

VDMA-Guideline

“Berechnungstool des Company Carbon Footprint (CCF) im Maschinen- und Anlagenbau“

Inhalt

Einleitung	5
Abkürzungsverzeichnis	6
Rahmen der Bilanzierung: internationale Guidelines	7
Greenhouse Gas Protocol Übersicht	7
Berechnungsmethoden	8
Wesentlichkeitsanalyse	8
Anwendung der Berechnungsmethoden aus dem GHGP	9
1. Spezifische Berechnung	9
2. Durchschnittsdatenmethode	10
Ausgabenbasierte Berechnung	10
Hybride Berechnungsmethode	10
Emissionsfaktoren	11
Anforderungen an Emissionsfaktoren	11
Übersicht verschiedener Datenbankenanbieter	14
VDMA Corporate Carbon Footprint Berechnungstool: Gebrauchsanleitung	15
Scope 1 und Scope 2	15
Scope 1	15
Scope 2	16
Scope 3 - Vorgelagerte Wertschöpfungskette	17
Scope 3.1 - Einge kaufte Güter und Dienstleistungen	17
Scope 3.2 - Kapitalgüter	18
Scope 3.3 - Energie- und brennstoffbezogene Aktivitäten	18
Scope 3.4 - Transport und Verteilung vorgelagert	19
Scope 3.5 - Abfall	21
Scope 3.6 - Geschäftsreisen	22
Scope 3.7 - Pendeln der Arbeitnehmer	23
Scope 3.8 - Angemietete oder geleaste Sachanlagen	27
Scope 3 - Nachgelagerte Wertschöpfungskette	28
Scope 3.9 - Transport und Verteilung nachgelagert	28
Scope 3.10 - Verarbeitung verkaufter Produkte	28
Scope 3.11 - Nutzung verkaufter Produkte	29
Scope 3.12 - Umgang mit verkauften Produkten an deren Lebensende	30
Scope 3.13 - Vermietete oder verleaste Sachanlagen	30
Scope 3.14 - Franchise	31

Scope 3.15 - Investitionen.....31

Abbildungverzeichnis

Abbildung 1: Bilanzierungsrahmen der Emissionskategorien (Quelle: Tfs 2022, S. 39)	7
Abbildung 2: Übersicht über Scope 1, 2 und 3 (Quelle: GHGP 2013, S. 6)	8
Abbildung 3: Mögliche Berechnungsarten im Tool	16
Abbildung 4: Unterschied Eingabe nach Gewicht und Ausgabe	17
Abbildung 5: Beispiel Eingabe nach Gewicht für Scope 3.4	20
Abbildung 6: Bilanzierung im Scope 3.5	22
Abbildung 7: Beispielhafte Auswertung der Umfrage für Scope 3.7	25
Abbildung 8: Bilanzierung im Scope 3.7	26
Abbildung 9: Berechnung für durchschnittliche Methoden bei Maschinen und Fortbewegungsmitteln in Scope 3.8	27
Abbildung 10: Eingabefelder für verkaufte Mengen und Emissionen im Scope 3.10	28
Abbildung 11: Tabelle zur Produktbezeichnung im Scope 3.10	29
Abbildung 12: Auswahlmöglichkeiten in Scope 3.11	30
Abbildung 13: Bilanzierung im Scope 3.12	30
Abbildung 14: Bilanzierung im Scope 3.15	32

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Kriterien zur Beurteilung der Relevanz einzelner Kategorien (Eigene Darstellung in Anlehnung an GHGP 2013)	9
Tabelle 2: Primäre und Sekundäre Emissionsfaktoren	11
Tabelle 3: Übersicht über die verwendeten Datenbanken und Quellen in den jeweiligen Kategorien zur Ermittlung von Emissionsfaktoren	11
Tabelle 4: Hinterlegte Daten für die Berechnungsdaten im Tool	16
Tabelle 5: Sortierung der Werkstoffe nach Stoffgruppen im Scope 3.1	18
Tabelle 6: Unterschiedliche Transportarten zu Scopes (Eigene Darstellung in Anlehnung an GHGP 2013, S. 50)	19
Tabelle 7: Übersicht über die unterschiedlichen Transportarten in Scope 3.4	20
Tabelle 8: Übersicht über die verschiedenen Arten des Personenverkehrs in Scope 3.6	23
Tabelle 9: Weitere Verkehrsmittel im Individualverkehr in Scope 3.7	24
Tabelle 10: Abgefragte Inhalte der erstellten Umfrage für Scope 3.7	24

Einleitung

Im Pariser Abkommen wurde das Ziel festgelegt, die globale Erwärmung auf 1,5 Grad über dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen. Damit wurde eine globale Vereinbarung auf staatlicher Ebene zur Begrenzung der Auswirkungen des Klimawandels geschaffen. In jüngster Zeit wurden die einzelnen Wirtschaftsakteure aufgefordert, sich ihrer Auswirkungen auf den Klimawandel bewusst zu werden und Maßnahmen zur Reduzierung der Emissionen zu ergreifen. Rechtsvorschriften auf EU-Ebene, wie die Richtlinie über die Nachhaltigkeitsberichterstattung von Unternehmen, verpflichten nun alle Unternehmen, die unter die Berichterstattungspflicht fallen, über die Emissionen im Zusammenhang mit den Unternehmensaktivitäten entlang ihrer Wertschöpfungskette zu berichten. Darüber hinaus wird von den Unternehmen verlangt, ihre wissenschaftlich fundierten Ziele und mittel- bis langfristigen Transformationspläne für die Dekarbonisierung mitzuteilen.

Die Kombination aus dem sich schnell ändernden Klima und der raschen Einführung von Berichtspflichten bedeutet, dass viele Unternehmen zum ersten Mal die mit ihren Unternehmensaktivitäten verbundenen Emissionen berechnen wollen. Im Maschinen- und Anlagenbau fallen viele dieser Unternehmen in die Kategorie der kleinen und mittleren Unternehmen (KMU).

Der VDMA hat daher ein Excel-basiertes Berechnungstool entwickelt, um Unternehmen zu unterstützen, die eine zeitnahe und leicht zugängliche Unterstützung bei der Berechnung ihres Corporate Carbon Footprints benötigen. Das übergeordnete Ziel ist es, den VDMA-Mitgliedsunternehmen, insbesondere aber nicht ausschließlich den KMU, ein Werkzeug an die Hand zu geben, mit dem sie ihre Scope-3-Emissionen erfassen und berichten können. Außerdem soll aufgezeigt werden, welche Daten für die Berichterstattung erforderlich sind und welche Qualität diese Daten haben sollen. Das Tool soll KMU trotz begrenzter Ressourcen (Mitarbeiter, Finanzen etc.) in die Lage versetzen, eine fundierte Aussage über ihre Emissionen zu treffen.

Abkürzungsverzeichnis

BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BMAS	Bundesministerium für Arbeit und Soziales
CO2e	CO2-Äquivalent
CSRD	Corporate Social Reporting Directive
DEFRA	Department of Environment, Food & Rural Affairs
EBeV	Emissionsberichterstattungsverordnung 2030
EPA	Environmental Protection Agency
EU	Europäische Union
GEMIS	Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme
GHGP	Greenhouse Gas Protocol
LCA	Lebenszyklus-Analyse
PEF	Product Environmental Footprint
ProBas	Prozessorientierte Basisdaten für Umweltmanagementsysteme
PV	Photovoltaik
THG	Treibhausgas
UBA	Umweltbundesamt
USEEIO	US Environmentally-Extended Input-Output Models
VDMA	Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbauer e.V.
WBSCD	World Business Council for Sustainable Development
WRI	World Resources Institute

Rahmen der Bilanzierung: internationale Guidelines

Greenhouse Gas Protocol Übersicht

Das GHGP entstand, als das World Resources Institute (WRI) und das World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) die Relevanz eines internationalen Standards für die Treibhausgasbilanzierung und -berichterstattung von Unternehmen Ende der 1990er Jahre erkannten.

Die erste Ausgabe des Unternehmensstandards wurde 2001 veröffentlicht. Sie bietet einen international akzeptierten Rahmen an, wie Unternehmen Emissionen aus Strom- und anderen Energieeinkäufen messen und die Emissionen aus ihrer gesamten Wertschöpfungskette berücksichtigen können. Das VDMA Corporate Carbon Footprint Berechnungstool orientiert sich am Rahmen des Greenhouse Gas Protocols.

Das GHGP gliedert die in einer Organisation oder in einem Unternehmen entstehenden Treibhausgase in drei Kategorien. Diese werden als Scopes bezeichnet und nach unterschiedlichen Bilanzierungsrahmen berechnet, welche durch englische Begriffe gekennzeichnet sind. Diese unterschiedlichen Rahmen lauten:

Cradle-to-Gate (Deutsch „Von der Wiege bis zum Tor“); hierbei sind alle Emissionen inbegriffen, die zur Bereitstellung der Aktivität benötigt werden. Bei Kraftstoffen oder fossilen Energieträgern wird außerdem alternativ der Begriff „WTT – Well-to-tank“ (Deutsch „Vom Bohrloch bis zum Tank“) verwendet.

Gate-to-Gate (Deutsch „Von Tor zu Tor“); hierbei werden nur die Emissionen betrachtet, die in einem vordefinierten Prozessschritt oder einer Prozesskette entstehen.

Cradle-to-Grave (Deutsch „Von der Wiege bis zur Bahre“); hierbei sind sämtliche Emissionen im gesamten Lebenszyklus inbegriffen.

Cradle-to-Cradle (Deutsch „Von der Wiege zur Wiege“); hierbei handelt es sich um alle Emissionen im gesamten Lebenszyklus inklusive der anfallenden Emissionen für die Bereitstellung zur Wiederverwendung.

Die drei Emissionskategorien Scope 1, 2 und 3 lassen sich diesen Bilanzierungsrahmen zuordnen. Alle drei zusammengenommen bilden den Rahmen Cradle-to-Grave, wenn nicht sogar Cradle-to-Cradle ab. Dies wird in Abbildung 1 veranschaulicht.

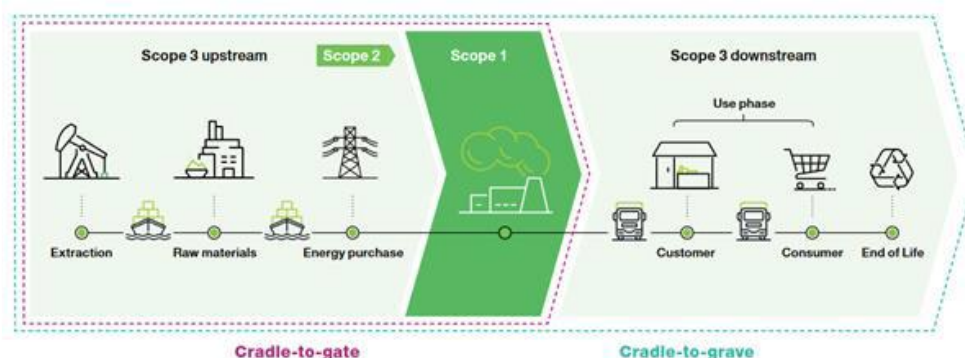


Abbildung 1: Bilanzierungsrahmen der Emissionskategorien (Quelle: Tfs 2022, S. 39)

Unter Scope 1 fallen die Emissionen, die durch die Nutzung von Primärenergie entstehen, wie in etwa Gase oder Kraftstoffe zur Bereitstellung von Wärme und Prozesswärme o.Ä.. Zusätzlich fallen unter Scope 1 auch Emissionen, die durch den Betrieb von unternehmenseigenen Fahrzeugen entstehen, und direkte Emissionen von Treibhausgasen, die bspw. durch Leckagen in die Atmosphäre freigesetzt werden.

Emissionen, die unter Scope 2 fallen, entstehen aus der Nutzung von Sekundärenergie, wie Strom oder Nah- und Fernwärme.

Scope-3-Emissionen sind sämtliche Emissionen, die in der Vorkette (Upstream) und in der Nachkette (Downstream) des Unternehmens entstehen. Insgesamt gibt es 15 Scope-3-Kategorien, die in Kapitel 3 ausführlich beschrieben werden. Abbildung 2 bietet einen ausgewählten Überblick über die drei Scopes.

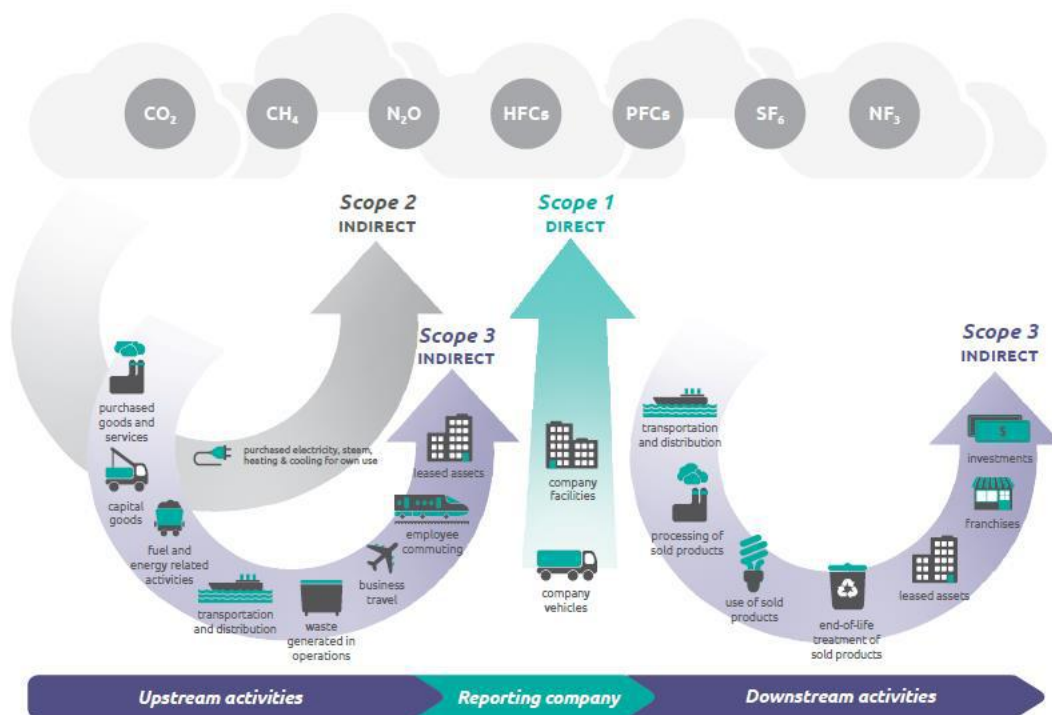


Abbildung 2: Übersicht über Scope 1, 2 und 3 (Quelle: GHGP 2013, S. 6)

Berechnungsmethoden

Wesentlichkeitsanalyse

Zunächst wägt der Anwender im Unternehmen ab, ob die jeweilige Scope 3 Kategorie für die Bilanzierung des Unternehmens relevant ist. Das GHGP schlägt dem Anwender dafür eine Reihe von unterschiedlichen Kriterien vor, welche nachfolgend in Tabelle 1 aufgeführt sind.

Stellt ein Unternehmen bspw. keine Güter her, sondern generiert seine Wertschöpfung durch beratende Tätigkeiten, so kann es u.U. sein, dass Kategorie 1 der Scope 3 Emissionen keine Relevanz darstellt. Diese Entscheidung muss letztendlich im Einzelfall vom Anwender getroffen werden. Das hier entwickelte Tool bietet Berechnungsmöglichkeiten für Scope 1, Scope 2 und sämtliche Scope 3 Kategorien.

Anschließend prüft der Anwender die vorhandene Datenlage für die relevanten Kategorien und entscheidet ausgehend davon, welche Berechnungsmethode zur Bilanzierung angewendet werden kann. Kommt der Anwender zu dem Schluss, dass eine Kategorie relevant ist und bilanziert werden soll, führt das GHGP mittels Entscheidungsbäumen zur passenden Berechnungsmethode. Die einzelnen Berechnungsmethoden werden im nächsten Unterkapitel genauer beschrieben. Es kann jedoch passieren, dass eine Kategorie trotz Relevanz wegen unzureichender Datenlage nicht bilanziert werden kann. Ein Beispiel hierfür wären Hersteller von Ausgangsstoffen, wie bspw. die Chemieindustrie. Da deren Produkte aufgrund der vielfältigen Verwendungsmöglichkeiten durch diverse Branchen und Konsumenten in Kategorie 3.11 und 3.12 relevant sind, könnte es für solche Unternehmen unter Umständen nicht möglich sein, diese mit vertretbarem Aufwand zu bilanzieren.

Anwendung der Berechnungsmethoden aus dem GHGP

Im Folgenden werden die vier unterschiedlichen Berechnungsmethoden der Treibhausgas-Bilanzierung nach GHGP vorgestellt, erläutert sowie ihre Besonderheiten und Voraussetzungen zur Anwendung aufgezeigt.

Tabelle 1: Kriterien zur Beurteilung der Relevanz einzelner Kategorien (Eigene Darstellung in Anlehnung an GHGP 2013)

Kriterien	Beschreibung der Aktivitäten
Größe	Sie tragen erheblich zu den erwarteten Scope 3 Emissionen des Unternehmens bei.
Einflussnahme	Es gibt potenzielle Emissionsminderungen, die vom Unternehmen durchgeführt oder beeinflusst werden könnten.
Risiko	Sie tragen zur Risikoexposition des Unternehmens bei (z. B. klimawandelbedingte Risiken wie Finanz-, Regulierungs-, Lieferketten-, Produkt- und Technologierisiken, Compliance/Rechtsstreitigkeiten und Reputationsrisiken).
Interessierte Kreise	Sie werden von wichtigen Interessengruppen (z. B. Kunden, Lieferanten, Investoren oder der Zivilgesellschaft) als kritisch angesehen.
Outsourcing	Es handelt sich um ausgelagerte Tätigkeiten, die zuvor intern durchgeführt wurden, oder um vom berichtenden Unternehmen ausgelagerte Tätigkeiten, die normalerweise von anderen Unternehmen im Sektor des berichtenden Unternehmens intern durchgeführt werden.
Anleitung für den Sektor	Sie wurden in den sektorspezifischen Leitlinien als wichtig eingestuft.
Analyse der Ausgaben oder Einnahmen	Es handelt sich um Bereiche, die ein hohes Ausgabenniveau erfordern oder hohe Einnahmen generieren (und manchmal mit hohen Treibhausgasemissionen verbunden sind).
Andere	Sie erfüllen alle zusätzlichen Kriterien, die vom Unternehmen oder der Branche entwickelt wurden.

1. Spezifische Berechnung

Bei der spezifischen Berechnung müssen sämtliche Bearbeitungsschritte des Stahlträgers in Abhängigkeit von den dafür verbrauchten Scope 1 und 2 Emissionen genau bilanziert werden. Für die Berechnung der Herstellung mit der spezifischen Berechnungsmethode am Beispiel eines Stahlträgers mit drei Bearbeitungsschritten (Urformung, Verzinkung, Zerspanung) wird wie folgt vorgegangen:

Scope 1 und 2 Emissionen bei Urformung, Verzinkung und Zerspanung des Stahlträgers

- Verwendetes Material (Primär- oder Sekundärstahl)
- Genaue Emissionen durch Kraftstoffe während der Lieferkette für genau diesen Stahlträger
- Transport während der Lieferkette zum letzten Lieferanten des bilanzierenden Unternehmens

Diese Berechnungsmethode hat den Vorteil, dass sämtliche entstehenden Emissionen verursachergerecht bilanziert werden können. Unter allen beschriebenen Berechnungsmethoden liefert sie die genauesten Ergebnisse. Die Berechnungsmethode hat jedoch den Nachteil, dass die Erhebung der Datengrundlage sehr aufwendig sein kann. Allein in dem oben beschriebenen Beispiel müssten bei verschiedenen Produzenten die exakten Product Carbon Footprints und Transportarten erfragt werden. Bei Herstellern mit einem begrenzten Warenstrom von wenigen Gütern und einer geringen Fertigungstiefe lässt sich dies noch darstellen, in allen anderen Fällen ist diese Berechnungsmethode jedoch zu aufwendig. Spätestens bei komplexen Gütern, wie Maschinen, die aus einer Vielzahl von vielen verschiedenen Einzelteilen bestehen, ist diese Methode nicht mit vertretbarem Aufwand anwendbar.

2. Durchschnittsdatenmethode

Bei dieser Berechnungsmethode werden die Emissionen eines Prozesses aus der Multiplikation mit den jeweiligen Parametern (Gewicht, Energiemenge, Volumen, Entfernung, etc.) und den dafür passenden Emissionsfaktoren aus bestehenden Datenbanken oder eigenen Erfahrungswerten nach folgender Formel ermittelt.

$$\text{Emissionsfaktor} \times \text{Aktivität} = \text{Emission}$$

Bei dieser Berechnungsmethode fallen nachträgliche Prozessschritte, wie die Zerspanung und Verzinkung, aus der Berechnung. Diese müssten ggf. mittels spezifischer oder der Durchschnittsdatenmethode hinzuaddiert werden.

Diese Berechnungsmethode hat den Vorteil, dass sie nur zwei Werte benötigt, um ein Ergebnis zu ermitteln. Der Nachteil dieser Berechnungsmethode ist, dass nicht immer Daten wie bspw. das Gewicht zu jedem Gut vorliegen. Zudem erfordert diese Methode die Recherche der jeweiligen Emissionsfaktoren, was sehr zeitintensiv sein kann. Zum einen sind bestimmte Emissionsfaktoren schwer zu finden oder fehlen ganz, zum anderen variieren Emissionsfaktoren für dieselben Stoffe je nach Datenbank.

Ausgabenbasierte Berechnung

Bei der ausgabenbasierten Berechnungsmethode, genauer „Environmentally-extended input output“ (EEIO), werden die Emissionen ganzer Volkswirtschaften den Umsätzen der Wirtschaftssektoren gegenübergestellt und unter den einzelnen Wirtschaftszweigen verteilt.

Diese Berechnungsmethode hat den Vorteil, dass keine aufwändige Recherche betrieben werden muss, da für sämtliche Emissionsfaktoren nur eine Datenbank benötigt wird. Der Nachteil dieser Berechnungsmethode ist, dass sie die Ungenauigkeit ist, da z.B. angenommen wird, dass alle Unternehmen ihre Güter zum gleichen Preis verkaufen. Verkaufen zwei Lieferanten den identischen Stahlträger jedoch zu unterschiedlichen Preisen, so ergeben sich zwei unterschiedliche Emissionswerte.

Hybride Berechnungsmethode

Bei der hybriden Methode handelt es sich um eine Mischung der drei vorgestellten Berechnungsmethoden.

Emissionsfaktoren

Anforderungen an Emissionsfaktoren

Emissionsfaktoren sind die Treibhausgasemissionen pro Aktivitätseinheit. Sie werden mit den Aktivitätsdaten multipliziert, um die Treibhausgasemissionen berechnen zu können.

Emissionsfaktoren stammen aus unterschiedlichen Quellen, und es wird zwischen primären und sekundären Emissionsfaktoren unterschieden:

Tabelle 2: Primäre und Sekundäre Emissionsfaktoren

Primäre Emissionsfaktoren	Sekundäre Emissionsfaktoren
Emissionsfaktoren, die auf der Grundlage von primären Tätigkeitsdaten für einen Prozess unter der Kontrolle eines Unternehmens berechnet oder von einem Lieferanten bereitgestellt werden.	Emissionsfaktoren aus Quellen wie Ökobilanzdatenbanken, veröffentlichten Produktinventarberichten, Regierungsbehörden oder Industrieverbänden.

Auf nationaler und internationaler Ebene stehen verschiedene kostenpflichtige sowie -freie Datenbanken für die verwendeten Emissionsfaktoren zur Verfügung.

Das VDMA-Tool zur Erstellung des Corporate Carbon Footprints enthält für jede Scope Kategorie integrierte Emissionsfaktoren. Es wird aktuell auf europäischer Ebene diskutiert, ob eine EU-weite kostenfreie Datenbank aufgebaut werden soll. Aktuell gibt es aber keine standardisierte Datenbank. Daher hat das Tool eine Vorauswahl an Emissionsfaktoren getroffen, die für die Erstellung eines Corporate Carbon Footprints hilfreich sein können. Nachstehend finden Sie eine Übersicht darüber, welche Datenbanken für welche Bereiche im Tool integriert sind.

Tabelle 3: Übersicht über die verwendeten Datenbanken und Quellen in den jeweiligen Kategorien zur Ermittlung von Emissionsfaktoren

Kategorie	Unterkategorie	Verwendete Quellen für EF
Scope 1	Energieträger zur Wärmebereitstellung Kraftstoffe Entfernungsdaten PKW Entfernungsdaten NFZ Direkte Kältemittlemissionen (Leckagen)	UBA 2022 mit Ausnahme von Flüssiggas DEFRA Fuels DEFRA Fuels DEFRA Business Travel - Land DEFRA Freight Goods LfU o.J.
Scope 2	Strommix Deutschland Photovoltaik und Fernwärme	UBA 2023a UBA 2022
Scope 3.1	Kältemittlemissionen (Leckagen) Ausgabenbasiert	Probas BAFA Dürrbeck Kunststoffe Winnipeg USEEIO
Scope 3.2	Ausgabenbasiert	USEEIO
Scope 3.3	Energieträger zur Wärmebereitstellung Kraftstoffe Entfernungsdaten PKW Entfernungsdaten NFZ	UBA 2022 mit Ausnahme von Flüssiggas DEFRA WTT - Fuels DEFRA WTT - Fuels DEFRA WTT - Pass Vehs & Travel - Land DEFRA WTT - Delivery Vehs & Freight
Scope 3.4	Alle	DEFRA Freight Goods DEFRA WTT - Delivery Vehs & Freight
Scope 3.5	Stoffe zur Verbrennung bevorzugt Ausgewählte Metalle Recycling Altöl und Kompostierung von Holz Abwasser Rest	EBEV 2030 (EU) Nr. 601/2012 S. 96 DEFRA Waste Disposal Probas EPA Table 9
Scope 3.6	Verkehrsmittel	DEFRA Business Travel - Land

		DEFRA WTT - Pass Vehs & Travel - Land DEFRA Business Travel - Sea DEFRA WTT - Business Travel - Sea DEFRA Business Travel - Air DEFRA WTT - Business Travel - Air DEFRA Hotel Stay
	Hotelerie	
Scope 3.7	Durchschnittsdaten	Destatis 2022 UBA 2023b
	Entfernung	DEFRA Business Travel - Land DEFRA WTT - Pass Vehs & Travel - Land
	Homeoffice	DEFRA Homeworking
Scope 3.8	Äquivalent zu Scope 1 und Scope 2	s.o.
Scope 3.9	Äquivalent zu Scope 3.4	s.o.
Scope 3.10	Emissionsfaktoren nicht in eigenem Einfluss	n.a.
Scope 3.11		DEFRA Fuels DEFRA WTT - Fuels
Scope 3.12	Äquivalent zu Scope 3.5	s.o.
Scope 3.13	Äquivalent zu Scope 1 und Scope 2	s.o.
Scope 3.14	Emissionsfaktoren nicht in eigenem Einfluss	n.a.
Scope 3.15	Emissionsfaktoren nicht in eigenem Einfluss	n.a.

Auf Wunsch eines Unternehmens ist es jedoch möglich, alle oder einige der eingebauten Emissionsfaktoren zu entfernen und sie durch Emissionsfaktoren aus einer Datenbank dessen Wahl zu ersetzen.

3.4. Data quality requirements

For companies calculating their footprint there are certain data quality requirements to follow, in order to ensure a comparable and accurate (as possible) calculation. The carbon footprint for each activity is calculated by multiplying activity data (e.g., consumption of raw material, fuels, electricity) with emission factors (kg CO₂e/unit). The used activity data and emission factors shall meet the following quality requirements.

Activity Data:

Data Quality Criteria	Requirement
Precision	Activity data shall be primary, company-specific data, identified according to the following hierarchy: 1. Measured data 2. Calculated data 3. Estimated data
Geographical representativeness	Activity data from all sites relevant for the products under study.
Technological representativeness	Activity data refer to specific (actual) technology from the production plants for the products under study.

Temporal representativeness	The used activity data cover the whole report period (fiscal year, calendar year)
Consistency	A minimum of consistency and justification will have to be ensured by checking for 15% deviation from the previous year's activity data. In case of a bigger deviation, a justifying comment must be provided by the practitioners.
Reliability	All activity data internally verified, and plausibility checked by (internal) reviewer.

Emission factors:

EF category	Requirement
Purchased materials	Use primary, company specific PCFs for raw material and auxiliary material EFs provided by your supplier, if available. If no primary PCFs/EFs are available, use the most appropriate standard EF available in public secondary data bases (e.g. ecoinvent).
Purchased electricity	Use primary, company specific EFs provided from your electricity supplier, if available, or calculate the EF based on the company specific electricity mix with regional standard EFs for the primary energy source (market based). If no primary EF is available and the electricity mix is not known, use location based EFs.
Others	In all the other cases use: 1. EFs from most recent quality secondary database 2. Proxies or estimations. The below hierarchy for the selection of secondary EFs shall be applied: 1. If the production origin (region/country) and production technology of the supplied products are known, choose a regional/country- and technology-specific production mix. 2. If the production origin (region/country) is known, but the production technology of the supplied products is not known, choose a regional/country-specific production mix. 3. If the production origin (region/country) is not known, choose a regional/country-specific production consumption mix based on the location of your direct supplier. 4. If there is no regional or country-specific dataset available choose the same product from another country or region which is the most appropriate in terms of GHG emission. 5. If the specific product is not available choose an appropriate proxy.
General	All EFs shall be specified as kgCO ₂ e/representative activity unit. The quality of supplier specific PCFs or EFs has to be evaluated and checked for appropriateness according to the GHG Protocol Standard or ISO 14067:2028. The source of

secondary data must be specified. Plausibility should be assessed and reported, including at minimum year of publication, database source and version.

Übersicht verschiedener Datenbankenanbieter

(Auswahl – kein Anspruch auf Vollständigkeit)

Name	Homepage	Lizenz	Sprache	Datenzugriff	Themenbereich
ISOPA	Library : ISOPA	frei	Englisch	webbasiert; Export als PDF- oder Excel-Datei	
GaBi (Sphera) 	Ökologischer Fußabdruck (sphera.com)	kostenpflichtig	Englisch	webbasiert	LCA-Datenbank
Ecoinvent 	http://www.ecoinvent.org/	kostenpflichtig	Englisch	webbasiert	LCA-Datenbank
SimaPro 	SimaPro LCA software for informed-change makers	kostenpflichtig	Englisch	webbasiert	LCA-Datenbank
ELCD	https://eplca.jrc.ec.europa.eu/ELCD3/index.xhtml?stock=default	kosten-frei	Englisch	webbasiert; Export als PDF- oder Excel-Datei	PEF
lea 	IEA – International Energy Agency	kostenpflichtig	Englisch	webbasiert	Strom- und Wärmezeugung (Länderspezifisch)
DEFRA 	GOV.UK	kosten-frei	Englisch	webbasiert	
GEMIS 	http://www.gemis.de/	kosten-frei	Deutsch	in eigenes Software-Tool integriert	
Probas	http://www.probas.umwelt/	kosten-frei	Deutsch	webbasiert; Export als PDF- oder Excel-Datei	

DIN EN 16258:2013-03	https://www.beuth.de/norm/din-en-16258/152888035	kostenpflichtig	mehrsprachig	Norm	Transport
sustamize 	www.sustamize.com	kostenpflichtig		webbasiert API	
Idemat 	Idemat (idematapp.com)	kosten-frei	Englisch	Excel- oder App basiert	

VDMA Corporate Carbon Footprint Berechnungstool: Gebrauchsanleitung

Scope 1 und Scope 2

Scope 1

Folgende Berechnungen müssen nach GHGP für Scope 1 erfolgen:

- Direkte Emissionen, die bei der Bereitstellung von Wärme für bspw. Heizungen oder Prozesse entstehen.
- Direkte Emissionen, die während dem Betrieb vom unternehmenseigenen Fuhrpark oder Maschinen entstehen.
- Direkte Emissionen, die durch die Entweichung von Treibhausgasen entstehen, wie bspw. Kältemittel von Klimaanlage, oder Gasen.

Das GHGP weist für die Berechnung der beiden Kategorien die spezifische- und die Durchschnittsberechnungsmethode aus.

Generell ist bei der Anwendung von Scope 1 die spezifische Methode verwendbar. Es müssen lediglich die direkten Emissionen aus der Verbrennung oder dem direkten Entweichen berechnet werden. Die jeweiligen Mengen liegen in der Regel in Form von Rechnungen durch Lieferanten oder Energieversorger vor. Auch die Leckagen von Kältemitteln können spezifisch bilanziert werden, da in diesem Fall die Menge über die Wiederbefüllung ermittelt werden kann.

Einzig die Bilanzierung aus Emissionen des Fuhrparks stellt hier eine Herausforderung dar. Grund hierfür ist, dass bei Scope 1 nur der unternehmenseigene Fuhrpark und nur Aktivitäten aus der unternehmerischen Tätigkeit bilanziert werden. So werden Emissionen von geleasteten oder gemieteten Fahrzeugen in Scope 3.8 bilanziert, während Emissionen aus Privatfahrten gar nicht bilanziert werden müssen.

Das erstellte Tool ermöglicht die Bearbeitung aller Möglichkeiten. Eine Zusammenfassung mit den jeweiligen Berechnungsarten ist in Abbildung 3 dargestellt:

Eingabe:

Scope 1

	Stoff und Einheit	Menge p.a.	Emissionen [kg CO ₂ e]
Wärme	Erdgas [kWh]	2.000,00	403,03
	Heizöl [L]	1,00	2,65
	Stückholz [kg]	1,00	0,01
	Hackschnitzel [kg]	1,00	0,00
Kraftstoff- mengen (Antriebsart	Benzin [L]	600,00	1.258,48
	Strom [kWh]	10.000,00	4.980,00
Laufleistung PKW	MittelklasseDiesel	30.000	5.014,69
Laufleistung NFZ	TransporterDiesel	50.000	11.564,20
Direkte Kältemittel-emissionen	R134A [kg]	1,00	1.533,00

Abbildung 3: Mögliche Berechnungsarten im Tool

Für die verschiedenen Berechnungen sind folgende Daten in Tabelle 4 im Tool hinterlegt:

Tabelle 4: Hinterlegte Daten für die Berechnungsdaten im Tool

Energieträger Wärmebereitstellung	Kraftstoffe	Laufleistungen PKW nach Antrieb und Klasse	Laufleistung NFZ nach Antrieb und Klasse	Treibhausgase
Erdgas	Benzin	Kleinwagen Benzin	Transporter (<3,5t) Benzin	R22
Biogas Mix	Diesel	Kleinwagen Diesel	Transporter (<3,5t) Diesel	R134A
Heizöl	LPG	Kleinwagen Erdgas	Transporter (<3,5t) CNG	R404A
Holzpellets	CNG	Kleinwagen LPG	Transporter (<3,5t) LPG	R410A
Hackschnitzel	Strom	Kleinwagen Hybrid	LKW (>3,5t Diesel)	R407C
Stückholz	Flugbenzin	Kleinwagen BEV	LKW (>3,5t Diesel) Gekühlt	R407F
Flüssiggas	Kerosin	Mittelklasse Benzin		R600A
Braunkohle	Schiffsöl	Mittelklasse Diesel		(Isobutan)
Steinkohle		Mittelklasse Erdgas		R744 (CO ₂)
		Mittelklasse LPG		R717 (NH ₃)
		Mittelklasse Hybrid		
		Mittelklasse BEV		
		Luxus/SUV/Sport Benzin		
		Luxus/SUV/Sport Diesel		
		Luxus/SUV/Sport Erdgas		
		Luxus/SUV/Sport LPG		
		Luxus/SUV/Sport Hybrid		
		Luxus/SUV/Sport BEV		

Bei Bedarf können hier weitere Daten angelegt werden. So können bspw. die Laufleistungen durch reale Verbrauchswerte der Fahrzeuge erweitert werden.

Scope 2

Für Scope 2 ist die spezifische Methode nicht anwendbar. Zwar können die verbrauchten Energiemengen für Strom, Fernwärme oder auch bei Erdgas etc. von den Lieferantenrechnungen ermittelt werden, jedoch müsste für die spezifische Berechnung die Strom- oder Fernwärmeezusammensetzung berücksichtigt werden. Da dies nicht mit vertretbarem Aufwand realisiert werden kann, da sich bspw. der reale Strommix theoretisch sekundlich ändern kann, wird im vorliegenden Tool mit Faktoren für den durchschnittlichen deutschen Strom- und Fernwärmemix gerechnet.

Scope 3 - Vorgelagerte Wertschöpfungskette

Der Scope 3 berücksichtigt die vor- und nachgelagerte Wertschöpfungskette. Die folgenden Unterkapitel befassen sich mit den Kategorien der vorgelagerten Wertschöpfungskette. Damit werden die ersten acht Scope 3 Kategorien abgedeckt.

Scope 3.1 - Eingekaufte Güter und Dienstleistungen

Scope 3.1 bilanziert alle eingekauften Güter und Dienstleistungen, die in dem jeweiligen Berichtsjahr angefallen sind. Die hierbei anfallenden Emissionen werden im Cradle-to-Gate-Bilanzierungsrahmen berechnet.

Der Fokus im Tool ist auf die Durchschnittsdatenmethode nach Gewicht (Tabellenblatt 3.1.1) und die ausgabenbasierte Methode (Tabellenblatt 3.1.2) gelegt worden. Die spezifische Methode ist zwar generell auch für jeden Stoff oder jede Dienstleistung anwendbar, stellt allerdings keinen vertretbaren Aufwand dar.

In dem Tool ist auch eine Kombination beider Methoden möglich bzw. gewünscht. So lassen sich Dienstleistungen selbstverständlich nicht nach Gewicht bewerten. Ein Ansatz kann sein, einzelne Warenströme zu clustern und deren Relevanz abzuwägen. Ausgehend davon können die relevantesten Waren nach dem Gewicht und die weniger relevanten nach der ausgabenbasierten Methode berechnet werden. Für den Anwender des Tools ist diese Abwägung im Einzelfall vorzunehmen. Möglich wäre allerdings auch, alle Waren nach der ausgabenbasierten Methode zu berechnen. Beide Methoden einzeln oder auch zusammen anzuwenden, ist GHGP-konform.

Die Anwendung im Tool ist bei beiden Methoden durch verkettete Dropdown-Menüs umgesetzt. Von links nach rechts wird zunächst die passende Aktivität bzw. der passende Werkstoff gewählt. Anschließend wird durch die Eingabe einer Geldmenge bzw. eines Gewichts die Emission errechnet. Rechts des Eingabefeldes lassen sich die unternehmensinternen Daten, wie bspw. Stücklisten, zu Informations- und Dokumentationszwecken einfügen. Abbildung 4 zeigt die Auswahlmöglichkeiten der beiden Methoden.

Eingabe:

Emissionen [kg CO ₂ e]	Werkstoffgruppe	Werkstoff	Bezeichnung	Gewicht [kg]
1.683,89	Elektro	ElektronikAlle	Computer-Laptop, 15-Zoll-Display	3,00
126.795,65	Eisenmetalle	Stahl	Warmgewalztes Stahlblech USA	55.000,00
197.667,71	Nichteisenmetalle	SonstigeNEM	Cadmium (EoL-RIR = 0%)	60.000,00
214.085,83	Kunststoff	Gummi	NBR (Nitrilkautschuk)	60.000,00

Eingabe:

Emissionen [kg CO ₂ e]	Wirtschaftssektor	Branche	Aktivität	Ausgaben [€ p.a.]
10.599,68	Sachgüterproduktion	Papier	Herstellung von elektronischen Computern	80.000,00
10.599,68	Sachgüterproduktion	Elektronik	Herstellung von elektronischen Computern	80.000,00
30.095,52	Urproduktion	Landwirtschaft	Herstellung von sonstigen Motorausrüstungen	80.000,00

Abbildung 4: Unterschied Eingabe nach Gewicht und Ausgabe

Je nach Nutzung ergibt sich insgesamt entweder nur die gewichts- oder nur die ausgabenbasierte Methode oder bei einem Zusammenwirken beider die hybride Methode (GHGP 2013, S. 20ff).

Bei der Erstellung des Tools ist gerade die Recherche für die Methode nach Gewicht für Kategorie 3.1 besonders anspruchsvoll gewesen. So war eigentlich keine der oben genannten Quellen für Emissionsfaktoren zufriedenstellend anzuwenden. Stattdessen mussten für jeden Stoff die

Emissionsfaktoren einzeln recherchiert und auf Plausibilität geprüft werden, da teilweise große Abweichungen in den Quellen bestehen. Aufgrund dessen wurde eine Einschränkung bzgl. der Auswahl der Emissionsfaktoren getroffen. Diese bezog sich auf die wichtigsten Werkstoffe für produzierende Unternehmen nach dem Tabellenbuch Metall (Gomeringer et al. 2017, S. 122ff). Diese Werkstoffe wurden Stoffgruppen zugeordnet, wie Tabelle 5 veranschaulicht. Anschließend wurden Emissionsfaktoren für diese Auswahl recherchiert.

Tabelle 5: Sortierung der Werkstoffe nach Stoffgruppen im Scope 3.1

Leichtmetalle	Schwermetalle	Stähle	Edelmetalle	Duroplaste	Thermo- plaste	Elastomere
Aluminium Primär	Kupfer Primär	Stahl Blech	Silber	PF	PC	BR
Aluminium Sekundär	Kupfer Sekundär	Stahl Blech Verzinkt	Gold	MF	PET	CO
Aluminium Guss	Messing	Stahl	Platin	UF	PMMA	CR
Aluminium Knetlegierung	Bronze	Stahl Verzinkt	Iridium	UP	PS	CSM
Aluminium Blech	Zink	Edelstahl	Palladium	Epoxidharz	SAN	EPDM
Magnesium Guss	Zinn		Rhodium		ABS	FKM
Magnesium Knetlegierung	Nickel				CA	IIR
Titan	Blei				PA 6	IR
					PA 66	NBR
					PE HD	NR
					POM	PUR
					PP	SIR
					PVC-P	SBR
					PVC-U	
					PEEK	
					PI	
					PPS	
					PSU	
					PTFE	

Die gezeigte Auswahl erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Zudem konnten selbst bei dieser Auswahl nicht für alle Stoffe Emissionsfaktoren gefunden werden. Deshalb wurde in diesen Fällen mit generischen Werten gerechnet. Dies wurde im Tool angegeben.

Bei Bedarf kann diese Kategorie durch den Anwender um weitere Emissionsfaktoren ergänzt werden.

Scope 3.2 - Kapitalgüter

Diese Kategorie hat laut GHGP die gleiche Berechnungsmethode zur Bilanzierung wie Scope 3.1. Der Unterschied liegt darin, dass Kapital- und Investitionsgüter bilanziert werden. Die Berechnung im Tool erfolgt äquivalent zur ausgabenbasierten Methode aus Scope 3.1. Lediglich die Wirtschaftssektoren wurden hierbei auf Sachgüterproduktion und Dienstleistung beschränkt.

Angemerkt sei hier noch, dass in Scope 3.2 die Emissionen aus Kapitalgütern nur im Jahr des Erwerbs bilanziert werden. Etwaige Abschreibungen sieht das GHGP nicht vor. Die gesamten Emissionen der Herstellung oder andere einmalige Vorgänge während des Erwerbs wie bspw. die Zulassung werden ebenfalls im Jahr des Erwerbs berechnet. Laufende Zahlungen wie bspw. die jährlich anfallenden Zinsen oder Versicherungsprämien werden im folgenden Jahr in Scope 3.1 bilanziert (GHGP 2013, S. 36f).

Scope 3.3 - Energie- und brennstoffbezogene Aktivitäten

Diese Kategorie bilanziert die vorgelagerten Emissionen der Scope 1 und 2 Aktivitäten sowie die Verluste bei der Übertragung und der Verteilung. Die Berechnung nach GHGP und ebenfalls im Tool erfolgt äquivalent zu den Kategorien von Scope 1 und 2. Lediglich die Emissionsfaktoren haben andere

Werte. Die Quellen sind bis auf eine Ausnahme die gleichen wie die aus Scope 1 und 2. Nur für Verlust von Strom bei Übertragung und Verteilung musste mangels Daten der Wert von DEFRA verwendet werden. Ein weiterer Unterschied zu Scope 1 und 2 ist, dass die vorgelagerten Emissionsfaktoren der Treibhausgase nicht in Scope 3.3 bilanziert werden. Diese werden in dem Fall in Scope 3.1 bilanziert. Die Anwendung im Tool ist die gleiche wie in Scope 1 und 2. Bis auf Leckagen werden die gleichen Werte eingetragen wie in Scope 1 und 2. Am einfachsten lässt sich das über STRG C und V im Tool übertragen (GHGP 2013, S. 38ff).

Scope 3.4 - Transport und Verteilung vorgelagert

Diese Kategorie bilanziert die Emissionen, die während des vorgelagerten Transports und Vertriebs der Waren entstehen. Hier gibt es einige Unterschiede zu beachten, in welchen Fällen welche Scope-Kategorie gewählt werden muss. Dies ist in Tabelle 6 dargestellt.

Tabelle 6: Unterschiedliche Transportarten zu Scopes (Eigene Darstellung in Anlehnung an GHGP 2013, S. 50)

Transport- und Vertriebsaktivitäten in der Wertschöpfungskette	Umfang und Kategorie der Emissionen
Transport und Verteilung in Fahrzeugen und Einrichtungen, die dem meldenden Unternehmen gehören oder von ihm kontrolliert werden.	Scope 1 (für Brennstoffverbrauch) oder Scope 2 (für Stromverbrauch).
Transport und Verteilung in Fahrzeugen und Anlagen, die vom berichtenden Unternehmen geleast und betrieben werden.	Scope 3, Kategorie 8 (vorgelagerte geleaste Anlagen).
Transport und Vertrieb von eingekauften Produkten, die dem letzten Lieferanten des berichtenden Unternehmens vorgelagert sind (z. B. Transport zwischen dem Hersteller und dem Lieferanten des Unternehmens).	Scope 3, Kategorie 1 (eingekaufte Waren und Dienstleistungen), da die Emissionen aus dem Transport bereits in den Cradle-to-Gate-Emissionen der eingekauften Produkte enthalten sind. Diese Emissionen müssen nicht getrennt von Kategorie 1 berichtet werden.
Transport und Verteilung der vom meldenden Unternehmen gekauften Produkte zwischen dem letzten Lieferanten des Unternehmens und dem eigenen Lieferort (in Fahrzeugen und Einrichtungen, die nicht dem meldenden Unternehmen gehören oder von ihm kontrolliert werden).	Scope 3, Kategorie 4 (vorgelagerter Transport und Vertrieb).
Transport- und Vertriebsdienstleistungen, die das meldende Unternehmen im Berichtsjahr (entweder direkt oder über einen Vermittler) erworben hat, einschließlich der Eingangslogistik, der Ausgangslogistik (z. B. für verkaufte Produkte) sowie des Transports und Vertriebs zwischen den eigenen Einrichtungen des Unternehmens (in Fahrzeuge und Einrichtungen, die nicht im Eigentum oder unter der Kontrolle des meldenden Unternehmens stehen).	Scope 3, Kategorie 4 (vorgelagerter Transport und Vertrieb).
Transport und Vertrieb der vom meldenden Unternehmen verkauften Produkte zwischen den Betrieben des meldenden Unternehmens und dem Endverbraucher (sofern nicht vom meldenden Unternehmen bezahlt), einschließlich Einzelhandel, Lagerung (in Fahrzeugen) und	Scope 3, Kategorie 9 (nachgelagerter Transport und Vertrieb).

Einrichtungen, die sich nicht im Besitz oder unter der Kontrolle des berichtenden Unternehmens befinden.	
--	--

Das GHGP sieht eine getrennte Betrachtung von Transport und Verteilung vor. Die Emissionen für die Verteilung sind dabei die Scope 1 und 2 Emissionen, die bspw. während der Umverteilung in einem Logistikcenter entstehen. Im weiteren Verlauf dieser Arbeit und auch im entwickelten Tool wird in diesem Fall eine Einschränkung getroffen und diese Emissionen nicht weiter betrachtet. Einerseits ist gerade die kurze Verweildauer in Zwischenlagern und Logistikcentern vom Anwender kaum mit vertretbarem Aufwand zu bemessen. Andererseits wird sie im Vergleich zu den Emissionen durch den Transport kaum ins Gewicht fallen, mit Ausnahme von Einzelfällen, die im Zuge dieser Arbeit nicht erfasst werden können. Falls dies dennoch der Fall sein sollte, und der Anwender befindet, dass diese Emissionen von Bedeutung sind, können sie mittels des Tabellenblatts für Scope 1 und 2 berechnet werden.

Das Tool unterscheidet hierbei die Transportarten unter den in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** dargestellten Arten.

Tabelle 7: Übersicht über die unterschiedlichen Transportarten in Scope 3.4

Land	See	Luft
LKW Diesel (>3.5t)	Seefracht Container	Luftfracht Kurzstrecke
LKW Diesel (>3.5t) Gekühlt	Seefracht Fahrzeuge	Luftfracht Langstrecke
Transporter Diesel (<3.5t)	Seefracht Gekühlt	
Transporter Benzin (<3.5t)		
Güterzugverkehr		

In dem Tool können diese Transportarten einzeln und auch kombiniert mit unterschiedlichen Distanzen dargestellt werden. Eine Lieferung bspw. von Peking per Seefracht nach Rotterdam, anschließend Frachtflug nach Frankfurt und zuletzt Transport mittels LKW zur letzten Station kann also dargestellt werden. Mehrere unterschiedliche Lieferungen lassen sich durch eine Erweiterung der Spalten ebenfalls leicht darstellen.

Weiterhin lassen sich für den Straßenverkehr auch Transporte ohne Angabe von Gewicht berechnen, da gerade bei leichten Lieferungen nicht immer Angaben des Gewichts vorliegen können. Wie das Beispiel für die Lieferung eines 50.000kg schweren Paketes aus 1000 km Entfernung mit einem LKW in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zeigt, lohnt es sich für das Unternehmen, die Gewichtsdaten zu erfragen (GHGP 2013, S. 49ff).

	Transport Stahl	Transport Alu
Gewicht [kg]	50.000	50.000
Entfernung [km]	1.000	500
Transportart	Fracht-Schiene	LKW (> 3.5 t)
Emissionen Gesamt [kg CO ₂ e]	1.734,99	3.010,44

Abbildung 5: Beispiel Eingabe nach Gewicht für Scope 3.4

Als Berechnungsgrundlage wurden für diese Kategorie ausschließlich Daten von DEFRA genommen, wobei hier sowohl die direkten als auch die indirekten Emissionen aus WTT berücksichtigt wurden.

Gerade für Mobilitäts- und Transportarten ist die DEFRA-Datenbank besonders geeignet, da hier sehr viele Werte für unterschiedliche Arten dargestellt werden. Als Benchmark rechnen u. a. Konzerne wie Pfizer und Ikea ebenfalls mit diesen Daten (Pfizer 2021 & Ikea 2021).

Scope 3.5 - Abfall

Für Scope 3.5 müssen die Emissionen bilanziert werden, die durch Abfall der unternehmerischen Tätigkeit entstehen. Hierbei werden nach GHGP ebenfalls die unterschiedlichen Verwendungen der Abfallmengen sowie die Abwassernachbehandlung berücksichtigt. Das GHGP beschreibt bei der Bilanzierung die drei folgenden Berechnungsmethoden:

Bei der lieferantenspezifischen Methode müssen, die für die Entsorgung der Abfälle entstandenen Scope 1 und 2 Emissionen bilanziert werden. Es müssen in diesem Fall für jede Abfallbeseitigung bzw. -abholung die tatsächlichen Emissionen beim Entsorgungsbetrieb angefragt werden. Dabei ergeben sich folgende Schwierigkeiten:

Es ist mitunter nicht auf einzelne Abholmengen zu ermitteln, welche Emissionen dabei entstanden sind. Außerdem variieren diese einerseits nach der Entsorgungsart, wie Recycling, Verbrennung und Kompostierung, andererseits durch die Anlagen der von Ort zu Ort unterschiedlichen Entsorgungsbetriebe. Bei dieser Berechnungsmethode muss das alles berücksichtigt werden. Dies ist in den meisten Fällen nicht mit vertretbarem Aufwand durchführbar und wird deshalb hier nicht weiter behandelt.

Weiterhin sieht das GHGP die abfallspezifische und die Durchschnittsdatenmethode vor. Bei der Ersten werden die Abfallarten getrennt voneinander und in Abhängigkeit der Verwertungsart betrachtet. Bei Letzterer werden allgemeine Durchschnittsdaten verwendet. Im erarbeiteten Tool erfolgt die Berechnung durch eine Mischung beider Methoden. So können sowohl einzelne Abfälle unter Bezugnahme der Verwertungsart als auch generische Abfallmengen bilanziert werden, welche im Tool unter „Sonstige Abfälle“ eingeordnet sind. Die Verwertungsart für die jeweiligen Abfallströme muss hier im Prinzip auch berücksichtigt werden. Idealerweise müssten am Beispiel von einer Tonne Plastikmüll anteilig die vier Verwertungsarten Recycling, Verbrennung, Deponierung und Kompostierung berücksichtigt werden. Auf einige Stoffe, wie auch das genannte Beispiel, sind nicht alle Verwertungsarten anwendbar. Diese Abwägung muss getroffen und die Anteile beim jeweiligen Entsorgungsbetrieb erfragt werden. Auch dies stellt einen nicht zumutbaren Aufwand dar, weshalb im Tool bei der Verwendungsart zwischen einem Mittelwert und dem Worst Case gewählt werden kann. Bei der Erstellung des Tools mit dem Kooperationsunternehmen wurde schnell deutlich, dass gerade Industriebetriebe für ihre Abfallströme von den Abholern der Abfälle Belege über die abgeholte Menge unter Zuordnung einer sechsstelligen AVV-Nummer erhalten. Diese AVV-Nummer ergibt sich aus der Abfallverzeichnisverordnung. Darin werden Abfallströme 19 Kategorien und insgesamt über 1.000 Nummern zugeordnet (BfJ 2020). Hierbei sind zwar auch viele Nummern doppelt belegt, so gibt es bspw. Plastikmüll in mehreren Kategorien, jedoch bietet diese Art der Abfallbezeichnung einen rechtssicheren Bilanzierungsrahmen im gesamten europäischen Wirtschaftsraum. Im Zuge dieser Arbeit konnten natürlich nicht alle AVV-Nummern hinterlegt werden. Es wurde eine Auswahl anhand der im Kooperationsunternehmen anfallenden Abfälle getroffen. Zudem wurde im Tool auch die Möglichkeit hinterlegt, nicht nach der AVV-Nummer, sondern nach der Abfallbezeichnung zu bilanzieren. Um dies zu ermöglichen, wurden im Tool die AVV-Nummern den Bezeichnungen der verwendeten Datenbanken zugeordnet.

Als eine besondere Herausforderung stellte sich die Recherche der Emissionsfaktoren gerade in dieser Kategorie dar, weil keine der verwendeten Datenbanken und Quellen zufriedenstellende Einträge für die Abfallströme und die Verwertungsarten aufweist. Als Ergebnis wurde eine Mischung unter folgender Priorisierung angewendet:

1. Verbrennung bevorzugt (EBeV 2023)
2. Wenn 1. nicht möglich, dann EPA Table 9 (EPA 2023b)
3. Wenn 2. Nicht möglich, dann DEFRA Waste Disposal (DEFRA 2023)

Ein ähnliches Vorgehen wurde für die anderen drei Verwertungsarten vorgenommen. Die verwendeten Quellen und Datenbanken sind im Tool hinterlegt. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zeigt die Eingabefelder im Tool.

Eingabe:

Eingabe nach:		Stoffbezeichnung
Entsorgungsverfahren:		Mittelwert
Stoffbezeichnung	Menge p.a. [kg]	Emissionen [kg CO ₂ e]
Altpapier	10.000,00	4.580,21
13 02 06	5.000,00	0
15 01 03	1.000,00	0
13 02 06	1.000,00	0
Abwasser [cbm]	1.000,00	274,00
Emissionen Gesamt [kg CO ₂ e]		4.854,21

Abbildung 6: Bilanzierung im Scope 3.5

Abschließend ist in diesem Scope noch zu erwähnen, dass das GHGP eine Abwägung bei Energiegewinnung aus Abfällen vorsieht. Generiert ein bilanzierendes Unternehmen Abfälle, die von dem abholenden Entsorgungsbetrieb für die Erzeugung von Energie genutzt werden, und bezieht das bilanzierende Unternehmen diese erzeugte Energie wiederum selbst, so sind die Abfallströme, die zur Energiegewinnung verwendet wurden, nicht unter Scope 3.5, sondern unter Scope 1 oder 2 zu bilanzieren. Bezieht das bilanzierende Unternehmen die erzeugte Energie jedoch nicht, so müssen diese Abfallströme gar nicht bilanziert werden. Diese Unterscheidung erscheint in der Praxis für das bilanzierende Unternehmen nicht anwendbar, weshalb sie auch nicht im Tool angewendet wird (GHGP 2013, S. 72ff).

Scope 3.6 - Geschäftsreisen

Bei dieser Kategorie werden die Emissionen berechnet, die auf Geschäftsreisen der Belegschaft im Berichtsjahr entstehen. Hier wird, wie auch in vorherigen Kategorien, unterschieden, ob die Reisen mit unternehmenseigenen, geleasten oder unternehmensfremden Verkehrsmitteln, wie bspw. Flugzeugen, Schiffen etc., durchgeführt werden. Je nach Eigentumsverhältnissen werden die entstandenen Emissionen entweder in Scope 1 und 2, Scope 3.8 oder in der Kategorie für nicht im Eigentum oder Leasingverhältnis bestehende Verkehrsmittel bilanziert.

Die Berechnungsmethoden nach GHGP sind im Grunde äquivalent zu der in Kapitel 3.4.4 beschriebenen Scope 3.4 Kategorie für Transporte. Lediglich das Gewicht spielt hier logischerweise keine Rolle, dafür natürlich die Anzahl der reisenden Personen. Auch die Verkehrsmittel mussten hier

von Güter- auf Personenverkehr umgestellt werden, welcher in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** dargestellt wird.

Tabelle 8: Übersicht über die verschiedenen Arten des Personenverkehrs in Scope 3.6

Land	See	Luft
Kleinwagen Benzin	Fähre mit Auto	Kurzstrecke Economy
Kleinwagen Diesel	Fähre ohne Auto	Kurzstrecke Business
Kleinwagen Erdgas		Langstrecke Economy
Kleinwagen LPG		Langstrecke Premium Economy
Kleinwagen Hybrid		Langstrecke Business
Kleinwagen BEV		Langstrecke First
Mittelklasse Benzin		
Mittelklasse Diesel		
Mittelklasse Erdgas		
Mittelklasse LPG		
Mittelklasse Hybrid		
Mittelklasse BEV		
Luxus/SUV/Sport Benzin		
Luxus/SUV/Sport Diesel		
Luxus/SUV/Sport Erdgas		
Luxus/SUV/Sport LPG		
Luxus/SUV/Sport Hybrid		
Luxus/SUV/Sport BEV		
Reisebus		
Bahn-Fernverkehr		

Zu Land können für Mietwagen die Fahrzeugklassen wie bereits in Scope 1 gewählt werden. Zudem gibt es eine Auswahl für den Schienen-Fernverkehr und für Reisebusse. Auf See gibt es die Wahl zwischen Fahren mit und ohne Auto. Kreuzfahrten u. Ä. werden im Tool nicht betrachtet. Bei Flügen wird im Tool zwischen Kurz- und Langstrecke sowie den unterschiedlichen Klassen während des Fluges unterschieden. Dies geschieht, da bei der Berechnung der Emissionsfaktoren die maximalen Sitzplätze als Basiswert genommen werden. Aufgrund von kleineren Sitzen in der Economy Class, verglichen mit der First- oder Business Class, sind die Emissionen für Letztere größer als bei Reisen in der Economy Class.

Die Wahl der verwendeten Emissionsfaktoren erfolgt hier ebenfalls wie in Scope 3.4 nach den direkten und den WTT-Faktoren aus DEFRA.

Weiterhin können in Scope 3.6 die Emissionen aus Hotelübernachtungen optimal bilanziert werden. Dies ist im Tool ebenfalls dargestellt. Die Emissionsfaktoren werden in CO₂e pro Zimmer und Nacht dargestellt, stammen auch hier von DEFRA und sind für 38 Länder angelegt worden (GHGP 2013, S. 81ff).

Scope 3.7 - Pendeln der Arbeitnehmer

In dieser Kategorie handelt es sich vorrangig um die Berechnung von Emissionen, die auf dem Arbeitsweg der Belegschaft entstehen.

Das GHGP beschreibt dafür 3 Berechnungsmethoden. Zum einen wäre da, wie auch bei Kategorie 3.4 und 3.6, die spezifische Methode, anhand derer der exakte Kraftstoffverbrauch während der Fahrt zur Arbeit, exklusiven privaten Fahrten etc. errechnet werden muss. Wie schon zuvor beschrieben, ist das

auch in dieser Kategorie zu aufwendig und in der Praxis eigentlich nicht darstellbar. Alternativ beschreibt das GHGP die Berechnung mittels Entfernung und Durchschnittswerten. Beide Methoden sind darstellbar und werden im erstellten Tool unter den Tabellenblättern 3.7.1 und 3.7.2 dem Anwender zur Verfügung gestellt.

Die Berechnung mit der Entfernungsmethode erfolgt hier äquivalent zu Kategorie 3.4 und 3.6. Entfernungen werden jeweils unterschiedlichen Verkehrsmitteln zugeordnet und die Emissionen mittels der Entfernung vom Wohnort zur Arbeitsstätte, dem Einbeziehen von Hin- und Rückweg und den Arbeitstagen im Jahr errechnet.

Neben den bereits in früher beschriebenen Kategorien für PKW-Klassen und deren Antriebsart wurden noch weitere Verkehrsmittel, wie in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** dargestellt, verwendet.

Tabelle 9: Weitere Verkehrsmittel im Individualverkehr in Scope 3.7

Individualverkehr	ÖPNV
Kleinwagen Benzin	S-Bahn/Regio
Kleinwagen Diesel	U-Bahn/Tram
Kleinwagen Erdgas	IC/ICE
Kleinwagen LPG	Bus
Kleinwagen Hybrid	
Kleinwagen BEV	
Mittelklasse Benzin	
Mittelklasse Diesel	
Mittelklasse Erdgas	
Mittelklasse LPG	
Mittelklasse Hybrid	
Mittelklasse BEV	
Luxus/SUV/Sport Benzin	
Luxus/SUV/Sport Diesel	
Luxus/SUV/Sport Erdgas	
Luxus/SUV/Sport LPG	
Luxus/SUV/Sport Hybrid	
Luxus/SUV/Sport BEV	
Motorrad/Roller	

Eine Herausforderung kann die Ermittlung von personenbezogenen Daten sein. Eine Möglichkeit hierfür liefert eine Umfrage. Für Unternehmen lässt sich dies bspw. mittels Intranet oder Gehaltsabrechnungssoftware erheben. Probeweise wurden die personenbezogenen Daten mittels einer kostenlosen Umfrage ermittelt. Im gleichen Zug wurde eine Befragung implementiert, welche den Anteil der Beschäftigung im Homeoffice feststellt. Dies stellt nach GHGP eine optionale Bilanzierung für Scope 3.7 dar. Die in der Umfrage abgefragten Inhalte sind in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** aufgeführt.

Tabelle 10: Abgefragte Inhalte der erstellten Umfrage für Scope 3.7

Nr.	Frage
1	Wie lange ist Ihr Arbeitsweg (Hin- und Rückweg in km gerundet)?
2	Welches Verkehrsmittel nutzen Sie überwiegend auf Ihrem Arbeitsweg?
3	Bei PKW Nutzung: Welcher Kategorie gehört Ihr Auto an?
4	Bei PKW Nutzung: Welche Antriebsform hat Ihr Auto?

5	Bei Nutzung von öffentlichen Verkehrsmitteln: Welche Art nutzen Sie überwiegend?
6	Wie oft pro Woche arbeiten Sie durchschnittlich von zuhause?
Nr.	Antwort
1	Freie Eingabe
2	Vorgegeben: Zu Fuß bzw. Fahrrad; Auto; ÖPNV
3	Vorgegeben: Kleinwagen; Mittelklasse; Luxus/SUV/Sport
4	Vorgegeben: Benzin; Diesel; Erdgas; LPG; Hybrid; BEV
5	Vorgegeben: S-Bahn/Regio; U-Bahn/Tram; IC/ICE; Bus
6	Vorgegeben: Zahlen 0-5

Die Umfrage ließ sich online mittels eines kostenlosen Anbieters anonym durchführen und ließ eine individuelle Auswertung der einzelnen Probanden zu. Die anschließende Übertragung der Ergebnisse ins Tool dauerte im Schnitt 40 Sekunden pro Person. Eine Übertragung der gesamten Belegschaft des Kooperationsunternehmens wäre also in unter einer Stunde durchführbar.

An der Stelle muss allerdings erwähnt werden, dass die verwendete Fragestellung noch Verbesserungspotential hat. So haben einige Probanden nicht verstanden, dass die Fragen 2, 3 und 4 nicht beantwortet werden müssen, wenn bspw. bei der Art des Verkehrsmittels „zu Fuß“ gewählt wurde. So wurde auch teilweise trotz Autonutzung die Art des ÖPNV angegeben. Da bei der zweiten Frage die überwiegende Nutzung erfragt wurde, konnte eine Auswertung zwar erfolgen, jedoch sollte im weiteren Vorgehen diese Umfrage optimiert werden. Das Tool ist aktuell für 20 Mitarbeitende programmiert, kann aber durch Erweitern von Spalten, wie in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** dargestellt, vergrößert werden.

Eingabe:

Anzahl Arbeitstage:	222	
Wochenarbeitsstunden:	39	
		Emissionen Gesamt Mobilität [t CO ₂ e]: 93,51
		Emissionen Gesamt Homeoffice [t CO ₂ e]: 18,50

Auswertung Umfrage:

	MA 1	MA 2	MA 3	MA 4	MA 5	MA 6	MA 7	MA 8	MA 9
Arbeitsweg (Hin- und Rückweg)	10	40	12	76	45	13	67	54	80
Fortbewegungsmittel	Auto	zu Fuß/Fahrrad	Auto	Auto	zu Fuß/Fahrrad	zu Fuß/Fahrrad	Auto	Auto	Auto
PKW - Größe	Mittelklasse	keins	Mittelklasse	Kleinwagen	keins	Kleinwagen	Mittelklasse	Kleinwagen	Mittelklasse
PKW - Antriebsart	Diesel	keins	Diesel	Benzin	keins	Benzin	Benzin	Benzin	Benzin
Öffentliche Verkehrsmittel - Art	keins	keins	keins	keins	keins	Bus	S-Bahn/Regio	S-Bahn/Regio	S-Bahn/Regio
Homeoffice (Tage je Arbeitswoche)	1	4	5	3	2	0	0	5	1
Emissionen Gesamt Verkehr / MA [kg CO ₂ e]	369,31	0,00	0,00	1.213,90	0,00	0,00	3.386,49	0,00	3.234,86
Emissionen Gesamt Homeoffice / MA [kg CO ₂ e]	115,60	462,38	577,98	346,79	231,19	0,00	0,00	577,98	115,60

Abbildung 7: Beispielhafte Auswertung der Umfrage für Scope 3.7

Sämtliche Emissionsfaktoren für Verkehr stammen aus der DEFRA-Datenbank und betrachten sowohl die direkten als auch die WTT-Emissionen. Die Emissionsfaktoren für Homeoffice stammen ebenfalls aus DEFRA, jedoch gibt es hier seitens der Datenbank keine Unterscheidung nach Emissionsart.

Die Bilanzierung nach der Durchschnittsdatenmethode war ursprünglich nicht vorgesehen. Bei der Recherche zur Benchmark wurde zufällig der Nachhaltigkeitsbericht der Knorr-Bremse AG entdeckt. Die Knorr-Bremse AG mit 7 Mrd. € Umsatz und 31 Tsd. Mitarbeitenden verwendet genau diese Methode (Knorr-Bremse AG 2022). Daraus erfolgte die Schlussfolgerung, dass sie auch für KMU anwendbar ist.

Diese Methode hat Vorteile, wenn einzelne Mitarbeitende nicht an der Umfrage teilnehmen oder wenn die Auswertung ungültige Umfrageergebnisse ergibt. Daher ist eine Anwendung beider Methoden

Eingabe:

Abbildung 8: Bilanzierung im Scope 3.7

Scope 3.8 - Angemietete oder geleaste Sachanlagen

Wie in vorherigen Kapiteln bereits angesprochen werden bei diesem Scope Emissionen bilanziert, die im Betrieb von geleasten oder gemieteten Anlagen, Maschinen, Fahrzeugen u. Ä. entstehen. Das Vorgehen nach GHGP entspricht prinzipiell der Bilanzierung von Scope 1 und 2. Im Tool wäre es also denkbar für diese Kategorie das gleiche Tabellenblatt wie für Scope 1 und 2 zu verwenden. Allerdings wurde hier ein etwas anderer Ansatz gewählt, und die Eingaben in die drei Güterkategorien Anlagen und Immobilien, Maschinen sowie Verkehrsmittel unterteilt. Bei Anlagen und Immobilien werden zusammengefasst die Scope 1 und 2 Emissionen pro Objekt eingetragen. Bei Maschinen hat der Anwender die Wahl, die genaue verbrauchte Energiemenge oder eine Berechnung nach durchschnittlichem Verbrauch, den angefallenen Betriebsstunden und der Energieart zu wählen. Äquivalent dazu lässt das Tool auch bei Fortbewegungsmitteln die Unterscheidung zwischen spezifischer Kraftstoffmenge je nach Fahrzeug oder durchschnittlicher Berechnung mittels Laufleistung, Fahrzeug- und Antriebsart zu. Ein Auszug des Tools ist in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** mit der Berechnung durch Durchschnittsmethoden für Maschinen und Fortbewegungsmittel veranschaulicht (GHGP 2013, S. 94ff).

Maschinen:		
Notstromaggregat		
Kraftstoffmenge	Energieträger	Diesel [L]
	verbrauchte Menge	5.000
	Emissionen [kg CO ₂ e]	13.296,86
Betriebsstunden	Energieträger	
	Betriebsstunden	
	Verbrauch [/h]	
	Emissionen [kg CO ₂ e]	0,00
Emissionen Gesamt [kg CO₂e]		13.296,86
Fortbewegungsmittel:		
Leasing KFZ Geschäftsleitung		
Berechnungsart:		
Kraftstoffmenge		
Kraftstoffart:		verbrauchte Menge [L]
Benzin [L]		2.000
Emissionen Gesamt [kg CO₂e]		4.194,95

Abbildung 9: Berechnung für durchschnittliche Methoden bei Maschinen und Fortbewegungsmitteln in Scope 3.8

Scope 3 - Nachgelagerte Wertschöpfungskette

Wie einleitend bereits erwähnt, berücksichtigt der Scope 3 die vor- und nachgelagerte Wertschöpfungskette. Die folgenden Unterkapitel befassen sich mit den Kategorien der nachgelagerten Wertschöpfungskette. Damit werden die letzten sieben Scope 3 Kategorien abgedeckt.

Scope 3.9 - Transport und Verteilung nachgelagert

Die Bilanzierung der Kategorie 3.9 erfolgt exakt nach dem gleichen Schema und den gleichen Annahmen bezüglich der Verteilung wie bei Kategorie 3.4. Wie in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** dargestellt wurde, besteht der Unterschied hierbei lediglich darin, wie die Emissionen aus dem nachgelagerten Transport von bspw. produzierten und verkauften Produkten durch externe Dienstleister bilanziert werden. Im Vergleich zu Kategorie 3.4 kann es hier für Unternehmen eine Herausforderung sein, die verwendete Transportart und Entfernung zu ermitteln, wenn zwischen dem Unternehmen und dem Endverbraucher bspw. Zwischenhändler vorhanden sind. Dies gilt es von den Unternehmen im Einzelfall zu ermitteln und kann im Rahmen dieser Arbeit nicht dargestellt werden (GHGP 2013, S. 102ff).

Scope 3.10 - Verarbeitung verkaufter Produkte

Diese Kategorie bilanziert Scope 1 und 2 Emissionen, die während der Weiterverarbeitung der vom bilanzierenden Unternehmen hergestellten Produkte und Waren, wie bspw. Halbzeuge, entstehen. Die in dieser Kategorie anfallenden Emissionen müssen bei den nachgelagerten Abnehmern erfragt werden und können nicht selbst bilanziert werden. Im Tool werden für jeden Abnehmer die im Berichtsjahr verkaufte Menge und die Emissionen pro Einheit für Scope 1 und 2 eingetragen (GHGP 2013, S. 106ff). Dies wird in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** gezeigt.

Produkt A	
Empfänger	A
verkaufte Einheiten	20.000
Summe Scope 1 Emissionen [kg CO ₂ e]	2,40
Summe Scope 2 Emissionen [kg CO ₂ e]	0,00
Emissionen Gesamt [kg CO₂e]	48.000,00
Produkt B	
Empfänger	A
verkaufte Einheiten	40.000
Summe Scope 1 Emissionen [kg CO ₂ e]	1,20
Summe Scope 2 Emissionen [kg CO ₂ e]	13,00
Emissionen Gesamt [kg CO₂e]	568.000,00

Abbildung 10: Eingabefelder für verkaufte Mengen und Emissionen im Scope 3.10

Im Blatt 3.10.2 werden die Emissionen bilanziert, die während der Weiterverarbeitung der im Berichtsjahr verkauften Produkte entstehen.

Damit sind alle Prozesse gemeint, die bei der Weiterverarbeitung eines Produkts angewendet werden. Dabei wird zwischen der Kategorie eines Verfahrens und dem Verfahren selbst unterschieden.

Zur Berechnung der Emissionen in dieser Kategorie wird zunächst eine Produktbezeichnung eingetragen, um das betreffende Produkt zu identifizieren.

Für jede Produktbezeichnung ist eine Bilanzierungstabelle vorgesehen, die auszufüllen ist. Die gesamten Emissionen der Kategorie 3.10.2 ergeben sich aus der Summe der einzelnen Emissionen multipliziert mit den im Berichtsjahr produzierten Einheiten.

Abbildung 11 zeigt exemplarisch, welche Einträge in einer Tabelle zur Produktbezeichnung gemacht werden müssen, um die Emissionen berechnen zu lassen.

A	Produktbezeichnung:		Aluminiumlagerung			
	Prozess A	Prozess B	Prozess C	Prozess D	Prozess E	Prozess F
Schritt 1: Auswahl Kategorie Verfahren						
	Umformung	Schweißen	Zerspanung			
Schritt 2: Auswahl Verfahren						
Menge pro Einheit	Kaltumformung von Al [kg]	Punktschweißen Al. 0.5 [p]	Fräsen von Al. (pro kg entferntes Material, das entfernte Al ist nicht berücksichtigt)			
	10,00	50,00	2,00			
Emissionen [kg CO ₂ e]	1,03	1,40	0,14	0,00	0,00	0,00
Verkaufte Menge [Stück]	3.454				Summe	2,56
Emissionen Gesamt [kg CO ₂ e]						8.854,19

Abbildung 11: Tabelle zur verwendete Prozessschritte der Weiterverarbeitung im Scope 3.10

Um die Emissionen zu berechnen, sind zwei Schritte erforderlich.

Zunächst muss für jeden Prozess die Kategorie des angewandten Verfahrens ausgewählt werden (z.B. für „Prozess A“ die Kategorie „Umformung“).

Anschließend wird das spezifische Verfahren ausgewählt. Im letzten Schritt muss eingetragen werden, wie oft das Verfahrens eingesetzt wurde (Mengen pro Einheit). Wie bspw. in Abbildung 11 zu sehen ist, wird für jedes Bauteil 10 kg Aluminium kalt umgeformt und beim Punktschweißen werden jeweils 50 Punkte gesetzt.

Danach werden die Emissionen in kg CO₂e pro Prozess berechnet. Abschließend wird eine Summe der Emissionen aller Prozessschritte gebildet, die den Emissionen pro Stück entspricht.

Um die Gesamtemissionen zu berechnen, muss die gesamte Stückzahl des produzierten Produkts eingetragen werden, wie bspw. in der Abbildung 11 „3.454“.

Um die Emissionen bezogen auf die gesamten produzierten Produkte zu berechnen, muss die Gesamtzahl der verkauften Produkte (in Stück) angegeben werden, z.B. „3.454“, wie in der Abbildung 11 gezeigt.

Scope 3.11 - Nutzung verkaufter Produkte

Das GHGP unterscheidet zwei Arten von Emissionen, direkte und indirekte. Direkte Emissionen entstehen durch Nutzung von Energie wie bspw. Strom. Indirekte Emissionen beinhalten Emissionen, die durch die Nutzung von Waren entstehen, wie bspw. die Nutzung einer Bratpfanne beim Kochen. Da bei den indirekten Emissionen das tatsächliche Nutzungsverhalten des Verbrauchers unbekannt ist,

können diese im Tool nicht betrachtet werden. Weiterhin empfiehlt das GHGP, eine Analyse des Nutzungsverhaltens für die hergestellten Produkte im Vorfeld zu erstellen (GHGP 2013, S. 114). Dies ist im Vorfeld durch den Anwender zu tätigen. Das rechnerische Vorgehen beinhaltet dabei die Emissionen aller im Berichtsjahr verkauften Produktgruppen und Einheiten. Im Tool werden die verkauften Einheiten nach Produkt, der erwarteten Lebensdauer in Jahren, Betriebsstunden oder Laufleistungen ausgewählt. Zum Schluss wird noch für jedes Produkt der Energiebedarf in Abhängigkeit der erwarteten Lebensdauer und des Energieträgers ausgewählt (GHGP 2013, S. 113ff). Dies ist in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** für drei verschiedene Konstellationen abgebildet.

Eingabe:

	Produkt A			Produkt B			Produkt C		
	Menge	Einheit		Menge	Einheit		Menge	Einheit	
verkaufte Einheiten	5	Stück	erwartete Lebensdauer	5	Stück	Betriebsstunden	5	Stück	Kilometer
	5	Jahre		5.000			10.000		
Energiebedarf	1.000,000	[L/a] Benzin		12,00	[L/h] Benzin		2,000	[L/km] Diesel	
Emissionen Gesamt [kg CO ₂ e]	67.602,83			811.233,94			328.346,17		

Abbildung 12: Auswahlmöglichkeiten in Scope 3.11

Scope 3.12 - Umgang mit verkauften Produkten an deren Lebensende

Diese Kategorie betrachtet die Emissionen, die bei der Entsorgung bzw. beim Recyceln der im Berichtsjahr produzierten Produkte entstehen. Die Berechnungsart erfolgt im Grunde äquivalent zu Scope 3.5. Im Tool werden in diesem Scope allerdings nur die Abfallmengen pro Produkt anstelle absoluter Abfallmengen im Jahr pro Unternehmen berücksichtigt. Außerdem erscheint hier die Zuordnung mittels AVV-Nummer als nicht zielführend, weshalb nur die Stoffbezeichnung angegeben wurde. Die Anwendung im Tool erfolgt nach **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** Zuerst werden die produzierten Einheiten im Berichtsjahr und das Gewicht pro Einheit eingetragen. Danach hat der Anwender die Auswahlmöglichkeit, die Berechnung des Entsorgungsverfahrens, wie bereits bei Scope 3.5, mittels Mittelwert oder Worst Case durchzuführen, und ob die Werkstoffe anteilig oder absolut angegeben werden. Sollten wie im Beispiel in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** nicht die gesamten Werkstoffe angegeben werden, so definiert das Tool die

Eingabe:

Halter Stahl			Halter Alu		
Produzierte Einheiten p.a.	50.000	Gewicht pro Einheit [kg]	Produzierte Einheiten p.a.	50.000	Gewicht pro Einheit [kg]
Gewicht pro Einheit [kg]	50,00		Gewicht pro Einheit [kg]	50,00	
Rechenart	Stoffmenge [kg]	Entsorgungsverfahren	Rechenart	Anteil [%]	Entsorgungsverfahren
Entsorgungsverfahren	Mittelwert		Entsorgungsverfahren	Mittelwert	
Stoffmenge [kg]	Werkstoff	Emissionen [kg CO ₂ e]	Anteil [%]	Werkstoff	Emissionen [kg CO ₂ e]
49,50			99,00		
	Eisen und Stahl [kg]	151.032,20		Aluminium [kg]	63.658,46
0,50	sonstige Abfälle [kg]	19.027,52	1,00	sonstige Abfälle [kg]	19.027,52
Emissionen Gesamt [kg CO ₂ e]	170.059,72		Emissionen Gesamt [kg CO ₂ e]	82.685,98	

fehlende Masse bzw. Anteile als „Sonstige Abfälle“ (GHGP 2013, S. 125ff).

Abbildung 13: Bilanzierung im Scope 3.12

Scope 3.13 - Vermietete oder verleaste Sachanlagen

Dieser Scope bilanziert Emissionen aus verleasten oder vermieteten Immobilien, Anlagen, Maschinen und Fahrzeugen. Die Bilanzierung und Berechnung erfolgen nach GHGP wie bei Scope 3.8. Da es jedoch

unrealistisch erscheint, dass das bilanzierende Unternehmen bestimmte Kraftstoff- und Energiemengen für außerhalb seiner Kontrolle liegende Maschinen und Fahrzeuge korrekt bilanzieren kann, wurde die Eingabe im Tool etwas geändert. Eine jährliche Nutzung in Form von Laufleistung und/oder Betriebsstunden wird bereits in den meisten Fällen im Leasingvertrag verhandelt und angegeben. Aus diesen Gründen wird bei diesem Tool lediglich mit Durchschnittsdaten für Verbrauch und Laufleistung gerechnet (GHGP 2013, S. 128f).

Scope 3.14 - Franchise

Ein Franchise bezeichnet eine vertraglich vereinbarte Kooperation zwischen dem Franchisegeber und -nehmer. In der Regel erwirbt der Franchisenehmer gegen eine Gebühr oder auch Gewinnbeteiligung die Rechte an Markennamen, Gütern oder sonstigen Assets. Bekannteste Beispiele für Franchisesysteme finden sich heutzutage vor allem in der Gastronomie (z.B. McDonalds, Burgerking, u.v.a.), im Einzelhandel (Fressnapf) und im Dienstleistungsgewerbe (BWL-Lexikon o.J.).

Historisch gesehen war dieses Konzept aber auch für produzierendes Gewerbe anwendbar. Bekanntestes Beispiel hierfür ist Coca-Cola, das seinen Sirup an Franchisenehmer weltweit vergab, welche diesen unter dem bekannten Namen und in der klassischen Flaschenform abfüllten sowie auf dem jeweiligen Markt vertrieben (Cuofano 2023).

Für das Kooperationsunternehmen und die meisten mittelständischen Unternehmen ist Franchise aktuell nicht anwendbar, weshalb diese Scope 3 Kategorie irrelevant ist. Perspektivisch ist eine Anwendung durch neue wirtschaftliche Konzepte wie bspw. „as a Service“-Anwendungen denkbar. So listet der Deutsche Franchiseverband mit RobShare ein Franchisesystem, welches sich auf die Vermietung von Robotern spezialisiert. Der Franchisegeber ist hier der Roboterhersteller und der Franchisenehmer derjenige, der die Vermarktung des Produktes übernimmt (GHGP 2013, S. 130ff). Dieses Robot-as-a-Service Modell wäre perspektivisch auch auf viele produzierende KMUs anwendbar. (Deutscher Franchiseverband 2023).

Scope 3.15 - Investitionen

Bei dieser Kategorie werden die Emissionen von Unternehmens- und Projektbeteiligungen bilanziert. Vorgesehen sind hierbei nach GHGP anteilig die jährlichen Scope 1 und 2 Emissionen von Unternehmen und ebenfalls anteilig die gesamten Scope 1 und 2 Emissionen der Projekte. Hierbei werden im Tool für Unternehmensbeteiligungen einerseits der Anteil in Prozent und andererseits der Zeitraum in Monaten des Berichtjahres, in dem das bilanzierende Unternehmen Anteilseigner war, angegeben. Dies ist in folgendem Beispiel erläutert:

Das bilanzierende Unternehmen besitzt im Berichtsjahr sechs Monate lang 100 Aktien der Scope AG. Die Scope AG hat 1.000 Aktien ausgegeben und generiert jährlich 12t Scope 1 und 5t Scope 2 Emissionen.

Bei der Bilanzierung von Projekten wird im Tool lediglich das gesamte Projektbudget und die -beteiligung sowie die vom Projekt verursachten Scope 1 und 2 Emissionen (GHGP 2013, S. 136ff). Das Ergebnis aus dem Tool für beide Vorgänge ist in Abbildung 14 dargestellt.

Eingabe:

Kapitalbeteiligungen an anderen Unternehmen, wie Tochtergesellschaften, Joint Ventures oder Partnerschaften mit gemeinsamen Kapitalströmen					
	Beteiligungen [%]	Eigentumszeitraum im Berichtsjahr [Monate]	Summe Scope 1 Unternehmen [t CO ₂ e]	Summe Scope 2 Unternehmen [t CO ₂ e]	Zu berichtende Emissionen Gesamt [t CO ₂ e]
Unternehmen 1	1%	6	500,00	400,00	4,50
Unternehmen 2					0,00
Unternehmen 3					0,00
Unternehmen 4					0,00
Unternehmen 5					0,00
Emissionen Gesamt [t CO ₂ e]					4,50

Finanzierung von externen Projekten					
	Projektbeteiligung [€]	Projektvolumen Gesamt [€]	Summe Scope 1 Projekt [t CO ₂ e]	Summe Scope 2 Projekt [t CO ₂ e]	Zu berichtende Emissionen Gesamt [t CO ₂ e]
Projekt 1	10.000,00	50.000,00	500,00	400,00	180,00
Projekt 2					0,00
Projekt 3					0,00
Projekt 4					0,00
Projekt 5					0,00
Emissionen Gesamt [t CO ₂ e]					180,00

Abbildung 14: Bilanzierung im Scope 3.15