

Carbon Footprints für Produkte

*Handbuch für die betriebliche Praxis
kleiner und mittlerer Unternehmen*

AutorInnen:

Heidi Hottenroth

Bettina Joa

Prof. Dr. Mario Schmidt

Hochschule Pforzheim, Institut für Industrial Ecology

Unter Mitarbeit von:

Prof. Dr. Hendrik Lambrecht, Hochschule Pforzheim

Prof. Dr. Gerhard Roller, Fachhochschule Bingen

Prof. Dr. Bernd Steffensen, Hochschule Darmstadt

Bettina von Römer, Hochschule Darmstadt

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter den Förderkennzeichen 170 22 A 10, 170 22 B 10 und 170 22 C 10 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Heidi Hottenroth, Bettina Joa, Mario Schmidt, »Carbon Footprints für Produkte«
© 2013 Heidi Hottenroth, Bettina Joa, Mario Schmidt
Alle Rechte vorbehalten
Satz: H. Hottenroth

Vorwort

Will man die ökologische Dimension der Nachhaltigkeit und die ökologische Tragfähigkeit beschreiben und mit konkreten Zielen und Grenzen versehen, so wird als erstes immer das Thema des Klimawandels und der Einfluss des Menschen darauf genannt. In kaum einem anderen Bereich kann man Umweltwirkungen inzwischen so gut messen und mit Zahlen belegen. Das heißt nicht, dass man alle Wirkungszusammenhänge im Klimageschehen verstanden hat. Aber man glaubt, einen Indikator für die menschliche Einflussnahme angeben zu können. Das sind die Treibhausgasemissionen, also all jene anthropogenen Emissionen, die einen Beitrag zur Klimaerwärmung liefern: neben Kohlendioxid (CO₂) z.B. auch Methan, Lachgas, Fluorchlorkohlenwasserstoffe oder SF₆. Verkürzt werden sie als CO₂-Äquivalente angegeben, da Kohlendioxid die Bezugsgröße ist.

Auch der Product Carbon Footprint (PCF) ist so eine Abkürzung. Denn keineswegs wird hier nur eine Kohlenstoffbilanz (carbon = Kohlenstoff) erstellt, sondern genauer eine Treibhausgas-Bilanz, wobei neben CO₂ auch die oben erwähnten anderen Treibhausgase inbegriffen sind.

Das Besondere am PCF ist, dass er alle Treibhausgasemissionen und -entzüge „von der Wiege bis zur Bahre“ bilanziert – der gesamte Lebensweg eines Produktes oder einer Dienstleistung wird betrachtet. Alle Transportaufwendungen, Energien, Rohstoffe, aber auch die Entsorgung sind in der Bilanz inbegriffen. Bezugspunkt ist immer ein Produkt oder eine Dienstleistung, ein Nutzen also, oder wie die Bilanzierer sagen: eine funktionelle Einheit. Erst durch den Lebenswegansatz und die Bezugseinheit werden die Bilanzen aussagekräftig und vergleichbar. Ohne diese Festlegungen wären die Ergebnisse beliebig, denn man könnte die Bilanzgrenzen und Bezugsobjekte frei wählen – je nachdem welches Ergebnis erwünscht ist. Genau in diesem Punkt liegt begründet, warum es Regeln zur PCF-Erhebung geben muss. Darum haben sich nationale und internationale Gremien immer wieder damit beschäftigt, Normen oder Standards für PCFs aufzustellen. Diese Regeln stehen im Mittelpunkt des vorliegenden Handbuchs.

Dass an dem PCF trotzdem Kritik geübt wird, liegt daran, dass er natürlich nicht alle Umweltwirkungen beschreibt, die von einem Produkt oder einer Dienstleistung ausgehen können. Was ist mit dem Wasserverbrauch, mit der Endlichkeit der Ressourcen, was ist mit giftigen Stoffen, mit Eutrophierung oder Versauerung der Gewässer?

Dies bleibt der „großen Schwester“ des PCF vorbehalten, der Ökobilanz – oder wie der Experte sagt: dem Life Cycle Assessment (LCA), wobei eine Vielzahl von ökologischen Wirkungen berücksichtigt wird. Hierzu liegen die bekannten ISO-Normen 14040/14044 vor. Der PCF ist nur eine Untermenge einer LCA. Trotzdem hat er seine Daseinsberechtigung, was an der Komplexität der LCA liegt: Zur Erstellung muss ein viel größerer Aufwand getrieben werden, und die Interpretation der Ergebnisse, insbesondere das Abwägen gegenläufiger Umweltwirkungen, ist nicht trivial. Der PCF dagegen beschreibt nur die eine und derzeit wichtigste Umweltwirkung: den Einfluss des Menschen auf das Klima. Allerdings korrelieren seine Ergebnisse ebenso mit dem Verbrauch fossiler Energieträger und mit anderen Umweltwirkungen. Die Verfeuerung fossiler Energieträger verursacht derzeit wahrscheinlich die größten Umweltprobleme, die wir global haben. Insofern ist der PCF ein guter und empfehlenswerter Einstieg in die Bilanzierung ökologischer Wirkungen.

Wozu kann der PCF dienen? Hier gilt das Gleiche wie für die LCA: Es geht weniger darum, eine ultimative Produktbewertung zu erstellen, die dann in Umwelttestmagazinen oder auf der Verpackung feilgeboten wird. Ein PCF sagt aus, welchen klimarelevanten Beitrag die einzelnen Lebenswegphasen haben und damit welcher Akteur innerhalb der Wertschöpfungskette den größten Hebel zur Minderung der produktbezogenen Treibhausgasemissionen hat. Zudem wird das bilanzierende Unternehmen in die Lage versetzt, seine eigenen Prozesse zu analysieren und Verbesserungspotenzial abzuleiten. Ein PCF ist deshalb für all diejenigen von Interesse, die sich nicht nur auf die Schulter klopfen, wie toll ihre Produkte sind, sondern die ihre Produkte weiter verbessern wollen.

Damit wären wir wieder bei der Nachhaltigkeit. Was nämlich ist Nachhaltigkeit? Kann es – im streng ökologischen Sinn – überhaupt ein nachhaltiges Unternehmen geben? Macht sich das an der Einhaltung von Grenzwerten und der Höhe der PCFs fest? Die Antwort liegt wohl eher darin, dass jedes Unternehmen versuchen muss, seine – unvermeidlichen – Einflüsse auf Natur und Umwelt so gering wie möglich zu halten. Der ständige Verbesserungsprozess ist ein entscheidender Ansatzpunkt nachhaltigen Wirtschaftens. Und hierzu kann der PCF einen wichtigen Beitrag leisten.

Dieses Handbuch ist im Rahmen des Forschungsprojekt „PCF-KMU: Product Carbon Footprint für kleine und mittlere Unternehmen“¹ entstanden, das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung im Programm „FHprofUnt“ gefördert worden ist. Das Projekt wurde im Verbund von der Fachhochschule Bingen sowie den Hochschulen Darmstadt und Pforzheim zwischen 2010 und 2013 bearbeitet. Ein besonderer Dank gebührt den beteiligten Unternehmen², die Daten für die Beispiele zur Verfügung gestellt haben.

Prof. Dr. Mario Schmidt

¹ Verbundprojekt: „Unternehmensvorteile durch Umweltmanagement entlang der Wertschöpfungskette und durch Verbraucherinformation - Chancen und Rahmenbedingungen für die Bestimmung und die Kommunikation des CO₂-Fußabdrucks von Produkten, insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen“ (PCF-KMU); Fachhochschule Bingen, Hochschule Darmstadt, Hochschule Pforzheim; Laufzeit: 2010-2013, gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung. FKZ: 170 22 A 10, 170 22 B 10, 170 22 C 10; www.pcf-kmu.de

² Biohof Bannmühle, hessnatur, Kirner Privatbrauerei, Projektwerkstatt - Gesellschaft für kreative Ökonomie mbH, Schwollener Sprudel GmbH & Co. KG, Staatsweingut Bad Kreuznach des DLR Rheinhessen-Nahe-Hunsrück

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	VII
1 Einleitung	1
1.1 Ziel dieses Handbuchs.....	1
1.2 Vorgehensweise dieses Handbuchs	2
2 Grundlagen	4
2.1 Treibhausgase und ihre Treibhauswirkung	4
2.2 Treibhausgasemissionen in Zahlen	4
2.3 Klimawirksamkeit von Produkten	7
2.4 Der Lebenswegansatz	8
2.5 Der Product Carbon Footprint.....	9
2.5.1 Definition des PCF	9
2.5.2 Nutzen des PCF.....	9
2.5.3 Grenzen des PCF.....	10
2.5.4 Abgrenzung zum Corporate Carbon Footprint (CCF)	10
2.6 Standards zum Product Carbon Footprint	12
2.6.1 ISO 14040 und ISO 14044 zur Ökobilanz	13
2.6.2 PAS 2050 Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services	13
2.6.3 GHG Protocol Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard	14
2.6.4 ISO/TS 14067 Greenhouse gases – Carbon footprint of products – Requirements and guidelines for quantification and communication	14
2.6.5 Vergleich PAS 2050 – GHG Produktstandard – ISO/TS 14067	14
2.7 Produktkategorieregeln/Product Category Rules (PCR)	14
3 Vorbereitung der PCF-Erhebung	16
3.1 Voraussetzungen für eine erfolgreiche PCF-Erhebung.....	16
3.2 Faktoren für Zeit- und Kostenaufwand	17
3.3 Externe Unterstützung.....	17
3.3.1 Vorleistungen des eigenen Unternehmens.....	17
3.3.2 Anforderungen an Dienstleister	18
3.4 Softwareunterstützung.....	18
4 Festlegung von Ziel und Untersuchungsrahmen	22
4.1 Zieldefinition	22
4.2 Produktauswahl.....	24
4.3 Die funktionelle Einheit	25
4.3.1 Definition der funktionellen Einheit	25
4.3.1.1 Quantifizierter Nutzen eines Produktsystems	25
4.3.1.2 Vergleichseinheit	26
4.3.2 Bestimmung der funktionellen Einheit.....	26
4.3.3 Funktionelle Einheit für Zwischenprodukte	27
4.3.4 Was ist der Referenzfluss?	27
4.4 Das Produktsystem	28
4.4.1 Die einzelnen Lebenswegphasen	28
4.4.1.1 Rohstoffgewinnung und Vorverarbeitung	28
4.4.1.2 Herstellung.....	29

4.4.1.3	Distribution und Lagerung	29
4.4.1.4	Nutzung.....	29
4.4.1.5	Entsorgung.....	30
4.4.1.6	Lebenswegphasen einer Dienstleistung	30
4.4.2	Einbezug von Lebenswegphasen.....	30
4.4.2.1	Cradle-to-grave	30
4.4.2.2	Cradle-to-gate.....	31
4.4.3	Festlegung der Systemgrenzen	32
4.4.3.1	Abschneidekriterien.....	32
4.4.3.2	Technologische Systemgrenze.....	33
4.4.3.3	Geografische Systemgrenze.....	33
4.4.3.4	Zeitliche Systemgrenze und Bilanzzeitraum	34
4.4.4	Beschreibung des Produktsystems mittels Systemfließbild	36
4.5	Berücksichtigung von Treibhausgasen	37
5	Berechnung des PCF	38
5.1	Anforderungen an eine PCF-Erhebung	38
5.2	Datensammlung	38
5.2.1	Datentypen.....	39
5.2.2	Berechnung der Emissionen mit Hilfe von Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren	40
5.2.3	Verwendung von Primär- und Sekundärdaten.....	41
5.2.4	Datenerhebung bei innerbetrieblichen Prozessen.....	42
5.2.5	Datenerhebung für vorgelagerte Prozesse	43
5.2.6	Datenlücken	44
5.2.7	Prüfung der Datenqualität.....	44
5.3	Koppelprodukte und Allokation.....	45
5.3.1	Definition Koppelprodukt und Allokation	45
5.3.2	Vermeidung von Allokation.....	46
5.3.3	Wahl einer adäquaten Allokationsmethode	47
5.3.3.1	Physikalische Allokation.....	49
5.3.3.2	Ökonomische Allokation.....	49
5.3.3.3	Allokation beim Recycling.....	50
5.3.3.4	Allokation bei Transporten	50
5.3.3.5	Allokation des Entzugs von Treibhausgasen.....	51
5.3.4	Vergleich von Allokationsmethoden	51
5.4	Entzug von Treibhausgasen.....	52
5.5	Treibhausgase biogenen Ursprungs	52
5.6	Berücksichtigung von kompensierten Emissionen	53
5.7	Nutzung von elektrischem Strom.....	53
5.8	Eigenstromgewinnung und Nutzung von Ökostrom.....	53
5.9	Transporte	54
5.9.1	Berechnung von Transportemissionen.....	54
5.9.2	Berücksichtigung von RFI-Werten im Flugverkehr	55
5.10	Spezielle Aspekte der Rohstoffgewinnung.....	55
5.10.1	Veränderung der Kohlenstoffbestände auf Flächen	56
5.10.2	Landnutzungsänderung.....	56
5.10.3	Lachgasemissionen aus der Landwirtschaft	60
5.10.4	Methanemissionen aus der Landwirtschaft	61
5.11	Spezielle Aspekte der Herstellungsphase.....	61
5.11.1	Investitionsgüter	61
5.11.2	Unterstützende Prozesse	61
5.11.3	Saisonale Schwankungen	61

5.12	Spezielle Aspekte der Distributionsphase	61
5.13	Spezielle Aspekte der Nutzungsphase	62
5.13.1	Einkaufsfahrt	63
5.13.2	Indirekte Auswirkungen auf andere Produkte	65
5.14	Spezielle Aspekte bei der Entsorgung	65
5.14.1	Closed-loop oder Recycling im geschlossenen Kreislauf	65
5.14.2	Open-loop oder Recycling im offenen Kreislauf	66
5.14.3	Verzögerte Freisetzung und Speicherung von Kohlenstoff	68
5.15	Berechnung der Bilanz	69
6	<i>Unsicherheiten bei der PCF-Erhebung</i>	70
6.1	Die Bedeutung der Unsicherheit	70
6.2	Arten von Unsicherheiten	70
6.2.1	Parameterunsicherheit und -variabilität	71
6.2.2	Szenariounsicherheit (Unsicherheit durch methodische Spielräume)	71
6.2.3	Modellunsicherheit	72
6.3	Quantitative und qualitative Unsicherheit	72
7	<i>Qualitätssicherung</i>	74
7.1	Interne oder externe Qualitätssicherung	74
7.2	Verifizierung	74
7.3	Kritische Prüfung	75
8	<i>Ergebnisverwertung</i>	76
8.1	Ergebnisdarstellung und -analyse	76
8.2	Produktvergleiche	79
8.3	Reduktionsziele	79
8.4	Kompensation	80
9	<i>Kommunikation</i>	81
9.1	Zielgruppe	81
9.2	Berichterstattung	81
9.3	Klimabezogene Produktkennzeichnung	82
9.3.1	Carbon Label ohne Kennzahl	82
9.3.2	Carbon Label mit Kennzahl	82
9.3.3	Carbon Reduction Label	84
9.3.4	Carbon Rating Label/Siegel	84
9.3.5	Carbon Neutral/Klimaneutral-Label	85
9.3.6	Umweltkennzeichen nach Kriterienraster	86
9.4	Konsumentenerwartungen an klimabezogene Produktinformationen	86
9.5	Empfehlungen für die Konsumentenkommunikation	87
9.6	Rechtliche Aspekte beim Einsatz des PCF in der Werbung	87
Anhang 1	<i>Liste der Treibhausgase</i>	89
Anhang 2	<i>Vergleich verschiedener Standards</i>	92
Anhang 3	<i>Datenerfassungsbogen für innerbetriebliche Prozesse</i>	95

Anhang 4	Exemplarischer Fragebogen zur Datenerfassung beim Lieferanten	96
Anhang 5	Datenerfassungsbogen für Transporte	98
Anhang 6	Beispiele zur Berechnung von Transportemissionen	100
Anhang 7	Open-loop Recycling	105
Anhang 8	Anforderungen an die Berichterstattung.....	108
Glossar	110
Literaturverzeichnis	114
Weiterführende Literatur und Links	116
Stichwortverzeichnis	118

Abkürzungsverzeichnis

a	Jahr
B2B	Business to Business
B2C	Business to Consumer
BSI	British Standards Institution
CCF	Corporate Carbon Footprint
CFP	Carbon Footprint of Products (nach ISO/TS 14067)
CH ₄	Methan
CO ₂	Kohlendioxid (auch Kohlenstoffdioxid)
CO ₂ -Äq	CO ₂ -Äquivalent
DEFRA	Department for Environment, Food and Rural Affairs
DIN	Deutsches Institut für Normung
DLR	Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum
DSLV	Deutscher Speditions- und Logistikverband e.V.
Dtl.	Deutschland
EF	Emissionsfaktor
EN	Europäische Norm
EPD	Environmental Product Declaration
ERP	Enterprise-Resource-Planning
EU	Europäische Union
FCKW	Fluorchlorkohlenwasserstoffe
FKW	Fluorkohlenwasserstoffe
Fl	Flasche/n
g	Gramm
GHG	Greenhouse Gas
GWP	Global Warming Potential
ha	Hektar
HFC	Hydrofluorocarbons (englisch für Fluorkohlenwasserstoffe)
H-FKW	teilhalogenierte Fluorkohlenwasserstoffe
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
ISO	International Organization for Standardization
kg	Kilogramm
km	Kilometer
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
kWh	Kilowattstunde
l	Liter
LCA	Life Cycle Assessment
Lkw	Lastkraftwagen
m ²	Quadratmeter
m ³	Kubikmeter
MJ	Megajoule
MVA	Müllverbrennungsanlage
MW	Megawatt

MWh	Megawattstunde
N	Stickstoff
N ₂ O	Lachgas (auch Distickstoffoxid oder Distickstoffmonoxid)
PAS	Publicly Available Specification
PCF	Product Carbon Footprint
PCR	Product Category Rule
PET	Polyethylenterephthalat
PFC	Perfluorcarbone
pkm	Personenkilometer
Pkw	Personenkraftwagen
RFI	Radiative Forcing Index
SF ₆	Schwefelhexafluorid
t	Tonne
THG	Treibhausgas
tkm	Tonnenkilometer
TS	Technical Specification
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
UWG	Gesetz gegen den unlauteren Wettbewerb
WBCSD	World Business Council for Sustainable Development
WRI	World Resources Institute

1 Einleitung

Mit dem GHG Produktstandard³ – auf dessen Anforderungen dieses Handbuch basiert – existiert eine solide, methodische Grundlage zur Ermittlung von Product Carbon Footprints (PCFs). Für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) stellt sich jedoch die Herausforderung, die Vorgaben eines solchen Standards mit vertretbarem Aufwand umzusetzen. Hier treten einerseits ganz praktische Fragen zur Erstellung eines PCF auf, andererseits ergeben sich aber auch methodische Schwierigkeiten sowie organisatorische und juristische Fragestellungen zur Verwendung der Ergebnisse. Dieses Handbuch soll hierzu eine praxisnahe Hilfestellung bieten und speziell kleinen und mittelständischen Unternehmen den Zugang zur Methode des PCF erleichtern. Es veranschaulicht nicht nur das praktische Vorgehen bei der Berechnung und der Kommunikation des PCF, sondern greift auch die häufigsten methodischen Herausforderungen auf und erläutert diese anhand von zahlreichen Beispielen. Dabei wurden insbesondere die Erkenntnisse aus dem Forschungsprojekt „PCF-KMU: Product Carbon Footprint für kleine und mittlere Unternehmen“⁴ herangezogen, in dem sieben KMU die praktische Anwendbarkeit des PCF im Rahmen von Fallstudien getestet haben und mit den besonderen Hemmnissen und Herausforderungen für KMU bei der Erhebung eines PCF konfrontiert waren.

Die so gewonnene Praxiserfahrung zeigt, dass ein PCF-Handbuch alleine nicht alle Hemmnisse für die PCF-Erhebung in KMU überwinden kann. Sie erfordert sowohl finanzielle als auch personelle und zeitliche Ressourcen. Unternehmen, die diese Ressourcen nicht bereitstellen können oder denen der Zeit- und Kostenaufwand der PCF-Erhebung zu hoch ist, sollten daher erwägen, externe Unterstützung für eine PCF-Berechnung hinzuzuziehen. Doch auch dazu ist ein Grundwissen zur Methode des PCF erforderlich, welches in diesem Handbuch zur Verfügung gestellt wird.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Auseinandersetzung mit der Zielsetzung der PCF-Erhebung, um zu klären, aus welcher Motivation heraus ein PCF bestimmt werden soll und mit welchen Erwartungen dieses Vorhaben verbunden ist. In den meisten Fällen wird sich der Aufwand einer eigenständigen PCF-Erhebung nur für Unternehmen lohnen, die auch strategische Umweltziele verfolgen.

Unternehmen, die die Motivation und die notwendigen Ressourcen aufbringen, sich intensiv mit dem Thema PCF auseinanderzusetzen, können aus den Ergebnissen einer PCF-Erhebung durchaus erheblichen Nutzen ziehen. Dieser Nutzen wird vor allem durch die Erhöhung der Transparenz eigener Prozesse und der Lieferkette, aber auch durch die Ermittlung von Verbesserungspotenzialen und daraus folgenden Kosteneinsparungen generiert.

Der PCF ist zwar ein sehr nützliches Instrument, um die Klimarelevanz von Produkten zu bewerten, für eine umfassende ökologische Bewertung müssen jedoch weitere Umweltkategorien berücksichtigt werden. Die alleinige Betrachtung der Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) kann insbesondere dann zu unzureichenden Produktbewertungen und Handlungsempfehlungen führen, wenn andere Umweltwirkungen des Produktes von größerer Bedeutung sind.

1.1 Ziel dieses Handbuchs

Ziel dieses Handbuchs ist es, in die Methode des PCF einzuführen und sie für kleine und mittlere Unternehmen anwendbar zu machen. Fragestellungen, die mit der Bilanzierung von produktspezifischen THG-Emissionen einhergehen, stellen bislang oft unüberwindbare Hürden für KMU dar. Hier treten einerseits ganz praktische

³ Greenhouse Gas Protocol Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard des World Resources Institute (WRI) und World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) (WRI/WBCSD, 2011)

⁴ Verbundprojekt: „Unternehmensvorteile durch Umweltmanagement entlang der Wertschöpfungskette und durch Verbraucherinformation - Chancen und Rahmenbedingungen für die Bestimmung und die Kommunikation des CO₂-Fußabdrucks von Produkten, insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen“ (PCF-KMU); Fachhochschule Bingen, Hochschule Darmstadt, Hochschule Pforzheim; Laufzeit: 2010-2013, gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung. FKZ: 170 22 A 10, 170 22 B 10, 170 22 C 10; www.pcf-kmu.de

und operative Fragen zur Erstellung eines PCF auf, andererseits ergeben sich aber auch methodische Schwierigkeiten. Außerdem können sich bei der Kommunikation der Ergebnisse juristische Fragestellungen ergeben, etwa im Hinblick auf die Verbindlichkeit und Haftung für erhaltene bzw. weitergegebene PCF-Daten oder hinsichtlich der Zulässigkeit von Werbeaussagen. In diesem Handbuch wird vertieft auf die methodischen Fragestellungen eingegangen. Darüber hinaus erfolgt eine Einführung in Themen wie Unsicherheit, Qualitätssicherung, Verwertung und Kommunikation der Ergebnisse, um so die mit der PCF-Erhebung einhergehenden Fragestellungen beantworten zu können.

1.2 Vorgehensweise dieses Handbuchs

Inhaltlich orientiert sich dieses Handbuch an den Vorgaben des vom World Resources Institute (WRI) und vom World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) veröffentlichten Greenhouse Gas Protocol Product Life Cycle Accounting and Reporting Standards (WRI/WBCSD, 2011), im Folgenden als GHG Produktstandard bezeichnet. Sofern die von der British Standards Institution (BSI) veröffentlichte Vornorm zur PCF-Erhebung PAS 2050 (BSI, 2011b) hiervon abweicht, wird darauf an entsprechender Stelle explizit hingewiesen. Der Aufbau dieses Handbuchs folgt der üblichen Vorgehensweise für die Erhebung eines PCF (vgl. Abbildung 1). Nach diesem einleitenden Kapitel werden grundsätzliche Aspekte behandelt, deren Verständnis die Basis für eine erfolgreiche PCF-Erhebung bilden, insbesondere der Lebenswegansatz, Nutzen und Grenzen eines PCF sowie gängige Standards.

Im dritten Kapitel wird die Vorbereitung der PCF-Erhebung beschrieben, denn vor der eigentlichen Erhebung müssen einige organisatorische Vorüberlegungen angestellt werden.

Auf die Festlegung von Ziel und Untersuchungsrahmen wird im vierten Kapitel ausführlich eingegangen, da hier grundsätzliche Festlegungen für die PCF-Erhebung getroffen werden müssen.

Das fünfte Kapitel beschreibt dann umfassend, wie bei der Berechnung des PCF vorzugehen ist und was dabei beachtet werden muss. Hierbei werden spezielle Aspekte den einzelnen Lebenswegphasen zugeordnet. Aspekte, bei denen das nicht möglich ist – z.B. Transporte – werden dem vorangestellt.

Die Bewertung von Unsicherheiten wird im sechsten Kapitel beschrieben, und das siebte Kapitel geht auf die Qualitätssicherung ein. Kapitel 8 beschäftigt sich mit der Ergebnisverwertung, woran sich das neunte Kapitel zur Kommunikation des PCF anschließt.

Um die Verständlichkeit zu verbessern, wurden an möglichst vielen Stellen Praxisbeispiele eingefügt. Sofern hierbei Unternehmensnamen genannt werden, handelt es sich auch um reale Zahlen, wie sie bei der PCF-Erhebung in diesen Unternehmen verwendet wurden.

In einem Glossar werden die Fachbegriffe kurz erklärt und auch die englische Bezeichnung genannt. Da die fachliche Diskussion um den PCF vorwiegend auf Englisch stattfindet, gibt es für viele Fachbegriffe bislang noch kein deutsches Pendant. Deshalb enthält das Handbuch immer wieder auch englische Begriffe. Wo immer möglich, wurde aber die deutsche Entsprechung verwendet.

Werden vom GHG Produktstandard zu einzelnen Aspekten spezifische Anforderungen an die Berichterstattung gestellt, wird darauf in der auch hier verwendeten Form im entsprechenden Kapitel separat hingewiesen. Zugleich stellen die für die Berichterstattung notwendigen Punkte wesentliche Aspekte der PCF-Erhebung dar, auf die somit explizit hingewiesen wird.

Am Ende ausgewählter Kapitel werden diese noch einmal zusammengefasst bzw. in Form von Fragen auf wichtige Aspekte hingewiesen.

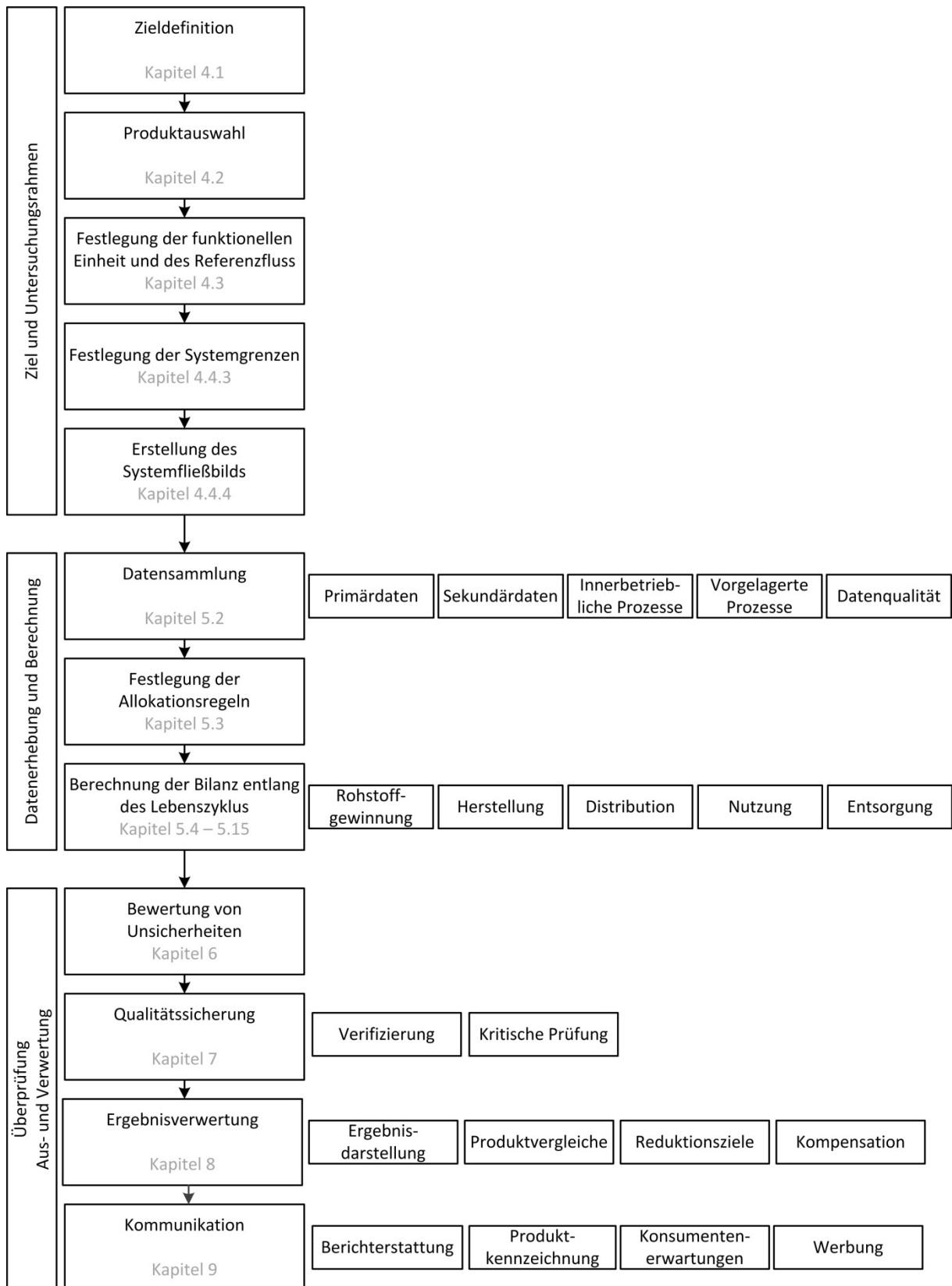


Abbildung 1: Vorgehensweise bei der PCF-Erhebung

2 Grundlagen

Klimawandel, Treibhausgase, CO₂-Emissionen – Begriffe die mittlerweile in aller Munde sind. Dennoch werden sie in der öffentlichen Diskussion nicht immer richtig eingesetzt. Das folgende Kapitel erläutert die Grundlagen, die die Basis für eine PCF-Erhebung bilden. Dazu gehören die Darstellung einiger Zahlen zu den weltweiten THG-Emissionen und ihrem Ursprung sowie die Einordnung der Emissionen, die durch Produkte verursacht werden. Dazu ist es essenziell, den Lebenswegansatz zu verstehen, denn darauf beruht die Methode des PCF. Nutzen und Grenzen der Methode werden aufgezeigt sowie die gängigen Standards zur PCF-Erhebung vorgestellt.

2.1 Treibhausgase und ihre Treibhauswirkung

Kohlendioxid⁵ (CO₂) ist das bekannteste Treibhausgas. Darüber hinaus gibt es zahlreiche weitere Gase mit relevanter Treibhauswirkung. Hierzu zählen z.B. Methan (CH₄), Lachgas⁶ (N₂O) oder chlorierte Kohlenwasserstoffe. Um die Treibhauswirkung anderer Gase bewerten zu können, wird deren Strahlungsantrieb in Bezug zu dem von Kohlendioxid gesetzt. Hierzu dient das sog. Treibhauspotenzial (engl.: Global Warming Potential, GWP), das auf Kohlendioxid normiert ist und daher in CO₂-Äquivalenten (CO₂-Äq) angegeben wird. Somit erhält Kohlendioxid das Treibhauspotenzial von 1 kg CO₂-Äq, während weitere Treibhausgase, je nach Treibhauswirkung im Vergleich zu Kohlendioxid, ein Vielfaches davon erhalten. So beträgt z.B. das Treibhauspotenzial von Methan 25 kg CO₂-Äq⁷. Das bedeutet, dass die Emission von 1 kg Methan zur gleichen Treibhauswirkung wie die Emission von 25 kg Kohlendioxid führt. Die Menge eines Treibhausgases in Kilogramm wird also mit dem Faktor für sein Treibhauspotenzial multipliziert und damit in Kilogramm CO₂-Äquivalent umgerechnet, so dass sich im Ergebnis alle Treibhausgase aufsummieren und als CO₂-Äquivalente ausweisen lassen. Allgemein anerkannt sind die Treibhauspotenziale des Weltklimarates (IPCC). Diese werden für verschiedene Zeithorizonte veröffentlicht – 20, 100 und 500 Jahre- wobei die unterschiedliche Lebensdauer der Gase in der Atmosphäre berücksichtigt wird. Der Zeithorizont gibt an, ab wie vielen Jahren eine längere Lebensdauer als irrelevant angesehen wird. Der GHG Produktstandard sieht einen Zeithorizont von 100 Jahren vor. In Anhang 1 findet sich eine Liste der Treibhausgase mit den zugehörigen Treibhauspotenzialen.

Zusammenfassung

Die Treibhauswirkung von Gasen wird in CO₂-Äquivalenten angegeben.

2.2 Treibhausgasemissionen in Zahlen

Treibhausgase werden weltweit in unterschiedlichen Mengen emittiert, wobei jedoch der Ort der Emission für die Klimawirkung irrelevant ist. Abbildung 2 zeigt die Größenordnung der Emissionen auf Staatsebene. Wesentlichen Einfluss auf die Höhe der THG-Emissionen haben Art und Umfang der Energiegewinnung.

Aus Produktsicht ist der Konsum des Produktes zumeist nicht der Ort, an dem die meisten Emissionen entstehen. Da z.B. China ein bedeutender Produzent von Konsumgütern und Vorprodukten ist, ist das Land ein großer Emittent von Treibhausgasen (vgl. Abbildung 2). Durch die globalen Lieferbeziehungen bei Herstellung und Vertrieb von Produkten treten auch die damit verbundenen THG-Emissionen weltweit auf.

⁵ Auch Kohlenstoffdioxid

⁶ Auch Distickstoffoxid oder Distickstoffmonoxid

⁷ Gilt für einen Zeithorizont von 100 Jahren. Weitere GWP-Werte finden sich in Anhang 1

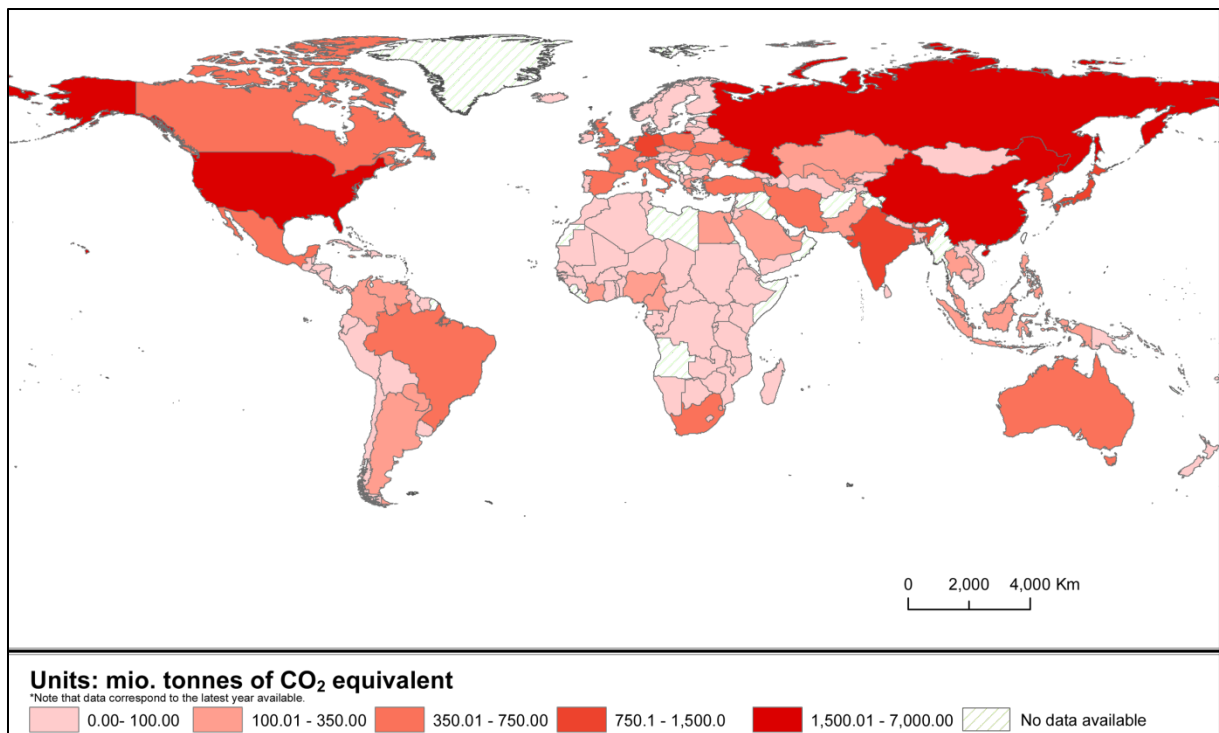


Abbildung 2: Weltweite THG-Emissionen für das Jahr 2010 (United Nations Statistics Division 2013)

Abbildung 3 zeigt für Deutschland die Verteilung der THG-Emissionen nach Quellenkategorien, wie sie unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (UNFCCC) erhoben werden. Bei der Energieerzeugung werden durch die Verbrennung von fossilen Energieträgern zur Stromgewinnung die meisten Treibhausgase emittiert. Industrie und Landwirtschaft sind die Bereiche mit den zweit- bzw. dritthöchsten Emissionen. Allerdings betragen diese nur noch je 8 % der Gesamtemissionen.

Abbildung 4 zeigt die Verteilung der verschiedenen Treibhausgase auf die Quellenkategorien. Kohlendioxid hat den größten Anteil an den gesamten THG-Emissionen in Deutschland. Im Gegensatz zu den energie- und industriebedingten Emissionen, die hauptsächlich aus CO₂ bestehen, werden bei landwirtschaftlichen Prozessen vor allem Methan und Lachgas emittiert. Auch bei der Abfallentsorgung wird hauptsächlich Methan emittiert. PFC-, HFC- sowie SF₆-Emissionen werden vorwiegend durch Industrieprozesse verursacht. Tabelle 1 bietet eine Orientierungshilfe, welche Treibhausgase in den unterschiedlichen Produktionsbereichen von Relevanz sein können.

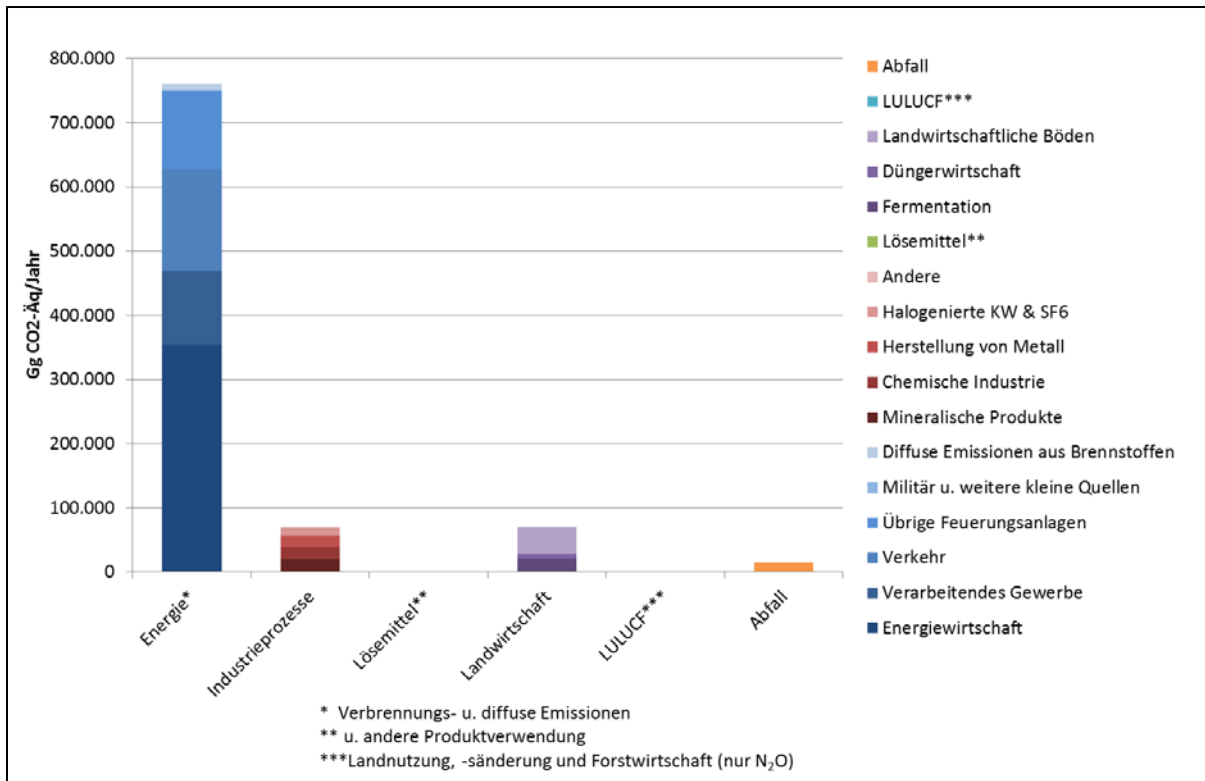


Abbildung 3: THG-Emissionen von Deutschland nach Quellenunterkategorien für das Jahr 2011
(Datenquelle: Umweltbundesamt, 2013)

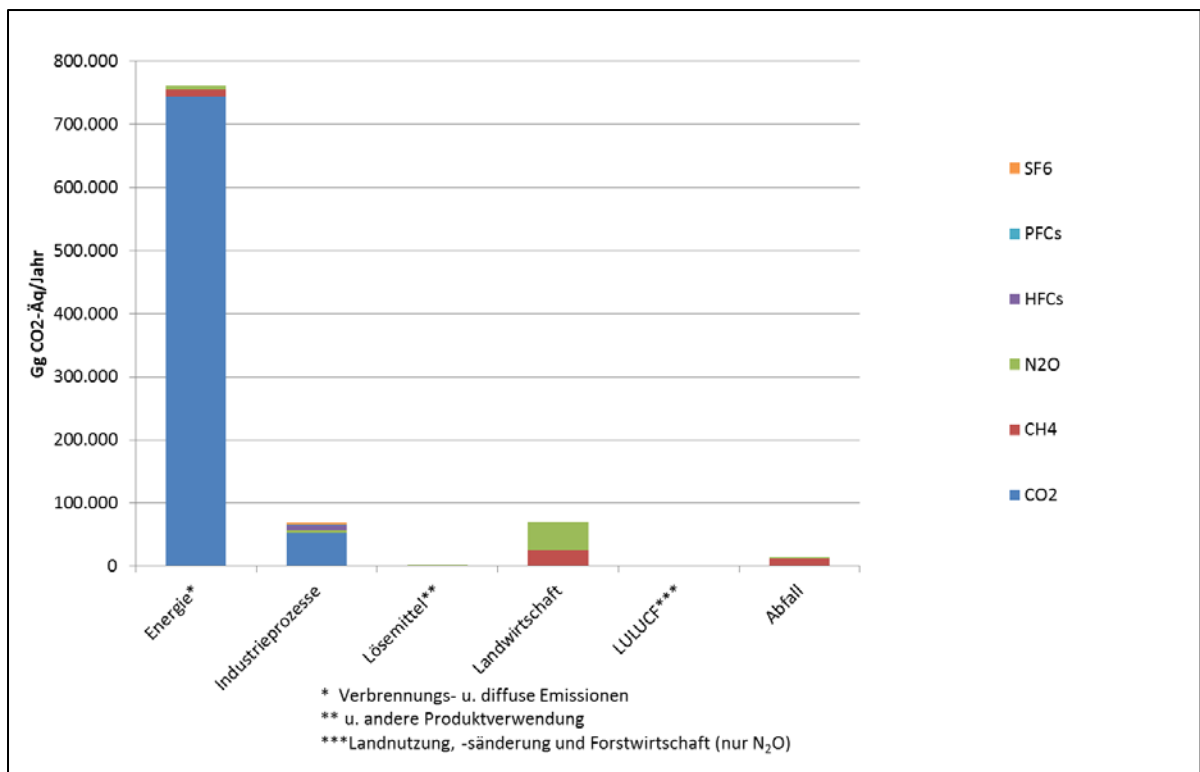


Abbildung 4: THG-Emissionen von Deutschland nach Quellenkategorien und Treibhausgasen für das Jahr 2010
(Datenquelle: Umweltbundesamt, 2013a)

Tabelle 1: Direkte Emissionen verschiedener Branchen aufgeteilt nach Treibhausgasen
(Datenquelle: Statistisches Bundesamt, 2012)

Produktionsbereiche	2010					
	Prozentualer Anteil bez. auf CO ₂ -Äq					
	CO ₂ ¹⁾	CH ₄	N ₂ O	HFC	PFC	SF ₆
Erzeugnisse der Landwirtschaft, Jagd u. DL	11-30%	31-60%	31-60%			
Forstwirtschaftliche Erzeugnisse u. DL	61-90%					
Fische, Fischerei- u. Aquakulturerzeugnisse	61-90%					
Bergbauerzeugnis: Kohle	11-30%	31-60%				
Bergbauerzeugnisse: Erdöl und Erdgas	61-90%	2-10%				
Erze, Steine u. Erden, sonst. Bergbauerzeugnisse u. DL	61-90%					
Nahrungs- u. Futtermittel, Getränke, Tabakerzeugnisse	61-90%					
Textilien, Bekleidung, Leder u. Lederwaren	61-90%					
Holz, Holz-, Kork-, Flecht- u. Korbwaren (ohne Möbel)	61-90%					
Papier, Pappe u. Waren daraus	61-90%					
Druckereileistungen, bespielte Ton-, Bild- u. Datenträger	61-90%					
Kokerei- u. Mineralölerzeugnisse	61-90%					
Chemische Erzeugnisse	61-90%		11-30%	2-10%		
Pharmazeutische Erzeugnisse	61-90%					
Gummi- u. Kunststoffwaren	61-90%					
Glas, -waren, Keramik, verarbeitete Steine u. Erden	61-90%					
Roheisen, Stahl, Erzeugn. der ersten Bearb. von Eisen u. Stahl	61-90%					
NE-Metalle u. Halbzeug daraus	61-90%			2-10%	2-10%	
Gießereierzeugnisse	61-90%					
Metallerzeugnisse	61-90%		2-10%			
DV-Geräte, elektronische u. optische Erzeugnisse	61-90%					
Elektrische Ausrüstungen	61-90%					11-30%
Kraftwagen u. Kraftwagenteile	61-90%					
Sonstige Fahrzeuge	61-90%					
Möbel u. Waren a.n.g.	61-90%					
Rep., Instandh. u. Installation v. Maschinen u. Ausrüstungen	61-90%					
Elektrischer Strom, DL der Elektrizitäts-, Wärme- u. Kälteversorgung	61-90%					
Industriell erzeugte Gase; DL der Gasversorgung	2-10%	61-90%				
Wasser, DL der Wasserversorgung	61-90%					
DL der Abwasserentsorgung	11-30%	11-30%	61-90%			
DL der Abfallentsorgung, Rückgewinnung, sonstigen Entsorgung	61-90%	11-30%	2-10%			
Bauarbeiten	61-90%					
Verkehrs- u. Lagereileistungen	61-90%	2-10%				
DL= Dienstleistung	unter 2 %					
1) Einschließlich Emissionen aus Biomasse.	2 - 10 %					
	11 - 30 %					
	31 - 60 %					
	61 - 90 %					
	91 - 100 %					

2.3 Klimawirksamkeit von Produkten

THG-Emissionen, die auf den privaten Konsum von Gütern zurückgehen, werden häufig unterschätzt, obwohl sie in Deutschland mehr als 40 % der Pro-Kopf-Emissionen ausmachen (Schächtele und Hertle, 2007). Neben den Lebensbereichen Wohnen und Mobilität trägt der Konsum von Gütern (inkl. Nahrungsmitteln) und Dienstleistungen am meisten zu den Pro-Kopf-Emissionen bei. Während Klimaschutzaktivitäten in der Vergangenheit zumeist darauf abzielten, Energieverbräuche zu minimieren, rücken mittlerweile auch die konsumierten Pro-

dukte und deren Klimawirksamkeit in den Fokus. Dass durch die Verbrennung fossiler Energieträger beim Autofahren oder zur Raumheizung Treibhausgase freigesetzt werden, ist mehr oder weniger offensichtlich. Doch auch der Konsum von Produkten und die Nutzung von Dienstleistungen im privaten oder öffentlichen Bereich sind mit THG-Emissionen verbunden, wenn auch nur indirekt. Diese indirekten Emissionen sind in vielen Bereichen noch nicht ins Bewusstsein der Verbraucher gerückt. So kennen beispielsweise viele Autofahrer die direkten CO₂-Emissionen (Herstellerangabe: g CO₂/km) ihres Autos während der Nutzung, können allerdings nicht abschätzen, welche Klimawirkung durch die Herstellung und die Entsorgung ihres Kfz sowie durch die Bereitstellung des Kraftstoffs verursacht wird.

Soll die Klimawirksamkeit eines Produktes bewertet werden, genügt es nicht, lediglich die Emissionen während des Produktgebrauchs zu quantifizieren. Vielmehr müssen alle direkten und indirekten Emissionen während des Produktlebensweges berücksichtigt werden.

2.4 Der Lebenswegansatz

Um ein vollständiges Bild von der Klimawirksamkeit von Produkten zu erhalten, bedient man sich des Lebenswegansatzes. Dieser wurde nicht erst für die Methode des PCF erfunden, sondern erfährt nach erstmaligen Anwendungen in den 1980er Jahren seit Beginn der 1990er Jahre zunehmende Beachtung. Er hat vor allem Eingang in die Methode der Ökobilanz (engl. Life Cycle Assessment, LCA) gefunden. Die Ökobilanz hat zum Ziel, die gesamten Umweltauswirkungen eines Produktes über seinen Lebensweg zu bilanzieren. Der Klimawandel ist dabei nur einer von vielen Umweltaspekten. Die Methode der Ökobilanz ist seit Mitte der 1990er Jahre durch ISO-Normen international standardisiert (vgl. ISO 14040 und ISO 14044, Abschnitt 2.6.1).

Die Betrachtung des kompletten Lebensweges ist vor allem für Produktvergleiche von Bedeutung. Um Klimaschutzmaßnahmen auf Produktebene möglichst effizient zu gestalten, ist es essenziell zu wissen, in welcher Lebenswegphase die meisten Treibhausgase emittiert werden.

Der Lebensweg eines Produktes beginnt mit der Gewinnung von Rohstoffen, deren Weiterverarbeitung zu Vorprodukten, gefolgt von der Herstellung des Produktes. Nach der Distribution erfolgt die Nutzung des Produktes durch den Konsumenten, der es am Ende der Nutzungsdauer zur Entsorgung gibt, mit der der Lebensweg endet (vgl. Abbildung 5). Die Bilanzierung erfolgt also von der Rohstoffentnahme aus der Umwelt bis zur Verbringung der Reststoffe in die Umwelt. Im Falle des PCF werden somit sowohl der Entzug von Treibhausgasen (meist CO₂, vgl. Abschnitt 5.4) aus der als auch die THG-Emissionen in die Atmosphäre bilanziert. Die betrachteten THG-Emissionen sind nicht auf fossil gebundenen Kohlenstoff beschränkt, sondern auch Emissionen biogenen Ursprungs gehen in die Bilanz ein (vgl. Abschnitt 5.5).

Beispiel 1: Händetrocknen

Soll das Händetrocknen mit Stoff- und Papierhandtüchern verglichen werden, führt eine ausschließliche Betrachtung der Nutzung, bei der das Papierhandtuch zu keinen Emissionen führt, während das Stoffhandtuch gewaschen und getrocknet werden muss, zu einer Verzerrung der Ergebnisse. Es müssen daher sowohl die Herstellung als auch die Entsorgung einbezogen werden.

Beispiel 2: Personentransport

Soll der Personentransport mit einem Elektrofahrzeug und mit einem Diesel-Fahrzeug verglichen werden, reicht es ebenso wenig, nur die Emissionen bei der Nutzung zu betrachten. Es muss der gesamte Lebensweg bilanziert werden, der beim Elektroantrieb auch die Bereitstellung der elektrischen Energie oder die Herstellung der Hochleistungsbatterie einbezieht.

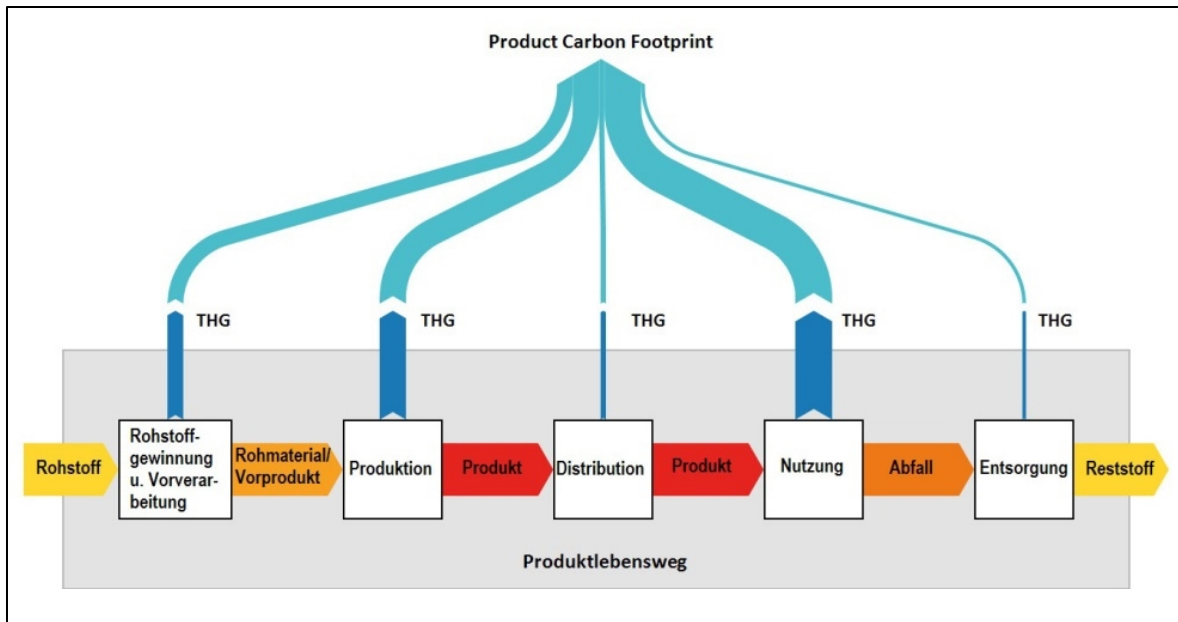


Abbildung 5: Schema eines Produktlebensweges

2.5 Der Product Carbon Footprint

2.5.1 Definition des PCF

Unter dem Begriff „Carbon Footprint“ versteht man die systematische Bilanzierung von THG-Emissionen. Derlei Bilanzen können für Länder, Regionen, Unternehmen, Privatpersonen, Produkte und Dienstleistungen erstellt werden. Im Wesentlichen unterscheidet man jedoch zwischen produktbezogenen und unternehmensbezogenen Bilanzen.

Der Product Carbon Footprint, kurz PCF genannt und im Deutschen auch als „CO₂-Fußabdruck“ bekannt, bezeichnet die Bilanz der THG-Emissionen und -Entzüge entlang des gesamten Lebensweges eines Produktes. Der Begriff Produkt umfasst sowohl Waren als auch Dienstleistungen. Da zahlreiche Produkte nicht nur eine Funktion aufweisen, sondern verschiedenartig genutzt werden können, bezieht sich der PCF immer nur auf eine spezielle, zuvor definierte Anwendung, ausgedrückt als funktionelle Einheit (vgl. Abschnitt 4.3.2). Anders als der Begriff „CO₂-Fußabdruck“ möglicherweise vermuten lässt, umfasst der PCF nicht nur die CO₂-Bilanz, sondern mindestens die Kyoto-Gase (vgl. Abschnitt 4.5) müssen bilanziert werden.

Zusammenfassung

Der Product Carbon Footprint bezeichnet die Bilanz der THG-Emissionen und -Entzüge entlang des gesamten Lebensweges eines Produktes

2.5.2 Nutzen des PCF

In der Debatte um die Methode des PCF werden zahlreiche Nutzen und Ziele in verschiedensten Anwendungen diskutiert. Der konkrete Nutzen für die bilanzierende Organisation hängt jedoch maßgeblich von deren individueller Zielsetzung ab (vgl. Abschnitt 4.1). Unabhängig davon liegt sein Nutzen darin, Unternehmen dabei zu unterstützen, klimaverträglicher zu produzieren. Durch das Messen und Bewerten der Klimawirksamkeit von Produkten erlangen Unternehmen Transparenz über produktbezogene THG-Emissionen entlang der gesamten Wertschöpfungskette und können Maßnahmen zur Emissionsreduktion gezielt einsetzen. Somit liegt der Nut-

zen weniger in der Erhebung einer absoluten Zahl als vielmehr in den Einzelbeiträgen dieser Zahl, denn erst die schaffen die gewünschte Transparenz.

2.5.3 Grenzen des PCF

Da der PCF mit der Treibhauswirkung nur eine von zahlreichen Umweltwirkungen abbildet, lässt sich auf Basis einer PCF-Erhebung nicht auf die Umweltverträglichkeit eines Produktes im Allgemeinen schließen. Dies gilt insbesondere dann, wenn die Klimawirksamkeit nicht das dominante Umweltkriterium ist, sondern andere Umweltwirkungen des Produktes (z.B. Versauerung, Flächenverbrauch, Toxizität etc.) von größerer Relevanz sind. Die alleinige Betrachtung der THG-Emissionen kann in solchen Fällen zu falschen Produktbewertungen und Handlungsempfehlungen führen. Dies spielt auch eine Rolle bei der Ableitung von Reduktionsmaßnahmen. Durch die alleinige Betrachtung der Klimawirksamkeit können Emissionsreduktionsmaßnahmen eine Erhöhung der Umweltauswirkungen in anderen Bereichen, z.B. eine Verlagerung hin zu mehr Gewässeremissionen, bewirken.

Soll der PCF als eine einzelne Kennzahl kommuniziert werden, ergeben sich folglich Grenzen hinsichtlich der Aussagekraft (vgl. Abschnitt 8.1). Diese einzelne Zahl vermittelt nur eine Scheingenauigkeit, da sie aufgrund von methodischen Spielräumen, Datenunsicherheiten und unterschiedlichen Systemgrenzen mit relativ großen Unsicherheiten behaftet ist. Dies ist gerade bei Produktvergleichen problematisch (vgl. Abschnitt 8.2).

Letztendlich hängen Nutzen und Grenzen eines PCF immer davon ab, zu welchem Zweck dieser eingesetzt werden soll. Falls ein Unternehmen nicht nur die Klimarelevanz eines Produktes sondern dessen Umweltleistung oder Nachhaltigkeit bewerten möchte, empfiehlt es sich, umfangreichere Methoden wie zum Beispiel die Ökobilanz zu wählen. Im Vorfeld der PCF-Erhebung muss daher immer hinterfragt werden, ob ein PCF für das ausgewählte Produkt die geeignete Methode darstellt, um im Management und in der Kommunikation zielgerichtet eingesetzt werden zu können (vgl. Abschnitte 4.1 und 4.2).

Zusammenfassung

Durch einen niedrigen PCF kann nicht auf die Umweltverträglichkeit eines Produktes im Allgemeinen geschlossen werden.

Der PCF bildet keine Verlagerung von Umweltwirkungen durch Reduktionsmaßnahmen ab.

2.5.4 Abgrenzung zum Corporate Carbon Footprint (CCF)

Während der Product Carbon Footprint alle THG-Emissionen erfasst, die während des Lebensweges eines einzelnen, spezifischen Produktes entstehen, bilanziert der Corporate Carbon Footprint (CCF) direkte und indirekte THG-Emissionen auf Unternehmensebene. Für die Bilanzierung gibt es mehrere Standards. Maßgeblich sind die ISO 14064 (DIN, 2012) sowie der GHG Protocol Corporate Standard (WRI/WBCSD, 2004). Dieser unterteilt die zu bilanzierenden Emissionen in direkte, in der unternehmerischen Verantwortung entstandene Emissionen (Scope 1) und indirekte Emissionen. Letztere werden wiederum unterteilt in die durch fremdbezogene Energie entstandenen Emissionen (Scope 2) und in die durch Vorleistungen, ausgelagerte Aktivitäten, Entsorgung usw. außerhalb der betrachteten Einrichtung entstandenen vor- und nachgelagerten Emissionen (Scope 3). Corporate Carbon Footprints sind folglich darauf angelegt, die unternehmensbedingten THG-Emissionen der gesamten Wertschöpfungskette zu quantifizieren. Dabei sind Scope 1- und Scope 2-Emissionen obligatorisch, Scope 3-Emissionen fakultativ zu erheben.

Welcher der beiden Footprints für ein Unternehmen das geeignete Instrument darstellt, richtet sich nach den Zielen, die mit einer THG-Bilanzierung verfolgt werden. Während der CCF Unternehmen dabei unterstützt, die größten Potenziale zur Senkung von THG-Emissionen entlang der gesamten Unternehmens-Wertschöpfungs-

kette zu identifizieren, können mit dem PCF bei einzelnen Produkten Optimierungspotenzial identifiziert und Verbesserungsmaßnahmen abgeleitet werden.

Insbesondere in der externen Kommunikation von Carbon Footprints ist darauf zu achten, dass PCFs lediglich die Klimawirksamkeit eines einzelnen Produktes darstellen und vollkommen unabhängig davon sind, ob ein Unternehmen insgesamt klimaschonend produziert und wirtschaftet. Sollen konsistente und glaubwürdige Aussagen über die Klimafreundlichkeit eines Unternehmens als Ganzes getroffen werden, ist daher der CCF das geeignetere Instrument.

Tabelle 2: Wesentliche Unterscheidungsmerkmale zwischen Product Carbon Footprint und Corporate Carbon Footprint

Product Carbon Footprint	Corporate Carbon Footprint
Produktbezug	Unternehmensbezug
Produktlebensweg	Wertschöpfungskette
Produktvergleich	Branchen-Benchmarking
Produktoptimierung	Prozessoptimierung
Marken-/Produktimage/Produktdifferenzierung	Unternehmensimage/Corporate Social Responsibility

Die Summe der PCFs aller Produkte aus dem Unternehmensportfolio, ergänzt um bestimmte indirekte Emissionen (z.B. durch Firmenfahrzeuge, Geschäftsreisen, Verwaltung, Pendeln der Mitarbeiter, Investitionsgüter), die i.d.R. keinem individuellen Produkt zuzuordnen sind und daher bei der Berechnung von PCFs vernachlässigt werden, ergibt den CCF des bilanzierenden Unternehmens (vgl. Abbildung 6).

Zusammenfassung

Beim Corporate Carbon Footprint (CCF) werden alle direkten und indirekten THG-Emissionen auf Unternehmensebene bilanziert.

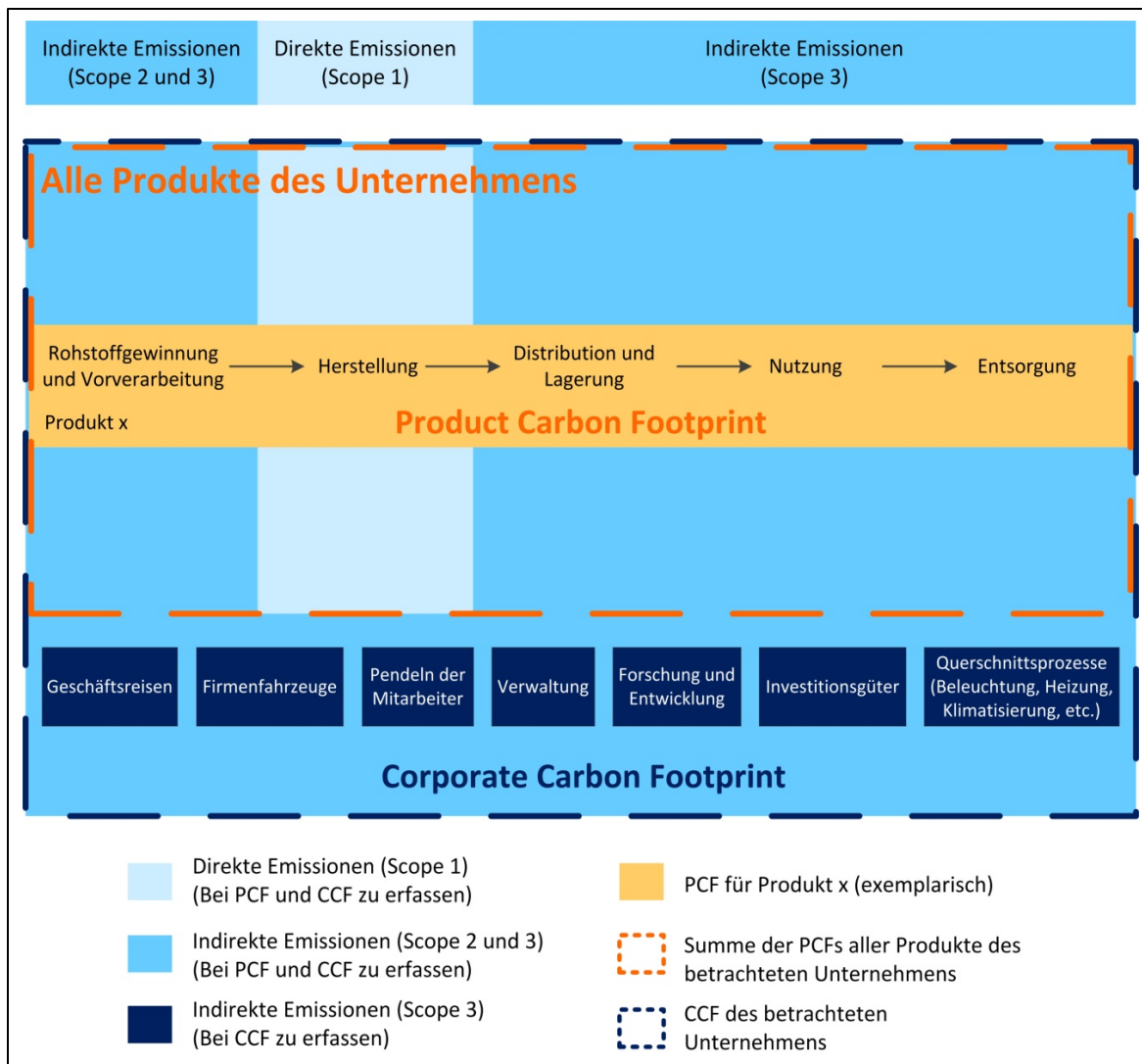


Abbildung 6: Abgrenzung zwischen Product Carbon Footprint und Corporate Carbon Footprint

2.6 Standards zum Product Carbon Footprint

Einen ersten Versuch, konsistente methodische Grundlagen für die Erhebung von PCFs zu legen, stellt die britische PAS 2050 („Publicly Available Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services“) dar, die 2008 von der British Standards Institution veröffentlicht wurde (vgl. Abschnitt 2.6.2). Im gleichen Jahr starteten zwei Initiativen, die das Ziel hatten, auf internationaler Ebene einen wissenschaftlich fundierten Standard zur Berechnung von PCFs zu schaffen:

- *Greenhouse Gas (GHG) Protocol-Initiative:* Erarbeitung eines Standards zur Berechnung von „GHG Product Inventories“ (produktbezogenen Treibhausgasinventaren) (vgl. Abschnitt 2.6.3)
- *International Organization for Standardization (ISO):* Erarbeitung einer internationalen Norm für „Carbon Footprints of Products“ (vgl. Abschnitt 2.6.4)

Darüber hinaus bestehen in zahlreichen Ländern (u.a. Frankreich, Japan, Südkorea, Neuseeland) nationale Initiativen, die an eigenen Methoden zur Erfassung von PCFs arbeiten, meistens, um diese als Grundlage für die nationale Standardisierung von Produktkennzeichnungen nutzen zu können. Derartige nationale Ansätze führen jedoch nicht zu einer einheitlichen und vergleichbaren Bewertung der Klimawirksamkeit von Produkten. Dies wird nur durch eine internationale Methodenentwicklung und Standardisierung erreicht, die in einer in-

ternational verbindlichen ISO-Norm oder einem international harmonisierten Standard wie dem GHG Produktstandard mündet.

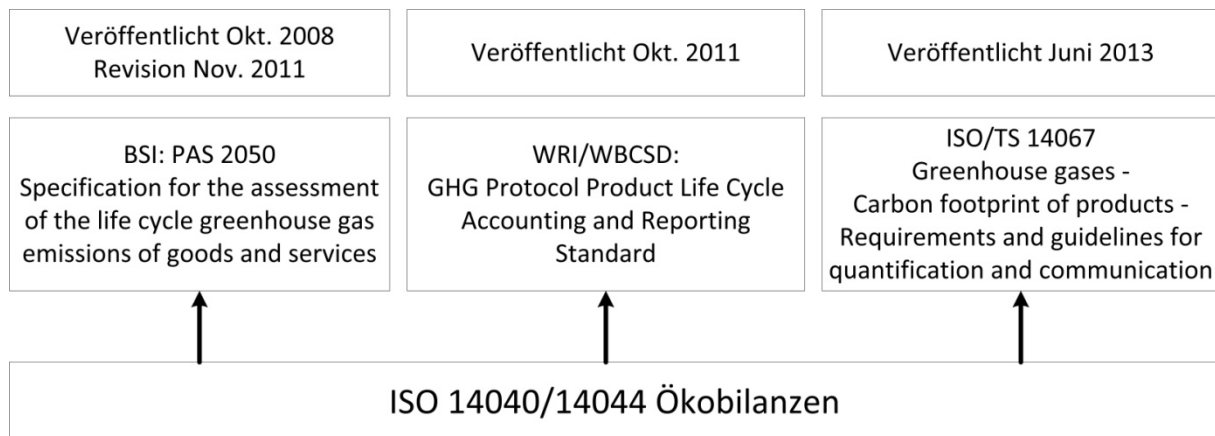


Abbildung 7: Standards zum PCF

2.6.1 ISO 14040 und ISO 14044 zur Ökobilanz

Die drei im Folgenden näher beschriebenen Initiativen zur Standardisierung des PCF basieren alle auf der Methode der Ökobilanz, die in den ISO-Normen 14040 (DIN Deutsches Institut für Normung, 2006b) und 14044 (DIN Deutsches Institut für Normung, 2006c) beschrieben wird. Die erste Version der ISO 14040 wurde bereits 1997 veröffentlicht. 2006 erfolgte eine grundlegende Neustrukturierung der Inhalte. Laut ISO 14040 bezieht sich die Ökobilanz „auf die Umweltaspekte und potenziellen Umweltwirkungen (z. B. Nutzung von Ressourcen und die Umweltauswirkungen von Emissionen) im Verlauf des Lebensweges eines Produktes von der Rohstoffgewinnung über Produktion, Anwendung, Abfallbehandlung, Recycling bis zur endgültigen Beseitigung (d. h. „von der Wiege bis zur Bahre“)" (DIN Deutsches Institut für Normung, 2006b, S. 14). Anders als die Ökobilanz, die eine Vielzahl von potenziellen Umweltwirkungen berücksichtigt, beschränkt sich der PCF auf den Klimawandel.

2.6.2 PAS 2050 Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services

Die PAS 2050 wurde vom Britischen Normungsinstitut BSI in Kooperation mit dem britischen Umweltministerium, dem Department for Environment, Food and Rural Affairs (defra) und dem Unternehmen Carbon Trust⁸ erarbeitet und steht der Öffentlichkeit seit 2008 kostenfrei zur Verfügung (PAS 2050:2008) (BSI, 2008). 2011 erfolgte eine Revision (PAS 2050:2011) (BSI, 2011b), die insbesondere zum Ziel hatte, eine Harmonisierung der Vorgehensweise mit den Methoden des GHG Produktstandards (WRI/WBCSD, 2011) voranzutreiben. Begleitend zur PAS 2050:2011 steht das Handbuch zur PAS 2050:2011 (BSI, 2011a) ebenfalls kostenfrei zur Verfügung. Es soll bei der praktischen Umsetzung der PAS 2050 unterstützen und liefert praxisnahe Beispiele, um insbesondere die methodisch-theoretischen Aspekte zu veranschaulichen.

Eine Spezifikation, wie die PAS 2050, stellt eine Empfehlung bzw. Richtlinie unterhalb eines britischen Standards dar und kann daher nicht als international harmonisierter, breit akzeptierter Standard bezeichnet werden. Gleichwohl wurde durch die Veröffentlichung der PAS 2050 die Auseinandersetzung mit dem PCF und die internationale Harmonisierung der PCF-Methode vorangetrieben.

⁸ Carbon Trust bezeichnet sich selbst als unabhängiges, „not-for-dividend“-Unternehmen. D.h. das Unternehmen hat ein Profitmotiv, anfallende Überschüsse werden jedoch nicht an Mitglieder ausgeschüttet, sondern in das Unternehmen reinvestiert.

2.6.3 GHG Protocol Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard

Die GHG Protocol Initiative ist eine Multi-Stakeholder-Arbeitsgemeinschaft aus Unternehmen, Nichtregierungsorganisationen und Regierungen unter der Leitung des World Resources Institute (WRI) und des World Business Council for Sustainable Development (WBCSD). 2008 startete die GHG Protocol Initiative einen umfassenden Stakeholder-Prozess, um einen Standard für die Berechnung von PCFs zu entwickeln. Die Entwurfsfassung wurde von zahlreichen Unternehmen aus verschiedenen Branchen in einem weltweiten Praxistest erprobt. Anhand deren Kritik und Feedback hinsichtlich Praktikabilität und Benutzerfreundlichkeit wurde der Entwurf verbessert und schließlich im Oktober 2011 als GHG Protocol Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard (GHG Produktstandard) veröffentlicht (WRI/WBCSD, 2011). Damit steht der Wirtschaft ein praxisnaher, internationaler Standard für die Bilanzierung produktbezogener THG-Emissionen kostenfrei zur Verfügung, dessen Handhabung vielen Unternehmen bereits vom Corporate Standard vertraut ist.

2.6.4 ISO/TS 14067 Greenhouse gases – Carbon footprint of products – Requirements and guidelines for quantification and communication

Um den Bedarf nach einem international verbindlichen Standard für die Berechnung und Kommunikation von PCFs zu decken, wurde 2008 mit der Erarbeitung der Internationalen Norm ISO 14067 begonnen. Während die Veröffentlichung zunächst immer wieder verschoben wurde, führte schließlich der Widerstand einiger Schwellenländer dazu, dass der Normenentwurf abgelehnt wurde. Stattdessen einigte man sich auf die Veröffentlichung einer Technischen Spezifikation. Die ISO/TS 14067 (ISO, 2013) legt Anforderungen, Grundsätze und Leitlinien für die quantitative Bestimmung und die Kommunikation des PCF fest. Die internationalen Normen zur Ökobilanz (ISO 14040 und ISO 14044) sowie zu Umweltkennzeichnungen und -deklarationen (ISO 14020, ISO 14024 und ISO 14025) bilden hierfür die Grundlage. Die wichtigsten Ziele der Normungsarbeit waren die Harmonisierung mit dem bereits bestehenden GHG Produktstandard und der PAS 2050 sowie die Erstellung einer Spezifikation mit breiter Anwendbarkeit. Durch die Veröffentlichung einer internationalen Technischen Spezifikation (dt. „Vornorm“) werden Anwender zu einer Testphase eingeladen, um Erfahrung mit dem Instrument PCF und dessen Kommunikation zu sammeln und diese für eine zukünftige Norm ISO 14067 zu nutzen.

2.6.5 Vergleich PAS 2050 – GHG Produktstandard – ISO/TS 14067

Zwar basieren die drei vorgestellten Standards (bzw. Spezifikationen) alle auf der ISO 14040/14044, dennoch weisen sie einige Unterschiede in der methodischen Vorgehensweise auf. Mit der Revision der PAS 2050 wurde der Harmonisierungsprozess bereits wesentlich vorangetrieben, allerdings bestehen insbesondere in folgenden Punkten noch methodische Differenzen:

- Speicherung von biogenem Kohlenstoff in Produkten
- Grünstrombilanzierung
- Festlegung der Systemgrenze und der Abschneidekriterien
- Indirekte Landnutzungsänderung
- Veränderung des Kohlenstoffanteils im Boden
- Allokationsregeln
- Kommunikation des PCF

Eine ausführliche Gegenüberstellung der unterschiedlichen Vorgehensweisen findet sich in Anhang 2.

2.7 Produktkategorieregeln/Product Category Rules (PCR)

Die Ergebnisse von PCF-Berechnungen hängen wesentlich von den gewählten Methoden und Annahmen ab. Um PCFs innerhalb von Produktkategorien vergleichbar zu machen, benötigt man Festlegungen, die über die

bestehenden Standards hinausgehen bzw. diese konkretisieren. Solche Festlegungen können für einzelne Produktkategorien in Produktkategorieeregeln vereinbart werden.

Es gibt bereits so genannte Product Category Rules (PCRs), die für einzelne Produktkategorien spezifische Festlegungen und Anforderungen zur Erstellung von Umweltproduktdeklarationen (engl.: Environmental Product Declarations, EPD) nach ISO 14025 (DIN Deutsches Institut für Normung, 2006a) beinhalten. Diese können prinzipiell auch für die Berechnung von PCFs herangezogen werden. In PCRs werden z.B. die funktionelle Einheit, die Systemgrenzen oder Annahmen für die Nutzungsphase festgelegt. Allerdings sind PCRs aktuell nur für eine begrenzte Anzahl an Produktkategorien verfügbar⁹.

Die PAS 2050:2011 sieht die Verwendung sog. supplementary requirements, also zusätzlicher Anforderungen, vor, für die bestimmte Prinzipien gelten. Diese zusätzlichen Anforderungen können über Produktkategorieeregeln nach ISO 14025 spezifiziert werden. Es können aber auch andere Produktregeln oder sektorspezifische Regeln sein.

⁹ Eine aktuelle Liste findet sich unter <http://www.environdec.com/en/Product-Category-Rules/>

3 Vorbereitung der PCF-Erhebung

Vor der PCF-Erhebung muss das Unternehmen einige organisatorische Rahmenbedingungen klären. Dazu gehört eine Prüfung, ob die Voraussetzungen für eine erfolgreiche PCF-Erhebung erfüllt sind und eine Abschätzung des Zeit- und Kostenaufwands. Es ist zu klären, inwieweit externe Dienstleister einbezogen werden oder auch ob selber Bilanzierungssoftware angeschafft wird.

3.1 Voraussetzungen für eine erfolgreiche PCF-Erhebung

Vor Beginn der PCF-Erhebung muss überprüft werden, ob die wesentlichen Voraussetzungen für eine erfolgreiche Durchführung erfüllt sind. Hierzu zählen, neben Eigenmotivation und einer klaren Zielstellung (vgl. Abschnitt 4.1), insbesondere ausreichende zeitliche, personelle und finanzielle Ressourcen. Sollte das Unternehmen nicht über genügend eigene Kapazitäten und Kompetenzen verfügen, besteht auch die Möglichkeit, externe Unterstützung hinzuzuziehen, allerdings müssen Unternehmen auch in diesem Fall gewisse Eigenleistungen erbringen (vgl. Abschnitt 3.3).

Für die innerbetriebliche Datenerhebung wird die Unterstützung mehrerer Abteilungen benötigt, die in das Projekt mit einbezogen werden müssen, was einen zusätzlichen Koordinationsaufwand mit sich bringt. Je größer das bilanzierende Unternehmen ist, desto mehr Abteilungen werden an der PCF-Erhebung beteiligt sein. Dazu kann es sinnvoll sein, ein Projektteam zu bilden. Um Verzögerungen, Fehlern und Missverständnissen bei der Datenermittlung entgegen zu wirken, sind gute Kommunikationsstrukturen vorteilhaft. Wichtig für eine erfolgreiche Datenerhebung ist außerdem die innerbetriebliche Transparenz, da strenge Geheimhaltungsrichtlinien die Erhebung von Primärdaten erheblich erschweren können. Daher empfiehlt es sich, alle betroffenen Abteilungen und Standorte möglichst frühzeitig auf die Notwendigkeit der Datenbereitstellung hinzuweisen.

Für die Bilanzierung der außerbetrieblichen Prozesse und Lebenswegphasen werden Daten von Lieferanten und Entsorgern benötigt, die in der Regel bei der Einkaufsabteilung vorliegen oder bei den entsprechenden Geschäftspartnern abgefragt werden müssen. Es können aber auch Besuche und Datenerhebungen vor Ort erforderlich sein. Bei ausländischen Unternehmenspartnern müssen für die Datenabfrage ggf. Übersetzungen angefertigt werden. Dies sollte bei der Aufwandsplanung berücksichtigt werden.

Eine der größten Herausforderungen für KMUs, die selbstständig einen PCF berechnen möchten, ist der Zugang zu Ökobilanzdatenbanken. Diese werden benötigt, um für Prozesse, eingesetzte Rohstoffe und Energieträger sowie für Vorprodukte und Abfälle Emissionsfaktoren (vgl. Abschnitt 5.2.1) zu ermitteln. Der Zugang ist i.d.R. kostenpflichtig oder erfolgt über eine meist ebenfalls kostenpflichtige Bilanzierungssoftware (vgl. Abschnitt 3.4) und verursacht damit zusätzlichen finanziellen Aufwand.

Neben den bereits genannten Voraussetzungen kann es von großem Vorteil sein, wenn das bilanzierende Unternehmen bereits über ein Energiedatenmanagement bzw. über eine gute Betriebsdatenerfassung hinsichtlich Energiedaten, Hilfs- und Betriebsstoffeinsätzen verfügt.

Sollten die genannten Voraussetzungen nicht oder nur zum Teil erfüllt sein, kann ein PCF natürlich dennoch in Eigenregie erhoben werden. Allerdings empfiehlt es sich dann, diese Faktoren und den damit verbundenen Aufwand bereits in der Projektplanung einzukalkulieren oder das Projekt ggf. neu auszurichten und die Zielsetzung zu überdenken.

Zusammenfassung

Voraussetzungen für eine erfolgreiche PCF-Erhebung sind:

- Eigenmotivation und klare Zielstellung
 - Ausreichend zeitliche, personelle und finanzielle Ressourcen
 - Transparenz zwischen den Abteilungen
 - Gute Betriebsdatenerfassung
 - Zugang zu Ökobilanzdatenbanken
-

3.2 Faktoren für Zeit- und Kostenaufwand

Für die Projektplanung ist es wichtig, möglichst frühzeitig den Zeit- und Kostenaufwand der PCF-Erhebung abzuschätzen, um die notwendigen Ressourcen bereitstellen zu können. Zur Aufnahme der im Unternehmen vorhandenen Daten sollten mindestens 20 bis 40 Stunden eingeplant werden. Der Zeit- und Kostenaufwand hängt allerdings von verschiedenen produkt- und unternehmensbezogenen Faktoren ab:

Produktbezogene Faktoren:

- Komplexität (und ggf. Lebensdauer) des betrachteten Produktes
- Anzahl, Art und Herkunft (national/global) der eingekauften Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe sowie Vorprodukte
- Anzahl der verschiedenen Akteure entlang des Produktlebensweges sowie deren geografischer Standort
- Anzahl und Art der Koppelprodukte sowie deren Nutzung
- Anzahl und Art der Reststoffe sowie deren Entsorgung

Unternehmensbezogene Faktoren:

- Bestehendes Know-how und Erfahrungen mit Öko- und THG-Bilanzierung
- Gute Betriebsdatenerfassung (Energiedaten, Daten zu Hilfs- und Betriebsstoffen)
- Größe des Unternehmens und der zu beteiligenden Abteilungen/Personen

Bei den Überlegungen zum Kostenaufwand ist zu berücksichtigen, ob die auf Basis einer PCF-Erhebung abgeleiteten Einsparmaßnahmen die Kosten für die Durchführung der Erhebung tragen können. Gerade bei KMU kann es sein, dass sich die Erhebung eines PCF aus ökonomischen Gründen nicht lohnt, wenn die Kosten durch die Einsparungen nicht gedeckt werden.

3.3 Externe Unterstützung

Insbesondere KMU stehen häufig vor der Herausforderung, dass die eigenen Kapazitäten für die PCF-Erhebung begrenzt sind oder das benötigte Know-how fehlt. Sollten intern keine entsprechenden Kapazitäten und Kompetenzen verfügbar sein, kann externer Sachverstand hinzugezogen werden. Ein Dienstleister hilft nicht nur bei der Erhebung des PCF, sondern kann weitere Potenziale zur Emissionsreduktion und Prozessoptimierung identifizieren, da er ohne „Betriebsblindheit“ einen neuen Blick auf etablierte Prozesse wirft. Darüber hinaus bringt ein qualifiziertes Dienstleistungsunternehmen i.d.R. viele Erfahrungen aus anderen Unternehmen mit, die für den eigenen Betrieb genutzt werden können. Als Nachteil kann gesehen werden, dass das Unternehmen selbst weniger Kenntnis über die eigenen Prozesse und die Lieferkette erlangt, wenn der PCF durch einen Dienstleister erhoben wird.

Der Kostenaufwand für die PCF-Erhebung mittels eines externen Dienstleisters richtet sich vor allem nach dem Umfang der Eigenleistungen des Unternehmens und nach der Komplexität des Produktionssystems und der damit verbundenen Menge an Daten, die recherchiert werden müssen. Insbesondere für Unternehmen, für die der finanzielle Aufwand der Anschaffung einer Software- oder Datenbanklizenz zu groß ist, empfiehlt es sich, die PCF-Erhebung an erfahrene Dienstleister, die Zugriff auf die benötigten Datenbestände haben, abzugeben.

3.3.1 Vorleistungen des eigenen Unternehmens

Wenn bei der PCF-Erhebung ein Dienstleister beteiligt wird, können Unternehmen den Grad der Selbstbeteiligung frei wählen. Je nach gewünschtem Anteil an Eigenleistung, kann der Dienstleister lediglich die Recherche und Zuordnung von Emissionswerten sowie die Berechnung des PCF übernehmen, während das Unternehmen die benötigten Mengenströme und Energieverbräuche selbstständig erhebt oder aber die gesamte Prozessana-

lyse, Datenerhebung und THG-Bilanzierung durchführen. Allerdings müssen auch bei kompletter Vergabe der Bilanzierung gewisse Eigenleistungen erbracht werden:

- Unterstützung bei der Datenerhebung
- Organisation eines Betriebsrundgangs mit dem zuständigen Fachpersonal
- Bereitstellung eines zentralen Ansprechpartners im Unternehmen: Dieser sollte zeitliche Freiräume für die PCF-Erhebung bekommen, für den Dienstleister gut verfügbar und ansprechbar sein, gute Unternehmens- und Prozesskenntnisse sowie Einblick in möglichst viele relevante Bereiche haben
- Vermittlung von Ansprechpartnern in einzelnen Abteilungen, die von der PCF-Erhebung betroffen sein werden (Datenerhebung, Kommunikation etc.)
- Vermittlung von Kontakten zu Zulieferern und Entsorgern

Die Kommunikation zwischen Dienstleister und Mitarbeitern ist für eine erfolgreiche PCF-Erhebung besonders wichtig. Schließlich wissen die eigenen Mitarbeiter meist am besten, welche die wichtigen Informationskanäle sind und wie notwendige Daten beschafft werden können.

3.3.2 Anforderungen an Dienstleister

Für die Leitung und Durchführung eines PCF-Projektes sollte ein Dienstleister Erfahrung in der Erstellung von Ökobilanzen aufweisen können und mit den relevanten Normen in diesem Bereich vertraut sein. Neben Kompetenzen in Methodik und Durchführung von Öko- und/oder THG-Bilanzierungen, sind Produkt- und Branchenkenntnisse bei der Erstellung eines PCF von Vorteil, vor allem wenn die Ergebnisse für Produktvergleiche genutzt werden sollen. Ein Dienstleister, der bereits Referenzen in der entsprechenden Branche aufweisen kann, benötigt i.d.R. weniger Zeit für die Einarbeitung in das Produktsystem.

Neben methodischen und technischen Kenntnissen und Erfahrungen ist die Kenntnis von und der Zugriff auf Ökobilanzdatenbanken essenziell, denn die Sekundärdatenbeschaffung ist eine Hauptschwierigkeit bei jeder PCF-Erhebung.

Weiterhin sollte ein Dienstleister auch für eine Strukturierung des PCF-Projekts sorgen. Hierzu ist es insbesondere notwendig, dem Unternehmen bereits vor Projektbeginn die wichtigsten Anforderungen sowie einen Zeitplan vorzustellen. Für die erfolgreiche PCF-Erhebung muss das Unternehmen von vornherein über den personellen, zeitlichen und finanziellen Aufwand, insbesondere seiner Eigenleistungen, aufgeklärt werden.

Zusammenfassung

Anforderungen an Dienstleister:

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

3.4 Softwareunterstützung

Prinzipiell kann die Berechnung eines PCF manuell bzw. mit Hilfe gängiger Tabellenkalkulationsprogramme (wie z.B. Microsoft Excel) durchgeführt werden. PCF-Berechnungen können jedoch sehr komplex sein, wenn eine umfangreiche Datenmenge zusammengestellt und verrechnet werden muss und darüber hinaus Emissionsfaktoren (vgl. Abschnitt 5.2.1) benötigt werden. Daher kommen zunehmend spezielle Software-Tools bei der Be-

rechnung zum Einsatz. Neben ausgewiesenen Carbon Footprint Tools eignet sich prinzipiell auch Ökobilanzsoftware, bei der die Berechnung des PCF eine spezielle Auswertungsmethode neben vielen weiteren darstellt. Dementsprechend gehört diese Art von Software meist zu den Expertentools mit umfangreichen und für unerfahrene Nutzer oftmals zu komplexen Funktionalitäten. Gleichzeitig sind die Kosten für die Anschaffung einer solchen Softwarelizenz i.d.R. deutlich höher. Der Nutzung in KMUs stehen daher sowohl finanzielle Hemmnisse, als auch mangelndes Know-how in der Anwendung entgegen. Der Erwerb empfiehlt sich folglich nur, wenn das Unternehmen beabsichtigt, den PCF als Einstieg in die Umweltbilanzierung zu nutzen und künftig auch umfangreichere Analysen, wie z.B. Ökobilanzen mit Betrachtung verschiedener Umweltwirkungen, durchführen möchte. Ist dies nicht der Fall, sind die spezifischen Carbon Footprint Tools vorzuziehen, da diese meist günstiger und in der Handhabung weniger komplex sind.

Im Folgenden werden die wichtigsten, derzeit auf dem Markt erhältlichen Software-Tools¹⁰ in alphabetischer Reihenfolge kurz vorgestellt:

CCaLC (University of Manchester, Großbritannien)

Die kostenfreie Carbon Footprint Software CCaLC (Carbon Calculations over the Life Cycle of Industrial Activities) ist ein excelbasiertes Tool, das von einer Forschungsgruppe der University of Manchester entwickelt wurde. Es richtet sich insbesondere an Nicht-Experten ohne Ökobilanzerfahrung, die für Produkte, Prozesse und Lieferketten im industriellen Bereich THG-Bilanzen erstellen möchten. Methodisch basiert die Software auf der ISO 14044 und der PAS 2050. Neben der eigenen CCaLC-Datenbank ist auch die ecoinvent Datenbank enthalten, wobei hieraus lediglich die GWP 100-Werte integriert wurden. Primär dient die Software der Berechnung und Analyse von Carbon Footprints, bietet darüber hinaus jedoch auch die Möglichkeit, Water Footprints zu bestimmen und weitere Wirkungskategorien (Versauerung, Ozonabbau, photochemische Oxidation und Humantoxizität) zu betrachten sowie eine ökonomische Bewertung durchzuführen.

CO₂-Emissionsrechner im Weinbau (IESAR, FH Bingen)

Der CO₂-Emissionsrechner im Weinbau wurde von dem Institute for Environmental Studies and Applied Research (IESAR) der Fachhochschule Bingen speziell für Weinbaubetriebe entwickelt. Damit können Winzer eigenständig einen produktbezogenen Klimafußabdruck ihrer Weine berechnen. Enthalten sind entsprechende Ergänzungen für den ökologischen Weinanbau. Der Rechner, ein standardisiertes MS-Excel-Tool, nutzt zur Ermittlung des PCF Sekundärdaten aus ecoinvent und basiert auf dem GHG Produktstandard sowie den Normen zur Ökobilanzierung (ISO 14040 und 14044). Der Weinrechner ist über das IESAR zu beziehen.

Footprint Expert™ (Carbon Trust, Großbritannien)

„Footprint Expert™“ wurde vom britischen Unternehmen Carbon Trust entwickelt. Mit Hilfe der Software können Carbon Footprints für Produkte und Dienstleistungen gemäß PAS 2050 oder GHG Produktstandard berechnet werden. Die Software beinhaltet eine eigene, umfangreiche Datenbank. Neben der Möglichkeit zur umfassenden Erhebung und Analyse von Carbon Footprints steht ein Hot-Spot-Rechner zur Verfügung mit dem Carbon Footprints ohne umfangreiche Datenerhebung schnell abgeschätzt werden können.

GaBi (PE International AG und Universität Stuttgart, Deutschland)

Die Ökobilanzsoftware GaBi wurde von der Abteilung Ganzheitliche Bilanzierung der Universität Stuttgart in Zusammenarbeit mit der PE INTERNATIONAL AG entwickelt. Neben umfangreichen Ökobilanzen können mit

¹⁰ Die folgende Zusammenstellung hat keinen Anspruch auf Vollständigkeit und stellt die zum Zeitpunkt der Recherche (Mitte 2013) gängigsten Tools dar.

der Software Carbon Footprints für Produkte gemäß Standards wie der ISO-14000 Serie, der PAS 2050 oder dem GHG Produktstandard erstellt werden. Sekundärdaten werden aus den GaBi-Datenbanken bezogen, deren Sachbilanz-Daten aus eigenen Erhebungen des Anbieters stammen. Darüber hinaus ist auch die ecoinvent-Datenbank in GaBi integrierbar.

Quantis Suite (Quantis, Schweiz, Kanada)

Quantis, ein Spin-off der École Polytechnique Fédérale de Lausanne und der École Polytechnique de Montréal, entwickelte mit der „Quantis Suite“ eine der ersten webbasierten Ökobilanzsoftwares. Neben umfassenden Ökobilanzen können auch Carbon Footprints für Unternehmen und Produkte nach GHG Produktstandard und PAS 2050 sowie Water Footprints erstellt werden. Sekundärdaten stehen aus der ecoinvent-, der DEFRA- sowie aus diversen Input/Output-Datenbanken zur Verfügung.

Sima Pro (PRé Consultants, Niederlande)

„Sima Pro“, das von dem niederländischen Unternehmen PRé Consultants entwickelt wurde, ist aktuell die weltweit am weitesten verbreitete Ökobilanzsoftware. Neben dem ecoinvent-Datenbestand wird die Software mit weiteren umfangreichen Datensätzen ausgeliefert (z.B. European Reference Life Cycle Database, LCA Food und diverse nationale Input/Output-Datenbanken). Darüber hinaus können Daten an ERP Systeme und an Microsoft Excel exportiert sowie von dort extrahiert werden. Neben umfangreichen Ökobilanzen können mit der Software PCFs gemäß PAS 2050 oder GHG Produktstandard erstellt werden.

TEAM™ (Ecobilan, PricewaterhouseCoopers, Frankreich)

TEAM™ (Tools for Environmental Analysis and Management) ist eine Ökobilanzsoftware, die von dem französischen Beratungsunternehmen Ecobilan entwickelt wurde, das mittlerweile zu PricewaterhouseCoopers gehört. Durch die Auswahl der Bewertungsmethode IPCC 2007 (Climate Change) lassen sich mit der Software Carbon Footprints berechnen, auch wenn keine ausgewiesene, spezifische Carbon Footprint Funktion enthalten ist. Sekundärdaten stehen aus der eigenen Datenbank DEAM™ (Data for Environmental Analysis and Management) zur Verfügung, ecoinvent-Datensätze können über eine Importschnittstelle integriert werden.

Umberto NXT CO₂ (ifu Hamburg, Deutschland)

Die Software „Umberto NXT CO₂“ wurde von der ifu Hamburg GmbH entwickelt und dient der Berechnung, Analyse und Bewertung von Carbon Footprints für Produkte, Dienstleistungen und Unternehmen. Die Software integriert eine vereinfachte und auf Carbon Footprint zugeschnittene ecoinvent-Datenbank und unterstützt Carbon Footprint Berechnungen nach PAS 2050 und GHG Produktstandard. Eine graphische Darstellung der Stoff- und Energieflüsse sowie der berechneten CO₂-Äquivalenzwerte erfolgt mittels Sankey-Diagrammen, so dass die Software auch für Energie- und Materialeffizienzanalysen geeignet ist. Darüber hinaus beinhaltet die Software eine Schnittstelle zu Microsoft Excel, so dass für die Auswertung Ergebnisse exportiert und aufbereitet werden können.

Neben Umberto NXT CO₂ bietet ifu Hamburg weitere Software für vollständige Ökobilanzen im Sinne der ISO 14040 und für materialflussbezogene Effizienz- und Kostenbetrachtungen an.

Weitere Tools

Neben den aufgeführten Tools gibt es mittlerweile im Internet auch eine unüberschaubare Menge an Carbon Calculators, CO₂-, Emissions- und Klimarechnern und -apps. Die meisten dieser Programme dienen dazu, anhand von Konsum- und Lebensgewohnheiten die persönlichen CO₂-Emissionen des Benutzers bzw. die CO₂-Emissionen der Benutzung eines bestimmten Produktes oder einer Dienstleistung (z.B. einer Flugreise) zu er-

mitteln. Die so erzeugten Ergebnisse können durchaus auf die Problematik von THG-Emissionen und Klimawandel aufmerksam machen und Anstöße für Verhaltensänderungen geben. Für Unternehmen, die einen PCF ihres spezifischen Produktes berechnen und analysieren möchten, sind diese Rechner jedoch nicht geeignet, da meist viele Annahmen und Abschätzungen zu Grunde liegen und Emissionen größtenteils anhand generischer und aggregierter Daten berechnet werden.

Ein empfehlenswerter, kostenfreier Internet-Rechner speziell für die Berechnung von Transportemissionen wird in Abschnitt 5.9.1 vorgestellt.

Zusammenfassung

Für KMU sind spezifische Carbon Footprint-Tools meist geeigneter als Ökobilanz-Software, da sie in der Anschaffung meist günstiger und in der Handhabung weniger komplex sind.

4 Festlegung von Ziel und Untersuchungsrahmen

Vor der eigentlichen Berechnung des PCF sind einige Vorbereitungsschritte notwendig, um eine erfolgreiche und effektive Analyse zu ermöglichen. Die notwendigen Vorbereitungen werden in diesem Kapitel erläutert.

4.1 Zieldefinition

Für jede PCF-Erhebung sollten die Ziele klar definiert werden, um zu klären, mit welchen Erwartungen dieses Vorhaben verbunden ist und um sicherzustellen, dass die gewählte Methode dafür geeignet ist, die angestrebten Ziele zu erreichen. Darüber hinaus schafft eine klare Zieldefinition die Grundlage für die Planung und Durchführung der weiteren Arbeitsschritte sowie für die Berücksichtigung unternehmensspezifischer Fragestellungen. Abbildung 8 zeigt, wie sich die Zielsetzung einer PCF-Erhebung je nach Anforderungsbereich unterscheiden kann.



Abbildung 8: Zielsetzungen einer PCF-Erhebung im Kontext verschiedener Anforderungsbereiche

Die mit der PCF-Erhebung verfolgten Ziele lassen sich grob einteilen in die Bereiche Leistungskontrolle, Lieferanten- und Kundenverantwortung, Produktdifferenzierung sowie Klimawandel- und Risikomanagement und werden im Folgenden weiter ausgeführt. Obwohl hier eine Vielzahl von Zielen benannt wird, sind einige davon für KMU weniger relevant. Die KMU-relevanten Ziele wurden deshalb hervorgehoben.

Leistungskontrolle

- **Identifizierung von Reduktionspotenzialen und Optimierung von Prozessen**

Im Zuge der PCF-Erhebung werden alle Prozesse, die am Produktlebensweg beteiligt sind, analysiert. Dabei können besonders emissionsintensive Prozesse sowie Schwachstellen und Ineffizienzen identifiziert werden. Diese Erkenntnisse helfen bei der Entwicklung von Maßnahmen zur Optimierung der Produktion.

- **Einsparung von Kosten**

Emissionsintensive Prozesse können z.B. aufgrund ihres großen Energiebedarfs mit hohen Kosten verbunden sein. Eine Reduktion der THG-Emissionen geht daher oft auch mit einer Kosteneinsparung einher. Falls Emissions-Zertifikate zu erwerben sind, können hier noch zusätzlich Kosten eingespart werden.

- *Benchmarking*

Mittels einer regelmäßigen PCF-Berechnung kann die Klimawirksamkeit eines Produktes im zeitlichen Verlauf gemessen und verglichen werden. Effizienzsteigerungen und Produktverbesserungen können so systematisch verfolgt und erfasst werden, was insbesondere dann wichtig ist, wenn Reduktionsziele (vgl. Abschnitt 8.3) gesetzt werden und deren Zielerreichung überprüft und berichtet werden soll.

Lieferanten- und Kundenverantwortung

- ***Bereitstellung von Informationen für Lieferanten, Kunden oder Verbraucher***

Die Kommunikation der PCF-Ergebnisse gegenüber Lieferanten, Kunden oder Verbrauchern kann zur Aufklärung über Klimarelevanz von Produkten und Handlungsoptionen bei Einkauf und Produktgebrauch genutzt werden. Gleichzeitig zeigt eine PCF-Veröffentlichung, dass das Unternehmen bereit ist, Verantwortung für die Emissionen, die mit seinen Produkten verbunden sind, zu übernehmen. Gerade KMU können den Beitrag des Verbrauchers gegenüber diesen kommunizieren und so die Kundenbindung steigern.

- ***Anforderungen von Unternehmenspartnern***

Durch die PCF-Erhebung können sich Unternehmen auf Anforderungen ihrer Unternehmenspartner einstellen, die z.B. einen PCF von ihren Zulieferern erfragen und davon Vertragsabschlüsse abhängig machen.

- ***Steigerung der Transparenz entlang der Wertschöpfungskette***

Durch die Analyse aller vor- und nachgelagerten Wertschöpfungsstufen schafft der PCF Transparenz in der Wertschöpfungskette. Damit werden die Beiträge einzelner Akteure zur Klimawirkung des Produktes und die gemeinsame Verantwortung für die emissionsärmere Gestaltung der Wertschöpfungskette verdeutlicht.

Produktdifferenzierung

- ***Einsatz im Marketing und Verbesserung des Markenimages***

Der PCF kann als Marketinginstrument genutzt werden, um sich als Vorreiter einer Branche hervorzuheben und das Markenimage zu verbessern. Durch eine öffentliche Darlegung der Klimawirksamkeit hebt sich das eigene Produkt von denen der Mitbewerber ab, was die Kaufentscheidung positiv beeinflussen kann.

- ***Wettbewerbsvorteile gegenüber Mitbewerbern erzielen***

Anhand der Erkenntnisse der PCF-Erhebung können Produktionsbedingungen und Lieferkettenstrukturen optimiert werden. Daraus resultierende Kosteneinsparungen können Wettbewerbsvorteile darstellen.

- ***Vergleich verschiedener Produktvarianten oder Herstellungsmethoden***

Mit der PCF-Erhebung können verschiedene Produktvarianten und Herstellungsmethoden sowie alternative Material- und Rohstoffeinsätze hinsichtlich ihrer Klimawirkung verglichen werden. Dies hilft Unternehmen, Produkte emissionsarm umzugestalten bzw. neu zu entwickeln.

- ***Kompensation von THG-Emissionen***

Um THG-Emissionen eines Produktes kompensieren zu können, muss zuvor ein PCF berechnet werden. Die Kompensation kann dann als Abgrenzungsmerkmal gegenüber Konkurrenzprodukten eingesetzt werden.

Klimawandel- und Risikomanagement

- ***Management von Klimarisiken***

Regulatorische Klimarisiken ergeben sich, wenn staatlicherseits strengere Auflagen für THG-Emissionen erlassen werden. Um diese zu erfüllen, können z.B. investitionsintensive Maßnahmen notwendig werden. Die PCF-Erhebung versetzt Unternehmen in die Lage, die mit der Freisetzung von Treibhausgasen, aber auch mit dem „Einkauf“ von Emissionsrucksäcken verbundenen Klimarisiken zu bewerten und zu minimieren. Dadurch können künftige Kosten in Bezug auf Energie und Emissionen reduziert werden.

- *Identifizierung regulatorischer Anreize, neuer Marktchancen und Absatzmöglichkeiten*

Unternehmen, die sich auf regulatorische Anforderungen einstellen und diese frühzeitig umsetzen, können einen Innovationsvorsprung erzielen. Regulierungsmaßnahmen können Markt- und Wettbewerbsbedingungen positiv beeinflussen und zu Vorteilen für klimafreundliche Produkte führen, so dass diese u.U. völlig neue Märkte erschließen. Außerdem kann der Klimawandel zu einem veränderten Konsumentenverhalten führen, was für klimafreundliche Produkte wiederum einen Wettbewerbsvorteil darstellt.

- *Entwicklung einer Klimastrategie*

Die PCF-Erhebung kann wichtige Impulse für die Entwicklung einer Klimastrategie liefern, die Unternehmen dabei unterstützt, ihre ökonomischen Ziele und den Klimaschutz dauerhaft besser zu vereinbaren.

Zusammenfassung

Für KMU besonders relevante Ziele sind:

- Identifizierung von Potenzialen zur Emissionsreduktion und Optimierung von Prozessen
 - Einsparung von Kosten
 - Bereitstellung von Informationen für Lieferanten, Kunden oder Verbraucher
 - Erfüllung der Anforderungen von Unternehmenspartnern
 - Einsatz im Marketing und Verbesserung des Markenimages
 - Wettbewerbsvorteile gegenüber Mitbewerbern erzielen
-
-

4.2 Produktauswahl

Neben der Zieldefinition stellt die Produktauswahl einen weiteren, wichtigen Vorbereitungsschritt der PCF-Erhebung dar. Um aus dem Produktportfolio des Unternehmens ein geeignetes Produkt für die PCF-Erhebung auszuwählen, gibt es eine Reihe von sinnvollen Auswahlkriterien. Diese Kriterien sollten sich insbesondere an den zuvor definierten Zielen orientieren, um sicherzustellen, dass das betrachtete Produkt auch geeignet ist, um die an den PCF geknüpften Erwartungen zu erfüllen.

Bei KMU, die hauptsächlich ein Standardprodukt herstellen, sollte dieses auch für die PCF-Erhebung ausgewählt werden. Stehen mehrere Produkte zur Auswahl, sollten folgende Aspekte berücksichtigt werden:

- *Datenverfügbarkeit*

Der personelle und zeitliche Aufwand für die PCF-Erhebung hängt maßgeblich von der Datenverfügbarkeit ab. Falls für spezielle Produkte bereits Daten vorliegen, bzw. relativ einfach erhoben werden können, spricht das für die Auswahl dieses Produktes.

- *Relevanz der THG-Emissionen im Vergleich zu anderen Umweltwirkungen*

Produkte, für die ein PCF erhoben wird, sollten eine gewisse Klimawirksamkeit aufweisen. Falls bekannt ist, bzw. vorher abgeschätzt werden kann, dass andere Umweltwirkungen des Produktes (z.B. Flächenverbrauch, Wasserverbrauch etc.) auch von großer oder sogar noch größerer Relevanz sind, ist die Betrachtung einer einzigen Umweltwirkungskategorie nicht zielführend und kann zu falschen bzw. irreführenden Produktbeurteilungen führen. Dies schränkt die Aussagekraft des PCF und die Belastbarkeit darauf aufbauender Empfehlungen und Handlungsmöglichkeiten ein.

- *Kooperationsbereitschaft von Lieferanten und Entsorgern*

Da mit dem PCF der gesamte Lebensweg eines Produktes abgebildet wird, sind Unternehmen bei der Datenerhebung auf die Kooperationsbereitschaft von Lieferanten und Entsorgern angewiesen. Deshalb sollte vor der Produktauswahl von den Unternehmenspartnern, bei denen ein bedeutender Anteil an produktbezogenen THG-Emissionen erwartet wird, die Bereitschaft zur Bereitstellung von Daten und zur Kooperation im Zuge des PCF-Vorhabens abgefragt werden.

- *Potenziale zur Reduktion der Emissionen*

Um mit dem PCF tatsächlich einen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten, müssen, neben der Bestimmung der Klimawirksamkeit der Produkte, auch Maßnahmen zur Reduktion von Emissionen erarbeitet und umgesetzt werden. Daher sollte bereits bei der Auswahl des Produktes darauf geachtet werden, ob in dessen Lebensweg Potenziale zur Emissionsminderung vermutet werden können.

- *(Strategische) Bedeutung der Produkte und Marktrelevanz eines PCF*

Wenn Unternehmen den PCF nutzen möchten, um sich von ihren Mitbewerbern abzuheben oder eine Vorreiterrolle in ihrer Branche zu übernehmen, sollte das betrachtete Produkt eine möglichst große Relevanz im Hinblick auf die Marken- und Marktpositionierung im Wettbewerb haben.

- *Transparenz und Stabilität der Lieferketten*

Da für die PCF-Berechnung die Daten entlang der gesamten Wertschöpfungskette erhoben werden, trägt eine stabile und transparente Lieferkette zur verbesserten Datenverfügbarkeit und -qualität bei. Darüber hinaus lässt sich die Entwicklung des PCF sowie die Effizienz von Maßnahmen zur Emissionsreduktion nur dann beurteilen, wenn die Lieferkette über einen längeren Zeitraum stabil ist.

- *Methodische Herausforderungen*

Der Aufwand für die PCF-Erhebung hängt u.a. von der Komplexität der produktspezifischen, methodischen Fragestellungen ab. Diese können je nach betrachtetem Produkt sehr unterschiedlich sein. Für manche Produktgruppen existieren bereits PCRs (vgl. Abschnitt 2.7), die Hilfestellung bei der Bilanzierung geben und spezifische methodische Empfehlungen liefern.

Zusammenfassung

KMU sollten ihr Standardprodukt für die PCF-Erhebung auswählen.

Die Produktauswahl soll in Übereinstimmung mit den Zielen der PCF-Erhebung erfolgen.

<h3>Anforderungen an die Berichterstattung</h3>

Der Name und eine Beschreibung des untersuchten Produktes müssen berichtet werden.

4.3 Die funktionelle Einheit

4.3.1 Definition der funktionellen Einheit

Die funktionelle Einheit stellt den quantifizierten Nutzen eines Produktsystems für die Verwendung als Vergleichseinheit dar. Sie sollte in Übereinstimmung mit den Zielen und dem Untersuchungsrahmen der Studie bestimmt werden und dient insbesondere dazu, eine Bezugsgröße zu schaffen, auf die alle In- und Outputflüsse des Produktsystems bezogen werden.

4.3.1.1 Quantifizierter Nutzen eines Produktsystems

Mit der PCF-Erhebung werden Produkte beurteilt, die spezifische Funktionen erfüllen und einen gewissen Nutzen erbringen. Die funktionelle Einheit beschreibt diese individuellen Produktfunktionen und quantifiziert den damit verbundenen Nutzen. Die quantitativen Merkmale (Menge, Dauer) sowie die qualitativen Merkmale (Leistung) des Produktnutzens müssen bei der Definition der funktionellen Einheit berücksichtigt werden.

Beispiel 3: Festlegung der funktionellen Einheit bei der PCF-Berechnung für das Produkt „Innenwandfarbe“

Ein Farbenhersteller möchte für sein Produkt „weiße Dispersionsfarbe“ (Innenwandfarbe) einen PCF berechnen. Bei der Festlegung der funktionellen Einheit muss dabei insbesondere beachtet werden, dass bei Innenwandfarben bedeutende Qualitätsunterschiede hinsichtlich Deckfähigkeit und Lebensdauer bestehen. Eine rein masse- oder flächenbezogene funktionelle Einheit (z.B. 1 kg Farbe oder 1 m² Wand) ist hier als Vergleichseinheit ungeeignet, da damit der Nutzen des Produktsystems nicht vollständig erfasst werden kann. Stattdessen wurde die funktionelle Einheit in diesem Fall wie folgt festgelegt:

Produkt	Innenwandfarbe
Funktion	Oberflächenschutz, Farbgebung
Dauer	5 Jahre
Quantität	20 m ²
Qualität	98 % Deckfähigkeit
Funktionelle Einheit	Farbgebung von 20 m ² Innenwand mit einer Deckfähigkeit von 98 % und einer Haltbarkeit von 5 Jahren

4.3.1.2 Vergleichseinheit

Eine identische funktionelle Einheit ist notwendig, um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse von THG-Bilanzen zu gewährleisten. Ein aussagekräftiger Vergleich der Klimawirksamkeit kann sich immer nur auf Systeme mit identischem Nutzen beziehen und nicht auf die Produkte selbst, da ansonsten deren unterschiedliche Qualität, Leistung und Lebens-/Gebrauchsdauer vernachlässigt werden. Auf diese Weise können auch materielle Produkte mit Dienstleistungen verglichen werden, wenn beide den gleichen Nutzen erbringen. Allerdings gibt es auch bei identischen funktionellen Einheiten Einschränkungen beim Vergleich von Produkten (vgl. Abschnitt 8.2).

Beispiel 4: Vergleichseinheit für verschiedene Mineralwasserverpackungen

Die Schwollener Sprudel GmbH & Co. KG möchte eine vergleichende PCF-Erhebung für Mineralwasser in Glasmehrwegflaschen und PET-Einwegflaschen durchführen. Die Glasmehrwegflasche hat ein Volumen von 0,7 l, während die PET-Einwegflasche einen Liter fasst. Diese beiden Volumina sind nicht direkt miteinander vergleichbar. Deshalb wird als funktionelle Vergleichseinheit 1000 l Mineralwasser im Vorratskauf definiert. Somit werden 1000 l PET-Einwegflaschen mit 1429 0,7 l-Glasmehrwegflaschen verglichen.

4.3.2 Bestimmung der funktionellen Einheit

Um die funktionelle Einheit für die PCF-Bilanzierung festzulegen, müssen zunächst einmal alle Funktionen des untersuchten Produktsystems identifiziert werden. Da viele Produktsysteme nicht nur eine Funktion haben und auf unterschiedliche Art genutzt werden können, sind für dasselbe Produkt auch unterschiedliche funktionelle Einheiten möglich. Wenn für die Zielsetzung der PCF-Erhebung nicht alle Produktfunktionen von Bedeutung sind, muss die relevante Funktion ausgewählt werden, auf deren Grundlage dann die funktionelle Einheit definiert wird. Je nach Zieldefinition können auch mehrere Funktionen berücksichtigt werden.

Darüber hinaus sollte sich die Wahl der funktionellen Einheit an der Zielgruppe des PCF orientieren. Für diese sollte die funktionelle Einheit leicht verständlich sein und einen gängigen Produktnutzen widerspiegeln. Auch wenn die funktionelle Einheit bis zu einem gewissen Grad frei wählbar ist, macht es wenig Sinn, die THG-Emissionen z.B. auf einen halben Teebeutel oder eine Tonne Schokolade zu beziehen, da derlei Bezugsgrößen für den Verbraucher nicht gebräuchlich und daher schwer nachvollziehbar sind. Dadurch werden die Einschätzung der PCF-Ergebnisse und die Beurteilung der produktbezogenen Klimawirksamkeit unnötig erschwert. Falls bei der Auswahl Schwierigkeiten auftreten kann es hilfreich sein, sich an der Funktion zu orientieren, zu deren Zweck das Produkt primär entwickelt und hergestellt wurde.

Zusammenfassung

Fragen zur Ermittlung der Produktfunktion und der funktionellen Einheit

- Für welchen Zweck wurde das Produkt entworfen und hergestellt?
 - Was sind die wesentlichen Charakterisierungs- und Qualitätsmerkmale des Produktes?
 - Welche Funktion erfüllt das Produkt?
 - Was wird vom Kunden als gekaufte „Einheit“ des Produktes verstanden bzw. erwartet?
 - Welche Menge des Produktes ist repräsentativ und gebräuchlich?
 - Welches andere Produkt vergleicht der Kunde mit dem betrachteten Produkt? In welcher Funktion stimmen die beiden Produkte überein?
 - Welche funktionelle Einheit eignet sich für die zuvor definierte Zielsetzung des Unternehmens?
-

4.3.3 Funktionelle Einheit für Zwischenprodukte

Zwischenprodukte haben ihre endgültige Fertigungsreife noch nicht erreicht und müssen noch weiterverarbeitet werden. Daher ist die Funktion des Endproduktes nicht zwangsläufig bekannt, insbesondere wenn es sich um Zwischenprodukte handelt, bei denen vielfältige Möglichkeiten der Weiterverarbeitung bestehen. Als Bezugsgröße für die Analyse kann dann entweder das einzelne Produkt oder die Menge bzw. das Gewicht eines gängigen Gebindes (z.B. ein Paket mit 10 Produkteinheiten, eine 100 kg-Palette etc.) festgelegt werden. Im Allgemeinen sollte die Bezugsgröße so gewählt werden, dass damit auch eine relevante Menge an THG-Emissionen verbunden ist und die Bilanzierung zu aussagekräftigen Ergebnissen führt.

Beispiel 5: Funktionelle Einheit bei der Berechnung des PCF für Solar-Wafer

Ein Solarunternehmen möchte für seine polykristallinen Solarsilizium-Wafer einen PCF berechnen. Wafer sind Zwischenprodukte bei der Herstellung von Solarzellen und Solarmodulen. Während beim Endprodukt, den Solarmodulen, die Erzeugung einer bestimmten Menge an elektrischem Strom in kWh eine geeignete funktionelle Einheit darstellt, eignet sich diese Größe für Solarwafer nicht, wenn die Kennwerte des Solarmoduls (Spitzenleistung, Wirkungsgrad etc.), in dem diese später verbaut werden, unbekannt sind. Deshalb muss eine nutzenunabhängige Bezugseinheit für die Analyse gewählt werden, z.B. 100 polykristalline Solarsilizium-Wafer, 156 mm x 156 mm, 200 µm Dicke.

4.3.4 Was ist der Referenzfluss?

Nach der Definition der funktionellen Einheit muss als nächstes der sog. Referenzfluss bestimmt werden. Dieser definiert die Menge eines Produktes oder Materials, die notwendig ist, um den Nutzen zu erbringen, der durch die funktionelle Einheit festgelegt wurde.

Während die funktionelle Einheit beim Vergleich von Bilanzen immer gleich sein muss, können Referenzflüsse verschieden sein. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn sich die betrachteten Produktsysteme hinsichtlich ihrer Leistung, Qualität oder Lebensdauer (Performance) unterscheiden, so dass für die Erfüllung der gleichen Funktion eine unterschiedliche Menge an Produkten oder Material erforderlich ist (vgl. Beispiel 6).

Der Referenzfluss kann aber auch mit der funktionellen Einheit identisch sein, wenn diese bereits als Produktmenge formuliert wurde.

Anforderungen an die Berichterstattung

Die funktionelle Einheit und der Referenzfluss des untersuchten Produktes müssen berichtet werden.

Beispiel 6: Verschiedene Referenzflüsse zur Erfüllung der funktionellen Einheit

Produkt	Wandfarbe		Tee		T-Shirt	
Funktion	Farbgebung		Aufbrühen von Tee		Damen-Oberbekleidung (200-faches Tragen)	
Funktionelle Einheit	Farbgebung von 35 m ² Wand über eine Dauer von 10 a		1 l zubereiteter Tee		200-faches Tragen eines T-Shirts (150 g)	
Produktvergleich	Farbe A	Farbe B	Teesorte A (Fertigbeutel)	Teesorte B (loser Tee)	T-Shirt A	T-Shirt B
Leistung des Produktes	5 m ² /l, Haltbarkeit 10 a	7 m ² /l, Haltbarkeit 5 a	0,25 l/ Teebeutel	1 l/30g Tee + Papierfilter	Lebensdauer 200 Waschgänge	160 Waschgänge
Referenz-fluss	7 l	10 l	4 Teebeutel	30 g Tee, 1 Papierfilter	1 T-Shirt	1,25 T-Shirts

4.4 Das Produktsystem

4.4.1 Die einzelnen Lebenswegphasen

Der GHG Produktstandard schlägt eine Unterteilung des Produktlebensweges in die Phasen Rohstoffgewinnung und Vorverarbeitung, Herstellung, Distribution und Lagerung, Nutzung sowie Entsorgung vor. Bei der Bilanzierung kann allerdings auch eine andere Untergliederung des Lebensweges gewählt werden, indem die Phasen z.B. noch weiter aufgeschlüsselt, zusammengefasst oder umbenannt werden. In jedem Fall ist bei der Definition der einzelnen Lebenswegphasen darauf zu achten, dass deren Grenzen klar festgelegt und nachvollziehbar sind. Zudem müssen die einzelnen Phasen eindeutig aufeinanderfolgen und miteinander verbunden sein.

4.4.1.1 Rohstoffgewinnung und Vorverarbeitung

Die erste Phase des Produktlebensweges beginnt mit der Entnahme von Rohstoffen aus der Umwelt („Ökosphäre“) und endet, sobald die Rohstoffe bzw. Vorprodukte die Produktionsstätten des bilanzierenden Unternehmens erreichen.

Diese Lebenswegphase beinhaltet auch die Gewinnung und Veredelung von Energierohstoffen, Hilfs- und Betriebsstoffen sowie die Vorverarbeitung von Rohstoffen zu Vor- bzw. Zwischenprodukten und deren Transport zu den jeweiligen Produktionsstätten. In der ersten Phase müssen daher nicht nur Inputs aus der Ökosphäre erfasst werden, sondern ggf. auch aus der Technosphäre, die das betrachtete Produktsystem umgibt.

Folgende Prozesse sind (u.a.) der Phase *Rohstoffgewinnung und Vorverarbeitung* zuzuordnen:

- Bergbauaktivitäten
- Anbau und Ernte von Biomasse (insb. Ausbringung von Pflanzenschutz- und Düngemitteln sowie Landnutzungsänderung und Photosynthese)
- Veredelung von Rohstoffen
- Aufbereitung von Recyclingmaterial
- Herstellung von Vor- und Zwischenprodukten
- Transporte während der Vorverarbeitung und bis zum Produktionsstandort

Bei vielen Produkten fällt ein Großteil der THG-Emissionen in den vorgelagerten Stufen der Wertschöpfungskette, insb. bei der Rohstoffgewinnung, an. Eine detaillierte Aufnahme und Analyse dieser Lebenswegphase kann damit bei der Identifizierung von Potenzialen zur Emissionsreduktion helfen.

4.4.1.2 Herstellung

Die Phase der Produktherstellung beginnt, wenn die Rohstoffe und Vorprodukte ins Unternehmen eingehen und endet, sobald das fertige Produkt das Werkstor verlässt. Diese Phase kann in mehrere Produktionsstufen mit einer Vielzahl an Produktionsprozessen gegliedert sein.

In der Herstellungsphase werden die Ausgangsstoffe in ein Produkt mit materiellen und funktionellen Eigenschaften umgewandelt, die zur Erfüllung eines bestimmten, erwünschten Nutzens erforderlich sind. Dies erfordert i.d.R. den Einsatz von Energie, Arbeitskraft und Produktionsmitteln. Die dabei entstehenden THG-Emissionen hängen maßgeblich von den eingesetzten Produktionsverfahren und Energieträgern sowie von der Fertigungstiefe der Produktion ab.

Folgende Prozesse sind (u.a.) der *Herstellungsphase* zuzuordnen:

- Mechanische, thermische und (elektro-)chemische Bearbeitung
- Montage von Bauteilen und Produktkomponenten
- Distributionsvorbereitungen, z.B. Verpackung
- Lagerung von Vor- und Zwischenprodukten
- Innerbetriebliche Transporte
- Innerbetriebliche Abfallbehandlungen/Recyclingprozesse
- Behandlung von produktionsbedingten Abfällen

4.4.1.3 Distribution und Lagerung

Die Phase der Distribution und Lagerung beginnt, wenn das fertiggestellte Produkt die Produktionsstätte verlässt und endet, sobald das Produkt in den Besitz des Konsumenten übergeht. Diese Lebenswegphase beinhaltet damit sowohl den Transport und die Verteilung von Produkten als auch die Lagerung in Distributionszentren und im Einzelhandel.

Folgende Prozesse sind (u.a.) der *Distribution und Lagerung* zuzuordnen:

- Verladung und Umschlag
- Transporte zwischen Produktionsstätten, Distributionszentren und Einzelhandel sowie ggf. die Lieferung zum Konsumenten
- Transporte innerhalb eines Distributionszentrums oder Einzelhandelsstandorts
- Lagerung: Heizung, Kühlung, Lüftung, ggf. Kommissionierung

4.4.1.4 Nutzung

Die Nutzungsphase beginnt, wenn der Konsument das Produkt in Besitz nimmt und endet, sobald dieser sich des Produktes entledigt und es zur Entsorgung abgibt.

Verbraucher nutzen Produkte in unterschiedlicher Weise und verschieden lange. Die Art und Dauer der Nutzung hängt neben diesem individuellen Konsumentenverhalten auch stark von der Funktion und Lebensdauer des betrachteten Produktes ab. Insbesondere bei energiebetriebenen Geräten machen die THG-Emissionen der Nutzungsphase oftmals einen Großteil des PCF aus.

Folgende Prozesse sind (u.a.) der *Nutzung* zuzuordnen:

- Transport des Produktes zum Ort der Nutzung (z.B. die Fahrt des Konsumenten vom Einkaufs- zum Wohnort)
- Lagerung beim Konsumenten, insb. (Tief-)Kühlung
- Vorbereitungen zur Benutzung des Produktes (z.B. Zubereitung von Speisen)
- Gebrauch (insb. bei energie- und wasserverbrauchenden Produkten relevant)
- Reinigung, Wartung und Reparatur (Hierfür benötigte Ersatzteile und Materialien können alternativ auch der Phase *Rohstoffgewinnung und Vorverarbeitung* zugeordnet werden)

4.4.1.5 Entsorgung

Die Entsorgungsphase beginnt mit der Abgabe des Produktes durch den Verbraucher und endet mit der Rückführung in die Ökosphäre, bzw. dem Eintritt in einen anderen Produktlebensweg.

In dieser letzten Phase des Produktlebensweges wird nicht nur die Entsorgung des Produktes bzw. der Produktreste betrachtet, sondern auch die Entsorgung der Produktverpackung.

Folgende Prozesse sind (u.a.) der *Entsorgung* zuzuordnen:

- Abfallsammlung und -transport
- Demontage von Bauteilen
- Zerkleinerung und Sortierung
- Stoffliche Verwertung/Recycling
- Energetische Verwertung, Verbrennung, Entsorgung der Verbrennungsrückstände (Schlacke, Asche, etc.)
- Kompostierung/Vergärung
- Deponierung (inkl. Fassung und Behandlung von Deponiegas und -sickerwasser)
- Abwasserbehandlung

Anforderungen an die Berichterstattung

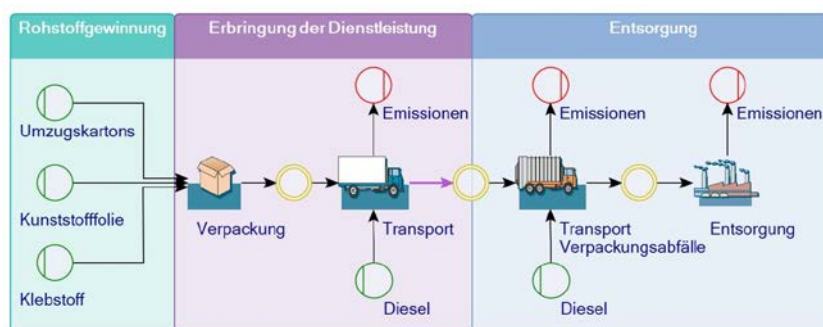
Die Definition der Lebenswegphasen und deren Beschreibung muss berichtet werden.

4.4.1.6 Lebenswegphasen einer Dienstleistung

Bei der Erhebung des PCF einer Dienstleistung lassen sich die einzelnen Lebenswegphasen oftmals nicht derart untergliedern oder abgrenzen, einige Phasen können u.U. auch ganz entfallen (z.B. Distribution, Entsorgung). Falls sich z.B. die Herstellungs- und Nutzungsphase nicht abgrenzen lassen, können beide Phasen unter Erbringung der Dienstleistung zusammengefasst und gemeinsam bilanziert werden. Diese Lebenswegphase enthält dann alle Prozesse, die für die Ausführung der zu erbringenden Dienstleistung erforderlich sind.

Beispiel 7: Lebenswegphasen einer Dienstleistung am Beispiel eines Umzugsunternehmens

Ein Umzugsunternehmen möchte einen PCF für seine Dienstleistung erstellen. THG-Emissionen resultieren aus dem Transport, den Verpackungsmaterialien und deren Entsorgung. Die Umzugsdienstleistung lässt sich also in drei Lebenswegphasen unterteilen: Rohstoffgewinnung, Erbringung der Dienstleistung und Entsorgung.



4.4.2 Einbezug von Lebenswegphasen

4.4.2.1 Cradle-to-grave

Ein cradle-to-grave-PCF erhebt die Klimawirkung eines Produktes „von der Wiege bis zur Bahre“, d.h. von der Rohstoffgewinnung bis hin zur Entsorgung des Produktes werden alle Lebenswegphasen einbezogen. Dies hat vor allem den Vorteil, dass Verschiebungen von Emissionen in andere Lebenswegphasen erkannt werden. Ins-

besondere dann, wenn der PCF für Endprodukte oder für Zwischenprodukte, deren spätere Funktion bekannt ist, berechnet wird, muss lt. GHG Produktstandard die Systemgrenze cradle-to-grave gewählt werden.

4.4.2.2 Cradle-to-gate

Unter cradle-to-gate versteht man die Analyse von Umweltwirkungen eines Produktes „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. Nutzung und Entsorgung werden dabei nicht berücksichtigt. In diesem Fall spricht man auch von einem partiellen PCF.

Während der GHG Produktstandard für Zwischenprodukte, deren spätere Verwendung im Endprodukt bekannt ist, eine cradle-to-grave-Analyse vorschreibt, kann bei Zwischenprodukten, deren Endnutzung unbekannt ist, auch ein cradle-to-gate-Ansatz gewählt werden. Gleichzeitig empfiehlt der Standard jedoch, für Zwischenprodukte, deren Endnutzung unbekannt ist, ein repräsentatives Nutzungsprofil abzuschätzen und eine vollständige Lebensweganalyse durchzuführen. Selbst wenn die Bilanzierung der Nutzungs- und Entsorgungsphase nur auf Abschätzungen basiert, hat der Einbezug dieser Phasen dennoch den Vorteil, dass zusätzliche Potenziale zur Emissionsreduktion identifiziert werden können und für die Kommunikation mit den weiteren Akteuren der Wertschöpfungskette ein vollständiger PCF zur Verfügung steht.

Im Falle einer cradle-to-gate-Bilanzierung sollte auch im Systemfließbild und bei der Beschreibung der betrachteten Lebenswegphasen deutlich gemacht werden, dass es sich um eine partielle Bilanz handelt.

Während laut ISO/TS 14067 für die Verwendung im Bereich B2B auch ein gate-to-gate-PCF erstellt werden kann, der dann explizit begründet werden muss, sehen weder der GHG Produktstandard noch die PAS 2050:2011 eine gate-to-gate-Bilanzierung vor.

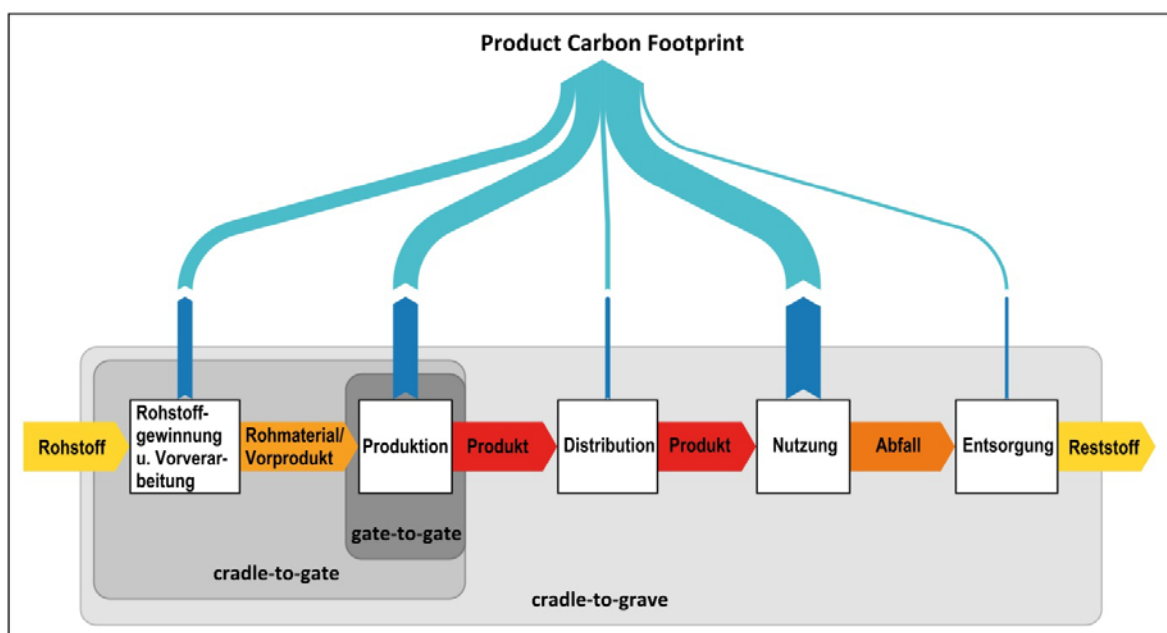


Abbildung 9: Betrachtete Lebenswegphasen bei einer cradle-to-gate-, gate-to-gate- und einer cradle-to-grave-Bilanzierung

Anforderungen an die Berichterstattung

Es muss berichtet werden, ob es sich um eine cradle-to-grave- oder cradle-to-gate-Bilanz handelt.

Eine cradle-to-gate-Bilanz muss begründet werden.

Cradle-to-gate- und gate-to-gate-Bilanzergebnisse müssen separat berichtet werden (oder es muss eine klare Aussage getroffen werden, dass diese Informationen der Geheimhaltung unterliegen).

4.4.3 Festlegung der Systemgrenzen

Die Systemgrenze trennt das Produktsystem von seiner Systemumgebung. Die Umgebung des betrachteten Produktsystems setzt sich aus der Ökosphäre und dem in der Analyse nicht berücksichtigten Rest der Technosphäre zusammen. Über diese Grenze hinweg erhält das Produktsystem Inputs aus seiner Umgebung und gibt Outputs an diese ab. Die Systemgrenze beschreibt folglich die Schnittstelle zur Ökosphäre und zu anderen Produktsystemen und legt fest, welche Prozesse und welche In- und Outputs bei der PCF-Berechnung einbezogen bzw. ausgegrenzt werden. Den Maßstab für den Einbezug in das Produktsystem bilden die sog. Abschneidekriterien (vgl. Abschnitt 4.4.3.1). Darüber hinaus definiert die Systemgrenze auch den technologischen, räumlichen und zeitlichen Bereich, der von der Bilanzierung abgedeckt wird.

Da jedes Produktsystem mit zahlreichen anderen Teilsystemen verflochten ist, müssten ohne eine solche Abgrenzung nahezu unendlich große und sehr komplexe Systeme bilanziert werden. Dies ist jedoch nicht zielführend, wenn es darum geht, aussagekräftige Erkenntnisse über ein spezifisches Teilsystem, nämlich das betrachtete Produktsystem an sich, zu gewinnen. Deshalb müssen verschiedene Verbindungsstellen mit weniger wichtigen Teilsystemen durchtrennt werden, so dass Prozesse, die lediglich einen marginalen Einfluss auf die Gesamtemissionen des Systems haben, ausgeschlossen werden.

Die Festlegung der Systemgrenze hat maßgeblichen Einfluss auf die Aussagekraft und die Vergleichbarkeit der PCF-Ergebnisse. Sie stellt daher einen der wichtigsten Schritte der PCF-Erhebung dar und sollte plausibel und nachvollziehbar sein sowie im Einklang mit der Zielsetzung der Studie erfolgen. Oftmals wird man im Verlauf der PCF-Berechnung die ursprünglich definierte Systemgrenze nochmals anpassen müssen und in einem iterativen Vorgang die endgültigen Grenzen festlegen. Das Verständnis für die einzelnen Prozesse entlang des Lebensweges und die Transparenz des Produktsystems nehmen mit fortschreitender PCF-Erhebung immer mehr zu, was die endgültige Definition der Systemgrenzen erleichtert.

4.4.3.1 Abschneidekriterien

Die Systemgrenzen werden durch Abschneidekriterien (auch Abschneideregeln) definiert, die festlegen, welche Prozesse Teil des Produktsystems sind und in der THG-Bilanzierung berücksichtigt werden, und welche zur Systemumgebung gehören. Bei der Entscheidung, welche Inputs in der Bilanzierung zu berücksichtigen sind, können als Abschneidekriterien entweder Massen-, Volumen-, Energie- oder THG-Emissionsanteile verwendet werden. Alle Inputs und Outputs, die weniger als einen zuvor festgelegten prozentualen Anteil zum Masse-, Volumen- oder Energieinput bzw. zum Treibhausgasausstoß in Bezug zum Prozess, zur Lebenswegphase oder zur gesamten Bilanz beitragen, werden abgeschnitten.

Wird als Abschneidekriterium ein Anteil an den THG-Emissionen herangezogen, soll dadurch insbesondere verhindert werden, dass Inputs aufgrund ihrer geringen Masse oder ihres geringen Volumens vernachlässigt werden, obwohl sie zur Emission einer großen Menge an Treibhausgasen führen. Für die Abschätzung der Emissionsbeiträge einzelner Inputs empfiehlt der GHG Produktstandard einen konservativen Ansatz. Es werden also für jeden Prozess die maximal möglichen Emissionen angenommen, so dass der Wert des Abschneidekriteriums in jedem Fall unterschritten wird und keine relevanten Inputs abgeschnitten werden, weil ihre Emissionen zu niedrig prognostiziert worden sind.

Das Abschneidekriterium für geringfügige Beiträge kann das bilanzierende Unternehmen eigenständig festlegen. Als mögliches Abschneidekriterium kann beispielsweise bestimmt werden, dass Inputs, die einen Anteil von weniger als ein Prozent an der Masse der gesamten Bilanz haben, vernachlässigt werden.

Bei einer Bilanzierung nach der PAS 2050:2011 müssen alle Quellen von Treibhausgasen, die mehr als ein Prozent der erwarteten gesamten THG-Emissionen des untersuchten Produktes ausmachen, bilanziert werden. Gleichzeitig müssen insgesamt mindestens 95 % der zu erwartenden Lebenswegemissionen bilanziert werden.

Anforderungen an die Berichterstattung

Es muss berichtet werden, welche zum Produktsystem gehörenden Prozesse ausgeschlossen wurden und warum.

Beispiel 8: Anwendung von Abschneidekriterien bei der PCF-Berechnung für eine 0,5 l-Flasche KIRNER Pils

Die KIRNER Privatbrauerei möchte für eines ihrer Produkte, das KIRNER Pils, einen PCF berechnen. Für die Erhebung des PCF einer 0,5 l-Flasche KIRNER Pils fehlen jedoch Emissionsfaktoren für die Herstellung von Hefe, Hopfen und Leim. Nun soll unter Anwendung der Abschneidekriterien festgestellt werden, ob diese Stoffe vernachlässigt werden können.

Das Abschneidekriterium wird auf 1 % des Masseanteils bzw. 1 % des Emissionsanteils festgelegt. Der Masseanteil bezogen auf die Masse der funktionellen Einheit der drei Stoffe liegt bei allen unter 1 %. Bei einer konservativen Schätzung der Emissionen ergibt sich für Hefe jedoch ein Anteil von 1 % an den gesamten Lebenszyklusemissionen. Das bedeutet, dass dieser Stoff in die Bilanz eingehen muss.

	Masse (kg/0,5 l-Flasche)	Masseanteil an 0,5 l-Flasche	kg CO ₂ -Äq	Anteil CO ₂ -Äq	
Wasser	3,563	405% *	0,0006	0,3%	
Malz	0,08	9,1%	0,058	29,0%	
Glas	0,013	1,5%	0,0076	3,8%	
Heizöl	0,008	0,9%	0,0049	2,5%	
Papier	0,00789	0,9%	0,00089	0,4%	
Natronlauge	0,003	0,3%	0,0034	1,7%	
Weißblech	0,0015	0,2%	0,00054	0,3%	
Hefe	0,001	0,1%	0,002	1,0%	Schätzung
Polyethylen	0,0005	0,1%	0,00135	0,7%	
Leim	0,0005	0,1%	0,001	0,5%	Schätzung
Hopfen	0,00005	0,0%	0,0001	0,1%	Schätzung
Salzsäure	0,000025	0,0%	0,000021	0,0%	
0,5 l-Flasche gesamt	0,88		0,2		

* Da der Masseanteil auf die Masse der funktionellen Einheit bezogen wird, kann es vorkommen, dass Massenanteile einzelner Materialien bei über 100 % liegen, wenn diese nicht oder nicht vollständig in das Endprodukt eingehen (z.B. Betriebsstoffe)

4.4.3.2 Technologische Systemgrenze

Die technologische Systemgrenze definiert, welche Technologie bilanziert wird. Diese Abgrenzung ist vor allem dann wichtig, wenn es verschiedene Technologien zur Herstellung eines Produktes gibt. Wenn es sich z.B. um ein Druckerzeugnis handelt, muss festgelegt werden, ob es im Offset- oder im Siebdruck oder Ähnlichem hergestellt wird. Beim Wein kann z.B. unterschieden werden, ob es sich um konventionell oder biologisch angebaute Reben handelt.

4.4.3.3 Geografische Systemgrenze

Geografische Aspekte sind von Bedeutung, wenn regionale Unterschiede z.B. im Technologiemix, im Transportwesen, in der Rohstoffgewinnung etc. vorliegen. Die Auswahl der Daten muss daher stets so erfolgen, dass eine möglichst hohe geografische Repräsentativität erreicht wird.

So sollte für Rohstoffinputs der Gewinnungsort berücksichtigt werden. Wenn z.B. Baumwolle eingesetzt wird, muss differenziert werden, wo deren Anbau erfolgt. Auch bei der Prognose des Konsumentenverhaltens ist der Ort der Nutzung zu berücksichtigen, da das dort vorherrschende, typische Nutzungsverhalten bedeutenden Einfluss auf die Emissionen während der Nutzungsphase haben kann. Um beispielsweise den PCF für ein T-Shirt zu bestimmen, muss eine definierte Anzahl an Waschgängen mit einem spezifischen Waschmittel, bei einer durchschnittlichen Wascht Temperatur zugrunde gelegt werden. Da die Waschgewohnheiten von Land zu Land

sehr unterschiedlich sind, zugleich aber maßgeblichen Einfluss auf den Energieverbrauch in der Nutzungsphase haben, können sich je nach geografischer Systemgrenze unterschiedliche PCFs für den gleichen Produktnutzen ergeben.

In Bezug auf Sekundärdaten gilt dies vor allem für die Auswahl des bilanzierten Strommixes. Da dieser in den meisten Datenbanken geografisch stark differenziert wird, sollten dem Prozess entsprechende regionale Daten für die Strombereitstellung ausgewählt werden.

Aufgrund der zunehmend globalisierten Arbeitsteilung kann die geografische Systemgrenze durchaus auch mehrere, räumlich voneinander getrennte Orte umfassen. So stammen Rohstoffe, die in das Produkt eingehen, oftmals aus Bergbaugebieten, die fernab von den Produktionsstätten liegen, während die Nutzungs- und Entsorgungsphase möglicherweise wieder an ganz anderen Orten stattfindet.

4.4.3.4 Zeitliche Systemgrenze und Bilanzzeitraum

Zeitliche Aspekte sind einerseits für die Datenerhebung und andererseits für die Dauer des Produktlebensweges relevant. Bei der Datenerhebung muss eine zeitliche Systemgrenze festgelegt werden, für die die Daten erhoben werden und die Bilanz gültig ist.

Für den Bilanzzeitraum wird laut GHG Produktstandard die Dauer des Produktlebensweges (von der Rohstoffgewinnung bis zur Entsorgung) zugrunde gelegt. Dadurch kann der Bilanzzeitraum je nach betrachtetem Produkt sehr unterschiedlich sein. So ist er für Verbrauchsgüter wie z.B. Lebensmittel oder Hygieneprodukte i.d.R. recht kurz, während er von Gebrauchsgütern wie elektrischen Geräten, Autos und Möbeln deutlich länger ist. Hier hängt der Bilanzzeitraum v.a. von der Dauer der Nutzungs- und Entsorgungsphase ab.

Die Länge der Nutzungsphase lässt sich anhand der prognostizierten Lebensdauer des Produktes abschätzen. Als Hilfestellung können hierbei auch die Leistungsgarantie des Produktherstellers oder etwaige Herstellerangaben zur Produkthaltbarkeit und Nutzungsdauer herangezogen werden.

Die Dauer der Entsorgungsphase leitet sich aus dem produkttypischen Entsorgungsprofil am angenommenen geografischen Standort ab. Die Länge dieser letzten Lebenswegphase kann je nach Art der Abfallbehandlung erheblich variieren und hängt maßgeblich davon ab, wie lange es dauert, bis ein etwaiger Kohlenstoffanteil wieder vollständig in die Umwelt zurückgeführt wurde. Wird ein Abfall beispielsweise in einer Müllverbrennungsanlage behandelt, so ist die Entsorgungsphase deutlich kürzer, als bei einer Deponierung. Hier wird noch über Jahre hinweg der organische Anteil des Abfalls abgebaut, wodurch auch nach dem Zeitpunkt der Ablagerung weiterhin Emissionen in Form von Deponiegasen auftreten. Wenn der im Produkt enthaltene Kohlenstoff bei der Abfallbehandlung nicht in die Atmosphäre freigesetzt wird, kommt es zu einer Speicherung von Kohlenstoff (vgl. Abschnitt 5.14.3).

Die Festlegung des Bilanzzeitraums soll entsprechend den Angaben aus PCRs oder anderen produktspezifischen, wissenschaftlich fundierten Regeln erfolgen. Falls derlei Vorgaben nicht verfügbar sind und die Dauer des Produktlebensweges nicht realistisch abgeschätzt werden kann, empfiehlt der GHG Produktstandard, für die Bilanzierung einen Bewertungszeitraum von mindestens 100 Jahren zugrunde zu legen. Falls bereits die Nutzungsphase des Produktes typischerweise mehr als 100 Jahre beträgt, ist der Bilanzzeitraum entsprechend größer zu wählen, so dass auch die Entsorgungsphase einbezogen wird.

Zusammenfassung

Die Systemgrenze legt fest, welche Prozesse und welche In- und Outputs bei der PCF-Berechnung einbezogen bzw. ausgegrenzt werden. Den Maßstab für den Einbezug in das Produktsystem bilden die Abschneidekriterien. Darüber hinaus definiert die Systemgrenze auch den technologischen, räumlichen und zeitlichen Bereich, der von der Bilanzierung abgedeckt wird.

Fragen zur Definition der Systemgrenze:

- Erfasst die definierte Systemgrenze den gesamten Produktlebenszyklus?
- Erfasst die Systemgrenze alle Prozesse und In- und Outputs, die am Lebenszyklus des Produktes beteiligt sind?
- Wurden abgeschnittene Prozesse auf ihre Geringfügigkeit und die Erfüllung des Abschneidekriteriums hin überprüft?
- Wurden konservative Schätzungen vorgenommen, um die Beiträge von geringfügigen In-/Outputs am Gesamtsystem zu prognostizieren?
- Ist die definierte Systemgrenze für die PCF-Zielsetzung des Unternehmens geeignet? (Insb. bei einem angestrebten Produktvergleich von Bedeutung)

Anforderungen an die Berichterstattung

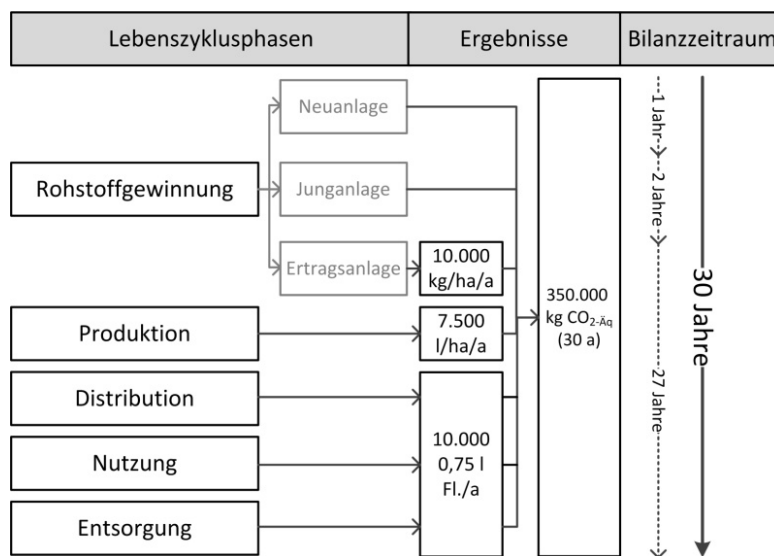
Der Bilanzzeitraum muss berichtet werden.

Beispiel 9: Bilanzzeitraum für die PCF-Berechnung einer Flasche Wein

Das Staatsweingut Bad Kreuznach des DLR Rheinhessen-Nahe-Hunsrück möchte für eine 0,75 l-Flasche Riesling einen PCF berechnen. In der Lebenszyklusphase der Rohstoffgewinnung werden unter anderem die Emissionen der Weinbergsanlage bilanziert. Der betrachtete Wein stammt aus einem Weinberg, der 30 Jahre lang bewirtschaftet wird, wobei sich dieser Zeitraum in die Phasen der Neu-, Jung- und Ertragsanlage untergliedert. Hierbei wird die Neuanlage ein Jahr, die Junganlage zwei Jahre sowie die Ertragsanlage 27 Jahre bewirtschaftet. Innerhalb der ersten drei Jahre erfolgt keine Weinproduktion, während in den weiteren 27 Jahren Trauben zur Weinherstellung geerntet werden. Die Summe der Emissionen der 30-jährigen Bewirtschaftung müssen folglich auf die Weinproduktion innerhalb der 27 Ertragsjahre aufgeteilt werden.

Innerhalb der 30-jährigen Bewirtschaftungszeit werden 256.000 kg CO₂-Äq pro Hektar emittiert und 7500 l Riesling pro Hektar und Ertragsjahr erzeugt. Die Gesamtemissionen für eine 0,75 l-Flasche Riesling betragen dann:

$$\frac{256.000 \frac{\text{kg CO}_2\text{Äq}}{\text{ha}}}{7.500 \frac{\text{l}}{\text{ha} \times \text{a}} \times 27 \text{ a}} \times 0,75 \text{ l/Fl} = 0,9 \frac{\text{kg CO}_2\text{Äq}}{\text{Fl}}$$



4.4.4 Beschreibung des Produktsystems mittels Systemfließbild

Zur Beschreibung des betrachteten Produktsystems eignet sich am besten die graphische Darstellung in Form eines Systemfließbilds. Darin werden alle Prozessmodule, die den Lebensweg des Produktes bilden, als Kästchen abgebildet; die In- und Outputflüsse, die die einzelnen Prozessmodule miteinander verbinden, werden durch Pfeile symbolisiert.

Flüsse, die ohne eine Vor- oder Nachbehandlung des Menschen direkt aus der Umwelt entnommen oder in diese abgegeben werden, nennt man Elementarflüsse. Handelt es sich um (vorverarbeitete) Produkte, die von einem anderen Produktsystem zugeführt oder in dieses abgeführt werden, so spricht man von Produktflüssen. Die Pfeile im Systemfließbild stehen daher entweder für Flüsse von Zwischenprodukten und Abfällen innerhalb des Produktsystems oder für Elementar- und Produktflüsse, die die Prozessmodule mit der Systemumgebung verbinden.

Das Systemfließbild sollte mindestens die folgenden Komponenten beinhalten:

- Die einzelnen Lebenswegphasen
- Die Prozessmodule der einzelnen Phasen
- Kennzeichnung des Produktwegs innerhalb des Systemfließbilds
- Kennzeichnung der Systemgrenzen
- Prozesse, die aus der Bilanzierung ausgeschlossen wurden, jedoch an der Produktentstehung beteiligt sind
- Kennzeichnung inner- und außerbetrieblicher Prozesse

Ein detailliertes Fließbild stellt alle Prozessmodule des Produktsystems einzeln dar, ordnet diese ihren jeweiligen Lebenswegphasen zu und zeigt die Inputs aus der Systemumgebung, die Flüsse zwischen den Modulen sowie die Outputs aus dem Produktsystem.

Im Idealfall, also bei guter Datenlage, entspricht ein einzelnes Prozessmodul einem nicht weiter zerlegbaren Prozessschritt. Bei unzureichender Datenlage werden in einem Modul auch mehrere Prozesse zusammengeführt oder Prozessketten bis hin zu ganzen Produktionsstätten abgebildet. Hinsichtlich der Aussagekraft und Qualität eines PCF sollten die einzelnen Prozessmodule möglichst hoch aufgelöst sein, also einzelne, spezifische Prozesse erfassen. So können Zuordnungsschwierigkeiten, die bei großen Einheiten auftreten können (z.B. Zuordnung von Energieverbräuchen einer Produktionsstätte zu den einzelnen Produkten), vermieden werden. Das Systemfließbild sollte außerdem möglichst den gesamten Lebensweg abbilden, selbst wenn nur eine cradle-to-gate-Bilanzierung vorgesehen ist. Dadurch wird sichergestellt, dass wichtige nachgelagerte Prozesse, die in engem Zusammenhang mit vorgelagerten Prozessen stehen oder ggf. sogar Einfluss auf diese nehmen, identifiziert und berücksichtigt werden können (z.B. die Wiederverwertung von Produkten und die Nutzung von Sekundärmaterialien).

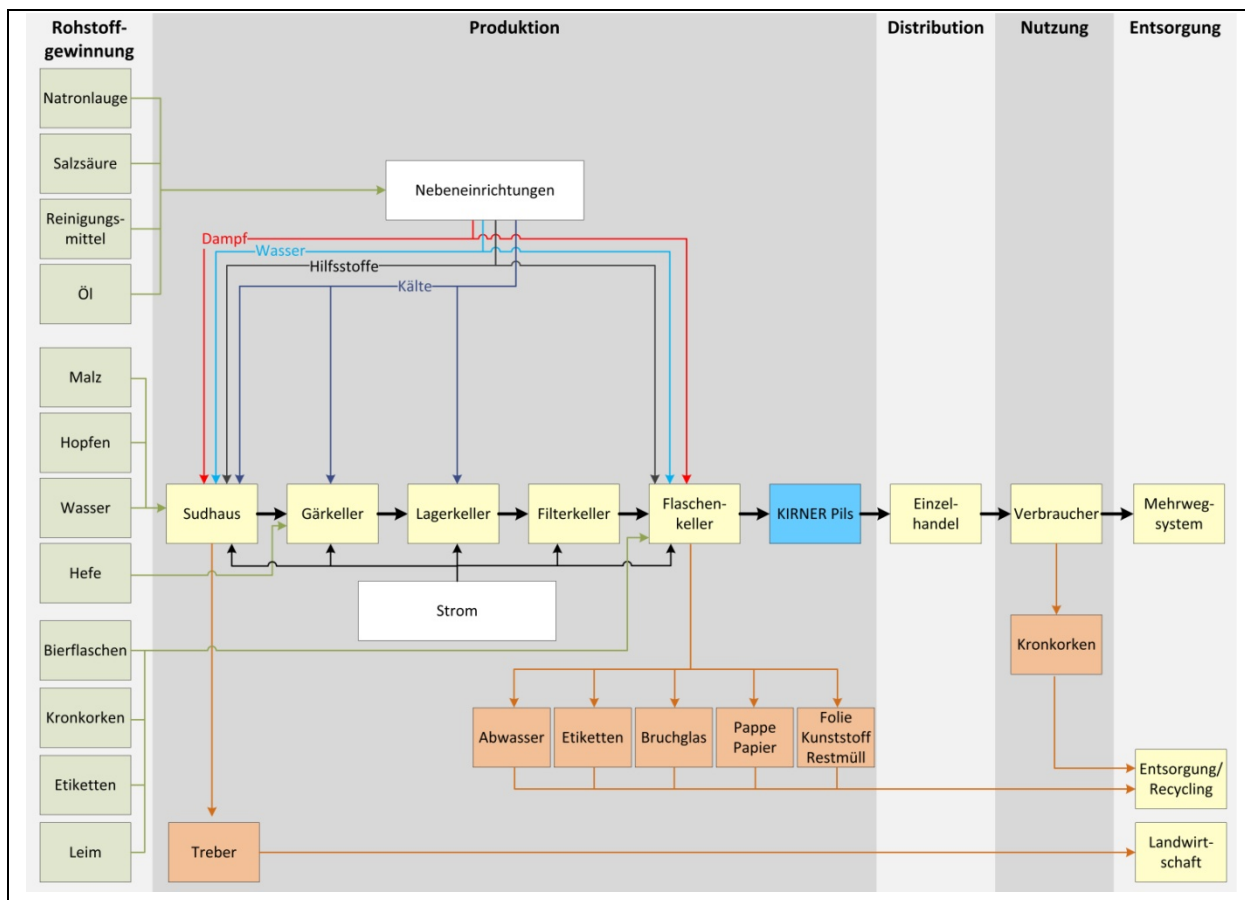
Anforderungen an die Berichterstattung

Mit Hilfe eines Systemfließbilds müssen alle zum Produktlebensweg gehörenden Prozesse abgebildet werden.

Beispiel 10: Darstellung aller relevanten Prozesse des Lebenszyklus einer 0,5 l-Flasche KIRNER Pils mittels Systemfließbild

Im Rahmen der PCF-Erhebung für eine 0,5 l-Flasche KIRNER Pils wurden zunächst die wesentlichen Verfahrensabläufe analysiert und aufgenommen. Anhand dieser Informationen konnte ein Systemfließbild erstellt werden, das den gesamten Lebenszyklus des Produkts und dessen wesentliche Prozesse darstellt. Auf Grundlage dieser Darstellung erfolgten dann die Datenerhebung und die Berechnung des PCF.

Beispiel 10 (Fortsetzung): Darstellung aller relevanten Prozesse des Lebenszyklus einer 0,5 l-Flasche KIRNER Pils mittels Systemfließbild



4.5 Berücksichtigung von Treibhausgasen

Der GHG Produktstandard schreibt für die PCF-Erhebung die Berücksichtigung der im Kyoto-Protokoll erfassten Treibhausgase Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄), Distickstoffmonoxid (Lachgas, N₂O), Schwefelhexafluorid (SF₆), teilhalogenierte Fluorkohlenwasserstoffe (H-FKW, engl. HFC) und perfluorierte Kohlenwasserstoffe (FKW, engl. PFC) vor. Darüber hinaus wird empfohlen, auch alle weiteren Treibhausgase, für die vom Weltklimarat ein Koeffizient für das Treibhauspotenzial (GWP 100) definiert wurde (IPCC, 2007, Tabelle 2.14), zu erfassen. Welche Quelle für die Treibhauspotenziale genutzt wird, bleibt dem bilanzierenden Unternehmen überlassen. In Anhang 1 findet sich eine Gegenüberstellung der vom Kyoto-Protokoll und vom IPCC berücksichtigten Treibhausgase mit den entsprechenden GWP 100-Werten.

Abweichend vom GHG Produktstandard ist bei einer Bilanzierung nach PAS 2050:2011 die Berücksichtigung der 63, vom Weltklimarat mit einem GWP-Wert ausgewiesenen Treibhausgase, obligatorisch.

Anforderungen an die Berichterstattung

- Die neben den Kyoto-Gasen bilanzierten Treibhausgase müssen berichtet werden.
- Die Quelle und das Datum der verwendeten Treibhauspotenziale müssen berichtet werden.

5 Berechnung des PCF

Nachdem die Vorbereitungen für die PCF-Erhebung beschrieben wurden, folgen nun Aspekte, die bei der eigentlichen Berechnung des PCF zu berücksichtigen sind. Es sei allerdings darauf hingewiesen, dass der Prozess der PCF-Erhebung ein iterativer ist, so dass es während der Berechnung durchaus erforderlich sein kann, noch Anpassungen bei den Festlegungen zum Ziel und Untersuchungsrahmen vorzunehmen.

5.1 Anforderungen an eine PCF-Erhebung

Die in Tabelle 3 aufgeführten Prinzipien sollen dazu dienen, robuste und zuverlässige Ergebnisse bei der PCF-Erhebung zu erzielen, vor allem wenn bei Zurechnungsfragen keine standardisierten Festlegungen zur Verfügung stehen.

Tabelle 3: Prinzipien der PCF-Erhebung (nach (WRI/WBCSD, 2011))

Relevanz/Zweckdienlichkeit	Es ist sicherzustellen, dass die verwendeten Methoden und Daten dem Ziel der Studie zweckdienlich sind, d.h. dass die Zielstellung über die vorhandenen Methoden auch gedeckt ist.
Vollständigkeit	Es ist sicherzustellen, dass alle relevanten THG-Emissionen und –entzüge innerhalb der Systemgrenzen berücksichtigt werden.
Konsistenz	Methoden, Daten und Annahmen sind so einzusetzen, dass ein Vergleich des PCF über die Zeit möglich ist.
Transparenz	Methoden, Daten und Annahmen sind so zu dokumentieren, dass der Nutzer eine Basis zur Entscheidungsfindung erhält und andere Beteiligte die Robustheit und Zuverlässigkeit der Ergebnisse beurteilen können.
Genauigkeit	Unsicherheiten sollen so weit wie möglich vermieden werden.

5.2 Datensammlung

Die Datensammlung kann einen sehr hohen Anteil am Zeit- und Arbeitsaufwand bei der Erhebung eines PCF ausmachen. Gleichzeitig hängt von der Qualität der gesammelten Daten am Ende ein Großteil der Qualität des PCF insgesamt ab.

Der Datenbedarf hängt z.B. von der Komplexität des Produktes ab, für einen Computer sind folglich mehr Daten notwendig als für eine Kunststoffschüssel. Er hängt auch von den gewählten Systemgrenzen ab, eine cradle-to-grave-Bilanz hat z.B. einen höheren Datenbedarf als eine cradle-to-gate-Bilanz.

Als Grundlage zur Ermittlung des Datenbedarfs dient das Systemfließbild und die darin enthaltenen Prozessmodule (vgl. Abschnitt 4.4.4). Anhand dessen kann festgestellt werden, für welche inner- und außerbetrieblichen Prozesse Daten ermittelt werden müssen und ob Primärdaten vorliegen bzw. erhoben werden können. Diese Daten sollten so erhoben werden, dass sie sich leicht auf den Referenzfluss der gewählten funktionellen Einheit umrechnen lassen. Ggf. werden hierfür auch zusätzliche Informationen benötigt, die dann bereits bei der Datensammlung abgefragt werden sollten. Hierzu gehören beispielsweise spezifische Gewichte.

Beispiel 11: Umrechnung betrieblicher, aggregierter Daten am Beispiel der KIRNER Brauerei

Im Rahmen der PCF-Erhebung für eine 0,5 l-Flasche KIRNER Pils müssen die THG-Emissionen der verschiedenen strombetriebenen Anlagen in der Bierproduktion berechnet werden. Die Vorgehensweise soll hier am Beispiel von NH₃-Kompressoren erläutert werden:

Anhand des Stromzählerstandes konnte für die NH₃-Kompressoren ein Stromverbrauch von 165.520 kWh im Bezugsjahr ermittelt werden. Hierbei handelt es sich um einen aggregierten Wert, der auch den Stromverbrauch für andere Produkte der KIRNER Brauerei enthält.

Beispiel 11 (Fortsetzung): Umrechnung betrieblicher, aggregierter Daten am Beispiel der KIRNER Brauerei

Um den Stromverbrauch der Kompressoren für die Menge an KIRNER Pils, das in 0,5 l-Flaschen abgefüllt wird, zu ermitteln, muss das Verhältnis zwischen der Produktionsmenge aller Produkte und der Produktionsmenge an 0,5 l-Flaschen Pils im Bezugsjahr gebildet werden. Hieraus kann dann der Stromverbrauch für die Jahresproduktionsmenge an 0,5 l-Flaschen Pils und der durchschnittliche Stromverbrauch pro Flasche errechnet werden. Die Jahresproduktionsmenge KIRNER Pils in 0,5 l-Flaschen beträgt 2.500.000 l während die Brauerei insgesamt 8.000.000 l Bier produziert. Nimmt man die Produktionsmenge als Bezugsgröße, beträgt der Anteil der 0,5 l-Flaschen Pils am gesamten Stromverbrauch der Kompressoren folglich 31,25 %. Der Stromverbrauch der NH₃-Kompressoren für die 2.500.000 l Pils in 0,5 l-Flaschen beträgt somit 51.725 kWh (= 0,3125 × 165.520 kWh). Die 2.500.000 l Pils werden in 5.000.000 0,5 l-Flaschen abgefüllt, womit sich der Stromverbrauch des NH₃-Kompressors pro 0,5 l-Flasche KIRNER Pils berechnen lässt:

$$\frac{51.725 \frac{\text{kWh}}{\text{a}}}{5.000.000 \frac{\text{Fl}}{\text{a}}} = 0,0103 \frac{\text{kWh}}{\text{Fl}}$$

5.2.1 Datentypen

Man kann drei Datentypen unterscheiden: direkte Emissionsdaten, Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren.

Direkte Emissionsdaten quantifizieren die durch einen Prozess direkt emittierten Treibhausgase entweder durch direktes Monitoring/Messung oder durch stöchiometrische Berechnung, Massenbilanz oder ähnliches. Die direkte Messung ist meistens relativ aufwändig, da für präzise Ergebnisse eine genaue Kalibrierung und Prüfung der zudem auch kostspieligen Apparaturen notwendig ist.

Beispiele:

- Kontinuierliche Messung am Schornstein einer Verbrennungsanlage
- Stöchiometrische Berechnung von CO₂ aus der Verbrennung von Lösemitteln

Aktivitätsdaten beschreiben einen Prozess input- und outputseitig. Sie können gemessen, berechnet oder modelliert werden. Es handelt sich überwiegend um Material- oder Energieverbräuche, aber auch Abfallmengen gehören dazu.

Beispiele:

- Energieverbrauch eines Prozesses, z.B. elektrische Energie in der Einheit Kilowattstunden (kWh)
- Kraftstoffverbrauch eines Fahrzeugs, z.B. Dieserverbrauch eines Lkws in Litern
- Rohstoffverbrauch in Masseinheit (z.B. kg), z.B. Masse an PET-Granulat für eine Flasche

Mit Hilfe von *Emissionsfaktoren* können die Aktivitätsdaten in THG-Emissionen umgerechnet werden.

Beispiele (Kranke et al., 2011):

- Herstellung von Diesel (well-to-tank): 0,33 kg CO₂-Äq/l
- Verbrennung von Diesel (tank-to-wheel): 2,68 kg CO₂-Äq/l
- Herstellung und Verbrennung von Diesel (well-to-wheel): 3,01 kg CO₂-Äq/l

Zusammenfassung

Direkte Emissionsdaten können ohne weiteres in die Bilanz eingehen. Aktivitätsdaten werden mit Emissionsfaktoren multipliziert, um Emissionsdaten zu erhalten.

5.2.2 Berechnung der Emissionen mit Hilfe von Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren

Mit Hilfe der folgenden Formeln können die Emissionen aus Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren berechnet werden:

$$E = A_M \times EF_M$$

E = Emissionen in kg CO₂-Äq

A_M = Aktivitätsdaten in Masseinheiten (z.B. kg, t)

EF_M = Emissionsfaktor in kg CO₂-Äq pro Masseinheit

$$E = A_V \times EF_V$$

E = Emissionen in kg CO₂-Äq

A_V = Aktivitätsdaten in Volumeneinheiten (z.B. l, m³)

EF_V = Emissionsfaktor in kg CO₂-Äq pro Volumeneinheit

$$E = A_E \times EF_E$$

E = Emissionen in kg CO₂-Äq

A_E = Aktivitätsdaten in Energieeinheiten (z.B. MJ, kWh)

EF_E = Emissionsfaktor in kg CO₂-Äq pro Energieeinheit

Bei der Verwendung von Emissionsfaktoren ist zu beachten, ob die gewählten Faktoren nur CO₂ berücksichtigen oder weitere Treibhausgase wie die Kyoto-Gase. Werden die Emissionsfaktoren für einzelne Treibhausgase angegeben, muss noch mit dem entsprechenden Treibhauspotenzial (GWP) multipliziert werden:

$$E = A_M \times EF_M \times GWP$$

E = Emissionen in kg CO₂-Äq

A_M = Aktivitätsdaten in Masseinheiten (z.B. kg, t)

EF_M = Emissionsfaktor in kg THG pro Masseinheit

GWP = Global Warming Potential/Treibhauspotenzial in kg CO₂-Äq/kg THG

Bei den Emissionsfaktoren für Energieträger und Treibstoffe muss unterschieden werden in solche, die die Emissionen der Herstellung berechnen (well-to-tank), die die Verbrennungsemissionen berechnen (tank-to-wheel) und die, die beides beinhalten (well-to-wheel). Lediglich die Verbrennungsemissionen lassen sich stöchiometrisch über den Kohlenstoffgehalt des Energieträgers bestimmen. Unter Annahme einer vollständigen Verbrennung, werden die CO₂-Emissionen folgendermaßen berechnet:

$$E = A \times F_C \times \frac{44}{12}$$

E = Emissionen in kg CO₂

A = Aktivitätsdaten in Masse-, Volumeneinheiten

F_C = Kohlenstoffgehalt in kg C pro Einheit

$\frac{44}{12}$ = Verhältnis der molaren Massen von Kohlendioxid und Kohlenstoff

Die Emissionsfaktoren für die Herstellung von Treibstoffen wie auch anderer Materialien können einerseits aus Ökobilanzdatenbanken oder als Emissionsintensitäten aus der Umweltökonomischen Gesamtrechnung (vgl. Abschnitt 5.2.3) entnommen werden. Bei letzterem muss neben den Aktivitätsdaten auch noch der Preis vorliegen.

Falls direkte Emissionsdaten erhoben werden konnten, wird für die Berechnung der Emissionen kein Emissionsfaktor benötigt. Handelt es sich bei den Emissionen jedoch nicht um Kohlendioxid, muss mit dem entsprechenden Treibhauspotenzial (GWP) multipliziert werden (vgl. Abschnitt 2.1):

$$E = D_M \times GWP$$

E = Emissionen in kg CO₂-Äq

D_M = Direkte Emissionsdaten (kg THG)

GWP = Global Warming Potential/Treibhauspotenzial (kg CO₂-Äq/kg THG)

5.2.3 Verwendung von Primär- und Sekundärdaten

Primärdaten werden für einen spezifischen Prozess im untersuchten Produktsystem erhoben. Direkte Emissionsdaten sind Primärdaten, aber auch Aktivitätsdaten können Primärdaten sein. Dazu gehören die prozessspezifischen Mengen der verwendeten Energieträger, Vorprodukte, Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe auf der Inputseite. Auf der Outputseite gehören Aktivitätsdaten wie die Mengen an Nebenprodukten und Abfällen zu den Primärdaten. Aus diesen primären Aktivitätsdaten können mit Hilfe von Emissionsfaktoren die THG-Emissionen berechnet werden. Werden Emissionen auf diese Art berechnet, zählen die so berechneten Daten lt. GHG Produktstandard auch zu den Primärdaten.

Die Vorkettenemissionen der Energieträger, Vorprodukte, Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe können theoretisch auch als Primärdaten erhoben werden, was jedoch praktisch unmöglich ist. Nichtsdestotrotz kann versucht werden, Primärdaten bei Lieferanten anzufordern. Laut GHG Produktstandard müssen Unternehmen Primärdaten für alle Prozesse erheben, die in ihrem Besitz oder unter ihrer Kontrolle sind. Dazu gehören Prozesse, über die das Unternehmen die operationelle oder finanzielle Kontrolle ausübt.

Können direkte Emissionsdaten oder Aktivitätsdaten nicht als Primärdaten erhoben werden, müssen Sekundärdaten herangezogen werden. Als Sekundärdatenquelle eignen sich Ökobilanzdatenbanken. Eine Auswahl an Datenbanken enthält Tabelle 4. Teilweise sind die Datenbanken kostenpflichtig oder sie sind in kostenpflichtiger Software (vgl. Abschnitt 3.4) enthalten. Die meisten der in diesen Datenbanken enthaltenen Sekundärdaten werden nach dem cradle-to-gate-Ansatz erhoben, das heißt, es wird von der Gewinnung der Rohstoffe bis zu einem bestimmten Prozessschritt der Produktion bilanziert, bei dem das Vorprodukt das Werk verlässt. Die Recherche nach Sekundärdaten kann recht aufwändig sein, da anhand von teilweise umfassenden Dokumentationen geprüft werden muss, welche Daten sich am besten eignen und ob die Daten den Anforderungen genügen.

Datenbanken haben den Vorteil, dass sie in sich konsistent sind und die Daten einheitlichen Kriterien entsprechen. Werden andere PCF- oder Ökobilanzstudien als Datenquelle herangezogen, ist genau zu prüfen, ob die Daten den Anforderungen genügen.

Neben den Datenbanken und Einzelstudien können als Sekundärdatenquelle für die Herstellung von Produkten auch sog. Input-Output-Daten herangezogen werden. Dafür muss neben den Aktivitätsdaten auch noch der Preis vorliegen. Basis ist die erweiterte Input-Output-Tabelle¹¹ aus der Umweltökonomischen Gesamtrechnung des Statistischen Bundesamtes. Dort sind Daten zu den Treibhausgasintensitäten (in kg CO₂-Äq pro Euro) der Produktionsbereiche verfügbar, so dass über den Wert (Menge x Preis) und die Zuordnung zum Produktionsbereich die THG-Emissionen für die Herstellung des gesuchten Produktes geschätzt werden können.

Abbildung 10 zeigt am Beispiel eines Wärmegewinnungsprozesses die Kombinationsmöglichkeiten der verschiedenen Datenquellen und -typen.

¹¹ Im Englischen: environmentally extended input/output (EEIO) table

Zusammenfassung

Primärdaten werden im Allgemeinen für die im eigenen Unternehmen stattfindenden Prozesse erhoben. Dazu gehören sowohl direkte Emissionsdaten als auch Aktivitätsdaten. Für vor- und nachgelagerte Prozesse wird meistens mit Sekundärdaten aus Ökobilanzdatenbanken gearbeitet.

Tabelle 4: Auswahl an Sekundärdatenbanken

Name	Homepage	Lizenz	Sprache	Datenzugriff	Themenbereiche
ProBas (Prozessorientierte Basisdaten für Umweltmanagement-Instrumente)	http://www.probas.umweltbundesamt.de/php/index.php	frei	Deutsch	webbasiert; Export als pdf- oder Excel-Datei	Energie, Materialien, landwirtschaftliche Produkte, Transport, Entsorgung, sonstige Dienstleistungen
GEMIS (Globales Emissions-Modell integrierter Systeme) ¹⁾	http://www.gemis.de	frei	Deutsch	in eigenes Software-Tool integriert	Energie, Materialien, landwirtschaftliche Produkte, Transport, Entsorgung, sonstige Dienstleistungen
ELCD (European Reference Life Cycle Database)	http://lca.jrc.ec.europa.eu/lcainfohub/datasetArea.vm	frei	Englisch	webbasiert; xml-Download	Entsorgung, Energieträger und -technologien,
ecoinvent	http://www.ecoinvent.org	kostenpflichtig	Englisch	webbasiert	Energieträger und -systeme, Materialien, Chemikalien, Transport, Entsorgung, landwirtschaftliche Prozesse

¹⁾ GEMIS-Daten sind in ProBas integriert

Weitere Datenbanken finden sich unter <http://www.ghgprotocol.org/Third-Party-Databases>.

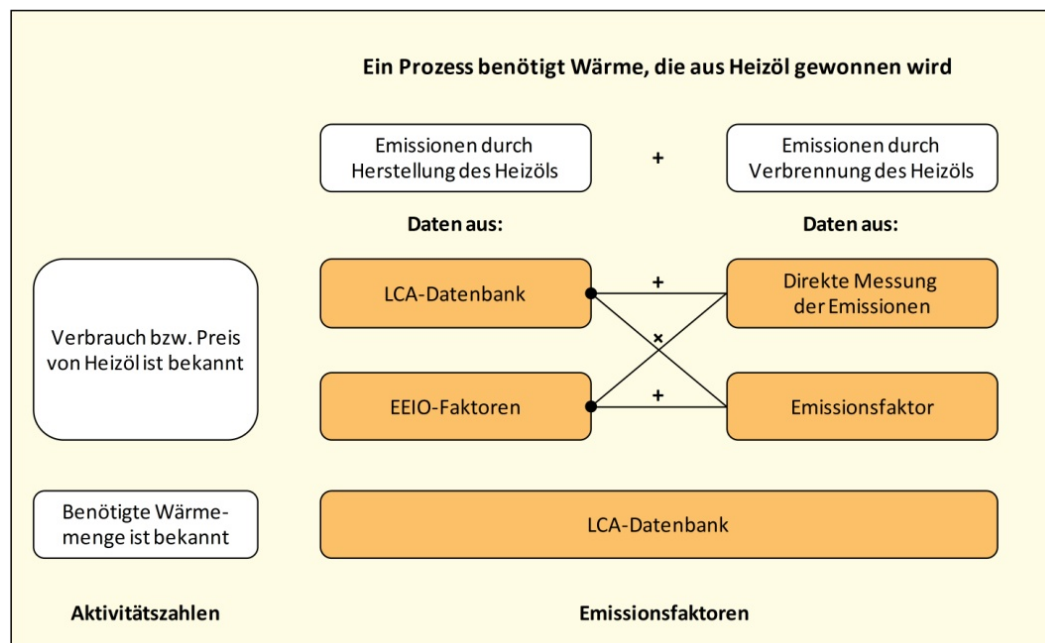


Abbildung 10: Verwendung unterschiedlicher Datenquellen und -typen zur Erhebung der Emissionen bei der Wärmebereitstellung mittels Heizöl

5.2.4 Datenerhebung bei innerbetrieblichen Prozessen

Der Aufwand der Datenerhebung hängt stark von der Datenverfügbarkeit ab, d.h. inwieweit bereits vor Erhebung des PCF geeignete Daten – vor allem anlagenspezifische Daten – erhoben wurden. Für die Erfassung von Hilfs- und Betriebsstoffen ist eine gute Betriebsdatenerfassung vorteilhaft. Da der Energieverbrauch von hoher

Relevanz für die THG-Emissionen ist, sind anlagenspezifische Zähler hilfreich. Sind diese nicht vorhanden, können Messungen zu aussagekräftigen Daten führen. Weniger genau ist die Berechnung des Energieverbrauchs durch die Berechnung aus Leistungsangaben und Betriebsdauern. Da es sich bei den Leistungsangaben aber in der Regel um Maximalwerte handelt, kann diese Vorgehensweise immerhin nicht zu einer Unterschätzung führen. Eventuell wurden anlagenspezifische Energieverbräuche bereits durch ein vorhandenes Energiemanagementsystem erfasst. Während bei einem Umweltmanagementsystem vor allem auf den Gesamtstandort bezogene Daten vorliegen, ist die Aussicht auf detailliertere Daten bei einem gut implementierten Energiemanagementsystem weitaus besser. Als Datenquelle für Verbräuche von Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffen sowie von Abfallmengen eignen sich auch Daten aus Rechnungen bzw. dem Warenwirtschaftssystem. Bei der Datenerhebung ist jedoch immer darauf zu achten, dass die erhobenen Daten einen klaren mengenmäßigen Bezug zum jeweiligen Referenzfluss haben. Wenn z.B. bei einer Anlage eine Strommessung über einen gewissen Zeitraum durchgeführt wird, muss gleichzeitig gemessen werden, welcher Output in diesem Zeitraum produziert wurde.

Müssen Daten komplett neu erhoben werden, sollte im Vorfeld eine Abschätzung durchgeführt werden, anhand derer die Relevanz der Einzelbeiträge beurteilt werden kann. Für Beiträge, die einen großen Anteil an den Emissionen ausmachen, sollte die Datenerhebung genauer sein. Die Abschätzung kann mit Hilfe von Sekundärdaten erfolgen.

Werden anlagenspezifische Primärdaten erhoben, sollten Anfahr- und Abfahrprozesse, die direkt dem untersuchten Produkt zugeordnet werden können, mit berücksichtigt werden, indem Daten über einen angemessen langen Zeitraum erhoben werden.

Einen exemplarischen Datenerfassungsbogen für innerbetriebliche Prozesse enthält Anhang 3.

Zusammenfassung

Der Energieverbrauch ist von großer Relevanz für die THG-Emissionen. Anlagenspezifische Zähler oder Messungen sind hilfreich zur Datenerfassung. Als Datenquelle für Verbräuche von Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffen sowie von Abfallmengen eignen sich auch Daten aus Rechnungen bzw. dem Warenwirtschaftssystem.

5.2.5 Datenerhebung für vorgelagerte Prozesse

Aufgrund der zunehmenden Arbeitsteilung innerhalb der Wertschöpfungskette kommt es heutzutage nur noch selten vor, dass die komplette Wertschöpfung in der Hand eines Unternehmens liegt. Aus diesem Grund ist es für die Berechnung eines PCF fast immer notwendig, Daten für Vorprodukte von anderen Unternehmen einzu beziehen. Hier stellt sich die Frage, inwieweit für die Vorprodukte Primärdaten erhoben werden oder ob mit Sekundärdaten gearbeitet wird. Letzteres würde den Anforderungen des GHG Produktstandards Genüge tun. Insbesondere wenn die Vorprodukte einen großen Anteil der Klimawirkung eines untersuchten Produktes ausmachen, sind Primärdaten aufgrund ihrer Genauigkeit jedoch vorzuziehen. Die Relevanz eines Vorprodukts kann sowohl gewichtsbezogen als auch preisbezogen bestimmt werden, denn eventuell machen teure, aber leichte Vorprodukte einen großen Beitrag zum PCF aus. Die Sammlung von Primärdaten bei den Zulieferern hat den Vorteil, dass die Transparenz erhöht wird, eine bessere Zurechenbarkeit und ein erleichtertes Datenmanagement mit Partnern in der Wertschöpfungskette ermöglicht werden.

Laut PAS 2050:2011 sollen Unternehmen, die einen PCF berechnen und deren eigenen Prozesse unter 10 % zu den Vorkettenemissionen des Produktes beitragen, Primärdaten auch für Produkte von Zulieferern erheben, so dass sie kumulativ 10 % oder mehr zu den Emissionen beitragen. Dies kann vor allem dann der Fall sein, wenn an der Wertschöpfungskette viele verschiedene Unternehmen beteiligt sind und das bilanzierende Unternehmen somit nur einen kleinen Beitrag zu den Emissionen durch die Herstellung beiträgt.

Sind die Vorprodukte bestimmt, für die Primärdaten beschafft werden sollen, müssen die Lieferanten kontaktiert werden. Im günstigsten Fall haben diese bereits einen PCF für ihr Produkt ermittelt, so dass die benötigten Daten sofort vorliegen. Andernfalls müssen die produktspezifischen Daten im Zulieferbetrieb erhoben werden. Hierzu eignet sich die Verwendung von Fragebögen, die individuell vorbereitet werden sollten. Einen exemplarischen Fragebogen zur Erfassung von Primärdaten eines Lieferanten aus der Textilbranche enthält Anhang 4. Im Vorfeld einer solchen Datenabfrage sollte in einem Anschreiben die Verwendung der Daten für den PCF erläutert werden, um Befürchtungen, dass die Daten anderweitig verwendet werden, entgegen zu wirken. Bei der Zeitplanung sind ausreichend lange Antwortfristen und ggf. notwendige Nachfragen zu berücksichtigen.

Zusammenfassung

Daten für vorgelagerte Prozesse werden entweder beim Lieferanten angefragt oder aus Datenbanken ergänzt.

5.2.6 Datenlücken

Wenn keine Primärdaten erhoben werden können und keine passenden Sekundärdaten vorliegen, entstehen Datenlücken. In den meisten Fällen ist es besser, diese mit stellvertretenden oder geschätzten Daten zu schließen, als sie zu belassen.

Eine Möglichkeit ist die Verwendung von Stellvertreterdaten, welche sich auf ein ähnliches Produkt oder einen ähnlichen Prozess beziehen. Wenn beispielsweise Daten für die Herstellung eines bestimmten Düngemittels fehlen, können stattdessen die Daten eines anderen Düngers stellvertretend verwendet werden. Hier wird die Annahme getroffen, dass die Herstellungsprozesse ähnlich sind.

Können keine geeigneten Stellvertreterdaten ermittelt werden, sollte eine Schätzung vorgenommen werden. Mit einer Schätzung kann zumindest die Bedeutung des fehlenden Wertes innerhalb des Gesamtsystems ermittelt werden. Ist die Bedeutung nicht signifikant, kann der Prozess unter Berücksichtigung der Vorgaben zu den Abschneidekriterien unberücksichtigt bleiben.

Zusammenfassung

Datenlücken sollten mit Stellvertreterdaten oder Schätzungen geschlossen werden.

5.2.7 Prüfung der Datenqualität

Die Prüfung der Datenqualität kann anhand von fünf Kriterien vorgenommen werden: Vollständigkeit, Zuverlässigkeit, technologische, geografische und zeitliche Repräsentativität. Primärdaten können vor allem auf ihre Vollständigkeit und Zuverlässigkeit hin geprüft werden, d.h. inwieweit sie statistisch repräsentativ und die Quellen sowie die Methoden der Datenerhebung und -prüfung verlässlich sind.

Für Sekundärdaten gelten die Prüfkriterien Vollständigkeit und Zuverlässigkeit gleichfalls. Darüber hinaus erfolgt die Prüfung über einen Abgleich des technologischen, geografischen und zeitlichen Bezugs. Beim technologischen Bezug wird die Übereinstimmung mit der im betrachteten Prozess verwendeten Technologie geprüft. Der geografische Bezug betrifft die Übereinstimmung mit dem Ort oder Land des gewählten Prozesses. Beim zeitlichen Bezug wird die Aktualität der Daten geprüft.

Eine qualitative Bewertung der Datenqualität kann nach dem Schema in Tabelle 5 vorgenommen werden.

Anforderungen an die Berichterstattung

Für signifikante Prozesse müssen die Datenquellen, die Datenqualität und die Maßnahmen zur Verbesserung der Datenqualität beschrieben werden.

Tabelle 5: Kriterien für eine qualitative Bewertung der Datenqualität (WRI/WBCSD, 2011, S.56)

Einstufung	Repräsentativität gegenüber dem Prozess in Bezug auf:				
	Technologie	Zeit	Geografie	Vollständigkeit	Zuverlässigkeit
Sehr gut	Datenerhebung erfolgte unter Nutzung der gleichen Technologie	Daten mit weniger als drei Jahren Unterschied	Daten aus demselben Gebiet	Daten aus allen relevanten Prozess-Standorten über einen angemessenen Zeitraum zum Ausgleich von normalen Schwankungen	Geprüfte Daten basierend auf Messungen
Gut	Datenerhebung erfolgte unter Nutzung einer ähnlichen, aber anderen Technologie	Daten mit weniger als sechs Jahren Unterschied	Daten aus einem ähnlichen Gebiet	Daten aus mehr als 50 % der Prozess-Standorte über einen angemessenen Zeitraum zum Ausgleich von normalen Schwankungen	Geprüfte Daten teilweise basierend auf Annahmen oder nicht geprüfte Daten basierend auf Messungen
Ausreichend	Datenerhebung erfolgte unter Nutzung einer anderen Technologie	Daten mit weniger als zehn Jahren Unterschied	Daten aus einem anderen Gebiet	Daten aus weniger als 50 % der Prozess-Standorte über einen angemessenen Zeitraum zum Ausgleich von normalen Schwankungen oder aus mehr als 50 % der Prozess-Standorte aber für einen kürzeren Zeitraum	Nicht geprüfte Daten teilweise basierend auf Annahmen oder einer qualifizierten Schätzung (z.B. von einem Branchenexperten)
Schlecht	Technologie der Daten ist unbekannt	Daten mit mehr als zehn Jahren Unterschied oder unbekanntem Alters	Daten aus einem unbekanntem Gebiet	Daten aus weniger als 50 % der Prozess-Standorte über einen kürzeren Zeitraum oder mit unbekannter Repräsentativität	Nicht-qualifizierte Schätzung

5.3 Koppelprodukte und Allokation

5.3.1 Definition Koppelprodukt und Allokation

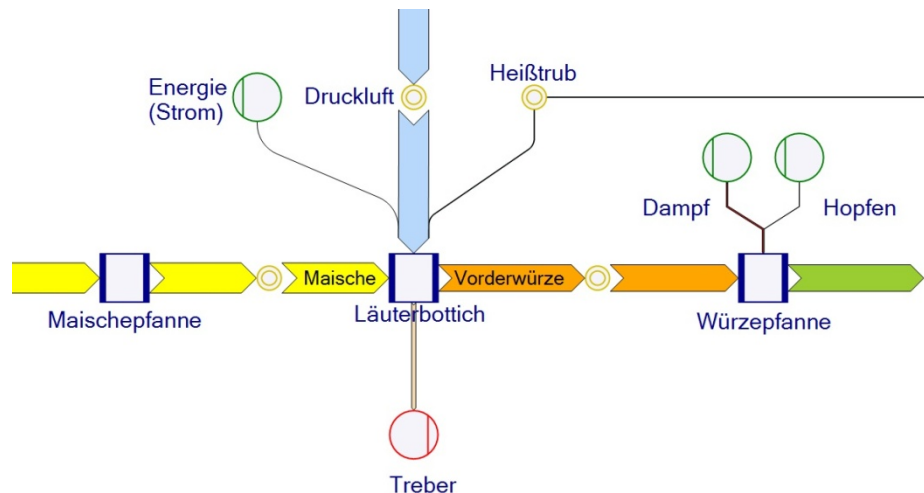
Bei einer Koppelproduktion werden mindestens zwei Produkte in einem Prozess erzeugt: einerseits das Produkt, welches im betrachteten Lebensweg relevant ist und andererseits das sog. Koppelprodukt, das in einen anderen Lebensweg eingeht. Die Koppelproduktion zeichnet sich dadurch aus, dass das erwünschte Produkt nicht ohne das Koppelprodukt herzustellen ist. Häufig anzutreffen ist die Koppelproduktion in der chemischen Industrie, in der Landwirtschaft, im Bergbau oder bei der Mineralölraffination. Bei Koppelprodukten müssen einerseits alle bis zum Koppelprozess bereits in das System eingegangenen Energie- und Stoffflüsse und andererseits alle bis zum und beim Koppelprozess emittierten Treibhausgase auf die Produkte verteilt werden. Bei der Zuteilung der ein- und ausgehenden Energie- und/oder Stoffflüsse spricht man von Allokation. Bei der Allokation besteht das Problem, die für den Prozess notwendigen Inputs und Outputs „gerecht“ zuzuteilen. Wie das Wort gerecht schon andeutet, kann man die Allokation nicht nur nach rein objektiven naturwissenschaftlich-technischen Kriterien durchführen. Deshalb versucht man entweder, die Allokation zu vermeiden oder zumindest klare Regeln für die Zuteilung von Inputs und Outputs zu definieren.

Zusammenfassung

Bei einer Koppelproduktion werden mindestens zwei Produkte in einem Prozess erzeugt. Bei der Zuteilung der ein- und ausgehenden Energie- und Stoffflüsse spricht man von Allokation.

Beispiel 12: Koppelprodukt beim Bierbrauen

Bei der Bestimmung des PCF einer 0,5 l-Flasche KIRNER Pils für die KIRNER Privatbrauerei ist eine Allokation erforderlich, da während des Bierbrauens das Koppelprodukt Treber anfällt. Beim Prozess des sog. Läuterns wird im Läuterbottich aus der Maische die Vorderwürze herausgefiltert, während das Koppelprodukt Treber zurückbleibt. Der Treber gilt als nährstoffreiches Futtermittel und wird an die Landwirtschaft verkauft. Es handelt sich folglich nicht um einen Abfall. Alle THG-Emissionen, die bis zum Läuterbottich entstanden sind, müssen daher auf Treber und Vorderwürze verteilt werden.



5.3.2 Vermeidung von Allokation

Laut GHG Produktstandard soll in Anlehnung an die ISO 14044 als erstes geprüft werden, ob eine Allokation vermeidbar ist. Zu dieser Prüfung gehört zuerst die Feststellung, ob das Koppelprodukt ein Wirtschaftsgut ist, für das ein Erlös erzielt wird. Im anderen Fall handelt es sich um Abfall, der als solcher behandelt werden kann, indem alle ein- und ausgehenden Stoff- und Energieströme dem Produkt zugeteilt werden.

Handelt es sich nicht um Abfall, muss geprüft werden, ob der betrachtete Prozess in mehrere Unterprozesse aufgeteilt werden kann, so dass jeder Unterprozess nur ein Produkt generiert. Dann kann eine Allokation vermieden werden.

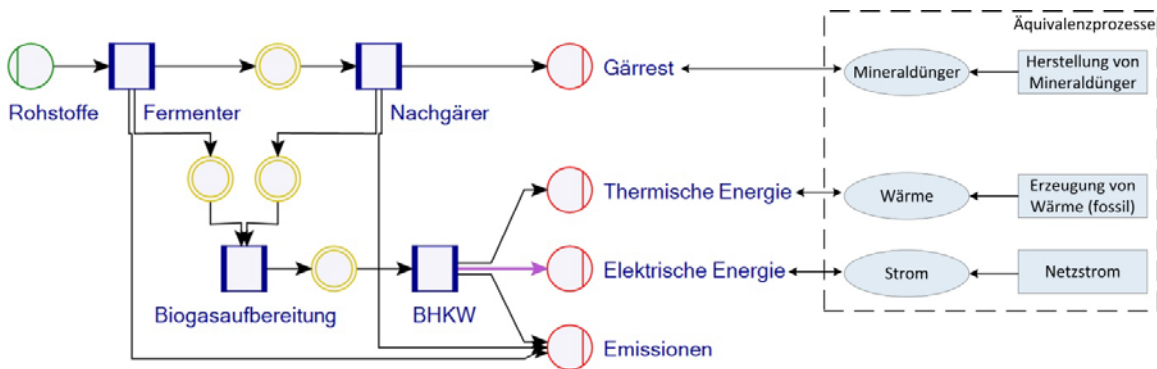
Ist eine Aufteilung des Prozesses nicht möglich, ist zu prüfen, ob die funktionelle Einheit unter Einbezug der Funktion des Koppelproduktes neu festgelegt werden kann. Für einen Vergleich mit einem Produkt, das kein gleichartiges Koppelprodukt generiert, muss dieses Produktsystem dann allerdings um die Funktion des Koppelproduktes erweitert werden. Das heißt, dass ein unabhängiger Prozess zur Herstellung des Koppelproduktes (Äquivalenzprodukt) gefunden werden muss, um dessen Inputs und Outputs zum Vergleichssystem hinzuzurechnen. Diese Vorgehensweise wird in Ökobilanzkreisen als Systemerweiterung bezeichnet, durch die ebenfalls eine Allokation vermieden werden kann.

Im Umkehrschluss können aber auch dem Koppelproduktsystem die Emissionen des Äquivalenzproduktes, welches dieselbe Funktion wie das Koppelprodukt hat, abgezogen werden. In Ökobilanzkreisen wird hier von einer Gutschrift gesprochen, während der GHG Produktstandard und die PAS 2050:2011 dieses Vorgehen als Systemerweiterung bezeichnen.

Beispiel 13: Vermeidung von Allokation bei der PCF-Berechnung für die Stromerzeugung in einer Biogasanlage

Für eine Biogasanlage mit einer installierten elektrischen Leistung von 200 kW soll der PCF für die funktionelle Einheit von 10 MWh Strom berechnet werden. Neben dem Strom, der ins öffentliche Netz eingespeist wird, treten die Koppelprodukte Abwärme und Gärrest auf. Während die Abwärme genutzt werden kann, um fossile Energie zur Wärmeerzeugung einzusparen, kann der Gärrest aufgrund seines hohen Nährstoffgehalts als Ersatz für Mineraldünger eingesetzt werden.

Um nun den Nutzen dieser Koppelprodukte ohne Allokation berücksichtigen zu können, werden entsprechende Äquivalenzprodukte bzw. -prozesse (siehe rechter Kasten) mittels Systemerweiterung in die Bilanzierung mit einbezogen. Diese Äquivalenzprozesse werden dann im erweiterten System mittels zusätzlicher Belastungen und/oder Gutschriften verrechnet.



5.3.3 Wahl einer adäquaten Allokationsmethode

Ist die Vermeidung der Allokation nicht möglich, muss eine angemessene Allokationsmethode gefunden werden. Das bedeutet, es muss festgelegt werden, nach welchen Kriterien die Inputs und Outputs zugeteilt werden. Diese Kriterien sind nicht allein wissenschaftlich begründbar zu bestimmen, weshalb die gewählte Allokationsmethode oft Diskussionen hervorruft, vor allem wenn die Allokation das Ergebnis der Bilanz maßgeblich beeinflusst.

Wenn ein physikalischer Zusammenhang zwischen dem Produkt und dem Koppelprodukt besteht, ist dieser laut GHG Produktstandard (in Anlehnung an die ISO 14044) als Basis für eine Allokation anzuwenden. Laut PAS 2050:2011 hat die ökonomische Allokation Vorrang vor anderen Allokationsmethoden, wenn keine sog. supplementary requirements (vgl. Abschnitt 2.7) vorliegen.

Abbildung 11 zeigt, wie gemäß GHG Produktstandard bei einer vorliegenden Koppelproduktion vorzugehen ist, um eine Allokation zu vermeiden oder, falls dies nicht möglich ist, die geeignete Allokationsmethode zu identifizieren.

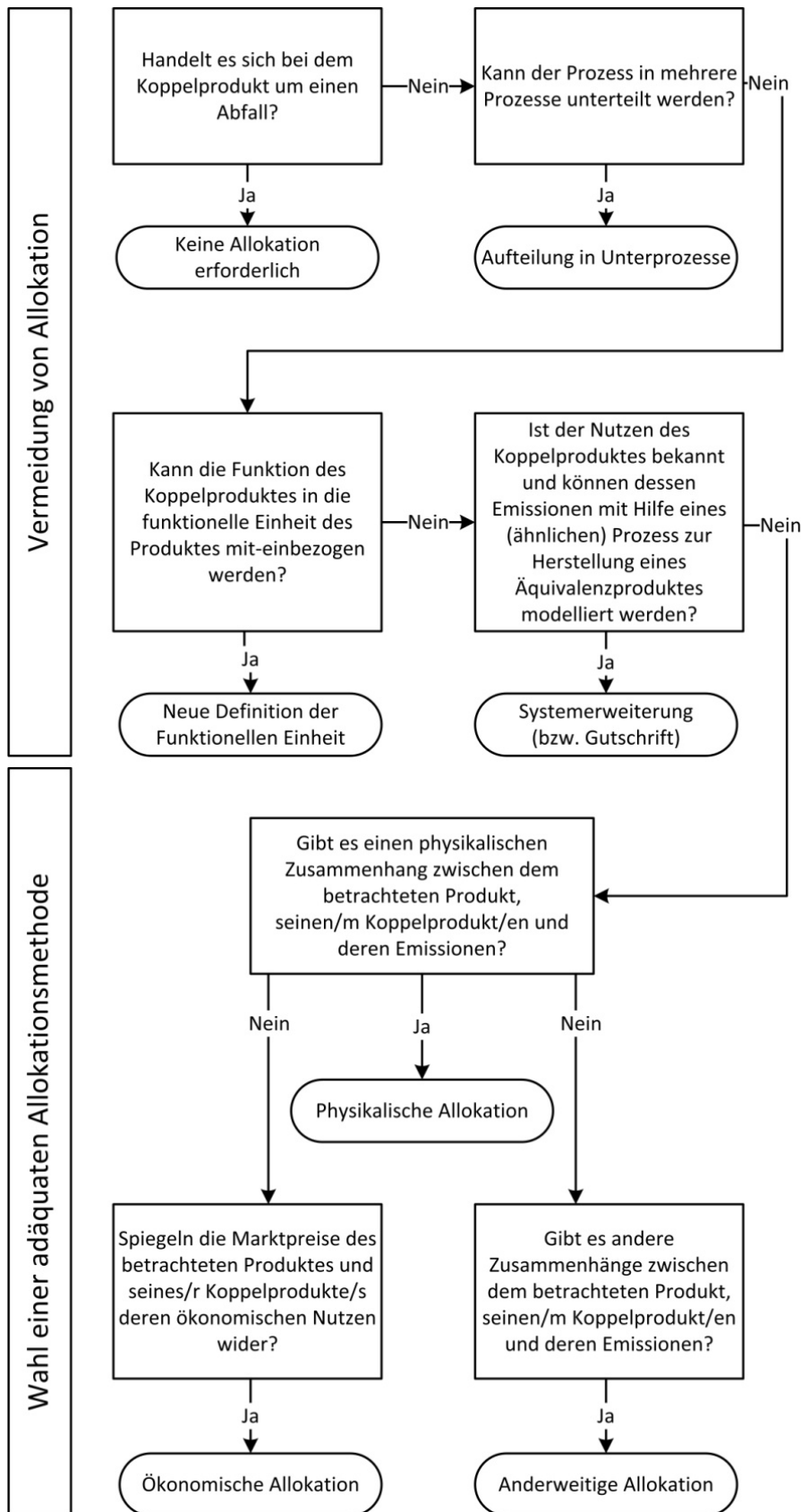


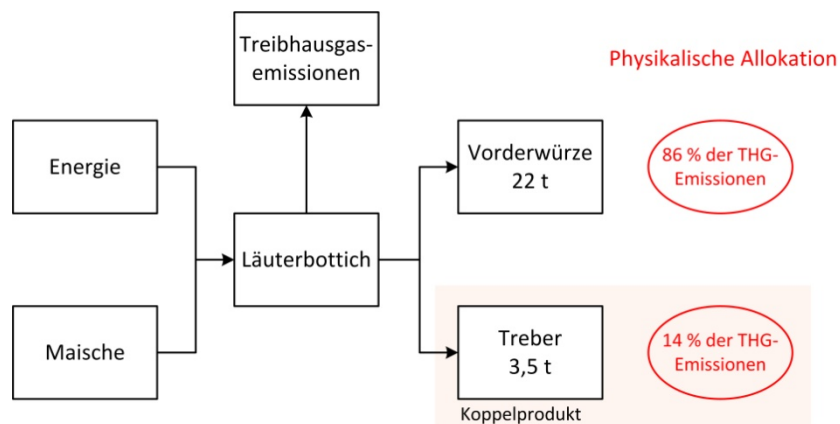
Abbildung 11: Übersichtsdarstellung zur Vorgehensweise bei Koppelproduktion und Allokation gemäß GHG Produktstandard (WRI/WBCSD, 2011, S. 66)

5.3.3.1 Physikalische Allokation

Bei der physikalischen Allokation werden physikalische Zusammenhänge zwischen Produkt und Koppelprodukt gewählt, um die Zuteilung der Inputs und Outputs vorzunehmen. In den meisten Fällen kommt hier die Masse der Produkte zum Einsatz. Es sind aber auch der Brennwert bei energetischen Produkten, der Proteingehalt von Lebensmitteln oder das Volumen bei Transportgütern denkbar.

Beispiel 14: Physikalische Allokation bei der Bestimmung des PCFs einer 0,5 l-Flasche KIRNER Pils

Wie in Beispiel 12 beschrieben, fällt während des Bierbrauens neben dem erwünschten Produkt, der Vorderwürze, das Koppelprodukt Treber an, wodurch eine Allokation erforderlich wird. Die Vorderwürze verbleibt im Prozess, während der Treber als Viehfutter verkauft wird. Pro Sudansatz entstehen bei der KIRNER Privatbrauerei 22 t Vorderwürze und 3,5 t Treber. Daraus ergibt sich ein Masseanteil von 14 % für den Treber. Ein Anteil von 14 % der bis zum Trennprozess im Läuterbottich entstandenen Emissionen wird somit dem Treber zugerechnet.



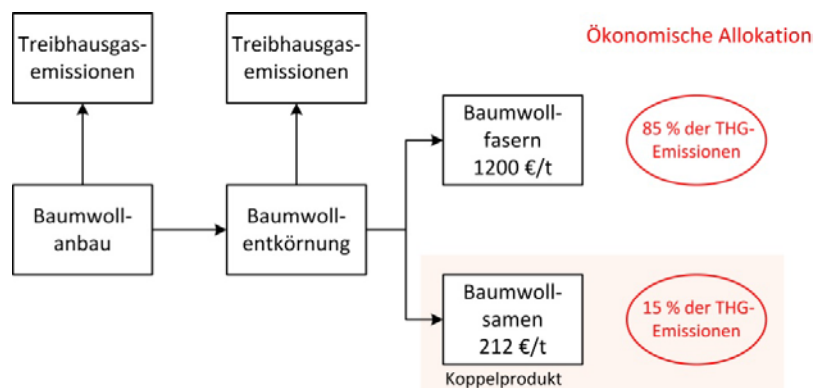
5.3.3.2 Ökonomische Allokation

Die ökonomische Allokation erfolgt über den ökonomischen Wert der Produkte. Hierbei wird der Preis als Gewichtungsfaktor für die Zuteilung zu den Produkten herangezogen. Durch Multiplikation von Masse und Preis der jeweiligen Produkte erhält man das Verhältnis für die Zuteilung. Als Preis sollte der Marktpreis des Produktes angesetzt werden, wie es den Koppelprozess verlässt. Wenn es sich um einen Vorprozess handelt, ist diese Forderung nicht immer realisierbar, da für manche Zwischenprodukte kein Marktpreis existiert. Dann können auch spätere Marktpreise angesetzt werden, von denen aber nachgelagerte Kosten so weit wie möglich abzuziehen sind.

Liegen bei dem betrachteten Produkt bedeutende Preisschwankungen vor, sollten Mittelwerte für den Bezugszeitraum gebildet werden.

Beispiel 15: Ökonomische Allokation bei der Herstellung von Baumwollfasern

Bei der Herstellung von Baumwollfasern ist eine Allokation erforderlich, da neben dem erwünschten Produkt, den Baumwollfasern, Baumwollsamensamen als Koppelprodukt entstehen. Nach der Entkörnung der geernteten Baumwolle verlassen die Samen das Produktsystem und werden z.B. zu Baumwollsamensamenöl gepresst, während die Baumwollfasern zu Garn weiterverarbeitet werden. Das Massenverhältnis von Fasern zu Samen liegt bei ca. 35 % zu 65 %, während das Verhältnis der Marktpreise bei ca. 85 % zu 15 % liegt (ecoinvent Centre, 2010). Durch eine physikalische Allokation, die laut GHG Produktstandard vorrangig vorgenommen werden soll, würde den Baumwollsamensamen der Großteil der THG-Emissionen zugewiesen werden. Dies widerspricht aber der Intention des Baumwollanbaus, nämlich die Baumwollfasern herzustellen, die den eigentlichen ökonomischen Nutzen bringen. Dementsprechend ist in diesem Fall eine Zurechnung nach dem Marktpreis sinnvoll und stellt überdies den konservativen Ansatz dar. In diesem Beispiel werden die THG-Emissionen des Baumwollanbaus und der -entkörnung ökonomisch alloziert, 15 % der Emissionen aus Baumwollanbau und -entkörnung werden somit den Baumwollsamensamen zugerechnet.



5.3.3.3 Allokation beim Recycling

In der Entsorgungsphase entstehen oftmals Sekundärmaterialien, die in einen weiteren Produktionsprozess eingehen oder es wird Energie gewonnen, die als Koppelprodukt behandelt werden muss. Die Zurechnung der Emissionen ist auf verschiedene Weisen möglich. Näheres dazu in Abschnitt 5.14.

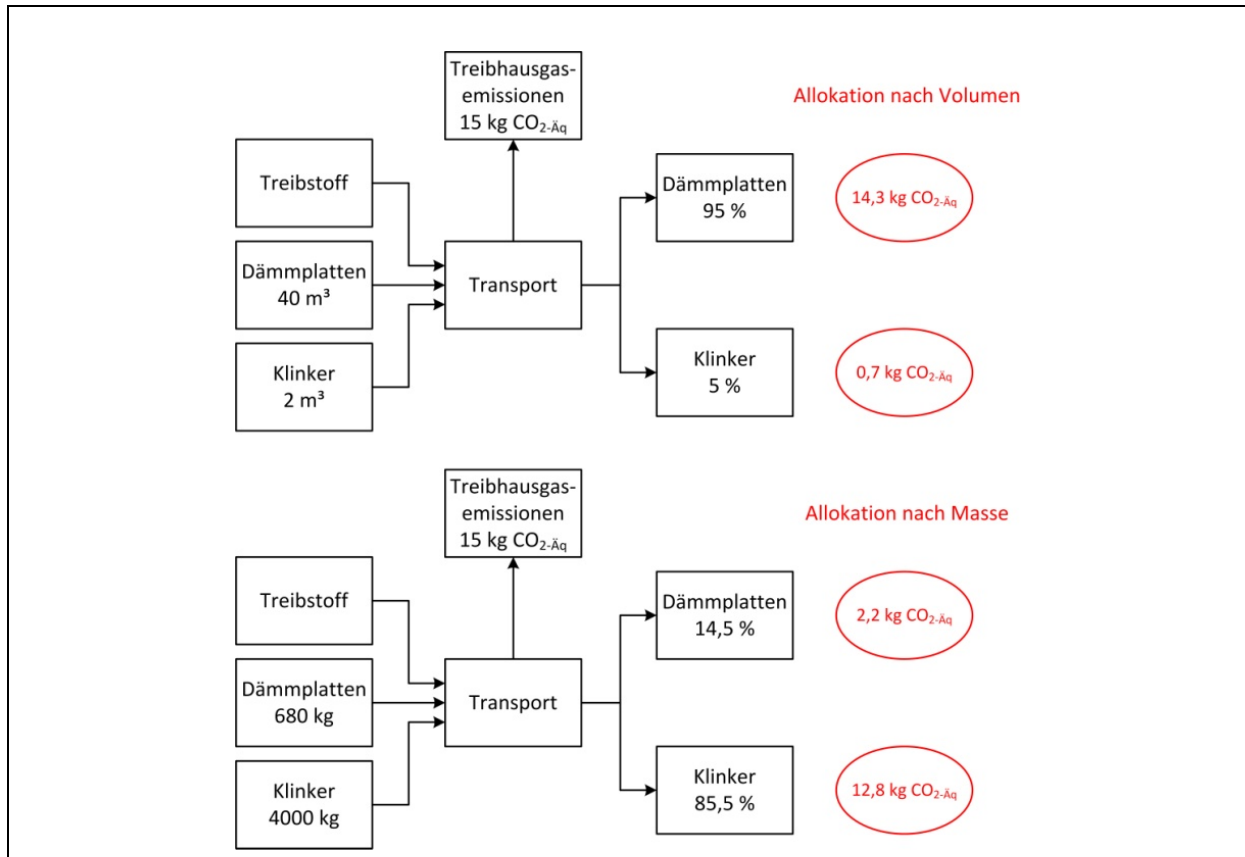
5.3.3.4 Allokation bei Transporten

Bei Transporten ergibt sich dann ein Allokationsbedarf, wenn mehrere sehr unterschiedliche Produkte gleichzeitig transportiert werden. Die nur für den gesamten Transportvorgang ermittelbaren Emissionen müssen auf die verschiedenen transportierten Produkte verteilt werden. Hier kann der limitierende Faktor für die Transportmenge als Kriterium herangezogen werden. Das können die Masse, das Volumen oder Stellplätze z.B. für Paletten oder Container sein.

Beispiel 16: Allokation beim Transport unterschiedlicher Güter

Es sollen die Transportemissionen für ein voluminöses Gut wie Dämmstoff berechnet werden. Dabei macht es einen Unterschied, ob nur Dämmstoff transportiert wird oder ob dieser zusammen mit einem schweren Gut wie z.B. Klinker befördert wird. Ist der Hauptzweck der Transport des Dämmstoffs, ist die Transportmenge durch das Volumen beschränkt. Somit können der Energieverbrauch bzw. die THG-Emissionen auch über das Volumenverhältnis zugeteilt werden. Ein Lkw transportiert 40 m³ Dämmplatten mit einem Gewicht von 680 kg und 2 m³ Klinker mit einem Gewicht von 4 t, dabei werden 15 kg CO₂-Äq frei. Bei der Allokation über das Volumen werden dem Dämmstoff 14,3 kg CO₂-Äq zugeteilt, während es bei der Massenallokation 2,2 kg CO₂-Äq wären. Da hier der limitierende Faktor für die Transportmenge das Volumen ist, sollte dieses auch für die Allokation zugrunde gelegt werden.

Beispiel 16 (Fortsetzung): Allokation beim Transport unterschiedlicher Güter



Ein weiteres Zuteilungsproblem ergibt sich bei Rundtouren, d.h. wenn verschiedene Sendungen nacheinander aufgeladen oder ausgeliefert werden. Auch wenn der Kraftstoffverbrauch für die gesamte Rundtour bekannt ist, muss eine Allokation vorgenommen werden. Die Emissionen sollten „gerecht“ zugeteilt werden, damit es keinen Unterschied macht, ob eine Sendung zuerst oder zuletzt auf- oder abgeladen wird. Diese Zuteilung soll laut DIN EN 16258:2013 „Methode zur Berechnung und Deklaration des Energieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen bei Transportdienstleistungen“ vorzugsweise über die Verkehrsleistung, d.h. dem Produkt aus Gewicht und Entfernung vorgenommen werden. Die Entfernung ist dabei aber nicht die real zurückgelegte Strecke sondern die direkte Entfernung zwischen Start- und Zielort (DIN, 2013).

5.3.3.5 Allokation des Entzugs von Treibhausgasen

Ebenso wie die Emissionen muss der Entzug von Treibhausgasen (vgl. Abschnitt 5.4) bei Koppelprozessen den entstehenden Produkten zugeteilt werden. Dies erfolgt in gleicher Weise wie die Zuteilung der Emissionen.

5.3.4 Vergleich von Allokationsmethoden

Wenn keine der Allokationsmethoden angemessener ist als eine andere, können die Ergebnisse verschiedener Allokationsmethoden verglichen werden. Wenn die Ergebnisse stark variieren, sollte laut GHG Produktstandard die Methode gewählt werden, die die konservativeren – also für das betrachtete Produkt schlechteren – Ergebnisse hervorbringt. Innerhalb eines Produktlebensweges sollen für ähnliche Inputs und Outputs dieselben Allokationsmethoden angewandt werden.

Anforderungen an die Berichterstattung

Die Methoden zur Vermeidung oder Durchführung der Allokation müssen ausgewiesen und begründet werden.

5.4 Entzug von Treibhausgasen

Nach GHG Produktstandard sind neben den Emissionen auch die Entzüge von Treibhausgasen entlang des Produktlebensweges zu bilanzieren. Unter dem Entzug von Treibhausgasen versteht man die Absorption von Treibhausgasen aus der Atmosphäre. Typischerweise tritt dies auf, wenn CO₂ mittels Photosynthese gebunden wird. Seltener kommt es vor, dass Produkte in ihrer Anwendung Treibhausgase absorbieren oder atmosphärisches CO₂ in einem Arbeitsprozess eingesetzt und dabei absorbiert wird. Ein Entzug von Treibhausgasen kann außerdem durch eine veränderte Landnutzung erfolgen. Die Bilanzierung der Auswirkungen von Landnutzungsänderungen wird in Abschnitt 5.10.2 näher erläutert.

Um sicherzustellen, dass für alle Entzüge von Treibhausgasen später Daten erhoben werden, empfiehlt es sich, bereits im Systemfließbild diejenigen Prozesse zu kennzeichnen, bei denen es zu einem Entzug kommen kann.

Beispiel 17: Berechnung des CO₂-Entzugs bei Holz

Eine Tischlerei möchte einen PCF für einen Schrank berechnen. Das Holz, aus dem der Schrank gebaut wird, hat während seines Wachstums CO₂ aufgenommen. Durch den Kohlenstoffgehalt des Holzes lässt sich die Menge an absorbiertem CO₂ berechnen. Bezogen auf die Trockenmasse enthält Holz 49,5 % Kohlenstoff. Der Kohlenstoffanteil wird mit dem Verhältnis der Molekülmassen von CO₂ zu Kohlenstoff multipliziert. Für eine Tonne trockenes Holz ergibt sich die folgendermaßen berechnete Menge an CO₂:

$$\text{Entzug}_{\text{CO}_2} = m \times F_C \times \frac{M_{\text{CO}_2}}{M_C} = 1.000 \text{ kg} \times 0,49 \times \frac{44}{12} = 1.797 \text{ kg}$$

$\text{Entzug}_{\text{CO}_2}$ = Kohlendioxidentzug in kg

M_{CO_2} = Molare Masse CO₂ in kg pro kmol

m = Masse Holz in kg

M_C = Molare Masse C in kg pro kmol

F_C = Kohlenstoffgehalt in kg pro kg

5.5 Treibhausgase biogenen Ursprungs

Die während des Produktlebensweges emittierten Treibhausgase können verschiedenen Ursprungs sein. Man unterscheidet hierbei zwischen biogenen und nicht-biogenen (z.B. fossilen) Quellen. Treibhausgase biogenen Ursprungs, wie CO₂, CH₄ oder N₂O, können z.B. durch die Verbrennung, Kompostierung oder Vergärung von Biomasse, durch Ablagerung und Ausgasung von biogenen Materialien auf Deponien oder durch Abwasserbehandlung freigesetzt werden (zu THG-Emissionen biogenen Ursprungs aus der Landwirtschaft vgl. Abschnitte 5.10.3 und 5.10.4). Bei der Emission von biogenem CO₂ wird der darin enthaltene Kohlenstoff zuvor durch Photosynthese in Biomasse gebunden, so dass dieser vor allem in Böden und in oberirdischer Biomasse zu finden ist.

Bei der Berechnung des PCF sind alle biogenen und nicht-biogenen Treibhausgasquellen und -entzüge zu berücksichtigen. Der Entzug von CO₂ aus der Atmosphäre und die spätere Emission dieses biogenen Kohlenstoffs als CO₂ heben sich bei der Bilanzierung auf. Wird der biogene Kohlenstoff jedoch als Methan emittiert, erhöht sich die Treibhauswirkung.

Falls die Bilanzierung nach PAS 2050:2011 erfolgt, können biogene Kohlenstoffquellen und -senken vernachlässigt werden, wenn der biogene Kohlenstoff Teil eines Produktes ist, das für den menschlichen bzw. tierischen Verzehr vorgesehen ist.

Zusammenfassung

Bei der Berechnung des PCF sind alle biogenen und nicht-biogenen Treibhausgasquellen und -entzüge zu berücksichtigen.

Anforderungen an die Berichterstattung

Neben dem Gesamtergebnis müssen biogene und nicht-biogene Emissionen und Entzüge separat berichtet werden.

Beispiel 18: Berücksichtigung von CO₂ biogenen Ursprungs

Bei der Herstellung eines Schrankes aus Holz fallen bei der Produktion Holzabfälle an, die zur Wärmeerzeugung verbrannt werden. Auch der Schrank selbst wird am Ende seines Lebensweges der Müllverbrennung zugeführt. An beiden Stellen muss die Emission von Kohlendioxid biogenen Ursprungs berechnet werden. Dies erfolgt mit derselben Formel wie in Beispiel 17. Bei der Verbrennung von 50 kg Produktionsabfallholz entstehen also 91 kg CO₂. Bei der Entsorgung in der Müllverbrennungsanlage entstehen weitere 363 kg CO₂. Bei der Bilanzierung heben sich diese Verbrennungsemissionen und die Entzüge auf.

5.6 Berücksichtigung von kompensierten Emissionen

Unternehmen können THG-Emissionen, die während des Lebensweges ihres Produktes auftreten, an anderer Stelle kompensieren, was auch unter dem Begriff Offsetting bekannt ist. Laut GHG Produktstandard dürfen aus dem Offsetting resultierende Emissionsreduktionen dem Carbon Footprint eines Produktes nicht angerechnet, wohl aber separat ausgewiesen werden.

5.7 Nutzung von elektrischem Strom

Elektrischer Strom wird im Allgemeinen aus dem öffentlichen Stromnetz bezogen, wobei die Art der Gewinnung des bezogenen Stroms meist unbekannt ist. Doch genau davon hängen die THG-Emissionen ab. Es wird deshalb üblicherweise mit dem nationalen Strommix gerechnet, der die durchschnittliche Zusammensetzung der Stromerzeugung widerspiegelt und für viele Länder als Emissionsfaktor aus Datenbanken entnommen werden kann. Diese Faktoren können sich jedoch durch die gewählten Systemgrenzen unterscheiden. So macht es einen Unterschied, ob nur die Erzeugung des Stroms bilanziert wurde oder ob auch die Verteilung im nationalen Stromnetz berücksichtigt wurde, da es hier zu Verlusten kommt. Letzteres sollte bei der Berechnung des PCF einbezogen werden.

5.8 Eigenstromgewinnung und Nutzung von Ökostrom

Die Bilanzierung von Ökostrom, ob vom Unternehmen selbst produziert oder eingekauft, birgt methodische Probleme. So wird im nationalen Strommix der Strom aus erneuerbaren Energien, sofern er in das Stromnetz eingespeist wird, mitbilanziert. Verkauft ein Stromanbieter nun seinen Strom aus alten Wasserkraftanlagen separat als Ökostrom, wird dadurch kein zusätzlicher Umweltnutzen generiert. Darüber hinaus kommt es zu einer Doppelzählung, wenn der aus Altanlagen generierte Ökostrom gesondert bilanziert wird, da dieser bereits im Emissionsfaktor für den nationalen Strommix enthalten ist.

Während der GHG Produktstandard keine Vorgaben zum Umgang mit Ökostrom macht, müssen laut PAS 2050:2011 zwei Bedingungen erfüllt sein, damit spezifische Emissionsfaktoren für Ökostrom verwendet werden dürfen. Erstens, wenn ein Prozess erneuerbare Energie nutzt (z.B. Strom aus eigener Photovoltaik-Anlage) darf nur dieser und kein anderer Prozess die erzeugte Energie nutzen. Zweitens darf die Gewinnung dieser erneuerbaren Energie nicht in den nationalen Emissionsfaktor einfließen. Wenn eine der beiden Bedingungen nicht erfüllt ist, muss der nationale Strommix verwendet werden. Durch diese Bedingungen soll Doppelzählung vermieden werden.

Die von der PAS 2050:2011 geforderten Bedingungen werden z.B. bei der Eigenstromgewinnung aus erneuerbaren Energien erfüllt, sofern der Strom nicht in das öffentliche Netz eingespeist wird und komplett für den untersuchten Prozess verwendet wird.

Zusammenfassung

Die Berücksichtigung von Ökostrom ist problematisch, da es zu Doppelzählung kommen kann.

Beispiel 19: Berücksichtigung von Eigenstrom aus Wasserkraft bei der PCF-Berechnung für Bio-Darjeeling-Tee

Die Projektwerkstatt, Gesellschaft für kreative Ökonomie mbH in Potsdam, möchte für ihren unter dem Label Teekampagne vertriebenen Bio-Tee aus der Anbauregion Darjeeling einen PCF erheben.

Für die Verarbeitung der Teeblätter zu handelsüblichem Tee liegen Primärdaten vor. Für die Produktion von 1 kg Tee in der betrachteten indischen Teefabrik werden ca. 2 kWh Strom benötigt. Darüber hinaus ist bekannt, dass 95 % des benötigten Stroms in der betriebseigenen Wasserkraftanlage erzeugt und 5 % aus dem indischen Stromnetz bezogen werden. Da der Strom aus der Wasserkraftanlage weder ins nationale Stromnetz eingespeist, noch an andere Betriebe abgegeben wird, besteht keine Gefahr der Doppelzählung, so dass lediglich für die 5 % zugekauften Strom der Emissionsfaktor für den nationalen Strommix angesetzt werden muss. Da für den indischen Strommix kein Emissionsfaktor zur Verfügung stand, wurde als Abschätzung mit dem Emissionsfaktor des chinesischen Strommixes gerechnet. Der Stromverbrauch in der betrachteten Teeproduktion führt damit zu Emissionen von 0,151 kg CO₂-Äq/kg Tee. Würde der Strom gänzlich aus dem nationalen Stromnetz bezogen, würden sich die Emissionen auf 3,02 kg CO₂-Äq/kg Tee erhöhen.

Bezeichnung	Wert	Quelle	Anmerkung
Stromverbrauch Teefabrik	2 kWh/kg Tee	Produzent vor Ort	
davon aus eigener Wasserkraftanlage	1,9 kWh/kg Tee		
davon aus nationalem Stromnetz	0,1 kWh/kg Tee		
Emissionsfaktor		(ecoinvent Centre, 2010)	Chinesischer Strommix
Strom aus nationalem Stromnetz	1,51 kg CO ₂ -Äq/kWh		
Emissionen aus Stromverbrauch	0,151 kg CO₂-Äq/kg Tee	Berechnung	

5.9 Transporte

Transporte sind einerseits das Bindeglied zwischen den Lebenswegphasen eines Produktes, andererseits jedoch auch innerhalb einer Lebenswegphase notwendig. Obwohl sie in jedem Produktlebenszyklus vorkommen, wird ihr Beitrag für den PCF oftmals auch überschätzt. Beispiele für zu bilanzierende Transportprozesse sind:

- Transport der Rohstoffe zur Produktionsanlage
- Innerbetrieblicher Transport von Halbfertigteilen
- Distributionstransporte
- Transporte zwischen Lägern
- Transport des Produktes zum Endnutzer (Einkaufsfahrt)
- Transport des Produktes zur Entsorgungseinrichtung

Laut GHG Produktstandard sind von der Bilanzierung folgende Transportprozesse ausgeschlossen.

- Transport der Beschäftigten zur und von der Arbeitsstätte
- Transport des Nutzers zum Verkaufsort

Laut PAS 2050:2011 bleibt die Einkaufsfahrt allerdings unberücksichtigt.

5.9.1 Berechnung von Transportemissionen

Sind die Energieverbrauchsdaten für Transporte bekannt, können mit Hilfe von Emissionsfaktoren (vgl. Abschnitt 5.1) die THG-Emissionen berechnet werden. Wenn jedoch keine Energieverbrauchsdaten vorhanden

sind, z.B. weil die Transporte von Subunternehmen durchgeführt werden, bietet es sich an, mit Literaturwerten zu rechnen. Quellen für Literaturwerte zum Energieverbrauch verschiedener Verkehrsträger sind Kranke et al. (2011), Schmied und Knörr (2011) und Kranke (2010). In diese Quellen sind weitgehend auch die Vorgaben der DIN EN 162528:2013 eingeflossen. Es liegen Daten für alle wichtigen Verkehrsträger wie Lkw, Bahn, Binnenschiff, Seeschiff und Flugzeug vor. Vor allem für den Lkw-Verkehr ist die Datenlage recht gut, so dass mit den Literaturdaten eine gute Abschätzung vorgenommen werden kann. Allen Verkehrsträgern gemein ist, dass die Auslastung ein wesentlicher Einflussfaktor für den Energieverbrauch und damit die THG-Emissionen ist. Für den Lkw-Verkehr machen die Literaturdaten eine Berechnung mit fallspezifischer Auslastung möglich, für die anderen Verkehrsträger ist dies noch nicht der Fall.

Hilfestellung für die Datenerhebung bei Transportprozessen bietet der Datenerfassungsbogen in Anhang 5, Daten und Berechnungsbeispiele für verschiedene Verkehrsträger enthält Anhang 6. Darüber hinaus bieten verschiedene Rechner im Internet die Möglichkeit, Transportemissionen online zu berechnen. Eco TransIT World ist darunter derzeit das umfangreichste Tool, das öffentlich und kostenfrei zur Verfügung steht und wird deshalb im Folgenden kurz vorgestellt.

Eco TransIT World

Eco TransIT World ist ein kostenloser Online-Rechner zur Ermittlung des Energieverbrauchs und der THG-Emissionen globaler Transportketten. Entwickelt wurde das Tool durch das Institut für Energie- und Umweltforschung (ifeu), Heidelberg, das Öko-Institut, Berlin und die Rail Management Consultants GmbH (RMCon), Hannover.

Mit Hilfe von EcoTransIT können sowohl der direkte Energieverbrauch und die direkten Emissionen des Güterverkehrs (per Eisenbahn, Lkw, Schiff und Flugzeug), als auch indirekte Emissionen, die bei Erzeugung, Transport und Verteilung der Energie anfallen, quantifiziert werden. Berücksichtigt werden auch intermodale Transportdienste und die unterschiedlichen technischen Standards der Fahrzeuge. Ebenso können länderspezifische Kriterien wie die Kombination verschiedener Energieträger und die Topologie in die Berechnungen einbezogen werden.

Die in Eco TransIT World verwendeten Daten stammen aus wissenschaftlich anerkannten Quellen und können im Internet¹² eingesehen werden.

5.9.2 Berücksichtigung von RFI-Werten im Flugverkehr

Emissionen, die in großer Höhe beim Flugverkehr emittiert werden, haben einen größeren Treibhauseffekt als bodennahe Emissionen. Dieser Effekt wird mit dem Radiative Forcing Index (RFI) beschrieben. Der zahlenmäßige RFI-Wert ist bislang wissenschaftlich noch umstritten.

Laut GHG Produktstandard können entsprechende Faktoren verwendet werden, müssen aber im Bericht offengelegt werden. Laut PAS 2050:2011 sollen keine Faktoren für Flugemissionen zur Anwendung kommen.

5.10 Spezielle Aspekte der Rohstoffgewinnung

Die in diesem Abschnitt beschriebenen Aspekte betreffen hauptsächlich die Landwirtschaft. Bei der landwirtschaftlichen Produktion¹³ entstehen bei vielen Prozessen CO₂ und andere Treibhausgase wie Methan und N₂O, die bei der PCF-Erhebung berücksichtigt werden müssen.

¹² http://www.ecotransit.org/download/ecotransit_background_report.pdf

¹³ In Bezug auf die Biomasseherstellung sei an dieser Stelle auf den Leitfaden Nachhaltige Biomasseherstellung der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE, 2010) verwiesen, der Hilfestellung bei der Berechnung von THG-Emissionen gibt.

5.10.1 Veränderung der Kohlenstoffbestände auf Flächen

Auf Anbauflächen sind sowohl in ober- und unterirdischer Biomasse, in totem organischen Material als auch in organischen Bodenbestandteilen (Humus) relativ große Mengen an Kohlenstoff eingebunden, die unter gewissen Umständen freigesetzt oder weiter erhöht werden können. Der Kohlenstoffbestand kann sich durch Landnutzungsänderung ändern, aber auch durch geänderte Landbaupraktiken, durch Ernten oder Düngen.

Laut GHG Produktstandard müssen Veränderungen der Kohlenstoffbestände durch Landnutzungsänderung bilanziert werden. Weiterhin können Veränderungen der Kohlenstoffbestände aufgrund von Landbaupraktiken in der Bilanzierung berücksichtigt werden, wenn die daraus resultierenden THG-Emissionen oder -entzüge realistisch abgeschätzt werden können. Laut PAS 2050:2011 bleiben Veränderungen der Kohlenstoffbestände, die nicht aus Landnutzungsänderungen resultieren, unberücksichtigt.

Zusammenfassung

Der Kohlenstoffbestand auf Flächen kann sich durch Landnutzungsänderung ändern, aber auch durch geänderte Landbaupraktiken, durch Ernten oder Düngen.

5.10.2 Landnutzungsänderung

Man spricht von Landnutzungsänderung, wenn eine Landnutzungskategorie in eine andere umgewandelt wird. Eine Landnutzungsänderung kann aber auch innerhalb derselben Kategorie auftreten. Es wird zwischen folgenden Landnutzungskategorien unterschieden: Wald, Buschland, Ackerland, Grünland, Feuchtgebiete, Siedlungsfläche und anderem Land wie Gestein oder Eis. Eine Landnutzungsänderung kann sowohl eine Quelle, als auch eine Senke von Treibhausgasen darstellen, abhängig von der Art der Umwandlung. Die Änderung der Landnutzung bewirkt eine Änderung der gespeicherten Kohlenstoffmenge auf einer Fläche, so dass es zu einer Freisetzung bzw. Aufnahme von Treibhausgasen kommen kann. Zum Beispiel bewirkt die Umwandlung von Wald in Ackerland eine Freisetzung von Treibhausgasen, während die Umwandlung von Acker in Wald Treibhausgase bindet.

Neben der Emission von Kohlendioxid kann es weiterhin zu Lachgasemissionen durch Stickstoffmineralisation verbunden mit einem Verlust an organischer Bodensubstanz aufgrund von Landnutzungsänderung kommen. Darüber hinaus werden auch THG-Emissionen, die aus der Vorbereitung des umgewandelten Landes wie Biomasseverbrennung oder Kalken resultieren, den Emissionen aus Landnutzungsänderung zugerechnet.

Beispiele für Landnutzungsänderung unter Freisetzung von biogenem CO₂ sind:

- Umwandlung von Grünland oder Wald in einjährige Kulturen oder Dauerkulturen
- Entwässerung und Umwandlung von Niedermoorböden in Ackerland
- Entwässerung/Management von kohlenstoffhaltigen Böden (z.B. Moore)
- Umwandlung eines natürlichen Waldes in einen bewirtschafteten Wald

Man unterscheidet zwischen direkter und indirekter Landnutzungsänderung. Eine direkte Änderung erfolgt, wenn eine Änderung der Landnutzungskategorie eintritt, z.B. wenn Waldfläche in Ackerland umgewandelt wird. Von einer indirekten Landnutzungsänderung wird gesprochen, wenn die im System betrachtete Landnutzung zu einer Landnutzungsänderung außerhalb des Systems führt, z.B. wenn auf einer Ackerfläche, auf der vormals Getreide für Lebensmittel angebaut wurde, nun Energiepflanzen gezogen werden und für den Getreideanbau eine neue Ackerfläche an anderer Stelle aus Wald gewonnen wird. Laut GHG Produktstandard und PAS 2050:2011 sind nur direkte Landnutzungsänderungen in die PCF-Analyse einzubeziehen. Die Landnutzungsänderung muss durch menschliche Intervention mit der Absicht ein Produkt herzustellen resultieren.

Mögliche Produktgruppen, bei denen eventuell Landnutzungsänderungen vorkommen, sind Lebensmittel, Textilien, Energiepflanzen, Holzprodukte und Papier, vor allem also Rohstoffe aus land- bzw. forstwirtschaftlichem Anbau. Der Anteil von Emissionen durch Landnutzungsänderung kann ggf. bedeutend sein.

Beispiel 20: Einfluss von Landnutzungsänderungen auf den PCF von brasilianischem Rindfleisch

Folgende Tabelle zeigt, welchen Einfluss die Emissionen durch Landnutzungsänderung auf den PCF von Rindfleisch haben können.			
Abschätzung der THG-Emissionen aus der Produktion brasilianischen Rindfleischs für den Export nach Europa (abgewandelt nach Bellarby et al., 2012)			
Herkunft	kg CO ₂ -Äq/kg Fleisch (ohne Landnutzungsänderung)	kg CO ₂ -Äq/kg Fleisch (mit Landnutzungsänderung)	Quelle
Brasilien (Durchschnitt)	48	80	Monni und Wassenaar (2010)
Brasilien (Durchschnitt)	41	104	Cederberg et al. 2009 Cederberg et al. 2011
Brasilianisches Amazonasgebiet		298	Cederberg et al. 2009 Cederberg et al. 2011
Neu gewonnenes Land (Abholzung)		1078 ± 401	Cederberg et al. 2009 Cederberg et al. 2011
Werte von Cederberg et al. (2011) umgerechnet von Schlachtkörper auf Fleisch, Faktor 0,7 (Cederberg et al. 2009)			

Bei der Ermittlung der Emissionen aus Landnutzungsänderung soll lt. GHG Produktstandard eine Betrachtung über die letzten 20 Jahre oder die Kulturdauer, wenn diese länger ist, vorgenommen werden.

Beispiel 21: Landnutzungsänderung bleibt unberücksichtigt

Ein Produkt wird aus einer Feldfrucht mit einjähriger Kulturdauer hergestellt. Die Anbaufläche besteht zum Erntezeitpunkt bereits seit 50 Jahren als Ackerfläche, so dass in den letzten 20 Jahren keine Landnutzungsänderung stattgefunden hat und demnach in der Bilanz nicht berücksichtigt werden muss.

Beispiel 22: Landnutzungsänderung wird berücksichtigt

Ein Produkt wird aus Holz hergestellt, das auf einer Plantage über einen Zeitraum von 28 Jahren wuchs. Zuvor war die Plantage ein natürlich gewachsener Wald. Da die Kulturdauer länger als 20 Jahre ist, muss die Landnutzungsänderung berücksichtigt werden.

Werden innerhalb des Zeitraums von 20 Jahren mehrere Ernten durchgeführt, müssen die Emissionen der Landnutzungsänderung aufgeteilt werden und dürfen nicht allein der ersten Ernte nach der Landnutzungsänderung zugeordnet werden. Dies soll laut GHG Produktstandard und PAS 2050:2011 gleichmäßig über 20 Jahre vorgenommen werden.

Entspricht die Kulturdauer 20 oder mehr Jahren (z.B. Holz) wird die komplette Kohlenstoffbestandsänderung durch Landnutzungsänderung der ersten Ernte zugerechnet.

Sind Ort, Art und Umfang der Landnutzungsänderung bekannt, stehen jedoch in den seltensten Fällen Primärdaten zur Kohlenstoffbestandsänderung einer Fläche zur Verfügung. Alternativ zu Messungen, deren Durchführung im Rahmen einer PCF-Erhebung relativ unrealistisch ist, gibt es verschiedene Methoden, Kohlenstoffbestände zu berechnen. Weithin anerkannte Quellen dafür sind die Leitlinien des IPCC (IPCC, 2006a). Auf dieser Grundlage werden in der PAS 2050:2011 in Anhang C Standardwerte für ausgewählte Länder und Landnut-

zungskategorien zur Verfügung gestellt. Im Zusammenhang mit der PAS 2050-1:2012 zur THG-Bilanzierung von Gartenbauprodukten (BSI, 2012) wurde ein Excel-Tool¹⁴ entwickelt, das die Leitlinien des IPCC operationalisiert. Tabelle 6 enthält ausgewählte Kohlenstoffbestände berechnet auf Basis der IPCC-Leitlinien (IPCC, 2006a) für Referenzflächen (CS_R) und Anbauflächen (CS_A). Die Zuordnung der Klimaregionen zu Ländern kann mit Hilfe von Abbildung 12 erfolgen.

$$E_{\text{Landnutzungsänderung}} = \frac{CS_R - CS_A}{m \times t_R} \times \frac{44}{12}$$

$E_{\text{Landnutzungsänderung}}$ = jährliche Kohlendioxid-Emissionen aus Landnutzungsänderung in kg CO₂ pro kg Ernteertrag
 CS_R = Kohlenstoffbestand (in Boden und Vegetation) 20 Jahre vor der Gewinnung des Rohstoffes je Flächeneinheit in kg/ha

CS_A = Kohlenstoffbestand (in Boden und Vegetation) der tatsächlichen Landnutzung je Flächeneinheit in kg/ha

m = Ernteertrag in kg/(ha*a)

t_R = Referenzzeitdauer (20 Jahre)

Tabelle 6: Ausgewählte Kohlenstoffbestände nach Flächentyp und Klimazone/-region (nach BLE, 2010)

Flächentyp	Klimazone/-region		Kohlenstoffbestand (ober-/ unterirdische Biomasse + BodenC) [t C/ha]
Kohlenstoffbestände verschiedener in Frage kommender Referenzflächen CS_R			
Buschland	tropisch	Afrika	94
		Nord-/Südamerika	99
		Asien (kontinental)	87
		Asien (insular)	110
Grünland	tropisch	trocken	39
		feucht	55
		nass	68
	gemäßigt	kalt, trocken	36
		kalt, nass	92
		warm, trocken	27
		warm, nass	70
Wald	tropisch		265
Kohlenstoffbestände verschiedener in Frage kommender Anbauflächen CS_A			
Ackerland einjährig	tropisch	trocken	35
		feucht	46
		nass	57
	gemäßigt	kalt, trocken	34
		kalt, nass	79
		warm, trocken	26
		warm, nass	60
Ackerland ausdauernd	tropisch	trocken	33
		feucht	48
		nass	72
	gemäßigt		-

¹⁴ <http://blonkconsultants.nl/en/publications/2013/land-use-change-tool.html>

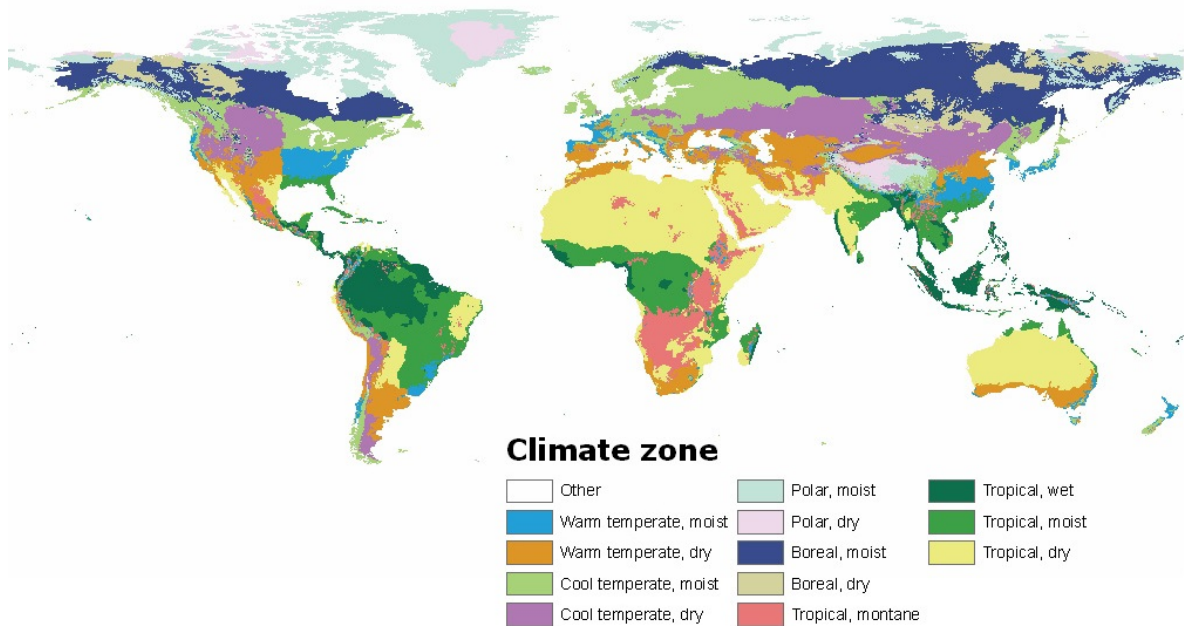


Abbildung 12: Klimaregionen (Joint Research Centre, 2013)

Um die oben genannten Standardwerte anwenden zu können, müssen der Ort der Anbaufläche und die vormalige Landnutzung bekannt sein. Dies ist oftmals nicht der Fall, z.B. weil ein Unternehmen landwirtschaftliche Produkte von Zulieferern bezieht, die wiederum Mischungen aus verschiedenen Anbaugebieten liefern. Dann muss mit Hilfe von Annahmen und Sekundärdaten eine Schätzung vorgenommen werden. Neben den Annahmen des Anbaugebiets müssen weiterhin Art und Umfang der Landnutzungsänderung geschätzt werden. Hierzu gibt der GHG Produktstandard im Anhang B.2 Hilfestellung.

Die Kohlenstoffbestandsänderung durch Landnutzungsänderung muss laut GHG Produktstandard ggf. nicht nur auf mehrere Ernten sondern auch auf weitere Koppelprodukte verteilt werden. Wenn z.B. auf einer umgewandelten Waldfläche nun Ackerbau betrieben wird und das bilanzierte Produkt eine Ackerfrucht ist, die zusätzlich Holz als Koppelprodukt generiert, muss eine Allokation der Kohlenstoffbestandsänderung über alle Produkte dieser Fläche vorgenommen werden. Abweichend davon sollen laut PAS 2050-1:2012 alle Emissionen aus Landnutzungsänderung der Ackerfrucht angerechnet werden.

Zusammenfassung

Die Änderung der Landnutzung bewirkt eine Änderung der gespeicherten Kohlenstoffmenge auf einer Fläche, so dass es zu einer Freisetzung bzw. Aufnahme von Treibhausgasen kommen kann. Neben der Emission von Kohlendioxid kann es weiterhin zu einer Emission von Lachgas durch Stickstoffmineralisation verbunden mit einem Verlust an organischer Bodensubstanz aufgrund von Landnutzungsänderung kommen. Darüber hinaus werden auch THG-Emissionen, die aus der Vorbereitung des umgewandelten Landes wie Biomasseverbrennung oder Kalken den Emissionen aus Landnutzungsänderung zugerechnet.

Anforderungen an die Berichterstattung

Laut GHG Produktstandard müssen die Methoden, mit denen die Auswirkungen der Landnutzungsänderung berechnet wurden, ausgewiesen werden.

Neben dem Gesamtergebnis müssen die Auswirkungen der Landnutzungsänderung separat berichtet werden.

5.10.3 Lachgasemissionen aus der Landwirtschaft

Bei der Nutzung landwirtschaftlicher Böden wird durch mikrobielle Umsetzungen (Nitrifikation und Denitrifikation) als klimawirksames Gas Lachgas (N_2O) frei. Folgende landwirtschaftliche Tätigkeiten können Ursache für bodenbedingte Lachgasemissionen sein (IPCC, 2006c; Rösemann et al., 2013):

- Anwendung von synthetischem Stickstoffdünger
- Anwendung von organischem Stickstoffdünger (z.B. Wirtschaftsdünger wie Gülle oder Kompost)
- Weidegang (Urin und Dung, der auf Weiden, Koppeln etc. ausgeschieden wird)
- Ernterückstände (ober- und unterirdisch)
- stickstofffixierende Pflanzen
- Stickstoffmineralisation verbunden mit einem Verlust an organischer Bodensubstanz aufgrund der Bewirtschaftung von mineralischen Böden
- Wirtschaftsdünger-Management: während der Lagerung und Behandlung von Wirtschaftsdünger, bevor dieser auf den Boden aufgebracht oder anderweitig verwertet wird

Im Folgenden wird die Berechnung von bodenbedingten Feldemissionen bei der Stickstoffdüngung dargestellt. Obwohl ein Zusammenhang zwischen den bodenbedingten Lachgasemissionen und der Höhe der Stickstoffzufuhr besteht, ist die Quantifizierung dieses Zusammenhangs in wissenschaftlich belastbarer Form noch nicht möglich. Dennoch sollte eine Abschätzung der düngelinduzierten Lachgasemissionen erfolgen, zumal diese Emissionen einen wesentlichen Beitrag an den gesamten THG-Emissionen ausmachen¹⁵. Der IPCC nimmt einen linearen Zusammenhang an, wobei pro Kilogramm ausgebrachten Düngestickstoff 0,01 kg N_2O -Stickstoff frei werden (IPCC, 2006c, Tabelle 11.1). Umgerechnet in CO_2 -Äquivalente ergeben sich daraus 4,68 kg CO_2 -Äq pro Kilogramm Düngestickstoff.

Zusammenfassung

Bei der Nutzung landwirtschaftlicher Böden wird durch mikrobielle Umsetzungen (Nitrifikation und Denitrifikation) als klimawirksames Gas Lachgas (N_2O) frei. Besonders die Stickstoffdüngung führt zu bodenbedingten Lachgasemissionen.

Beispiel 23: Lachgasemissionen beim Anbau von Apfelbäumen für die Herstellung von Apfelsaft

Der Bioland-Betrieb Bannmühle möchte für eines seiner Produkte, einer 1 l-Flasche Apfelsaft, einen PCF berechnen. Zur Herstellung des Apfelsaft werden Apfelbäume in einer Kulturanlage (3 ha) angebaut. Sie werden mit kompostiertem Kuhmist in einer Menge von ca. 40 kg Stickstoff je Hektar und Jahr gedüngt, wodurch Lachgas emittiert wird. Pro Kilogramm Düngestickstoff werden 0,01 kg N_2O -Stickstoff frei.

Berechnung der N_2O -Emissionen:

$$E_{N_2O} = m_{DN} \times EF_{DN} \times \frac{M_{N_2O}}{2 \times M_N}$$

E_{N_2O} = Lachgasemissionen in kg

m_{DN} = Masse Düngestickstoff in kg N

EF_{DN} = Emissionsfaktor Düngestickstoff in kg N_2O -N pro kg N

M_{N_2O} = Molare Masse N_2O in kg pro kmol

M_N = Molare Masse N in kg pro kmol

$$E_{N_2O} = 120 \text{ kg} \times 0,01 \frac{\text{kg}}{\text{kg}} \times \frac{44}{2 \times 14} = 1,89 \text{ kg}$$

¹⁵ Landwirtschaftliche Böden machen 3,5 Tg N_2O -N/a der gesamten anthropogenen Lachgasemissionen von 5,7 Tg N_2O -N/a aus. Die Nutzung von Stickstoff- und Wirtschaftsdünger ist die größte Lachgasquelle und ist verantwortlich für ca. 24 % der gesamten Emissionen (Kim et al., 2013)

Beispiel 23 (Fortsetzung): Lachgasemissionen beim Anbau von Apfelbäumen für die Herstellung von Apfelsaft

Berechnung der THG-Emissionen:

$$E_{THG} = E_{N_2O} \times GWP_{N_2O}$$

E_{THG} = THG-Emissionen in kg CO₂-Äq

GWP_{N_2O} = Treibhauspotenzial N₂O in kg CO₂-Äq pro kg

$$E_{THG} = 1,89 \text{ kg} \times 298 \frac{\text{kg CO}_2\text{-Äq}}{\text{kg}} = 562 \text{ kg CO}_2\text{-Äq}$$

Bei drei Hektar Apfelanbaufläche werden durch die Düngung mit Kuhmist jährlich 562 kg CO₂-Äq emittiert. Dieses Ergebnis muss noch auf den Referenzfluss von einem Liter skaliert werden.

5.10.4 Methanemissionen aus der Landwirtschaft

Die landwirtschaftliche Tierhaltung ist ein Hauptemittent von Methan. Darüber hinaus wird auch durch Lagerung und Behandlung von Wirtschaftsdüngern wie Gülle und Mist Methan frei. Emissionsfaktoren für die Verdauung bezogen auf verschiedene Tierarten und unterschieden nach entwickelten und Entwicklungsländern können den Leitlinien des IPCC (IPCC, 2006b, Tabellen 10.10 und 10.11) entnommen werden. Emissionsfaktoren für das Wirtschaftsdünger-Management sind ebenfalls vom IPCC veröffentlicht worden (IPCC, 2006b, Tabellen 10.14, 10.15 und 10.16).

5.11 Spezielle Aspekte der Herstellungsphase

5.11.1 Investitionsgüter

Investitionsgüter wie Maschinen, Anlagen, Infrastruktur und Gebäude können laut GHG Produktstandard und sollen nach PAS 2050:2011 unberücksichtigt bleiben.

5.11.2 Unterstützende Prozesse

Laut GHG Produktstandard können außer den Investitionsgütern weitere unterstützende Prozesse ausgeschlossen werden:

- Querschnittsprozesse wie Beleuchtung oder Lüftung
- Unternehmensbereiche wie Forschung und Entwicklung, Verwaltung, Verkauf und Marketing
- Transport der Beschäftigten zur und von der Arbeitsstätte
- Transport des Nutzers zum Verkaufsort

5.11.3 Saisonale Schwankungen

Einige Produktionsprozesse sind saisonalen Schwankungen unterworfen, so dass auch die Auslastung von Maschinen und Anlagen und damit der Energieverbrauch schwanken. Um repräsentative Verbrauchswerte zu erhalten, kann der Energieverbrauch eines Jahres herangezogen werden und durch die produzierte Menge in diesem Zeitraum dividiert werden. Bei landwirtschaftlichen Produkten kann der durchschnittliche Ertrag mehrerer Jahre zugrunde gelegt werden.

5.12 Spezielle Aspekte der Distributionsphase

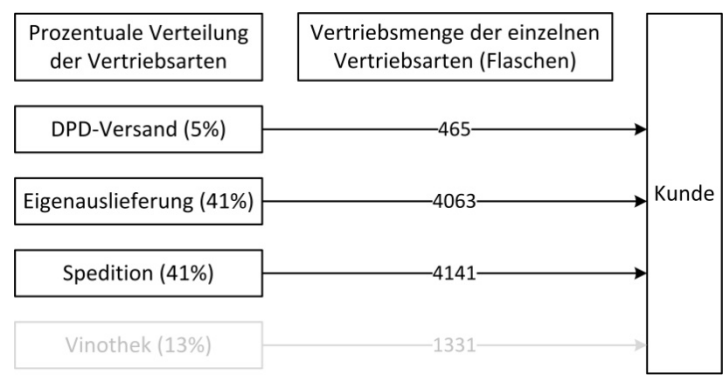
Die Distributionsphase wird im Wesentlichen von Transporten bestimmt, welche bereits in Abschnitt 5.9 ausführlich behandelt wurden.

Bei der Distributionsphase kommt es vor, dass ein Produkt über verschiedene Distributionspfade vertrieben wird. Für diese Distributionspfade kann entweder ein Durchschnitt gebildet werden oder es werden verschie-

dene Szenarien mit je einem Distributionspfad berechnet. Bei letzterem Fall sind die Analysemöglichkeiten größer, da die verschiedenen Pfade verglichen werden können.

Beispiel 24: Berücksichtigung unterschiedlicher Vertriebsformen bei der Bilanzierung der Distributionsphase einer Flasche Wein

Das Staatsweingut Bad Kreuznach des DLR Rheinhessen-Nahe-Hunsrück möchte für eine 0,75 l-Flasche Riesling sowie eine 0,75 l-Flasche Spätburgunder jeweils einen PCF berechnen. Das Weingut vermarktet seine Produkte direkt, die Distributionspfade teilen sich auf Eigenauslieferung, Spedition und DPD-Versand auf. Den vierten Vertriebsweg stellt der Verkauf in der Vinothek dar, wobei die Einkaufsfahrt des Kunden dorthin der Nutzungsphase zugerechnet wird. Da die Datenlage in diesem Fall sehr gut ist, können für die drei verschiedenen Pfade der Distributionsphase jeweils die spezifischen Emissionen berechnet werden, aus denen dann ein Durchschnittswert für eine Flasche Wein berechnet wird. Es werden 10.000 Flaschen jährlich vertrieben, die folgende Abbildung zeigt die Verteilung auf die unterschiedlichen Distributionspfade:



1. Eigenauslieferung:

Die Eigenauslieferung wird jährlich für 4.063 Weinflaschen durchgeführt, wobei eine Gesamtstrecke von 425 Kilometer mit einem 2,1 t-Lieferwagen zurückgelegt wird. Der durchschnittliche Dieserverbrauch dieses Fahrzeugs beträgt 6,9 l/100 km (Schmied und Knörr, 2011). Das ergibt einen Dieserverbrauch von 29 l, was 85 kg CO₂-Äq entspricht.

2. Spedition:

Per Spedition werden jährlich 4.141 Flaschen ausgeliefert, wofür sich inklusive Verpackung ein Versandgewicht von 5,46 t ergibt. Die durchschnittliche Entfernung der belieferten Kunden beträgt 230 km. Bei einem 12 - 24 t-Lkw mit einem Emissionsfaktor von 0,106 kg CO₂-Äq/tkm (Schmied und Knörr, 2011) ergeben sich für die Speditionstransporte Emissionen von 133 kg CO₂-Äq.

3. DPD-Versand:

435 Flaschen werden jährlich per DPD versendet, was einer Anzahl von 72,5 6er-Kartons entspricht. DPD gibt für den Versand eines Paketes Emissionen von 1 kg CO₂ an. Daraus ergeben sich 72,5 kg CO₂.

Durchschnittlich werden in der Distributionsphase somit (85+133+72,5) kg CO₂-Äq/10.000 Fl = 0,03 kg CO₂-Äq pro Flasche emittiert.

5.13 Spezielle Aspekte der Nutzungsphase

Die Nutzungsphase kann einen großen Beitrag am gesamten Carbon Footprint eines Produktes ausmachen. Sie ist aber meistens mit relativ großen Unsicherheiten verbunden, da es große Unterschiede bei den Nutzungsprofilen der Produkte geben kann und repräsentative Durchschnittswerte selten vorliegen. Gegebenenfalls finden sich in Product Category Rules (vgl. Abschnitt 2.7) Festlegungen zur Nutzungsphase. Eventuell können Daten aus Kundenumfragen oder Festlegungen von Industrieverbänden für die Durchschnittsnutzung eines Produktes verwendet werden. Eine Basis für das Nutzungsprofil können auch die Empfehlungen des Herstellers zur Nut-

zung sein (z.B. bei Fertiggerichten die Angaben zur Zubereitungsart mit spezifischer Temperatur und Dauer). Liegen keine Durchschnittswerte oder Herstellerempfehlungen vor, sollten verschiedene Nutzungsprofile als Szenarien bilanziert werden. Dies hat den Vorteil, dass verallgemeinernde, jedoch unsichere Aussagen vermieden werden und gleichzeitig der Einfluss unterschiedlicher Nutzungsprofile auf den PCF verdeutlicht wird. Diese Erkenntnisse können Unternehmen nutzen, um Empfehlungen an ihre Kunden auszusprechen, welche wiederum ihre eigenen Einflussmöglichkeiten auf den PCF besser abschätzen können.

Zusammenfassung

Die Nutzungsphase kann einen großen Beitrag am PCF haben, wobei die Nutzungsprofile jedoch stark variieren können.

Beispiel 25: Bilanzierung der Nutzungsphase von Tee mit Hilfe verschiedener Szenarien

Die Projektwerkstatt, Gesellschaft für kreative Ökonomie mbH in Potsdam möchte für ihren unter dem Label Teekampagne vertriebenen Bio-Tee aus der Anbauregion Darjeeling einen PCF erheben. Für die Nutzung des Tees wird die Zubereitung von einer Kanne (1 l) Tee bilanziert. Da der Konsument unterschiedliches Wasser verwenden und dieses auf diverse Arten erhitzen kann, jedoch kein durchschnittliches Szenario bekannt ist, werden verschiedene Nutzungsprofile als Szenarien modelliert:

Szenario 1: 1 l Leitungswasser wird im elektrischen Wasserkocher erhitzt

Szenario 2: 1 l Leitungswasser wird auf der Herdplatte (Elektroherd) erhitzt

Szenario 3: 1,5 l Leitungswasser werden im elektrischen Wasserkocher erhitzt

Szenario 4: 1 l gefiltertes Leitungswasser (Kalkfilter) wird im elektrischen Wasserkocher erhitzt

Szenario 5: 1 l Flaschenwasser wird im elektrischen Wasserkocher erhitzt

Szenario	Wasserkochen				THG-Emissionen Wasser (kg CO ₂ -Äq/Kanne)	THG-Emissionen gesamt (kg CO ₂ -Äq/Kanne)
	Stromverbrauch ¹⁾ (kWh/l)	Stromverbrauch (kWh/Kanne)	Emissionsfaktor Strommix Dtl. ²⁾ (kg CO ₂ -Äq/kWh)	THG-Emissionen Wasserkochen (kg CO ₂ -Äq/Kanne)		
1	0,118	0,118	0,65	0,0767	Leitungswasser ²⁾ : 0,000319	0,077
2	0,155	0,155	0,65	0,10075	Leitungswasser ²⁾ : 0,000319	0,101
3	0,118	0,177	0,65	0,11505	Leitungswasser ²⁾ : 0,0004785	0,116
4	0,118	0,118	0,65	0,0767	Gefiltertes Leitungswasser ³⁾ : 0,007	0,084
5	0,118	0,118	0,65	0,0767	Flaschenwasser ⁴⁾ : 0,178	0,255

¹⁾ Stiftung Warentest, 2006 ³⁾ Brita Gruppe, 2012
²⁾ ecoinvent Centre, 2010 ⁴⁾ Jungbluth, 2006

5.13.1 Einkaufsfahrt

Laut GHG Produktstandard muss der Transport des Produktes durch den Verbraucher berücksichtigt werden, der Transport des Nutzers zum Verkaufsort jedoch nicht. Das heißt, dass lediglich die einfache Strecke der Einkaufsfahrt zu bilanzieren ist. Laut PAS 2050:2011 bleibt die komplette Einkaufsfahrt unberücksichtigt.

Vor allem im Lebensmittelbereich hat sich bei bislang durchgeführten Studien (vgl. PCF-Pilotprojekt Deutschland, 2009) gezeigt, dass die Einkaufsfahrt einen großen Anteil am gesamten PCF haben kann. Für die Kommunikation mit dem Verbraucher ist der Beitrag der Einkaufsfahrt deshalb von wesentlicher Bedeutung.

Es ist davon auszugehen, dass nur in seltenen Fällen produktspezifische Informationen zum Einkaufsverhalten der Konsumenten vorliegen. Um einen Durchschnittswert für die Einkaufsfahrt zu ermitteln, ist es prinzipiell

möglich, Konsumentenbefragungen durchzuführen, was im Einzelfall jedoch sehr aufwändig sein kann (vgl. Deinert und Pape, 2011). Problematisch ist die starke Schwankung beim Verhalten der Verbraucher. Somit müssen für die Einkaufsfahrt meistens Annahmen getroffen werden. Bei der Bilanzierung mittels Annahmen müssen folgende Fragen beantwortet werden:

- Welches Transportmittel bzw. welcher Mix an Transportmitteln kommt zum Einsatz?
- Welche Wegstrecke wird zurückgelegt?
- Wird das Produkt alleine oder zusammen mit anderen Produkten eingekauft?
- Wird die Fahrt nur für den Einkauf oder in Kombination von oder zu einem anderen Ziel vorgenommen (z.B. zur Arbeit, Kindergarten/Schule)?
- Welche Rolle spielt der Versandhandel?

Die Antwort auf diese Fragen ist in den meisten Fällen abhängig von der Art des Produktes, vom Vermarktungskonzept und von der Siedlungsstruktur. Wird die Transportstrecke zu Fuß oder mit dem Fahrrad zurückgelegt, sind die Fragen ohne Belang, da keine THG-Emissionen entstehen. Werden aber bei der Einkaufsfahrt Treibhausgase freigesetzt, muss eine Allokation aus dem Transportprozess vorgenommen werden, wenn mehrere Produkte gleichzeitig eingekauft werden oder die Einkaufsfahrt eine Kombination verschiedener Fahrten ist.

Für den Einkauf von Lebensmitteln wurde in einer Studie von Sima et al. (2012) versucht, einen Durchschnittswert aus makrostatistischen Daten abzuleiten. Sie kommen dabei auf einen Wert von 280 g CO₂-Äq pro Kilogramm eingekaufter Lebensmittel, wobei eine mittlere Einkaufsstrecke von 12,6 km pro Haushalt und eine mittlere Menge von 10,32 kg pro Einkauf angenommen wurde.

Einige Unternehmen (z.B. Märkisches Landbrot¹⁶, Hewlett Packard¹⁷) vermeiden die Festlegung auf ein Nutzungsprofil, indem sie auf ihrer Webseite einen CO₂-Rechner integrieren, der für das individuelle Nutzungsverhalten und die individuellen Einstellungen des Nutzers einen persönlichen PCF berechnet.

Beispiel 26: Berechnung der Einkaufsfahrt bei der PCF-Erhebung für eine Flasche Wein

Das Staatsweingut Bad Kreuznach des DLR Rheinhessen-Nahe-Hunsrück vermarktet seine Weine direkt. Der Verkauf in der Vinothek wird dabei der Nutzungsphase zugerechnet, da von dort die Selbstabholung durch den Kunden per Pkw erfolgt. Bei einer Kundenbefragung in der Vinothek wurde für die einfache Entfernung ein gewichteter Mittelwert von 63 km und für die Anzahl der gekauften Flaschen ein gewichteter Mittelwert von 25 erhoben.

Szenario 1: Es wird angenommen, dass der Weineinkauf der Hauptzweck der Fahrt war und keine weiteren Produkte eingekauft wurden. Unter Verwendung der in Anhang 6 abgeleiteten Emissionswerte für einen durchschnittlichen Pkw von 0,216 kg CO₂-Äq/km ergeben sich für die Einkaufsfahrt pro Flasche Wein folgende THG-Emissionen:

$$\text{Emissionen Einkaufsfahrt pro Flasche} = \frac{63 \text{ km} \times \frac{0,216 \text{ kg CO}_2\text{Äq}}{\text{km}}}{25 \text{ Fl}} = 0,54 \text{ kg CO}_2\text{Äq}$$

Szenario 2: In zwei Drittel der Fälle wird der Weineinkauf mit anderen Einkäufen verbunden. Unter der Annahme, dass der weitere Einkauf 20 kg wiegt, kann über die Masse gewichtet werden.

$$\text{Masse Gesamteinkauf, gewichtet} = \frac{25 \text{ Fl} \times 1,25 \frac{\text{kg}}{\text{Fl}} + 2 \times \left(25 \text{ Fl} \times 1,25 \frac{\text{kg}}{\text{Fl}} + 20 \text{ kg} \right)}{3} = 44,6 \text{ kg}$$

$$\text{Anteil einer Flasche am Gesamteinkauf} = \frac{1,25 \text{ kg}}{44,6 \text{ kg}} = 0,028$$

$$\text{Emissionen Einkaufsfahrt pro Flasche} = 63 \text{ km} \times 0,216 \text{ kg CO}_2\text{Äq/km} \times 0,028 = 0,38 \text{ kg CO}_2\text{Äq}$$

¹⁶ <http://landbrot.de/pcfml/>

¹⁷ <http://www.hp.com/large/ipg/ecological-printing-solutions/carbon-footprint-calc.html>

5.13.2 Indirekte Auswirkungen auf andere Produkte

Das untersuchte Produkt kann während seiner Nutzungsphase indirekte Wirkungen auf andere Produkte haben (z.B.: Dämmstoffe, Fenster etc.). Im GHG Produktstandard können vermiedene oder zusätzliche Emissionen durch indirekte Wirkungen des Produktes oder eines Prozesses innerhalb des Lebensweges separat ausgewiesen werden. Auch hier empfiehlt es sich, unterschiedliche Szenarien zu berechnen (Bsp. Dämmstoffe: Gebäudetyp, Außenwandtyp, Heizungssystem, Gradtagzahl). Laut PAS 2050:2011 sollen indirekte Auswirkungen auf die Nutzungsphase anderer Produkte unberücksichtigt bleiben.

Beispiel 27: Bilanzierung der Nutzungsphase eines Wärmedämmstoffes

Das Chemie-Unternehmen BASF SE ermittelte einen PCF für einen Dämmstoff aus geschwärztem Polystyrol, der zur Hausdämmung eingesetzt wird (PCF-Pilotprojekt Deutschland, 2009). Um die umstrittene Allokation der positiven (heizenergiesparenden) Wirkung des Dämmstoffes in der Nutzungsphase zu vermeiden, wurde die Beheizung eines Hauses mit isolierten Wänden über 40 Jahre mit einem Haus ohne Wanddämmung verglichen. Für das erste Szenario mit Dämmung müssen die THG-Emissionen der Herstellung, des Transportes und der Befestigung sowie der Entsorgung des Dämmstoffes bilanziert werden, die bei dem Haus ohne Wanddämmung nicht entstehen. Gleichzeitig zeigt sich durch den Vergleich der beiden Szenarien die positive Wirkung des Dämmstoffes in der Nutzungsphase.

5.14 Spezielle Aspekte bei der Entsorgung

Entsorgungsprozesse sind innerhalb der einzelnen Lebenswegphasen zu berücksichtigen, bilden aber auch eine eigene Lebenswegphase, die die Entsorgung des betrachteten Produktes umfasst. Bei der Entsorgung kann es sich z.B. um die Deponierung, Verbrennung oder das Recycling handeln. Sowohl beim Recycling als auch bei den meisten Fällen der Verbrennung entstehen Koppelprodukte, die wieder einem Produktsystem zugeführt werden. Bei der Verbrennung können Strom und Wärme genutzt werden und den Einsatz von fossilen Brennstoffen substituieren. Beim Recycling profitiert die Umwelt durch die vermiedene Primärproduktion als auch durch die vermiedene Abfallbeseitigung. Es wird zwischen closed-loop und open-loop Recycling unterschieden – also Recycling im geschlossenen und im offenen Kreislauf.

5.14.1 Closed-loop oder Recycling im geschlossenen Kreislauf

Von closed-loop Recycling spricht man, wenn in der Entsorgungsphase Material anfällt, das als Sekundärmaterial wieder in die Herstellungsphase desselben Produktsystems eingeht. Somit kann Primärmaterial unter der Bedingung, dass das rezyklierte Material dieselben inhärenten Eigenschaften wie das Primärmaterial aufweist, ersetzt werden. Beispiele dafür sind das innerbetriebliche Recycling von Kunststoffabfällen aus dem Spritzguss durch Wiedereinschmelzen ebenso wie das Wiedereinschmelzen von Eisendruckgussabfällen.

Der Aufwand für eine eventuelle Sammlung und Aufbereitung des Sekundärmaterials ist in der Bilanz zu berücksichtigen. Die Menge des zur Produktion notwendigen Primärmaterials reduziert sich um die Menge des zurückgeschleusten Sekundärmaterials. Die Menge an eingehendem Sekundärmaterial entspricht der ausgehenden Menge (vgl. Abbildung 13).

Wiederverwendung kann unter closed-loop Recycling gefasst werden, wobei die Einsparung an Primärmaterial von der Anzahl der Umläufe abhängt. Bei der Wiederverwendung ist der Aufwand für die Herstellung und Entsorgung durch die Anzahl der Umläufe (Umlaufzahl, UZ) zu teilen. Diese gibt an, wie oft eine Wiederverwendung im Mittel erfolgt.

Die Grenze zwischen closed-loop und open-loop Recycling ist nicht immer ganz klar zu ziehen, so dass auch Fälle von open-loop Recycling wie closed-loop modelliert werden können. Dies ist der Fall, wenn aus dem Se-

kundärmaterial des einen Produktsystems zwar ein anderes Produkt entsteht, aber letztendlich dasselbe Primärmaterial substituiert wird. Beispiele dafür sind Stahl oder Glas. Bei bestimmten Stahlsorten ist die Zugabe von Schrott üblich. Ebenso werden der Glasschmelze einiger Glassorten aufbereitete Scherben zugegeben.

Beispiel 28: Bilanzierung von closed-loop Recycling bei der PCF-Berechnung von Mineralwasser in Mehrwegglasflaschen

Die Schwollener Sprudel GmbH & Co. KG möchte für eines ihrer Produkte, das Mineralwasser „Schwollener Classic“ abgefüllt in einer 0,7 Liter-Mehrwegglasflasche, einen PCF berechnen. Bei der Wiederbefüllung der Mehrwegflaschen handelt es sich um eine Wiederverwendung, die als closed-loop Recycling unter Berücksichtigung der Umlaufzahlen bilanziert wurde. In der vorliegenden Untersuchung wurde eine Umlaufzahl von 34 ermittelt, so dass 1/34 des Aufwands für die Herstellung des Glases in der Phase der Rohstoffgewinnung bei der PCF-Berechnung einbezogen wird.

	Wert	Einheit	Quelle
Emissionsfaktor Weißglas, DE	0,62	kg CO ₂ -Äq/kg	ecoinvent 2.2
Masse 0,7 Liter-Glasflasche	0,59	kg	Schwollener Sprudel
Umlaufzahl der Flaschen	33,55	-	Berechnet

$$Emissionen_{Herstellung\ von\ Glasflaschen} = \frac{0,59 \frac{kg}{Fl}}{33,55} \times 0,62 \frac{kg\ CO_2\ \ddot{A}q}{kg} = 0,01 \frac{kg\ CO_2\ \ddot{A}q}{Fl}$$

In der Produktionsphase sind die Aufwendungen, die bei der Füllung anfallen (z.B. Flaschenreinigung, Transport, Etikett und Verschluss) jedoch unabhängig von der Umlaufzahl.

In der Entsorgungsphase wurden die Transporte des Glases und der Aufwand für die endgültige Beseitigung des Glases ebenfalls durch die Umlaufzahl dividiert. Die Transporte des Leerguts zurück zum Abfüllbetrieb müssen jedoch vollständig bilanziert werden.

Anforderungen an die Berichterstattung

Wenn für das Recycling die closed-loop Methode verwendet wird, müssen nach GHG Produktstandard die vermiedenen Emissionen und Entzüge separat von der Bilanz der Entsorgungsphase ausgewiesen werden.

5.14.2 Open-loop oder Recycling im offenen Kreislauf

Allerdings lässt sich nicht jeder Fall von Recycling so leicht abbilden wie das closed-loop Recycling. Beim so genannten open-loop Recycling wird durch den Entsorgungsprozess ein neues Produkt erzeugt, welches in ein weiteres Produktsystem eingeht. Es handelt sich hier um eine Art Koppelproduktion, so dass entweder eine Systemerweiterung (vgl. Abschnitt 5.3.2) vorzunehmen ist oder die Emissionen zwischen zwei Systemen aufgeteilt werden müssen. Nachfolgend wird die recycled content-Methode zur Aufteilung der Emissionen bei open-loop Recycling erläutert. Laut GHG Produktstandard können auch andere Methoden verwendet werden, wenn weder die closed loop- noch die recycled content-Methode angebracht erscheinen. Deshalb werden in Anhang 7 noch die 50:50- und die Gutschriften-Methode dargestellt.

Bei der recycled content- oder auch cut off-Methode wird jedem Produktsystem die Wirkung angerechnet, die es verursacht (Vorgehen von ecoinvent z.B. für Glas oder Stahl). Es wird eine Grenze zwischen dem abgebenden und aufnehmenden Produktsystemen definiert, bis zu der Emissionen zugerechnet werden, wodurch zwischen den beiden Systemen keine Be- oder Entlastungen verrechnet werden müssen. Das abgebende Produktsystem wird durch die vermiedene Beseitigung entlastet, das aufnehmende durch die vermiedene Primärproduktion (vgl. Abbildung 13). Der Vorteil dieser Methode ist die einfache Anwendbarkeit, da man nur eines der Systeme detailliert analysieren muss. Kommt im betrachteten Produktsystem Sekundärmaterial sowohl input- als auch outputseitig vor, erfolgt eine Entlastung durch die vermiedene Primärproduktion und die vermiedene

Entsorgung. Dem inputseitigen Rezyklat werden die Emissionen und Entzüge aus der Rückgewinnung und Rezyklataufbereitung zugerechnet (vgl. Abbildung 13). Es muss daher bekannt sein, wie viel Sekundärmaterial inputseitig zur Herstellung verwendet und wie viel Sekundärmaterial in der Entsorgungsphase generiert wird. Bei kohlenstoffhaltigen Produkten kann es bei diesem Vorgehen dazu kommen, dass die Kohlenstoffbilanz nicht geschlossen ist. Der Treibhausgasentzug, z.B. bei Produkten aus Holz, wird bei dieser Methode dem abgebenden System zugeschrieben, während die Freisetzung des gebundenen Kohlenstoffs durch die Entsorgung des Sekundärmaterials dem aufnehmenden System angelastet wird. Die PAS 2050:2011 legt zumindest für die Abfallverbrennung mit Energiegewinnung fest, dass sowohl die Emissionen als auch die Entzüge dem Energiegewinnungssystem zuzuschreiben sind. So ist zwar die Kohlenstoffbilanz geschlossen, handelt es sich jedoch nicht um biogenen Kohlenstoff, bei dem sich die Emissionen und Entzüge aufheben, werden die Emissionen aus der Verbrennung komplett der thermischen Verwertung angelastet.

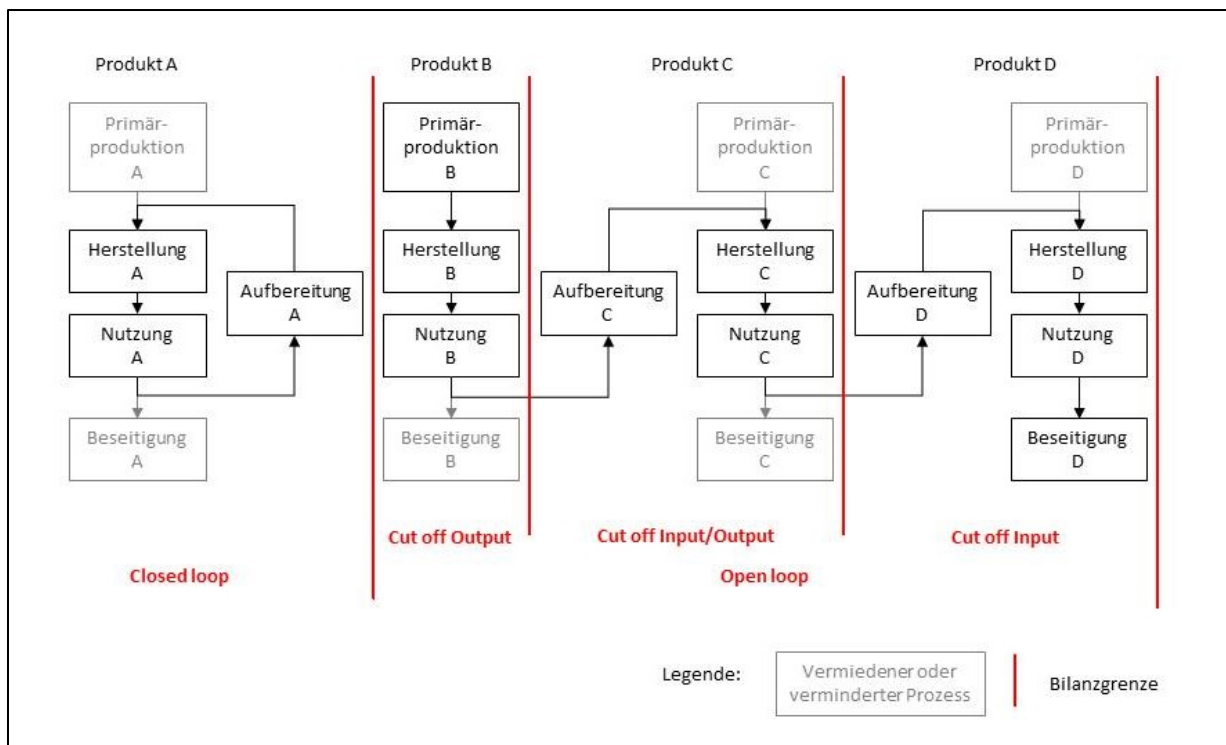


Abbildung 13: Schematische Darstellung von closed loop- und open loop-Methoden

Werden für die Bilanzierung der Herstellung von Materialien Sekundärdaten verwendet, ist bei der Modellierung des Systems darauf zu achten, welche Methoden zur Berücksichtigung von Sekundärmaterial diesen generischen Daten zugrunde liegen.

$$E_{H+B} = (1 - r_{Input})E_{Prim.prod.} + r_{Input}E_{Aufb.} + (1 - r_{Output})E_{Beseitigung}$$

E_{H+B} = Emissionen aus Herstellung u. Beseitigung

$E_{Beseitigung}$ = Emissionen aus Abfallbeseitigung

$E_{Prim.prod.}$ = Emissionen aus Primärproduktion

r_{Input} = Recyclinganteil im Inputmaterial

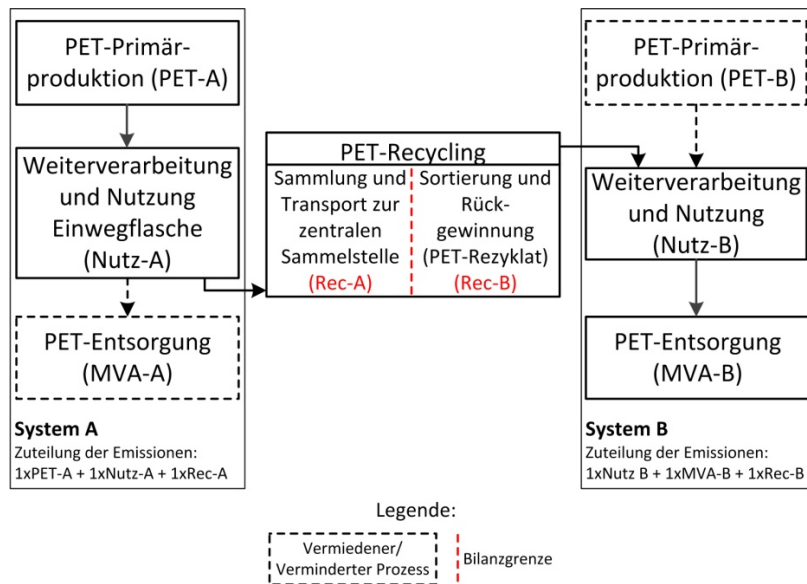
$E_{Aufb.}$ = Emissionen aus Aufbereitung

r_{Output} = Recyclinganteil im Outputmaterial

Beispiel 29: Anwendung der cut off-Methode beim Recycling von PET-Einwegflaschen

Ein Mineralwasserhersteller füllt sein Wasser in PET-Einwegflaschen ab (System A). Die Herstellung der Flaschen erfolgt aus Primärmaterial. Über das deutsche Einwegflaschensystem PETCycle werden die Flaschen nach der Nutzung dem Recycling zugeführt. Bei der cut off-Methode wird die komplette Primärproduktion bilanziert und die entstehenden THG-Emissionen gänzlich dem System A zugewiesen. Nach der Nutzung muss eine Grenze gezogen werden, bis zu welchem Prozess noch Emissionen dem System A der PET-Flasche zugerechnet werden. In diesem Fall werden nach der Sammlung und dem Transport zu einer zentralen Sammelstelle alle Emissionen der weiteren Aufbereitung dem Folgesystem (System B) zugerechnet.

Während System B bei den Rohstoffen entlastet wird, weil das eingesetzte PET-Rezyklat keine Lasten der Rohstoffgewinnung trägt, wird System A bei der Abfallentsorgung entlastet. Die z.B. in einer Müllverbrennungsanlage (MVA) entstehenden Emissionen werden gänzlich dem Folgesystem zugeordnet. Der rezyklierte Anteil wird nicht als Abfall gerechnet. Werden beispielsweise 90 % der gebrauchten PET-Flaschen dem Recycling zugeführt, müssen in System A lediglich für die restlichen 10 % die Emissionen für die Abfallbeseitigung berücksichtigt werden.



(Darstellung abgewandelt nach Klöpffer und Grahl, 2009)

5.14.3 Verzögerte Freisetzung und Speicherung von Kohlenstoff

Produkte können in ihrer Zusammensetzung Kohlenstoff enthalten (Bsp. Holz). Sind die Nutzungs- oder die Entsorgungsphase sehr lang, kommt es zu einer verzögerten Freisetzung dieses gebundenen Kohlenstoffs am Ende des Produktlebensweges. Diese Verzögerung kann als vorübergehende Vermeidung von Treibhauswirkung bewertet werden. Die Verwendung von Gewichtungsfaktoren für diesen Umstand ist laut GHG Produktstandard jedoch nicht vorgesehen, da eine solche Zwischenspeicherung nicht als dauerhafte Senke betrachtet wird, sondern lediglich eine zeitliche Verschiebung der Emissionen darstellt. Die PAS 2050:2011 stellt hingegen eine Diskontierung der verzögerten Emissionen frei, wobei die Gewichtungsfaktoren für die (Zwischen-)Speicherung des Kohlenstoffs nach einer vorgegebenen Formel (BSI, 2011b Annex E) berechnet werden können. Nach PAS 2050:2011 wird der im Produkt gespeicherte Kohlenstoff dann als Speicherung bilanziert, wenn er innerhalb des Bilanzzeitraums von 100 Jahren nicht emittiert wird.

Anforderungen an die Berichterstattung

Die im Produkt oder seinen Komponenten enthaltene Menge an Kohlenstoff, die während der Abfallbehandlung nicht in die Atmosphäre abgegeben wird, muss berichtet werden. Gespeicherte Kohlenstoffmengen im Zwischenprodukt müssen bei der cradle-to-gate-Bilanzierung ausgewiesen werden.

5.15 Berechnung der Bilanz

Nachdem die Datensammlung, Prüfung der Datenqualität sowie ggf. notwendige Allokationen abgeschlossen wurden und alle Emissionen entlang des gesamten Produktlebensweges in CO₂-Äquivalenten vorliegen, kann die Berechnung der Gesamtbilanz erfolgen. Dabei muss sichergestellt werden, dass sich alle Werte auf den gleichen Referenzfluss beziehen, da dieser die Menge des Produktes definiert, die notwendig ist, um den Nutzen zu erbringen, der durch die funktionelle Einheit festgelegt wurde (vgl. Abschnitt 4.3). Falls z.B. der Referenzfluss des betrachteten Produktes auf 10 kg festgelegt wurde und alle Emissionen sich nun auf 1 kg Produkt beziehen, müssen diese mit dem Faktor 10 multipliziert werden.

Das Gesamtergebnis setzt sich aus den folgenden Emissionen und Entzügen zusammen:

$$\begin{aligned} & \frac{\text{CO}_2\text{-Äq Emissionen}}{\text{Funktionelle Einheit}} = \\ & \frac{\text{CO}_2\text{-Äq Emissionen (biogen)}}{\text{Referenzfluss}} - \frac{\text{CO}_2\text{-Äq Entzüge (biogen)}}{\text{Referenzfluss}} \\ & + \frac{\text{CO}_2\text{-Äq Emissionen (nicht-biogen)}}{\text{Referenzfluss}} - \frac{\text{CO}_2\text{-Äq Entzüge (nicht-biogen)}}{\text{Referenzfluss}} \\ & + \frac{\text{CO}_2\text{-Äq Emissionen (Landnutzungsänderungen)}}{\text{Referenzfluss}} - \frac{\text{CO}_2\text{-Äq Entzüge (Landnutzungsänderungen)}}{\text{Referenzfluss}} \end{aligned}$$

Emissionen werden folglich als positive und Entzüge als negative Werte behandelt. Falls keine Entzüge und keine Emissionen in Folge von Landnutzungsänderungen (vgl. Abschnitt 5.10.2) auftreten, entspricht das Gesamtergebnis der Summe an biogenen und nicht-biogenen Emissionen je Referenzfluss.

Anforderungen an die Berichterstattung

Das gesamte Bilanzergebnis, das alle Emissionen und Entzüge aufgrund von biogenen und nicht-biogenen Quellen sowie Wirkungen aus der Landnutzungsänderung innerhalb der Systemgrenzen enthält, muss in CO₂-Äquivalenten pro funktioneller Einheit berichtet werden. Gespeicherte Kohlenstoffmengen im Zwischenprodukt müssen bei der cradle-to-gate-Bilanzierung ausgewiesen werden.

6 Unsicherheiten bei der PCF-Erhebung

Aufgrund grundsätzlich vorhandener Einschränkungen hinsichtlich Datenverfügbarkeit und -qualität bei der Bilanzierung teilweise umfangreicher Lieferketten, sind die Ergebnisse jeder PCF-Erhebung unscharf. Zudem führen Annahmen hinsichtlich des Produktlebensweges, der darin enthaltenen Prozesse und die Wahl der Systemgrenzen zu Unsicherheiten. Um den PCF als Kennzahl in betrieblichen Entscheidungsprozessen oder in der Außendarstellung von Produkten sinnvoll einsetzen zu können, ist zumindest eine qualitative Kenntnis dieser Unsicherheiten notwendig. Diese abzuschätzen, sollte daher Teil einer PCF-Erhebung sein, um deren Ergebnisse besser interpretieren und einordnen zu können. Wichtig ist in jedem Fall, dass sich das bilanzierende Unternehmen der Problematik von Unsicherheiten bewusst wird. Daher werden im Folgenden die wesentlichen Zusammenhänge zum Thema Unsicherheit in Kürze dargestellt.

6.1 Die Bedeutung der Unsicherheit

Die Berechnung eines PCF beruht auf der Verwendung von Modellen. Viele der in diesen Modellen verwendeten Zahlenwerte stammen ihrerseits aus Modellberechnungen. So können bspw. die Treibhausgasemissionen eines Verbrennungsprozesses simuliert und anschließend in die Bilanz übertragen werden. Die Struktur der verwendeten Modelle, wie auch die vielen darin enthaltenen quantitativen Parameter (Aktivitätsdaten, Emissionsfaktoren etc.) spiegeln die Wirklichkeit immer nur näherungsweise wider. Daher ist der berechnete PCF zwangsläufig mit Unsicherheiten behaftet.

Angenommen für ein Produkt wurde ein PCF von 4,3 kg CO₂-Äq ermittelt. Die Unsicherheit eines solchen Wertes wird üblicherweise durch die zusätzliche Angabe eines Konfidenzintervalls zum Ausdruck gebracht: PCF = (4,3 ± 0,9) kg CO₂-Äq oder auch PCF = 4,3 kg CO₂-Äq ±21%. Das Vorhandensein dieser Grenzen bedeutet, dass der tatsächliche PCF nicht exakt 4,3 kg CO₂-Äq beträgt, sondern lediglich mit hoher Wahrscheinlichkeit¹⁸ zwischen 3,6 und 5,0 kg CO₂-Äq liegt. Anstatt eines exakten Wertes sollte man sich einen PCF also eher als einen unscharfen Bereich möglicher Werte vorstellen.

So wichtig die Kenntnis der Unsicherheiten ist, muss man doch stets den damit verbundenen Aufwand in ein vernünftiges Verhältnis zum Erkenntnisgewinn setzen. Für praktische Zwecke ist es meistens völlig ausreichend, eine Vorstellung von der Größenordnung der Unsicherheit zu haben, d.h. z.B. ob der berechnete PCF mit einer Unsicherheit von ± 5 %, ± 20 % oder gar ± 100 % bestimmt wurde. Dafür genügt es normalerweise, die wichtigsten Unsicherheitsquellen einer PCF-Erhebung zu ermitteln und ihren jeweiligen Einfluss auf das Gesamtergebnis zumindest grob abzuschätzen. Als Hilfestellung für eine derartige Abschätzung sollen im Folgenden die wichtigsten Ursachen für Unsicherheiten bei der PCF-Berechnung beschrieben werden.

Zusammenfassung

Für praktische Zwecke ist es meistens völlig ausreichend, eine Vorstellung von der Größenordnung der Unsicherheit zu haben. Dafür genügt es normalerweise, die wichtigsten Unsicherheitsquellen einer PCF-Erhebung zu ermitteln und ihren jeweiligen Einfluss auf das Gesamtergebnis zumindest grob abzuschätzen.

6.2 Arten von Unsicherheiten

Im Folgenden werden drei verschiedene Arten von Unsicherheiten dargestellt, die zu einem unsicheren Ergebnis bei der PCF-Berechnung beitragen.

- Parameterunsicherheit bzw. -variabilität: die Zahlenwerte von Modellparametern sind ungenau bekannt oder bilden in Wirklichkeit Wahrscheinlichkeitsverteilungen ab.

¹⁸ Wie hoch diese Wahrscheinlichkeit genau ist, hängt von der Art des Konfidenzintervalls ab. Typischerweise werden Normalverteilungen und 95 %-Konfidenzintervalle angegeben. Das bedeutet, dass der Wert mit einer 95% Wahrscheinlichkeit im angegebenen Intervall liegt.

- Szenariounicherheit: Bei der Modellierung werden Annahmen gemacht, die das Berechnungsergebnis maßgeblich beeinflussen, letztlich aber nicht objektivierbar sind.
- Modellunsicherheit: Das Modell entspricht nicht exakt der Wirklichkeit.

Die Klassifizierung spiegelt einerseits verschiedene Unsicherheitsquellen wider, denen man auch mit unterschiedlichen Maßnahmen begegnen muss, wenn man die Qualität eines PCF verbessern will. Zum anderen kommen je nach Unsicherheitsart unterschiedliche Methoden zum Einsatz, wenn ihr Einfluss auf das Berechnungsergebnis quantitativ bestimmt werden soll. Auf den letztgenannten Aspekt wird hier jedoch nur am Rande eingegangen.

6.2.1 Parameterunsicherheit und -variabilität

Sind einzelne Modellparameter wie Aktivitätsdaten oder Emissionsfaktoren mit Unsicherheiten behaftet, wirkt sich dies zwangsläufig auch auf mit dem Modell berechnete Größen aus. Im Kontext der PCF-Berechnung sollte zwischen Unsicherheit und Variabilität von Sachbilanzparametern unterschieden werden.

Parameterunsicherheit bedeutet, dass ein Modellparameter eine eindeutige quantitative Größe der Wirklichkeit abbildet, die jedoch nicht exakt bekannt ist. Ursachen können z.B. Messfehler oder die Verwendung nicht repräsentativ erhobener Daten sein. Auch die Treibhauspotenziale unterliegen einer gewissen Parameterunsicherheit¹⁹. Der Einbezug dieser Unsicherheit in eine Unsicherheitsanalyse bringt jedoch keinen Zusatznutzen, da alle PCFs in Bezug auf die Treibhauspotenziale denselben Unsicherheiten unterliegen.

Beispiel 30: PCF eines Kühlschranks: Modellierung mittels Wahrscheinlichkeitsverteilung

Der PCF eines Kühlschranks hängt u.a. von dessen Lebensdauer ab. Da nicht alle Geräte gleich lang funktionieren, kann hier prinzipiell kein exakter Wert angegeben werden. Stattdessen kann mit einer Wahrscheinlichkeitsverteilung für die Lebensdauer gearbeitet und daraus ein Erwartungswert bestimmt werden. Im Einzelfall ergeben sich jedoch zwangsläufig Abweichungen. Das Konfidenzintervall gibt in diesem Fall an, in welchem Bereich die Lebensdauer eines konkreten Gerätes zu erwarten ist.

Parametervariabilität resultiert aus der Zusammenfassung einer realen Verteilung in einem einzigen Modellparameter. Während Datenunsicherheit im Prinzip durch genauere Recherchen oder umfangreichere Messreihen reduziert werden kann, hängt die Datenvariabilität mit dem Anspruch zusammen, bei der PCF-Berechnung eine Gesamtheit von Produkten mit den verschiedenen Nutzungsprofilen erfassen zu wollen und muss in diesem Sinne grundsätzlich hingenommen werden. Der Einfluss beider Unsicherheitsquellen, Unsicherheit und Variabilität, auf den berechneten PCF kann mit stochastischen Ansätzen wie der Monte-Carlo-Simulation oder auch mit Sensitivitätsanalysen quantifiziert werden.

6.2.2 Szenariounicherheit (Unsicherheit durch methodische Spielräume)

Szenariounicherheit resultiert aus methodischen Spielräumen, die bei der Bilanzierung existieren. Hier ist vor allem die Wahl der Allokationsmethode bei Koppelprodukten oder beim Open-Loop-Recycling zu nennen. Je nachdem ob z.B. bei der Koppelproduktion eine physikalische oder ökonomische Allokation vorgenommen wird, wird den Koppelprodukten ein unterschiedlich großer Anteil an THG-Emissionen zugewiesen. Dies führt letztlich auch zu unterschiedlichen Ergebnissen bei der PCF-Berechnung.

Da die Wahl der Allokationsmethode jedoch immer subjektive Wertungen beinhaltet, kann das Vorgehen nicht nach objektiven Maßstäben eindeutig festgelegt werden. Entsprechend lassen sich auch die daraus entstehen-

¹⁹ Für die GWP-Werte des 4. Assessment Reports des IPCC $\pm 35\%$ für das 90 %-Konfidenzintervall

den Unsicherheiten nicht vermeiden. Unsicherheiten dieser Art lassen sich am besten mit Sensitivitäts- bzw. Szenarioanalysen veranschaulichen.

Im GHG Produktstandard werden der Szenariounsicherheit außerdem Unsicherheiten durch Annahmen für das Nutzerverhalten zugeordnet, die in diesem Handbuch bereits unter dem Begriff der Parametervariabilität thematisiert wurden. Die Zuordnung ist nicht eindeutig und hängt letztlich davon ab, mit welchen Methoden der Einfluss dieser Unsicherheitsquelle quantifiziert werden soll.

Beispiel 31: PCF eines Kühlschranks: Modellierung von Alternativszenarien

Der Energieverbrauch und damit die THG-Emissionen während der Nutzungsphase des Kühlschranks hängen von der Betriebstemperatur ab. Führt man die Modellierung mit dem wahrscheinlichsten Wert (6°C) durch und berechnet daneben zwei Alternativszenarien (2°C und 8°C), erhält man eine einfache Abschätzung des Einflusses des Parameters Betriebstemperatur auf das Berechnungsergebnis.

6.2.3 Modellunsicherheit

Schließlich ist noch die Modellunsicherheit zu nennen. Sie bildet die strukturellen Abweichungen des Modells von der Wirklichkeit ab und kann daher mit dem bei der PCF-Erhebung verwendeten Modell grundsätzlich nicht abgeschätzt werden.

6.3 Quantitative und qualitative Unsicherheit

Laut GHG Produktstandard gibt es zwar keine Verpflichtung, die mit der PCF-Erhebung verbundenen Unsicherheiten quantitativ zu bestimmen, es wird jedoch als wünschenswert angesehen. Der Vorteil einer quantitativen Ermittlung liegt in einem belastbareren Ergebnis, da die Quellen der größten Unsicherheit identifiziert werden und über die Zeit verfolgt werden können. Allerdings ist eine methodisch fundierte quantitative Bestimmung von Unsicherheiten mit einem relativ hohen Zusatzaufwand verbunden, bei dem sich stets die Frage stellt, ob dieser in einem angemessenen Verhältnis zu den gewonnenen Erkenntnissen steht.

Gefordert sind laut GHG Produktstandard dagegen Angaben zur qualitativen Unsicherheit. Diese sollen sich auf die Nutzungs- und Entsorgungsphase, die Allokationsmethoden, die Quelle der verwendeten Treibhauspotenziale sowie die verwendeten Modelle zur Berechnung der Emissionen und Entzüge beziehen (vgl. Tabelle 7). Hierzu ist es sinnvoll, die Quellen von Unsicherheiten schon während des Prozesses der PCF-Erhebung zu verfolgen und zu dokumentieren.

Zusammenfassung

Eine qualitative Beschreibung der Unsicherheiten ist ausreichend, solange sie mindestens Angaben zu der Nutzungs- und Entsorgungsphase, den Allokationsmethoden, der Quelle der verwendeten Treibhauspotenziale sowie den verwendeten Modelle zur Berechnung der Emissionen und Entzüge macht.

Anforderungen an die Berichterstattung

Es muss eine qualitative Aussage zur Bilanzunsicherheit und zu methodischen Entscheidungen vorgenommen werden. Die in Tabelle 7 aufgeführten Ursachen für Bilanzunsicherheit sind zu berücksichtigen.

Tabelle 7: Anforderungen des GHG Produktstandards für die qualitative Beschreibung von Quellen für Unsicherheiten

Szenariounsicherheit	
Nutzungsprofil	Beschreibung des verwendeten Nutzungsprofils. Falls mehrere Nutzungsprofile anwendbar waren, Beschreibung und Begründung des ausgewählten Profils.
Entsorgungsprofil	Beschreibung des verwendeten Entsorgungsprofils. Falls mehrere Entsorgungsprofile anwendbar waren, Beschreibung und Begründung des ausgewählten Profils.
Allokationsmethode(n)	Beschreibung der verwendeten Methode und jeglicher Allokationsprobleme in der Bilanz. Falls mehrere Allokationsmethoden anwendbar waren, Beschreibung und Begründung der ausgewählten Methode.
Allokationsmethode(n) für Recycling	Offenlegung, welche Methode verwendet wurde
Parameterunsicherheit	
Treibhauspotenziale	Angabe der Quelle der Treibhauspotenziale
Modellunsicherheit	
Modellunsicherheiten, die nicht mit Szenario- oder Parameterunsicherheit beschrieben werden	Beschreibung der Modelle, Identifizierung ihrer veröffentlichten Quelle und Identifizierung von Bereichen, in denen sie von realen Bedingungen abweichen können.

7 Qualitätssicherung

Die Qualitätssicherung prüft den Grad des Vertrauens, dass die Bilanz vollständig, genau, konsistent, transparent, relevant und ohne bedeutende Fehldarstellungen ist. Für das bilanzierende Unternehmen ergibt sich der Vorteil, dass auf dem Bilanzergebnis basierende Entscheidungen oder festzusetzende Reduktionsziele auf einer belastbaren Grundlage beruhen.

Nach GHG Produktstandard muss eine solche Qualitätssicherung durchgeführt werden. Diese kann sowohl als Eigensicherung als auch als Sicherung durch Dritte vorgenommen werden. Dabei sind zwei Vorgehensweisen möglich: die kritische Prüfung oder die Verifizierung. Dies sind zwei verschiedene methodische Konzepte, die jedoch gewisse Überschneidungen aufweisen. Die kritische Prüfung ist vor allem eine Methodenprüfung, wohingegen es sich bei der Verifizierung vornehmlich um die Prüfung der Daten handelt. Die Methodenprüfung ist jedoch nicht ohne ein gewisses Maß an Datenprüfung möglich.

Laut PAS 2050:2011 kann eine Konformitätsprüfung durchgeführt werden, entweder in Form einer Zertifizierung durch einen akkreditierten Dritten, einer Verifizierung durch einen unabhängigen Dritten oder durch eine Eigenverifizierung, bei der die durchführende Organisation nachweisen muss, dass die Berechnungen gemäß den Vorgaben der PAS 2050:2011 durchgeführt wurden.

7.1 Interne oder externe Qualitätssicherung

Bei der Eigensicherung prüfen Angehörige des durchführenden Unternehmens, die jedoch nicht in die Erhebung an sich involviert waren. Die Sicherung durch Dritte wird durch eine von der zu untersuchenden PCF-Erhebung unabhängige Organisation durchgeführt. Bei der Eigensicherung ist darauf hinzuweisen, dass diese von der Öffentlichkeit als weniger glaubwürdig wahrgenommen werden kann als eine Sicherung durch Dritte. In jedem Fall muss die prüfende Instanz unabhängig vom Prozess der Bilanzerstellung sein, und es dürfen keine Interessenkonflikte dazu bestehen.

Bei der Auswahl eines Prüfers sollte auf folgende Eigenschaften geachtet werden (nach GHG Produktstandard):

- Prüfungsexpertise und Erfahrung mit den Rahmenbedingungen der Qualitätssicherung
- Wissen zu und Erfahrung mit Ökobilanzen und/oder Treibhausgas-Unternehmensbilanzen, sowie Kenntnis von den wesentlichen Schritten des Bilanzierungsprozesses
- Kenntnis der Unternehmensaktivitäten und des Industriezweigs
- Fähigkeit zur Bewertung der Emissionsquellen und der Größenordnung potenzieller Fehler, Datenlücken und Verzerrungen
- Glaubwürdigkeit, Unabhängigkeit und professionelle Skepsis, um Daten zu hinterfragen

Wird die Prüfung durch Dritte vorgenommen, kann für den PCF ein Zertifikat ausgestellt werden, das bestätigt, dass die Erhebung den Anforderungen des zugrunde gelegten Standards entspricht.

7.2 Verifizierung

Bei der Verifizierung wird eine Aussage getroffen, wie sicher der ermittelte Carbon Footprint ist. Die Verifizierung der Bilanz beinhaltet nach GHG Produktstandard folgende Elemente:

1. Planung und Rahmensetzung (z.B. Bestimmung von Risiken und schwerwiegenden Falschaussagen)
2. Identifikation von Emissionsquellen
3. Durchführung des Prüfungsprozesses (z.B. Belegsammlung, Durchführung von Analysen)
4. Ergebnisbewertung
5. Ableitung und Bericht der Schlussfolgerungen

Die Art und der Aufwand der Verifizierung sind abhängig davon, welcher Grad an Sicherheit angestrebt wird. Der GHG Produktstandard unterscheidet hier in ein eingeschränktes oder ein ausreichendes Niveau, je nach

Strenge des Verifizierungsprozesses und der Menge an verlangten Belegen. Allerdings sind keine quantitativen Grenzen für die verschiedenen Niveaus festgelegt. Diese müssen zwischen Prüfer und Unternehmen ausgehandelt werden. Vollständige Sicherheit kann niemals gewährleistet werden, da eine 100-prozentige Prüfung der Daten nicht zu leisten ist.

7.3 Kritische Prüfung

Die kritische Prüfung ist eine etablierte Methode der Ökobilanzierung. Bei der kritischen Prüfung wird die Konformität mit dem ausgewählten Standard geprüft. Diese Prüfung kann sowohl prozessbegleitend als auch im Nachhinein durchgeführt werden. Weiterhin gibt es die Möglichkeit, die kritische Prüfung von einem internen bzw. externen Prüfer oder einem Panel durchführen zu lassen. Ein Panel kann aus Vertretern interessierter Kreise wie Ökobilanz-Expertengruppen, Behörden, Nicht-Regierungsorganisationen, Industrievertretern oder anderen Unternehmen bestehen. Während der Prüfung auf Konformität mit dem GHG Produktstandard ist zu klären, ob

- die verwendeten Methoden mit dem GHG Produktstandard übereinstimmen,
- die verwendeten Methoden wissenschaftlich begründet und technisch zulässig sind,
- die verwendeten Daten geeignet und angemessen sind,
- der Inventarbericht und Schlussfolgerungen, für Klimabilanzen angemessen sind,
- der Inventarbericht transparent und konsistent ist.

Zusammenfassung

Die Qualitätssicherung prüft den Grad des Vertrauens, dass die Bilanz vollständig, genau, konsistent, transparent, relevant und ohne bedeutende Fehldarstellungen ist. Die Qualitätssicherung kann als Verifizierung oder kritische Prüfung sowohl intern oder extern erfolgen.

Anforderungen an die Berichterstattung

In einer Erklärung zur Qualitätssicherung müssen folgende Punkte berichtet werden:

- Ob die Prüfung selbst oder durch Dritte durchgeführt wurde
- Das erreichte Niveau der Prüfung (begrenzt/beschränkt oder angemessen) einschließlich Prüfungsurteil und die Ergebnisse der kritischen Prüfung
- Eine Zusammenfassung des Prüfungsprozesses
- Die relevanten Kompetenzen des Prüfers
- Wie potenzielle Interessenkonflikte bei einer Eigenprüfung vermieden wurden

8 Ergebnisverwertung

Um neben der quantitativen Ermittlung des PCF auch tatsächlich eine Reduktion von THG-Emissionen erzielen zu können, sollte die Ergebnisverwertung integrierter Bestandteil des PCF-Projektes sein. Hierzu ist eine aussagekräftige Ergebnisdarstellung erforderlich, auf deren Grundlage Verbesserungspotenziale identifiziert werden können. Produktvergleiche sind im Zusammenhang mit der Ergebnisverwertung immer wieder ein Thema, ihre Aussagekraft ist jedoch beschränkt. Die Definition von Reduktionszielen kann dabei helfen, THG-Emissionen über die Zeit zu verfolgen und kontinuierlich zu reduzieren. Durch die Kompensation von THG-Emissionen steht Unternehmen ein weiteres Mittel zur Verfügung, um zum Klimaschutz beizutragen.

8.1 Ergebnisdarstellung und -analyse

Die Darstellung der Ergebnisse und ihre Analyse hängen eng miteinander zusammen, da eine Analyse ohne eine aussagekräftige Darstellung der Ergebnisse nicht möglich ist. Obwohl der PCF so definiert ist, dass die Erhebung zu einer einzelnen Zahl führt, ist die Aussagekraft dieses Einzelwertes beschränkt. Es ist zu erwarten, dass bei den meisten PCF-Erhebungen die Ergebnisse vielfältig sind. Diese Vielfalt lässt sich nicht in einer einzelnen Zahl für den PCF ausdrücken. Eine einzelne Zahl bietet keine Handlungsoptionen und vermittelt eine Genauigkeit, die aufgrund methodischer Spielräume und Datenunsicherheiten nicht gegeben ist. Andererseits sind dem Detailierungsgrad dieser Zahl kaum Grenzen gesetzt. Dazwischen gilt es, ein ausgewogenes und dem Ziel entsprechendes Maß zu finden. Ein wesentliches Kriterium für die Ergebnisdarstellung ist die Handlungsrelevanz. Bei der Darstellung des Ergebnisses muss deutlich werden, welcher Akteur im Lebensweg eines Produktes tatsächlich einen relevanten Beitrag zur Verringerung der THG-Emissionen leisten kann.

Vom GHG Produktstandard wird die Aufschlüsselung des Gesamtwertes nach den einzelnen Lebenswegphasen gefordert. Innerhalb einer Lebenswegphase kann die Ausweisung der Einzelbeiträge für die jeweiligen Akteure spezifische Informationen liefern. Lässt die Grenzziehung zwischen den Lebenswegphasen Interpretationsspielraum, wird durch die Einzelausweisung die Transparenz erhöht.

Des Weiteren ist die separate Ausweisung der cradle-to-gate- und gate-to-gate-Bilanzergebnisse gefordert (oder eine klare Aussage, dass Geheimhaltung für diese Information besteht) sowie für cradle-to-gate-Bilanzen die Menge an gebundenem Kohlenstoff im Zwischenprodukt.

Folgende weitere Beiträge sind laut GHG Produktstandard einzeln auszuweisen, wenn zutreffend:

- Bei der Nutzung der closed-loop-Methode Ausweisung von vermiedenen Emissionen und Entzügen getrennt von der Entsorgungsphase
- Biogene und nicht-biogene Emissionen und Entzüge separat
- Auswirkungen der Landnutzungsänderung
- Die Menge an Kohlenstoff, die im Produkt oder seinen Komponenten enthalten ist und während der Entsorgungsphase nicht in die Atmosphäre freigesetzt wird

Diese weiteren nach den Vorgaben des GHG Produktstandards auszuweisenden Einzelbeiträge resultieren eher aus den in diesen Bereichen bestehenden methodischen Spielräumen. Durch deren Einzelausweisung lässt sich die Größenordnung dieser Spielräume besser abschätzen und bewerten.

Darüber hinaus kann es sinnvoll sein, den Beitrag einzelner Treibhausgase getrennt auszuweisen. Weiterhin können zusätzliche Aussagen getroffen werden, wenn unabhängig von Lebenswegphasen THG-Emissionen durch Verpackungen, bestimmte Materialien, Energieträger oder Transporte dargestellt werden. Bei allen zahlenmäßigen Aussagen ist der Bezug zur funktionellen Einheit wesentlich, um Fehlinterpretationen zu vermeiden.

Im Folgenden werden exemplarisch verschiedene Möglichkeiten der Ergebnisdarstellung gezeigt. Die ersten beiden Abbildungen zeigen den Gesamtwert des PCF und die Anteile der einzelnen Lebenswegphasen. Auf Beiträge der Einzelprozesse wird nicht eingegangen.

Abbildung 14: Tortendiagramm zur Darstellung des PCF von 1 l Bio-Darjeeling-Tee

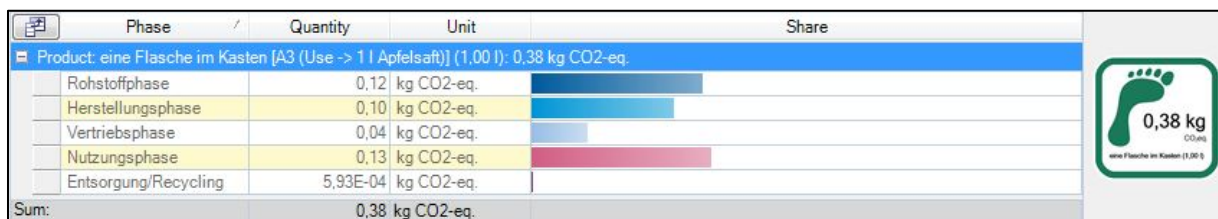


Abbildung 15: Gruppieretes Balkendiagramm zur Darstellung des PCF einer 1 l-Flasche Apfelsaft (erstellt mit Umberto NXT CO₂)

Die folgenden drei Abbildungen zeigen die Gegenüberstellung verschiedener Szenarien. Abbildung 16 stellt darüber hinaus die Beiträge einzelner Prozesse zum PCF dar und erlaubt einen Vergleich des persönlichen Konsumverhaltens mit dem des Kundendurchschnitts des betrachteten Produktes.

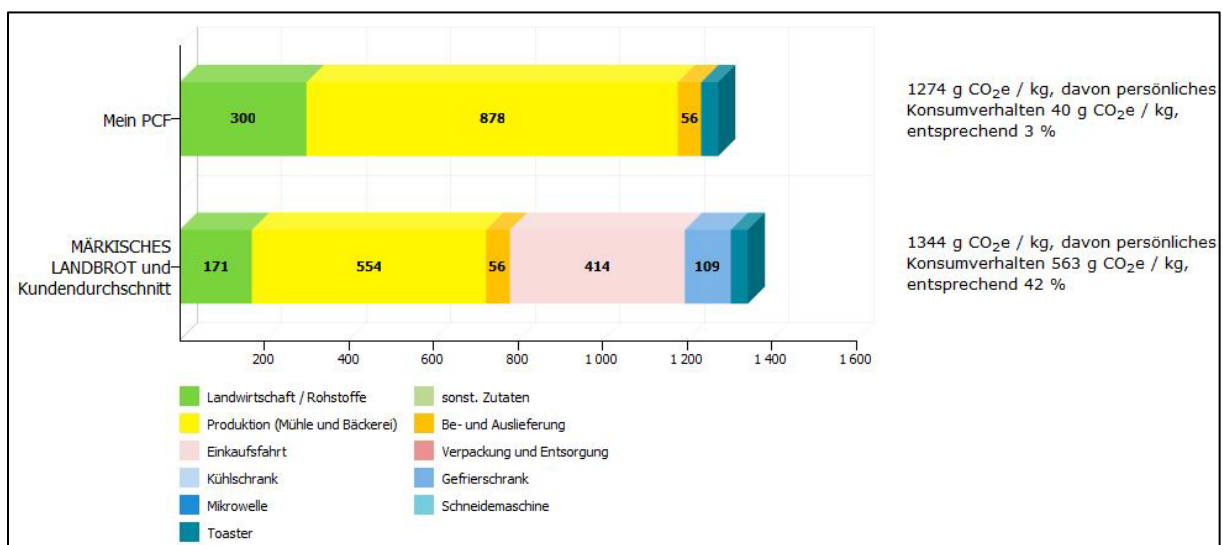


Abbildung 16: Gestapeltes Balkendiagramm mit Durchschnittsszenario und individuellem Kundenszenario für den PCF von einem kg Frankenlaib (<http://landbrot.de/pcfml/>)

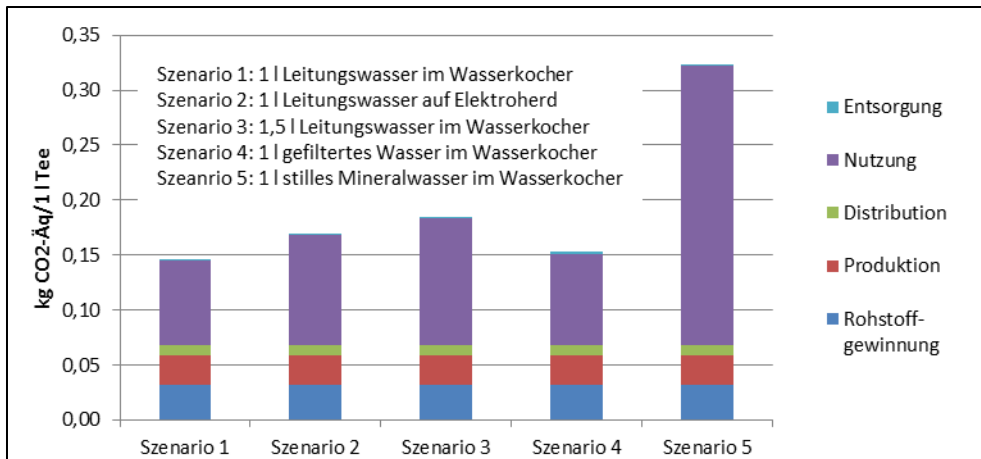


Abbildung 17: Gestapeltes Säulendiagramm mit 5 Szenarien für den PCF von 1 l Bio-Darjeeling-Tee

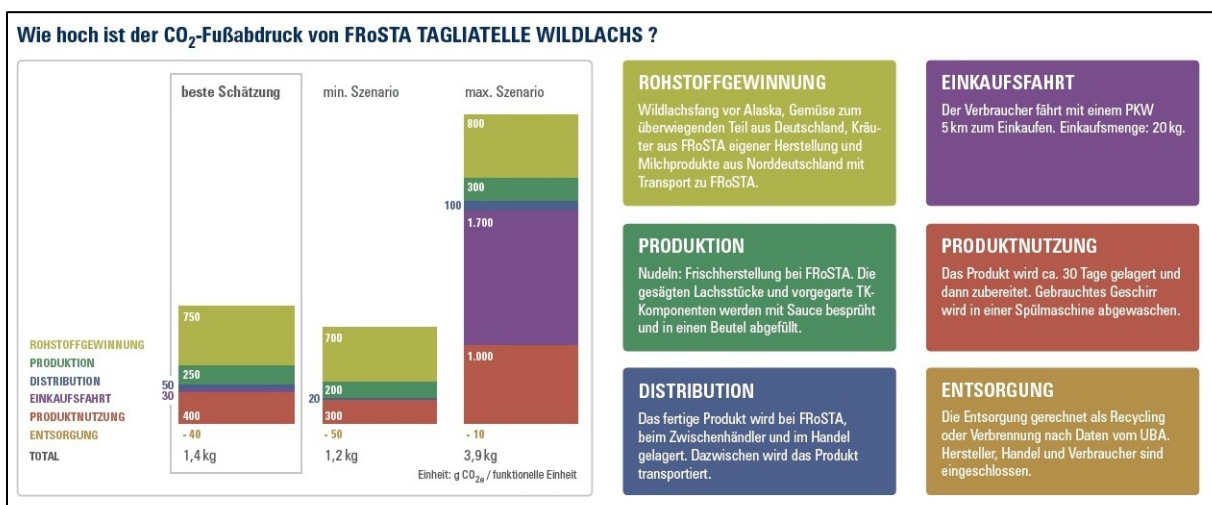


Abbildung 18: Gestapeltes Säulendiagramm mit drei Szenarien für den PCF einer 500g-Packung FroSTA Tagliatelle Wildlachs (PCF-Pilotprojekt Deutschland, 2009)

Abbildung 19 zeigt neben den Anteilen der einzelnen Lebenswegphasen auch wie sich die THG-Emissionen in den Lebenswegphasen auf die einzelnen Prozesse verteilen.

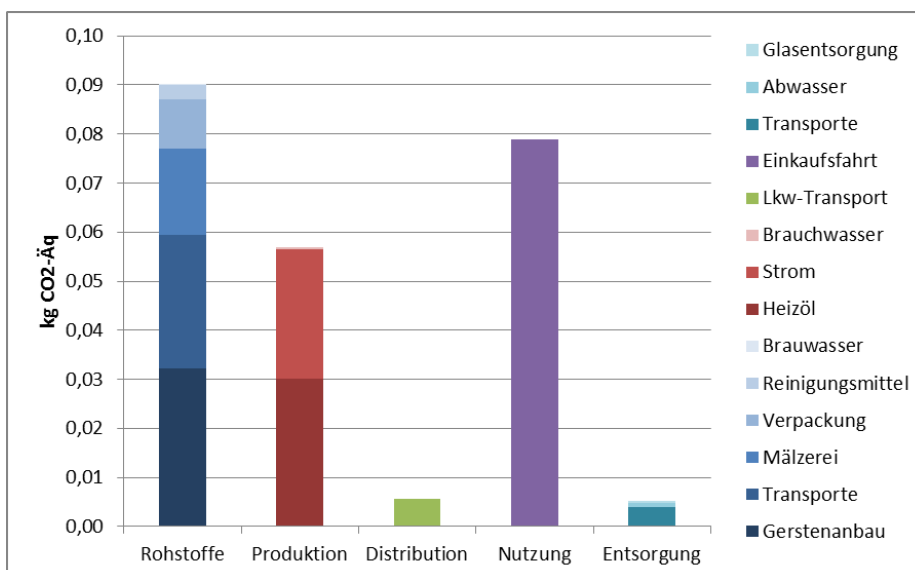


Abbildung 19: Gestapeltes Säulendiagramm mit Einzelbeiträgen innerhalb der Lebenswegphasen pro 0,5 l-Flasche KIRNER Pils

Zur graphischen Darstellung eignen sich neben Torten- und Balkendiagrammen auch so genannte Sankey-Diagramme. Diese spezielle Form der Flussdiagramme stellt die Flüsse als mengenproportionale Pfeile dar. In Bezug auf die Darstellung von PCFs lässt sich so die Ursache der THG-Emissionen visuell verfolgen.

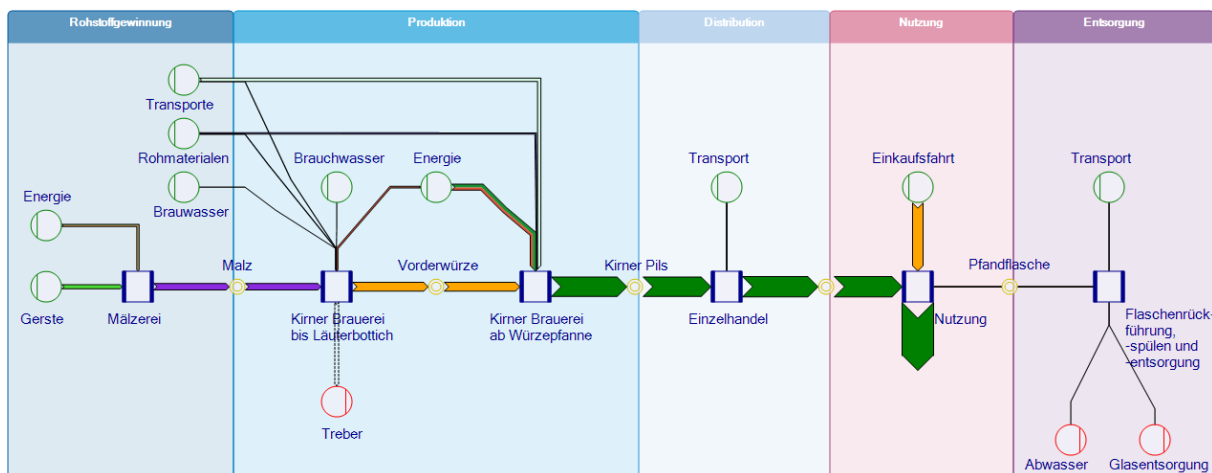


Abbildung 20: Sankey-Diagramm der THG-Emissionen entlang der Lebenswegphasen einer 0,5 l-Flasche KIRNER Pils (erstellt mit Umberto NXT CO₂)

8.2 Produktvergleiche

Zur Bewertung eines PCF ist ein Vergleich prinzipiell sinnvoll. Sowohl Hersteller als auch Konsumenten haben ein Interesse an Produktvergleichen, wenn es darum geht, die Klimawirksamkeit in die Kaufentscheidung einzubeziehen. Für einen fairen und zulässigen Vergleich müssen sowohl die funktionelle Einheit als auch die gewählten Methoden (z.B. für die Allokation) und Annahmen (z.B. für die Nutzungsphase) für alle Vergleichsprodukte gleich sein. Für unabhängig voneinander erstellte PCFs kann die letztgenannten Anforderungen kein existierender oder zukünftiger Standard sicherstellen. Aus diesem Grund ist auch das Labeling so problematisch, denn dabei ist der Vergleich verschiedener Produkte intendiert.

Auch der GHG Produktstandard schließt Produktvergleiche explizit aus – mit Ausnahme des Vergleichs ein und desselben Produktes zu verschiedenen Zeitpunkten.

Wenn doch Produktvergleiche angestellt werden sollen, müssen die methodischen Spielräume mindestens durch Produktregeln/PCRs geschlossen werden. Vergleichende Aussagen zum PCF können aber auch dann immer nur für die spezifisch betrachteten Produkte getroffen werden und dürfen nicht für die ganze Produktkategorie verallgemeinert werden (Bsp.: „PCF von Bio-Weinen größer als von konventionellen Weinen“).

Zusammenfassung

Für einen fairen und zulässigen Vergleich müssen sowohl die funktionelle Einheit als auch die gewählten Methoden (z.B. für die Allokation) und Annahmen (z.B. für die Nutzungsphase) für alle Vergleichsprodukte gleich sein. Für unabhängig voneinander erstellte PCFs ist dies kaum möglich.

8.3 Reduktionsziele

Das übergeordnete Ziel eines PCF ist es, Unternehmen und anderen Beteiligten am Produktlebensweg Ansatzpunkte aufzuzeigen, um Emissionen zu mindern. Dazu ist es sinnvoll, Reduktionsziele zu setzen und die Emissionsentwicklung über die Zeit zu verfolgen.

Der PCF ermöglicht es, die größten Beiträge an THG-Emissionen im Produktlebensweg zu erkennen. Diese Information ist die Grundlage, um Reduktionspotenziale zu identifizieren, auf deren Basis anschließend Reduktionsziele formuliert werden können. Diese liefern wiederum die Grundlage für die Planung konkreter Reduktionsmaßnahmen. Allerdings ist der Einfluss des Unternehmens auf die Lebenswegphasen unterschiedlich hoch.

Am größten ist er natürlich auf Prozesse, die in der Hand des bilanzierenden Unternehmens sind, so dass hier auch vergleichsweise leicht Reduktionsmaßnahmen umgesetzt werden können. Hingegen kann das größte Reduktionspotenzial bei den Zulieferern oder den Konsumenten zu finden sein. Zumindest bei den Zulieferern kann versucht werden, dass diese ebenfalls Reduktionsziele formulieren. Den Konsumenten können zwar Informationen zu Reduktionspotenzialen gegeben werden, eine tatsächliche Reduktion über die Zeit ist jedoch schwer nachweisbar.

Laut GHG Produktstandard sind die Definition von Reduktionszielen und die Verfolgung der Bilanzergebnisse über die Zeit freiwillige Leistungen. Für Unternehmen, die sich dafür entscheiden, legt der Standard bestimmte Anforderungen fest.

Zusammenfassung

Reduktionsziele in Verbindung mit konkreten Reduktionsmaßnahmen sind am effektivsten für Prozesse, die in der Hand des bilanzierenden Unternehmens sind.

Anforderungen an die Berichterstattung

Unternehmen, die ein Reduktionsziel berichten und/oder die Leistung über die Zeit verfolgen, müssen Folgendes berichten:

- Die Basisbilanz und die aktuellen Bilanzergebnisse im aktualisierten Bilanzbericht
- Das Reduktionsziel, falls festgelegt
- Durchgeführte Änderungen in der Bilanz, wenn die Basisbilanz neu berechnet wurde
- Der verwendete Grenzwert, ab dem eine Neuberechnung erforderlich wird
- Den entsprechenden Kontext, der die signifikanten Änderungen, die zur Neuberechnung der Basisbilanz veranlassen, identifiziert und beschreibt
- Die Änderung der Bilanzergebnisse als prozentuale Änderung zwischen den beiden Bilanzen über die Zeit auf der Basis der funktionellen Einheit
- Beschreibung der unternommenen Schritte zur Emissionsreduktion basierend auf den Bilanzergebnissen

8.4 Kompensation

Unternehmen können THG-Emissionen, die während des Lebensweges ihres Produktes auftreten und durch den PCF ausgewiesen werden, an anderer Stelle kompensieren und dies entsprechend kommunizieren. Dieses Vorgehen wird auch Offsetting genannt und oft mit dem Begriff „CO₂-neutral“ oder „klimaneutral“ vermarktet. Ein Beispiel dafür ist der Erwerb von Emissionszertifikaten nach dem Clean Development Mechanism des Kyoto-Protokolls oder der direkte Erwerb von Regenwald mit dem Ziel, diesen vor Abholzung zu schützen. Die PCF-Erhebung kann als Grundlage für die zu kompensierende Menge an Treibhausgasen dienen.

In Ergänzung zur PAS 2050 veröffentlichte die British Standards Institution 2010 die PAS 2060 (Publicly Available Specification, „Specification for the demonstration of carbon neutrality“) (BSI, 2010). Diese Spezifikation legt Anforderungen für das Erreichen und den Nachweis von Klimaneutralität fest. Sie ist sowohl für Produkte, Unternehmen, Dienstleistungen und Veranstaltungen als auch für Einzelpersonen anwendbar, für die durch die Quantifizierung, Reduzierung und Kompensation der Treibhausgas-Emissionen Klimaneutralität erreicht und nachgewiesen werden soll. Ziel der PAS 2060:2010 ist es durch die Etablierung einer anerkannten Methode und einer einheitlichen Definition von Klimaneutralität, größere Transparenz bei Aussagen zur Klimaneutralität zu schaffen.

Zusammenfassung

Die PCF-Erhebung kann als Grundlage für die Kompensation dienen.

9 Kommunikation

Die Kommunikation von klimabezogenen Produktinformationen ist auf vielfältige Weise möglich: unternehmensintern oder –extern, gegenüber Kunden oder Lieferanten, als Produktlabel oder als ausführlicher Bericht. Man kann im Hinblick auf die Kommunikation einerseits nach der Form der Kommunikation und andererseits nach der Zielgruppe differenzieren. Wobei nicht jede Form der Kommunikation für jede Zielgruppe angemessen ist. In der Fachwelt wird am meisten darüber diskutiert, welche Kommunikationsform gegenüber dem Endverbraucher gewählt werden soll.

Bei der Kommunikation sind die Grenzen der Methode PCF hinsichtlich genereller Umweltaussagen (vgl. Abschnitt 2.5.3) zu berücksichtigen. So dürfen aufgrund einer PCF-Erhebung z.B. keine Aussagen gemacht werden wie „Das Produkt ist umweltfreundlich“ (vgl. Abschnitt 9.4).

9.1 Zielgruppe

Berichterstattung und Ergebnisdarstellung sind wichtig für die Kommunikation – sowohl für die interne als auch für die externe. Die Zielgruppe sollten bei der Kommunikation der Ergebnisse immer im Auge behalten werden. Für die interne Kommunikation kann zwischen folgenden Zielgruppen unterschieden werden:

- Projektbeteiligte (z.B. Angestellte, Zulieferer)
- Geschäftsführung
- Interne Öffentlichkeit

Bei der externen Kommunikation kann es sich um Kommunikation zwischen Unternehmen und Konsumenten (B2C) oder zwischen Unternehmen (B2B) handeln. Zur B2B-Zielgruppe gehören:

- Umweltfreundliche Beschaffung: Einkäufer, der nach einer Differenzierung der Produkte sucht
- Nachgelagerte Kunden: Entscheider im Einzelhandel, der Einkaufsentscheidungen aufgrund der THG-Bilanz macht

Neben B2B und B2C lassen sich noch weitere Zielgruppen für die externe Kommunikation unterscheiden (nach GHG Produktstandard):

- Allgemeine Öffentlichkeit: Laien, die kein Vorwissen und keine Erfahrung mit Ökobilanzen/THG-Bilanzen haben
- Nachhaltigkeits-/Umweltinteressierte: allgemein interessierte Partei, die mehr erfahren will über ein spezifisches Produkt, einen Produktsektor, einen Industriezweig oder andere Aspekte von Lebenswegemissionen
- Anwender von Ökobilanzen/THG-Bilanzen: Anwender, die die Bilanzergebnisse als Datenquelle für andere Studien nutzen wollen
- Prüfer, die die Bilanz prüfen
- umwelt-/treibhausgaslabelnde Organisationen, die eine Plattform bieten, um Bilanzergebnisse zu berichten, registrieren und verteilen
- Entscheidungsträger und Regierungsbeteiligte: Nutzung der Bilanzergebnisse, um zukünftige Programme und Politiken zu planen

9.2 Berichterstattung

Bei der Berichterstattung spielt die Transparenz eine wesentliche Rolle. Um die Ergebnisse einer PCF-Erhebung nachvollziehbar und glaubwürdig zu machen, müssen Vorgehensweise, Daten und Annahmen dokumentiert und die Dokumentation zugänglich gemacht werden. Aus diesem Grund wurden im GHG Produktstandard Anforderungen für einen Bericht zur Veröffentlichung definiert, diese sind in Anhang 8 aufgeführt. Im GHG Pro-

duktstandard wird vorgeschlagen, den Bericht in Tabellenform abzufassen²⁰. Für die interne Kommunikation mag das ausreichend sein, soll ein Bericht aber für die breite Öffentlichkeit erstellt werden, empfiehlt es sich, diesen im Fließtext zu erstellen und inhaltlich über die Anforderungen des GHG Produktstandard hinauszugehen, um eine bessere Verständlichkeit zu erreichen. Um eine gute Zugänglichkeit zu gewährleisten, kann der Bericht im Internet zur Verfügung gestellt werden.

9.3 Klimabezogene Produktkennzeichnung

Das klimabezogene Labeling wird vor allem dazu eingesetzt, auf Klimaschutz-Aktivitäten des Produzenten aufmerksam zu machen. Zielgruppe können private Endverbraucher, gewerbliche Kunden oder öffentliche Institutionen sein. Auf internationaler Ebene gibt es bereits zahlreiche Initiativen zur klimabezogenen Produktkennzeichnung, die kontrovers diskutiert werden. In Deutschland wird diesbezüglich noch zurückhaltend agiert.

Man kann verschiedene Arten von Labeln mit Klimabezug unterscheiden (nach BMU/BDI, 2012; Walter und Schmidt, 2008):

- Carbon Label ohne Kennzahl
- Carbon Label mit Kennzahl
- Carbon Reduction Label
- Carbon Rating Label/Siegel
- Klimaneutral-Label
- Umweltkennzeichen mit Klimafokus

9.3.1 Carbon Label ohne Kennzahl

Beschreibung:

Ein Carbon Label ohne Kennzahl weist darauf hin, dass ein Carbon Footprint ermittelt wurde, stellt jedoch das zahlenmäßige Ergebnis dieser Ermittlung nicht dar. Eventuell wird eine Internetadresse genannt, auf der weitere Informationen zur Verfügung gestellt werden.

Bewertung:

Das Label verdeutlicht, dass ein Unternehmen sich mit der Problematik des Klimawandels auseinandersetzt, sagt aber nichts über den Umfang und Erfolg der Anstrengungen aus. Beim derzeitigen Stand der Labeling-Aktivitäten verspricht diese Art von Label noch eine gewisse Alleinstellung, deren Wert jedoch mit zunehmender Wahrnehmung des Themas in der Öffentlichkeit verloren gehen wird. Für den Konsumenten enthält das Label wenig Handlungsrelevanz. Er enthält keine Information, ob es sich um ein klimafreundliches Produkt handelt oder welche Handlungsoptionen die Nutzungsphase birgt.

Beispiel:

Das britische Unternehmen Carbon Trust verleiht das Label „working with the Carbon Trust“. Dabei erfolgt eine Zertifizierung des berechneten PCF gegenüber der PAS 2050 oder dem GHG Produktstandard ohne dass die Kennzahl für den PCF auf dem Label erscheint. (www.carbontrust.co.uk)



9.3.2 Carbon Label mit Kennzahl

Beschreibung:

Bei einem Carbon Label mit Kennzahl wird der ermittelte Product Carbon Footprint im Label ausgewiesen. Nach GHG Produktstandard ist die Ausweisung einer einzelnen Zahl allerdings nicht vorgesehen. Durch die Anforderung

²⁰ Download einer Vorlage unter <http://www.ghgprotocol.org/standards/product-standard>

rungen an die Berichterstattung müssen neben der Kennzahl für den PCF weitere Informationen hinzugefügt werden (vgl. Abschnitt 9.2).

Bewertung:

Die Ausweisung schafft einen Vorteil für die First Mover im Bereich der Kommunikation produktbezogener klimarelevanter Informationen. Dem Kunden wird suggeriert, dass das Unternehmen im Vergleich zum Konkurrenten besser abschneidet in Bezug auf produktbezogene Emissionen. Diese implizite Botschaft ist jedoch bei der Angabe von absoluten Emissionszahlen für den Kunden kaum überprüfbar, auch dann nicht, wenn die Konkurrenz folgt und ebenso ihre Produkte kennzeichnet. Der Aussagegehalt beschränkt sich auf den aktuellen Status quo und impliziert keine dauerhafte Erfassung und Reduktion. (Walter und Schmidt, 2008)

Werden der absoluten Kennzahl weitere Informationen z.B. zu den Systemgrenzen oder der Nutzungsphase hinzugefügt, erhöht sich die Aussagekraft und die Handlungsrelevanz für den Konsumenten.

Beispiel:

Ebenso wie das im vorangegangenen Abschnitt vorgestellte Label „working with the Carbon Trust“ kann dieses auch mit Kennzahl verwendet werden. Darüber hinaus können zusätzliche Informationen, vor allem zu Reduktionsmöglichkeiten während der Nutzungsphase, gegeben werden. (www.carbontrust.co.uk)

	The carbon footprint of the lifecycle of this T-shirt is 2.4kg. This is the total carbon dioxide (CO2) and other greenhouse gases emitted from the raw materials, production, distribution, use (which is washing, tumble drying and ironing 25 times) and disposal.	You can reduce this carbon footprint by washing at 30°C or lower, avoiding tumble drying, ironing only when necessary, and recycling at the end of its life. For example, avoiding tumble drying and ironing will save approx. 0.9kg of CO2 or one third of this garment's carbon footprint in its lifecycle.
	By using green renewable electricity we have reduced the footprint by 4.0kg per garment.	

20240010506

9.3.3 Carbon Reduction Label

Beschreibung:

Mit einem Carbon Reduction Label wird in erster Linie eine Verpflichtung zur Reduktion von Lebenswegemissionen innerhalb eines bestimmten Zeitraums kommuniziert. Darüber hinaus kann der PCF als Kennzahl ausgewiesen werden.

Bewertung:

Diese dynamische Perspektive setzt ein Carbon (Supply Chain) Management voraus und ermöglicht im Falle der Angabe von quantitativen Emissionsreduktionszielen eine Bewertung: Der Kunde kann die Reduktionsziele in Bezug zu klimapolitischen Zielen auf nationaler oder internationaler Ebene setzen. (Walter und Schmidt, 2008)

Beispiel:

Ebenfalls vom Carbon Trust wird das Carbon Reduction Label „mit Carbon Trust reduzieren“ vergeben. Nach Berechnung des PCF verpflichtet sich das Unternehmen, den PCF dieses Produktes zu verringern. Bei einer Re-Zertifizierung nach zwei Jahren wird geprüft, ob die Reduktionsverpflichtung eingehalten wurde. (www.carbontrust.co.uk)



9.3.4 Carbon Rating Label/Siegel

Beschreibung:

Ein Carbon Rating Label oder ein Carbon Siegel weisen das Bewertungsergebnis eines Ratings basierend auf PCFs bzw. Ökobilanzen aus. Die Carbon Footprints werden bereits im Vorfeld, z.B. mit einem Best-Practice-Standard, mit einer repräsentativ zusammengesetzten Vergleichsgruppe oder mit Durchschnittswerten verglichen. Nur Produkte, die den Ratingkriterien entsprechen, erhalten ein Label.

Bewertung:

Die Ausweisung eines Ratingergebnisses ermöglicht es dem Konsumenten, in kürzester Zeit eine informierte Kaufentscheidung zu treffen, ohne weitere Konkurrenzprodukte mit einzubeziehen. Dies wird im Vergleich mit einem Carbon Label als vorteilhaft bewertet, denn im Falle einer breiten Einführung von Carbon Labels er-

scheint es unrealistisch, dass Konsumenten mehrere PCFs am Point of Sale miteinander vergleichen. Darüber hinaus gibt es für Unternehmen einen Anreiz zur kontinuierlichen Verbesserung der Klimaleistung. (Walter und Schmidt, 2008)

Beispiel:

Das Label „approved by climatop“ zeichnet klimafreundliche Produkte aus. Dabei werden von mehreren Vergleichsprodukten Ökobilanzen erstellt. Es werden diejenigen mit dem Label ausgezeichnet, bei deren Produktlebensweg deutlich weniger Treibhausgase emittiert werden und die auch bei anderen Umweltwirkungen nicht wesentlich schlechter abschneiden als Vergleichsprodukte. Die Ökobilanzen werden von Dienstleistern erstellt und anschließend von unabhängigen Fachstellen geprüft. Das Label wird dann vom Schweizer Verein climatop vergeben und ist auf zwei Jahre begrenzt. Dann muss eine Neubewertung erfolgen (www.climatop.ch).



9.3.5 Carbon Neutral/Klimaneutral-Label

Beschreibung:

Nach Berechnung des PCF und Durchführung von Emissionsreduktionsmaßnahmen werden die Restemissionen neutralisiert, z.B. durch den Kauf von Emissionsreduktionszertifikaten oder die Finanzierung von Kompensationsprojekten. Ein Carbon Neutral Label verzichtet auf die Angabe der absoluten Lebenswegemissionen.

Bewertung:

Im Vordergrund des Labels steht die Botschaft, dass mit dem Kauf des Produktes kein Beitrag für eine weitere Erhöhung der weltweiten Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre geleistet wurde. Trotzdem verbirgt sich hinter dem Carbon Neutral Label die Notwendigkeit einer Emissionsberechnung des betreffenden Produktes sowie ggf. die Auswahl geeigneter Kompensationsprojekte oder der Kauf von Emissionszertifikaten. Das heißt, dass an Carbon Neutral Label hohe Qualitätsanforderungen zu stellen sind, die sich aber der unmittelbaren Überprüfbarkeit durch den Konsumenten entziehen. Deshalb hängt bei einem Carbon Neutral Label alles von der Glaubwürdigkeit der beteiligten Institutionen und den bereitgestellten Hintergrundinformationen ab. (Walter und Schmidt, 2008)

Beispiel:

Das Label „Stop Climate Change“ kennzeichnet klimafreundliche Produkte. Für die Vergabe gelten im Wesentlichen die folgenden Kriterien:

- Erfassung der THG-Emissionen entlang der Wertschöpfungskette des Produktes nach dem Stop-Climate-Change-Emissionsmanagement-System und Prüfung der Berechnung von einer akkreditierten, unabhängigen Zertifizierungsstelle,
- Einleitung von verbindlichen Maßnahmen zur Minderung der THG-Emissionen,
- Neutralisierung der unvermeidlichen THG-Emissionen durch Kauf von Emissionsrechten.

Vergeben wird das Label „Stop Climate Change“ von der AGRA-TEG Agrar- und Umwelttechnik GmbH. Sie entwickelte das Stop-Climate-Change-Emissionsmanagement-System und führt es bei den teilnehmenden Unternehmen durch (www.stop-climate-change.de).



9.3.6 Umweltkennzeichen nach Kriterienraster

Beschreibung:

Die Kennzeichnung von Umwelteigenschaften ist wesentlich älter und etablierter als die klimabezogene Kennzeichnung. Dementsprechend sind auch die Anforderungen bereits in ISO-Normen definiert (ISO 14020 ff.). In Deutschland und Europa etabliert ist vor allem die Umweltkennzeichnung nach Kriterienraster. In der ISO-Systematik handelt es sich hierbei um eine Typ I-Kennzeichnung. Dabei können diejenigen Produkte gekennzeichnet werden, die vorgegebene Anforderungen zur Umwelleistung innerhalb ihrer Produktkategorie erfüllen. Es werden keine Lebensweganalysen gefordert.

Bewertung:

Durch den Kriterienkatalog wird sichergestellt, dass nicht nur auf einzelne Umweltaspekte fokussiert wird, sondern alle für eine Produktkategorie relevanten Umweltwirkungen adressiert werden.

Beispiel für ein Umweltkennzeichen mit Klimafokus:

Der Blaue Engel wird von der Jury Umweltzeichen für umweltfreundliche Produkte vergeben. Dabei wird zwischen verschiedenen umweltschonenden Eigenschaften und vier verschiedenen Schutzziele unterschieden. Eines der vier Schutzziele ist der Klimaschutz. Innerhalb der Schutzziele gibt es Vergabekriterien für bestimmte Produktgruppen, die vom Umweltbundesamt erarbeitet werden. Bislang gibt es für das Schutzziel Klima hauptsächlich Vergabekriterien für energieverbrauchende Produkte, so dass der Blaue Klimaschutz-Engel zum Beispiel nicht für Textilien oder Nahrungsmittel zur Verfügung steht.



9.4 Konsumentenerwartungen an klimabezogene Produktinformationen

Empirische Ergebnisse²¹ zeigen, dass die Verbraucher die Relevanz des Themas CO₂-Emissionen und Klimawandel erkennen, dass dieses Verständnis aber zum einen sehr allgemein ist und dass zum anderen nur wenige Bezüge mit dem eigenen Konsumverhalten hergestellt werden. Wenn es allerdings zu einer Kennzeichnung von Alltagsprodukten und zur Angabe eines PCF-Wertes kommt, so ist bezüglich der Erwartungen der Konsumenten folgendes als wesentlich festzuhalten:

- Konsumenten möchten besser über Produkte informiert sein, als dies in der gegebenen Situation und angesichts der von Unternehmen vorgehaltenen Angaben möglich ist
- Konsumenten benötigen eine Vergleichsgrundlage, um einem PCF bei der Produktwahl Relevanz zuzumessen. Nur wenn der Verbraucher bewerten kann, ob ein PCF von X g CO₂-Äq gut oder schlecht ist, kann der Zahlenwert überhaupt als Entscheidungskriterium bei der Kaufentscheidung dienen.
- Die Verbraucher sind grundsätzlich skeptisch. Sie erkennen in klimabezogenen Produktinformationen eine Marketingmaßnahme und weniger die umweltschützende Absicht der Herstellerunternehmen. Dieser Befund gilt insbesondere wenn für ein Produkt als einzigem seiner Art der PCF-Wert ausgewiesen ist.
- Für die Kunden ist es wichtig, dass das wahrgenommene Unternehmensimage mit der Produktinformation zusammenpasst. Vertrauen in den Hersteller kommt bei einer glaubhaften Kommunikation von Produkteigenschaften, die nicht überprüft werden können, große Bedeutung zu.
- Informationen müssen vor allem im Gebrauchsumfeld verfügbar sein: Verbraucher wünschen sich übersichtliche, leicht zugängliche und instruktive Informationen zu den Produkten, die sie sich bei Interesse, in Ruhe zuhause anschauen können.

²¹ Vgl. Abschlussbericht des BMBF-geförderten Projekts „PCF-KMU: Unternehmensvorteile durch Umweltmanagement entlang der Wertschöpfungskette und durch Verbraucherinformation - Chancen und Rahmenbedingungen für die Bestimmung und die Kommunikation des CO₂-Fußabdrucks von Produkten, insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen“ im Förderprogramm "FHprofUnt" (FKZ: 17022A10/17022B10/17022C10); www.pcf-kmu.de

Zusammenfassung

Klimabezogene Produktinformationen sollen aus Kundensicht vergleichbar, übersichtlich, leicht zugänglich, instruktiv, im Gebrauchsumfeld verfügbar und zum Unternehmensimage passend sein.

9.5 Empfehlungen für die Konsumentenkommunikation

Aus ökologischer Sicht ist es den Unternehmen sicherlich zu empfehlen, den PCF von Produkten zu erheben, um ein tieferes Verständnis der eigenen Prozesse zu erlangen und diese gegebenenfalls zu optimieren. Bei der Angabe der Werte in Produktinformationen oder bei deren Nutzung zu Marketingzwecken scheint jedoch eher Vorsicht angebracht. Die Wirkung dieser Informationen in der Kundeninformation ist in starkem Maße davon abhängig, ob sie zum Image des Herstellers passen. Konsumenten erwarten offenbar nicht, von Unternehmen etwas dezidiert Neues zu erfahren. Sie haben eher fest gefügte Vorstellungen davon, wofür ein Unternehmen und seine Produkte stehen. Diese Haltung ergibt sich aus den gewohnheitsmäßigen Handlungsrouninen: Beim Erwerb von Alltagsprodukten spielen Produktinformationen, eine aktive Informationssuche und eine bewusste Kaufentscheidung zumeist keine Rolle. Mit solchen Handlungsrouninen unterstellen Verbraucher letztlich, dass die Ausgangslage des Produktvergleichs weitgehend unverändert bleibt und keine deutlichen Verschiebungen hinsichtlich relevanter Produkteigenschaften zu erwarten sind.

Besteht seitens der Konsumenten dagegen die Erwartung, dass ein Unternehmen umweltfreundlich agiert, so werden Informationen, wie die zum PCF durchaus wohlwollend aufgenommen und stärken das in den Hersteller. Um Fehlinterpretationen zu vermeiden, muss in der Kommunikation eines PCF eindeutig erkenntlich werden, dass es sich um die Bewertung einer einzelnen Umweltkategorie handelt und somit keine Rückschlüsse auf die absolute Umweltleistung eines Produktes gezogen werden können (vgl. Abschnitt 9.6).

Unternehmen, die mit dem PCF-Wert ihres Produktes oder mit der Tatsache, dass er ermittelt wurde, werben möchten, sollten für sich prüfen, welches Image sie beim Kunden haben. Stellt die mit dem PCF vermittelte Umweltverantwortung einen neuen Aspekt dar, so sollte eine Kommunikationsstrategie gemeinsam mit anderen Unternehmen, die ähnliche Interessen haben, erarbeitet werden. Besteht ein Firmenimage, das mit Umweltfreundlichkeit verknüpft ist, so kann die Wirkung einer Werbung mit dem PCF durchaus positiv sein.

Zusammenfassung

Besteht seitens der Konsumenten die Erwartung, dass ein Unternehmen umweltfreundlich agiert, so werden Informationen, wie die zum PCF durchaus wohlwollend aufgenommen und entfalten eine das Vertrauen stärkende Wirkung.

9.6 Rechtliche Aspekte beim Einsatz des PCF in der Werbung

Abhängig davon welches Ziel ein Unternehmen mit der Erstellung eines Carbon Footprint verfolgt, wird es die Ergebnisse des PCF auch gegenüber den Kunden kommunizieren wollen. Bei der umweltbezogenen Werbung sind, wie bei jeder anderen Werbung auch, die Grenzen des Gesetzes gegen den unlauteren Wettbewerb (UWG) zu beachten. Hinsichtlich der Werbung ist insbesondere § 5 I UWG relevant, wonach unlauter handelt, wer irreführend wirbt. Umweltbezogene Werbung fällt unter § 5 II Nr. 1 UWG, da sie sich auf die Merkmale und Eigenschaften des Produktes bezieht.

Die Angabe einer konkreten Zahl für den PCF ist rechtlich unproblematisch, wenn sie aufgrund einer nachvollziehbaren und offengelegten Methode ermittelt wurde. Das Problem besteht jedoch darin, dass aufgrund der komplexen Erhebungsmethode und der Vielzahl von einzelfallbezogenen Weichenstellungen, die bei den verschiedenen Schritten der Ermittlung getroffen werden müssen, das Ergebnis immer nur innerhalb einer gewis-

sen Bandbreite als mehr oder weniger „richtig“ angesehen werden kann (vgl. Abschnitt 6). Wenn Zulieferprodukte sich ändern, die eine Auswirkung auf den PCF haben, dann ist es ebenfalls möglich, dass die auf dem Label angegebene Zahl nicht mehr stimmt und somit eine „unwahre“ Aussage getroffen wird. Es besteht somit für den Produzenten das Risiko, dass eine ständige Anpassung und Aktualisierung der Werbeaussagen notwendig wird.

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt können Verbraucher mit einer Quantifizierung des Fußabdruckes noch wenig anfangen. Wenn aber zukünftig in größerem Umfang Produkte ausgezeichnet würden und Verbraucher dann tatsächlich eine Auswahl verschiedener Produkte aus einer Kategorie hätten, bei denen sich der Wert unterscheidet, dann könnten unzutreffende Zahlenangaben aus wettbewerbsrechtlichen Gründen ein Problem werden. Um methodischen Ungenauigkeiten zu begegnen, aber auch um einen gewissen „Puffer“ für spätere Änderungen im Produktionsprozesse einzubauen, könnte es sich empfehlen, statt einer exakten Zahl eine Bandbreite anzugeben („Dieses Produkt verursacht zwischen x und y g CO₂-Äquivalente“).

Im Unterschied zu allgemeinen Aussagen der Umweltfreundlichkeit beschränkt sich die Aussage bei einem CO₂-Label von vornherein auf THG-Emissionen. Dies muss in der Werbeaussage zum Ausdruck kommen. Es ist also darauf zu achten, dass nicht mit einer generellen Umweltfreundlichkeit geworben wird, wenn tatsächlich nur die THG-Emissionen betrachtet wurden. Wurde der PCF im Rahmen einer weitergehenden Ökobilanz ermittelt, ist darauf zu achten, dass aus einem niedrigen PCF nicht eine generelle Aussage zur „Umweltfreundlichkeit“ abgeleitet wird, insbesondere dann, wenn andere im Rahmen der Bilanz untersuchte Umweltaspekte nachteilig sind²².

Ein besonderes Problem besteht dann, wenn der Treibhausgasausstoß nicht das Hauptumweltproblem darstellt (zum Beispiel bei Textilien, die in der Herstellung erhebliche Wasserverbräuche oder Abwasserbelastungen aufweisen). Es darf dann nicht der Eindruck erweckt werden, es handele sich um ein insgesamt umweltfreundliches Produkt, denn dies wäre als Irreführung zu werten (vgl. Abschnitt 2.5.3).

Generell sollte die Methode (etwa nach PAS 2050:2011 oder GHG Produktstandard) in der Werbung angegeben werden, da sich Unterschiede möglicherweise auch auf das Ergebnis auswirken können. Wichtige Weichenstellungen, wie die Festlegung der Systemgrenzen, Allokation etc. müssen immer einzelfallbezogen festgelegt werden. Hierin besteht ein Grundproblem bei allen Ökobilanzen. Soweit dies fachwissenschaftlich vertretbar ist, wird regelmäßig auch keine Unlauterkeit anzunehmen sein. Die Methodik sollte jedoch transparent sein; im Zweifelsfall sollte eher mehr als weniger an Informationen vermittelt werden.

Zusammenfassung

Rechtliche Vorgaben des UWG sind zu beachten, insbesondere:

- In der Kommunikation mit dem Verbraucher (Werbung) ehrlich und transparent sein (Wahrheitsgebot beachten!)
 - Die Methode angeben und die jeweiligen methodischen Schritte begründen können
-

²² Vgl. Fall „Danone“: Deutsche Umwelthilfe (25.07.2011): Danone führt Verbraucher mit Werbung für Joghurtbecher aus Biokunststoff in die Irre. [http://www.duh.de/pressemitteilung.html?tx_ttnews\[tt_news\]=2659](http://www.duh.de/pressemitteilung.html?tx_ttnews[tt_news]=2659)

Anhang 1 Liste der Treibhausgase

Handelsname deutsch	Handelsname englisch	Summenformel	GWP für 100 Jahre	
			gemäß IPCC (IPCC, 2007, Table 2.14)	gemäß UNFCCC/ Kyoto-Protokoll (IPCC, 1996, S. 22)
Kohlendioxid	Carbon dioxide	CO ₂	1	1
Methan	Methane	CH ₄	25	21
Distickstoffoxid, Lachgas	Nitrous oxide	N ₂ O	298	310
Dimethylether	Dimethylether	CH ₃ OCH ₃	1	
Teilfluorierte Kohlenwasserstoffe (HFKW)				
HFKW-23	HFC-23	CHF ₃	14800	11700
HFKW-32	HFC-32	CH ₂ F ₂	675	650
HFKW-41	HFC-41	CH ₃ F	92	150
HFKW-43-10mee	HFC-43-10mee	CF ₃ CHFCHFCF ₂ CF ₃	1640	1300
HFKW-125	HFC-125	CHF ₂ CF ₃	3500	2800
HFKW-134	HFC-134	CHF ₂ CHF ₂	1100	1000
HFKW-134a	HFC-134a	CH ₂ FCF ₃	1430	1300
HFKW-143	HFC-143	CH ₂ FCHF ₂	353	300
HFKW-143a	HFC-143a	CH ₃ CF ₃	4470	3800
HFKW-152	HFC-152	CH ₂ FCH ₂ F	53	
HFKW-152a	HFC-152a	CH ₃ CHF ₂	124	140
HFKW-161	HFC-161	CH ₃ CH ₂ F	12	
HFKW-227ea	HFC-227ea	CF ₃ CHFCF ₃	3220	2900
HFKW-236cb	HFC-236cb	CH ₂ FCF ₂ CF ₃	1340	
HFKW-236ea	HFC-236ea	CHF ₂ CHFCF ₃	1370	
HFKW-236fa	HFC-236fa	CF ₃ CH ₂ CF ₃	9810	6300
HFKW-245ca	HFC-245ca	CH ₂ FCF ₂ CHF ₂	693	560
HFKW-245fa	HFC-245fa	CHF ₂ CH ₂ CF ₃	1030	
HFKW-365mfc	HFC-365mfc	CH ₃ CF ₂ CH ₂ CF ₃	794	
Perfluorierte Kohlenwasserstoffe (FKW)				
Perfluormethan	PFC-14	CF ₄	7390	6500
Perfluorethan	PFC-116	C ₂ F ₆	12200	9200
Perfluorpropan	PFC-218	C ₃ F ₈	8830	7000
Perfluorocyclopropan	Perfluorocyclopropane	c-C ₃ F ₆	>17340	
Perfluorbutan	PFC-3-1-10	C ₄ F ₁₀	8860	7000
Perfluorocyclobutan	PFC-318	c-C ₄ F ₈	10300	8700
Perfluorpentan	PFC-4-1-12	C ₅ F ₁₂	9160	7500
Perfluorhexan	PFC-5-1-14	C ₆ F ₁₄	9300	7400
Perfluordecalin	PFC-9-1-18	C ₁₀ F ₁₈	>7500	
Andere perfluorierte Verbindungen				
Schwefelhexafluorid	Sulphurhexafluoride	SF ₆	22800	23900
Stickstofftrifluorid	Nitrogen trifluoride	NF ₃	17200	
Trifluormethylschwefel-pentafluorid	Trifluoromethylsulphur pentafluoride	SF ₅ CF ₃	17700	
Perfluorpolymethylisopropylether	PFPPIE	CF ₃ OCF(CF ₃)CF ₂ OCF ₂ OCF ₃	10300	

Fluorierte Ether				
HFE-125	HFE-125	CHF ₂ OCF ₃	14900	
HFE-134	HFE-134	CHF ₂ OCHF ₂	6320	
HFE-143a	HFE-143a	CH ₃ OCF ₃	756	
HCFE-235da2	HCFE-235da2	CHF ₂ OCHClCF ₃	350	
HFE-245cb2	HFE-245cb2	CH ₃ OCF ₂ CF ₃	708	
HFE-245fa2	HFE-245fa2	CHF ₂ OCH ₂ CF ₃	659	
HFE-254cb2	HFE-254cb2	CH ₃ OCF ₂ CHF ₂	359	
HFE-347mcc3	HFE-347mcc3	CH ₃ OCF ₂ CF ₂ CF ₃	575	
HFE-347pcf2	HFE-347pcf2	CHF ₂ CF ₂ OCH ₂ CF ₃	580	
HFE-356pcc3	HFE-356pcc3	CH ₃ OCF ₂ CF ₂ CHF ₂	110	
HFE-449sl(HFE-7100)	HFE-449sl(HFE-7100)	C ₄ F ₉ OCH ₃	297	
HFE-569sf2(HFE-7200)	HFE-569sf2(HFE-7200)	C ₄ F ₉ OC ₂ H ₅	59	
HFE-43-10pccc124 (H-Galden 1040x)	HFE-43-10pccc124 (H-Galden 1040x)	CHF ₂ OCF ₂ OC ₂ F ₄ OCHF ₂	1870	
HFE-236ca12 (HG-10)	HFE-236ca12 (HG-10)	CHF ₂ OCF ₂ OCHF ₂	2800	
HFE-338pcc13 (HG-01)	HFE-338pcc13 (HG-01)	CHF ₂ OCF ₂ CF ₂ OCHF ₂	1500	
		(CF ₃) ₂ CFOCH ₃	343	
		CF ₃ CF ₂ CH ₂ OH	42	
		(CF ₃) ₂ CHOH	195	
HFE-227ea	HFE-227ea	CF ₃ CHFOCF ₃	1540	
HFE-236ea2	HFE-236ea2	CHF ₂ OCHF ₂ CF ₃	989	
HFE-236fa	HFE-236fa	CF ₃ CH ₂ OCF ₃	487	
HFE-245fa1	HFE-245fa1	CHF ₂ CH ₂ OCF ₃	286	
HFE-263fb2	HFE-263fb2	CF ₃ CH ₂ OCH ₃	11	
HFE-329mcc2	HFE-329mcc2	CHF ₂ CF ₂ OCF ₂ CF ₃	919	
HFE-338mcf2	HFE-338mcf2	CF ₃ CH ₂ OCF ₂ CF ₃	552	
HFE-347mcf2	HFE-347mcf2	CHF ₂ CH ₂ OCF ₂ CF ₃	374	
HFE-356mec3	HFE-356mec3	CH ₃ OCF ₂ CHFCF ₃	101	
HFE-356pcf2	HFE-356pcf2	CHF ₂ CH ₂ OCF ₂ CHF ₂	265	
HFE-356pcf3	HFE-356pcf3	CHF ₂ OCH ₂ CF ₂ CHF ₂	502	
HFE-365mcf3	HFE-365mcf3	CF ₃ CF ₂ CH ₂ OCH ₃	11	
HFE-374pc2	HFE-374pc2	CHF ₂ CF ₂ OCH ₂ CH ₃	557	
		-(CF ₂) ₄ CH(OH)-	73	
		(CF ₃) ₂ CHOCHF ₂	380	
		(CF ₃) ₂ CHOCH ₃	27	
Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW)				
CFC-11	CFC-11	CCl ₃ F	4750	
CFC-12	CFC-12	CCl ₂ F ₂	10900	
CFC-13	CFC-13	CClF ₃	14400	
CFC-113	CFC-113	CCl ₂ FCClF ₂	6130	
CFC-114	CFC-114	CClF ₂ CClF ₂	10000	
CFC-115	CFC-115	CClF ₂ CF ₃	7370	
HCFC-21	HCFC-21	CHCl ₂ F	151	
HCFC-22	HCFC-22	CHClF ₂	1810	
HCFC-123	HCFC-123	CHCl ₂ CF ₃	77	
HCFC-124	HCFC-124	CHClFCF ₃	609	
HCFC-141b	HCFC-141b	CH ₃ CCl ₂ F	725	
HCFC-142b	HCFC-142b	CH ₃ CClF ₂	2310	

HCFC-225ca	HCFC-225ca	$\text{CHCl}_2\text{CF}_2\text{CF}_3$	122	
HCFC-225cb	HCFC-225cb	$\text{CHClFCF}_2\text{CClF}_2$	595	
andere halogenierte Kohlenwasserstoffe				
Halon-1201	Halon-1201	CHBrF_2	404	
Halon-1211	Halon-1211	CBrClF_2	1890	
Halon-1301	Halon-1301	CBrF_3	7140	
Halon-2402	Halon-2402	$\text{CBrF}_2\text{CBrF}_2$	1640	
Tetrachlorkohlenstoff	Carbontetrachloride	CCl_4	1400	
Chloroform	Chloroform	CHCl_3	31	
Dichlormethan	Methylenechloride	CH_2Cl_2	8,7	
Methylchlorid	Methylchloride	CH_3Cl	13	
Methylchloroform	Methylchloroform	CH_3CCl_3	146	
Dibrommethan	Methylenbromide	CH_2Br_2	1,54	
Methylbromid	Methylbromide	CH_3Br	5	
Trifluorjodmethan	Trifluoriodomethane	CF_3I	0,4	

Anhang 2 Vergleich verschiedener Standards

	ISO/TS 14067 Greenhouse gases - Carbon footprint of products - Requirements and guidelines for quantification and communication (2013)	GHG Protocol Product Life Cycle Accounting & Reporting Standard (2011)	PAS 2050:2011 Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services (2011)
Herausgeber	International Organization for Standardization (ISO)	World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), World Resources Institute (WRI), GHG-Protocol-Initiative	BSI British Standard Institution Co-Finanzierung: Defra (Department for Environment, Food and Rural Affairs) und Carbon Trust
Product Category Rule (PCR)	PCRs sollen verwendet werden, wenn diese in Übereinstimmung mit der ISO 14025 entwickelt wurden.	Verwendung von PCRs wird nicht vorgeschrieben. Diese können jedoch eine Hilfestellung sein, um verschiedene Nutzungsszenarien zu entwerfen und die funktionelle Einheit sowie Allokationsregeln festzulegen (Solange diese den Anforderungen des Standards entsprechen).	Verfügbare PCRs (in Übereinstimmung mit ISO 14025) sollen verwendet werden. Sektorspezifische Regeln in Form von zusätzlichen Anforderungen (supplementary requirements) sind zu nutzen, wenn diese den in der PAS formulierten Anforderungen entsprechen. Bestehende PCRs können dabei integriert werden.
Bilanzzeitraum	Bilanzzeitraum entspricht der Dauer des Produktlebensweges.	Bilanzzeitraum entspricht der Dauer des Produktlebensweges. Falls dessen Länge unbekannt ist, sollen mindestens 100 Jahre betrachtet werden.	Bilanzzeitraum entspricht 100 Jahren, ab Fertigstellung des Produktes. Falls supplementary requirements existieren, sollten diese beachtet werden.
Erfasste THG (qualitativ)	Alle Gase, die im Fourth Assessment Report (2007) des IPCC aufgeführt sind.	Kyoto-Gase: CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, SF ₆ , FKWs, H-FKWs Empfehlung: alle Gase, die im Fourth Assessment Report (2007) des IPCC aufgeführt sind	Alle Gase, die im Fourth Assessment Report (2007) des IPCC aufgeführt sind.
Erfasste THG (quantitativ)	Prozesse mit vernachlässigbarem Beitrag zu den Gesamtemissionen müssen nicht bilanziert werden. Ein explizites Cut-off-Kriterium wird jedoch nicht festgelegt (Für weitere Hinweise wird auf die ISO 14044 verwiesen).	Prozesse, deren THG-Emissionen keinen signifikanten Beitrag zu den Gesamtemissionen liefern, können vernachlässigt werden, wobei die bilanzierende Organisation das Abschneidekriterium selbst festlegen kann.	Mindestens 95 % der zu erwartenden THG-Emissionen und -Senken entlang des Produktlebensweges sind zu erfassen. Prozesse, deren Emissionen weniger als 1 % der zu erwartenden gesamten THG-Emissionen betragen, können vernachlässigt werden.
THG-Quellen	THG-Emissionen aus fossilen und biogenen Quellen werden berücksichtigt und einzeln ausgewiesen.	THG-Emissionen aus fossilen und biogenen Quellen werden berücksichtigt und einzeln ausgewiesen.	THG-Emissionen aus fossilen und biogenen Quellen werden berücksichtigt. Biogene Kohlenstoffquellen und -senken können vernachlässigt werden, wenn der biogene Kohlenstoff Teil eines Produktes ist, das für den menschlichen bzw. tierischen Verzehr vorgesehen ist.
Allokation	<ol style="list-style-type: none"> 1. Allokation vermeiden (durch Auf-/Unterteilung der Prozesse oder Systemerweiterung) 2. Physikalische Allokation 3. Anderweitige Allokationsmethode (z.B. ökonomisch) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Allokation vermeiden (durch Auf-/Unterteilung der Prozesse, Neu-Definition der funktionellen Einheit oder Systemerweiterung) 2. Physikalische Allokation 3. Ökonomische oder anderweitige Allokation 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Allokation vermeiden (durch Auf-/Unterteilung der Prozesse oder Systemerweiterung) 2. Allokation gemäß supplementary requirements 3. Ökonomische Allokation

	ISO/TS 14067 Greenhouse gases - Carbon footprint of products - Requirements and guidelines for quantification and communication (2013)	GHG Protocol Product Life Cycle Accounting & Reporting Standard (2011)	PAS 2050:2011 Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services (2011)
Recycling und Allokation	<p>„Closed-Loop-Allokation“: Anzuwenden, wenn beim verwerteten Material keine Veränderungen der inhärenten Eigenschaften vorliegen.</p> <p>„Open-Loop-Allokation“: Anzuwenden, wenn das Material in anderen Produktsystemen wiederverwertet wird und eine Veränderung der inhärenten Eigenschaften erfährt. Allokation anhand</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. physikalischer Eigenschaften 2. ökonomischem Wert (z.B. Marktwert von Recyclingmaterial im Verhältnis zum Primärmaterial) 3. Anzahl späterer Nutzungen des wiederverwerteten Materials 	<p>„Closed-loop approximation“: Anzuwenden, wenn das Recyclingmaterial dieselben, inhärenten Eigenschaften aufweist, wie das Primärmaterial</p> <p>„Recycled content“: Es wird eine Grenze zwischen dem abgebenden und aufnehmenden Produktsystemen definiert, bis zu der Emissionen zugerechnet werden. Das abgebende Produktsystem wird durch die vermiedene Beseitigung entlastet, das aufnehmende durch die vermiedene Primärproduktion. Die durch Recycling entstehenden Emissionen und Entzüge werden zu 100 % dem System zugewiesen, das Recyclingmaterial als Input aufnimmt</p>	
Ökostrom	Keine gesonderten Emissionsfaktoren für Ökostrom	Nicht spezifiziert	Ein spezifischer Emissionsfaktor für Ökostrom kann nur angewandt werden, wenn die Erzeugung des Ökostroms keinen Einfluss auf Emissionsfaktoren anderer Prozesse hat und die Energie, die aus erneuerbaren Ressourcen erzeugt wurde, nicht bereits mit dem durchschnittl. nationalen Emissionsfaktor erfasst wird. Ansonsten werden durchschnittliche nationale Emissionsfaktoren verwandt.
Flugverkehr	Optionale Erfassung des erhöhten Strahlungsantriebs durch Flugverkehr in großen Höhen.	Optionale Erfassung des erhöhten Strahlungsantriebs durch Flugverkehr in großen Höhen. Bei Berücksichtigung muss dargelegt werden, welcher RFI angewandt wurde.	Keine Berücksichtigung des erhöhten Strahlungsantriebs. (Falls dennoch ein RFI auf Flugemissionen angerechnet wird, ist dies deutlich zu kennzeichnen, Ergebnisse sind getrennt auszuweisen).
Speicherung von Kohlenstoff in Produkten	Falls die Speicherung von Kohlenstoff in Produkten berechnet wird, soll diese im CFP-Bericht getrennt ausgewiesen, aber nicht bei der CFP-Bilanzierung erfasst werden.	Die im Produkt enthaltene Menge an Kohlenstoff, die während der Abfallbehandlung nicht in die Atmosphäre entlassen wurde, ist zu erfassen und zu berichten. Bei einer Cradle-to gate-Bilanzierung muss die im Zwischenprodukt enthaltene Menge an Kohlenstoff angegeben werden.	Gespeicherter Kohlenstoff muss berücksichtigt werden, wenn dieser innerhalb des Bilanzzeitraums von 100 Jahren nicht emittiert wird.
Veränderung des Kohlenstoffanteils im Boden	Veränderungen des Kohlenstoffanteils in Böden sollten berücksichtigt und einzeln ausgewiesen werden. Die Berechnung der damit verbundenen Emissionen und Senken soll in Übereinstimmung mit international anerkannten Methoden (z.B. IPCC Guidelines) erfolgen.	Veränderungen des Kohlenstoffanteils in Böden können berücksichtigt werden, wenn die daraus resultierenden THG-Emissionen oder -Senken realistisch abgeschätzt werden können.	Veränderungen des Kohlenstoffanteils in Böden, die nicht aus Landnutzungsänderung resultieren, werden nicht berücksichtigt. Falls für das untersuchte Produkt supplementary requirements zur Veränderung des Kohlenstoffanteils im Boden existieren, sollten diese angewandt werden.

	ISO/TS 14067 Greenhouse gases - Carbon footprint of products - Requirements and guidelines for quantification and communication (2013)	GHG Protocol Product Life Cycle Accounting & Reporting Standard (2011)	PAS 2050:2011 Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services (2011)
Infrastruktur und Investitionsgüter	Nicht spezifiziert	Emissionen durch Infrastrukturprozesse und Investitionsgüter sollten nur bei entsprechender Relevanz berücksichtigt werden und können i.d.R. vernachlässigt werden.	Emissionen durch Infrastrukturprozesse und Investitionsgüter werden nicht berücksichtigt.
Einkaufsfahrt	Nicht spezifiziert	Einfache Einkaufsfahrt (Transport des Produktes zum Endnutzer) muss berücksichtigt werden.	Einkaufsfahrt wird nicht berücksichtigt.
Unsicherheitsbewertung	Es muss eine quantitative oder qualitative Abschätzung der mit der Bilanzierung verbundenen Unsicherheiten erfolgen.	Qualitative Aussage über mögliche Fehlerquellen, Unsicherheiten und methodische Entscheidungen	Eine Fehlerabschätzung bzw. Bewertung von Unsicherheiten wird nicht gefordert.
Qualitätssicherung (Verifizierung/ Kritische Prüfung)	Öffentliche Kommunikation <ul style="list-style-type: none"> • Verifizierung durch einen unabhängigen Dritten • „CFP disclosure report“: Ausführliche, transparente Darstellung der Ergebnisse, Daten, Methoden, Annahmen und Einschränkungen Nicht-öffentliche Kommunikation: <ul style="list-style-type: none"> • Optionale Verifizierung (Für CFP Deklaration ist eine unabhängige Verifizierung erforderlich) 	Qualitätssicherung: <ul style="list-style-type: none"> • Verifizierung: eigenständig oder durch einen Dritten • Kritische Prüfung: interner oder externer Sachverständiger oder durch ein Panel aus interessierten Kreisen 	Konformitätsprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Zertifizierung durch einen unabhängigen, akkreditierten Dritten • Verifizierung durch einen unabhängigen Dritten • Eigenverifizierung

Anhang 3 Datenerfassungsbogen für innerbetriebliche Prozesse

Firma		Datum	
Standort		Bilanzzeitraum	
Ausgefüllt von		Ansprechpartner	
Name des Prozessmoduls			
Beschreibung des Prozessmoduls			
Inputs	Menge (bez. auf Bilanzzeitraum)	Einheit	Hersteller/ Lieferant
			Datenqualität/-quelle (Messung, Berechnung, Schätzung etc.)
Energie (Strom) ¹⁾			
Energie (Wärme)	Heizöl		
	Erdgas		
	Flüssiggas		
	Kohle		
	Fernwärme		
	Dampf		
	Erneuerbare Brennstoffe:		
	Sonstiges:		
Wasserverbrauch			
Rohstoffe/ Vorprodukte			
Hilfs- und Betriebsstoffe			
Sonstiges			
Outputs	Menge	Einheit	Abnehmer/ Entsorger
			Datenqualität/-quelle (Messung, Berechnung, Schätzung etc.)
Produkt/Zwischenprodukt			
Koppelprodukte			
Direkte THG-Emissionen			
Abfälle zur Verwertung			
Abfälle zur Beseitigung			
Abwasser			
Sonstiges			

¹⁾ aus öffentlichem Stromnetz oder aus Eigenerzeugung? Bei Eigenerzeugung: Welcher Energieträger?

Anhang 4 Exemplarischer Fragebogen zur Datenerfassung beim Lieferanten

Das Textilversandhaus hessnatur möchte für eines seiner Produkte, ein rotes Baumwoll-T-Shirt, einen PCF berechnen. Hierzu werden Daten von Lieferanten benötigt, die mit dem folgenden Fragebogen erhoben werden: Dabei wurden auch Informationen angefordert, die dem Unternehmen hessnatur bereits bekannt sind. Dies diene allein zur Vervollständigung des Fragebogens und zur Dokumentation der verwandten Daten.

Fragebogen zur Erfassung der Treibhausgasbilanz eines T-Shirts der Firma hessnatur

Befragung des Konfektionsbetriebes

Bitte beantworten Sie die folgenden Fragen. Diese beziehen sich auf die Konfektionierung des folgenden Produktes: Damen-T-Shirt, rot, Größe 38, Artikelnr. 12345

Alle in Klammern stehenden Dimensionsangaben sind nur Vorschläge; falls andere Dimensionen verwendet werden, geben Sie diese bitte an. Bei Fragen oder Anregungen wenden sie sich an unten stehenden Ansprechpartner. Vielen Dank für ihre Mitarbeit.

Firma: _____

Adresse: _____

Name Bearbeiter/in: _____

1. Strickware

1.1 Wie viel Meter an Strickware wird zur Herstellung eines T-Shirts benötigt? (m Strickware/kg T-Shirt)

1.2 Flächengewicht der Strickware für ein einfaches T-Shirt? (g/100 cm²)

1.3 Woher wird die Strickware bezogen? (Ort und Entfernung in km)

1.4 Mit welchem Transportmittel wird die Strickware angeliefert? (Lkw, Zug, Schiff, kombinierter Transport etc.)

2. Weitere Materialien

2.1 Wie viel Meter Nähgarn wird für die Herstellung eines T-Shirts benötigt? (m Nähgarn/kg T-Shirt)

2.2 Feinheit des Nähgarns? (dtex oder Nm)

2.3 Welche weiteren Materialien kaufen Sie ein, die unmittelbar für die Konfektion des T-Shirts benötigt werden? (Material und Mengenangabe bitte in Tabelle unten ergänzen.)

2.4 Woher werden diese Materialien bezogen? (jeweils Ort und Entfernung in km bitte in Tabelle unten ergänzen.)

2.5 Mit welchem Transportmittel werden diese Materialien jeweils angeliefert? (Lkw, Zug, Schiff, kombinierter Transport etc. bitte in Tabelle unten ergänzen.)

Material	Menge	Einheit	Ort	Entfernung [km]	Transportmittel

3. Verarbeitung

3.1 Welche Arbeitsschritte werden bei der Konfektion eines T-Shirts in Ihrem Unternehmen durchgeführt? (Vorbereiten, Zuschnitt, Nähen, Bügeln, Verpacken etc.)

3.2 Welche Mengen an Abfällen (Verschnitt, Ausschuss etc.) entstehen? (kg Abfall/kg T-Shirt)

3.3 Wie viel elektrischer Strom wird bei der Konfektionierung eines T-Shirts benötigt (Vorbereiten, Zuschnitt, Nähen, Waschen, Bügeln, Verpacken etc.)?

3.4 Wird der Strom aus dem öffentlichen Stromnetz bezogen oder selbst gewonnen?

3.5 Bei Eigenstromgewinnung: Um welche Art der Energiegewinnung handelt es sich?

3.6 Wie viel thermische Energie wird bei der Konfektionierung eines T-Shirts benötigt (Waschen, Bügeln etc.)?

3.7 Um welche Art der Energiegewinnung handelt es sich?

4. Verpackung und Transport

4.1 Welche Menge T-Shirts ist in welcher Menge Verpackungsmaterialien verpackt?

T-Shirts [kg]	Folie [kg]	Karton [kg]	Sonstiges: [kg]	[kg]

4.2 Werden zum Transport des T-Shirts Paletten benutzt?

Ja Nein

Wenn ja, welche Menge an Produkt passt auf eine Palette (kg Produkt/Palette)?

4.3 Welches Transportmittel wird zum Versand nach Deutschland benutzt? (Lkw, Zug, Schiff, kombinierter Transport etc.)

4.4 Wie groß ist die Entfernung von Ihnen nach Butzbach? (km)

Bei Rückfragen und Schwierigkeiten in der Beantwortung der Fragen stehen Ihnen folgende Ansprechpartner gerne zur Verfügung:

Anhang 5 Datenerfassungsbogen für Transporte

Zur Verwendung mit dem Leitfaden „Berechnung von THG-Emissionen in Spedition und Logistik“ (Schmied und Knörr, 2011)

Straßentransporte							
Transportiertes Gut/Produkt	Gutart	Transportgewicht [t]	Strecke (Topographie)	Einfache Transportentfernung [km]	zulässiges Gesamtgewicht des Lkw [t]	Land ²³	
	Volumengut <input type="checkbox"/> Durchschnittsgut <input type="checkbox"/> Massengut <input type="checkbox"/>		Eben <input type="checkbox"/> Hügelig <input type="checkbox"/>				
Schienentransporte							
Transportiertes Gut/Produkt	Gutart	Transportgewicht [t]	Strecke (Topographie)	Einfache Transportentfernung [km]	Zuglänge	Zugart	Land ²⁴
	Volumengut <input type="checkbox"/> Durchschnittsgut <input type="checkbox"/> Massengut <input type="checkbox"/>		Bergig <input type="checkbox"/> Hügelig <input type="checkbox"/> Eben <input type="checkbox"/>		Kurzzug <input type="checkbox"/> Mittlerer Zug <input type="checkbox"/> Langzug <input type="checkbox"/>	Elektrisch <input type="checkbox"/> Diesel <input type="checkbox"/>	
Binnenschiffstransporte (Container)							
Transportiertes Gut/Produkt	Gutart	Transportgewicht [t]	Strecke (Topographie)	Einfache Transportentfernung [km]	Schiffstyp		
	Volumengut <input type="checkbox"/> Durchschnittsgut <input type="checkbox"/> Massengut <input type="checkbox"/>		Bergfahrt <input type="checkbox"/> Talfahrt <input type="checkbox"/> Berg-/Talfahrt (Durchschnitt) <input type="checkbox"/> Kanalfahrt <input type="checkbox"/>		Europaschiff <input type="checkbox"/> Großmotorschiff <input type="checkbox"/> Jowi-Klasse <input type="checkbox"/>		
Seeschiffstransporte (Container)							
Transportiertes Gut/Produkt	Gutart	Transportgewicht [t]	Einfache Transportentfernung [km]	Handelslinie			
	Volumengut <input type="checkbox"/> Durchschnittsgut <input type="checkbox"/> Massengut <input type="checkbox"/>			Durchschnitt <input type="checkbox"/> Asien <input type="checkbox"/> Übrige Linien <input type="checkbox"/>			
				Transatlantik <input type="checkbox"/> Transpazifik <input type="checkbox"/> Intrakontinental <input type="checkbox"/>			

²³ Relevant für Biodiesel-Anteil

²⁴ Relevant für Emissionsfaktor des länderspezifischen Strommixes

Seeschiffstransporte (Massengut/Tanker)			
Transportiertes Gut/Produkt	Transportgewicht [t]	Einfache Transportentfernung [km]	Schiffstyp
			Asien <input type="checkbox"/> Transpazifik <input type="checkbox"/> Übrige Linien <input type="checkbox"/>
Lufttransporte			
Transportiertes Gut/Produkt	Transportgewicht [t]	Einfache Transportentfernung [km]	Transportart
			Fracht <input type="checkbox"/> Belly-Fracht <input type="checkbox"/>

Anhang 6 Beispiele zur Berechnung von Transportemissionen

Anhand eines Beispiels werden im Folgenden die Berechnungsweise und der Datenbedarf für die Berechnung der Transportemissionen der Verkehrsträger Lkw, Bahn und Binnenschiff verdeutlicht. Beim Bahn- und Binnenschifftransport dient weiterhin der Lkw als Zubringer zum Verladeterminale. Da hier mehrere Verkehrsträger zum Einsatz kommen, spricht man von kombiniertem Verkehr.

Für alle drei Verkehrsträger wird ein Transportvorgang zwischen Heidelberg und Rotterdam betrachtet, bei dem drei Container mit Maschinen und einem Gesamtgewicht von 57 t befördert werden sollen. Für die verschiedenen Verkehrsträger liegen Standard-Energieverbrauchswerte pro Tonnenkilometer²⁵ vor. Die im Folgenden aufgeführten Literaturdaten wurden mit durchschnittlichen Auslastungen berechnet. Dies ist generell der Fall, wenn Energieverbrauchswerte oder Emissionen pro Tonnenkilometer angegeben werden.

Zur Ermittlung der THG-Emissionen für die betrachtete Sendung wird der spezifische Verbrauchswert (in Litern oder Kilowattstunden pro Tonnenkilometer) mit dem Gesamtgewicht der Sendung (in Tonnen), der zurückgelegten Transportentfernung (in Kilometern) und dem Emissionsfaktor des Energieträgers (in kg CO₂-Äq pro Liter oder Kilowattstunde) (vgl. Tabelle A 1) multipliziert (vgl. Formel 1). Es wird nur die einfache Transportentfernung verwendet, da die spezifischen Verbrauchswerte bereits Annahmen zu Leerfahrten beinhalten.

Nach EU-Richtlinie 2009/30/EG muss dem Diesel-Kraftstoff inzwischen ein bestimmter Anteil Biodiesel beigemischt sein. In Deutschland lag der Anteil im Jahr 2010 bei 6,2 % bezogen auf den Energieinhalt. Dieser Anteil ist bei dem Emissionsfaktor für „Diesel Deutschland“ in Tabelle A 1 bereits einberechnet. Sich ändernde Biodiesel-Anteile müssen bei der Berechnung berücksichtigt werden.

Tabelle A 1: THG-Emissionsfaktoren verschiedener Energieträger (Kranke et al., 2011, S. 85ff.)

	Well-to-tank	Tank-to-wheel	Well-to-wheel	
Benzin	0,37	2,35	2,72	kg CO ₂ -Äq/l
Diesel	0,33	2,68	3,01	kg CO ₂ -Äq/l
Biodiesel	2,06	0,00	2,06	kg CO ₂ -Äq/l
Diesel Deutschland ¹⁾	0,44	2,50	2,94	kg CO ₂ -Äq/l
Bahnstrom Deutschland	0,574	0,00	0,574	kg CO ₂ -Äq/kWh
Bahnstrom Niederlande	0,497	0,00	0,497	kg CO ₂ -Äq/kWh

¹⁾ konventioneller Diesel mit einer Beimischung von Biodiesel von 6,2 % bezogen auf den Energieinhalt
Abkürzungen: kg = Kilogramm; CO₂-Äq = Kohlendioxid-Äquivalente; kWh = Kilowattstunden

$$THG_{WTW} = E_{spez} \times M \times D \times EF_{WTW}$$

Formel 1

THG_{WTW} = Well-to-wheel-THG-Emissionen in kg CO₂-Äq

E_{spez} = spezifischer Energieverbrauch in l/tkm oder kWh/tkm

M = reales Frachtgewicht in t

D = reale Transportentfernung in km

EF_{WTW} = THG-Emissionsfaktor (Well-to-wheel) in kg CO₂-Äq pro l oder kWh gemäß Tab. A 1

Die Berechnungen können problemlos manuell durchgeführt werden. Typischerweise werden aber bei der Berechnung von Carbon Footprints Software-Tools (vgl. Abschnitt 3.4) eingesetzt mit denen ganze Transportketten und auch Produktlebenszyklen oder Produktionsstrukturen abgebildet werden können. In den folgenden Abbildungen wurde für den einzelnen Transportvorgang eine Visualisierung in Form eines Sankey-Diagramms gewählt. Dabei ist die Breite der Pfeile proportional zum Massenstrom – in diesem Fall proportional

²⁵ In Tonnenkilometer (tkm) wird die Transportleistung gemessen, d.h. über welche Entfernung (in km) ein Transportgut mit einem bestimmten Gewicht (in Tonnen) transportiert wird. Es wird das Produkt aus dem Gewicht in Tonnen und der Entfernung in Kilometer gebildet. Beispiel: eine Ladung von 10 t wird über 20 km, eine andere Ladung von 2 t wird über 50 km transportiert. Insgesamt ergibt sich eine Transportleistung von 300 tkm.

zu den THG-Emissionen in kg CO₂-Äq. Hierbei wird z.B. der Anteil des Bio-Diesels an den Emissionen oder die Aufteilung zwischen Well-to-tank- und Tank-to-wheel-Emissionen deutlich. Die Richtung der Pfeile basiert auf der Annahme, dass es sich bei den THG-Emissionen um eine Art Kosten handelt, die sich während des Transports zu den Gesamtkosten – sprich den Gesamtemissionen aufsummieren.

Daten und Beispielrechnung für den Lkw-Transport

Im ersten Beispiel soll die Ladung von Heidelberg nach Rotterdam per 40 t-Lkw transportiert werden. Mit dem Gewicht der Ladung und der Transportentfernung können die THG-Emissionen nach dem entfernungsbasierten Ansatz mit Standard-Energieverbrauchswerten pro Tonnenkilometer für verschiedene Fahrzeugklassen berechnet werden (vgl. Schmied und Knörr, 2011). Die Werte spiegeln den mittleren Kraftstoffverbrauch auf Autobahnen wider, wobei unterschieden wird, ob es sich um eine ebene oder hügelige Strecke handelt. Einen Einfluss auf den Kraftstoffverbrauch übt natürlich der Beladungsgrad der Fahrzeuge aus. Deshalb wird nach Volumen-, Durchschnitts- und Massengütern differenziert. Bei Volumengütern handelt es sich z.B. um Karosserieteile, Dämmstoffe oder um Konsumgüter wie Autos, Möbel, hängende Kleidung etc. Beim Durchschnittsgut oder auch Stückgut handelt es sich um einen statistisch ermittelten Durchschnittswert für alle Transporte eines Verkehrsträgers, der aber auch für die meisten Konsumgüter, wie z.B. verarbeitete Lebensmittel etc., zutrifft. Durchschnittsgüter können auch angenommen werden, wenn die Gutart unbekannt ist. Zu den Massengütern zählen vor allem Schüttgüter wie z.B. Kohle, Erz, Öl oder Klinker, Düngemittel, aber auch Bananen oder gar Abfall. Bei Volumengütern ist im Allgemeinen das Volumen der limitierende Faktor für die Transportmenge, bei Massengütern ist es das Gewicht.

Obwohl Massengüter im wahrsten Sinne des Wortes schwerer zu transportieren sind, liegen die spezifischen Verbrauchswerte für Volumengüter höher als für Massengüter. Das liegt daran, weil der spezifische Verbrauchswert umso niedriger ist, je besser das Fahrzeug gewichtsmäßig ausgelastet ist.

Die in Tabelle A 2 aufgeführten spezifischen Verbrauchswerte pro Tonnenkilometer enthalten Festlegungen zu Auslastungen und zu Leerfahrtenanteilen in Abhängigkeit von der Transportgutart. Daher spielt es auch keine Rolle, wie viele Lkw für den Transport eingesetzt werden, maßgeblich sind die zurückgelegte, einfache Entfernung und das Gewicht der Sendung. Dieses beinhaltet ebenfalls Verpackung und Transporthilfen (z.B. Paletten) oder auch das Gewicht eines Containers.

Tabelle A 2: Spezifischer Energieverbrauch in Liter pro Tonnenkilometer für verschiedene Lkw-Klassen im Frachtverkehr (Schmied und Knörr, 2011, S. 32)

	hügelig			eben		
	Volumengut	Durchschnittsgut	Massengut	Volumengut	Durchschnittsgut	Massengut
Frachtverkehr	– Dieselverbrauch in l/tkm –					
Lkw < 7,5 t zGG	0,140	0,078	0,063	0,139	0,077	0,062
Lkw 7,5 - 12 t zGG	0,108	0,061	0,050	0,105	0,059	0,048
Lkw 12 - 24 t zGG	0,063	0,036	0,029	0,060	0,034	0,027
Last-/Sattelzug 24-40 t zGG	0,038	0,023	0,020	0,033	0,020	0,016

Abkürzungen: zGG = zulässiges Gesamtgewicht; l = Liter; t = Tonnen; km = Kilometer;

Die Berechnung für das hier vorgestellte Beispiel ergibt 1750 kg CO₂-Äq (well-to-wheel) für den Lkw-Transport. Abbildung A 1 zeigt die Aufteilung dieses Wertes in Well-to-tank- und Tank-to-wheel-Emissionen.

$$THG - Emissionen_{LKW} = 57 t \times 522 km \times 0,020 \frac{l}{tkm} \times 2,94 \frac{kg CO_2 \ddot{A}q}{l} = 1750 kg CO_2 \ddot{A}q$$

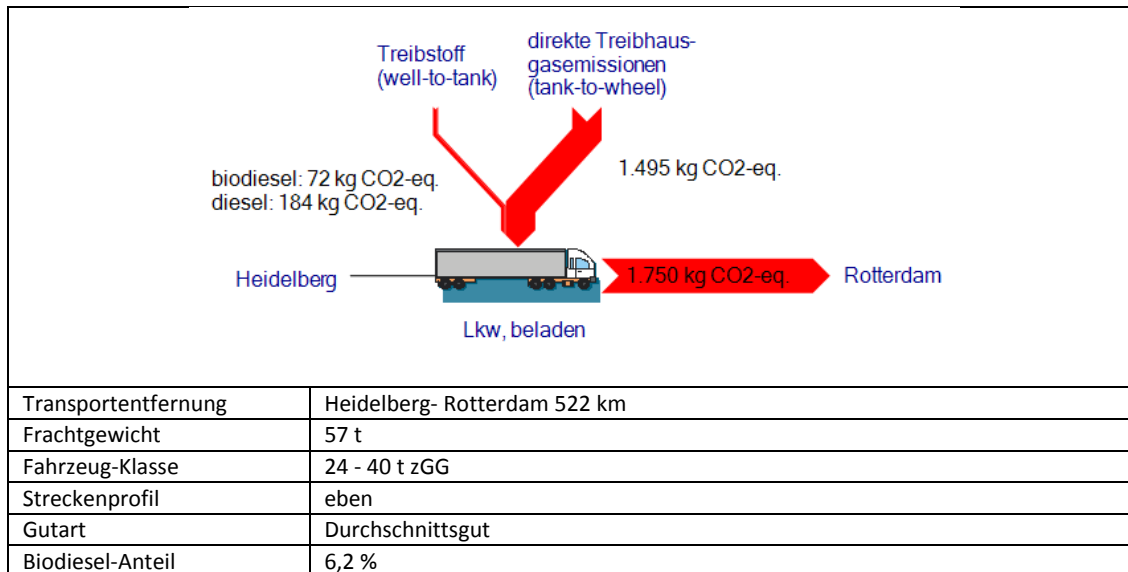


Abbildung A 1: Aufteilung der THG-Emissionen in Well-to-tank- und Tank-to-wheel-Emissionen für Lkw (Quelle: eigene Berechnung dargestellt mit Umberto NXT CO₂)

Daten und Beispielrechnungen für die Bahn

Die Ladung wird von Heidelberg per 40 t-Lkw ans Terminal Ludwigshafen transportiert. Von dort wird sie mit einem elektrisch betriebenen Güterzug weiter nach Rotterdam befördert.

Für den spezifischen Energieverbrauch von elektrisch betriebenen Güterzügen liegen Daten in Abhängigkeit von der Zuglänge, der Güterart und der Topographie vor (vgl. Tabelle A 3). Da die CO₂-Emissionen beim Bahntransport vom verwendeten Bahnstrommix abhängen, muss der ermittelte Verbrauch an elektrischer Energie mit dem Emissionsfaktor für den entsprechenden Strommix des betreffenden Landes multipliziert werden. In diesem Beispiel wird die Transportstrecke in eine deutsche und eine niederländische Strecke geteilt und jeweils der länderspezifische Strommix zugrunde gelegt.

Tabelle A 3: Energieverbrauch elektrisch betriebener Güterzüge im Frachtverkehr (Kranke et al., 2011, S. 184)

	eben			hügelig			bergig		
	Volumen-gut	Durchschnittsgut	Massen-gut	Volumen-gut	Durchschnittsgut	Massen-gut	Volumen-gut	Durchschnittsgut	Massen-gut
Frachtverkehr	– kWh/tkm –								
Kurzzug (500 t)	0,0575	0,0446	0,0384	0,0639	0,0495	0,0427	0,0703	0,0545	0,0470
Mittlerer Zug (1000 t)	0,0374	0,0290	0,0250	0,0415	0,0322	0,0278	0,0457	0,0354	0,0306
Langzug (1500 t)	0,0291	0,0225	0,0194	0,0323	0,0250	0,0216	0,0355	0,0275	0,0238

Abkürzungen: t = Tonnen; kWh = Kilowattstunden; km = Kilometer

Für den kombinierten Verkehr mit der Bahn wird für dieses Beispiel ein Ausstoß von 593 kg CO₂-Äq (well-to-wheel) ermittelt. Abbildung A 2 zeigt die Aufteilung dieses Wertes in Well-to-tank- und Tank-to-wheel-Emissionen für die Lkw-Strecke und die beiden Bahn-Strecken.

$$THG - Emissionen_{LKW} = 57 t \times 23 km \times 0,023 \frac{l}{tkm} \times 2,94 \frac{kg CO_2 \ddot{A}q}{l} = 88,64 kg CO_2 \ddot{A}q$$

$$THG - Emissionen_{Bahn Dtl.} = 57 t \times 336 km \times 0,0322 \frac{kWh}{tkm} \times 0,574 \frac{kg CO_2 \ddot{A}q}{kWh} = 353,98 kg CO_2 \ddot{A}q$$

$$THG - Emissionen_{Bahn NL.} = 57 t \times 183 km \times 0,0290 \frac{kWh}{tkm} \times 0,497 \frac{kg CO_2 \ddot{A}q}{kWh} = 150,34 kg CO_2 \ddot{A}q$$

$$\begin{aligned}
 THG - Emissionen_{kombiniert} &= 88,64 \text{ kg CO}_2\ddot{A}q + 353,98 \text{ kg CO}_2\ddot{A}q + 150,34 \text{ kg CO}_2\ddot{A}q \\
 &= 592,97 \text{ kg CO}_2\ddot{A}q
 \end{aligned}$$

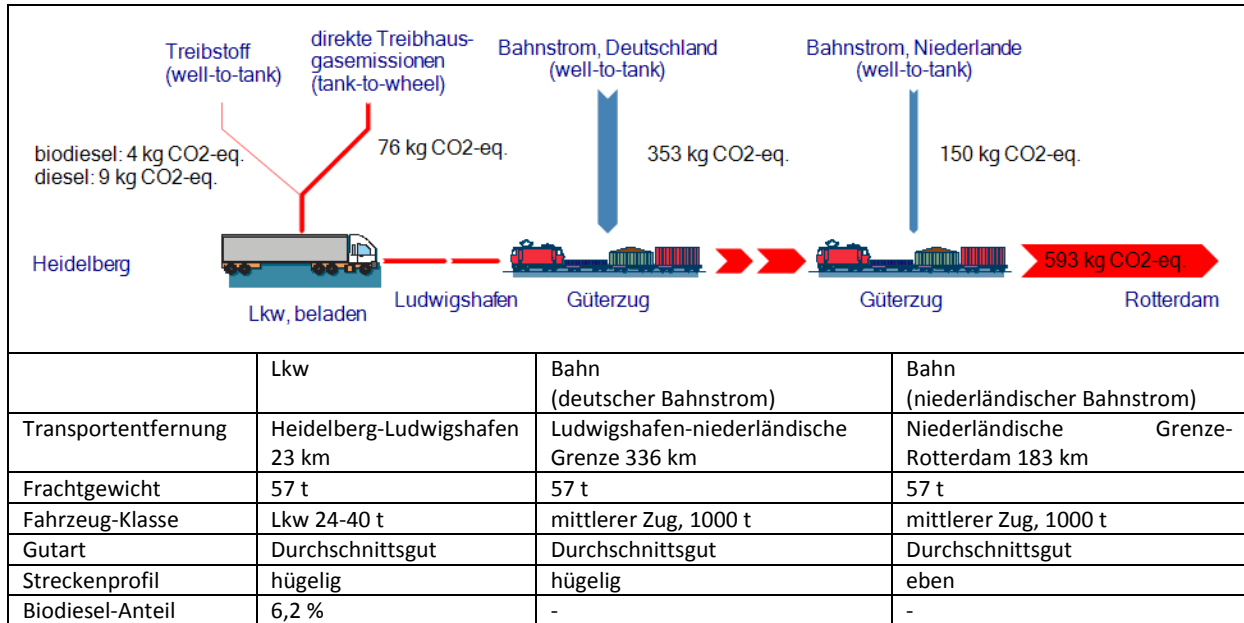


Abbildung A 2: Aufteilung der THG-Emissionen in Well-to-tank- und Tank-to-wheel-Emissionen für Lkw und Bahn (Differenzen in der Summe rundungsbedingt) (Quelle: eigene Berechnung dargestellt mit Umberto NXT CO₂)

Daten und Beispielrechnungen für das Binnenschiff

Beim Transport mit dem Binnenschiff wird die Ladung ebenfalls per Lkw nach Ludwigshafen gebracht, von wo aus sie mit einem Binnenschiff der Jowi-Klasse nach Rotterdam befördert wird.

Beim Binnenschiff unterscheidet sich der Treibstoffverbrauch stark, je nachdem ob das Schiff zu Tal oder zu Berg fährt. Hier wird empfohlen, mit dem Durchschnittswert zu rechnen (vgl. Kranke et al., 2011, S. 205), da eine Talfahrt nicht ohne Bergfahrt möglich ist und zudem die Talfahrten meistens leer erfolgen. Da wesentlich weniger Güter zu den Häfen transportiert werden als von den Häfen ins Inland kommen, muss die leere Talfahrt der Ladungsfahrt zugerechnet werden.

Die in Tabelle A 4 dargestellten Daten für die verschiedenen Schiffstypen sind gemessene Werte des Logistikdienstleisters Contargo für Containertransporte mit durchschnittlicher Containerbeladung und durchschnittlicher Schiffsauslastung.

Tabelle A 4: Dieselverbrauch in Liter pro Tonnenkilometer für verschiedene Schiffstypen

(Quelle: Kranke, 2011, S.32)

Schiffstyp	Bergfahrt ¹⁾	Talfahrt ¹⁾	Durchschnitt Berg-/Talfahrt	Kanalfahrt ¹⁾
Containerverkehr	- Diesel in l/tkm -			
Europaschiff ²⁾	0,0201	0,0099	0,0150	0,0141
Großmotorschiff ³⁾	0,0090	0,0047	0,0068	0,0055
Jowi-Klasse ⁴⁾	0,0062	0,0032	0,0053	-
unbekannt	-	-	0,0114	-

¹⁾ Fahrtgebiet Berg/Tal auf dem Rhein; Kanalgebiet Frankreich
²⁾ 85 m Länge, 9,5 m Breite, maximale Kapazität 90 TEU, 1300 Tonnen
³⁾ 110 m Länge, 11,4 m Breite, maximale Kapazität 208 TEU, 2300 Tonnen
⁴⁾ 135 m Länge, 17,2 m Breite, maximale Kapazität 500 TEU, 5200 Tonnen
 Abkürzungen: l = Liter; t = Tonnen; km = Kilometer; TEU = twenty foot equivalent unit (20-Fuß-Einheitscontainer)

Binnenschiffe werden mit demselben Diesel wie Kraftfahrzeuge betrieben, d.h. der Diesel enthält ebenfalls eine Biodiesel-Beimischung, was bei der Auswahl des Emissionsfaktors berücksichtigt werden muss. Für den Ausstoß an CO₂-Äquivalenten (well-to-wheel) für den kombinierten Verkehr mit dem Binnenschiff werden für dieses Beispiel 581 kg berechnet. Abbildung A 3 zeigt die Aufteilung dieses Wertes in Well-to-tank- und Tank-to-wheel-Emissionen für die Lkw-Strecke und die beiden Binnenschiff-Strecke.

$$THG - Emissionen_{LKW} = 57 \text{ t} \times 23 \text{ km} \times 0,023 \frac{\text{l}}{\text{tkm}} \times 2,94 \frac{\text{kg CO}_2\text{Äq}}{\text{l}} = 88,64 \text{ kg CO}_2\text{Äq}$$

$$THG - Emissionen_{Binnenschiff} = 57 \text{ t} \times 554 \text{ km} \times 0,0053 \frac{\text{l}}{\text{tkm}} \times 2,94 \frac{\text{kg CO}_2\text{Äq}}{\text{l}} = 492,05 \text{ kg CO}_2\text{Äq}$$

$$THG - Emissionen_{kombiniert} = 88,64 \text{ kg CO}_2\text{Äq} + 492,05 \text{ kg CO}_2\text{Äq} = 580,70 \text{ kg CO}_2\text{Äq}$$

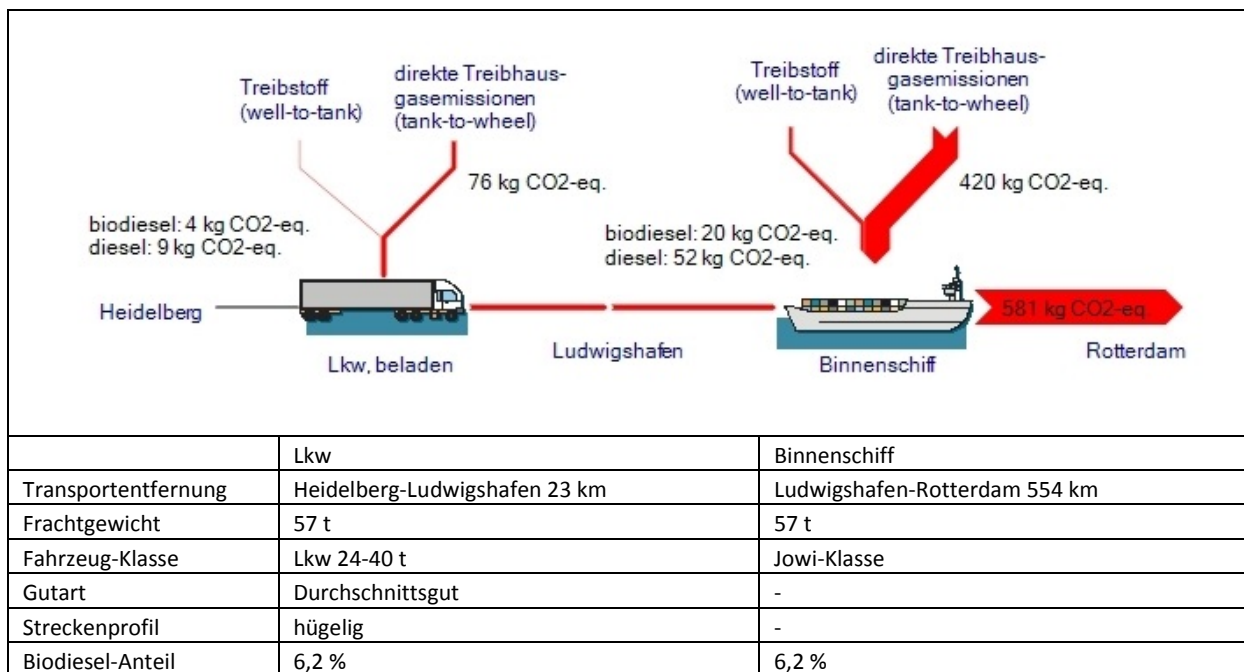


Abbildung A 3: Aufteilung der THG-Emissionen in Well-to-tank- und Tank-to-wheel-Emissionen für Lkw und Binnenschiff (Quelle: eigene Berechnung dargestellt mit Umberto NXT CO₂)

Emissionsfaktor für den durchschnittlichen Pkw

Um die Transportemissionen für eine Einkaufsfahrt mit dem Pkw zu berechnen, wird im Folgenden aus Literaturdaten ein Emissionsfaktor für einen durchschnittlichen Pkw ermittelt. Dazu werden die mittleren Verbrauchswerte für die gesamte Fahrzeugflotte im realen Fahrbetrieb (über die Fahrleistung gewichtet) in Deutschland für das Jahr 2011 herangezogen. Für Pkw mit Otto-Motor beträgt der mittlere Verbrauchswert 8,1 l/100 km und für Diesel-Pkw 6,6 l/100 km (IFEU Heidelberg, 2012).

Zusammen mit den Emissionsfaktoren für die Kraftstoffe und den Anteilen der Motorarten (73 % Otto, 27 % Diesel (IFEU Heidelberg, 2012)) lässt sich eine durchschnittliche Flottenemission berechnen.

Durchschnittliche Flottenemissionen = $8,1 \text{ l}/100 \text{ km} \times 2,72 \text{ kg CO}_2\text{-Äq}/\text{l} \times 0,73 + 6,6 \text{ l}/100\text{km} \times 2,92 \text{ kg CO}_2\text{-Äq}/\text{l} \times 0,27 = 21,3 \text{ kg CO}_2\text{-Äq}/100 \text{ km} = 0,213 \text{ kg CO}_2\text{-Äq}/\text{km}$

Anhang 7 Open-loop Recycling

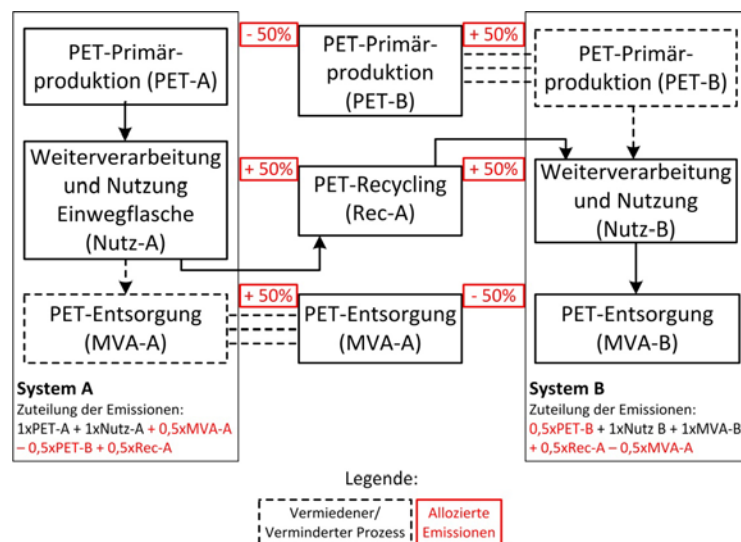
50:50-Methode

Bei der 50:50-Methode werden dem betrachteten Produktsystem 50 % der im nachfolgenden Produktsystem vermiedenen Primärproduktion gutgeschrieben, und es wird mit 50 % der finalen Entsorgung belastet. Diese Methode wird zwar von GHG Produktstandard und PAS 2050:2011 nicht vorgesehen, wird aber z.B. vom Umweltbundesamt für Ökobilanzen verwendet. Sie hat den Vorteil, dass die Kohlenstoffbilanz für das Produktsystem geschlossen ist. Sie wird als gerecht empfunden, da abgebendes und aufnehmendes System zu gleichen Teilen belastet werden.

Beispiel 32: Anwendung der 50:50-Methode beim Recycling von PET-Einwegflaschen

Ein Mineralwasserhersteller füllt sein Wasser in PET-Einwegflaschen ab (System A). Die Herstellung der Flaschen erfolgt aus Primärmaterial. Über das deutsche Einwegflaschensystem PETCycle werden die Flaschen nach der Nutzung dem Recycling zugeführt. Das so gewonnene PET-Rezyklat wird einem anderen Produktsystem (System B) zugeführt. Ohne dieses PET-Rezyklat müssten in System B Primärrohstoffe für die PET-Produktion eingesetzt werden. Da die PET-Primärproduktion (und die damit einhergehenden Emissionen) in System A bilanziert wurde, werden 50 % des Massenanteils der durch den Einsatz von PET-Rezyklat substituierten Primär-PET-Herstellung dem System A gutgeschrieben während System B mit 50 % belastet wird.

Gleichzeitig werden die Emissionen, die durch das PET-Recycling und die notwendigen Transporte entstehen, beiden Systemen zu 50 % angerechnet. Auch die Emissionen der Entsorgung werden beiden Systemen zu gleichen Teilen zugeordnet. Würden die PET-Einwegflaschen nach der Nutzung nicht rezykliert, müssten diese, z.B. in einer Müllverbrennungsanlage (MVA), entsorgt werden. Emissionen, die mit dieser Entsorgung verbunden wären, werden dadurch vermieden, dass System B das PET-Rezyklat als Sekundärrohstoff aufnimmt. Sie werden somit zu 50 % dem System A angelastet, System B erhält eine Gutschrift von 50 %.



(Darstellung abgewandelt nach Klöpffer und Grahl, 2009)

Gutschriften

Bei der Gutschriften-Methode wird dem das Sekundärmaterial generierenden System die vermiedene Primärproduktion für das Sekundärmaterial gutgeschrieben. Es sei auch hier darauf hingewiesen, dass diese Methode von GHG Produktstandard und PAS 2050:2011 nicht vorgesehen ist.

Gutschriften lassen sich dann anwenden, wenn das bei der Entsorgung generierte Sekundärmaterial oder die Energie aus der Verwertung auch durch ein Äquivalenzsystem hergestellt werden können. Die Emissionen, die für die Herstellung einer äquivalenten Menge des Materials oder der Energie durch das Äquivalenzsystems emittiert würden, können dem betrachteten System gutgeschrieben werden. Das Produktsystem, welches das Sekundärmaterial generiert, erhält somit eine Entlastung in der Höhe der Primärproduktion des aufnehmenden Produktsystems. Bei dieser Methode profitiert lediglich der Abgeber des Sekundärmaterials vom Recycling, während der Abnehmer nicht entlastet wird. Für das abgebende Produktsystem muss inputseitig komplett Primärmaterial bilanziert werden, da es sonst zu einer Doppelzählung käme.

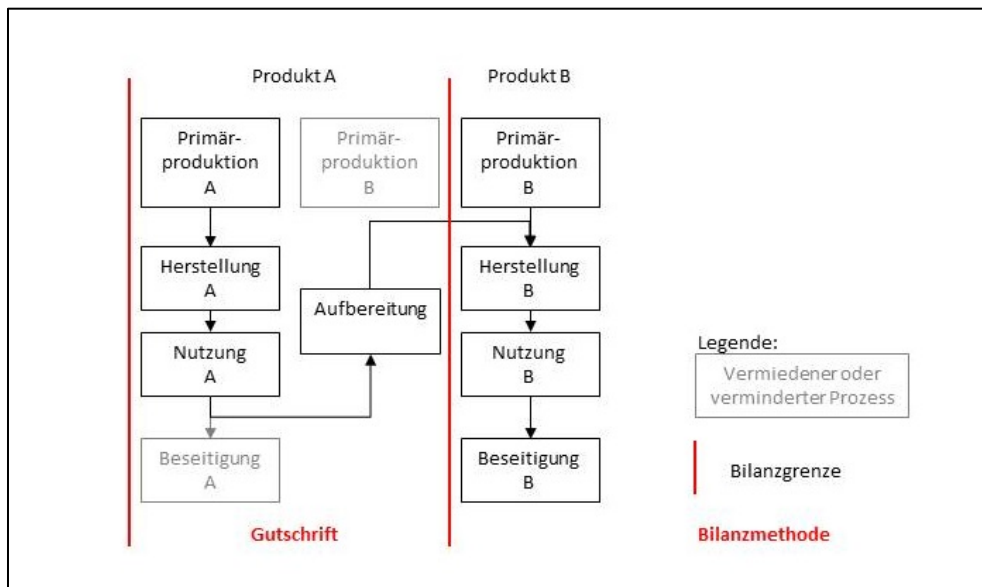


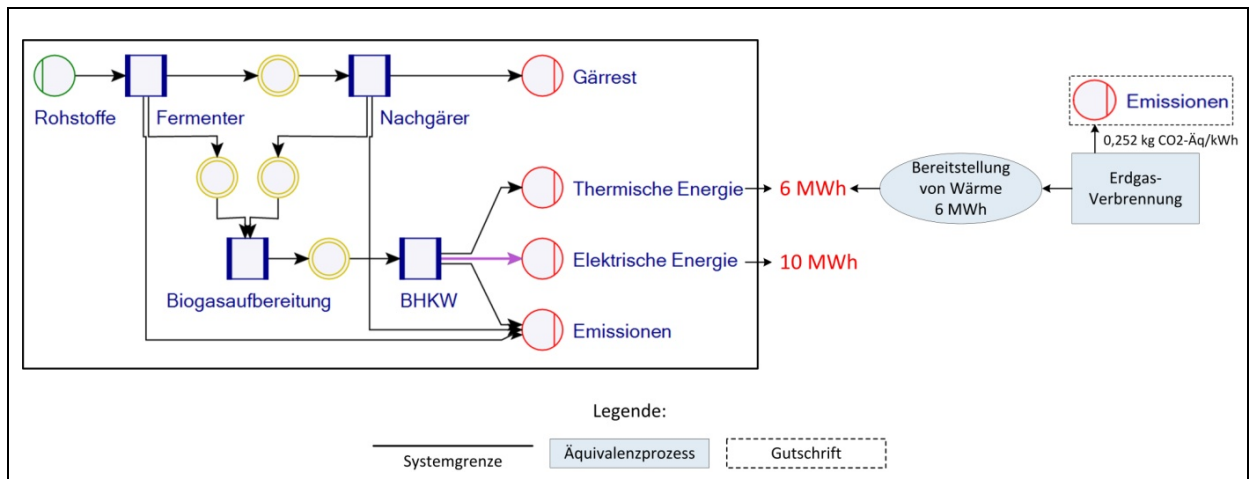
Abbildung A 4: Schematische Darstellung der Gutschriften-Methode

Beispiel 33: Anwendung der Gutschriften-Methode bei der PCF-Berechnung für die Stromerzeugung in einer Biogasanlage

Für eine Biogasanlage mit einer installierten elektrischen Leistung von 200 kW soll der PCF für die funktionelle Einheit von 10 MWh Strom berechnet werden. Neben dem Strom, der ins öffentliche Netz eingespeist wird, treten die Koppelprodukte Abwärme und Gärrest auf. Die Gutschriften-Methode soll hier anhand der Abwärmenutzung erläutert werden:

Bei der Erzeugung von 10 MWh Strom entstehen 6 MWh Wärme, die in ein bestehendes Fernwärmenetz eingespeist werden und somit fossile Energie zur Wärmeerzeugung einsparen. Um nun die eingesparten Emissionen abschätzen zu können, wird ein Äquivalenzprozess zur Erzeugung von 6 MWh Wärme bilanziert und die dabei entstehenden THG-Emissionen dem betrachteten Basissystem der Biogasanlage gutgeschrieben. In diesem Beispiel wird als Äquivalenzprozess die Wärmebereitstellung durch die Verbrennung von Erdgas angenommen. Dabei entstehen 0,252 kg CO₂-Äq/kWh Wärme (ecoinvent Centre, 2010), somit vermindert sich der PCF für die funktionelle Einheit von 10 MWh Strom aus Biogas um 1.512 kg CO₂-Äq.

Beispiel 33 (Fortsetzung): Anwendung der Gutschriften-Methode bei der PCF-Berechnung für die Stromerzeugung in einer Biogasanlage



Anhang 8 Anforderungen an die Berichterstattung

Nach GHG Produktstandard (WRI/WBCSD, 2011, S. 101ff.) müssen die folgenden Informationen in einem Bericht zur Veröffentlichung enthalten sein:

Allgemeine Informationen und Untersuchungsrahmen

- Kontaktinformationen
- Untersuchtes Produkt mit Name und Beschreibung
- Funktionelle Einheit und Referenzfluss
- Bilanzart (cradle-to-grave oder cradle-to-gate)
- Zusätzlich bilanzierte Treibhausgase
- Verwendete Produktregeln oder sektorspezifische Leitfäden
- Bilanzdatum und -version
- Für Folgebilanzen ein Verweis auf vorherige Versionen und Beschreibung methodischer Änderungen
- Einen Hinweis auf die Grenzen verschiedener potenzieller Nutzungen des Berichts einschließlich des Produktvergleichs

Systemgrenzen

- Definition und Beschreibung der Lebenswegphasen
- Ein Systemfließbild inklusive der der Bilanz zurechenbaren Prozesse
- Der Bilanz nicht zurechenbare Prozesse
- Nicht berücksichtigte zurechenbare Prozesse und Begründung für den Ausschluss
- Begründung für eine cradle-to-gate-Bilanz, wenn zutreffend
- Zeithorizont
- Methode, mit der Wirkungen aus Landnutzungsänderungen berechnet wurden, wenn zutreffend

Der GHG Produktstandard schlägt vor, dem Bericht eine Erklärung hinzuzufügen, die den Leser auf den Untersuchungsrahmen und den beabsichtigten Zweck der Bilanz sowie auf mögliche Grenzen hinweist.

Exemplarische Erklärung (nach GHG Protocol Product Standard, S. 105):

Die in diesem Bericht dargestellten Ergebnisse sind spezifisch bezüglich der Annahmen und Methoden von Unternehmen XY. Die Ergebnisse sind nicht darauf angelegt, als Grundlage für Vergleiche gegenüber anderen Unternehmen oder Produkten zu dienen. Auch bei ähnlichen Produkten können Unterschiede in der Wahl der funktionellen Einheit, der Nutzungs- und Entsorgungsprofile sowie unterschiedliche Datenqualitäten zu nicht vergleichbaren Ergebnissen führen. Für ein Glossar und weitere Einsicht in den Prozess der PCF-Erhebung kann der Leser den GHG Protocol Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard (WRI/WBCSD, 2011) hinzuziehen.

Allokation

- Ausweisung und Begründung von Methoden zur Vermeidung oder Durchführung von Allokation aufgrund von Koppelprodukten oder Recycling
- Bei der Nutzung der closed-loop-Methode Ausweisung von vermiedenen Emissionen und Entzügen getrennt von der Entsorgungsphase

Datensammlung und -qualität

- Für signifikante Prozesse eine Beschreibung der Datenquellen, Datenqualität und unternommene Anstrengungen zur Verbesserung der Datenqualität

Unsicherheit

- Eine qualitative Aussage zur Bilanzunsicherheit und methodische Entscheidungen betreffend:
 - Nutzungs- und Entsorgungsprofil
 - Allokationsmethoden einschließlich Allokation aufgrund von Recycling
 - Quelle der verwendeten Treibhausfaktoren
 - Berechnungsmodelle

Bilanzergebnisse

- Quelle und Datum der verwendeten Treibhausgasfaktoren
- Gesamtbilanzergebnis in Einheiten von CO₂-Äquivalenten pro funktionelle Einheit, das innerhalb der Systemgrenzen alle Emissionen und Entzüge von biogenen und nicht-biogenen Quellen und Wirkungen durch Landnutzungsänderungen beinhaltet
- Prozentuale Aufteilung des Gesamtbilanzergebnisses nach Lebenswegphasen
- Biogene und nicht-biogene Emissionen und Entzüge separat, wenn zutreffend
- Auswirkungen der Landnutzungsänderung, wenn zutreffend
- Cradle-to-gate- und gate-to-gate-Bilanzergebnisse separat (oder eine klare Aussage, dass Geheimhaltung für diese Information besteht)
- Die Menge an Kohlenstoff, die im Produkt oder seinen Komponenten enthalten ist und während der Entsorgungsphase nicht in die Atmosphäre freigesetzt wird, wenn zutreffend
- Für cradle-to-gate-Bilanzen die Menge an gebundenem Kohlenstoff im Zwischenprodukt

Qualitätssicherung

Die Prüfungserklärung enthält

- Ob die Qualitätsprüfung selbst oder durch Dritte vorgenommen wurde
- Erreichtes Niveau der Prüfung (begrenzt/beschränkt oder angemessen) einschließlich Prüfungsurteil und die Ergebnisse der kritischen Prüfung
- Eine Zusammenfassung des Prüfungs-/Kontrollprozesses
- Die relevanten Kompetenzen des Prüfers
- Eine Erklärung, wie bei Eigenprüfung potenzielle Interessenkonflikte vermieden wurden

Festlegung von Reduktionszielen und Verfolgung von Bilanzänderungen

Unternehmen, die ein Reduktionsziel berichten und/oder die Leistung über die Zeit verfolgen, müssen folgendes berichten:

- Die Basisbilanz und die aktuellen Bilanzergebnisse im aktualisierten Bilanzbericht
- Das Reduktionsziel, falls festgelegt
- Durchgeführte Änderungen in der Bilanz, wenn Basisbilanz neu berechnet wurde
- Der verwendete Grenzwert, ab dem eine Neuberechnung erforderlich wird
- Den entsprechenden Kontext, der die signifikanten Änderungen, die zur Neuberechnung der Basisbilanz veranlassen, identifiziert und beschreibt
- Die Änderung der Bilanzergebnisse als prozentuale Änderung zwischen den beiden Bilanzen über die Zeit auf der Basis der funktionellen Einheit
- Eine Beschreibung der unternommenen Schritte zur Reduktion der Emissionen basierend auf den Bilanzergebnissen

Glossar

Abschneidekriterium	cut-off criteria/ insignificance threshold	Festlegung einer Grenze, ab der geringfügige <u>Inputs</u> oder <u>Outputs</u> eines <u>Prozessmoduls</u> oder eines <u>Produktsystems</u> in der Bilanzierung unberücksichtigt bleiben
Aktivitätsdaten	process activity data	Physikalische Größen eines Prozesses/einer Aktivität, der/die zur Emission von <u>Treibhausgasen</u> führt (WRI/WBCSD, 2011)
Allokation	allocation	Zuordnung der Input- oder Outputflüsse eines Prozesses oder eines <u>Produktsystems</u> zum untersuchten <u>Produktsystem</u> und zu einem oder mehreren anderen <u>Produktsystemen</u> (DIN Deutsches Institut für Normung, 2006b)
Ausgleich	offsetting	Vorgehen, bei dem THG-Emissionen, die während des <u>Lebensweg</u> eines Produktes auftreten, an anderer Stelle kompensiert werden und dies entsprechend kommuniziert wird
Betriebsstoff(-Input)	Auxiliary input/ consumable	<u>Input</u> von Stoffen, die in dem <u>Prozessmodul</u> , in dem das Produkt hergestellt wird, gebraucht werden, aber nicht Bestandteil dieses Produktes sind (DIN Deutsches Institut für Normung, 2006b)
biogener Kohlenstoff	biogenic carbon	Kohlenstoff, der in Biomasse gebunden ist (BSI, 2011b)
Business to Business (B2B) Kommunikation	business to business (B2B) communication	Kommunikation zwischen Unternehmen
Business to Consumer (B2C) Kommunikation	business to consumer (B2C) communication	Kommunikation zwischen Unternehmen und Konsumenten (Endverbrauchern)
CO ₂ -Äquivalent (CO ₂ -Äq)	CO ₂ equivalent (CO ₂ eq)	Maßeinheit für den Vergleich von Emissionen unterschiedlicher <u>Treibhausgase</u> auf der Basis des <u>Strahlungsantriebs</u> von Kohlendioxid (IPCC, 2007)
cradle-to-gate (Sachbilanz)	cradle-to-gate (inventory)	<u>Lebenswegphasen</u> von der Rohstoffgewinnung bis zu dem Punkt, an dem das Produkt das bilanzierende Unternehmen verlässt (von der Wiege bis zum Werkstor)
cradle-to-grave (Sachbilanz)	cradle-to-grave (inventory)	<u>Lebenswegphasen</u> von der Rohstoffgewinnung bis zur Entsorgung des Produktes (von der Wiege bis zur Bahre)
direkte Emissionsdaten	direct emissions data	Emissionsdaten, die durch direkte Messung, Stöchiometrie, Massenbilanz oder ähnliche Methoden gewonnen wurden (WRI/WBCSD, 2011)
Elementarfluss	elementary flow	Stoff- oder Energiefluss, der die <u>Systemgrenze</u> der Bilanz überschreitet. Dabei wird dieser ohne vorherige oder anschließende Behandlung durch den Menschen der Umwelt entnommen oder in diese wieder abgeben (DIN Deutsches Institut für Normung, 2006b)
Emissionsfaktor	emission factor	Menge an <u>Treibhausgasen</u> in <u>CO₂-Äquivalenten</u> pro Aktivitätseinheit (z.B. pro kg oder pro tkm)
Endprodukt	final product	Produkt, das an den Endverbraucher geht und weder weiterverarbeitet noch zur Herstellung anderer Produkte genutzt wird (WRI/WBCSD, 2011)
Entzug von Treibhausgasen	(GHG) removal	Absorption von <u>Treibhausgasen</u> aus der Atmosphäre (z.B. durch Photosynthese). Der Entzug von <u>Treibhausgasen</u> führt zu einer sog. <u>Treibhausgassenke</u>
fossiler Kohlenstoff	fossil carbon	Kohlenstoff, der in fossilem Material enthalten ist

funktionelle Einheit	functional unit	quantifizierter Nutzen eines <u>Produktsystems</u> für die Verwendung als Vergleichseinheit (DIN Deutsches Institut für Normung, 2006b)
gate-to-gate (Sachbilanz)	gate-to-gate (inventory)	Teil des <u>Lebensweges</u> eines Produktes, der dem bilanzierenden Unternehmen zueigen oder unter seiner Kontrolle ist
generische Daten	generic data	→ <u>Sekundärdaten</u>
Hilfsstoff	auxiliary	Stoff, der in dem <u>Prozessmodul</u> , in dem das Produkt hergestellt wird, gebraucht wird, aber nur geringer Bestandteil dieses Produktes ist
Input	input	Produkt-, Stoff- oder Energiefluss, der einem <u>Prozessmodul</u> zugeführt wird (DIN Deutsches Institut für Normung, 2006b)
Investitionsgüter	capital goods	Langlebige Güter wie Maschinen, Anlagen und Gebäude, die von Unternehmen eingesetzt werden, um ein Produkt herzustellen, zu lagern, auszuliefern oder zu verkaufen ohne dabei selbst in das Produkt einzugehen (DIN Deutsches Institut für Normung, 2006b)
Koppelprodukt	co-product	eines von zwei oder mehreren Produkten aus demselben <u>Prozessmodul</u> oder <u>Produktsystem</u> (DIN Deutsches Institut für Normung, 2006b)
Landnutzungsänderung	land use change	Änderung der Landnutzung von einer <u>Landnutzungskategorie</u> zur anderen, die zu einer Veränderung der THG-Emissionen führt, da sich die im Boden gespeicherte Kohlenstoffmenge ändert
direkte Landnutzungsänderung	direct land use change (dLUC)	Änderung der land- oder forstwirtschaftlichen Nutzung von Flächen, die direkt zu einer Veränderung der THG-Emissionen führt, da sich die im Boden gespeicherte Kohlenstoffmenge ändert
indirekte Landnutzungsänderung	indirect land use change (iLUC)	Änderung der land- oder forstwirtschaftlichen Nutzung von Flächen als Folge einer <u>Landnutzungsänderung</u> an anderer Stelle, die indirekt zu einer Veränderung der THG-Emissionen führt, da sich die im Boden gespeicherte Kohlenstoffmenge ändert
Landnutzungskategorie	land use categories	Gibt die Art der Landnutzung wieder. Gemäß IPCC wird unterschieden in Wald, Ackerland, Grasland, Feuchtgebiet, Siedlungsgebiet oder anderes Land
Lebensweg	life cycle	aufeinander folgende und miteinander verbundene Stufen eines <u>Produktsystems</u> von der Rohstoffgewinnung oder Rohstoffherzeugung bis zur endgültigen Beseitigung (DIN Deutsches Institut für Normung, 2006b)
Lebenswegphase	life cycle stage	Unterteilung des <u>Lebensweges</u> in Abschnitte, nach denen Prozesse zugeordnet und Ergebnisse dargestellt werden
Lieferkette	supply chain	Netzwerk von Akteuren, die durch vor- und nachgelagerte Verbindungen an Prozessen zur Wertschöpfung in Form von Produkten und Dienstleistungen für den Endkunden beteiligt sind
nachgelagerte Emissionen	downstream (emissions)	Emissionen aus Prozessen, die im <u>Lebensweg</u> des Produktes nach denen liegen, die dem durchführenden Unternehmen zueigen sind oder die es kontrolliert (z.B. Produktnutzung und -entsorgung)
Ökobilanz	life cycle assessment (LCA)	Methode zur Erfassung und Beurteilung der potenziellen Umweltwirkungen innerhalb eines <u>Produktsystems</u> /während des <u>Produktlebensweges</u>
Ökosphäre	ecosphere	Natürliche Umwelt; alles was nicht <u>Technosphäre</u> ist.
Output	output	Produkt-, Stoff- oder Energiefluss, der von einem <u>Prozessmodul</u> abgegeben wird (DIN Deutsches Institut für Normung, 2006b)

Partieller PCF	partial PCF	<u>Product Carbon Footprint</u> , bei dem nur die THG-Emissionen ausgewählter Phasen des <u>Produktlebensweges</u> betrachtet und bilanziert werden
Primärdaten	primary data	Primärdaten werden für einen spezifischen Prozess im untersuchten <u>Produktsystem</u> erhoben
Product Carbon Footprint (PCF)	product carbon footprint (PCF)	Summe der THG-Emissionen innerhalb eines <u>Produktsystems</u> /während des <u>Produktlebensweges</u> ausgedrückt in <u>CO₂-Äquivalenten</u>
Product Category Rule	PCR	Zusammenstellung spezifischer Regeln, Anforderungen und Richtlinien für die Entwicklung von Type III-Umweltdeklarationen für eine oder mehr Produktkategorien
Produktfluss	product flow	Produkte, die von einem anderen <u>Produktsystem</u> zugeführt oder an ein anderes <u>Produktsystem</u> abgegeben werden (DIN Deutsches Institut für Normung, 2006b)
Produktsystem	product system	Zusammenstellung von <u>Prozessmodulen</u> mit Elementar- und Produktflüssen, die den Lebensweg eines Produktes modelliert und die eine oder mehrere festgelegte Funktionen erfüllt (DIN Deutsches Institut für Normung, 2006b)
Prozessmodul	unit process	kleinster in der Sachbilanz berücksichtigter Bestandteil, für den Input- und Outputdaten quantifiziert werden (DIN Deutsches Institut für Normung, 2006b)
Referenzfluss	reference flow	Maß für die <u>Outputs</u> von Prozessen eines vorhandenen <u>Produktsystems</u> , die zur Erfüllung der Funktion, ausgedrückt durch die <u>funktionelle Einheit</u> , erforderlich sind (DIN Deutsches Institut für Normung, 2006b)
Sachbilanz	life cycle inventory analysis	Bestandteil der <u>Ökobilanz</u> , der die Zusammenstellung und Quantifizierung aller Input- und Outputflüsse eines <u>Produktsystems</u> im Verlauf seines <u>Lebensweges</u> umfasst. Die Sachbilanz ist ein beschreibendes Modell des betrachteten <u>Produktsystems</u> das dessen Umweltauswirkungen nicht bewertet, vielmehr dienen die Ergebnisse der Sachbilanz als Grundlage für die folgende Ökobilanzierungsphase der Wirkungsabschätzung.
Sekundärdaten	secondary data	Daten, die nicht durch direkte Messung oder Berechnung im betrachteten <u>Produktsystem</u> gewonnen wurden sondern z.B. aus Datenbanken stammen
Sekundärmaterial	secondary material/recycled material	Material, das aus einem <u>Produktsystem</u> als Abfall austritt oder aus einem Produkt nach Ende dessen Nutzung zurückgewonnen wird und als Sekundärrohstoff wieder in ein <u>Produktsystem</u> eingeht, wo es Primärrohstoffe ersetzt
Sensitivitätsanalyse	sensitivity analysis	systematisches Verfahren zur Einschätzung der Wirkungen der getroffenen Auswahl an Methoden und Daten auf die Ergebnisse einer Studie (DIN Deutsches Institut für Normung, 2006b)
Stellvertreterdaten	proxy data	Daten einer ähnlichen Aktivität, die als Ersatz für fehlende Daten verwendet werden. Sie können extrapoliert, skaliert oder angepasst sein (WRI/WBCSD, 2011)
Strahlungsantrieb	radiative forcing	Der Strahlungsantrieb ist ein Maß für den Einfluss, den ein Faktor auf die Änderung des Gleichgewichts von einfallender und abgehender Energie im System Erde-Atmosphäre hat
Systemgrenze	system boundary	Die Systemgrenze trennt das <u>Produktsystem</u> von seiner Systemumgebung und kann durch Abschneidekriterien festgelegt werden
Technosphäre	technosphere	Gesamtheit aller Prozesse, die der Mensch unter Kontrolle hat.

Treibhausgas (THG)	greenhouse gas (GHG)	gasförmige Bestandteile der Atmosphäre natürlichen und anthropogenen Ursprungs, die Strahlung bestimmter Wellenlängen innerhalb der von der Erdoberfläche, der Atmosphäre und der Wolken emittierten Infrarotstrahlung absorbieren und emittieren
Treibhausgassenke	greenhouse gas sink	langfristige Speicherung von CO ₂ bzw. Kohlenstoff z.B. im Wald
Treibhauspotenzial	global warming potential (GWP)	Faktor, der den über einen gewählten Zeithorizont integrierten <u>Strahlungsantrieb</u> eines <u>Treibhausgases</u> im Vergleich zu demjenigen von Kohlendioxid ausgedrückt in <u>CO₂-Äquivalenten</u> , angibt. Dabei wird sowohl die unterschiedliche Verweilzeit als auch das unterschiedliche Infrarot-Absorptionsvermögen der verschiedenen <u>Treibhausgase</u> berücksichtigt.
Vorkette/ vorgelagerte Emissionen	upstream (emissions)	Emissionen aus Prozessen, die im <u>Lebensweg</u> des Produktes vor denen liegen, die dem durchführenden Unternehmen zueigen sind oder die es kontrolliert (z.B. Rohstoffgewinnung)
Wirkungskategorie	impact category	Klasse, die wichtige Umweltthemen repräsentiert und der Sachbilanzergebnisse zugeordnet werden können (DIN Deutsches Institut für Normung, 2006b). Mit dem PCF wird lediglich die Wirkungskategorie Treibhauseffekt bzw. Klimaänderung erfasst. Umfassende <u>Ökobilanzen</u> betrachten darüber hinaus Wirkungskategorien wie z.B. Versauerung, Eutrophierung, Human- und Ökotoxizität.
zusätzliche Anforderungen	supplementary requirements	Anforderungen zur Bilanzierung von THG-Emissionen bezogen auf spezielle Produkttypen oder Produktsektoren, die auf die Anwendung der PAS 2050:2011 abzielen (BSI, 2011b)
Zwischenprodukt	intermediate product	Ein zur Weiterverarbeitung bestimmtes Produkt, das als <u>Input</u> für die Produktion anderer Güter oder Dienstleistungen genutzt wird. Die endgültige Funktion des Produktes ist nicht zwangsläufig bekannt

Literaturverzeichnis

- BLE, 2010, Leitfaden Nachhaltige Biomasseherstellung. Bonn: Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung.
- BMU/BDI, 2012, Produktbezogene Klimaschutzstrategien. Product Carbon Footprint verstehen und nutzen. Berlin: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
- BSI, 2008, PAS 2050:2008 Publicly Available Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services. London: British Standards Institution.
- BSI, 2010, PAS 2060:2010 Publicly Available Specification for the demonstration of carbon neutrality. London: British Standards Institution.
- BSI, 2011a, The guide to PAS 2050:2011 How to carbon footprint your products, identify hotspots and reduce emissions in your supply chain. . London: British Standard Institution.
- BSI, 2011b, PAS 2050:2011 Publicly Available Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services. London: British Standards Institution.
- BSI, 2012, PAS 2050-1:2012 Assessment of the life cycle greenhouse gas emissions from horticultural products, Supplementary requirements for the cradle to gate stages of GHG assessments of horticultural products undertaken in accordance with PAS 2050. London: British Standards Institution.
- Deinert, C. und Pape, J., 2011, Der PCF - Die Methodik bei Märkisches Landbrot. München: Oekom.
- DIN, 2012, DIN EN ISO 14064-1:2012 Treibhausgase - Teil 1: Spezifikation mit Anleitung zur quantitativen Bestimmung und Berichterstattung von Treibhausgasemissionen und Entzug von Treibhausgasen auf Organisationsebene (ISO 14064-1:2006). Berlin: Beuth.
- DIN Deutsches Institut für Normung, 2006a, DIN EN ISO 14025:2006 Umweltkennzeichnungen und -deklarationen – Typ III Umweltdeklarationen – Grundsätze und Verfahren. Berlin: Beuth.
- DIN Deutsches Institut für Normung, 2006b, DIN EN ISO 14040:2006 Umweltmanagement - Ökobilanz - Grundsätze und Rahmenbedingungen. Berlin: Beuth.
- DIN Deutsches Institut für Normung, 2006c, DIN EN ISO 14044:2006 Umweltmanagement - Ökobilanz - Anforderungen und Anleitungen. Berlin: Beuth.
- DIN Deutsches Institut für Normung, 2013, DIN EN 16258:2013 Methode zur Berechnung und Deklaration des Energieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen bei Transportdienstleistungen (Güter- und Personenverkehr). Berlin: Beuth.
- ecoinvent Centre, 2010, ecoinvent data v2.2. ecoinvent reports No. 1-25. Dübendorf, Schweiz: Swiss Centre for Life Cycle Inventories.
- IFEU Heidelberg, 2012, Aktualisierung "Daten- und Rechenmodell: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1960-2030" (TREMODO, Version 5.3) für die Emissionsberichterstattung 2013 (Berichtsperiode 1990-2011). Endbericht.
- IPCC, 1996, Climate Change 1995: The Science of Climate Change. Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In J. T. Houghton, L.G. Meira Filho, B.A. Callander, N. Harris, A. Kattenberg und K. Maskell (Eds.), Second Assessment Report Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Intergovernmental Panel on Climate Change.
- IPCC, 2006a, Volume 4. Agriculture, Forestry and Other Land Use, Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Genf, Schweiz: Intergovernmental Panel on Climate Change.
- IPCC, 2006b, Volume 4. Agriculture, Forestry and Other Land Use. Chapter 10, Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Genf, Schweiz: Intergovernmental Panel on Climate Change.
- IPCC, 2006c, Volume 4. Agriculture, Forestry and Other Land Use. Chapter 11, Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Genf, Schweiz: Intergovernmental Panel on Climate Change.
- IPCC, 2007, Climate change 2007 - The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor und H. L. Miller (Eds.), Fourth Assessment Report 1. publ. ed.: VIII, 996 S. Cambridge [u.a.]: Intergovernmental Panel on Climate Change.
- ISO International Organization for Standardization 2013, ISO/TS 14067:2013 Greenhouse gases - Carbon footprint of products - Requirements and guidelines for quantification and communication.
- Joint Research Centre, 2013, <http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/projects/RenewableEnergy/> Zugriff am 18.09.2013
- Kim, D.-G., Hernandez-Ramirez, G. und Giltrap, D., 2013, Linear and nonlinear dependency of direct nitrous oxide emissions on fertilizer nitrogen input: A meta-analysis. Agriculture, Ecosystems & Environment, 168(0): 53-65.
- Klöpffer, W. und Grahl, B., 2009, Ökobilanz (LCA) Ein Leitfaden für Ausbildung und Beruf. Weinheim: Wiley-VCH.
- Kranke, A., 2010, So ermitteln Sie den CO₂-Fußabdruck. VerkehrsRundschau, 2010(51-52): 36-38.

- Kranke, A., 2011, Leicht verbesserte CO₂-Datenlage. VerkehrsRundschau, 2011(2): 30-32.
- Kranke, A., Schmied, M. und Schön, A. D., 2011, CO₂-Berechnung in der Logistik. Datenquellen, Formeln, Standards. München: Verlag Heinrich Vogel.
- PCF-Pilotprojekt Deutschland, 2009, Product Carbon Footprinting - Ein geeigneter Weg zu klimaverträglichen Produkten und deren Konsum? Berlin.
- Rösemann, C., Haenel, H.-D., Dämmgen, U., Poddey, E., Freibauer, A., Wulf, S., Eurich-Menden, B., Döhler, H., Schreiner, C., Bauer, B. und Osterburg, B., 2013, Calculations of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990-2011: Report on methods and data (RMD) Submission 2013, Thünen Rep 1: 390. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut.
- Schächtele, K. und Hertle, H., 2007, Die CO₂-Bilanz des Bürgers. Recherche für ein internetbasiertes Tool zur Erstellung persönlicher CO₂-Bilanzen. Heidelberg: Ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung.
- Schmied, M. und Knörr, W., 2011, Berechnung von Treibhausgasemissionen in Spedition und Logistik: Begriffe, Methoden, Beispiele. Bonn: Deutscher Speditions- und Logistikverband.
- Sima, A., Möhrmann, I., Thomae, D. und Schlich, E., 2012, Einkaufswege als Teil des Consumer Carbon Footprints (CCF). Zum Anteil des Endverbrauchers an der Klimarelevanz von Prozessketten im Lebensmittelbereich. ErnährungsUmschau(9): 524-530.
- Statistisches Bundesamt, 2012, Umweltnutzung und Wirtschaft - Tabellen zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen - Teil 3: Luftemissionen – Ausgabe 2012. Wiesbaden.
- Umweltbundesamt, 2013, http://www.umweltbundesamt.de/emissionen/archiv/2013/2012_12_13_EM_Entwicklung_in_D_Trendtabelle_THG_v1.2.0_sauber.zip, Zugriff am 17.06.2013
- Umweltbundesamt, 2013a, <http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/document/downloadImage.do?ident=23566>, Zugriff am 16.07.2013
- United Nations Statistics Devision, 2013, http://unstats.un.org/unsd/environment/air_greenhouse_emissions.htm, Zugriff am 17.06.2013
- Walter, S. und Schmidt, M., 2008, Carbon Footprints und Carbon Label – eine echte Hilfe bei der Kaufentscheidung? UmweltWirtschaftsForum, 16. Jg.(4/08): 175-181.
- WRI/WBCSD, 2004, Greenhouse Gas Protocol - A Corporate Accounting and Reporting Standard - Revised Edition. Washington and Geneva: World Resources Institute and World Business Council for Sustainable Development.
- WRI/WBCSD, 2011, Greenhouse Gas Protocol - Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard. Washington and Geneva: World Resources Institute and World Business Council for Sustainable Development.

Weiterführende Literatur und Links

Download des GHG Produktstandards sowie weiterer Anleitungen, Hintergrundinformationen und Tools der GHG Protocol Initiative:

<http://www.ghgprotocol.org/standards/product-standard>

Download einer Liste von Datenbankanbietern:

<http://www.ghgprotocol.org/Third-Party-Databases>

Download von Produktkategorieregeln/Product Category Rules:

<http://www.environdec.com/en/Product-Category-Rules/>

Download der PAS 2050:2011:

<http://shop.bsigroup.com/en/forms/PASs/PAS-2050>

Download des Leitfadens zur PAS 2050:2011

<http://shop.bsigroup.com/en/forms/PASs/PAS-2050-Guide/>

Download BMU/BDI Broschüre Produktbezogene Klimaschutzstrategien - Product Carbon Footprint verstehen und nutzen

http://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/KS_Strategien_barrierefrei.pdf

Download BMU/BDI/UBA Broschüre Umweltinformationen für Produkte und Dienstleistungen. Anforderungen - Instrumente – Beispiele 2008

<http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/3700.html>

Download Memorandum Carbon Footprint

[http://www.bmu.de/service/publikationen/downloads/details/artikel/memorandum-span-langenproduct-carbon-footprintspar/?tx_ttnews\[backPid\]=431](http://www.bmu.de/service/publikationen/downloads/details/artikel/memorandum-span-langenproduct-carbon-footprintspar/?tx_ttnews[backPid]=431)

PCF Pilotprojekt Deutschland/Plattform Klimavertäglicher Konsum Deutschland

<http://www.pcf-projekt.de>

Download des Ergebnisberichts zum PCF-Pilotprojekt Deutschland:

http://www.pcf-projekt.de/files/1241099725/ergebnisbericht_2009.pdf

Download Endbericht TREMOD, Version 5.3 (Aktualisierung "Daten- und Rechenmodell: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1960-2030" für die Emissionsberichtserstattung 2013 (Berichtsperiode 1990-2011)):

http://fb4.ifeu.de/verkehrundumwelt/pdf/IFEU%282012%29_Bericht%20TREMODO%20FKZ%20360%2016%20037_121113.pdf

Softwareunterstützung

Umberto NXT CO₂ (ifu Hamburg):

<http://www.carbonfootprint-software.com>

GaBi (PE International und Universität Stuttgart):

<http://www.gabi-software.com>

Sima Pro (PRé Consultants):

<http://www.simapro.de>

TEAMTM (Ecobilan, PricewaterhouseCoopers, Frankreich):

<http://ecobilan.pwc.fr/en/boite-a-outils/team.jhtml>

Quantis Suite (Quantis):

<http://www.quantis-intl.com/software.php>

CCaLC (University of Manchester):

<http://www.ccalc.org.uk>

Footprint Expert™ (Carbon Trust):

<http://www.carbontrust.com/client-services/footprinting/footprint-measurement/carbon-footprint-software>

Internet-Rechner zur Bestimmung von Transportemissionen

Eco TransIT World

<http://www.ecotransit.org>

Online-Rechner mit individueller Berechnung des Nutzungsprofils

<http://landbrot.de/pcfml/>

<http://www.hp.com/large/ipg/ecological-printing-solutions/carbon-footprint-calc.html>

Initiativen zur klimabezogenen Produktkennzeichnung

<http://www.carbontrust.co.uk>

<http://www.climatop.ch>

<http://www.stop-climate-change.de>

<http://www.blauer-engel.de>

Stichwortverzeichnis

Abfall	34, 46	ISO 14044	13
Abschneidekriterium	32	ISO/TS 14067	14, 92
Aktivitätsdaten	39, 40, 41	Klimaneutralität	80
Allokation	45	Klimaregionen	59
Ökonomische Allokation	49	Kohlendioxid	4, 37
Physikalische Allokation	49	Kohlenstoff	52
Recycling	50	-bestand	56, 58
Transport	50	Biogener Kohlenstoff	52
Vermeidung	46	Speicherung	68
Analyse	76	verzögerte Freisetzung	68
Äquivalenzprodukt	46	Kohlenstoffgehalt	40
Berichterstattung	81, 108	Kohlenwasserstoffe, perfluoriert	37
Betriebsstoffe	28, 41, 42	Kommunikation	81, 87
Bilanzzeitraum	34	Kompensation	53, 80
Carbon Label	82, 84	Koppelprodukt	45
CCaC	19	Kritische Prüfung	75
Closed-loop Recycling	65	Label	82, 88
CO ₂ -Äquivalent	4	Labeling	79, 82
Corporate Carbon Footprint	10	Lachgas	4, 37, 56, 60
Cradle-to-gate	31, 41	Lagerung	29
Cradle-to-grave	30	Landnutzungsänderung	56
Cut off-Methode	66, 68	Landnutzungskategorie	56
Datenbanken	41	Landwirtschaft	60, 61
Datenerfassungsbogen	95	Lebensweg	8
Datenqualität	44	Lebenswegphase	28, 30
Datensammlung	38	Life Cycle Assessment	8
Dienstleistung	30	Marketing	23, 87
DIN EN 16258	51	Methan	37, 61
Distribution	29, 61	Nutzung	29, 62
Eco TransIT World	55	Offsetting	53, 80
Eigensicherung	74	Ökobilanz	8, 13
Eigenstromgewinnung	53	Ökostrom	53
Einkaufsfahrt	63	Open-loop Recycling	66, 105
Emissionsdaten	39, 41	PAS 2050	13, 92
Emissionsfaktoren	39, 40	PAS 2050-1	58
Emissionsintensität	40	PAS 2060	80
Entsorgung	30, 34, 65	Primärdaten	41
Entzug	51, 52, 69	Prinzipien	38
Ergebnisdarstellung	76	Product Category Rule	14
Ergebnisverwertung	76	Produktfunktion	25
Flugverkehr	55	Produktkategorieregel	14
Fluorkohlenwasserstoffe, teilhalogeniert	37	Produktkennzeichnung	82
Footprint Expert™	19	Produktlebensweg	8, 28
Funktionelle Einheit	25, 27	Produktnutzen	25
GaBi	19	Produktsystem	28, 32, 36
Gate-to-gate	31	Produktvergleich	79
GHG Produktstandard	2, 14	Prozessmodul	36
Global Warming Potential	4, 40	Qualitätssicherung	74
Gutschrift	46	Quantis Suite	20
Herstellung	29, 61	Recycled content Methode	66
Hilfsstoffe	28, 41, 42	Recycling	65
Investitionsgüter	61	Closed-loop Recycling	65
ISO 14020	86	Cut off-Methode	66
ISO 14025	15	Open-loop Recycling	66
ISO 14040	8, 13	Recycled content-Methode	66

Reduktionsziele	79	TEAM™	20
Referenzfluss	27, 69	Transport.....	54, 61, 100
RFI-Wert	55	Treibhausgas	4, 37, 52, 89
Rohstoffgewinnung	28, 55	Treibhausgasintensitäten.....	41
Schwefelhexafluorid.....	37	Treibhauspotenzial.....	4, 37, 40
Sekundärdaten	41	Treibhauswirkung	4
Sekundärmaterial.....	50, 65	Umberto NXT CO ₂	20
Senke.....	68	Unsicherheit.....	70
Sensitivitätsanalyse	71, 72	Modell-.....	72
Sima Pro	20	Parameter-	71
Software	18	qualitativ	72
Strommix.....	53	quantitativ.....	72
Systemerweiterung	46	Szenario-	71
Systemfließbild.....	36	Untersuchungsrahmen	22
Systemgrenze	32	Verifizierung.....	74
Geografische Systemgrenze	33	Vorprodukt.....	41, 43
Technologische Systemgrenze	33	Werbung	87
Zeitliche Systemgrenze	34	Zeithorizont.....	4
Systemumgebung.....	32, 36	Zieldefinition	22
Szenarioanalyse.....	72	Zwischenprodukt	27