantifizieren.
- 4. Datenqualität:** Die Qualität erstellter CO₂-Bilanzen hängt von der Genauigkeit und Verlässlichkeit der erhobenen Daten ab. Geschätzte, unvollständige oder fehlerhafte Daten können zu falschen Schlussfolgerungen und falschen Entscheidungen im Unternehmen führen sowie die Glaubwürdigkeit und Reputation – Stichwort Greenwashing – gefährden.
- 5. Erstellungsaufwand:** Eine CO₂-Bilanzierung kann mit erheblichem Zeit- und Kostenaufwand verbunden sein. Der Aufwand steigt mit zunehmender Komplexität der Organisation, Produktpalette, Produktbestandteile und Wertschöpfungskette. Insbesondere kleinen und mittleren Unternehmen fehlen häufig die Ressourcen zur eigenständigen CO₂-Bilanzierung. Sie sind dann auf externe Unterstützung angewiesen, die jedoch Kosten verursacht.

Diese Herausforderungen und Schwierigkeiten machen deutlich, dass noch erheblicher Handlungs- und Unterstützungsbedarf für die Unternehmen besteht, wenn sie ihre CO₂-Emissionen ermitteln und bilanzieren wollen.

Zur Bewältigung der Herausforderungen und Schwierigkeiten wünschen sich Unternehmen einen höheren Standardisierungsgrad von Vorschriften, Methoden und Werkzeugen sowie eine verbesserte Verfügbarkeit vor- und nachgelagerter Emissionsdaten.

Die Standardisierung und Konkretisierung von Vorschriften und Methoden zur CO₂-Bilanzierung ist eine Aufgabenstellung für regulatorische und normative Institutionen unter wissenschaftlicher Begleitung.

Die Optimierung der Verfügbarkeit von Daten und von Werkzeugen für deren Verarbeitung ist eine Aufgabenstellung, welche die Industrie zumindest zum Teil selbst übernehmen kann. Neben der Entwicklung und Bereitstellung von effizienten digitalen Unterstützungswerkzeugen wie Hard- und Software sowie Dienstleistungen, z. B. Beratung, Datenbereitstellung, gilt es auch, den unternehmensübergreifenden Informations- und Datenaustausch in der Lieferkette zu verbessern. Von der Industrie wurden hierzu bereits verschiedene Initiativen gestartet. Beispiele hierfür sind Unternehmensnetzwerke, die sich für einen verbesserten und standardisierten Datenaustausch zwischen Unternehmen einsetzen, z. B. Estainium oder Catena-X.

Da CO₂-Daten von Lieferanten oft nicht verfügbar sind oder deren Beschaffung mit hohem Aufwand verbunden ist, greifen aktuell viele Unternehmen auf Datenbanken mit Emissionsfaktoren zurück, wenn sie vor- und nachgelagerte CO₂-Emissionen bestimmen wollen. Die darin hinterlegten Werte sind jedoch statistische Mittelwerte oder Annahmen, die von den tatsächlichen Bedingungen abweichen können und damit im Einzelfall nicht zwingend korrekt sind. Beispielsweise können die CO₂-Emissionen bei der Herstellung von Metallen je nach Herstellungsverfahren sehr unterschiedlich sein. Falsche oder zu undifferenzierte Berechnungsgrundlagen – etwa ein für den tatsächlich genutzten Strommix zu hoher oder zu geringer Emissionsfaktor – können unangemessene Benachteiligungen oder Bevorzugungen einzelner Unternehmen und damit Wettbewerbsverzerrungen verursachen. Es besteht die Gefahr, dass erzielte Emissionsreduzierungen nicht erkannt werden, wohl aber der dafür betriebene Aufwand in Form erhöhter Kosten und Preise für Zwischen- oder Endprodukte. Dann wird die CO₂-Emission als Steuerungsgröße außer Kraft gesetzt. Diese Problematik kann nur behoben werden, wenn in allen Unternehmen der Lieferkette echte betriebs-, prozess- und produktspezifische CO₂-Daten ermittelt und weitergereicht werden.

Dies steht jedoch im Widerspruch zur Anforderung, den Aufwand für die CO₂-Emissionsbestimmung durch die Unternehmen möglichst gering zu halten. Denkbar ist, hierfür in Zukunft Systeme »vorbestimmter CO₂-Emissionen« zu entwickeln – analog zu Verfahren, wie sie zur Zeitdatenermittlung im Industrial Engineering eingesetzt werden, z. B. MTM. Dadurch könnten bereits in der Planungsphase von Produkten und Prozessen die späteren CO₂-Emissionsdaten gesteuert und beeinflusst werden. Die anschließende CO₂-Ermittlung für die realen Produkte und Prozesse hätte dann nur noch überprüfenden und bestätigenden Charakter.

Durch die Integration dieser CO₂-Daten als Stammdaten in ERP-Systemen könnten Unternehmen CO₂-Emissionen von Produkten, Prozessen und Organisationen dann künftig vielleicht sogar automatisch ermitteln. Die Unternehmensbefragung hat gezeigt, dass Ansätze hierfür bisher in keinem der befragten Unternehmen realisiert wurden. Hierfür sind noch umfassende methodische, organisatorische und technische Voraussetzungen zu schaffen.

Welche Wege auch immer zukünftig bei der CO₂-Emissionsbestimmung beschritten werden: Die zentrale Herausforderung wird darin bestehen, einerseits den Aufwand dafür möglichst niedrig und praktikabel zu halten und andererseits ein Qualitätsniveau der Ergebnisse zu garantieren, dass deren objektive Vergleichbarkeit sowie deren beabsichtigte Steuerungs- und Wettbewerbswirkung bei der CO₂-Emissionsreduzierung sichert.

AUTOREN



Dipl.-Wirt. Ing. Olaf Eisele, geboren 1971 in Liesborn; Studium des Wirtschaftsingenieurwesens an der Universität Paderborn; 15 Jahre Industrietätigkeit als Produktionsleiter eines Elektronikwerks; seit 2018 am ifaa – Institut für angewandte Arbeitswissenschaft im Fachbereich Unternehmensexzellenz.



Dr.-Ing. Frank Lennings, geboren 1963 in Clausthal-Zellerfeld; Studium des Maschinenbaus an der TU Clausthal und der RWTH Aachen; nach langjähriger Industrietätigkeit seit 2003 am ifaa – Institut für angewandte Arbeitswissenschaft; seit 2014 Leiter des Fachbereichs Unternehmensexzellenz.

Weitere ifaa-Publikationen zum Nachhaltigkeitsmanagement



www.arbeitswissenschaft.net/themenfelder/nachhaltigkeit

IMPRESSUM

© ifaa – Institut für angewandte Arbeitswissenschaft e.V. 2023

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Herausgebers. Das gilt insbesondere für die Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Der Herausgeber und die Autoren gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Herausgeber noch die Autoren übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen.

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Herausgeber:

ifaa – Institut für angewandte Arbeitswissenschaft e.V.
Prof. Dr.-Ing. habil. Sascha Stowasser
Uerdinger Straße 56, 40474 Düsseldorf
E-Mail: info@ifaa-mail.de
www.arbeitswissenschaft.net

Autoren:

Dipl.-Wirt. Ing. Olaf Eisele, Dr.-Ing. Frank Lennings

Layout und Gestaltung: Claudia Faber, gestaltbar, Lissendorf

Titelfoto: © [artjazz/stock.adobe.com](https://www.artjazz/stock.adobe.com)

Bezugsmöglichkeit Onlineversion: Dieses Werk ist als kostenfreier PDF-Download verfügbar unter www.arbeitswissenschaft.net/co2-bilanzierung



