

Handbuch „ÖkoLogistik“

Teil 1: Grundlagen

Teil 2: Methoden (Stand: 11.03.2013)

Teil 3: Maßnahmen-Katalog

Teil 4: Quellenverzeichnis

Teil 5: Projektbeispiele

Herausgeber: Prof. Dr.-Ing. Günter Kummetersteiner
<http://www.haw-aw.de/kummetersteiner>

Autorenverzeichnis: siehe Anhang



Hochschule Amberg-Weiden
für angewandte Wissenschaften
University of Applied Sciences

Dieses Handbuch dient ausschließlich zur Dokumentation der entsprechenden Projekt- und Forschungsarbeiten an der Hochschule Amberg-Weiden und ist nicht für kommerzielle Zwecke bestimmt. Es hat den Charakter einer sukzessive zu verfeinernden und zu erweiternden Ausarbeitung und erfüllt somit keinen Anspruch nach Vollständigkeit. Aufgrund der sukzessiven Erweiterung kann auch die Aktualität der bereits in früheren Versionen beschriebenen Inhalte nicht immer sichergestellt werden: diesbezüglich ist auch das Datum der aufgeführten Quellenangaben zu beachten. Die Verwendung von Materialien bestimmter Firmen o.ä. erfolgt rein exemplarisch (auch Zahlenwerte etc.) und stellt keine Wertung dar.

Trotz gewissenhafter Erarbeitung der Inhalte können Lücken oder Fehler auftreten. Eine Haftung für mögliche aus der Nutzung dieser Unterlagen resultierende Folgen ist ausgeschlossen. Zudem ist zu Fragen der Haftung etc. das Impressum der HAW-Homepage zu beachten (siehe <http://www.haw-aw.de/impressum/>).

Hinweise auf falsche oder fehlende Angaben werden vom Herausgeber gerne entgegengenommen und ggf. bei der nächsten Überarbeitung berücksichtigt.

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	V
1 Einleitung	1
1.1 Zielsetzung	1
1.2 Struktur der Dokumentation	2
1.2.1 Grundsätzliche Aufteilung	2
1.2.2 Aufbau der Methodenbeschreibungen	3
1.3 Ergänzende Hinweise	3
2 Komplexe Methoden für standardisierte Bilanzierungen.....	4
2.1 Vorbemerkungen	4
2.1.1 Hinweise zur begrifflichen Vielfalt.....	4
2.1.2 Einsatzmöglichkeiten	5
2.2 Betrachtungsumfang Unternehmen	6
2.2.1 Treibhausgasbilanz nach DIN EN ISO 14064-1	6
2.2.1.1 Kurzbeschreibung	6
2.2.1.2 Methodenumfang	6
2.2.2 GHG Protocol Corporate Standard	9
2.2.2.1 Kurzbeschreibung	9
2.2.2.2 Methodenumfang	9
2.2.3 GHG Protocol Scope 3 Standard	11
2.2.3.1 Kurzbeschreibung	11
2.2.3.2 Methodenumfang	12
2.2.4 GRI Guidelines.....	12
2.2.4.1 Kurzbeschreibung	12
2.2.4.2 Methodenumfang	13
2.2.5 Vorgaben im Rahmen des EU-Emissionshandels.....	13
2.2.5.1 Kurzbeschreibung	13
2.2.5.2 Methodenumfang	14
2.2.6 Fazit zum Betrachtungsumfang Unternehmen	14
2.3 Betrachtungsumfang Produkte (Waren und Dienstleistungen)	17
2.3.1 Ökobilanz nach DIN EN ISO 14040 und 14044	17
2.3.1.1 Kurzbeschreibung	17
2.3.1.2 Methodenumfang	18

2.3.2	International Reference Life Cycle Data System (ILCD)	19
2.3.2.1	Kurzbeschreibung	19
2.3.2.2	Methodenumfang	21
2.3.3	Carbon Footprint von Produkten (CFP) nach DIN ISO 14067	21
2.3.3.1	Kurzbeschreibung	21
2.3.3.2	Methodenumfang	22
2.3.4	PAS 2050	24
2.3.4.1	Kurzbeschreibung	24
2.3.4.2	Methodenumfang	24
2.3.5	GHG Protocol Product Standard	25
2.3.5.1	Kurzbeschreibung	25
2.3.5.2	Methodenumfang	25
2.3.6	Leitfaden von BMU und BDI	28
2.3.6.1	Kurzbeschreibung	28
2.3.6.2	Methodenumfang	29
2.3.7	Zwischenfazit zum Betrachtungsumfang Produkte	30
2.3.8	Ausblick: Product Environmental Footprint (PEF)	33
2.4	Betrachtungsumfang Transportketten	35
2.4.1	Bestandteil übergeordneter Betrachtungsumfänge	35
2.4.2	DIN EN 16258	35
2.4.2.1	Kurzbeschreibung	35
2.4.2.2	Methodenumfang	36
3	Fazit bzgl. ökologischer Optimierung	38
Anhang	39

Abkürzungsverzeichnis

BDI	Bundesverband der Deutschen Industrie e. V. [BMU-12a, Impressum]
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit [BMU-12a, Impressum]
BSI	British Standards Institution [GHG-11a]
CFP	Carbon Footprint (Treibhausgasbilanz) eines Produktes [DIN-12a]
CO _{2e}	Kohlendioxid-Äquivalent [DIN-12a]
EPER	European Pollutant Emissions Register [GHG-04, S.13]
EU ETS	EU emissions trading system [ETS-13b]
GHG	Greenhouse Gas [GHG-11a, S.132]
GRI	Global Reporting Initiative [GRI-11]
GWP	global warming potential, engl. für Treibhauspotential [DIN-12a]
ILCD	International Reference Life Cycle Data System [LCT-13c]
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change [GHG-11a, S.132]
ISO	International Organization for Standardization [GHG-11a]
LCA	Life Cycle Assessment [LCT-13d]
LCIA	Life Cycle Impact Assessment [DIN-06a]
LCT	Life Cycle Thinking [LCT-13d]
PAS	Publicly Available Specification [GHG-11a]
PEF	Product Environmental Footprint [PEF-12a]
THG	Treibhausgase; engl.: greenhouse gases [DIN-12a]
VOS	vehicle operation system (Fahrzeugeinsatz-System) [DIN-13a, S.11]
WBCSD	World Business Council for Sustainable Development [GHG-11a, S.132]
WRI	World Resources Institute [GHG-11a, S.132]

1 Einleitung

1.1 Zielsetzung

Um sowohl die ökologischen Auswirkungen von logistischen Prozessen als auch das Potential und den Nutzen von möglichen Optimierungsmaßnahmen (vgl. Teil 3 dieses Handbuchs) konkret beurteilen zu können, werden **Bewertungskriterien** benötigt (siehe auch Abschnitt 4 im Teil 1 dieses Handbuchs). In diesem Teil 2 des „Handbuchs ÖkoLogistik“ werden zur Quantifizierung geeigneter Bewertungskriterien **Methoden** unterschiedlicher Komplexität vorgestellt und analysiert. Die Bandbreite reicht dabei von einfachen Berechnungsvorgaben zur punktuellen Betrachtung eines einzelnen Kriteriums bis hin zu komplexen Methoden zur Bestimmung der gesamten Umweltverträglichkeit umfangreicher Prozessketten.

Damit sollen im Detail folgende Aufgaben unterstützt werden:

- Die Methoden ermöglichen die **Darstellung** potenzieller Umweltwirkungen von Prozessen oder Produkten. (vgl. [DIN-09b, S.4])
- Die **Analyse** der Ist-Situation bestimmter Logistikprozesse mit Hilfe der Bewertungskriterien und Methoden kann aufzeigen, an welchen Stellen ein Optimierungspotential besteht. (vgl. auch [DIN-12a, S.6])
- Bei der Planung und Prüfung einzelner ökologischer Maßnahmen kann der Zustand nach Umsetzung der Maßnahme mit der jeweiligen Ausgangssituation verglichen werden. Durch **Gegenüberstellung** der „Vorher/Nachher“-Werte aller relevanten Bewertungskriterien kann eine fundierte Entscheidung bzgl. der jeweiligen Maßnahme abgeleitet werden¹. (vgl. auch [DIN-12b, S.5])

¹ Die Einhaltung gesetzlicher Grenzwerte (z.B. TA Luft vgl. [TAL-10]) wird dabei als selbstverständlich vorausgesetzt.

1.2 Struktur der Dokumentation

1.2.1 Grundsätzliche Aufteilung

Nach einer ersten übergeordneten Recherche nach Methoden mit Bezug zu ökologischen Bewertungen wird folgende Grundstruktur gebildet:

- Komplexe Methoden für standardisierte Bilanzierungen:
z.B. Ökobilanz nach DIN EN ISO 14040 und 14044
- Zertifizierbare Umweltmanagementsysteme: z.B. DIN EN ISO 14001
- Labeling-Programme: z.B. ISO 14024
- Unterstützende Berechnungsmethoden für spezielle Daten:
z.B. Überschlägige Ermittlung des Energiebedarfs pro Batterieladung²
- EDV-gestützte Kalkulationsprogramme

In der aktuellen Version dieser Dokumentation wird zunächst der erste Block „Komplexe Methoden für standardisierte Bilanzierungen“ analysiert. Da logistische Prozesse oft als Bestandteile übergeordneter Prozessketten betrachtet werden, erfolgt dabei im Sinne einer möglichst umfassenden Recherche – auch orientiert an den Ausrichtungen der erfassten Quellen – eine Ausweitung der **Betrachtungsumfänge**³ auf folgende Struktur:

- Unternehmen,
- Produkte (Waren und Dienstleistungen),
- Transportketten.

² Nr. 2 der Infoblätter FA305 (VDI-Gesellschaft Produktion und Logistik)

³ Zu ergänzen wäre in zukünftigen Versionen dieser Dokumentation noch der Betrachtungsumfang „Projekte“ mit z.B.

- GHG Protocol „Project Accounting Protocol and Guidelines“
- DIN EN ISO 14064-2

1.2.2 Aufbau der Methodenbeschreibungen

Die Darstellung erfolgt im Stil einer strukturierten **Übersicht** inkl. ausgewählter charakterisierender Informationen je Methode. Zu weiteren u.a. für die eigentliche Anwendung erforderlichen Details wird jeweils auf die Original-Dokumentationen (z.B. Normen) verwiesen. Bei der Beschreibung der einzelnen Methoden wird grundsätzlich wie folgt unterteilt:

- **Kurzbeschreibung:** z.B. Zielsetzung, Einsatzmöglichkeiten, Basiskriterien, Ergebnisse
- **Methodenumfang:** z.B. Grundlagen, Vorgehensweise

Insbesondere die Abschnitte „Methodenumfang“ sind unterschiedlich detailliert dokumentiert. Der Umstand der teilweise noch recht kurzen Beschreibungen ist auf die zeitlichen Restriktionen der bisherigen Projektphasen zurückzuführen; die weniger ausführlich beschriebenen Methoden sollen aber nicht als minder wichtig eingestuft werden.

Die Analyse der Methoden und insbesondere das „Fazit“ zu einzelnen Abschnitten erfolgt auf Basis der bisherigen Recherchen und vorbehaltlich einer detaillierteren Analyse der Methodenumfänge. Auch eine Verifizierung der einzelnen Methoden durch eigene Anwendung in der Praxis ist nicht Grundlage dieser Dokumentation.

1.3 Ergänzende Hinweise

Zum besseren Verständnis der englischen Fachausdrücke in verschiedenen Quellen hilft z.B. auch die (teilweise) zweisprachige Ausführung der Normen DIN EN ISO 14040, 14044, 14064-1 und DIN ISO 14067 (vgl. auch Anhang 3).

2 Komplexe Methoden für standardisierte Bilanzierungen

2.1 Vorbemerkungen

2.1.1 Hinweise zur begrifflichen Vielfalt

Im Zusammenhang mit der Umweltrelevanz von Produkten, Prozessen o.ä. sind verschiedene Begriffe gebräuchlich. Einige davon sollen an dieser Stelle zunächst grob unterschieden werden:

- **Treibhausgasbilanz:** übergeordneter allgemeiner Begriff für die Bilanzierung der Emission und des Entzugs von Treibhausgasen⁴ für verschiedene Systeme (Produkte, Organisationen, Projekte); vgl. [DIN-12a],[DIN12-b]
- **CO₂-Fußabdruck** oder Product **Carbon Footprint:** nach [BMU-12a, S.18] eine produktbezogene Treibhausgasbilanz (vgl. auch [DIN-12a, S.9])
- **Ökobilanz:** ganzheitliche Betrachtung verschiedener Umweltaspekte⁵, bezogen auf ein Produkt, üblicherweise keine Betrachtung von ökonomischen oder sozialen Aspekten [DIN-09b, S.14f]
- **Sachbilanz-Studie**⁶: Entspricht einer Ökobilanz ohne Wirkungsabschätzung, d.h. nach der Sachbilanz wird direkt eine Auswertung durchgeführt. [DIN-09b, S.5]

Eine detailliertere Erläuterung der einzelnen Begriffe erfolgt in den jeweiligen Abschnitten.

⁴ vgl. Teil 1 „Grundlagen“ dieses Handbuchs ÖkoLogistik

⁵ d.h. nicht „nur“ Treibhausgas-Emissionen

⁶ „Eine Sachbilanz-Studie allein darf nicht für Vergleiche benutzt werden, die für die Verwendung in zur Veröffentlichung vorgesehenen vergleichenden Aussagen bestimmt sind.“ [DIN-06a, S.15]

2.1.2 Einsatzmöglichkeiten

Vor dem Hintergrund, dass viele Staaten Schritte unternehmen um die Treibhausgasemissionen zu reduzieren (Emissionshandelsprogramme, CO₂- oder Energie-Steuern etc.), können Methoden zur Ermittlung der Treibhausgasemissionen für Unternehmen u.a. hilfreich sein hinsichtlich [GHG-04, S.3 u. 10ff]:

- Identifizierung der Möglichkeiten zur Treibhausgas-Reduktion
- Berichterstattung im Rahmen von freiwilligen oder verpflichtenden Treibhausgas-Programmen⁷
- Teilnahme an Treibhausgas-Märkten⁸

Zudem sehen sich Unternehmen in wachsendem Ausmaß mit Forderungen von z.B. Investoren oder Kunden konfrontiert, Aussagen zu ihren Treibhausgasemissionen bzw. deren Reduzierungen zu machen⁹ [GHG-11a, S.5 u. 9f]. Auch auf die Mitarbeiterbindung und –gewinnung können die Anstrengungen eines Unternehmens zur Thematisierung von Produktemissionen positive Auswirkungen haben [GHG-11a, S.11].

⁷ z.B. European Pollutant Emissions Register (EPER) [GHG-04, S.13]

⁸ z.B. EU ETS [GHG-04, S.13]

⁹ “Therefore, identifying reduction opportunities, setting goals and reporting on progress to stakeholders may help differentiate a company in an increasingly environmentally conscious marketplace.” [GHG-11a, S.10]

2.2 Betrachtungsumfang Unternehmen

2.2.1 Treibhausgasbilanz nach DIN EN ISO 14064-1

2.2.1.1 Kurzbeschreibung

In Teil 1 der DIN EN ISO 14064 werden Grundsätze für und Anforderungen an Treibhausgasbilanzen auf Organisationsebene¹⁰ formuliert. Betrachtet werden die Phasen Planung, Erstellung, Management, Berichterstattung und Verifizierung der Treibhausgasbilanz. [DIN-12b, S.5 u.11] Als Zusammenfassung der folgenden Beschreibung des Methodenumfanges lässt sich festhalten: Wesentliches Ergebnis sind die durch die Anlagen einer Organisation verursachten direkten und indirekten CO₂e-Massen.

2.2.1.2 Methodenumfang

Die Norm erläutert folgende Aufgaben:

- **Planung und Erstellung von Treibhausgasbilanzen:** Die Treibhausgasbilanz einer Organisation entsteht dabei dadurch, dass die Treibhausgasemissionen und der Entzug¹¹ von Treibhausgasen durch alle **Anlagen**, aus denen die Organisation besteht, zusammengeführt werden. Hinsichtlich der Emissionen werden direkte¹², energiebedingte¹³ indirekte und andere¹⁴ indirekte

¹⁰ Organisation: „Gesellschaft, Körperschaft, Betrieb, Unternehmen, Behörde oder Institution oder Teil oder Kombination davon, eingetragen oder nicht, öffentlich oder privat, mit eigenen Funktionen und eigener Verwaltung“ [DIN-12b, S.15]

¹¹ In dieser Norm wird – im Gegensatz zum GHG Protocol Corporate Standard – auch explizit vom möglichen Entzug von Treibhausgasen gesprochen. In [GHG-04, S.88ff] wird die optionale Möglichkeit der Betrachtung des Treibhausgasabbaus erst im Anhang B angesprochen. Allgemein zum besseren Verständnis des Begriffs „Entzug von Treibhausgasen“: siehe auch Erläuterung in Abschnitt 2.3.5.2.

¹² aus organisationseigenen Treibhausgasquellen (o.ä.) [DIN-12b, S.12]

¹³ „erzeugt durch von außen bezogene Elektrizität, Hitze oder Dampf, die/der von der Organisation verbraucht wird“ [DIN-12b, S.13]

Treibhausgasemissionen sowie direkte CO₂-Emissionen aus der Verbrennung von Biomasse unterschieden. Die Auswirkungen von sog. gerichteten Tätigkeiten¹⁵ oder Klimaschutzprojekten können ebenfalls dargestellt werden. [DIN-12b, S.20ff]

- **Quantitative Bestimmung von Treibhausgasemissionen und des Entzugs von Treibhausgasen:** Nach der Identifizierung von Treibhausgasquellen und –senken sind geeignete Methoden¹⁶ zur quantitativen Bestimmung auszuwählen und die Bestimmung durchzuführen. Beispielsweise können „die Treibhausgasemissionen oder die entzogenen Mengen durch Multiplikation der treibhausgasbezogenen Aktivitätsdaten mit Treibhausgas-Emissions- oder -Entzugsfaktoren berechnet werden.“¹⁷ Alle Treibhausgasmengen sind mithilfe der entsprechenden Treibhausgaspotentiale (vgl. Anhang C der Norm¹⁸) in „Tonnen CO₂e“ umzuwandeln. [DIN-12b, S.24ff]
- **Qualitätsmanagement von Treibhausgasbilanzen:** regelt insbesondere die Verwaltung von Informationen über Treibhausgase [DIN-12b, S.31ff]

¹⁴ resultieren aus Aktivitäten einer Organisation, stammen jedoch von fremden Treibhausgasquellen [DIN-12b, S.13]; Beispiele für auslösende Tätigkeiten können sein: Transporte von Produkten durch eine andere Organisation, Auftragsfertigung, Abfallentsorgung durch eine andere Organisation, die Nutzung der Produkte [DIN-12b, Anhang B]

¹⁵ gerichtete Tätigkeit: „bestimmte Tätigkeit oder Initiative, die nicht als Klimaschutzprojekt ... organisiert ist und von einer Organisation implementiert wird, um direkte oder indirekte Treibhausgasemissionen zu verringern oder zu verhindern oder um den Entzug von Treibhausgasen zu erhöhen.“ [DIN-12b, S.16]

¹⁶ Diverse Verfahren für Berechnung oder Messung oder die Kombination aus beidem [DIN-12b, S.26]

¹⁷ „Beispiele für treibhausgasbezogene Aktivitätsdaten sind die Menge an verbrauchter (verbrauchten) Energie, Brennstoffen oder Elektrizität, hergestelltem Material, erbrachten Dienstleistungen oder betroffener Grundstücksfläche.“ [DIN-12b, S.13]

¹⁸ Im Anhang C dieser Norm sind alte Treibhauspotential-Werte angegeben: sie stammen aus den „Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories“, wohingegen in Entwurf DIN EN ISO 14067 Anhang A die Werte des Vierten IPCC-Sachstandsberichtes „Climate Change 2007“ aufgeführt sind. (vgl. [DIN-12b, Anhang C], [DIN-12a, Anhang A], [IPC-07, Spalte „SAR“]; SAR = Second Assessment Report; Climate Change 1995, vgl. http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_reports.shtml)

- **Berichterstattung über Treibhausgase:** beschreibt u.a. die Inhalte eines Treibhausgasberichtes [DIN-12b, S.33ff]
- **Rolle der Organisation bei den Verifizierungstätigkeiten:** beschreibt Aufgaben der Organisation im Rahmen einer Verifizierung¹⁹ [DIN-12b, S.3ff]

Zu beachten ist, dass „viele Schlüsselkonzepte und Anforderungen“ des Greenhouse Gas Protocol, Corporate Accounting and Reporting Standard vom April 2004 (vgl. Abschnitt 2.2.2), aufgenommen wurden. Zur ergänzenden Anleitung wird in der Norm auf diese Quelle²⁰ verwiesen. [DIN-12b, S.10] Zudem befindet sich mit ISO/PRF TR 14069 ein ergänzender Leitfaden zur Anwendung der ISO 14064-1 in Arbeit²¹.

Hinweis: Die internationalen Normen ISO 14064 (Teile 1 bis 3) und 14065 wurden „nicht hinsichtlich einer Anwendung im Rahmen der europäischen und insbesondere deutschen Regelungen zur Verifizierung von Treibhausgasemissionen gemäß der europäischen Emissionshandels-Richtlinie und dem deutschen Treibhausgas-Emissionshandelsgesetz entwickelt und geprüft.“ [DIN-12b, nationales Vorwort]

Aber: Die Anwendung von ISO 14064 könnte „die Anrechnung von und den Handel mit Reduktionen von Treibhausgasemissionen und/oder Steigerungen des Entzugs von Treibhausgasen erleichtern.“ [DIN-12b, S.6]

¹⁹ „Das übergeordnete Ziel der Verifizierung ist die unparteiliche und objektive Überprüfung der im Bericht angegebenen Treibhausgasemissionen und entzogenen Mengen oder der Erklärung über Treibhausgase nach den Anforderungen von ISO 14064-3.“ [DIN-12b, S.37] Unter bestimmten Voraussetzungen sind auch Eigenverifizierungen möglich [DIN-12b, S.18].

²⁰ siehe www.ghgprotocol.org/index.htm

²¹ ISO/PRF TR 14069 Greenhouse gases (GHG) - Quantification and reporting of GHG emissions for organizations (Carbonfootprint of organization) - Guidance for the application of ISO 14064-1 [ISO-13]

2.2.2 GHG Protocol Corporate Standard

2.2.2.1 Kurzbeschreibung

Der „GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard“ stellt eine Anleitung zur Verfügung für Bestimmung und Berichterstattung der sechs durch das Kyoto-Protokoll erfassten Treibhausgase [GHG-04, S.3]:

- Kohlenstoffdioxid (CO₂),
- Methan (CH₄),
- Distickstoffoxid (N₂O),
- Fluorkohlenwasserstoffe (FKW)²²,
- perfluorierte Kohlenwasserstoffe (PFKW)²³,
- Schwefelhexafluorid (SF₆).

2.2.2.2 Methodenumfang

Die „Greenhouse Gas (GHG) Protocol“-Initiative ist eine Partnerschaft von Unternehmen, Regierungen, Nicht-Regierungs-Organisationen und anderen mit dem Ziel **international** anerkannte Standards zur Bestimmung und Berichterstattung von Treibhausgasen zu entwickeln und deren Einführung zu fördern. [GHG-04, S.2]

Nach der Definition allgemeiner Grundprinzipien (z.B. Vollständigkeit) werden in [GHG-04] Möglichkeiten zur organisatorischen Abgrenzung bzw. Zuordnung von Treibhausgasen erläutert. Für eine betriebliche Zuordnung werden drei „scopes“ definiert:

- **Scope 1:** Direkte Treibhausgasemissionen aus Quellen, die dem Unternehmen gehören oder durch es kontrolliert werden²⁴

²² engl. Hydrofluorocarbons (HFCs) [DIN-12b, Anhang C]

²³ engl. Perfluorocarbons (PFCs) [DIN-12b, Anhang C]

- **Scope 2:** energiebedingte indirekte Treibhausgasemissionen aus der Erzeugung von zugekaufter/m und im Unternehmen verbrauchter/m Elektrizität, Dampf oder Wärme/Kälte
- **Scope 3:** andere indirekte Treibhausgasemissionen, resultieren aus den Aktivitäten des Unternehmens, kommen aber aus Quellen die dem Unternehmen nicht gehören bzw. nicht durch es kontrolliert werden.
Beachte: Die Erfassung der Scope 3-Emissionen ist im Rahmen des Corporate Standard optional²⁵.

Die Schritte zur Bestimmung der Treibhausgasemissionen (Einheit jeweils: Tonnen bzw. Tonnen CO₂-Äquivalent; [GHG-04, S.63]) sind ähnlich wie in DIN EN ISO 14064-1 beschrieben. Zur konkreten Ermittlung werden dabei folgende **häufig angewandte Verfahren** aufgeführt [GHG-04, S.42]:

- Scope 1: Berechnung der Treibhausgasemissionen auf Basis der zugekauften Treibstoffmengen (z.B. Erdgas oder Heizöl) mit Hilfe von veröffentlichten Emissionsfaktoren
- Scope 2: Berechnung der Treibhausgasemissionen auf Basis des gemessenen Verbrauchs an Strom, Dampf, Wärme/Kälte mit Hilfe von spezifischen Emissionsfaktoren des Lieferanten oder des lokales Netzes oder anderen veröffentlichten Faktoren
- Scope 3: Berechnung der Treibhausgasemissionen auf Basis von Aktivitätsdaten (z.B. Kraftstoffverbrauch) und veröffentlichten oder von Dritten stammenden Emissionsfaktoren

Der GHG Protocol Corporate Standard beinhaltet auch eine Übersicht über die auf der Website <http://www.ghgprotocol.org> für registrierte Benutzer verfügbaren

²⁴ Direkte CO₂-Emissionen aus der Verbrennung von Biomasse und Treibhausgas-Emissionen, die nicht durch das Kyoto-Protokoll abgedeckt sind (z.B. CFCs, NOx) sollen nicht in Scope 1 einbezogen werden, können aber separat im Bericht ausgewiesen werden. [GHG-04, S.25]

²⁵ vgl. „an optional reporting category“ [GHG-04, S.25] und “This optional step ...” [GHG-04,S.41]

Berechnungstools²⁶, die tw. auch Daten wie Emissionsfaktoren beinhalten. Die Benutzung dieser Tools ist aber nicht verpflichtend²⁷. [GHG-04, S.42ff] Das Dokument selbst beinhaltet keine Daten-Tabellen.

Ähnlich wie in DIN EN ISO 14064-1 werden die Themen Qualitätsmanagement, Darstellung von Treibhausgas-Reduktionen, Berichterstattung und Verifizierung behandelt. Ausführlicher²⁸ und mit Beispielen werden mögliche **Kennzahlen** erläutert (als Effizienz Kennzahl z.B. „production volume per amount of GHG“) [GHG-04, S.65ff]. Im Kapitel 11 wird beschrieben, wie man sich als Unternehmen konkrete **Ziele** bzgl. der Treibhausgasreduktion setzen kann (z.B. „Reduce GHGs by 65 percent from 1990 levels by 2010“) [GHG-04, S.74ff].

2.2.3 GHG Protocol Scope 3 Standard

2.2.3.1 Kurzbeschreibung

Der GHG Protocol „Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard“ ist eine Ergänzung zum GHG Protocol Corporate Standard und sollte in Verbindung mit diesem verwendet werden. Im Corporate Standard müssen die Emissionen des Scope 1 und 2 verpflichtend erfasst werden, wohingegen den Unternehmen Flexibilität gewährt wird, ob und wie sie die Scope 3-Emissionen erfassen. Bei einem Bericht nach Corporate Standard und Scope 3 Standard wird auch die vorgabengerechte Erfassung der Scope 3-Emissionen gefordert. Dazu werden im Scope 3 Standard zusätzliche Anforderungen und Anleitungen für die Bestimmung und Berichterstattung von Scope 3-Emissionen dargelegt. [GHG-11, S.4ff]

²⁶ Beispiel [GHG-04, S.44]: Tool „Mobile Combustion“

- Calculates direct and indirect CO₂ emissions from fuel combustion in mobile sources
- Provides calculations and emission factors for road, air, water, and rail transport”

²⁷ “The tools are consistent with those proposed by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) for compilation of emissions at the national level” [GHG-04, S.4]

²⁸ vgl. [DIN-12b, S.36]

Dies bekommt vor folgendem Hintergrund besondere Bedeutung: „Scope 3 emissions can represent the largest source of emissions for companies and present the most significant opportunities to influence GHG reductions ...” [GHG-11, S.5]

2.2.3.2 Methodenumfang

Der Zugriff auf das Originaldokument sowie zugehörige Leitfaden, Basisdaten etc. ist unter <http://www.ghgprotocol.org/standards/scope-3-standard> möglich.

2.2.4 GRI Guidelines

2.2.4.1 Kurzbeschreibung

Die Global Reporting Initiative (GRI) wurde 1997 von Investoren- und Umweltgruppen aus den USA gegründet und ist eine Non-Profit-Organisation. Grundlage und ein wesentlicher Baustein des GRI-Ansatzes sind die „Sustainability Reporting Guidelines“. Dieser Leitfaden beschreibt Vorgaben und Leistungsindikatoren zur Messung und Berichterstattung bzgl. der ökonomischen, ökologischen und sozialen Nachhaltigkeit. [COL-11, S.37],[GRI-13a,b],[PEF-11a, S.17] Die aktuelle²⁹ Version G3.1 des Leitfadens wurde 2011 veröffentlicht. [GRI-13b]

Hinsichtlich der Ökologie enthält der Leitfaden insgesamt 30 Leistungsindikatoren [GRI-11, S.27ff] z.B. bezüglich

- des Verbrauchs von Material, Energie, Wasser
- der Emission von Treibhausgasen und anderen Stoffen
- anfallenden Abfalls.

²⁹ „The fourth generation of Guidelines – G4 – are currently in development and will be launched in May 2013.“ [GRI-13b]

Zu Details bzgl. der Ermittlung von Treibhausgas-Emissionen (Leistungsindikatoren EN 16 sowie 17 und 18) wird auf GHG Protocol und IPCC verwiesen³⁰. [GRI-11, Teil IP EN S.22ff]

2.2.4.2 Methodenumfang

Die PDF-Datei ³¹ der Version G3.1 des Leitfadens ist unter <https://www.globalreporting.org/reporting/get-started/Pages/default.aspx> verfügbar. Ergänzend sind teilweise weitere spezifische Anleitungen für bestimmte Branchen bereits verfügbar oder in Arbeit [GRI-13c].

2.2.5 Vorgaben im Rahmen des EU-Emissionshandels

2.2.5.1 Kurzbeschreibung

Rechtliche Grundlage für den europäischen Emissionshandel ³² auf Unternehmensebene bildet die EG-Emissionshandelsrichtlinie³³ (EHRL) und für die deutsche Umsetzung das Treibhausgas-Emissionshandelsgesetz (TEHG). [DEH-10a] Durch das TEHG werden Betreiber bestimmter Anlagen³⁴ dazu verpflichtet zur

³⁰ zu Leistungsindikator EN 16: „Further details on the compilation of this Indicator are available in the WRI /WBCSD GHG Protocol and in the IPCC document as listed under references.“ [GRI-11, Teil IP EN S.22]

³¹ gesamt 195 Seiten, inkl. der weiteren Teile GRI Application Levels (AP), Indicator Protocols Set Economic (IP EC), Indicator Protocols Set Environment (IP EN), Indicator Protocols Set Labor Practices and Decent Work (IP LA), Indicator Protocols Set Human Rights (IP HR), Indicator Protocols Set Society (IP SO), Indicator Protocols Set Product Responsibility (IP PR) und Technical Protocol Applying the Report Content Principles

³² zu den Grundlagen des europäischen Emissionshandels: vgl. [DEH-10a] und [ETS-13b]; siehe auch: „Berechtigungen werden in einem Emissionshandelsregister nach der Verordnung gemäß Artikel 19 Absatz 3 der Richtlinie 2003/87/EG gehalten und übertragen.“ [TEH-11, §17]

³³ Richtlinie 2003/87/EG vom 13.10.2003, Stand 25.06.2009; vgl. [DEH-13a]

³⁴ siehe TEHG Anhang 1 Teil 2 Nummer 1 bis 32 [TEH-11]

Freisetzung bestimmter Treibhausgase³⁵ eine Genehmigung einzuholen (§4) und die je Kalenderjahr verursachten Emissionen zu ermitteln und einen Bericht zu erstellen (§5). Besondere Regeln gelten zudem für Luftverkehrstätigkeiten nach Anhang 1 Teil 2 Nummer 33 (§11). [TEH-11]

„Die **Monitoring and Reporting Guidelines** der EU sind Leitlinien für die Überwachung und Berichterstattung über die Treibhausgasemissionen gemäß der EHRL.“ [DEH-10a] Für Treibhausgas-Emissionen ab 1. Januar 2013 (3. Phase des EU-Emissionshandelssystems) stellt die „VERORDNUNG (EU) Nr. **601/2012** DER KOMMISSION vom 21. Juni 2012 über die Überwachung von und die Berichterstattung über Treibhausgasemissionen gemäß der Richtlinie 2003/87/EG des Europäischen Parlaments und des Rates“ das zentrale Regelwerk dar (vgl. [DEH-13a],[ETS-13a]).

2.2.5.2 Methodenumfang

Die EU-Verordnung 601/2012 sowie weitere ergänzende Anleitungen und Vorlagen stehen auf http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/monitoring/documentation_en.htm zur Verfügung.

2.2.6 Fazit zum Betrachtungsumfang Unternehmen

Auf Basis der bisherigen Recherchen und vorbehaltlich einer detaillierteren Analyse der Methodenumfänge³⁶ und der Tools werden im Folgenden einige ausgewählte Unterscheidungsmerkmale bzw. Argumente aufgeführt:

³⁵ Das TEHG bezieht gemäß Anhang 1 Teil 2 nur bestimmte Treibhausgase ein: bei den allermeisten Tätigkeiten beschränkt sich die Betrachtung alleine auf CO₂, ganz vereinzelt werden noch PFC oder N₂O einbezogen. [TEH-11]

aber: „Altogether the EU ETS covers around 45% of total greenhouse gas emissions from the 27 EU countries.“ [ETS-13b]

³⁶ vgl. auch [PEF-11a]

- DIN EN ISO 14064-1³⁷ orientiert sich sehr stark (Struktur, Stichworte, ...) am GHG Protocol Corporate Standard – die Dokumentation des GHG Protocols ist jedoch deutlich ausführlicher mit mehr grafischen Darstellungen, umfangreicheren Erläuterungen und mehr Beispielen (auch Anwendungsbeispiele aus Unternehmen).
- Bzgl. der Treibhausgase erscheint das **Gesamtpaket des GHG Protocols** mit dem Corporate Standard, dem Scope 3 Standard³⁸ und den zugehörigen Berechnungstools als die umfassendste und am besten dokumentierte Methode³⁹. Vorteilhaft ist auch, dass die erforderlichen Tools (nach Registrierung) und Dokumente auf der Website <http://www.ghgprotocol.org> bereitgestellt sind. Nach [COL-11, S.37] ist das GHG Protocol „... weltweit der anerkannteste Standard zur Erfassung von THG-Emissionen in Organisationen wie Unternehmen.“ Auch bzgl. der Aktualität hat das GHG Protocol Vorteile. Zwar stammt der Corporate Standard (Revised Edition) aus dem Jahr 2004, der ergänzende Scope 3 Standard aber aus dem Jahr 2011. Zudem werden die Tools regelmäßig aktualisiert⁴⁰. Zum Vergleich: die Original-ISO-Norm stammt aus dem Jahr 2006 und wurde 2012 als EN übernommen [DIN-12b, Nationales Vorwort].
- Allerdings wird mit dem GHG Protocol „nur“ ein einzelner Umweltaspekt (Treibhausgase → Klimaänderung) betrachtet – ebenso wie nach [PEF-11a, S.17,44] mit der Methode CDP Water Disclosure einzig der „corporate water footprint“ erfasst wird. Für eine umfassendere **Betrachtung verschiedener**

³⁷ „In 2006, the International Organization for Standardization (ISO) adopted the Corporate Standard as the basis for its *ISO 14064-1*“ [GHG-13a]

³⁸ Da bei Industrie- und Handelsunternehmen gemäß [COL-11, S.38f] oft ein Großteil der logistischen Leistung von Dienstleistern erbracht wird, sind nicht nur die Emissionen der eigenen Fahrzeuge und Gebäude relevant sondern auch Scope 3.

³⁹ (länderspezifische) Methoden wie z.B. Bilan Carbone (Frankreich) oder der DEFRA-Leitfaden (UK) (vgl. [PRS-12a]) werden in dieser Übersicht nicht berücksichtigt.

⁴⁰ „...are regularly updated“ [GHG-04, S.42]

Wirkungskategorien könnten das International Reference Life Cycle Data System (ILCD)⁴¹ und die GRI Guidelines geeignet sein.

- Im Falle der Erstellung eines **Nachhaltigkeitsberichtes** richten sich nach [COL-11, S.37] die meisten Unternehmen nach den GRI Guidelines.
- Bei Teilnahmeverpflichtung am **EU-Emissionshandel** sind die entsprechenden gesetzlichen Vorgaben zu beachten. Allerdings umfassen diese weitestgehend nur das Treibhausgas CO₂ (vgl. [TEH-11, §2 Absatz 1 und Anhang 1 Teil 2]).
- Ausblick: Analog zur Entwicklung des Product Environmental Footprint (PEF; siehe Abschnitt 2.3.8) wurde aufbauend u.a. auf ILCD und GRI die Methode „Organisation Environmental Footprint (**OEF**)“ entwickelt – ebenfalls mit dem Ziel verschiedene Umweltaspekte zu berücksichtigen⁴². [OEF-13]
Der abschließende Entwurf vom Juli 2012 ist verfügbar unter http://ec.europa.eu/environment/eusss/corporate_footprint.htm.

⁴¹ nach [PEF-11a, S.18,44 e.a.] ist das Instrumentarium ILCD (siehe 2.3.2) auch für „Organization-level analyses“ geeignet.

⁴² „... the Corporate Environmental Footprint project was initiated with the aim of developing a harmonised methodology for environmental footprinting of companies that can accommodate a broader suite of relevant environmental performance criteria.“ [OEF-13]

2.3 Betrachtungsumfang Produkte (Waren und Dienstleistungen)

2.3.1 Ökobilanz nach DIN EN ISO 14040 und 14044

2.3.1.1 Kurzbeschreibung

Mit einer Ökobilanz wird versucht die **Umweltwirkungen** von **Produkten** über deren gesamten Lebensweg⁴³ zu erfassen und darzustellen. Dabei werden unter „Produkt“ explizit sowohl Waren als auch Dienstleistungen verstanden. Die zugehörigen Kategorien beinhalten u.a. mechanische Teile, verfahrenstechnische Produkte, Software und auch Transportdienstleistungen. Charakteristisch für eine Ökobilanz ist die umfassende Betrachtung verschiedener möglicher Umweltwirkungen⁴⁴: z.B. Ressourcennutzung oder Emissionen. Alle Ergebnisse der Ökobilanz werden auf die funktionelle Einheit⁴⁵ des Produktsystems bezogen. [DIN-09b]

⁴³ „von der Wiege bis zur Bahre“ = Rohstoffgewinnung, Produktion, Anwendung, Abfallbehandlung, Recycling, endgültige Beseitigung [DIN-09b, S.4], inkl. Energieerzeugung [DIN-09b, S.14] und Transport, Instandhaltung der Produkte, Herstellung von Betriebsstoffen, Herstellung/Wartung der Produktionsanlagen [DIN-09b, S.25]. Die Prozesse am Produktlebensende können z.B. auch umfassen: Verpacken, Sortieren, Verbrennung [DIN-12a, S.30f].

In begründeten Fällen kann die Ökobilanz-Methode auch angewendet werden für Studien „von der Wiege bis zum Werkstor“ (cradle-to-gate) oder „vom Werkstor zum Werkstor“ (gate-to-gate); es handelt sich dann aber um keine „Ökobilanz-Studie“. [DIN-09b, S.36]

⁴⁴ „Eine Ökobilanz betrachtet alle Attribute und Aspekte von natürlicher Umwelt, menschlicher Gesundheit und Ressourcen.“ [DIN-09b, S.15]

aber auch: „Die Wirkungsabschätzung befasst sich nur mit den Umweltthemen, die im Ziel und Untersuchungsrahmen festgelegt sind. Aus diesem Grund stellt die Wirkungsabschätzung keine vollständige Einschätzung aller Umweltaspekte des untersuchten Produktsystems dar.“ [DIN-09b, S.30]

jedoch in [DIN-06a, S.34]: „Unter Berücksichtigung des Ziels und des Untersuchungsrahmens muss die Auswahl der Wirkungskategorien einen umfassenden Satz von mit dem zu untersuchenden Produktsystem verbundenen Umweltthemen widerspiegeln.“

⁴⁵ Produkteinheit, Verkaufseinheit oder Dienstleistungseinheit [DIN-12a, S.14]

2.3.1.2 Methodenumfang

Die Durchführung einer Ökobilanz gliedert sich in folgende vier Phasen [DIN-09b],[DIN-06a]:

- **Festlegung des Ziels und des Untersuchungsrahmens:** Dies beinhaltet u.a. die Beschreibung von Systemgrenze⁴⁶ und funktioneller Einheit.
- **Sachbilanz:** Sie dient der „Quantifizierung relevanter Input- und Outputflüsse eines Produktsystems“. Hierzu wird das jeweilige Produktsystem in einzelne Prozessmodule unterteilt. Als Input bzw. Output werden Produkt-, Stoff- oder Energieflüsse betrachtet, die bezogen auf ein Prozessmodul zugeführt oder abgegeben werden.

Wesentliche Schritte sind u.a. die Datenerhebung⁴⁷ und Datenvalidierung (z.B. Massenbilanzen und Energiebilanzen) sowie der Bezug der Daten auf die funktionelle Einheit. Bei von mehreren Produktsystemen gemeinsam genutzten Prozessen ist eine Zuordnung der Daten auf verschiedene Produkte erforderlich (Allokation).

Als Hauptgruppen der Daten werden genannt:

- Energie-, Rohstoff-, Betriebsstoff-Inputs;
andere physikalische Inputs
- Produkte, Koppelprodukte und Abfall
- Emissionen in Luft, Wasser und Boden
- weitere Umweltaspekte

In Anhang A von [DIN-06a] finden sich Beispiele für Datenerhebungsblätter.

⁴⁶ „Die Systemgrenze legt die Prozessmodule fest, die in das System einzubeziehen sind.“ [DIN-09b, S.24]

⁴⁷ Für jedes Prozessmodul innerhalb der Systemgrenze sind die relevanten Daten durch Messung, Berechnung oder Schätzung zu erheben. [DIN-09b]

- **Wirkungsabschätzung:** Einschätzung der Umweltrelevanz der Sachbilanz-ergebnisse durch Berechnung der Wirkungsindikatorwerte zu ausgewählten Wirkungskategorien⁴⁸.
- **Auswertung:** Beinhaltet Aufgaben, die ergänzend den anderen drei Phasen zugeordnet sind (vgl. Bild 1 in [DIN-09b, S.16] und Bild 4 in [DIN-06a, S.47]) und „sollte Ergebnisse liefern, die ... zur Ableitung von Schlussfolgerungen, Erläuterung von Einschränkungen und zum Aussprechen von Empfehlungen dienen.“ [DIN-09b, S.31] Zur Beurteilung der Ergebnisse der Ökobilanzstudie werden folgende drei Methoden genannt:
 - Vollständigkeitsprüfung
 - Sensitivitätsprüfung
 - Konsistenzprüfung

Zudem wird auch definiert, welche Inhalte ein geeigneter **Bericht** (intern oder an Dritte) zur Ökobilanz beinhalten sollte. Zusätzliche Anforderungen werden gestellt, wenn zur Veröffentlichung bestimmte vergleichende Aussagen abgeleitet werden sollen. [DIN-09b, S.32f],[DIN-06a, S.54ff] Es werden auch Möglichkeiten zur sog. „**Kritischen Prüfung**“ (z.B. durch einen externen Sachverständigen) einer Ökobilanz beschrieben, welche u.a. die Glaubwürdigkeit einer Ökobilanz erhöhen kann. [DIN-09b, S.33f]

2.3.2 International Reference Life Cycle Data System (ILCD)

2.3.2.1 Kurzbeschreibung

Das Institute for Environment and Sustainability (IES) des Joint Research Centre (JRS) ⁴⁹ der Europäischen Kommission hat in Zusammenarbeit mit der

⁴⁸ Beispiele für Wirkungskategorien:

- „Versauerung“ [DIN-06a, S.35] oder
- „Bildung von bodennahem Ozon“ [DIN-06a, S.39] oder
- „**Klimaänderung**“ mit der Umweltrelevanz bzw. dem Wirkungsindikator „Verstärkung der Infrarotstrahlung“ und dem Wirkungsindikatorwert „kg CO₂-Äquivalente je funktioneller Einheit“ ([DIN-06a, S.37]; vgl. [DIN-12a]);

zu (weiteren) Beispielen für Wirkungskategorien wird in [DIN-06a, S.34] auf ISO/TR 14047 verwiesen; eine umfassende Darstellung möglicher Wirkungskategorien findet sich in [LCT-10a].

Generaldirektion Umwelt der Europäischen Kommission eine **Europäische Ökobilanz-Plattform** realisiert [LCT-13d],[EDG-13],[EUK-13]. Der Leistungsumfang der Plattform beinhaltet [LCT-13a]:

- International Reference Life Cycle Data System (ILCD), bestehend aus
 - a) ILCD Handbook
 - b) ILCD Data Network
- European Reference Life Cycle Database (ELCD)
- LCA Resources Directory: Zugriffsmöglichkeit auf weltweite Informationen bzgl. Tools, Datenbanken und Dienstleister
- LCT Forum Mailing List: ein Diskussionsforum zum Wissensaustausch

Das **ILCD Handbook** baut auf den Normen der Reihe ISO 14040 auf und besteht aus mehreren umfangreichen Dokumenten⁵⁰, die als Leitfaden zur Durchführung einer Ökobilanz dienen⁵¹. [LCT-13a] Es werden insgesamt 11 Wirkungskategorien ausführlich behandelt (siehe z.B. [LCT-10a, S.109] oder Inhaltsverzeichnis von [LCT-11a]). Zusammen mit dem ILCD Data Network soll es dazu dienen „... filling the room for interpretation that the ISO standards leave.“ [LCT-13c]

⁴⁹ „Die Gemeinsame Forschungsstelle (Joint Research Centre – JRC) ist der Wissenschaftliche Dienst der Europäischen Kommission. Sie unterstützt die europäische Politik mit solider und anwendungsorientierter Forschung, die unabhängig von nationalen, privaten oder wirtschaftlichen Interessen ist.“ [JRC-12a]

⁵⁰ u.a. sind zu nennen:

- General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance (417 Seiten) [LCT-10a]
- General guide for Life Cycle Assessment - Provisions and Action Steps (163 S.) [LCT-10b]
- Recommendations for Life Cycle Impact Assessment in the European context (159 S.) [LCT-11a]

⁵¹ “The ISO 14040 and 14044 standards provide the indispensable framework for Life Cycle Assessment (LCA). This framework, however, leaves the individual practitioner with a range of choices, which can affect the legitimacy of the results of an LCA study. While flexibility is essential in responding to the large variety of questions addressed, further guidance is needed to support consistency and quality assurance. The International Reference Life Cycle Data System (ILCD) has therefore been developed to provide guidance for consistent and quality assured Life Cycle Assessment data and studies.” [LCT-10a, S. iV]

Das im Aufbau befindliche, dezentrale⁵² **ILCD Data Network** wird Daten zu Ressourcenverbrauch und Emissionen in einem Netzwerk verschiedener Datenbanken zur Verfügung stellen. Die Daten können durch verschiedene weltweit verteilte Anbieter (Unternehmen, Forschungsprojekte, Berater, ...) kostenlos oder gebührenpflichtig bereitgestellt werden. [LCT-13a],[LCT-13b],[LCT-13c]

Die **European Reference Life Cycle Database (ELCD)** stellt Referenzdaten für den europäischen Markt zu Emissionen und genutzten Ressourcen für ausgewählte Materialien und Energieträger sowie für Transport und Abfallmanagement zur Verfügung. [LCT-13a] Die ELCD ist eine der vielen möglichen Datenbanken im Rahmen des ILCD Data Network (siehe Figure 2 in [LCT-13c]).

2.3.2.2 Methodenumfang

Der zentrale Zugang zu der „European Platform on LCA“ mit den verschiedenen Informationsangeboten ist über <http://lct.jrc.ec.europa.eu/assessment/projects> möglich.

2.3.3 Carbon Footprint von Produkten (CFP) nach DIN ISO 14067

2.3.3.1 Kurzbeschreibung

Dieser Norm-Entwurf⁵³ beschreibt Anforderungen an und Leitlinien für die quantitative Bestimmung und (ggf. öffentliche) Kommunikation⁵⁴ der **Treibhausgas-Emissionen von Produkten**⁵⁵. Es wird unterschieden zwischen dem Carbon Footprint

⁵² Die einzelnen Datenanbieter "... maintain their own databases and give access to data via their own servers based on their own license conditions." [LCT-13b]

⁵³ „Mit der Verabschiedung eines internationalen Standards (ISO 14067.1) ist jedoch frühestens Mitte 2013 zu rechnen.“ [BMU-13]

⁵⁴ Die öffentliche Kommunikation eines CFP kann z.B. der Entscheidungsfindung und der stärkeren ökologischen Sensibilisierung der privaten Verbraucher dienen [DIN-12a, S.7].

⁵⁵ Waren und Dienstleistungen [DIN-12a], vgl. auch Abschnitt 2.3.1 [DIN-09b]

für den gesamten Lebensweg und dem partiellen CFP für einen oder mehrere ausgewählte Abschnitte des Lebenswegs eines Produkts. Als Ergebnis erfolgt die Angabe der resultierenden Masse des CO₂-Äquivalents⁵⁶ (**CO₂e**) je funktioneller Einheit. [DIN-12a]

Ziel ist es, den potentiellen Beitrag eines Produkts zur Erderwärmung zu berechnen. Der CFP soll zum einen die Beurteilung von Alternativen (z.B. Rohstoffoptionen, Fertigungsverfahren, Recyclingoptionen) erleichtern und zum anderen auch eine Vergleichbarkeit verschiedener Produkte fördern. [DIN-12a]

2.3.3.2 Methodenumfang

Die quantitative CFP-Bestimmung und die Berichterstattung beruhen auf der Ökobilanz-Methodik (vgl. DIN EN ISO 14040 und DIN EN ISO 14044; siehe Abschnitt 2.3.1), allerdings unter Einbeziehung nur der einzelnen Wirkungskategorie Klimawandel. Somit muss eine CFP-Studie nach ISO 14067 die vier Phasen einer Ökobilanz umfassen [DIN-12a]:

- **Festlegung des Ziels und des Untersuchungsrahmens**
- **Sachbilanz:** Ergänzend zu den allgemeinen Anforderungen der DIN EN ISO 14044 erscheinen u.a. Vorgaben bzgl. folgender Detailpunkte erwähnenswert:
 - Verwendung standortspezifischer Daten⁵⁷
 - Umgang mit Treibhausgasen infolge von Landnutzungsänderungen
 - Umgang mit Treibhausgasen resultierend aus dem Lebensweg des Stromversorgungssystems⁵⁸

⁵⁶ „Das CO₂-Äquivalent einer spezifischen Menge eines Treibhausgases ... wird als Masse eines gegebenen Treibhausgases, multipliziert mit dessen Treibhauspotential ..., berechnet.“ [DIN-12a, S.10]

⁵⁷ Für Prozessmodule, die signifikant zum CFP beitragen, sollten möglichst standortspezifisch gemessene oder modellhaft dargestellte Daten verwendet werden; nicht standortspezifische Daten (aus der Literatur, Schätzwerte o.ä.) dürfen nur in bestimmten Ausnahmen verwendet werden. [DIN-12a, S.28]

⁵⁸ Je nach Voraussetzungen sind die Lebenswegdaten eines bestimmten Stromprodukts oder des jeweiligen (nationalen) Netzes zu verwenden. [DIN-12a, S.36]

- **Wirkungsabschätzung:** Berechnung der potentiellen Auswirkungen auf die Klimaänderung durch Multiplikation der jeweiligen Massen von abgegebenen und entzogenen Treibhausgasen mit dem zugeordneten GWP100.⁵⁹ „Der CFP ist die Summe dieser berechneten Auswirkungen.“
- **Auswertung**

Im Sinne der Bilanz wird auch die ggf. durch ein Produkt aus der Atmosphäre entzogene⁶⁰ Masse eines Treibhausgases berücksichtigt. Die Einbeziehung einer CO₂-Kompensation⁶¹ ist nicht zulässig. [DIN-12a]

Neben den Vorgaben zur quantitativen Bestimmung eines CFP werden in der Norm auch erforderliche Inhalte und weitere Anforderungen (z.B. ggf. Verifizierung durch Dritte⁶²) für verschiedene Formen von Berichten zur **Kommunikation** der Ergebnisse beschrieben. Dabei wird grundsätzlich unterschieden, ob eine CFP-Kommunikation öffentlich zugänglich sein soll oder nicht⁶³. [DIN-12a]

⁵⁹ Anhang A der Norm enthält eine umfangreiche Auflistung von Treibhausgasen (z.B. Methan CH₄, Stickoxid N₂O, verschiedene Fluorchlorwasserstoffe, ...) und deren zugehörigen GWP₁₀₀-Wert (global warming potential, engl. für Treibhauspotential, im Verhältnis zu CO₂ für den Zeithorizont von 100 Jahren). Die GWP₁₀₀-Werte basieren auf dem Vierten Sachstandsbericht des IPCC (vgl. [IPC-07]) und sind durch die neuen Daten zu ersetzen sobald das IPCC neue Daten veröffentlicht. [DIN-12a] Nach [IPC-12] wird der „Fifth Assessment Report (AR5)“ des IPCC in 2014 fertig gestellt.

⁶⁰ Zum besseren Verständnis: „Der Entzug von CO₂ aus der Atmosphäre durch das Pflanzenwachstum und die Freisetzung von CO₂ bei der Verbrennung heben sich in der Bilanz auf. Das gilt auch bei der natürlichen Verrottung, sie läuft nur wesentlich langsamer ab als die Verbrennung.“ [DIN-12a]

⁶¹ Unter Kompensationsmaßnahmen versteht man Maßnahmen zur THG-Reduzierung (z.B. Aufforstung) außerhalb der Grenzen des mit dem CFP erfassten Produktsystems. [DIN-12a]

⁶² z.B. TÜV SÜD [TÜV-13]

⁶³ Beachte auch: Von bestimmten Ausnahmen abgesehen, muss ein für die Veröffentlichung vorgesehener CFP alle Abschnitte des Lebenswegs umfassen. [DIN-12a]

2.3.4 PAS 2050

2.3.4.1 Kurzbeschreibung

Die Publicly Available Specification⁶⁴ (PAS) 2050 “Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services” ist eine international⁶⁵ anwendbare Methode zur Ermittlung der Treibhausgasemissionen von Waren und Dienstleistungen über den Lebenszyklus. [PAS-11a, S. IV],[GHG-11b, S.1] Die ursprüngliche Version wurde 2008 veröffentlicht, 2011 folgte die überarbeitete Version⁶⁶ zusammen mit einem ergänzenden Dokument mit zugehörigen Anleitungen. [PAS-13],[PAS-11b]

PAS 2050 baut auf Ökobilanz-Methoden gemäß BS EN ISO 14040 und BS EN ISO 14044 auf [PAS-11a, S. V] Ein Kernziel der 2011er Überarbeitung war die Abgleichung mit anderen international anerkannten Methoden wie GHG Protocol Product Standard und ISO 14067. [PAS-11b, S.2]

2.3.4.2 Methodenumfang

PAS 2050 und das Guidance Dokument sind auf shop.bsigroup.com nach Angabe der Kontaktdaten zum Download verfügbar.

⁶⁴ „...einer Empfehlung unterhalb eines britischen Standards...“ [BMU-12a, S.20]

⁶⁵ siehe auch [PCF-13]

⁶⁶ Veröffentlicht durch British Standards Institution (BSI) [PAS-11a, S. III]

2.3.5 GHG Protocol Product Standard

2.3.5.1 Kurzbeschreibung

Der „GHG Protocol Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard“⁶⁷ stellt Anforderungen und Anleitungen zur Bestimmung und öffentlichen Berichterstattung von Treibhausgasemissionen⁶⁸ während des gesamten Lebenszyklus⁶⁹ von bestimmten Waren oder Dienstleistungen, die Unternehmen⁷⁰ entwickeln, kaufen, produzieren, verkaufen oder nutzen. [GHG-11a, S.3ff]

2.3.5.2 Methodenumfang

Der GHG Product Standard baut auf den ISO-Ökobilanz-Standards (ISO 14040:2006 und ISO 14044:2006) und PAS 2050:2008 auf [GHG-11a, S.21],[GHG-11b, S.1]. In Figure 5.1 [GHG-11a, S.23] werden die einzelnen Schritte des GHG Product Standard den Phasen einer Ökobilanz-Studie zugeordnet.

Gefordert ist die Berücksichtigung der sechs Gruppen von Treibhausgasen gemäß Abschnitt 2.2.2.1, es wird aber empfohlen auch diejenigen weiteren Treibhausgase einzubeziehen, deren 100-Jahre-GWP-Werte vom IPCC ermittelt wurden⁷¹ [GHG-11a, S.27].

Der GHG Product Standard hat die Intention, zusätzliche Spezifikationen und Anleitungen zur Verfügung zu stellen, um die Bestimmung der Treibhausgase und

⁶⁷ herausgegeben von WRI und WBCSD; Informationen hierzu vgl. z.B. [GHG-11a, S.145]

⁶⁸ Neben den Emissionen wird auch der Entzug von Treibhausgasen aus der Atmosphäre berücksichtigt [GHG-11a, S.7].

⁶⁹ „... from raw material extraction through to end-of-life waste treatment.“ [GHG-11a, S. 21]

⁷⁰ für Unternehmen u. Organisationen jeder Größe, jeder Branche u. in allen Ländern [GHG-11a, S.5]

⁷¹ Diesbezüglich wird verwiesen auf „... table 2.14 of the IPCC Fourth Assessment Report, 2007.“ [GHG-11a, S.31]

die Berichterstattung zu erleichtern [GHG-11a, S.21]. Beispiele für derartige mehrwertige Informationen könnten sein:

- Die Erläuterung von **Produktregeln**⁷² und **branchenspezifischen Anleitungen**⁷³ als zusätzliche Spezifikationen für den Vergleich von Produkten [GHG-11a, S.23ff]
- Erläuterung des **Referenzflusses** als Maßeinheit (z.B. 10 kg eines Produktes), welche mit der funktionellen Einheit korrespondiert [GHG-11a, S.89 u. 31]
- Beispiele für **Systemfließbilder** (z.B. [GHG-11a, S.36])

⁷² „A product rule is a document created by a group of stakeholders with an interest in a particular product or product category and the goal of building consensus on the additional specifications needed to enable comparisons or declarations about the product.“ [GHG-11a, S.23f] Als Beispiel wird auf die **Produktkategorieregeln (PKR)** gemäß ISO 14025:2006 verwiesen [GHG-11a, S.24], vgl. hierzu auch DIN EN ISO 14067. Ein Beispiel für eine PKR (engl. PCR) findet sich unter <http://www.ghgprotocol.org/Concrete-PCR> .

⁷³ „Sector guidance is typically created by a group of stakeholders and sector representatives convened to build consensus on guidance for performing a product GHG inventory within their sector, but without the goal of enabling product comparison.“ [GHG-11a, S.24] Ein Beispiel findet sich unter <http://www.ghgprotocol.org/feature/ghg-protocol-product-life-cycle-accounting-and-reporting-standard-ict-sector-guidance> .

- Konkrete Formulierung der **Basisformel** für den Fall, dass nicht die direkten Emissionen⁷⁴ der Treibhausgase ermittelt werden können [GHG-11a, S.88]:

$$\text{CO}_2\text{e [kg]} = \text{Activity Data [jew. Einheit]} \\ \times \text{Emissionsfaktor [kg GHG / Activity-Data-Einheit]} \\ \times \text{GWP}$$

Beispiel für Aktivitätsdaten eines Prozessschritts⁷⁵ [GHG-11a, S.52 u. 54]:

Verbrauch von 5 Liter Diesel

Hinweis zu Emissionsfaktoren⁷⁶: „Emission factors may cover one type of GHG (for example, CH₄/liter of fuel) or they may include many gases in units of CO₂equivalents (CO₂e).“ [GHG-11a, S.52]

Gefordert wird die Verwendung eines Global Warming Potentials (GWP) für den Zeithorizont von 100 Jahren. Empfohlen wird die Verwendung der GWP-Werte des Intergovernmental Panel for Climate Change (IPCC) Fourth Assessment Report, published in 2007, oder der aktuellen IPCC-Werte sobald ein neuer Report vorliegt⁷⁷. [GHG-11a, S.85] Eine Tabelle der aktuellen GWP-Werte ist nach Registrierung verfügbar unter www.ghgprotocol.org. [GHG-11a, S.88]

Die CO₂e-Ergebnisse sind zu beziehen auf die „unit of analysis“ [GHG-11a, S.85], vgl. „funktionelle Einheit“ in DIN ISO 14067 [DIN-12a, S.10].

⁷⁴ “Direct emissions data are derived from emission releases and are determined through direct monitoring, stoichiometry, mass balance, or similar methods.” [GHG-11a, S.51]

⁷⁵ Sowohl bei den direkten Emissionen als auch bei den Aktivitätsdaten kann zwischen Primärdaten (Daten aus Lebenszyklus-Prozessen des untersuchten Produkts) und Sekundärdaten (z.B. Daten von ähnlichen Prozessen oder Durchschnittswerte aus externen Datenbanken) unterschieden werden. [GHG-11a, S.52f]

⁷⁶ Hinweise auf Emissionsfaktoren-Datenbanken finden sich u.a. auf <http://www.ghgprotocol.org/Third-Party-Databases>, z.B. auf die „IPCC Emissions Factor Database“ (<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/EFDB/main.php>). (vgl. [GHG-11a, S.52])

⁷⁷ “The Fifth Assessment Report is set to be completed in 2013-2014 and will likely contain updated factors.” [GHG-11a, S.88]

- Erläuterung des **Entzugs** von Treibhausgasen aus der Atmosphäre:
Der Entzug von CO₂ aus der Atmosphäre erfolgt typischerweise bei der Photosynthese⁷⁸. Er kann aber auch auftreten, wenn bei einem Prozessschritt CO₂ aus der Atmosphäre genutzt wird oder wenn ein Produkt während seiner Nutzung atmosphärisches CO₂ absorbiert (z.B. CO₂-Aufnahme durch Zement). [GHG-11a, S.7 u. 27 u. 88]
- Erläuterung des Unterschieds zwischen „**cradle-to-grave**“⁷⁹ und „**cradle-to-gate**“⁸⁰ [GHG-11a, S.]
- Unterscheidung der Verifizierung durch Dritte oder durch interne Mitarbeiter [GHG-11a, S.93]

2.3.6 Leitfaden von BMU und BDI

2.3.6.1 Kurzbeschreibung

Die Vielfalt der unterschiedlichen Methoden hat auch das Bundesumweltministerium, das Umweltbundesamt und den BDI veranlasst einen Leitfaden zur Ermittlung des CO₂-Fußabdrucks herauszugeben. Es wird empfohlen, neben den Treibhausgasen

⁷⁸ Beispiel: Ein Produkt benötigt 50 t Holz als Input, welches zu 50% aus Kohlenstoff besteht. Somit wird ein Kohlenstoff-Entzug von 25 t angenommen. Die Umrechnung von Kohlenstoff in CO₂ erfolgt über das Verhältnis der Molekulargewichte von Kohlenstoff (12) und CO₂ (44) und das GWP von 1 für CO₂. Das der Atmosphäre entzogene CO₂ ergibt sich somit nach folgender Formel:

$$\text{entzogenes CO}_2\text{e [kg]} = \text{biogener Kohlenstoff im Material [kg]} \times (44/12) \times 1$$

[GHG-11a, S.38 u. 88]

⁷⁹ der komplette Lebenszyklus „... from material acquisition through to end-of-life.“; gefordert für die Betrachtung von Endprodukten und empfohlen für die Betrachtung von Zwischenprodukten, falls die Funktion des zugehörigen Endprodukts bekannt ist. [GHG-11a, S.36]

⁸⁰ „Cradle-to-gate is a partial life cycle inventory, including all emissions and removals from material acquisition through to when the intermediate product leaves the reporting company’s gate (typically immediately following its production) and excluding final product use and end-of-life.“ ; angewendet für die Betrachtung von Zwischenprodukten, falls die Funktion des zugehörigen Endprodukts nicht bekannt ist. [GHG-11a, S.37] Alternativ darf in diesem Fall auch ein repräsentatives oder durchschnittliches Nutzungsprofil gewählt werden und eine „cradle-to-grave“-Betrachtung durchgeführt werden [GHG-11a, S.44].

„möglichst auch die Daten zu anderen Umweltwirkungskategorien beziehungsweise zu den zusätzlichen Nachhaltigkeitskriterien mitzuerfassen.“ (z.B. Wasserverbrauch, Eutrophierung⁸¹, Flächennutzung, Versauerung von Böden und Gewässern). [BMU-12a, S.22f u. 32 u. Vorwort P. Altmaier]

Basis für diesen Leitfaden ist ein Ende 2009 veröffentlichtes Memorandum mit „Positionen zur Erfassung und Kommunikation des Product Carbon Footprint für die internationale Standardisierung und Harmonisierung“, welches das Öko-Institut im Auftrag des Bundesumweltministeriums und des Umweltbundesamtes erarbeitet hat. [BMU-11a],[BMU-09] Dabei wurden sowohl die Erfahrungen aus dem „PCF Pilotprojekt Deutschland“⁸² berücksichtigt [BMU-12a, S.9] als auch weitere Befragungen von (inter-)nationalen Unternehmen und Verbänden durchgeführt [BMU-09, S.2].

Dieser Leitfaden soll ergänzend zur Ökobilanznorm der ISO 14040 und folgende „... mindestens für den Zeitraum, in dem noch keine verbindlichen internationalen Normen und Standards vorliegen, ...“ gelten. [BMU-12a, S.4 u. 15] „Das BMU empfiehlt interessierten Unternehmen, bezüglich der noch nicht abschließend geklärten und harmonisierten methodischen Fragen der Ökobilanznorm ISO 14040 folgende und der laufenden Normungsdebatte zur ISO 14067 zu folgen und zusätzlich die methodischen Empfehlungen des Memorandums zu beachten.“ [BMU-12a, S.36]

2.3.6.2 Methodenumfang

siehe [BMU-12a] und [BMU-09]

⁸¹ „Eutrophierung ist die Nährstoffanreicherung in einem Gewässer und damit verbundenes übermäßiges Wachstum von Wasserpflanzen (z. B. Algen, Laichkraut).“ [UMW-13a]

⁸² Das **PCF Pilotprojekt Deutschland** haben Forschungsinstitute und Umweltverbände initiiert und gemeinsam mit zehn großen Unternehmen durchgeführt. Auf www.pcf-projekt.de sind ein Ergebnisbericht und mehrere umfangreiche Fallstudien öffentlich verfügbar. Wesentliche Grundlage für die Fallstudien war ISO 14040/44. [PCF-09, S.2 u. 10 u. 12]

2.3.7 Zwischenfazit zum Betrachtungsumfang Produkte

Informationen zur vergleichenden Beurteilung der verschiedenen Methoden⁸³ finden sich z.B. in [GHG-11b],[PRS-11a] und – zwar auf Basis alter Versionen, aber mit einigen interessanten Hintergrundinformationen – in [BMU-09]. Insbesondere in [PEF-11a] findet sich eine umfassende Analyse von insgesamt sieben unterschiedlichen Methoden.

Im Folgenden werden einige ausgewählte Unterscheidungsmerkmale bzw. Argumente aufgeführt:

- „For product-related methodologies, the Life Cycle approach is the common basis, with ISO 14044 as the core reference document.“ [PEF-11a, S.4] Die beiden Normen **DIN EN ISO 14040 und 14044** beinhalten aber keine konkreten Methoden oder Daten für spezifische Datenerhebungen. So finden sich z.B. im Anhang A der DIN ISO EN 14044 eher grundsätzliche Formulierungen wie „Der Verbrauch an Kraftstoff und die zugehörigen Emissionen in die Luft werden mit Hilfe der Transportmodellierung berechnet.“ und „Verunreinigungen in der Luft werden mit Hilfe eines Modells des Kraftstoffverbrauchs berechnet.“ [DIN-06a, S.62] Hilfreich erscheinen dagegen die Beispiele für Datenerhebungsblätter in diesem Anhang A und die Beispiele zur Strukturierung einer Sachbilanz im Anhang B derselben Norm. Aufgrund der Komplexität der Methode erscheint speziell die Vergleichbarkeit von Ökobilanz-Studien verschiedener Produktsysteme problematisch (insbesondere wenn evt. von verschiedenen Anwendern durchgeführt), da hierfür die Vielzahl zugrunde liegender Rahmenbedingungen (Systemgrenze, Allokationsverfahren, ...) beachtet werden muss (vgl. [DIN-09b, S.22] und „zur Erstellung von Ökobilanzen gibt es nicht nur eine Methode“ [DIN-09b, S.18]).
- Der GHG Product Standard stellt durch die Beschränkung auf Treibhausgase, d.h. auf die Wirkungskategorie „Klimawandel“, eine Teilmenge einer Ökobilanz dar [GHG-11a, S.7 u. 21]. Auch PAS 2050 und ISO 14067 sind auf

⁸³ (länderspezifische) Methoden wie z.B. BPX 30-323 (Frankreich) oder CFP-Programme in Japan und Südkorea (vgl. [PRS-12a]) werden in dieser Übersicht nicht berücksichtigt; vgl. auch „There are three main Product Carbon Footprint standards that are or will be applied worldwide: PAS 2050, GHG Protocol and ISO 14067.“ [PRS-11a]

die eine Wirkungskategorie „Klimawandel“⁸⁴ beschränkt, während ISO 14044 und ILCD weitere **Wirkungskategorien** berücksichtigen. [PEF-11a, S.21f] Auch der BMU/BDI-Leitfaden empfiehlt die Berücksichtigung weiterer Kriterien (siehe z.B. [BMU-12a, S.32]), ohne dies jedoch zu präzisieren.

- Der GHG Protocol Product Standard baut auf den ISO-Standards 14040 und 14044 und PAS 2050 auf, will aber zusätzliche Anleitungen⁸⁵ und Spezifikationen zur Verfügung stellen [GHG-11a, S.21].
- GHG Protocol Product Standard und PAS 2050 stimmen in ihren Quantifizierungsmethoden weitgehend⁸⁶ überein [GHG-11b, S.1], jedoch ist die PAS 2050⁸⁷ primär für den internen oder B2B-Gebrauch bestimmt und beschreibt keine Anforderungen für die Kommunikation oder Veröffentlichung der Ergebnisse [PAS-11a, S.1],[PAS-11b, S.1],[PEF-11a, S.20].
- Bei PAS 2050 werden die Treibhausgasemissionen von Anlage-/Investitionsgütern (z.B. Maschinen, Gebäude) nur in bestimmten Fällen berücksichtigt. [PAS-11a, S.2 u. 14],[PEF-11a, S.24]
- Im Gegensatz zu ILCD und ISO 14067 gibt es für GHG Protocol und PAS 2050 ergänzende Anleitungen zur Bestimmung der Unsicherheit (**Fehlerabschätzung**). [PEF-11a, S.38f]
- Im Hinblick auf den Bezug von **Ökostrom** beinhalten die verschiedenen Methoden keine oder nur ansatzweise Regelungen [PEF-11a, S.41f]. In

⁸⁴ „including land use change“ [PEF-11a, S.22]

⁸⁵ vgl. auch [PRS-11a]: „The Draft ISO 14067 is being considered as the more general standard, PAS 2050 and GHG Protocol provide more detailed requirements and guidance with less space for interpretation.“

⁸⁶ Weitere Unterschiede im Detail zwischen PAS 2050 und GHG Protocol Product Standard sind in [GHG-11b] dargestellt.

⁸⁷ bzgl. PAS 2050 (aufgrund Veröffentlichungsdatum wahrscheinlich basierend auf der 2008er Version) siehe auch: „Jedoch erfährt dieser Vorschlag außerhalb Großbritanniens kaum Zustimmung.“ [COL-11, S.43]

[BMU-09, S.11] finden sich zu diesem Thema Hintergrundinformationen und Vorschläge.

- Im Gegensatz zu ISO 14044 und ILCD wird die **Speicherung von Kohlenstoff** bei ISO 14067, GHG Protocol und PAS 2050 in den Betrachtungsumfang einbezogen [PEF-11a, S.40f]. In [BMU-09, S.13] wird das Für und Wider kritisch betrachtet.
- Nach PAS 2050 soll kein **Multiplikator für die Emissionen von Flugzeugen** angewandt werden (es wird aber auf die Möglichkeit, dies separat auszuweisen, hingewiesen) [PAS-11a, S.10], im GHG Protocol dürfen Multiplikatoren angewandt werden [GHG-11a, S.88]. In [BMU-09, S.16] finden sich zu diesem Thema Hintergrundinformationen und Vorschläge.
- Von einer **Eigenüberprüfung**, wie in PAS 2050 und GHG Protocol als eine Möglichkeit erwähnt, wird im BMU/BDI-Leitfaden im Hinblick auf die Glaubwürdigkeit abgeraten [BMU-12a, S.37].
- Der BMU/BDI-Leitfaden erscheint als alleinige Quelle nicht ausreichend, da er eher eine kompakte Zusammenfassung der vorgeschlagenen Vorgehensweise darstellt und grundlegend auf ISO 14040 folgende sowie „perspektivisch“ auf ISO 14067 verweist. (vgl. [BMU-12a, S.15 u. 35])

Durch Nutzung des Gesamtpakets „GHG Protocol“ besteht die Chance einer gemeinsamen Datenermittlung und -nutzung zur Treibhausgas-Ermittlung sowohl für das Unternehmen als auch für die Produkte und so können evt. Synergien erzielt werden. [GHG-11a, S.6] Der GHG Product Standard inkl. Anleitungen zur Anwendung ist auf der Website <http://www.ghgprotocol.org> frei verfügbar [GHG-11a, S.4].

Zusammenfassend erscheint aber als ein maßgebliches Argument die Erfordernis, nicht nur ein Kriterium (Treibhausgase) sondern alle relevanten Wirkungskategorien zu berücksichtigen⁸⁸. Vor diesem Hintergrund sollte das International Reference Life

⁸⁸ vgl. auch: „Die Beschränkung nur auf die Wirkungskategorie „Treibhauseffekt“ hingegen ist gerade im Hinblick auf eine gesamthafte Optimierung der Produkte nicht ausreichend, kann sogar in Einzelfällen kontraproduktiv sein.“ [BMU-12a, S.10]

Cycle Data System (**ILCD**) eine geeignete und detaillierte Grundlage zur umfassenden Ermittlung der Umweltauswirkungen von Produkten darstellen.

Zu berücksichtigen ist natürlich auch, ob

- aus irgendwelchen Gründen (z.B. seitens Kunden) die Anwendung einer expliziten (inter-)nationalen Norm gefordert wird⁸⁹ oder
- eine Orientierung an der Vorgehensweise von Wettbewerbern oder innerhalb einer Branche erforderlich ist (vgl. [PRS-11a]) oder
- für die relevanten Märkte Vorgaben von Regierungsseite existieren (vgl. [PRS-11a]).

2.3.8 Ausblick: Product Environmental Footprint (PEF)

Die Generaldirektion Umwelt der Europäischen Kommission hat zusammen mit dem Institute for Environment and Sustainability (IES) des Joint Research Centre (JRS) der Europäischen Kommission und weiteren Diensten der Europäischen Kommission auf Basis einer detaillierten Analyse verschiedener existierender Methoden (siehe [PEF-11a]) eine harmonisierte⁹⁰ Methode zur Berechnung eines „**Product Environmental Footprint (PEF)**“ erarbeitet. Der abschließende Entwurf⁹¹ ist unter http://ec.europa.eu/environment/eussd/product_footprint.htm verfügbar. Letzte Änderungen können vor abschließender Veröffentlichung noch erfolgen, die

⁸⁹ vgl. z.B. „This PAS is not to be regarded as a British Standard, European Standard or International Standard.“ [GHG-11, S. III]

⁹⁰ „For product-related methodologies, the Life Cycle approach is the common basis, with ISO 14044 as the core reference document. Many methodological issues are addressed in a similar manner (or without practical differences) across the methodologies. There are, however, several important methodological issues where current recommendations are inconsistent. The identification and prescription of preferred methodological choices for such decision points is necessary for a common product environmental footprinting standard.“ [PEF-11a, S.4]

„Whereas existing methods may provide several alternatives for a given methodological decision point, the intention of this PEF Guide is (wherever feasible) to identify a single requirement for each decision point, or to provide additional guidance that will support more consistent, robust and reproducible PEF studies. Thus, comparability is given priority over flexibility.“ [PEF-12a, S.2]

⁹¹ Umfang des Dokuments: 160 Seiten

Verabschiedung einer entsprechenden Richtlinie ist für das 1. Quartal 2013 geplant. [PEF-13a]

Der Entwurf wurde aufbauend sowohl auf ILCD Handbook als auch weiteren Methoden und Leitfäden (ISO 14040-44, Entwurf ISO/DIS 14067, PAS 2050, GHG Protocol, e.a.) entwickelt⁹². Eines der wesentlichen Ziele dieser Methode ist, dass nicht nur Treibhausgase sondern auch weitere relevante Umweltauswirkungen einbezogen werden. Neben der Bewertung soll die Methode auch die Kennzeichnung von Produkten abdecken. Besondere Bedeutung wird auch der Entwicklung von Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCR) zugeordnet (insbesondere für den Vergleich verschiedener Produkte). [PEF-13a],[PEF-12a, S.2]

Teilweise wird aus dem Leitfaden-Dokument wiederum im Detail auf Berechnungsmodelle oder Daten (z.B. Charakterisierungsfaktoren als Bestandteil des ILCD Handbooks auf <http://ict.jrc.ec.europa.eu/assessment/projects>) verwiesen (siehe z.B. [PEF-12a, S.22 u. 59]).

⁹² Anhang X des Entwurfs beinhaltet eine Gegenüberstellung des PEF mit anderen Methoden bzgl. wesentlicher Elemente. [PEF-12a, S.134 ff]

2.4 Betrachtungsumfang Transportketten

2.4.1 Bestandteil übergeordneter Betrachtungsumfänge

Über die im Folgenden explizit beschriebene Norm hinaus können zugehörige Transporte auch bereits Bestandteile der Betrachtungsumfänge „Produkt“ und „Unternehmen“ sein (siehe z.B. [PEF-12a, S.31f],[GHG-11a, S.39 u. 43],[GRI-11 EN29]). Auch die Ökobilanz nach DIN EN ISO 14040 betrachtet Transportdienstleistungen als eine mögliche Form eines „Produktes“ [DIN-09b, S.8].

2.4.2 DIN EN 16258

2.4.2.1 Kurzbeschreibung

Diese neu entwickelte⁹³ Norm beschreibt die Methode und die Anforderungen an die Berechnung und Berichterstattung von **Energieverbrauch** und **Treibhausgasemissionen**, die durch die **Transportmittel**⁹⁴ (Land, Wasser, Luft) im Rahmen von Transportdienstleistungen (Personen und/oder Güter) verursacht werden. Dabei wird der Well-to-Wheel-Ansatz verfolgt, d.h. es sind neben den Fahrzeugprozessen⁹⁵ (Tank-to-Wheel) auch die Energieprozesse (Well-to-Tank) der eingesetzten Kraftstoffe und/oder der Stromversorgung zu berücksichtigen (z.B. Produktion und Verteilung von Kraftstoffen). [DIN-13a, S.5,10,11] Für die Emissionen sind ausschließlich die 6 Gase gemäß Anhang A des Kyoto-Protokolls zu erfassen: CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC, SF₆. [DIN-13a, S.8,12]

⁹³ Veröffentlichungsdatum des europäischen „Originals“ EN 16258: November 2012 [DIN-13a, S.1]

⁹⁴ Prozesse für den Umschlag von Frachtgut, die durch externe Handhabungs- und Umschlageinrichtungen erfolgen, werden in dieser ersten Ausgabe der Norm ausgegrenzt [DIN-13a, S.12], sollen aber voraussichtlich in zukünftigen Ausgaben einbezogen werden [DIN-13a, S.5]. Ausgegrenzt werden u.a. auch „Prozesse für die Herstellung, Wartung und Entsorgung von Fahrzeugen“ [DIN-13a, S.12].

⁹⁵ Neben den Hauptmotoren beinhalten die Fahrzeugprozesse z.B. auch die „Zusatzausrüstung zur Aufrechterhaltung der Temperatur des Frachtraums“ und „Handhabungs- oder Umschlag-einrichtungen im Fahrzeug“ [DIN-13a, S.11].

2.4.2.2 Methodenumfang

Als **Schritte für die Berechnung** des Energieverbrauchs und der THG-Emissionen werden definiert [DIN-13a, S.13ff]:

- Schritt 1: Bestimmung der unterschiedlichen Teilstrecken einer Transportdienstleistung
- Schritt 2: Berechnung für jede einzelne Teilstrecke
 - Schritt 2.1: Festlegung des Fahrzeugeinsatz-Systems (VOS)⁹⁶
 - Schritt 2.2: Berechnung des gesamten Kraftstoffverbrauchs für dieses VOS
 - Schritt 2.3: Berechnung des gesamten Energieverbrauchs und der THG-Emissionen für dieses VOS gemäß folgender Grundgleichungen^{97 98 99}:

$$\text{Energieverbrauch} = \text{Kraftstoffverbrauch} \times \text{Energiefaktor}$$

$$\text{THG-Emission} = \text{Kraftstoffverbrauch} \times \text{THG-Emissionsfaktor}$$
 - Schritt 2.4: Allokation der Ergebnisse zu der jeweiligen Teilstrecke (bei Frachtgut bevorzugt anteilig nach Tonnenkilometern¹⁰⁰)
- Schritt 3: Addition der Ergebnisse aller Teilstrecken

Mit dieser Systematik sind **vier Ergebnisgrößen** zu berechnen [DIN-13a, S.13]:
Energieverbrauch und THG-Emissionen,
jeweils für Well-to-Wheel und für Tank-to-Wheel.

⁹⁶ Durch die Betrachtung eines VOS (vehicle operation system) und nicht nur der jeweiligen Teilstrecke wird auch sichergestellt, dass die zum Fahrzeugeinsatz zugehörigen Leerfahrten (= „Abschnitt der Route eines Fahrzeugs, auf dem weder Frachtgut noch Passagiere befördert werden“) mit einbezogen werden; vgl. [DIN-13a; S.9,13,15, Anhang C].

⁹⁷ hier vereinfacht bzw. verallgemeinert wiedergegeben

⁹⁸ z.B. Well-to-Wheel-Energiefaktor bei Diesel: 42,7 MJ pro Liter [DIN-13a, S.16];
z.B. Tank-to-Wheel-THG-Emissionsfaktor bei Diesel: 2,67 kg CO₂e pro Liter [DIN-13a, S.16];
weitere Werte gemäß Angabe des Kraftstoff-Lieferanten oder bei Bedarf siehe Anhang A der Norm [DIN-13a, S.22ff]

⁹⁹ Energieverbrauch in Joule (J) oder z.B. auch Megajoule (MJ) bzw. Gigajoule (GJ);
THG-Emissionen in g CO₂e oder z.B. auch kg CO₂e oder t CO₂e [DIN-13a, S.11]

¹⁰⁰ vgl. [DIN-13a, Kap. 8]

Die für die Berechnungen erforderlichen Werte für betriebsbezogene Merkmale (z.B. Kraftstoffverbrauch) müssen den folgenden Kategorien, die gemäß ihrer Rangfolge geordnet sind, zugehören [DIN-13a, S.14]:

- individuelle Messwerte
- spezifische Werte des Transportdienstleisters
- Flottenwerte des Transportdienstleisters
- Vorgabewerte aus der jeweils aktuellen Fassung einer veröffentlichten Dokumentation¹⁰¹

Die vorliegende Norm berücksichtigt eine Vielzahl verschiedener Kraftstoffe: Ottokraftstoff ohne/mit Ethanolanteil, Diesel ohne/mit Biodieselanteil, Kerosin, Marine-Gasöl u.a. sowie auch Elektrizität. [DIN-13a, S.7 u. Anhang A]

Weitere Details¹⁰² (auch zu den Vorgaben bzgl. Deklaration): siehe [DIN-13a]. Sehr hilfreich für das Verständnis sind auch die ausführlichen Beispiele im Anhang.

¹⁰¹ siehe auch Anhang I der Norm

¹⁰² z.B. auch: keine Berücksichtigung von Maßnahmen zur THG-Emissionskompensation oder des Emissionshandels [DIN-13a, S.12]

3 Fazit bzgl. ökologischer Optimierung

Der Hauptfokus dieses „Handbuch ÖkoLogistik“ liegt auf der Unterstützung einer effizienten Optimierung logistischer Prozesse hinsichtlich ökologischer Kriterien. Vor diesem Hintergrund scheinen die im Kapitel 2 beschriebenen Methoden bei umfassender Anwendung mit einem **zu hohem Aufwand** verbunden zu sein. Zudem bedarf es mit diesem Fokus weder der gesamtheitlichen Summenwerte eines Unternehmens noch der Differenzierung auf einzelne Produkte. Falls nicht Kunden oder andere Dritte den Einsatz dieser komplexen Bilanzierungsmethoden fordern, ist deshalb im Hinblick auf o.g. Fokus deren normgerechter Einsatz nicht zwingend erforderlich.

Die umfangreichen Methodenbeschreibungen können aber genutzt werden, um zur Bewertung einzelner Prozesse fundierte **Quantifizierungsverfahren** und ggf. verfügbare Tools zu identifizieren, welche den Kern der Bilanzierungsmethoden bilden. Beispielhaft kann dazu für Treibhausgase vorläufig auf Abschnitt 2.3.5.2 bzw. Abschnitt 2.4.2.2 dieser Ausarbeitung verwiesen werden. Wichtig erscheint dabei aber, nicht „nur“ die Treibhausgase sondern **alle relevanten Wirkungskategorien** bzw. deren Indikatorwerte zu berücksichtigen.

Zur Herausfilterung kompakter Quantifizierungsanleitungen kann nach bisheriger Einschätzung nicht eine bestimmte der im Kapitel 2 beschriebenen Methoden empfohlen werden, vielmehr sind die verschiedenen Methodenbeschreibungen im Detail zu analysieren und je Bewertungskriterium die zielorientiert wesentlichen Informationen zu extrahieren. Die **kompakte Dokumentation derartiger Quantifizierungsansätze** wäre für Optimierungsprojekte sicher eine große Hilfe, um den Anwendern in Unternehmen den jeweils sehr hohen Einarbeitungsaufwand in die Bilanzierungsmethoden zu ersparen. Dies stellt somit ein wesentliches Ziel bei der sukzessiven Erweiterung dieses Handbuchs ÖkoLogistik dar.

Derartige Quantifizierungsverfahren für die relevanten Bewertungskriterien sollten eine effiziente Unterstützung bieten für

- sowohl die Bewertung ausgewählte Ist-Prozesse, um so diejenigen ermitteln zu können, die das größte Optimierungspotential bieten,
- als auch für die Bewertung der optimierten Prozesse, um die Verbesserung gegenüber dem Istzustand zu ermitteln.

Anhang

Anhang 1	Autoren (Stand 23.06.2010)	40
Anhang 2	Autoren (Stand 11.03.2013)	41
Anhang 3	Wörterbuch Englisch – Deutsch.....	42

Anhang 1 Autoren (Stand 23.06.2010)

Studierende des Team A (Projektarbeit im SS 2010)



Team A (von links nach rechts):

Markus Duschner
Andreas Härtl
Manfred Götz
Andreas Jeschke
Dominik Bauer
Thomas Ehebauer
Frank Guggenmos

Anhang 2 Autoren (Stand 11.03.2013)

Prof. Dr.-Ing. Günter Kummetssteiner

Strukturelle und inhaltliche Neubearbeitung und Erweiterung.

Anhang 3 Wörterbuch Englisch – Deutsch

Aufbauend auf [DIN-06a],[DIN-09b],[DIN-12a] und www.dict.cc

global warming potential Treibhauspotential

greenhouse gas Treibhausgas

guidance document Leitfaden

impact category Wirkungskategorie

life cycle assessment Ökobilanz

life cycle impact assessment Wirkungsabschätzung

life cycle inventory analysis Sachbilanz

offsetting Kompensation