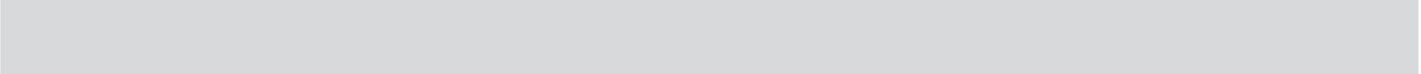


Grobscreening zur Typisierung von Produktgruppen im Lebensmittelbereich in Orientierung am zu erwartenden CO₂e-Fußabdruck

LANUV-Fachbericht 29



**Grobscreening zur Typisierung von Produktgruppen im
Lebensmittelbereich in Orientierung am zu erwartenden CO₂e-Fußabdruck**

LANUV-Fachbericht 29

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen

Recklinghausen 2011

IMPRESSUM

Herausgeber: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV NRW)
Leibnizstraße 10, 45659 Recklinghausen
Telefon 02361 305-0
Telefax 02361 305-3215
E-Mail: poststelle@lanuv.nrw.de

Der vorliegende Fachbericht ist der Abschlussbericht einer Studie,
die vom Öko-Institut Freiburg im Auftrag des LANUV NRW durchgeführt wurde.

Autorinnen: Dr. Jenny Teufel, Marah Gattermann, Eva Brommer, Britta Stratmann
Öko-Institut e.V., Geschäftsstelle Freiburg, Merzhauser Str. 173, 79100 Freiburg
Telefon 0761 452950, E-Mail: info@oeko.de



Redaktion: Ludger Fröse (LANUV NRW)

Titelfoto: adpic-Bildagentur

ISSN: 1864-3930 LANUV-Fachberichte

Informations-
dienste: Informationen und Daten aus NRW zu Natur, Umwelt und
Verbraucherschutz unter
• www.lanuv.nrw.de

Aktuelle Luftqualitätswerte zusätzlich im
• WDR-Videotext Tafeln 177 bis 179

Bereitschafts-
dienst: Nachrichtenbereitschaftszentrale des LANUV NRW
(24-Std.-Dienst): Telefon 0201 714488

Nachdruck – auch auszugsweise – ist nur unter Quellenangaben und Überlassung von
Belegexemplaren nach vorheriger Zustimmung des Herausgebers gestattet.
Die Verwendung für Werbezwecke ist grundsätzlich untersagt.

Inhaltsverzeichnis

1	Abstract	5
2	Einleitung	7
3	Methodik	9
3.1	Zusammenstellung der Arbeitsgrundlagen	9
3.2	Erarbeitung eines Arbeitsblattes für eine erste Bewertung der Verwendbarkeit der recherchierten Studien für eine vergleichende Betrachtung	11
3.3	Erarbeitung eines Kriterienrasters (= Kategorisierungsraster) zur Kategorisierung der zu betrachtenden CO ₂ e-Fußabdrücke	16
3.4	Prüfung der Machbarkeit der Studie	17
3.5	Erarbeitung einer Kategorisierung der zu betrachtenden CO ₂ e-Fußabdrücke	17
4	Ergebnisse der Machbarkeitsprüfung	19
4.1	Zusammenstellung der Arbeitsgrundlagen	19
4.2	Bewertung der zusammengestellten Studien	20
4.3	Kategorisierungsraster für die vergleichende Auswertung von PCF-Studien mit dem Ziel einer Kategorisierung von Lebensmitteln anhand ihres CO ₂ e-Fußabdruckes	21
4.4	Beurteilung der Machbarkeit der Kategorisierung von Lebensmitteln anhand ihrer CO ₂ e-Fußabdrücke	26
4.4.1	Milchprodukte	27
4.4.2	Fleischprodukte	33
4.4.3	Backwaren	39
4.4.4	Fischprodukte (inklusive Krustentiere)	43
4.4.5	Getränke	49
4.4.6	Obst und Gemüse	53
4.4.7	Convenience-Produkte	57
4.4.8	Sonstiges	60
4.4.9	Ergebnis der Prüfung der Machbarkeit der Kategorisierung von Lebensmitteln anhand ihres CO ₂ e-Fußabdruckes	64

5	Kategorisierung der betrachteten Lebensmittelproduktgruppen anhand ihres CO₂e-Fußabdruckes	69
5.1	Kategorisierung	69
5.2	Aussagen zu den aufgestellten Kategorien	72
5.2.1	Produkte mit CO ₂ e-Fußabdrücken ohne Verursachungsschwerpunkt	72
5.2.2	Produkte mit CO ₂ e-Fußabdrücken mit Verursachungsschwerpunkt in der Rohstoffgewinnung	72
5.2.3	Produkte mit CO ₂ e-Fußabdrücken mit Verursachungsschwerpunkt in der Weiterverarbeitung	73
5.2.4	Produkte mit CO ₂ e-Fußabdrücken mit Verursachungsschwerpunkt in der Distribution	73
5.2.5	Produkte mit CO ₂ e-Fußabdrücken mit verbraucherbezogenem Verursachungsschwerpunkt	75
5.2.6	Produkte mit CO ₂ e-Fußabdrücken mit Verursachungsschwerpunkt in der Rohstoffgewinnung und mit verbraucherbezogenem Verursachungsschwerpunkt	76
5.2.7	Produkte mit CO ₂ e-Fußabdrücken mit Verursachungsschwerpunkt in der Rohstoffgewinnung und in der Weiterverarbeitung	76
6	Darstellung der Treibhausgasemissionen im Lebensmittelbereich bezogen auf den jährlichen pro Kopfverbrauch in 2005	77
7	Forschungsbedarf	82
8	Zusammenfassung	85
9	Literatur	87
10	Anhang	97

1 Abstract

Die vorliegende Studie ist eine systematische Analyse der vorhandenen marktverfügbaren Product-Carbon-Footprint-Studien zu Lebensmitteln. Analysiert wurden rund 180 PCF-Studien mit rund 600 bilanzierten Produkten. Ziel dieser Studie war es, in einer ersten Phase zu prüfen, ob eine Kategorisierung von Lebensmitteln anhand ihres CO₂e-Fußabdruckes¹ möglich ist. Nach positiver Prüfung wurde in einer zweiten Phase der Studie ein Kriterienraster zur Kategorisierung von Lebensmitteln anhand ihres CO₂e-Fußabdruckes erarbeitet sowie eine auf Basis dieses Kriterienrasters begründete Kategorisierung von Lebensmitteln anhand ihres CO₂e-Fußabdruckes vorgenommen. Als Voraussetzung hierfür galt eine bestimmte Qualität der Studien im Hinblick auf klare Beschreibung der zugrunde gelegten Methodik und Erfassung der kompletten Produktlinie, die jedoch mehr als 50% der Studien nicht erfüllten. Die Auswertung der Studien ist in einem gesonderten Materialband zusammengefasst.

Die Studien, die für eine Kategorisierung verwendet werden konnten, umfassen die folgenden Produktgruppen: Milchprodukte, Fleisch, Obst und Gemüse, Fisch, Getränke, Convenience-Produkte sowie eine Gruppe „Sonstige Lebensmittel“, die verschiedene Lebensmittel wie Eier, Zucker, Nudeln, Honig enthält. Die Machbarkeit der Kategorisierung wurde dokumentiert, wobei auch auf Einschränkungen hinsichtlich der Machbarkeit eingegangen wurde. Die Studien wurden innerhalb der einzelnen Produktgruppen vergleichend ausgewertet, die Spannbreiten und die Mediane der Treibhausgasemissionen wurden für die einzelnen Lebensmittel ermittelt, sowohl für die Gesamt-Treibhausgas-Emissionen als auch für die einzelnen Abschnitte der Wertschöpfungskette.

¹ Der Begriff CO₂e-Fußabdruck ist eine Abkürzung für den Begriff CO₂-Äquivalent-Fußabdruck. Unter dem Treibhauseffekt wird die klimarelevante Veränderung der Atmosphäre durch den anthropogenen Beitrag von Treibhausgasemissionen verstanden, die zu einer Erwärmung der Erde führt. Zur Erfassung des Treibhauspotentials werden beispielsweise in einer Ökobilanz oder in einer Klimabilanz alle klimarelevanten Treibhausgase erfasst. Die im Rahmen dieser Bilanz erfassten Treibhausgase werden mit sogenannten Charakterisierungsfaktoren multipliziert, die ihre Klimarelevanz in Relation zum Treibhausgas CO₂ mit dem Charakterisierungsfaktor 1 abbilden. Die einzelnen Beiträge verschiedener Klimagase werden dann zum Gesamttreibhauspotential addiert. Auf diese Weise wird das Treibhauspotential in Form von CO₂-Äquivalenten errechnet. Der Begriff Product Carbon Footprint bzw. CO₂-Fußabdruck wird international unterschiedlich definiert und verwendet. Dies gilt auch für gesetzliche Vorschriften. So werden etwa bei der Angabe der CO₂-Emission pro km von Pkw erstens nur die Emission von CO₂ und nicht die von Treibhausgasen angeben und zweitens nicht die Emissionen der Vorketten zur Bereitstellung von Benzin oder Diesel. Im vorliegenden Sachstandsbericht wird folgende Definition zugrunde gelegt: „Der Product Carbon Footprint („CO₂e-Fußabdruck“) bezeichnet die Bilanz der Treibhausgas-Emissionen entlang des gesamten Lebenszyklus eines Produkts in einer definierten Anwendung und bezogen auf eine definierte Nutzereinheit.“ Dabei werden als Treibhausgas-Emissionen all diejenigen gasförmigen Stoffe verstanden, für die vom Weltklimarat IPCC ein Koeffizient für das Treibhauspotential (THP; engl.: Global Warming Potential = GWP) definiert wurde. Der Lebenszyklus eines Produkts umfasst dabei die gesamte Wertschöpfungskette: von Herstellung und Transport der Rohstoffe und Vorprodukte über Produktion und Distribution bis hin zur Nutzung, Nachnutzung und Entsorgung. Der Begriff Produkt steht als Oberbegriff für Waren und Dienstleistungen.

Nach der Auswertung der Studien zu den einzelnen Produktgruppen wurde unter Anwendung der aufgestellten Kategorisierungsregeln eine Kategorisierung der Lebensmittel anhand ihrer CO₂e-Fußabdrücke vorgenommen und kommentiert. Die Verursachungsschwerpunkte liegen in der Rohstoffgewinnung und in geringerem Umfang in der industriellen Weiterverarbeitung, sowie beim Verbraucher.

Basierend auf der detaillierten Auswertung der Studien und der vorgenommenen Kategorisierung der Lebensmittel wurde der Forschungsbedarf zum Thema Treibhausgasemissionen im Bedürfnisfeld „Ernährung“ aufgezeigt.

2 Einleitung

Die Begrenzung der anthropogen verursachten Erderwärmung durch Treibhausgas (THG)-Emissionen ist eine zentrale Aufgabe unserer Zeit. Das langfristige Ziel einer „Low Carbon Economy“ bzw. „Low Carbon Society“ mit Reduktion der THG-Emissionen um etwa 80% bis 2050 in den heutigen Industrienationen bezogen auf das Emissionsniveau von 1990 setzt jedoch einen grundlegenden Wandel voraus. Es stellt alle gesellschaftlichen Akteure vor enorme Herausforderungen.

Legt man die durchschnittlichen Pro-Kopf-Emissionen, die der deutsche Bundesbürger im Jahr verursacht zugrunde, so liegt der Anteil der Treibhausgasemissionen, die durch den Konsum von Lebensmitteln bzw. durch unsere Ernährung bedingt sind, bei ca. 15% der durch den Bürger verursachten Gesamtreibhausgasemissionen (Schächtele & Hertle 2007; Quack et al. 2007; Wiegmann et al. 2005). Um die globale Erwärmung auf etwa 2°C zu begrenzen, bedarf es einer Reduktion der **globalen** Pro-Kopf-Emissionen/Jahr auf 1-2 t CO₂e. Das heißt, dass auch in den Sektoren privater Konsum inklusive Ernährung Möglichkeiten zur Reduktion von Treibhausgasen erkannt und ausgeschöpft werden müssen.

Führende Unternehmen der verschiedensten Sektoren erkennen zunehmend die Chancen der durch die Erderwärmung angestoßenen Transformationsprozesse und implementieren daher integrierte Unternehmens- und Nachhaltigkeitsstrategien zur Reduzierung ihrer THG-Emissionen.

Grundlegende Voraussetzung für die Erfassung von THG-Emissionen ist eine wissenschaftlich fundierte, transparente und international harmonisierte Berechnungsgrundlage auf Unternehmens- und Produktebene über den gesamten Lebenszyklus von der Produktion über die Nutzung bis zur Entsorgung. Diese Erfassung steht vor der Optimierung der eigenen THG-Emissionen nach dem Motto: „What you cannot measure you cannot manage.“

Die Erfassung und Analyse produktbezogener THG-Bilanzen kann Unternehmen helfen, komplexe Wertschöpfungsnetze hinsichtlich der THG-Emissionen zu optimieren. Das Wissen um die THG-Emissionen in der unternehmerischen Wertschöpfungskette entwickelt sich zu einer strategischen Kontrollgröße für Qualität, Sicherheit und Zukunftsfähigkeit der Produktionsprozesse in der sich entwickelnden Low Carbon Economy. Darüber hinaus kann die Erfassung und Reduzierung von THG-Emissionen sowie die Kommunikation des so genannten Product Carbon Footprints (PCF) für Unternehmen als Differenzierungsmerkmal und Positionierungsinstrument im Wettbewerb dienen, um vergleichsweise klimaverträgliche Produkte und Dienstleistungen erfolgreich zu vermarkten. Perspektivisch wird PCF zu einem sichtbaren Produktleistungsmerkmal im Konsumentenmarkt. Auf der anderen Seite kann eine auf die konsistente Erfassung aufbauende glaubwürdige Kommunikation des „CO₂e-Fußabdrucks“ von Produkten (PCF) die Kunden und Konsumenten potenziell dabei

unterstützen, über klimabewusste Kaufentscheidungen die mit ihrem Konsum verbundenen THG-Emissionen zu senken.

Hier setzt die vorliegende Machbarkeitsstudie für das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW „Grobscreening zur Typisierung von Produktgruppen in Orientierung am zu erwartenden CO₂e-Fußabdruck“ an.

In der einsetzenden fachlichen Diskussion um „CO₂e-Fußabdrücke“ bei der Produktion und dem Konsum von Lebensmitteln ist deutlich geworden, dass je nach Art des Produktes, seiner Produktion oder Nutzung in den Kategorien

- Rohstoffgewinnung,
- Produktion (inkl. Verpackung),
- Distribution,
- Einkauf durch den Verbraucher,
- Produktnutzung und
- Entsorgung

ein ausgeprägter „CO₂e-Fußabdruck“ entsteht. Meist ist eine derartige Signifikanz nur bei einer oder zwei der genannten Kategorien gegeben (z.B. Produkte, die Milch- und / oder Molkereiprodukte enthalten, weisen aufgrund der erforderlichen Rinderhaltung [Methan] einen hohen CO₂e-Fußabdruck bei der Rohstoffgewinnung auf).

Ziel dieser Studie war es, in einer ersten Phase zu prüfen, ob eine Kategorisierung von Lebensmitteln anhand ihres CO₂e-Fußabdruckes möglich ist. Nach positiver Prüfung ist in einer zweiten Phase der Studie ein Kriterienraster zur Kategorisierung von Lebensmitteln anhand ihres CO₂e-Fußabdruckes erarbeitet worden sowie eine auf Basis dieses Kriterienrasters begründete Kategorisierung von Lebensmitteln anhand ihres CO₂e-Fußabdruckes vorgenommen worden. Soweit möglich sind zudem auf Basis dieser Kategorisierung Analogieschlüsse für weitere Lebensmittel abgeleitet worden.

3 Methodik

3.1 Zusammenstellung der Arbeitsgrundlagen

Die Arbeitsgrundlagen wurden mittels einer Literaturrecherche zusammengestellt. Für diese Recherche wurden zum einen Fachzeitschriften, wie „The International Journal of Life Cycle Assessment“, auf relevante Veröffentlichungen geprüft, ebenso wurden wissenschaftliche Publikationen ausgewählter Institutionen, die zum Thema arbeiten, berücksichtigt, wie CO₂ - The Swedish Institute for Food and Biotechnology (SIK), das Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) oder das Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW). Eine weitere Quelle stellten Hersteller dar, die bereits CO₂-gelabelte Produkte anbieten, wie z.B. die Supermarktkette Casino in Frankreich. Auch Initiativen zur Reduktion des CO₂e-Fußabdrucks, wie der Carbon Trust in Großbritannien dienten als Quellen. Im Rahmen ihres Label-Systems erstellt Carbon Trust Fallstudien mit Unternehmen und öffentlichen Einrichtungen, die als Datengrundlage herangezogen werden konnten. Es konnte ebenfalls auf eigene Studien des Öko-Instituts zurückgegriffen werden, wie jene, die im Rahmen des PCF-Pilotprojekts und des Projekts Ernährungswende erstellt wurden. Abgerundet wurde das Literatur-Screening mit Internet- und Literaturdatenbankrecherchen. Wichtige Suchschlagworte waren unter anderem: Lebenszyklusanalyse (life cycle analysis), CO₂- bzw. CO₂e-Fußabdruck (carbon footprint), PCF (product carbon footprint), Ökobilanz, verschiedene Lebensmittelprodukte usw. Die benutzten Recherchequellen und Suchwörter sind in **Tabelle 1** aufgeführt.

Tabelle 1 Recherchestrategien: Datenbanken und Suchwörter

Recherchequellen	Suchwörter
Wissenschaftliche Datenbanken: Web of Science – Science Citation Index Expanded; Verlagsdatenbanken: Science Direct Internetsuchmaschinen: Google Scholar Wissenschaftliche Zeitschriften: International Journal of Life Cycle Assessment Organisationen / Plattformen: Department for Environment, Food and Rural Affairs Carbon Trust Forschungsinstitut für biologischen Landbau Environmental Product Declarations / Product Category Rules PCF Pilot Projekt	Lebenszyklusanalyse (life cycle analysis) CO ₂ -Fußabdruck (carbon footprint) PCF (product carbon footprint) Ökobilanz verschiedene Lebensmittelprodukte CO ₂ - (bzw. THG-) Emissionen (GHG emissions)....

Bei der Recherche wurde so vorgegangen, dass alle Suchwörter bei allen Recherchequellen verwendet wurden.

Im Rahmen der Literaturrecherche sollten aus Sicht des Auftraggebers alle auf europäischer Ebene erarbeiteten CO₂e-Fußabdrücke für Lebensmittel² erfasst werden, die der Produktpalette des so genannten „nachhaltigen Warenkorb“ angehören. Dies sind Backwaren, Convenience-Produkte, Milchprodukte, Fischprodukte, Fleischprodukte, Getränke, Obst und Gemüse und Sonstiges.

Erfasst werden sollten:

- abgeschlossene Berechnungen bis 03/2009, die alle treibhausgasrelevanten CO₂-Äquivalente ermitteln,
- CO₂e-Fußabdrücke:
 - bei denen die für den Treibhausgasausstoß erkennbar relevanten Kategorien gemessen und / oder berechnet wurden,
 - bei denen der Anteil der gemessenen und / oder berechneten Prozesse am Gesamtbetrachtungsumfang des Abdrucks über 70% liegt.
 - die möglichst die Kategorien Rohstoffgewinnung³, Produktion, Distribution, Einkauf durch den Verbraucher, Produktnutzung und Entsorgung umfassen.

Diese Vorgaben des Auftraggebers wurden vom Öko-Institut erweitert, um insgesamt eine solidere Arbeitsgrundlage für die Zielsetzung der Studie zu schaffen. Es wurden also auch Studien begutachtet, die einen internationalen Bezug haben (z.B. Kaffeeanbau in Tansania, Fleischproduktion in Argentinien und Neuseeland, Fischproduktion in Kanada und Chile). Wäre der Betrachtungsrahmen nicht erweitert worden, dann hätten einige dieser Studien, die z.T. auch den kompletten Lebenszyklus des Produktes bis zur Entsorgung betrachten (z.B. die Bilanzierung einer Tchibo-Raritäten-Kaffeesorte), nicht berücksichtigt werden können. Soweit möglich wurden auch Studien aufgenommen, die nach 03 / 2009 abgeschlossen wurden.

² Die EU-Basis-Verordnung (Verordnung (EG) Nr. 178/2002) liefert eine Definition für Lebensmittel. Nach dieser Definition zählen zu den Lebensmitteln sowohl Nahrungsmittel, als auch Genussmittel wie Kaugummi, Alkohol, Nahrungsergänzungsmittel, etc.

³ Der Begriff „Rohstoffgewinnung“ wird im Folgenden auch als Oberbegriff für den Begriff „landwirtschaftliche Produktion“ verwendet.

3.2 Erarbeitung eines Arbeitsblattes für eine erste Bewertung der Verwendbarkeit der recherchierten Studien für eine vergleichende Betrachtung

Die im Rahmen der unter Kapitel 3.1 beschriebenen Literaturrecherche gefundenen Studien wurden auf ihre Verwendbarkeit für die geplante Kategorisierung nach CO₂e-Fußabdrücken geprüft. Für diese Prüfung wurde ein Arbeitsblatt (vgl. **Tabelle 2**) erstellt, in dem für die Bewertung der Studien wichtige Elemente aufgelistet wurden. Die Abprüfung der Studien mit Hilfe der erstellten Arbeitsblätter hat letztendlich folgende Ziele:

Eine Einschätzung der Validität der Berechnungen in der jeweiligen Studie sowie die Ermöglichung einer Einschätzung, inwieweit die Gesamt- und Teilergebnisse der Studie mit den Ergebnissen anderer Studien vergleichbar sind. Hier ist anzumerken, dass die im Rahmen von PCF-Studien erfassten Treibhausgasemissionen nicht in Form absoluter Werte verglichen werden können, da die Studien in der Regel von verschiedenen Auftraggebern beauftragt und von verschiedenen Bearbeitern, d.h. nicht mit einheitlicher Vorgehensweise erstellt wurden. Vergleichbar heißt in diesem Fall, dass bei Studien, die bestimmte Qualitätsmerkmale erfüllen, die Treibhausgasemissionen in ihrer Größenordnung verglichen werden können⁴.

Alle Studien, die mit Hilfe der Literaturrecherche gefunden wurden, wurden in einer Gesamt-Excel-Datei zusammengestellt, die die Angaben des in **Tabelle 2** dargestellten Arbeitsblatts enthält.

Diese Gesamt-Excel-Datei wurde dem Auftraggeber in elektronischer Form zur Verfügung gestellt.

⁴ Streng genommen sind die Ergebnisse verschiedener PCF-Bilanzen nicht direkt miteinander vergleichbar. Eine Vergleichbarkeit wird aber spätestens gefordert, wenn Produkte mit einem CO₂-Wert gekennzeichnet werden sollen. Diese Zielstellung ist für die Ökobilanz-Methodik, auf der die Methodik der Ermittlung des PCFs beruht, neu. Sie stellen die Methodik und die Kommunikation der Ergebnisse von PCFs vor erhebliche Herausforderungen. Während die Produkt-Ökobilanzen üblicherweise von einem Auftraggeber beauftragt und von einem Bearbeiter durchgeführt wurden, sollen nun Produkt-Ökobilanzen bzw. Product Carbon Footprints unterschiedlichster Herkunft verglichen werden können und auch noch bei einer wettbewerbsrechtlichen Auseinandersetzung Bestand haben. Dies erfordert ein produktgruppenübergreifendes Scoping – d.h. dass die wesentlichen Rahmenbedingungen und die wesentlichen Annahmen, die Datenqualität und die Detailtiefe für die Bilanzierung vergleichbar sein müssen (Grießhammer und Hochfeld 2009).

Tabelle 2 Arbeitsblatt zur Abfrage der Kernelemente von PCF-Studien für eine erste Bewertung ihrer Verwendbarkeit für vergleichende Studien

Allgemeine Daten
Titel der Studie
Bezeichnung Produkt
Quelle/Autoren
Jahr der Veröffentlichung
Jahr der Bilanz
Geografischer Bezug (Land, ggf. Region)
Best-Case (BC) / Worst Case (WC)
Anmerkungen zum Ziel der jeweiligen Studie
Fazit/Empfehlung der Studie
Allgemeine Kommentare
URL/Website (extern)
Qualitätsmerkmale
Funktionelle Einheit (kg, Liter o.ä.)
Methodik: ISO 14040, PAS 2050, unklar, Stoffstromanalyse (SSA)
Ökobilanz (ÖB) mit mehreren Umweltaspekten oder nur Carbon Footprint (PCF)
Einzelergebnis (nur ein Produkt, E); Durchschnittswert (aus mehreren Einzelwerten, D); überschlägig kalkuliert (Ü); aus Stoffstromanalyse (S)
Weitere berücksichtigte Umweltaspekte (bei land use change angeben, ob direkt oder indirekt – dLUC / iLUC ⁵ – oder beides)
Weitere Umweltaspekte proportional (P) oder zum Teil gegenläufig (G) zu CO ₂ e (ja/nein)
Art der Daten (primär/sekundär)
Unabhängiges Review (ja/nein)

⁵ dLUC: direct land use change; iLUC: indirect land use change / Bei Landnutzungsänderungen, also einer geänderten land- oder forstwirtschaftlichen Nutzung von Flächen, kommt es zu einer Veränderung der Treibhausgasemissionen, weil sich die im Boden gespeicherte Kohlenstoffmenge verändert. Bei den Landnutzungsänderungen unterscheidet man zwischen direkten Landnutzungsänderungen (direct land-use change = dLUC) und indirekten Landnutzungsänderungen (indirect land-use change = iLUC). Die indirekten Landnutzungsänderungen können dann entstehen, wenn Energiepflanzen auf einer Fläche angebaut werden, die vorher dem Anbau von Lebensmitteln, Futtermitteln oder Fasern diente. Dann kann davon ausgegangen werden, dass andernorts Flächen neu genutzt werden, um die „verdrängte“ vorherige Produktion zu ersetzen (Beispiele: Rodung von Urwald, Umnutzung von Grasland).

Tabelle 2 ff.

Treibhausgase
Gesamtwert (CO ₂ e) in kg, ggf. CO ₂ in kg (falls nur CO ₂ bilanziert)
Rohstoffgewinnung
industrielle Weiterverarbeitung
Verpackung, ggf. Art der Verpackung
Transport/Distribution Hersteller
Anteil Überseetransport (wenn getrennt ausgewiesen)
Treibhausgase Handel
Einkaufsfahrt Verbraucher
Nutzung
Kühlung/Lagerung
Zubereitung
Entsorgung
Recycling

Wichtige Punkte im dargestellten Arbeitsblatt sind vor allem die Angabe der im Rahmen der einzelnen Studien verwendeten Methode, bzw. Angaben zur funktionellen Einheit und Angaben zur Art der verwendeten Daten (s. **Tabelle 2**). Ein weiterer wichtiger Punkt dieser Analyse war die Prüfung, ob und wie die Aufschlüsselung der Treibhausgase in den einzelnen Lebensphasen erfolgte. Hierbei wurden folgende Lebensphasen abgefragt:

- Rohstoffgewinnung⁶,
- industrielle Weiterverarbeitung,
- Verpackung,
- Transporte zur Distribution der Lebensmittel,
- Handel mit Lagerung und Märkten,
- Produktnutzung (Einkaufsfahrt des Verbrauchers, Lagerung beim Verbraucher, Zubereitung und Abwasch),
- Entsorgung (inkl. Recycling).

Sowohl die Methode als auch die Angabe von Ergebnissen innerhalb der Lebensphase geben einen Anhaltspunkt für die Qualität der Studie. Die Qualität einer Studie zeichnet sich in erster Linie über die Methodik aus. Die Methodik muss aktuell (ISO-Norm für LCA bzw. PAS 2050 für PCF) und benannt sein. Des Weiteren ist die Ausweisung von Zahlenwerten für die THG-Emissionen ein weiteres Qualitätskriterium. Zum einen müssen entsprechende Daten vorliegen, zum anderen müssen diese für eine gute Nachvollziehbarkeit und Vergleichbarkeit transparent dokumentiert sein.

⁶ Wie bereits erläutert, fassen wir im Folgenden unter den Begriff „Rohstoffgewinnung“ auch die „landwirtschaftliche Produktion“.

Jede Studie wurde mit Hilfe des in **Tabelle 2** dargestellten Arbeitsblatts geprüft. Bereits bei dieser Betrachtung fiel die unterschiedliche Qualität der Studien auf: Einige wiesen lediglich einen Gesamtwert an THG-Emissionen aus, auf die einzelnen Produktionsprozesse wurde hingegen nicht eingegangen. Teilweise wurden Werte lediglich anhand eines Balkendiagramms dargestellt ohne einen absoluten Wert anzugeben. In diesen Fällen wurden die Werte soweit möglich abgelesen und in den Rohdatentabellen kursiv dargestellt. Auch Prozentangaben, die anhand des Gesamtergebnisses eigenständig umgerechnet wurden, sind in den Rohdatentabellen kursiv dargestellt.

Aufgrund der festgestellten unterschiedlichen Transparenz und Dokumentation der Studien wurde eine Bewertung der ermittelten Studien mit Hilfe eines in **Tabelle 3** dargestellten Bewertungsrasters durchgeführt. Im Rahmen der Bewertung hat das Öko-Institut zwischen Vorzeigestudien mit Zwischenergebnissen, Vorzeigestudien ohne Zwischenergebnisse und unvollständigen Studien unterschieden. Das Ergebnis der Bewertung gibt Kapitel 4.2 wieder.

Entscheidend für die Einstufung als Vorzeigestudie bzw. für die Validität der Berechnung ist die Erfüllung der beiden Kriterien Methodik und Berücksichtigung der Wertschöpfungskette. Als Vorzeigestudien wurden daher zum einen jene Studien definiert, die auf einer gängigen Methode basieren, also die ISO-Norm für LCA oder PAS 2050 für PCF erfüllen, und neben dem CO₂e-Gesamtwert auch die Zwischenergebnisse entlang der Wertschöpfungskette ausweisen. Außerdem musste die Zuordnung der Zwischenergebnisse zu den verschiedenen Abschnitten der Wertschöpfungskette (Landwirtschaftliche Produktion, Weiterverarbeitung, Distribution, Produktnutzung, Entsorgung) eindeutig sein.

Zum anderen wurden anhand der Kriterien „Vorzeigestudien ohne Zwischenergebnisse“ identifiziert, in denen die einzelnen Produktionsprozesse nicht aufgeschlüsselt wurden, die jedoch über einen CO₂e-Gesamtwert verfügen sowie die methodischen Kriterien erfüllen. Die restlichen Studien, die nicht als Vorzeigestudien mit bzw. ohne Zwischenergebnisse eingeordnet werden konnten, da sie nicht die geforderten Kriterien erfüllten und somit eine mangelnde Qualität aufwiesen, wurden als „unvollständige Studien“ definiert. Aufgrund der unzureichenden Dokumentation konnten die unvollständigen Studien nicht für die Prüfung einer möglichen Kategorisierung der CO₂e-Fußabdrücke von Lebensmitteln herangezogen werden.

Tabelle 3 Bewertungsraster zur Bewertung von PCF-Studien

Definition der Studien	Kernkriterien
Vorzeigestudien inkl. Zwischenergebnisse	Transparente Methode (ISO-Norm bzw. PAS 2050)
	Gesamtergebnis
	Einzelergebnisse entlang der Wertschöpfungskette
Vorzeigestudien ohne Zwischenergebnisse	Transparente Methode (ISO-Norm bzw. PAS 2050)
	Gesamtergebnis
	KEINE Einzelergebnisse entlang der Wertschöpfungskette
Unvollständige Studien	KEINE transparente Methode (ISO-Norm bzw. PAS 2050)
	Gesamtergebnis oder Einzelergebnisse in % ohne Bezug zu einem Gesamtergebnis

Nach der Einteilung der Studien in Vorzeigestudien und unvollständige Studien wurden alle Vorzeigestudien einer Gesamtauswertung (s. Kapitel 4.4) unterzogen. Diese Gesamtauswertung erfolgte im Rahmen der jeweiligen Produktgruppe (Milchprodukte, Fleischprodukte, Backwaren, Fischprodukte, Getränke, Obst und Gemüse, Convenience-Produkte, Sonstiges). Der Median der jeweiligen THG-Emissionen wurden ermittelt sowie die Bandbreiten, also der geringste und der höchste Wert, dargestellt. Vorzeigestudien, die Zwischenergebnisse entlang der Wertschöpfungskette umfassen, wurden zusätzlich nach dem prozentualen Anteil der Lebenszyklusphasen ausgewertet. Auch hier wurden die Mediane und die Bandbreiten ermittelt⁷. Die Auswertung der Lebenszyklusphasen ist vor allem für die spätere Analyse der Kriterien wichtig. Damit können Schlüsse gezogen werden, ob eine bestimmte Produktgruppe beispielsweise eine eher verbraucher- oder produktionsverursachte Ausprägung besitzt.

⁷ In einer stichprobenartigen Überprüfung wurde für folgende Produkte: Milch, Joghurt natur, Fruchtgemüse, Wurzelgemüse und Erdbeeren, das arithmetische Mittel berechnet – ausgeschlossen hierbei waren Ausreißerwerte – um zu prüfen, ob sich diese Werte von denen des Median stark abheben. Relevante Abweichungen waren hierbei nicht zu erkennen.

3.3 Erarbeitung eines Kriterienrasters (= Kategorisierungsraster)⁸ zur Kategorisierung der zu betrachtenden CO₂e-Fußabdrücke

Für die vergleichende Betrachtung von PCF-Studien im Lebensmittelbereich, die im Rahmen dieser Studie das Ziel hat, eine Kategorisierung von Lebensmitteln anhand ihres CO₂e-Fußabdruckes zu erarbeiten, ist es notwendig ein Kategorisierungsraster zu entwerfen, das die jeweiligen PCF-Studien auf ihre Eignung für eine solche Kategorisierung⁹ prüft.

Die Ziele der Kategorisierung sind im zur Studie gehörenden Leistungskatalog folgendermaßen beschrieben:

- Einordnung nach CO₂e-Fußabdrücken mit produktgruppentypischer Ausprägung
- Einordnung nach CO₂e-Fußabdrücken mit verbraucher verursachter Ausprägung
- Einordnung nach CO₂e-Fußabdrücken mit produktionsverursachter Ausprägung
- Einordnung nach CO₂e-Fußabdrücken mit distributionsverursachter Ausprägung

Im Wesentlichen geht es bei der Erarbeitung des Kategorisierungsrasters darum, einen Prüfkatalog zu erstellen, der die Beurteilung ermöglicht, ob oder inwieweit die Erkenntnisse aus den vorliegenden Arbeiten für die untersuchte Produktgruppe repräsentativ sind und ob die für den CO₂e-Fußabdruck entscheidenden Lebenszyklusphasen in ihrer Bedeutung für den Gesamt-PCF allgemein gültig sind.

Auf Vorschlag des Öko-Institutes e.V. wurde ein für das Ziel der Studie geeignetes Kategorisierungsraster parallel zum Nachweis der Machbarkeit der Studie erarbeitet. Dieser Vorschlag erfolgte aufgrund der Tatsache, dass für die Arbeitspakete a) Nachweis der Machbarkeit der Studie und b) Erarbeitung einer Kategorisierung eine umfassende und arbeitsaufwendige Sichtung der Einzelstudien, die als Arbeitsgrundlage zusammengestellt wurden, notwendig ist. Dadurch, dass das Kategorisierungsraster parallel zur Datenerfassung erarbeitet wurde, konnte ein arbeitsaufwendiges Nachrecherchieren von Daten vermieden werden. Die Erarbeitung des Kategorisierungsrasters erfolgte auf Basis der langjährigen Erfahrung des Öko-Institutes im Erstellen von Ökobilanzen, bzw. im Rahmen der langjährigen Erfahrung in der Prüfung von Ökobilanzen sowie auf Basis zweier abgeschlossener Projekte, in denen grundlegende Probleme der PCF-Methodik dargestellt werden (vgl. Gießhammer und Hochfeld 2009; Gießhammer et al. 2009; Thema 1 GmbH 2009).

⁸ Im Folgenden wird das Kriterienraster zur Kategorisierung von Lebensmitteln nach ihrem CO₂e-Fußabdruck als Kategorisierungsraster bezeichnet, um eine Verwirrung mit dem Bewertungsraster zu vermeiden, das wir für eine erste Bewertung der Verwendbarkeit der recherchierten PCF-Studien entwickelt haben.

⁹ Und gegebenenfalls auch das Ableiten von Analogieschlüssen für weitere Lebensmittelgruppen ermöglicht.

3.4 Prüfung der Machbarkeit der Studie

Aufbauend auf den Erkenntnissen und Ergebnissen der Recherche und der anschließenden Bewertung der recherchierten Studien sollte im Rahmen der ersten Phase der vorliegenden Studie die Machbarkeit des Projektes, d.h. die Machbarkeit der Erarbeitung einer Kategorisierung von Lebensmitteln anhand ihres CO₂e-Fußabdruckes, als Grundlage für die Entscheidung einer Fortsetzung der Bearbeitung begründet und dargelegt werden.

Hierfür wurden die recherchierten Studien bewertet und weiter ausgewertet (s. Kapitel 4.2). Der nächste Auswertungsschritt umfasste eine vergleichende Zusammenstellung der Detailergebnisse der recherchierten Studien. Diese Zusammenstellung war erforderlich, um eine Aussage über die Machbarkeit der Kategorisierung von Lebensmitteln nach ihren CO₂e-Fußabdrücken treffen zu können.

Die Ergebnisse dieser Prüfung sind in Kapitel 4.4 zusammengestellt.

3.5 Erarbeitung einer Kategorisierung der zu betrachtenden CO₂e-Fußabdrücke

Nach positiver Prüfung der Machbarkeit der Studie und auf der Grundlage der Ergebnisse derjenigen PCF-Studien, die mit Hilfe des in Kapitel 4.3 erarbeiteten und dargestellten Kriterienrasters als für eine Kategorisierung geeignet eingestuft wurden, erfolgte schließlich eine Kategorisierung der betrachteten Produktgruppen im Lebensmittelbereich anhand ihres CO₂e-Fußabdruckes.

Die für die Kategorisierung herangezogenen Studien wurden im Rahmen dieses Arbeitsschrittes der Kategorisierung noch einmal ausgewertet. Die Auswertung bezog sich auf folgende Aspekte:

- Klärung der Ursache von stark differierenden THG-Werten (sowohl Gesamtwerte als auch THG-Werte einzelner Abschnitte der Wertschöpfungskette);
- Prüfung einzelner produktgruppenspezifischer Detailfragen (z.B. Prüfung der Frage, ob alle PCF-Studien zu Milchprodukten den Fettanteil als Zuordnungsschlüssel für die Treibhausgasemissionen nutzen);
- Sofern von Relevanz, wurde der Einfluss des Verbrauchers auf den Gesamt-THG-Wert eines Produktes geprüft (z.B. bei der Zubereitung von Fleisch);
- In der Produktgruppe „Fisch“ wurden verschiedene Studien ergänzend ausgewertet, da diese Analyse weitere Aussagen zu verschiedenen Produktionsformen von Fisch- bzw. Krustentierarten ermöglichte.

Die Ergebnisse dieser Auswertung, der für die Kategorisierung zugrunde liegenden PCF-Studien, sind in Kapitel 4.4 getrennt nach den unterschiedlichen Lebensmittelproduktgruppen dargestellt. Im Rahmen der Kategorisierung der untersuchten Lebensmittelproduktgruppen anhand ihres CO₂e-Fußabdruckes wurden soweit möglich Analogieschlüsse zu weiteren Lebensmittelgruppen getroffen. Die Ergebnisse der Kategorisierung sowie die abgeleiteten Analogieschlüsse sind in Kapitel 5 dargestellt.

Außerdem wurden offene Fragestellungen und Forschungsbedarf im Themenfeld „Klimaschutz und Ernährung“ erörtert (vgl. Kapitel 7).

4 Ergebnisse der Machbarkeitsprüfung

4.1 Zusammenstellung der Arbeitsgrundlagen

Im Rahmen dieser Recherche konnten als Datengrundlage für die vorliegende Studie 181 PCF¹⁰- sowie Ökobilanzstudien aus dem Lebensmittelbereich zusammengetragen werden.

Die für das Projekt ermittelten 181 Studien decken insgesamt 604 Produkte ab. Die unterschiedliche Anzahl von Studien und Produkten ist darauf zurückzuführen, dass die Mehrzahl der Studien nicht nur ein Produkt bilanziert, sondern mehrere Produkte miteinander vergleicht. Häufig erfolgt eine Gegenüberstellung eines konventionell produzierten Lebensmittels mit einem ökologisch erzeugten.

Da der Bereich Lebensmittel insgesamt zu umfassend ist, um spezifische Aussagen treffen zu können, wurde er in folgende Produktgruppen untergliedert:

- Backwaren,
- Fischprodukte,
- Fleischprodukte,
- Getränke,
- Milchprodukte,
- Obst und Gemüse,
- Convenience-Produkte sowie
- sonstige Produkte, wie Getränke, Chips, Eier, etc

In diesen sieben Sparten erfolgte anschließend eine weitere Kategorisierung.

Milchprodukte wurden z.B. unterteilt in:

- Käse,
- Joghurt mit Geschmack,
- Joghurt natur,
- Milch,
- Quark,
- Sahne und
- Butter.

Analog zu den Milchprodukten wurde diese Unterteilung für jede Produktgruppe vorgenommen.

¹⁰ Gezählt wurde hier die Anzahl der veröffentlichten Studien. Da sie teilweise Produkte aus verschiedenen Produktkategorien enthalten, ergibt die Addition der Studien der einzelnen Produktkategorien eine andere Zahl als die Gesamtzahl.

4.2 Bewertung der zusammengestellten Studien

In **Tabelle 4** ist eine Übersicht der Bewertung der mit Hilfe der Literaturrecherche erfassten Studien anhand der zu erfüllenden Kernkriterien dargestellt.

Tabelle 4 Bewertung der zusammengestellten PCF-Studien

Definition der Studien	Kernkriterien	Anzahl Studien	Anzahl Produkte
Vorzeigestudien inkl. Zwischenergebnisse	Transparente Methode (ISO-Norm bzw. PAS 2050)	51	170
	Gesamtergebnis		
	Einzelergebnisse entlang der Wertschöpfungskette		
Vorzeigestudien ohne Zwischenergebnisse	Transparente Methode (ISO-Norm bzw. PAS 2050)	30	73
	Gesamtergebnis		
	KEINE Einzelergebnisse entlang der Wertschöpfungskette		
Unvollständige Studien	KEINE transparente Methode (ISO-Norm bzw. PAS 2050)	100	361
	Gesamtergebnis oder Einzelergebnisse in % ohne Bezug zu einem Gesamtergebnis		

Insgesamt konnten 51 Vorzeigestudien mit Zwischenergebnissen, 30 Vorzeigestudien ohne Zwischenergebnisse und 100 unvollständige Studien herausgearbeitet werden. Die Zahlen zeigen deutlich, dass die Mehrzahl der Studien für eine weitere Analyse zu intransparent war. Analog dazu ist auch die Verteilung der Produkte: 170 Produkte werden von den Vorzeigestudien abgedeckt, die auch über die Aufschlüsselung der Produktionsprozesse verfügen, Vorzeigestudien ohne Zwischenergebnisse umfassen insgesamt 73 Produkte, 361 Produkte bleiben aufgrund der unvollständigen Studien unberücksichtigt.

81 Studien konnten nun für die Prüfung der Machbarkeit einer Kategorisierung von Lebensmitteln anhand ihres CO₂e-Fußabdruckes ausgewertet werden. Das Verhältnis 81 geeignete Studien versus 100 ungeeignete Studien zeigt jedoch, dass eine Validitätsprüfung von PCF-Studien unbedingt erforderlich ist, bevor aus den Ergebnissen weitere Rückschlüsse gezogen werden können. Aus diesem Grund ist im Rahmen der ISO-Norm für Ökobilanzen auch die Erstellung zweier externer unabhängiger „critical reviews“ erforderlich, wenn der Auftraggeber der Ökobilanz mit den Ergebnissen der Bilanzierung werben will.

4.3 Kategorisierungsraster für die vergleichende Auswertung von PCF-Studien mit dem Ziel einer Kategorisierung von Lebensmitteln anhand ihres CO₂e-Fußabdruckes

Um Analogieschlüsse und Ableitungen für die Bewertung von Lebensmitteln ziehen zu können, wurden die vorhandenen Studien und deren Ergebnisse mit Hilfe eines Arbeitsblattes geprüft (s. Kapitel 3, **Tabelle 2**).

Für eine weitere vergleichende Betrachtung von PCF-Studien im Lebensmittelbereich sind weitere Informationen notwendig. Hierzu gehören:

Funktionelle Einheit

Die funktionelle Einheit muss in der Studie definiert werden. Alle Berechnungen müssen sich auf diese Einheit beziehen.

Datenqualität

Eine transparente Datendokumentation ist Grundlage für die Vergleichbarkeit der Studien. Die Daten können in primäre und sekundäre Daten unterteilt werden. Als primäre Daten gelten Daten, die im Rahmen der Bilanzierung selbst erhoben wurden. Die Erhebung der Daten erfolgt in der Regel durch Messungen, bisweilen können bestimmte Daten jedoch auch in Form von nachvollziehbaren Schätzungen oder Annäherungen erhoben werden¹¹. Unter sekundären Daten versteht man Daten, die für die Bilanzierung aus Literaturrecherchen gewonnen werden oder die in einschlägigen Ökobilanzdatenbanken, wie beispielsweise Ecolnvent, GEMIS oder verschiedenen UMBERTO-Datenbanken nachgeschlagen werden. Dabei handelt es sich in der Regel um Daten, wie z.B. die Emissionsfaktoren verschiedener Strommixe, Transportmittel oder verschiedener Verpackungen.

Berücksichtigung der gesamten Wertschöpfungskette

Wie bereits erwähnt umfasst die Wertschöpfungskette folgende Lebenszyklusphasen:

- Rohstoffgewinnung,
- industrielle Weiterverarbeitung,
- Verpackung,
- Transporte zur Distribution der Lebensmittel,
- Handel mit Lagerung und Märkten,
- Produktnutzung (Einkaufsfahrt des Verbrauchers, Lagerung beim Verbraucher, Zubereitung und Abwasch),
- Entsorgung (inklusive Recycling).

In der Studie muss genau erläutert werden, welche Lebenszyklusphasen einberechnet wurden und wo die Abschneidekriterien liegen.

¹¹ Nicht alle Daten im Rahmen von PCF-Bilanzierungen können gemessen werden. So ist es auch zulässig, dass beispielsweise bei der Bilanzierung des Rohstoffes „Tomatenmark“ im Rahmen der Bilanzierung eines Fertiggerichtes eine Näherungsrechnung durchgeführt wird, wie viel Energie für die Herstellung durch den Eindickungsprozess benötigt wird.

Geographischer Bezug

Es sollte aus der Studie hervorgehen, auf welchen geographischen Raum sich die Daten beziehen. In vielen Fällen gibt es entlang der Wertschöpfungskette mehrere Bezüge, die landwirtschaftliche Produktion findet z.B. in Südamerika statt, der Handel und die Produktnutzung jedoch in Europa.

Methode

Welche Methode liegt der jeweiligen Studie zugrunde und entspricht diese dem aktuellen Stand der internationalen Methodik-Diskussion zum PCF? Die derzeit gängigen Methoden sind die ISO-Norm für LCA und PAS 2050 für PCF.

Weitere Umweltkategorien

Neben den Treibhausgasen deckt eine Vielzahl an Studien weitere relevante Umweltaspekte ab, wie z.B. den kumulierten Energieaufwand (KEA), das Versauerungspotential (AP), das Eutrophierungspotential (EP), das Photooxidantien-Potential, toxische Stoffe, Wasserverbrauch und land use change (direkt und indirekt). Diese sind von Bedeutung, um neben den Emissionen der CO₂e, andere Umweltwirkungen der Lebensmittelproduktion zu ermitteln und zu bewerten.

In der folgenden **Tabelle 5** ist das im Rahmen der Studie erarbeitete Kategorisierungsraster zur Prüfung von PCF-Studien auf ihre Eignung für eine Kategorisierung von Lebensmitteln anhand ihres CO₂e-Fußabdruckes dargestellt.

Tabelle 5 Kategorisierungsraster

	Kriterium	Erfüllung des Kriteriums
Funktionelle Einheit	Die Funktionelle Einheit ist in der Studie definiert.	erforderlich
Datenqualität	Datengrundlage der Studie sind gut dokumentierte Primär- bzw. Sekundärdaten.	erforderlich
Berücksichtigung der Wertschöpfungskette	In der Studie ist klar beschrieben, welche Lebenszyklusphasen einberechnet wurden und wo die Abschnidekriterien liegen. Falls die Treibhausgasemissionswerte der verschiedenen Abschnitte der Wertschöpfungskette nicht als Einzelwerte dargestellt sind, muss ihre Berechnung aus weiteren Angaben in der Studie möglich sein.	erforderlich
Geographischer Bezug	Der geographische Raum, auf den sich die Daten beziehen, ist angegeben (sowohl für die Rohstoffgewinnung als auch für die Nutzung) ¹² .	erforderlich
Stand des methodischen Vorgehens	Die Studie erfüllt die ISO-Norm für LCA oder PAS 2050 für PCF.	erforderlich
Verallgemeinerung auf gesamte Produktgruppe	Allgemeine Rückschlüsse können aus den Ergebnissen der Studie gezogen werden ¹³ .	erforderlich für die Ableitung von Empfehlungen (muss im Einzelfall genau geprüft werden)
Weitere Umweltkategorien	Die Studie umfasst neben CO ₂ e noch weitere Umweltaspekte.	nicht erforderlich, aber sinnvoll für die Ausarbeitung von Empfehlungen

Die im Kategorisierungsraster für die vergleichende Bewertung von PCF-Studien (s. **Tabelle 5**) genannten Kriterien sollen in Bezug auf ihre Handhabung im Folgenden noch näher erläutert werden.

Die in der Studie verwendete funktionelle Einheit muss klar aus der Studie hervorgehen, z.B. 1 l pasteurisierte Trinkmilch mit Angabe des Fettgehaltes, 150 g Fruchtjoghurt 3,5%–Fettgehalt oder 850 g Erbseneintopf (Konserven).

¹² Ob die Studie auch mit Studien mit einem anderen geographischen Bezug verglichen werden kann, muss im Einzelfall geprüft und begründet werden.

¹³ Bei diesem Kriterium soll geprüft werden, ob und in welchem Rahmen allgemeine Rückschlüsse gezogen werden können. Evt. lassen sich die Daten und Ergebnisse für die gesamte Produktgruppe generalisieren. Hierfür müssen die in der Studie getroffenen Annahmen – z.B. für Verbraucherverhalten – auf ihre allgemeine Aussagekraft geprüft werden. Zum Teil muss hier auch auf statistisches Datenmaterial zurückgegriffen werden.

Es muss aus der Studie klar hervorgehen, auf welche Menge sich die bilanzierten Treibhausgasemissionen beziehen.¹⁴

Für die Beurteilung der Qualität einer PCF-Studie und für die Einschätzung des Ergebnisses einer PCF-Studie muss die Studie transparent und nachvollziehbar dokumentiert sein. Dazu gehört, dass die für die Studie verwendeten Daten gut und nachvollziehbar dokumentiert sind. Das heißt, es muss klar dokumentiert werden, welche Primärdaten zur Berechnung der Treibhausgasemissionen in der Studie verwendet wurden und wie die Primärdaten ermittelt wurden (z.B. gemessen, Einzelmessung oder Durchschnitt aus mehreren Einzelmessungen, Schätzung auf Basis von Einzelmessungen, etc.). Klar dokumentiert werden muss auch, auf welche generischen Daten für die Berechnung der Treibhausgasemissionen zurückgegriffen wurde. Unter generischen Daten versteht man Daten aus der Literatur, statistische Daten oder Daten aus Datenbanken, auf die klassischerweise zur Erstellung von Ökobilanz-Studien zurückgegriffen wird (z.B. die Datenbanken EcoInvent oder GEMIS, die Datenbank des Softwaretools UMBERTO). In der Regel lässt es sich nicht vermeiden, dass für einen Teil der Berechnungen Annahmen getroffen werden. In der Kategorie „Lebensmittel“ sind aufgrund mangelnder statistischer Daten Annahmen z.B. für Lagerdauer im Einzelhandel oder in den Haushalten oder Annahmen zur Einkaufsfahrt (z.B. zurückgelegte Entfernung, Transportmittel, Anteil des Produktes am Einkauf) notwendig. Im Rahmen einer fundierten Studie sollte möglichst umfassend auf Primärdaten und generische Daten (aus Datenbanken, wissenschaftlichen Studien, statistischem Datenmaterial) zurückgegriffen werden, sodass die Anzahl an notwendigen Annahmen möglichst klein bleibt. Hier lässt sich keine genaue Faustregel erstellen, da sich die Datengrundlage für verschiedene Lebensmittelprodukte unterscheidet. Alle getroffenen Annahmen müssen jedoch transparent und nachvollziehbar dokumentiert sein. Bei der Bilanzierung von Lebensmittelprodukten sind generell Annahmen hinsichtlich Lagerzeiten (Einzelhandel, Verbraucher), Geräteausstattung zur Lagerung von Tiefkühl- und Kühlprodukten, Einkaufsfahrten notwendig.

Der geographische Bezug des bilanzierten Produktes muss im Rahmen der Studie klar dokumentiert sein. Nur so können Überlegungen angestellt werden, ob sich die Ergebnisse auf andere Länder oder andere Lebensmittelprodukte übertragen lassen, bzw. entschieden werden, unter welchen Einschränkungen die Ergebnisse übertragen werden können.

Ein weiteres wichtiges Kriterium für die Verwendbarkeit von PCF-Studien ist die Methodik, nach der die Studie erstellt wurde. Für weitere vergleichende Untersuchungen sollten nur Studien verwendet werden, die sich bei der Erstellung des PCFs an die für Ökobilanzen

¹⁴ Gerade bei Lebensmitteln ist die Angabe der Treibhausgasemissionen pro Gewichtsmenge eigentlich nicht unbedingt sinnvoll, wenn man die „Funktion“ von Lebensmitteln in klimarelevante Aussagen mit einbeziehen will. So versorgen Lebensmittel den Menschen mit Energie, Eiweiß, Nährstoffen, etc. Prinzipiell stellt sich die Frage, ob ein Bezug zum Energieinhalt von Lebensmitteln nicht sinnvoller wäre. Hier ergeben sich aber aufgrund der mangelnden Datengrundlage methodische Probleme, wie z.B. bei der Allokation von Koppelprodukten wie Stroh als Koppelprodukt von Getreide oder Fischmehl als Koppelprodukt von Fisch.

geltenden ISO-Normen 14040 ff. (perspektivisch die ISO 14067¹⁵) anlehnen oder die den PAS 2050¹⁶ erfüllen¹⁷.

Für die Ableitung von Empfehlungen ist es erforderlich, dass Ergebnisse oder Teilergebnisse von PCF-Studien generalisiert oder u.U. mit Einschränkungen generalisiert werden können. Hierfür müssen die in der Studie getroffenen Annahmen – z.B. für Verbraucherverhalten – auf ihre allgemeine Aussagekraft geprüft werden. Zum Teil muss hier auch auf statistisches Datenmaterial zurückgegriffen werden. Dieses Kriterium muss jedoch im Einzelfall geprüft werden. Generelle Vorgaben zur Erfüllung des Kriteriums sind aufgrund der Vielfalt an Einzelaspekten nicht aufzustellen.

Für die Ableitung von Empfehlungen ist es prinzipiell sinnvoll, dass neben der Erfassung der Treibhausgasemissionen auch andere Umweltauswirkungen, wie beispielsweise das Eutrophierungspotential, das Versauerungspotential oder das Photooxidantienpotential erfasst wurden. Dieses Kriterium ist aber nicht erforderlich, wenn die Empfehlungen gezielt nur auf die Reduktion von Treibhausgasemissionen abzielen sollen, ohne dabei die Auswirkung auf andere Umweltaspekte zu berücksichtigen.

¹⁵ Das Technical Committee (TC) 207 „*Environmental Management*“ mit dem Subcommittee 7 „*Greenhousegas Management and related activities*“ der Internationalen Standardisierungsorganisation (ISO) hat im letzten Jahr den Auftrag angenommen, einen Standard für „*Carbon Footprints of Products*“ zu erarbeiten (ISO/NP 14067).

¹⁶ Eine der ersten Aktivitäten zur Standardisierung der Methodik des PCF wurde auf nationaler Ebene in Großbritannien von BSI British Standards Solutions in Kooperation mit dem Department for Environment, Food and Rural Affairs (defra) und dem Initiator des Carbon Trusts angestoßen und am 29. Oktober 2008 mit der Veröffentlichung einer Public Available Specification, „*Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services*“, einer Richtlinie unterhalb eines britischen Standards (PAS 2050:2008), abgeschlossen.

¹⁷ Bei einigen methodischen Elementen widersprechen sich ISO 14040 ff. und PAS 2050 oder die Elemente sind unzureichend beschrieben oder methodisch und praktisch nicht sinnvoll. Deshalb hat das Ökoinstitut im Rahmen eines PCF-Memorandums (Grießhammer & Hochfeld & 2009) diese offenen oder umstrittenen Elemente dargestellt und Empfehlungen abgegeben, wie diese bei den laufenden **Standardisierungs- und Harmonisierungsprozessen** zu berücksichtigen sind. Im Rahmen dieses Memorandums wurden gleichzeitig Empfehlungen gegeben, wie in der **Praxis in der Übergangszeit** bis zum Abschluss der Standardisierung vorgegangen werden sollte. In der Regel wird dabei vorgeschlagen, andere methodische Auslegungen durch Alternativ-Rechnungen oder Sensitivitäts-Rechnungen zu berücksichtigen.

4.4 Beurteilung der Machbarkeit der Kategorisierung von Lebensmitteln anhand ihrer CO₂e-Fußabdrücke

Die folgende Betrachtung der Machbarkeit der Kategorisierung von Lebensmitteln anhand ihrer CO₂e-Fußabdrücke beruht auf einer weiteren Auswertung der Bilanzierungen von 170 verschiedenen Produkten aus den 51 Vorzeigestudien mit Zwischenergebnissen.

Abbildung 1 gibt übersichtsartig wieder, welche Wertschöpfungskettenabschnitte vor allem in den betrachteten Bilanzierungen berücksichtigt wurden, bzw. welche nur in wenigen Bilanzierungen berücksichtigt wurden.

Aus **Abbildung 1** geht hervor, dass fast immer die landwirtschaftliche Produktion berücksichtigt wurde.¹⁸ Industrielle Weiterverarbeitung und Verpackung wurden in rund 76% bzw. 74% der Studien bilanziert. Zum Teil waren diese Schritte in den einzelnen Bilanzierungen jedoch nicht relevant, da es sich dabei um Produkte handelte, die unverarbeitet zum Verbraucher gelangen (wie z.B. Karotten oder frische Erdbeeren).¹⁹

Nur in knapp 50% der betrachteten Bilanzierungen wurde bis zum Handel bilanziert. Knapp 5% der Bilanzierungen berücksichtigten die Einkaufsfahrt, 12,5% die Produktnutzung und 13,1% die Entsorgung. Das heißt, für rund die Hälfte der Studien wären Nachbilanzierungen notwendig, wenn man für die Kategorisierung die gesamte Wertschöpfungskette zugrunde legen möchte. Auf diesen Aspekt wird im Detail bei der Beschreibung der verschiedenen Produktgruppen eingegangen.

Insgesamt zeigt sich jedoch, dass bei den meisten PCF-Studien der verbraucherrelevante Fokus bislang nicht berücksichtigt wurde. Bei der Beschreibung der einzelnen Produktgruppen wird im einzelnen darauf eingegangen, bei welchen Produkten eine genauere Beleuchtung des verbraucherrelevanten Anteils an den Gesamt-Treibhausgasemissionen eines Produktes Sinn macht.

¹⁸ In 6 Studien wurde die landwirtschaftliche Produktion nicht berücksichtigt (3x Babynahrung, 2x Wasser, 1x Wein). Hier muss im Einzelfall geprüft werden, ob die Studien trotzdem für die Kategorisierung herangezogen werden können, weil u.U. die landwirtschaftliche Produktion bzw. im Falle von Wasser die Rohstoffgewinnung relativ einfach nachbilanziert werden kann.

¹⁹ Der Punkt Verpackung ist im Einzelfall noch zu prüfen, u.U. werden für die Ware Mehrwegverpackungen verwendet, die bei der Bilanzierung nicht ins Gewicht fallen.

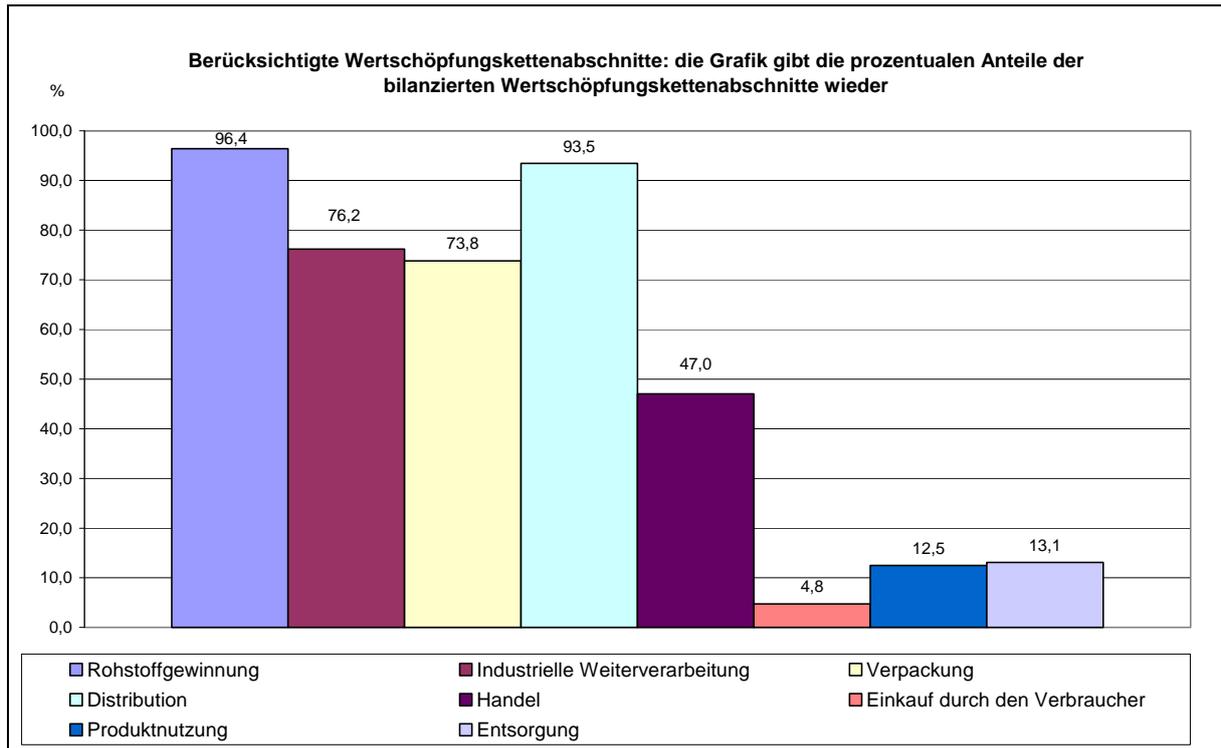


Abbildung 1 Übersicht über die prozentualen Anteile der berücksichtigten Wertschöpfungskettenabschnitte in den betrachteten Bilanzierungen.

Im Folgenden werden die Ergebnisse zu den einzelnen Produktgruppen im Detail dargestellt.

4.4.1 Milchprodukte

Im Rahmen des Screenings der Ergebnisse aus den recherchierten Studien wurde über alle Produktgruppen hinweg folgendermaßen vorgegangen: Für jede Produktgruppe wurden zwei Tabellen zusammengestellt. In einer Tabelle sind jeweils die PCF-Werte aus den Vorzeigestudien mit Zwischenergebnissen zusammengestellt, in einer zweiten Tabelle sind die PCF-Werte aus den Studien ohne Zwischenergebnisse dargestellt. Die Tabellen enthalten die Bandbreite der aus den recherchierten Studien entnommenen PCF-Werte sowie den Median x_{med}^{20} der entnommenen PCF-Werte. Für die Studien mit Zwischenergebnissen wurden die Bandbreiten und der Median der PCF-Werte auch für die einzelnen Abschnitte der Wertschöpfungskette angegeben – sowohl in absoluten Zahlen als auch in prozentualen Anteilen des jeweiligen Abschnitts an den Gesamttreibhausgasemissionen. Teilweise konnten für manche Produkte bei bestimmten Abschnitten der Wertschöpfungskette keine Bandbreiten

²⁰ Da bei der Zusammenstellung der THG-Werte in den einzelnen Produktgruppen extreme Abweichungen auftraten, wurde im Rahmen dieser Studie nicht das arithmetische Mittel als Mittelwert der recherchierten THG-Werte ermittelt, sondern der Median. Der **Median** (oder *Zentralwert*) bezeichnet eine Grenze zwischen zwei Hälften. In der Statistik halbiert der Median eine Verteilung. Gegenüber dem arithmetischen Mittel, hat der Median den Vorteil, robuster gegenüber extrem abweichenden Werten zu sein.

ermittelt werden, da hier nur ein Wert (d.h. ein Produkt) bilanziert wurde. Da nicht alle Studien jeden Abschnitt der Wertschöpfungskette berücksichtigt haben, übersteigt die Summe der Mediane der prozentualen Anteile zum Teil 100%.

Die in den Tabellen dargestellten Werte wurden aus Gründen der besseren Darstellbarkeit gegenüber den Werten aus der zitierten Originalliteratur zum Teil gerundet. In den entsprechenden Textpassagen wurden dann jedoch die nicht gerundeten Werte aus der Originalliteratur zitiert (s. beispielsweise Angabe der Bandbreite der Gesamtemissionswerte für Rindfleisch in **Tabelle 12** und **Tabelle 13** und entsprechende Textpassage aus Kapitel 4.4.2). Die aus der Originalliteratur recherchierten nicht gerundeten Werte können außerdem dem Materialband zum Endbericht entnommen werden.

Innerhalb der Gruppe „Milchprodukte“ wurden insgesamt 40 Studien, in denen 126 Produkte bilanziert wurden, gescreent. Die Auswertung dieser Studien ergab, dass hiervon 9 Studien als Vorzeigestudien definiert werden konnten, die auch Zwischenergebnisse entlang der Wertschöpfungskette aufweisen und weitere 9 Studien, die ebenfalls als Vorzeigestudien definiert werden konnten, aber keine Zwischenergebnisse aufweisen (vgl. **Tabelle 6**).

Die gelb markierten Felder in **Tabelle 6** und **Tabelle 7** heben diejenigen Produkte der Produktgruppe „Milchprodukte“ hervor, für die verhältnismäßig viele Bilanzierungen aus Vorzeigestudien recherchiert werden konnten (Käse, Joghurt natur, Joghurt mit Geschmack, Milch).

Tabelle 6 Übersicht über die Anzahl und Qualität der Studien für die Gruppe „Milchprodukte“

Milchprodukte	Vorzeigestudien		unvollständige Studien	Summe
	inkl. Zwischenergebnisse	ohne Zwischenergebnisse		
Käse	2	1	2	
Joghurt mit Geschmack	1	–	1	
Joghurt natur	1	2	3	
Milch	4	3	10	
Quark	–	1	2	
Sahne	–	1	2	
Butter	1	1	2	
Gesamt	9	9	22	40

Tabelle 7 Übersicht über die Anzahl und Qualität der Ergebnisse der bilanzierten Produkte für die Untergruppe „Milchprodukte“

Milchprodukte	Anzahl der Produkte aus:			
	Vorzeigestudien		unvollständigen Studien	Summe
	inkl. Zwischenergebnisse	ohne Zwischenergebnisse		
Käse	9	2	3	
Joghurt mit Geschmack	20	–	2	
Joghurt natur	8	2	3	
Milch	13	7	37	
Quark	–	2	2	
Sahne	–	2	6	
Butter	2	2	4	
Gesamt	52	17	57	126

Betrachtet man zunächst die Mediane der Gesamt-Ergebnisse der „Vorzeigestudien mit Zwischenergebnissen“ (vgl. **Tabelle 9**), so lässt sich bereits eine grobe Tendenz der jeweiligen CO₂e-Werte erkennen. Butter führt die Gruppe der Milchprodukte sozusagen an, mit durchschnittlich 25,6 kg CO₂e/kg. Darauf folgt Käse mit durchschnittlich 7,9 kg CO₂e/kg. Die niedrigsten Treibhausgasemissionen verursachen die Produkte mit einem geringeren Fettgehalt, wie Milch und Joghurt.

Tabelle 8 Ergebnisse der Auswertung der Vorzeigestudien ohne Zwischenergebnisse für die Gruppe „Milchprodukte“ (Die aus der Originalliteratur entnommenen und im Text zitierten Werte wurden in der Tabelle aus Gründen der besseren Darstellbarkeit zum Teil gerundet.)

	Milchprodukte						
	Käse	Joghurt mit Geschmack	Joghurt natur	Quark	Milch	Butter	Sahne
Anzahl der Studien	1	0	1	1	3	1	1
Anzahl der Produkte	2	0	2	2	7	2	2
X _{med} CO ₂ e in kg/kg (funkt. Einheit)	8,2	–	1,2	1,9	0,9	22,9	7,4
Bandbreite	7,95-8,5	–	1,16-1,23	1,8-1,9	0,8-1,1	22,1-23,7	7,1-7,6

Tabelle 9 Ergebnisse der Auswertung der Vorzeigestudien inkl. Zwischenergebnisse für die Gruppe „Milchprodukte“ (Die aus der Originalliteratur entnommenen und im Text zitierten Werte wurden in der Tabelle aus Gründen der besseren Darstellbarkeit zum Teil gerundet.)

		Milchprodukte				
		Käse	Joghurt mit Geschmack	Joghurt natur	Milch	Butter
Anzahl der Studien		2	1	1	4	1
Anzahl der Produkte		9	20	8	13	2
Anzahl der Studien, die die gesamte WS-Kette abdecken		0	0	0	0	0
Gesamt	X _{med} CO ₂ e in kg/kg (funkt. Einheit)	7,9	1,2	0,8	0,59	25,56
	Bandbreite	6,8-8,95	0,9-1,4	0,7-1,4	0,5-1,3	23,5-27,6
Rohstoffgewinnung	X _{med} CO ₂ e/kg	7,5	0,6	0,4	0,4	17,7
	Bandbreite	6,1-8,3	0,3-0,8	0,3-0,8	0,35-1,2	15,6-19,7
	X _{med} %-Anteil	90,0%	45,9%	57,4%	68,9%	68,9%
	Bandbreite in %	88,2-94,4%	31,4-57,9%	40,1-76%	66,4-88,4%	66,5-71,4%
Industrielle Weiterverarbeitung	X _{med} CO ₂ e/kg	0,5	0,3	0,09	0,03	0,05
	Bandbreite	0,3-0,5	0,3-0,4	0,09-0,19	0,01-0,04	–
	X _{med} %-Anteil	5,5%	27,5%	13,1%	4,9%	0,2%
	Bandbreite in %	3,6-6,8%	18,8-38,3%	6,4-23,2%	1,9-9,1%	–
Verpackung	X _{med} CO ₂ e/kg	0,1	0,16	0,16	0,06	0,05
	Bandbreite	0,05-0,1	0,16-0,17	0,16-0,17	0,01-0,06	–
	X _{med} %-Anteil	1,2%	14,0%	18,6%	7,0%	0,2%
	Bandbreite in %	0,5-1,6%	10,1-19,7%	11,6-22,1%	2,5-16,1%	–
Distribution	X _{med} CO ₂ e/kg	0,4	0,09	0,09	0,06	7,8
	Bandbreite	0,3-0,4	0,08-0,3	0,08-0,09	0,01-0,07	–
	X _{med} %-Anteil	4,3%	10,3%	10,1%	7,6%	30,7%
	Bandbreite in %	3,7-4,8%	5,5-24,3%	5,8-12,2%	0,6-11,6%	28,2-33,1%
Handel	X _{med} CO ₂ e/kg	0,02	0,02	0,01	0,02	–
	Bandbreite	–	0,01-0,05	0,002-0,02	–	–
	X _{med} %-Anteil	0,24%	2,3%	0,8%	3,39%	–
	Bandbreite in %	0,2-0,3%	0,3-5,7%	0,1-2,6%	–	–
Einkauf durch den Verbraucher	X _{med} CO ₂ e/kg	–	–	–	0,02	–
	Bandbreite	–	–	–	–	–
	X _{med} %-Anteil	–	–	–	3,39%	–
	Bandbreite in %	–	–	–	–	–
Produktnutzung	X _{med} CO ₂ e/kg	0,01	–	–	0,04	–
	Bandbreite	–	–	–	–	–
	X _{med} %-Anteil	0,1%	–	–	7,4%	–
	Bandbreite in %	–	–	–	–	–
Entsorgung	X _{med} CO ₂ e/kg	0,05	–	–	0,04	–
	Bandbreite	–	–	–	–	–
	X _{med} %-Anteil	0,5%	–	–	8,4%	–
	Bandbreite in %	–	–	–	–	–

Die weitere Analyse der Studien, die auch Zwischenergebnisse entlang der Wertschöpfungsketten aufweisen, zeigt, dass nur für Trinkmilch die gesamte Wertschöpfungskette bis hin zur Produktnutzung und Entsorgung bilanziert wurde. Bei der Bilanzierung der Käseprodukte wurde die Einkaufsfahrt nicht berücksichtigt, jedoch die Produktnutzung. In den übrigen Studien wurde das Produkt nur bis zum Handel, bei der Butter-Studie sogar nur bis zur Distribution bilanziert. Der Anteil der Treibhausgasemissionen, der durch die Einkaufsfahrt, die Lagerung der zu kühlenden Milchprodukte beim Verbraucher und die Entsorgung verursacht wird, ist in diesen Studien nicht abgedeckt.

Bei Käse, Milch und Butter werden zwischen 69 und 90% der Treibhausgasemissionen durch die landwirtschaftliche Produktion verursacht. Das heißt hier dominiert die „Rohstoffgewinnung“ als Emittent der Treibhausgase. Unter dem Aspekt der Treibhausgasemissionen wäre es interessant, die Treibhausgasemissionen von Kuh- und Schafsmilchkäse zu vergleichen, da für die Produktion von Käse aus Schafsmilch deutlich weniger Milch benötigt wird als für die Produktion von Käse aus Kuhmilch. Dies hängt vermutlich damit zusammen, dass Schafsmilch doppelt soviel Fett und Protein enthält wie Kuhmilch²¹.

Bei Joghurt wird im Vergleich zu anderen Milchprodukten auch durch die Weiterverarbeitung (bei Fruchtjoghurt zw. 18,8–38,3%), die Verpackung (bei Fruchtjoghurt zw. 10,1–19,7%) und die Distribution (bei Fruchtjoghurt zw. 5,5–24,3%) ein hoher Anteil von Treibhausgasen emittiert.

Beim Joghurt mit Geschmack fällt auf, dass die Weiterverarbeitung, mit durchschnittlich 27,5%, nach der Rohstoffgewinnung den zweithöchsten Anteil aufweist, gefolgt von der Verpackung (14%) und der Distribution (10,3%) mit etwa gleich hohen Anteilen. Der hohe Anteil der industriellen Weiterverarbeitung ist vermutlich bedingt durch die zahlreichen Verarbeitungsschritte und Produktkomponenten (Obstanbau und -verarbeitung, technische Hilfsmittel, Zusatzstoffe etc.), die zur Herstellung notwendig sind. Werden die Emissionen des Obstanbaus, -transports etc. und die einzelnen Schritte der Verarbeitung (Zerkleinerung, etc.) und schließlich das Vermengen mit dem Joghurt bilanziert, so ergibt sich in logischer Konsequenz eine höhere Gesamtbilanz im Bereich der industriellen Weiterverarbeitung als bei einem naturbelassenen Joghurt.

Im Gegensatz dazu ist beim Joghurt natur der Anteil der industriellen Weiterverarbeitung mit durchschnittlich nur 13,1 Prozent deutlich geringer als bei Joghurt mit Geschmack. Beim Naturjoghurt ist dadurch der prozentuale Anteil der Verpackung mit 18,6% höher. Bei Milch liegt der Anteil der Verpackung bei durchschnittlich nur 7%, bei Käse und Butter ist er mit 1,2–0,2% nahezu zu vernachlässigen. Der relativ hohe Anteil der Verpackung in der Gruppe Joghurt könnte im Verhältnis von Produkt zur Verpackung begründet liegen. Bei beispielsweise kleinen Verpackungen (Becher à 150 g) fällt verhältnismäßig viel Verpackung für 1 kg des Produktes an, wenn man es z.B. mit Milch vergleicht, die in der Regel kilo- bzw. literweise abgefüllt und verkauft wird.

²¹ s. <http://animsci.agrenv.mcgill.ca/courses/450/lectures/breeds/breeds.PDF>

Eine Kategorisierung der Produktgruppe, bzw. der einzelnen Produkte innerhalb der Produktgruppe „Milchprodukte“ ist aufgrund der vorliegenden Studien möglich. Im Falle der Produktgruppe „Milchprodukte“ ist es prinzipiell relativ einfach möglich, die fehlenden Abschnitte der Wertschöpfungskette in Form einer Überschlagskalkulation nachzubilanzieren. Für eine Kategorisierung der Produkte der Produktgruppe „Milchprodukte“ ist dies aber nicht notwendig, da die Treibhausgasemissionen, die durch die Einkaufsfahrt und Produktnutzung entstehen im Verhältnis zu den Treibhausgasemissionen, die an den anderen Stellen der Wertschöpfungskette dieser Produkte entstehen, relativ gering sind (vgl. **Abbildung 2**).

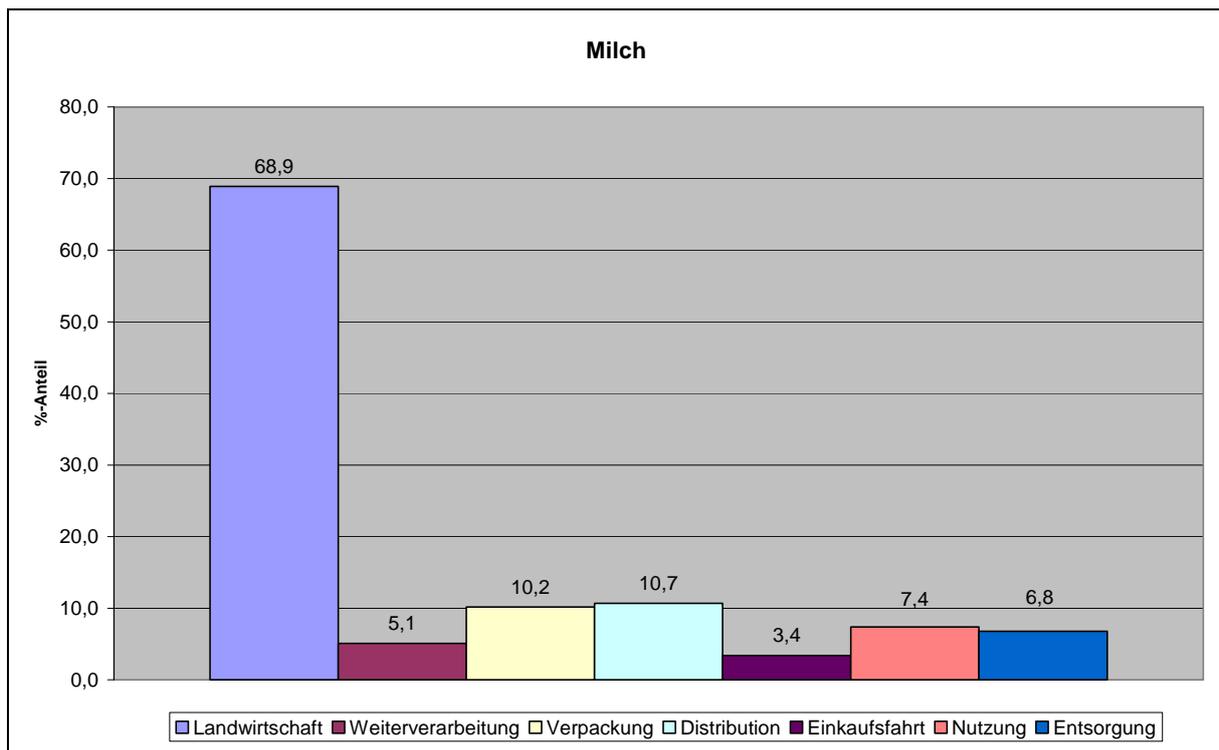


Abbildung 2 Prozentuale Anteile der einzelnen Wertschöpfungskettenabschnitte an den Gesamttreibhausgasemissionen von Trinkmilch

Wichtig bei der Produktgruppe „Milchprodukte“ ist, dass die im Rahmen der Produktion von Milchprodukten entstehenden Treibhausgasemissionen anhand ihres Fettgehaltes zugeordnet werden. Das heißt, fetthaltige Milchprodukte werden im Gegensatz zu fettarmen Milchprodukten mit hohen Treibhausgasemissionswerten belastet. Diese Zuordnung ist unter ökonomischen Gesichtspunkten gerechtfertigt, da der Milchpreis sich in der Regel am Fettgehalt der Milch orientiert (Milchverband 2010; <http://www.meine-milch.de/kuh-iz/steigt-der-milchpreis-wenn-der-fettgehalt-in-der-milch-hoch-ist?fakuh=1>).

In den für die Kategorisierung zugrunde gelegten Studien wurde prinzipiell so vorgegangen, dass die Treibhausgasemissionen anhand ihres Fettgehaltes zugeordnet wurden. Unter ernährungsphysiologischen Gesichtspunkten ist diese Zuordnung natürlich anfechtbar, da Milch neben MilCHFett auch wertvolles Milcheiweiß enthält. Dieses Milcheiweiß ist kein Abfallprodukt, sondern wird weiterverarbeitet und konsumiert. Fettarme Milchprodukte, wie Mager-

milchpulver, werden auch vielfach in der weiterverarbeitenden Lebensmittelindustrie eingesetzt, wie z.B. in der Süßwarenindustrie. Außerdem wird für die Herstellung beispielsweise von fettarmer Milch nicht zwangsläufig weniger Milch benötigt, da fettarme Milch auch einen bestimmten Eiweißgehalt hat, der nur über eine definierte Milchmenge erreicht wird.

Diese bislang bei der Bilanzierung von Milchprodukten gängig praktizierte Zuordnung der Treibhausgasemissionen anhand des Fettgehaltes erklärt auch zum Teil die Unterschiede der ermittelten THG-Werte, da in den jeweiligen Unterproduktgruppen (z.B. Trinkmilch) Produkte mit unterschiedlichem Fettgehalt bilanziert wurden.

Aus unserer Sicht – vor allem auch vor dem Hintergrund, dass zunehmend Lebensmittelprodukte, die einen höheren Verarbeitungsgrad (z.B. Schokolade, Kekse, Convenience-Suppen) aufweisen, bilanziert werden, bzw. dass die Industrie ein verstärktes Interesse an der Bilanzierung solcher Produkte zeigt – zeigt sich hier, dass für die Bilanzierung von Milchprodukten so genannte „product category rules“ oder „produktkategorie-spezifische Richtlinien“ erarbeitet werden sollten. Im Rahmen der Erarbeitung dieser „produktkategorie-spezifischen Richtlinien für die Bilanzierung von Milchprodukten“ sollte u.a. ein sinnvoller Zuordnungsschlüssel für die Allokation der Treibhausgasemissionen festgelegt werden (Fettgehalt versus Eiweißgehalt). Daneben könnte zum Beispiel determiniert werden, wie beispielsweise Kühlagerungsprozesse im Rahmen der gesamten Wertschöpfungskette von Milchprodukten bzw. vorverarbeiteten Rohwaren aus Milch einheitlich und sinnvoll bilanziert werden könnten.

4.4.2 Fleischprodukte

Für die Gruppe „Fleischprodukte“ wurden insgesamt 31 Studien mit 85 Produkten identifiziert. Ihre Auswertung ergab, dass 4 Studien von ihnen als Vorzeigestudien definiert werden konnten, die auch Zwischenergebnisse entlang der Wertschöpfungskette aufweisen, und weitere 5 Studien, die ebenfalls als Vorzeigestudien definiert werden können, aber keine Zwischenergebnisse aufweisen (vgl. **Tabelle 10**).

Tabelle 10 Übersicht über die Anzahl und Qualität der Studien für die Gruppe „Fleischprodukte“

Fleischprodukte	Vorzeigestudien		unvollständige Studien	Summe
	inkl. Zwischenergebnisse	ohne Zwischenergebnisse		
Schwein	2	1	6	
Geflügel	–	1	5	
Rind	1	3	7	
Lamm	1	–	–	
Wurst	–	–	3	
Sonstiges	–	–	1	
Gesamt	4	5	22	31

Tabelle 11 Übersicht über die Anzahl und Qualität der Produkte für die Gruppe „Fleischprodukte“

Fleischprodukte	Anzahl der Produkte aus:			
	Vorzeigestudien		unvollständigen Studien	Summe
	inkl. Zwischen- ergebnisse	ohne Zwischen- ergebnisse		
Schwein	4	2	12	
Geflügel	–	2	8	
Rind	2	8	37	
Lamm	2	–	–	
Wurst	–	–	7	
Sonstiges	–	–	1	
Gesamt	8	12	65	85

Die Bandbreiten der CO₂e-Emissionswerte für die verschiedenen Fleischprodukte sind in **Tabelle 12** und **Tabelle 13** aufgezeigt. Bei Rindfleisch weisen die Ergebnisse der Studien eine extrem hohe Bandbreite für den Gesamtwert der Treibhausgasemissionen auf (7,35–41kg CO₂e/kg). Diese Bandbreite ist zum einen durch unterschiedliche Fütterungsmethoden (Weidehaltung, Fütterung nach Öko-Verordnung, Kraftfutter, Grassilage, Maissilage,...) und zum anderen durch unterschiedliche Aufzuchtverfahren (aus Mast von Milchviehkälbern oder aus Mutterkuhhaltung) bedingt. Zum Teil werden in den verschiedenen Studien auch unterschiedliche Bezugsgrößen verwendet (Lebendgewicht, Schlachtgewicht oder bezogen auf Fleisch ohne Knochen), die die Unterschiede erklären. Lammfleisch weist – unter Vernachlässigung der Extremwerte bei Rindfleisch – höhere CO₂e-Emissionswerte auf als Rind. Hier spielt vermutlich eine Rolle, dass in der Regel nur Lammfleisch und nicht Schaffleisch auf den Markt kommt. In den ersten Lebensmonaten wird jedoch sehr viel Energie (Futter) für das Wachstum benötigt und nicht primär zur Fleischproduktion. Das heißt, dass dadurch der Quotient Futter/Schlachtgewicht beim Lamm relativ hoch ausfällt, da es sich bei der Schlachtung um ein sehr junges Tier handelt. Hinzu kommt, dass der Methanausstoß/Schlachtgewicht beim Lamm höher ist als beim Rind (vgl. Goldberg 2008, Barber et al. 2007).

Tabelle 12 Ergebnisse der Auswertung der Vorzeigestudien ohne Zwischenergebnisse für die Gruppe „Fleischprodukte“ (Die aus der Originalliteratur entnommenen und im Text zitierten Werte wurden in der Tabelle aus Gründen der besseren Darstellbarkeit zum Teil gerundet.)

	Fleischprodukte		
	Schwein	Rind	Geflügel
Anzahl der Studien	1	3	1
Anzahl der Produkte	2	8	2
X _{med} CO ₂ e in kg/ funkt. Einheit	3,15	25,0	3,3
Bandbreite	3,0-3,3	11,4-41 ²²	3,0-3,5

Bei näherer Begutachtung der Studien, die Zwischenergebnisse entlang der Wertschöpfungskette aufweisen (vgl. **Tabelle 13**), werden einige Auffälligkeiten deutlich. Zunächst weist keine der Studien eine Analyse der gesamten Wertschöpfungskette auf. Die Bereiche landwirtschaftliche Produktion, industrielle Weiterverarbeitung sowie Distribution werden für alle drei Fleischprodukte (Schwein, Rind und Lamm) analysiert. Der Bereich Handel wird einmal für Schweinefleisch bzw. der Bereich Produktnutzung für zwei Rindfleischprodukte bilanziert. Somit liegt der Schwerpunkt der Analysen im Bereich „Fleischprodukte“ auf der Primärproduktion, der Weiterverarbeitung und den Transporten. Dies könnte in Zusammenhang damit stehen, dass in diesen Bereichen die meisten Emissionen entstehen, verglichen mit eher geringen Emissionswerten durch den Verbraucher (Lagerung und Zubereitung). Eine detaillierte Analyse der einzelnen Wertschöpfungskettenabschnitte macht deutlich, dass der Großteil der CO₂e-Emissionen der Fleischproduktion in dem Bereich der Rohstoffgewinnung (landwirtschaftlichen Produktion) emittiert werden: 62,3–98,7%. Ursachen dafür liegen beispielsweise im Methanausstoß der Wiederkäuer und in der Futtermittelherstellung.

Auf den Bereich der industriellen Weiterverarbeitung entfallen 0,9–32,9% der Gesamtemissionen. Die Schwankungen sind durch den unterschiedlichen Verarbeitungsgrad des Fleisches (z.B. am Stück oder bereits zerlegt) zu erklären.

Verglichen mit den hohen Emissionswerten der Primärproduktion von bis zu 98,7% fallen die CO₂e-Emissionen der Distribution mit 0,6–7,3% kaum ins Gewicht.

Der Bereich Handel, der nur im Rahmen einer Studie bilanziert wurde, ist mit einem Anteil von 3,1% an den Gesamtemissionen relativ gering. Das Ergebnis deckt sich größenordnungsmäßig mit den Daten, die für die Bilanzierung der Emissionen von Fleisch für die GEMIS-Datenbank²³ recherchiert wurden. Die Produktnutzung wurde ebenfalls nur in einer Studie berücksichtigt und weist eine Bandbreite von 3–18,4% der Gesamttreibhausgasemissionen auf.

²² Der Wert 41 CO₂e/kg erklärt sich zum Teil dadurch, dass er sich auf „Fleisch ohne Knochen“ und nicht auf „Schlachtgewicht“ bezieht.

²³ www.gemis.de

Tabelle 13 Ergebnisse der Auswertung der Vorzeigestudien inkl. Zwischenergebnisse für die Gruppe „Fleischprodukte“ (Die aus der Originalliteratur entnommenen und im Text zitierten Werte wurden in der Tabelle aus Gründen der besseren Darstellbarkeit zum Teil gerundet.)

		Fleischprodukte		
		Schwein	Rind	Lamm
Anzahl der Studien		2	1	1
Anzahl der Produkte		4	2	2
Anzahl der Studien, die die gesamte WS-Kette abdecken		0	0	0
Gesamt	X _{med} CO ₂ e in kg/kg (funkt. Einheit)	4,1	7,5	15,4
	Bandbreite	3,6-5	7,4-7,6	15,3-15,5
Rohstoffgewinnung	X _{med} CO ₂ e/kg	2,8	7,2	15,1
	Bandbreite	2,4-4,3	7,2	–
	X _{med} %-Anteil	72%	96,4%	98%
	Bandbreite in %	62,3-86%	94,9-97,9%	97,2-98,7%
Industrielle Weiterverarbeitung	X _{med} CO ₂ e/kg	0,8	0,1	0,1
	Bandbreite	0,2-1,2	0,1	–
	X _{med} %-Anteil	19,1%	0,9%	0,8%
	Bandbreite in %	4,9-32,9%	0,9%	–
Verpackung	X _{med} CO ₂ e/kg	–	–	–
	Bandbreite	–	–	–
	X _{med} %-Anteil	–	–	–
	Bandbreite in %	–	–	–
Distribution	X _{med} CO ₂ e/kg	0,2	0,1	0,1
	Bandbreite	0,02-0,3	0,1	–
	X _{med} %-Anteil	3,9%	1,2%	0,5%
	Bandbreite in %	0,6-7,3%	1,1-1,2%	–
Handel	X _{med} CO ₂ e/kg	–	0,2	–
	Bandbreite	–	–	–
	X _{med} %-Anteil	–	3,1%	–
	Bandbreite in %	–	–	–
Einkauf durch den Verbraucher	X _{med} CO ₂ e/kg	–	–	–
	Bandbreite	–	–	–
	X _{med} %-Anteil	–	–	–
	Bandbreite in %	–	–	–
Produktnutzung	X _{med} CO ₂ e/kg	0,5	–	–
	Bandbreite	0,2-0,8	–	–
	X _{med} %-Anteil	10,7%	–	–
	Bandbreite in %	3-18,4%	–	–
Entsorgung	X _{med} CO ₂ e/kg	–	–	–
	Bandbreite	–	–	–
	X _{med} %-Anteil	–	–	–
	Bandbreite in %	–	–	–

Für eine weitere Bewertung der Treibhausgasemissionen entlang der Wertschöpfungskette von Fleisch wurden folgende Szenarien hinsichtlich Einkaufsfahrt und Produktnutzung näherungsweise bilanziert (s. **Tabelle 15** sowie **Abbildung 3** und **Abbildung 4**):

- Einkaufsfahrt
 - (1) Gemäß den Annahmen, die im PCF-Pilotprojekt getroffen wurden: 5 km Einkaufsfahrt mit dem Auto, Einkauf von 20 kg²⁴
 - (2) Einkaufsfahrt z.B. zu einem Direktvermarkter: 15 km Einkaufsfahrt mit dem Auto, Einkauf von 20 kg
 - (3) Einkauf mit dem Fahrrad
- Zubereitung
 - Gulasch im Schnellkochtopf
 - Gulasch im Topf mit geschlossenem Deckel
 - Gulasch im Topf ohne Deckel

Bei der Berechnung dieser Szenarien wurden die GEMIS-Werte für konventionelles Schweinefleisch aus der Metzgerei (3,22 kg/CO₂e/kg) und konventionelles Rindfleisch aus der Metzgerei (13,29 kg/CO₂e/kg) zugrunde gelegt, die Bilanzierung der Einkaufsfahrt erfolgte entsprechend den Annahmen, die im PCF-Pilotprojekt für den Einkauf von Lebensmitteln getroffen wurden (s. www.pcf-pilotprojekt.de). Für die Zubereitung wurde der Stromverbrauch eines Elektroherdes der Energieeffizienzklasse A zugrunde gelegt. Der Kochvorgang des Gulaschs wurde in verschiedene Phasen untergliedert, die in **Tabelle 14** dargestellt sind.

Tabelle 14 Kochphasen Gulasch

Kochphasen
Öl erhitzen
Fleisch anbraten
Wasser aufgießen
Zum Kochen bringen
90 min kochen (beim Schnellkochtopf 30 Minuten kochen)

Die Ergebnisse dieser Szenarien sind in **Tabelle 15** sowie in **Abbildung 3** und **Abbildung 4** dargestellt.

²⁴ Der Anteil der Gulaschpfanne an diesem Einkauf beträgt 2,5 %.

Tabelle 15 Der Einfluss von Einkaufsfahrt und Zubereitung auf den Gesamt-Treibhausgasemissionswert von zubereitetem Schweinegulasch

Einkaufsfahrt	Zubereitung	Gesamt-THG [kg/ CO ₂ e/kg zubereit. Schweinegulasch]	Gesamt-THG [kg/ CO ₂ e/kg zubereitetes Rindergulasch]
(1) gemäß Annahmen PCF-Pilotprojekt	Topf mit Deckel	3,85	13,92
(1) gemäß Annahmen PCF-Pilotprojekt	Topf ohne Deckel	4,39	14,56
(1) gemäß Annahmen PCF-Pilotprojekt	Schnellkochtopf	3,68	13,75
(3) mit dem Fahrrad	Topf mit Deckel	3,78	13,84
(2) gemäß Annahmen PCF-Pilotprojekt, aber 15 km Autofahrt	Topf mit Deckel	4,00	14,08

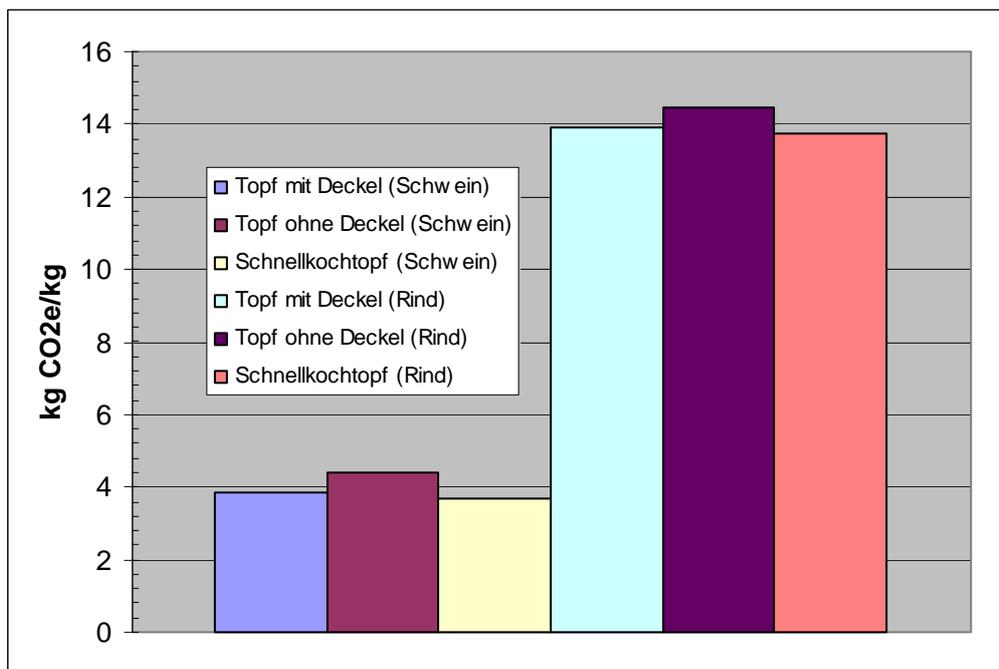


Abbildung 3 Der Einfluss der Zubereitungsart auf den Gesamt-Treibhausgasemissionswert von zubereitetem Schweine- und Rindergulasch

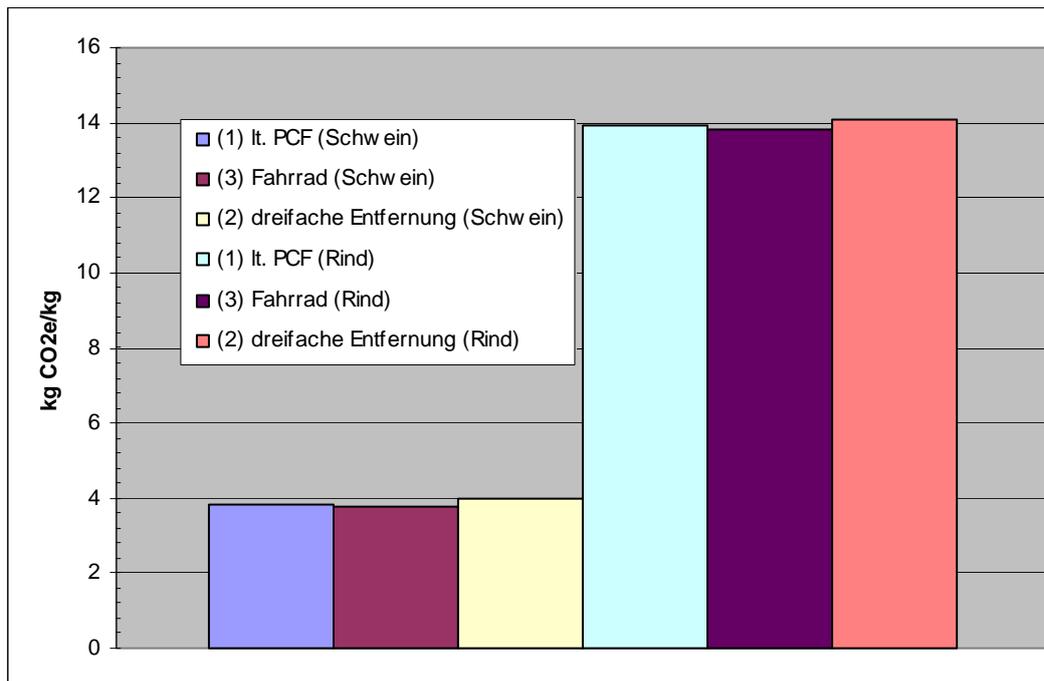


Abbildung 4 Der Einfluss der Einkaufsfahrt auf den Gesamt-Treibhausgasemissionswert von zubereitetem Schweine- und Rindergulasch

Die dargestellten Szenarien zeigen, dass die Produktnutzung und Einkaufsfahrt prozentual betrachtet nur einen geringen Beitrag zum Gesamt-THG-Emissionswert von zubereiteten Fleischprodukten beitragen.

Eine Kategorisierung der Produktgruppe, bzw. der einzelnen Produkte innerhalb der Produktgruppe „Fleischprodukte“ ist daher aufgrund der vorliegenden Studien möglich. Der Anteil der Produktnutzung und Einkaufsfahrt an den Gesamttreibhausgasemissionen konnte in Form ausgewählter Szenarien dargestellt werden.

4.4.3 Backwaren

Innerhalb der Gruppe „Backwaren“ konnten insgesamt 16 Studien mit 67 Produkten gescreent werden. Die Auswertung ergab, dass hiervon 4 Studien als Vorzeigestudien definiert werden konnten, die auch Zwischenergebnisse entlang der Wertschöpfungskette aufweisen. Weitere 5 Studien konnten als Vorzeigestudien definiert werden, die keine Zwischenergebnisse aufweisen (vgl. **Tabelle 16**).

Tabelle 16 Übersicht über die Anzahl und Qualität der Studien für die Gruppe „Backwaren“

Backwaren	Vorzeigestudien		unvollständige Studien	Summe
	inkl. Zwischenergebnisse	ohne Zwischenergebnisse		
Brot	3	2	3	
Baguette	1	–	–	
Brötchen	1	1	–	
Gebäck	–	3	2	
Gesamt	5	6	5	16

Tabelle 17 Übersicht über die Anzahl und Qualität der Produkte für die Gruppe „Backwaren“

Backwaren	Anzahl der Produkte aus:			
	Vorzeigestudien		unvollständigen Studien	Summe
	inkl. Zwischen- ergebnisse	ohne Zwischen- ergebnisse		
Brot	14	5	14	
Baguette	12	–	–	
Brötchen	10	2	–	
Gebäck	–	5	5	
Gesamt	36	12	19	67

Bei Betrachtung der Gesamtergebnisse (vgl. **Tabelle 18** und **Tabelle 19**) ist bereits eine grobe Richtung der CO₂e-Ergebnisse erkennbar. Die Produkte Brot, Baguette und Brötchen innerhalb der Gruppe „Backwaren“ weisen ähnliche Gesamtemissionen im Bereich von 0,4 kg bis 1,3 kg CO₂e auf. Die CO₂e-Werte der Produktgruppe Gebäck zeigen mit 0,69 bis 6,5 kg CO₂e eine höhere Bandbreite, die wahrscheinlich durch die Heterogenität der Produktgruppe (Vielzahl an Verarbeitungsschritten und Zugabe zahlreicher unterschiedlicher Zutaten, wie z.B. Milchprodukte, Obst) hervorgerufen wird.

Tabelle 18 Ergebnisse der Auswertung der Vorzeigestudien ohne Zwischenergebnisse für die Gruppe „Backwaren“ (Die aus der Originalliteratur entnommenen und im Text zitierten Werte wurden in der Tabelle aus Gründen der besseren Darstellbarkeit zum Teil gerundet.)

	Backwaren		
	Brot	Brötchen	Gebäck
Anzahl der Studien	2	1	3
Anzahl der Produkte	5	2	5
X _{med} CO ₂ e in kg/kg (funkt. Einheit)	0,55	0,61	0,94
Bandbreite	0,4-0,8	0,6-0,7	0,7-6,5

Die weitere Bewertung der Studien, die Zwischenergebnisse entlang der Wertschöpfungskette beinhalten, macht deutlich, dass keine der analysierten Studien die gesamte Wertschöpfungskette abdeckt. Anzumerken ist hier jedoch, dass im Bereich des Handels, der Produktnutzung, Lagerung und Entsorgung im Falle von Backwaren nur relativ geringe Treibhausgasemissionen anfallen: Brot und andere Backwaren werden – bis auf Toastbrot oder die Verwendung von Brotmaschinen zum Aufschneiden – nicht weiter verarbeitet, in der Regel nicht im Kühlschrank gelagert, und es fallen weitgehend nur wenige Verpackungsmaterialien an. Sinnvoll ist die Berücksichtigung des Handels bei anderen Backwaren, wie Kuchen und Torten, die gekühlt gelagert werden müssen. Hier fehlen aber repräsentative Daten für die Kühlgeräteausstattung in den verschiedenen Einzelhandelsformen (Bäckerei, Supermarkt).

In zwei Brot-Studien wird die Produktnutzung (nicht aber die Einkaufsfahrt) mitbilanziert. Sie weist hier eine Bandbreite von 1–23% der Gesamtemissionen auf. Da es sich bei einem Produkt (Produktnutzung 23%) um Toastbrot handelt, wird vermutlich der Vorgang des Toastens in die Produktnutzung einbilanziert, was zu dem hohen Wert führt. In beiden Studien, in denen die Produktnutzung einberechnet wurde, ist keine nähere Erläuterung dazu zu finden. Das heißt die Bilanzierung der Produktnutzung kann in diesem Fall nicht für eine Kategorisierung verwendet werden.

Die Studien zu Baguette und Brötchen gehen nur bis zum Handel. Einzelne Studien der Brotherstellung betrachten die Wertschöpfungskette inklusive der Emissionen während der Nutzungsphase des Verbrauchers bis hin zur Entsorgung anfallender Abfälle. Insgesamt werden die Bereiche der Herstellung der Backwaren sowie deren Verpackung und die Distribution der Produkte detailliert analysiert.

Bei näherer Betrachtung der Zwischenergebnisse der einzelnen Wertschöpfungskettenabschnitte wird deutlich, dass die industrielle Verarbeitung bei allen drei Backwaren einen recht hohen Anteil der CO₂e-Gesamtemissionen ausmacht. Zusammen mit der Rohstoffgewinnung (landwirtschaftliche Produktion der Rohwaren) verursachen diese beiden Abschnitte der Wertschöpfungskette rund 80% der gesamten CO₂e-Emissionen.

Bei der weiteren Bewertung der Studienergebnisse ist zu erkennen, dass der Anteil der Verpackung bei den Backwaren gemessen an den Gesamtemissionen gering ist. Dies ist bedingt durch die schlichte Verpackung der Backwaren, die häufig lediglich aus einem Material (Kunststoffolie oder Papiertüte) besteht. Bei Brot fällt der Anteil mit durchschnittlich 4% noch einmal geringer aus als bei Brötchen (7,9%) und Baguette (7,2%). Dies könnte daran liegen, dass Brot in der Regel in größeren Mengen (z.B. 1 kg Brot pro Papiertüte) abgepackt wird als beispielsweise Brötchen (1 Brötchen pro Papiertüte).

Tabelle 19 Ergebnisse der Auswertung der Vorzeigestudien inkl. Zwischenergebnisse für die Gruppe „Backwaren“ (Die aus der Originalliteratur entnommenen und im Text zitierten Werte wurden in der Tabelle aus Gründen der besseren Darstellbarkeit zum Teil gerundet.)

		Backwaren		
		Brot	Baguette	Brötchen
Anzahl der Studien		3	1	1
Anzahl der Produkte		14	12	10
Anzahl der Studien, die die gesamte WS-Kette abdecken		0	0	0
Gesamt	X _{med} CO ₂ e in kg/kg (funkt. Einheit)	0,6	0,5	0,7
	Bandbreite	0,4-1,3	0,4-0,6	0,5-1,0
Rohstoff-gewinnung	X _{med} CO ₂ e/kg	0,3	0,3	0,2
	Bandbreite	0,1-0,6	0,1-0,3	0,1-0,4
	X _{med} %-Anteil	38,4%	37,8%	32,6%
	Bandbreite in %	27,6-48,4%	27,6-48,7%	22,6-38,9%
Industrielle Weiterverarbeitung	X _{med} CO ₂ e/kg	0,3	0,3	0,4
	Bandbreite	0,2-0,3	0,2-0,3	0,2-0,6
	X _{med} %-Anteil	44,3%	47,5%	49,8%
	Bandbreite in %	21-58,4%	39,2-56,7%	43,4-63%
Verpackung	X _{med} CO ₂ e/kg	0,02	0,02	0,05
	Bandbreite	0,02-0,03	0,02-0,03	0,04-0,1
	X _{med} %-Anteil	4,0%	7,2%	7,9%
	Bandbreite in %	2-5,3%	6,5-7,9%	4,5-14,6%
Distribution	X _{med} CO ₂ e/kg	0,1	0,1	0,1
	Bandbreite	0,03-0,4	0,03-0,07	0,04-0,1
	X _{med} %-Anteil	11,6%	9,9%	9,7%
	Bandbreite in %	4-38,8%	5,2-14,9%	4,5-16,5%
Handel	X _{med} CO ₂ e/kg	0,03	–	–
	Bandbreite	–	–	–
	X _{med} %-Anteil	2,0%	–	–
	Bandbreite in %	–	–	–
Einkauf durch den Verbraucher	X _{med} CO ₂ e/kg	–	–	–
	Bandbreite	–	–	–
	X _{med} %-Anteil	–	–	–
	Bandbreite in %	–	–	–
Produkt-nutzung	X _{med} CO ₂ e/kg	0,15	–	–
	Bandbreite	0,01-0,3	–	–
	X _{med} %-Anteil	12,0%	–	–
	Bandbreite in %	1-23%	–	–
Entsorgung	X _{med} CO ₂ e/kg	0,04	–	–
	Bandbreite	–	–	–
	X _{med} %-Anteil	3,0%	–	–
	Bandbreite in %	–	–	–

Eine Kategorisierung der Produktgruppe, bzw. der einzelnen Produkte innerhalb der Produktgruppe „Backwaren“ ist aufgrund der vorliegenden Studien bedingt, d.h. zumindest für Brot und Brötchen, möglich, da die für diese Lebensmittelproduktgruppe relevanten Abschnitte der Wertschöpfungskette in den Studien berücksichtigt wurden. Für andere Backwaren, wie Gebäck, Kuchen und Torten kann keine Kategorisierung vorgenommen werden, da hierfür keine Studien vorliegen, die die einzelnen Abschnitte der Wertschöpfungskette bilanzieren.

4.4.4 Fischprodukte (inklusive Krustentiere)

Für die Gruppe „Fischprodukte (inklusive Krustentiere)“ konnten insgesamt 20 Studien mit 31 Produkten identifiziert werden. Die Auswertung ergab, dass 10 Studien als Vorzeigestudien definiert werden konnten, die auch Zwischenergebnisse entlang der Wertschöpfungskette aufweisen und eine weitere Studie ohne Zwischenergebnisse (vgl. Tabelle 20).

Tabelle 20 Übersicht über die Anzahl und Qualität der Studien für die Gruppe „Fischprodukte“

Fischprodukte	Vorzeigestudien		unvollständige Studien	Summe
	inkl. Zwischenergebnisse	ohne Zwischenergebnisse		
Lachs	3	–	3	
Hering	1	–	1	
Kabeljau, TK	1	–	-	
Fischstäbchen	1	–	-	
Garnelen	2	1	-	
Sonstige	2	-	5	
Gesamt	10	1	9	20

Tabelle 21 Übersicht über die Anzahl und Qualität der Produkte für die Gruppe „Fischprodukte“

Fischprodukte	Anzahl der Produkte aus:			
	Vorzeigestudien		unvollständigen Studien	Summe
	inkl. Zwischen- ergebnisse	ohne Zwischen- ergebnisse		
Lachs	6	–	3	
Hering	1	–	–	
Kabeljau, TK	1	–	1	
Fischstäbchen	1	–	-	
Garnelen	3	2	-	
Sonstige	4	-	9	
Gesamt	16	2	13	31

Betrachtet man zunächst die durchschnittlichen Gesamtergebnisse der Vorzeigestudien (vgl. **Tabelle 22**), so lässt sich bereits eine grobe Tendenz der Emissionen der CO₂-Äquivalente feststellen.

Tabelle 22 Ergebnisse der Auswertung der Vorzeigestudien inkl. Zwischenergebnisse für die Gruppe „Fischprodukte (inklusive Krustentiere)“ (Die aus der Originalliteratur entnommenen und im Text zitierten Werte wurden in der Tabelle aus Gründen der besseren Darstellbarkeit zum Teil gerundet.)

	Kabeljau (Fang)	Lachs (Aqua-kultur)	Fischstäbchen (Kabeljau / Fang)	Hering (Fang)	Gar-nelen (Aqua-kultur)	Afrikanischer Wels (Kreislaufan-lagenproduk-tion in den Niederlanden)	Nilbarsch (Fang / TK-Ware / Schiffs-transport)	Nilbarsch (Fang / Frisch-fisch / Flug-transport)	
Anzahl der Studien	1	3	1	1	2	1	1	1	
Anzahl der Produkte	1	6	1	1	3	1	1	1	
Anzahl der Studien, die die gesamte WS-Kette abdecken	0	0	0	0	0	0	0	0	
Gesamt	X _{med} CO ₂ e in kg/kg (funkt. Einheit)	2,75	2,00	3,75	7,92	17,72	4,82	4,27	7,15
	Bandbreite	-	1,4-3,7	-	-	7,8-38,1	-	-	-
Rohstoffgewinnung	X _{med} CO ₂ e/kg	2,4	1,6	3,0	1,4	16,2	4,0	2,3	2,3
	Bandbreite	-	1,3-2,4	-	-	0,1-35,3	-	-	-
	X _{med} %-Anteil	88,5%	81,2%	79,8%	17,9%	91,3%	82,7%	50,2%	32,1%
	Bandbreite in %	-	62,1-96,1%	-	-	0,9-92,7%	-	-	-
Industrielle Weiterverarbeitung	X _{med} CO ₂ e/kg	0,01	0,1	0,5	1,6	2,3	0,3	0,7²⁵	0,5²⁶
	Bandbreite	-	0,03-0,2	-	-	0,3-4,4	-	-	-
	X _{med} %-Anteil	0,4%	5,0%	14,4%	20,2%	13,1%	6,3%	14,7%	7,0
	Bandbreite in %	-	1,1-9,5%	-	-	1,6-56,2%	-	-	-

²⁵ Beinhaltet hier auch die Lagerung bis zum Weitertransport.

²⁶ Beinhaltet hier auch die Lagerung bis zum Weitertransport.

Tabelle 22 ff (Die aus der Originalliteratur entnommenen und im Text zitierten Werte wurden in der Tabelle aus Gründen der besseren Darstellbarkeit zum Teil gerundet.)

		Kabel- jau (Fang)	Lachs (Aqua- kultur)	Fisch- stäbchen (Kabeljau / Fang)	Hering (Fang)	Gar- nelen (Aqua- kultur)	Afrikanischer Wels (Kreislaufan- lagenproduk- tion in den Niederlanden)	Nilbarsch (Fang / TK- Ware / Schiffs- transport)	Nilbarsch (Fang / Frisch- fisch / Flug- transport)
Verpackung	X _{med} CO ₂ e/kg	0,1	0,3	-	-	0,06	0,2	0,1	0,2
	Bandbreite	-	-	-	-	0,06-0,3	-	-	-
	X _{med} %- Anteil	3,3%	9,2%	-	-	0,3%	3,9%	2,7%	4,7%
	Bandbreite in %	-	-	-	-	0,2- 1,7%	-	-	-
Distribution	X _{med} CO ₂ e/kg	-	0,4	-	0,5	0,5	0,3	1,3	4,1
	Bandbreite	-	-	-	-	0,1-0,6	-	-	-
	X _{med} %- Anteil	-	12,7%	-	6,0%	2,6%	6,7%	28,7%	58%
	Bandbreite in %	-	-	-	-	0,1-8%	-	-	-
Handel	X _{med} CO ₂ e/kg	0,02	0,1	0,2	0,9	2,7	-	-	-
	Bandbreite	-	-	-	-	-	-	-	-
	X _{med} %- Anteil	0,7%	4,6%	5,7%	11,5%	15,0%	-	-	-
	Bandbreite in %	-	-	-	-	7-34,3%	-	-	-
Einkauf durch den Verbraucher	X _{med} CO ₂ e/kg	0,2	0,1	-	-	-	-	-	-
	Bandbreite	-	-	-	-	-	-	-	-
	X _{med} %- Anteil	7,1%	4,6%	-	-	-	-	-	-
	Bandbreite in %	-	-	-	-	-	-	-	-
Produktnutzung	X _{med} CO ₂ e/kg	-	-	-	3,5	-	-	-	-
	Bandbreite	-	-	-	-	-	-	-	-
	X _{med} %- Anteil	-	-	-	44,4% ²⁷	-	-	-	-
	Bandbreite in %	-	-	-	-	-	-	-	-
Entsorgung	X _{med} CO ₂ e/kg	-	-	-	-	0,1	0,03	0,2	0,1
	Bandbreite	-	-	-	-	-	-	-	-
	X _{med} %- Anteil	-	-	-	-	0,6%	0,5%	3,5%	0,6%
	Bandbreite in %	-	-	-	-	-	-	-	-

²⁷ Die Produktnutzung umfasst die Einkaufsfahrt des Verbrauchers (8 km), die Aufbewahrung des Herings sowie nach dem Verzehr das Abwaschen des Geschirrs. Des Weiteren ist die Entsorgung des Glasgefäßes berücksichtigt.

Den höchsten Wert an Gesamt-CO₂e/kg in der Gruppe „Fischprodukte“ weisen die Garnelen mit einem Median von 17,72kg CO₂e/kg auf. Die Gesamt-THG-Werte der recherchierten Studien weichen stark voneinander ab (7,76–38,1 kg CO₂e/kg Garnelen). Diese Schwankungsbreite ist dadurch begründet, dass sehr unterschiedliche Garnelen-Produkte²⁸ bilanziert wurden (verschiedene Arten, verschieden energieintensive Aufzuchtverfahren, unterschiedliche Regionen, kontrolliert biologisch / konventionell).

Der hohe Gesamt-THG-Wert für das betrachtete Hering-Produkt ist dadurch bedingt, dass es sich um ein bereits verarbeitetes (d.h. mariniertes) Produkt handelt. Bei diesem Fischprodukt, das sozusagen verzehrfertig ist, sind Verarbeitungsschritte beinhaltet, die in der Bilanz der anderen Produkte nicht berücksichtigt wurden, da hier der Fokus auf unterschiedlichen Methoden der Rohstoffgewinnung lag.

Kabeljau zu Fischstäbchen verarbeitet weist einen Gesamt-THG-Wert von 3,75 kg CO₂e/kg auf, roher Kabeljau (tiefgekühlt und filetiert) hingegen einen Gesamt-THG-Wert von 2,75 kg CO₂e/kg.

Der hohe Gesamt-THG-Wert von afrikanischem Wels aus niederländischer Kreislaufanlagenproduktion ist durch das relativ energieintensive Aufzuchtverfahren bedingt. Energie wird hier im Unterschied zu anderen Aquakulturverfahren vor allem für das Erwärmen des Wassers in den Aufzuchtbecken und die Belüftung aufgewendet.

Auch der Nilbarsch, der von kleingewerblichen Fischern in Tansania gefangen wird, weist hohe Gesamt-THG-Werte auf (4,27–7,15 kg CO₂e/kg Fisch). Im Vergleich zu anderen Fisch- und Krustentierprodukten ist die Distribution des Nilbarsches aus Tansania mit relativ hohen Treibhausgasemissionen verbunden. Es gibt hier auch unterschiedliche Distributionsformen. Der Gesamt-THG-Wert von 4,27 kg CO₂e/kg Fisch bezieht sich auf Nilbarschfilet, das zu TK-Ware verarbeitet und per Schiff nach Europa exportiert wird. Der Gesamt-THG-Wert von 7,15 kg CO₂e/kg Fisch bezieht sich hingegen auf Nilbarschfilet, das frisch per Flugzeug nach Europa exportiert wird. Dieser Wert verdeutlicht den Einfluss des Luftfrachtverkehrs auf eine CO₂-Bilanz. Fischprodukte, die geflogen werden, weisen eindeutig einen Schwerpunkt in der Treibhausgasbilanz bei der Distribution auf.

Die Lachsstudien beziehen sich ausschließlich auf Lachs aus Aquakultur. Hier unterscheiden sich die einzelnen Werte (zwischen 1,43 und 3,74 kg CO₂e/kg Fisch), da die Produktion in unterschiedlichen Ländern (Norwegen, Chile, Kanada und UK) erfolgt. Die unterschiedlichen Werte sind durch regional unterschiedliche Material- und Energieinputs begründet (Pelletier et al. 2009). Auch der unterschiedliche Strommix, der in verschiedenen Ländern zugrunde

²⁸ Nähere Erläuterungen zu dem hohen THG-Wert von 38,1 kg CO₂e/kg Garnelen finden sich in Teufel et al. 2010.

liegt, spielt hier eine Rolle. Außerdem wurde bei einem Teil der Studien zu Lachs nur die Rohstoffgewinnung bilanziert.

Bei weiterer Analyse der Ergebnisse der Studien, die auch Zwischenergebnisse entlang der Wertschöpfungskette aufzeigen, wird deutlich, dass keine der Studien die gesamte Wertschöpfungskette bilanziert. Sämtliche Studien inkludieren Rohstoffgewinnung und die industrielle Weiterverarbeitung. Da Fisch jedoch gekühlt oder tiefgekühlt gelagert und transportiert wird, ist es wichtig, diese Abschnitte der Wertschöpfungskette in eine Bilanz der Treibhausgasemissionen von Fischprodukten einzubeziehen.

Der Einfluss des Verbrauchers ist wiederum nicht so einfach zu fassen. Hier stellt sich z.B. die Frage, wie lange beispielsweise tiefgekühlter Fisch im Haushalt durchschnittlich gelagert wird. Eine Vorstellung über die Auswirkung von unterschiedlichen TK-Lagerungszeiten beim Verbraucher gibt die PCF-Studie von FRoSTA zu Tagliatelle-Wildlachs (s. http://www.pcf-projekt.de/files/1257258154/pcf_frosta_tagliatelle_update.pdf). Hier wurden im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse die Treibhausgasemissionen der Lagerung eines FRoSTA-Gerichtes bei Lagerung in Tiefkühltruhen unterschiedlicher Energieeffizienzklassen und bei unterschiedlichen Lagerzeiten berechnet.

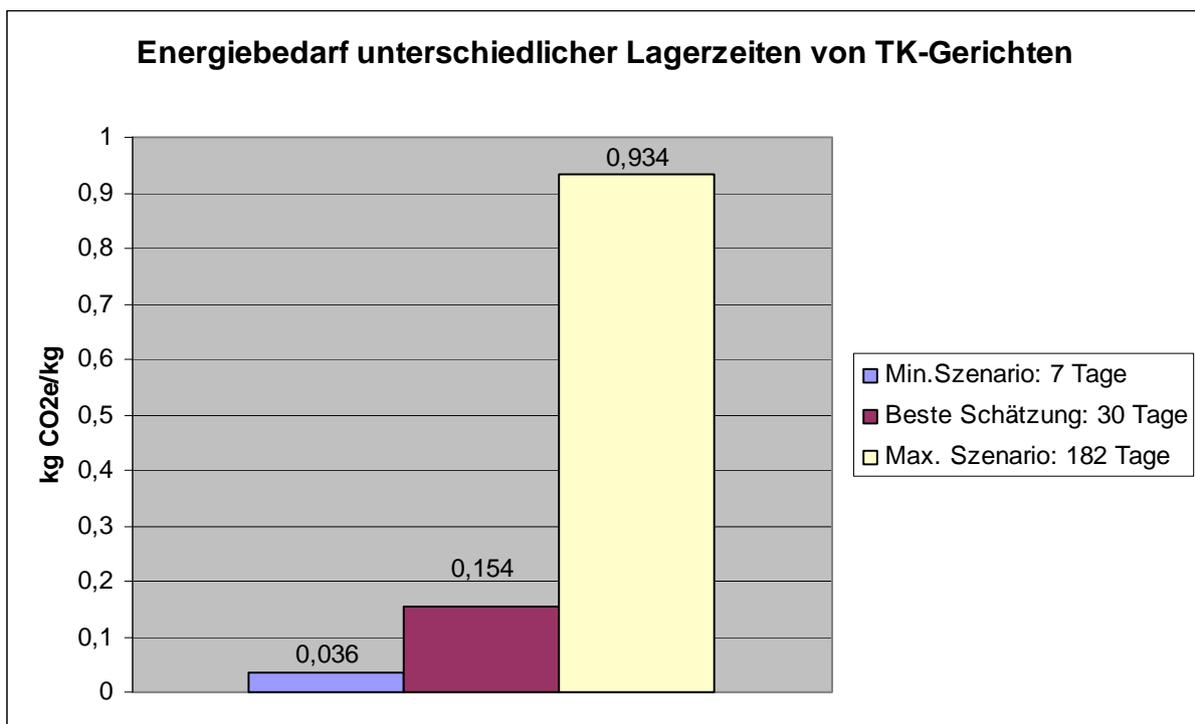


Abbildung 5 Treibhausgasemissionen der Lagerung von 1kg Tiefkühlkost bei Lagerung in Tiefkühltruhen unterschiedlicher Energieeffizienzklassen und unterschiedlich langer Lagerdauer. Worst Case (Max.)-Szenario: A-Gerät, 182 Tage Lagerungsdauer; Beste Schätzung: A+-Gerät, 30 Tage Lagerungsdauer; Best Case (Min)-Szenario: A++-Gerät, 7 Tage Lagerungsdauer (Quelle der Daten, die der Berechnung zugrunde liegen: http://www.pcf-projekt.de/files/1257258154/pcf_frosta_tagliatelle_update.pdf).

Auf den Median von 2,0 kgCO₂e/kg des Beispiels „Lachs aus Aquakultur“ übertragen heißt dies, dass die Lagerung von 1 kg Lachs in der Tiefkühltruhe im Haushalt beim Worst Case (Max)-Szenario (182 Tage Lagerungsdauer; Lagerung in einer Tiefkühltruhe der Geräteklasse A) rund 32% der Gesamttreibhausgasemissionen ausmachen würde. Legt man die Rahmenbedingungen des Best Case (Min)-Szenario zugrunde (7 Tage Lagerungsdauer; Lagerung in einer Tiefkühltruhe der Geräteklasse A++) beträgt der Anteil der Lagerung am Gesamttreibhausgaswert hingegen nur rund 2%. Einschränkend ist hier aber anzumerken, dass in den für die Kategorisierung zur Verfügung stehenden Lachsstudien nur frische oder geräucherte Lachsprodukte bilanziert wurden. Ergänzt man entsprechend die Studie zu TK-Nilbarsch aus Tansania, in der der Treibhausgasemissionswert bis zum Handel bilanziert wurde, um die Lagerung beim Verbraucher, so zeigt sich, dass die Lagerung von 1 kg Nilbarsch im Haushalt beim Worst Case (Max)-Szenario (182 Tage Lagerungsdauer; Lagerung in einer Tiefkühltruhe der Geräteklasse A) rund 18% der Gesamttreibhausgasemissionen ausmachen würde. Legt man die Rahmenbedingungen des Best Case (Min)-Szenario zugrunde (7 Tage Lagerungsdauer; Lagerung in einer Tiefkühltruhe der Geräteklasse A++) beträgt der Anteil der Lagerung am Gesamttreibhausgaswert hingegen nur noch rund 0,8%. Der Kochvorgang selbst spielt eine weniger große Rolle, da Fisch relativ kurze Garzeiten aufweist.

Insgesamt lässt sich aufgrund der Auswertung der recherchierten Studien feststellen, dass, mit Ausnahme der Studien zu mariniertem Hering und zu Nilbarsch, der Hauptanteil der Emissionen durch die Rohstoffgewinnung (Mediane der Rohstoffproduktion liegen gerundet zwischen 80 und 91%) der verschiedenen Fischprodukte verursacht wird.

Die Herstellung der Fischstäbchen aus Kabeljau wird durch den Anteil von 14,4% an den Gesamtemissionen im Bereich der industriellen Weiterverarbeitung deutlich (vgl. Kabeljau: 0,4%, Lachs: 5,0%). Ebenfalls hohe Emissionswerte weist der Hering im Bereich der industriellen Weiterverarbeitung auf (20,2%), da es sich dabei um ein mariniertes Fischprodukt handelt, das zahlreiche Bearbeitungsschritte durchläuft. Es erscheint angebracht, den marinierten Hering in eine andere Produktgruppe einzuordnen, da seine Weiterverarbeitung sich von der der anderen hier betrachteten Fischprodukte massiv unterscheidet. Im Prinzip ist der marinierte Hering ein Convenience-Produkt, dessen hoher Gesamtwert an CO₂e/kg, sich daraus ergibt, dass hier bereits Emissionen eingerechnet sind, die bei allen übrigen Fischprodukten erst bei einer nachfolgenden Weiterverarbeitung anfallen und einbilanziert würden.

Der Anteil der Emissionen, die durch den Handel verursacht werden, liegt zwischen 0,7% beim Kabeljau und 11,5% beim Hering. Ursache dafür könnten die unterschiedlichen Zeiten der Lagerung sein (Frischfisch wird in der Regel kürzer gelagert als beispielsweise eingelegter Fisch, wie es beim Hering der Fall ist). In der vorliegenden Studie wird der Hering im Handel außerdem gekühlt gelagert.

Insgesamt ist eine Kategorisierung der Produktgruppe möglich. Es muss aber klar zwischen Convenience-Produkten und Produkten unterschieden werden, die noch weiter verarbeitet werden (z.B. Frischfisch vs. filetiertem TK-Fisch vs. mariniertem zerkleinertem Fisch). Der Nilbarsch scheint aufgrund seiner mit hohen THG-Werten behafteten Distribution eine Sonderrolle innerhalb der Produktgruppe Fisch einzunehmen.

4.4.5 Getränke

Innerhalb der Gruppe „Getränke“ konnten insgesamt 15 Studien mit 54 Produkten identifiziert werden. Hiervon können 5 Studien als Vorzeigestudien definiert werden, die auch Zwischenergebnisse entlang der Wertschöpfungskette aufweisen und eine weitere Studie konnte die Kriterien der Vorzeigestudien erfüllen, die keine Zwischenergebnisse aufweisen (vgl. **Tabelle 23**).

Tabelle 23 Übersicht über die Anzahl und Qualität der Studien für die Gruppe „Getränke“

Getränke	Vorzeigestudien		unvollständige Studien	Summe
	inkl. Zwischenergebnisse	ohne Zwischenergebnisse		
kalte Getränke	2	–	4	
heiße Getränke	1	–	3	
Alkohol	2	1	2	
Gesamt	5	1	9	15

Tabelle 24 Übersicht über die Anzahl und Qualität der Produkte für die Gruppe „Getränke“

Getränke	Anzahl der Produkte aus:			
	Vorzeigestudien		unvollständigen Studien	Summe
	inkl. Zwischen- ergebnisse	ohne Zwischen- ergebnisse		
kalte Getränke	3	–	28	
heiße Getränke	1	–	13	
Alkohol	2	3	4	
Gesamt	6	3	45	54

Die alkoholfreien Kaltgetränke weisen mit einer Spannweite von 0,16–0,9 kg CO₂e/kg geringere Gesamtemissionswerte auf als die alkoholischen Getränke mit einer Spannweite von 0,58–2,24 kg CO₂e/kg.

Tabelle 25 Ergebnisse der Auswertung der Vorzeigestudien ohne Zwischenergebnisse für die Gruppe „Getränke“

	Alkohol
	Bier
Anzahl der Studien	1
Anzahl der Produkte	3
x_{med} CO ₂ e in kg/ funkt. Einheit	0,83
Bandbreite	0,6-1,05

Die weitere Analyse der Studien, die auch Zwischenergebnisse entlang der Wertschöpfungskette aufweisen, zeigt zunächst, dass keine der Studien die gesamte Wertschöpfungskette abdeckt. Primär analysieren die Studien die Bereiche der landwirtschaftlichen Produktion, der industriellen Weiterverarbeitung sowie der Distribution. In sieben Produktbilanzen werden die Abschnitte Verpackung, Produktnutzung und Entsorgung der Wertschöpfungskette bilanziert, in der Kategorie der Heißgetränke wird auch das Einkaufsverhalten der Verbraucher beurteilt. Den Bereich der Emissionen, die durch den Handel verursacht werden, untersucht keine der vorliegenden Studien.²⁹

Bei Kaltgetränken entstehen die meisten Emissionen in den Prozessen der industriellen Verarbeitung und bei den alkoholhaltigen Getränken durch die Prozesse der Verpackung. Dies kann damit korrelieren, dass Flaschen von alkoholischen Getränken tendenziell recycelbare Einwegflaschen und Flaschen von Kaltgetränken häufig Mehrwegverpackungen sind. Dies ist jedoch mittels der vorliegenden Studien nicht nachweisbar, da beispielsweise bei zwei Produkten der Kategorie „Kaltgetränke“ (Wasser in einer Glas- bzw. PET-Flasche) die Verpackung in die Bilanzierung der Produktion einbezogen wurde und die Produktbilanzierung aus Italien stammt, wo ein gegenüber Deutschland abweichendes Abfallsystem existiert. Bei der Kategorie Alkohol (die Studien, die in dieser Kategorie Zwischenergebnisse aufweisen, beziehen sich auf: Wein) wird bei einem Produkt die Entsorgung durch Recycling einberechnet, bei dem zweiten ist dies nicht erläutert. Es ist also keine Aussage zu treffen, ob die unterschiedlichen Werte aus verschiedenen Entsorgungs- und Recyclingverfahren resultieren.

Bei den anderen Abschnitten der Wertschöpfungskette unterscheiden sich die Werte innerhalb der einzelnen Kategorien deutlich, sodass hier keine einheitliche Aussage für die Produktgruppe „Getränke“ getroffen werden kann.

Es wird deshalb empfohlen, dass aus dieser Produktgruppe, aufgrund der weitgehenden Vollständigkeit und Nachvollziehbarkeit, nur die Studie zu Kaffee für eine Kategorisierung verwendet wird. Obwohl im Rahmen dieser Studie die Wertschöpfungskette ausschließlich

²⁹ Im Falle von Kaffee sind die Emissionen, die durch den Handel verursacht werden, zu vernachlässigen (s. Lagertemperaturen).

einer speziellen Kaffeesorte bilanziert wurde, können die Ergebnisse der Studie für eine Kategorisierung herangezogen werden. Eine unveröffentlichte Studie des Öko-Institutes e.V., die im Auftrag der Tchibo GmbH durchgeführt wurde, hat gezeigt, dass die Ergebnisse durchaus vergleichbar sind mit Ergebnissen einer weiteren – ebenfalls unveröffentlichten – Studie von E.D.E. Consulting. In dieser Studie wurde ein Vergleich der Treibhausgasemissionen des Kaffeeanbaus in verschiedenen Ländern durchgeführt.

Betrachtet man die Zwischenergebnisse der Wertschöpfungskettenabschnitte des Kaffees, dann zeigt sich, dass der größte Anteil der Gesamtemissionen bei Kaffee durch die landwirtschaftliche Produktion verursacht wird. Ein Großteil (ca. 30%) wird aber auch durch die Produktnutzung verursacht. Im Rahmen zweier weiterer Projekte beschäftigt sich das Öko-Institut derzeit mit dem Vergleich verschiedener Kaffeezubereitungsformen. Aus den Ergebnissen dieser laufenden Studien wird sich voraussichtlich eine Reihe von Verbraucherempfehlungen hinsichtlich der Reduktion von Treibhausgasemissionen im Bereich der Kaffeezubereitung ableiten lassen.

Tabelle 26 Ergebnisse der Auswertung der Vorzeigestudien inkl. Zwischenergebnisse für die Gruppe „Getränke“ (Die aus der Originalliteratur entnommenen und im Text zitierten Werte wurden in der Tabelle aus Gründen der besseren Darstellbarkeit zum Teil gerundet.)

		Getränke		
		Kaltgetränke	Heißgetränke	Alkohol
Anzahl der Studien		2	1	2
Anzahl der Produkte		3	1	2
Anzahl der Studien, die die gesamte WS-Kette abdecken		0	0	0
Gesamt	X _{med} CO ₂ e in kg/kg (funkt. Einheit)	0,65	8,45	1,41
	Bandbreite	0,2-0,9	-	0,6-2,2
Rohstoff-gewinnung	X _{med} CO ₂ e/kg	0,3	4,7	0,4
	Bandbreite	-	-	-
	X _{med} %-Anteil	37,2%	55,7%	18,3%
	Bandbreite in %	-	-	-
Industrielle Weiterverarbeitung	X _{med} CO ₂ e/kg	0,2	0,6	0,6
	Bandbreite	0,1-0,6	-	0,2-0,9
	X _{med} %-Anteil	66,5%	6,7%	35,6%
	Bandbreite in %	21,7-94,6%	-	29,1-41,9%
Verpackung	X _{med} CO ₂ e/kg	0,3	-	0,3
	Bandbreite	-	-	-
	X _{med} %-Anteil	28,8%	-	40,8%
	Bandbreite in %	-	-	-
Distribution	X _{med} CO ₂ e/kg	0,1	0,1	0,6
	Bandbreite	-	-	0,2-0,9
	X _{med} %-Anteil	8,4%	1,7%	37,2%
	Bandbreite in %	-	-	34,5-39,7%
Handel	X _{med} CO ₂ e/kg	-	-	-
	Bandbreite	-	-	-
	X _{med} %-Anteil	-	-	-
	Bandbreite in %	-	-	-
Einkauf durch den Verbraucher	X _{med} CO ₂ e/kg	-	0,3	-
	Bandbreite	-	-	-
	X _{med} %-Anteil	-	3,4%	-
	Bandbreite in %	-	-	-
Produkt-nutzung	X _{med} CO ₂ e/kg	0,04	2,6	-
	Bandbreite	0,01-0,04	-	-
	X _{med} %-Anteil	11,0%	30,4%	-
	Bandbreite in %	5,4-16,6%	-	-
Entsorgung	X _{med} CO ₂ e/kg	0,04	0,1	-
	Bandbreite	-	-	-
	X _{med} %-Anteil	4,4%	1,7%	-
	Bandbreite in %	-	-	-

4.4.6 Obst und Gemüse

Für die Gruppe „Obst und Gemüse“ konnten insgesamt 31 Studien mit 153 Produkten identifiziert werden. Die Auswertung ergab, dass 9 Studien als Vorzeigestudien definiert werden konnten, die auch Zwischenergebnisse entlang der Wertschöpfungskette aufweisen und 4 Studien, die keine Zwischenergebnisse aufweisen, aber ebenfalls die Kriterien der „Vorzeigestudien“ erfüllen (vgl. **Tabelle 27**).

Tabelle 27 Übersicht über die Anzahl und Qualität der Studien für die Gruppe „Obst und Gemüse“

Gemüse/Obst	Vorzeigestudien		unvollständige Studien	Summe
	inkl. Zwischenergebnisse	ohne Zwischenergebnisse		
Blattgemüse	1	1	3	
Fruchtgemüse	2	1	2	
Kohlgemüse	1	–	1	
Wurzelgemüse	3	1	3	
andere (Stängel, Schoten, etc.)			3	
Obst	2	1	–	
Getreide	–	–	4	
Ölsaaten	–	–	2	
Summe	9	4	18	31

Tabelle 28 Übersicht über die Anzahl und Qualität der Produkte für die Gruppe „Obst und Gemüse“

Gemüse/Obst	Anzahl der Produkte aus:			Summe
	Vorzeigestudien		unvollständigen Studien	
	inkl. Zwischen- ergebnisse	ohne Zwischen- ergebnisse		
Blattgemüse	6	4	7	
Fruchtgemüse	14	4	15	
Kohlgemüse	2	–	8	
Wurzelgemüse	18	2	20	
andere (Stängel, Schoten, etc.)			11	
Obst	3	4	–	
Getreide	–	–	27	
Ölsaaten	–	–	8	
Summe	43	14	96	153

Aus Gründen der besseren Übersicht wurden die einzelnen Gemüsesorten in Untergruppen eingeteilt. Diese sehen im Rahmen dieser Studie wie folgt aus: Wurzelgemüse (Kartoffeln, Karotten, Zwiebeln, Radieschen, Porree), Fruchtgemüse (Gurke, Tomate, Paprika, Zucchini), Blattgemüse (Salat) und Kohlgemüse (Kohlrabi). Außerdem wurden Studien von Erdbeeren berücksichtigt.

Betrachtet man zunächst nur die Bandbreiten der Gesamt-Ergebnisse der Vorzeigestudien mit Zwischenergebnissen (vgl. **Tabelle 30**), so lässt sich feststellen, dass insgesamt die Werte der Gesamtemissionen im Bereich Obst und Gemüse innerhalb der verschiedenen Sorten dicht beieinander liegen: Fruchtgemüse (0,12–2,24 kg CO₂e/kg³⁰), Erdbeeren (0,2–0,88 kg CO₂e/kg), Wurzelgemüse (0,08–0,64 kg CO₂e/kg), Blattgemüse (0,11–0,22 kg CO₂e/kg) und Kohlgemüse (0,13–0,17 kg CO₂e/kg). Die Werte der Vorzeigestudien ohne Zwischenergebnisse (vgl. **Tabelle 29**) weichen bei Blattgemüse von den Werten der Vorzeigestudien mit Zwischenergebnissen nach oben hin ab. Diese Abweichung beruht auf der Tatsache, dass im Rahmen der Vorzeigestudien ohne Zwischenergebnisse zum Teil andere Produktionsformen bilanziert wurden, wie beispielsweise die Produktion von Kopfsalat im Winter in einem beheizten Gewächshaus. Das heißt, für eine Kategorisierung der Produkte aus der Produktgruppe „Obst und Gemüse“ müssen Einschränkungen hinsichtlich des Geltungsbereichs der Kategorisierung vorgenommen werden, wie z.B. „gilt für Gemüseproduktion im Freiland“.

Tabelle 29 Ergebnisse der Auswertung der Vorzeigestudien ohne Zwischenergebnisse für die Gruppe „Obst und Gemüse“

	Gemüse				Obst
	Blattgemüse (Kopfsalat)	Gemüse (Durchschnitt)	Kartoffeln	Fruchtgemüse (Tomaten)	
Anzahl der Studien	1	1	1	1	1
Anzahl der Produkte	4	2	2	4	4
x _{med} CO ₂ e in kg/kg	0,49	0,14	0,17	0,28	0,58
Bandbreite	0,17-1,43	0,13-0,15	0,14-0,2	0,228-0,34	0,08-0,88

Generell ist anzumerken, dass im Bereich Obst lediglich eine Studie über Erdbeeren zur Auswertung vorlag. Diese Studie bilanziert sämtliche Wertschöpfungskettenabschnitte, die von Relevanz sind. Sie lässt lediglich die Produktnutzung unberücksichtigt, die bei dieser Obstsorte, die in der Regel „roh“ verzehrt wird, auch keinen Beitrag zur Gesamtbilanz leistet. Bei Erdbeeren wird ein hoher Anteil der Treibhausgasemissionen (28,8 -48,0 CO₂e in kg/ kg) durch die Verpackung verursacht. Dies ist jedoch nicht typisch für Obst allgemein, sondern eine Besonderheit von Beerenobst.

Nur wenige Studien, die auch Zwischenergebnisse entlang der Wertschöpfungskette aufweisen, decken alle Schritte der gesamten Wertschöpfungskette ab. In der Regel wird die Produktnutzung nicht berücksichtigt. Die Art der Zubereitung bzw. Produktnutzung spielt auch nur dann eine Rolle, wenn das Gemüse (oder Obst) ausschließlich in gekochtem Zustand verzehrt wird, wie das z.B. bei Kartoffeln der Fall ist. Hier hat die Produktnutzung

³⁰ Der hohe Wert von 2,24 kg CO₂e/kg erklärt sich dadurch, dass in der betreffenden Studie Tomaten bilanziert wurden, die in einem ölbeheizten Gewächshaus in Großbritannien produziert wurden.

einen großen Einfluss auf die Höhe der emittierten Treibhausgase entlang des gesamten Produktlebensweges. Dies wird bei den Studien deutlich, die die Zubereitung der Kartoffeln bei der Bilanzierung berücksichtigt haben. Hier macht die Produktnutzung 41 – 93% der Gesamttreibhausgasemissionen aus.

Eine Kategorisierung ist hier möglich, muss allerdings an bestimmte Voraussetzungen geknüpft werden, wie z.B. „gilt nur für die Produktion im Freiland“, „gilt nur für Beerenobst“ oder „gilt nur für gekochtes Gemüse“.

Insgesamt zeigt die Auswertung der Studien mit Zwischenergebnissen, dass bei roh verzehrtem Obst und Gemüse der größte Anteil der Emissionen im Obst- und Gemüseanbau durch die Rohstoffgewinnung (34,4–59,4%) entsteht. Ein zweiter Schwerpunkt der Treibhausgasemissionen wird durch die Distribution (19,4%–40,7%) verursacht. Hier ist jedoch anzumerken, dass die Distribution, obwohl sie einen hohen Anteil an den Gesamttreibhausgasemissionen der Produktgruppe „Obst und Gemüse“ einnimmt, in der absoluten Menge vergleichsweise gering ist. So entfallen im Schnitt 0,03–0,07 kg CO₂e auf ein Kilogramm Produkt bei einer durchschnittlichen Gesamtemissionsmenge von 0,15–0,24 kg CO₂e/kg. Durch einen Vergleich mit beispielsweise Schweinefleisch, bei dem nur 0,6–7,3% der Emissionen durch die Distribution entstehen – allerdings bei einer Gesamtbilanz von 3,6–5 kg CO₂e/kg (d.h. 0,02–0,28 kg durch die Transportvorgänge) – wird dies deutlich.

Bei gekocht verzehrtem Obst und Gemüse liegt der Schwerpunkt der Treibhausgasemissionen in der Produktnutzung. Diese kann hier über 50% der Gesamttreibhausgasemissionen betragen. Wird die Zubereitung von Obst und Gemüse in die industrielle Weiterverarbeitung vorverlagert (z.B. bei der Herstellung von Gemüsekonserven oder TK-Gemüsezubereitungen), so verlagert sich der Schwerpunkt der Treibhausgasemissionen in diesen Abschnitt der Wertschöpfungskette (s. Kapitel 4.4.7). Das bedeutet auch, dass hier eine weitere Einschränkung im Rahmen der Kategorisierung vorgenommen werden muss (gilt nur für gekochtes Obst und Gemüse, dessen Verarbeitung im Privathaushalt erfolgt).

Tabelle 30 Ergebnisse der Auswertung der Vorzeigestudien inkl. Zwischenergebnisse für die Gruppe „Obst und Gemüse“ (Die aus der Originalliteratur entnommenen und im Text zitierten Werte wurden in der Tabelle aus Gründen der besseren Darstellbarkeit zum Teil gerundet.)

		Gemüse				Obst
		Blattgemüse	Frucht-gemüse	Kohlgemüse	Wurzel-gemüse	Erdbeeren
Anzahl der Studien		1	2	1	3	2
Anzahl der Produkte		6	14	2	18	3
Gesamt	X _{med} CO ₂ e in kg/kg (funkt. Einheit)	0,15	0,18	0,15	0,15	0,24
	Bandbreite	0,1-0,2	0,1-2,2	0,1-0,2	0,1-0,6	0,2-0,9
Rohstoff-gewinnung	X _{med} CO ₂ e/kg	0,1	0,06	0,1	0,05	0,1
	Bandbreite	0,03-0,1	0,02-0,3	0,07-0,1	0,03-0,3	0,002-0,2
	X _{med} %-Anteil	39,9%	35,6%	59,4%	37,1%	34,4%
	Bandbreite in %	13,7-56	9,8-71,1	54,6-64,2	13,9-55,7	0,2-66
Industrielle Weiterverarbeitung	X _{med} CO ₂ e/kg	–	0,4	–	–	0,11
	Bandbreite	–	0,2-2	–	–	–
	X _{med} %-Anteil	–	50,7%	–	–	12,5%
	Bandbreite in %	–	24,6-89,2	–	–	–
Verpackung	X _{med} CO ₂ e/kg	0,05	0,02	–	0,03	0,10
	Bandbreite	0,096- 0,1	0,001-10,1	–	0,004-0,04	0,1-0,3
	X _{med} %-Anteil	26,8%	20,4%	–	17,9%	39,0%
	Bandbreite in %	6,3- 50,5	0,5-40,8	–	2,4-29,9	28,8-48
Distribution	X _{med} CO ₂ e/kg	0,06	0,07	0,06	0,05	0,03
	Bandbreite	0,06-0,07	0,02-1	–	0,01-0,6	0,03-0,3
	X _{med} %-Anteil	40,7%	35,7%	39,9%	28,6%	19,4%
	Bandbreite in %	29,3- 55,2	5,4-57,1	35,2-44,6	1-73,4	12,2-31,6
Handel	X _{med} CO ₂ e/kg	0,002	0,001	0,001	0,01	0,001
	Bandbreite	0,002-0,003	0,001-0,007	–	0,001-0,03	–
	X _{med} %-Anteil	1,5	2,3%	0,7%	6,28%	0,5%
	Bandbreite in %	1,3-1,6	0,4-6	0,61- 0,77	0,8-11,3	0,4-0,5
Einkauf durch den Verbraucher	X _{med} CO ₂ e/kg	–	–	–	–	0,1
	Bandbreite	–	–	–	–	–
	X _{med} %-Anteil	–	–	–	–	14,9%
	Bandbreite in %	–	–	–	–	–
Produkt-nutzung	X _{med} CO ₂ e/kg	–	–	–	0,32	–
	Bandbreite	–	–	–	0,2-0,4	–
	X _{med} %-Anteil	–	–	–	59,8%	–
	Bandbreite in %	–	–	–	41-93	–
Entsorgung	X _{med} CO ₂ e/kg	–	–	–	0,03	0,1
	Bandbreite	–	–	–	0,02-0,05	–
	X _{med} %-Anteil	–	–	–	8,6%	12,2%
	Bandbreite in %	–	–	–	4-23,8	–

4.4.7 Convenience-Produkte

Für die Gruppe „Convenience-Produkte“ konnten insgesamt 13 Studien mit 48 Produkten identifiziert werden. Die Auswertung ergab, dass 3 Studien als Vorzeigestudien definiert werden konnten, die auch Zwischenergebnisse entlang der Wertschöpfungskette aufweisen, und 2 Studien, die keine Zwischenergebnisse aufweisen, aber ebenfalls die Kriterien der „Vorzeigestudien“ erfüllen (vgl. **Tabelle 31**).

Tabelle 31 Übersicht über die Anzahl und Qualität der Studien für die Gruppe „Convenience-Produkte“

Convenience-Produkte	Vorzeigestudien		unvollständige Studien	Summe
	inkl. Zwischenergebnisse	ohne Zwischenergebnisse		
Fertiggerichte (TK-Pastagericht)	1	0	6	
Babynahrung	1	0		
Gemüse (TK, trocken, Dose)	1	1	1	
Fleisch (TK Rind, Schwein, Geflügel)	–	1	–	
Soßen	–	–	1	
Gesamt	3	2	8	13

Tabelle 32 Übersicht über die Anzahl und Qualität der Produkte für die Gruppe „Convenience-Produkte“

Convenience-Produkte	Anzahl der Produkte aus:			
	Vorzeigestudien		unvollständigen Studien	Summe
	inkl. Zwischen- ergebnisse	ohne Zwischen- ergebnisse		
Fertiggerichte (inkl. Babynahrung)	4	0	22	
Gemüse	3	8	2	
Fleisch	–	6	–	
Soßen	–	–	3	
Gesamt	7	14	27	48

Insgesamt zeigt sich, dass die Produktgruppe „Convenience“ eine sehr heterogene Produktgruppe darstellt. Diese Produktgruppe umfasst sowohl Komplettmenüs (beispielsweise TK-Komplettmenüs, Komplettmenüs in Konserven, Komplettmenüs als Kühlgericht, Babybreie als Komplettmenüs) als auch zubereitete Teilbestandteile für ein Komplettmenü (wie beispielsweise TK-Erbesen oder Erbsen in der Dose). Schon allein aufgrund der Zutaten-zusammensetzungen lassen sich verschiedene Convenience-Produkte untereinander nicht vergleichen. Komplettmenüs auf Fleischbasis weisen natürlich einen höheren Anteil an Treibhausgasemissionen in der Rohwarengewinnung auf als vegetarische Komplettmenüs.

Tabelle 33 Ergebnisse der Auswertung der Vorzeigestudien ohne Zwischenergebnisse für die Gruppe „Convenience-Produkte“

	Convenience-Produkte	
	Gemüse	Fleisch
Anzahl der Studien	1	1
Anzahl der Produkte	8	6
x_{med} CO ₂ e in kg/kg (funkt. Einheit)	1,93	4,41
Bandbreite	0,38-5,73	4,07-14,34

In keiner der Studien, die Zwischenergebnisse entlang der Wertschöpfungsketten aufweisen, ist die gesamte Wertschöpfungskette bilanziert. Primär untersuchen die Studien die Bereiche der landwirtschaftlichen Produktion, der industriellen Weiterverarbeitung, der Produktnutzung und der Entsorgung. Einige Studien untersuchen außerdem Emissionen, die bei der Verpackungsherstellung (3 Produkte), der Distribution (3 Produkte) sowie den Einkaufsfahrten der Verbraucher (2 Produkte) entstehen. Eine Bewertung der Treibhausgasemissionen, die durch die Prozesse im Handel entstehen, erfolgt nicht.

Die in den Studien ohne Zwischenergebnisse ermittelten Gesamt-THG-Werte weisen eine Schwankungsbreite innerhalb derselben Produktkategorie (Gemüse bzw. Fleisch) auf. Bei den Gemüseprodukten ist dies vor allem durch den unterschiedlichen Verarbeitungsgrad der untersuchten Produkte bedingt. So weisen z.B. Kartoffeln, die geerntet, gewaschen, geschält, geschnitten, frittiert und gefrostet werden, höhere Emissionen auf als z.B. Rosenkohl, der lediglich geerntet, gewaschen und gefrostet wird.

Aufgrund der Heterogenität der Produktgruppe ist eine Kategorisierung der gesamten Produktgruppe nicht möglich. Verallgemeinernde vergleichende Aussagen über die Klimaauswirkungen von Convenience-Produkten im Vergleich zur Selbstzubereitung lassen sich derzeit nicht treffen, da die Selbstzubereitung individuell sehr unterschiedlich gestaltet werden kann und die Menge der Gesamt-THG-Emissionen eines selbstzubereiteten Komplettmenus von einer Vielzahl von Einflussfaktoren (Wahl der Zutaten, Gestaltung der Einkaufsfahrt, Geräteausstattung im Haushalt, Wahl der Stromart, Größe des Haushaltes und Organisation der Mahlzeiten, wie z.B. Kochen für 2 Tage etc.) bestimmt wird.

Prinzipiell wird deutlich, dass in der Produktgruppe der Convenience-Produkte der Wertschöpfungskettenabschnitt „industrielle Weiterverarbeitung“ im Vergleich zu anderen Produktgruppen einen relativ hohen Anteil an den Gesamttreibhausgasemissionen hat. Das ist natürlich durch die Tatsache bedingt, dass hier Verarbeitungsschritte, wie z.B. das Kochen der Erbsen im Haushalt, vorgelagert werden.

Tabelle 34 Ergebnisse der Auswertung der Vorzeigestudien inkl. Zwischenergebnisse für die Gruppe „Convenience-Produkte“ (Die aus der Originalliteratur entnommenen und im Text zitierten Werte wurden in der Tabelle aus Gründen der besseren Darstellbarkeit zum Teil gerundet.)

		Tagliatelle-Gericht	Karotten, TK	Karotten, Konserve	Kartoffeln geschält	Baby-nahrung
Anzahl der Studien		1		1		1
Anzahl der Produkte		1 (plus 2 Sensitivitätsanalysen)	1	1	1	3
Gesamt	x _{med} CO ₂ e in kg/kg (funkt. Einheit)	1,4	0,5	0,65	0,3	1,0
	Bandbreite	1,2-2,2	–	–	–	1-1,5
Rohstoff-gewinnung	x _{med} CO ₂ e/kg	0,8	0,03	0,03	0,1	–
	Bandbreite	0,7-0,8	–	–	–	–
	x _{med} %-Anteil	49,1%	5,7%	4,6%	19,7%	–
	Bandbreite in %	36,4-57,4	–	–	–	–
Industrielle Weiterverarbeitung	x _{med} CO ₂ e/kg	0,3	0,3	0,1	–	0,2
	Bandbreite	0,2-0,3	–	–	–	0,15-0,17
	x _{med} %-Anteil	16,0%	49,4%	20,7%	–	15,9
	Bandbreite in %	13,6-17,9	–	–	–	15,2-16,5
Verpackung	x _{med} CO ₂ e/kg	–	0,02	0,4	0,04	0,1
	Bandbreite	–	–	–	–	0,5-0,54
	x _{med} %-Anteil	–	3,1%	68,7%	13,2%	50,3%
	Bandbreite in %	–	–	–	–	43,0-58,0
Distribution	x _{med} CO ₂ e/kg	0,1	0,04	–	0,1	0,1
	Bandbreite	0,02-0,1	–	–	–	0,2-0,6
	x _{med} %-Anteil	3,3%	7,8%	–	23,0%	34,6%
	Bandbreite in %	1,6-4,6	–	–	–	26,1-44,5
Handel	x _{med} CO ₂ e/kg	–	–	–	–	–
	Bandbreite	–	–	–	–	–
	x _{med} %-Anteil	–	–	–	–	–
	Bandbreite in %	–	–	–	–	–
Einkauf durch den Verbraucher	x _{med} CO ₂ e/kg	0,03	–	–	0,1	–
	Bandbreite	–	–	–	–	–
	x _{med} %-Anteil	2,1%	–	–	19,7%	–
	Bandbreite in %	–	–	–	–	–
Produkt-nutzung	x _{med} CO ₂ e/kg	0,4	0,03	0,03	0,1	–
	Bandbreite	0,3-1	–	–	–	–
	x _{med} %-Anteil	32,9	6,0%	4,6%	26,3%	–
	Bandbreite in %	24,6-45,5	–	–	–	–
Entsorgung	x _{med} CO ₂ e/kg	-0,04	–	0,005	0,004	0,002³¹
	Bandbreite	–	–	–	–	0,01-0,02
	x _{med} %-Anteil	-0,95%	–	1%	1,3%	1,5
	Bandbreite in %	–	–	–	–	1,2-2,0

³¹ In der Studie zu Babynahrung wurde das Recycling nicht berücksichtigt.

4.4.8 Sonstiges

Innerhalb der Gruppe „Sonstiges“ konnten insgesamt 27 Studien mit 50 Produkten identifiziert werden. Hiervon konnten fünf Studien als Vorzeigestudien definiert werden, die auch Zwischenergebnisse entlang der Wertschöpfungskette aufweisen und drei weitere Studien konnten die Kriterien der Vorzeigestudien erfüllen, die keine Zwischenergebnisse aufweisen.

Tabelle 35 Übersicht über die Anzahl und Qualität der Studien für die Gruppe „Sonstiges“

Sonstiges	Vorzeigestudien		unvollständige Studien	Summe
	inkl. Zwischenergebnisse	ohne Zwischenergebnisse		
Süßigkeiten und Snacks	–	–	3	
Chips	1	–	–	
Öle, Fette, Saucen	–	–	1	
Tomatenketchup	1	–	2	
Eier	1	1	4	
Brotaufstriche	–	–	2	
Honig	–	1	–	
Gewürze, Zucker, Salz	–	–	3	
Zucker	1	–	–	
Kakaopulver	1	–	–	
Cerealien und Getreide	–	–	1	
Teigwaren	–	1	–	
Gesamt	5	3	19	27

Tabelle 36 Übersicht über die Anzahl und Qualität der Produkte für die Gruppe „Sonstiges“

Sonstiges	Anzahl der Produkte aus:			Summe
	Vorzeigestudien		unvollständigen Studien	
	inkl. Zwischen- ergebnisse	ohne Zwischen- ergebnisse		
Süßigkeiten und Snacks			4	
Chips	1	–		
Öle, Fette, Saucen		–	2	
Tomatenketchup	1		2	
Eier		3	7	
Brotaufstriche			2	
Honig	–	2		
Gewürze, Zucker, Salz		-	12	
Zucker	1			
Kakaopulver	1			
Cerealien und Getreide			6	
Teigwaren		2		
Sonstiges			4	
Gesamt	4	7	39	50

In der Produktkategorie „Sonstiges“ wurden diejenigen Studien zusammengefasst, deren untersuchte Produkte sich in keine der bereits genannten Produktgruppen eingliedern lassen. Hierzu gehören Chips, die man in eine Kategorie „Süßigkeiten und Snacks“ fassen könnte, Tomatenketchup, Honig, Zucker, Kakaopulver, Eier und Teigwaren. Eier, Teigwaren und Zucker ließen sich auch in eine Kategorie „Grundnahrungsmittel“ zusammenfassen. Diese Kategorie ist unter dem Gesichtspunkt „Treibhausgasemissionen“ wiederum so heterogen, dass sie aufgrund ihrer Treibhausgasbilanzen nicht aggregiert werden kann.

Das Kakaopulver ist in dieser heterogenen Gruppe deutlicher Spitzenreiter mit 210 kg CO₂e/kg. Der hohe Gesamt-THG-Wert von Kakaopulver lässt sich im Rahmen dieser Studie nicht überprüfen. Hierfür müssten die Grundannahmen, die in der Studie getroffen werden (Dünger- und Pestizideinsatz, Ertrag/ha, etc.) betrachtet werden. Bereits der in der Studie ermittelte Wert für die Produktion von Rohkakao erscheint im Vergleich zu den Werten, die beispielsweise für Rohkaffee vorliegen, relativ hoch. Zu berücksichtigen ist hierbei auch, dass der land use change mitbilanziert wurde. Dieser trägt mit 19,6 kg CO₂e wesentlich zum Ergebnis bei. Darauf folgen in großem Abstand der Honig mit 1,93 kg CO₂e/kg, die Eier mit 1,54–2,88 kg CO₂e/kg (Spannbreite ist durch unterschiedliche Aufzuchtformen: öko, Bodenhaltung, konventionelle Freilandhaltung bedingt), das Ketchup mit 1,35 kg CO₂e/kg, die Chips mit 0,99 kg CO₂e/kg, die Teigwaren mit 0,84 kg CO₂e/kg und schließlich der Zucker mit 0,5 kg CO₂e/kg.

Tabelle 37 Ergebnisse der Auswertung der Vorzeigestudien ohne Zwischenergebnisse für die Gruppe „Sonstiges“

	Sonstiges		
	Honig	Eier	Teigwaren
Anzahl der Studien	1	1	1
Anzahl der Produkte	2	2	2
X_{med} CO ₂ e in kg/ funkt. Einheit	1,93	1,74	0,84
Bandbreite	0,56-3,3	1,54-1,93	0,77-0,92

Die weitere Begutachtung der Studien zeigt, dass die Produkte meist nur bis zur Distribution bzw. bis zum Handel bilanziert wurden. Allerdings fallen bei den Produkten Chips, Honig, Kakaopulver und Zucker im Handel keine relevanten Mengen an Treibhausgasen an, da die Produkte ungekühlt gelagert werden. Die Produktnutzung ist ebenfalls entweder zu vernachlässigen, wie im Falle der Chips, oder kaum zu bilanzieren, wie bei Zucker oder Kakao-pulver, die in der Regel als Zutat verwendet werden. Im Rahmen der Studie zu Eiern wurden alle wesentlichen Abschnitte der Wertschöpfungskette betrachtet, da bei Roh-Ei keine industrielle Weiterverarbeitung anfällt. Die Verpackung wurde im Rahmen der Distribution mitbilanziert, die Einkaufsfahrt wurde der Produktnutzung zugerechnet.

Insgesamt lässt sich kein Abschnitt der Wertschöpfungskette als „Hot-Spot“ identifizieren. Da die Produkte starke Unterschiede in der Verkaufsgröße, dem Verarbeitungsgrad und den einzelnen Produktionsschritten aufzeigen, ist ein Vergleich irrelevant und nicht möglich. Eine Kategorisierung ist aufgrund der Diversität der Produkte nicht möglich.

Tabelle 38 Ergebnisse der Auswertung der Vorzeigestudien inkl. Zwischenergebnisse für die Gruppe „Sonstiges“ (Die aus der Originalliteratur entnommenen und im Text zitierten Werte wurden in der Tabelle aus Gründen der besseren Darstellbarkeit zum Teil gerundet.)

		Sonstiges				
		Chips	Ketchup	Eier	Zucker	Kakao
Anzahl der Studien		1	1	1 ³²	1	1
Anzahl der Produkte		1	1	1	1	1
Anzahl der Studien inkl. Zwischenergebnissen		0	0	0	0	0
Gesamt	X _{med} CO ₂ e in kg/kg (funkt. Einheit)	0,99	1,35	2,88	0,5	210
	Bandbreite	–	–	–	–	–
Rohstoffgewinnung	X _{med} CO ₂ e/kg	0,4	0,2	1,8	0,2	200
	Bandbreite	–	–	–	–	–
	X _{med} %-Anteil	42,7%	11,5%	61,8%	48,8%	95,2%
	Bandbreite in %	–	–	–	–	–
Industrielle Weiterverarbeitung	X _{med} CO ₂ e/kg	0,3	0,4	–	0,1	2,1
	Bandbreite	–	–	–	–	–
	Ø %-Anteil	29,3%	32,7%	–	27,4%	1%
	Bandbreite in %	–	–	–	–	–
Verpackung	X _{med} CO ₂ e/kg	0,2	0,5	–	0,04	2,9
	Bandbreite	–	–	–	–	–
	X _{med} %-Anteil	16,0%	38,7%	–	8%	1,4%
	Bandbreite in %	–	–	–	–	–
Distribution	X _{med} CO ₂ e/kg	0,1	0,1	0,2	0,04	2
	Bandbreite	–	–	–	–	–
	X _{med} %-Anteil	9,3%	7,1%	5,9%	7,2%	0,95%
	Bandbreite in %	–	–	–	–	–
Handel	X _{med} CO ₂ e/kg	–	–	0,3	–	–
	Bandbreite	–	–	–	–	–
	X _{med} %-Anteil	–	–	9,4%	–	–
	Bandbreite in %	–	–	–	–	–
Einkauf durch den Verbraucher	X _{med} CO ₂ e/kg	–	0,1	–	–	–
	Bandbreite	–	–	–	–	–
	X _{med} %-Anteil	–	10,0%	–	–	–
	Bandbreite in %	–	–	–	–	–
Produktnutzung	X _{med} CO ₂ e/kg	–	–	0,6	–	–
	Bandbreite	–	–	–	–	–
	X _{med} %-Anteil	–	–	21,1%	–	–
	Bandbreite in %	–	–	–	–	–
Entsorgung	X _{med} CO ₂ e/kg	–	–	0,05	0,04	–
	Bandbreite	–	–	–	–	–
	X _{med} %-Anteil	2,7%	–	1,7%	8,8%	–
	Bandbreite in %	–	–	–	–	–

³² Der Untersuchungsgegenstand waren unverarbeitete Eier, womit der Abschnitt „Weiterverarbeitung“ nicht betrachtet werden kann. Bei dieser Studie ist die Verpackung in der Distribution enthalten, die Einkaufsfahrt wurde unter Produktnutzung erfasst.

4.4.9 Ergebnis der Prüfung der Machbarkeit der Kategorisierung von Lebensmitteln anhand ihres CO₂e-Fußabdruckes

Insgesamt hat sich gezeigt, dass die bilanzierten Werte in den verschiedenen Studien, die für ein und dieselbe Produktgruppe erstellt wurden, zum Teil sehr hohe Schwankungsbreiten aufweisen. Zum Teil konnte in den einzelnen Kapiteln der entsprechenden Produktgruppen erläutert werden, woher diese hohen Schwankungsbreiten resultieren. Aufgrund der enormen Unterschiede der Treibhausgasemissionswerte innerhalb einer Produktgruppe können keine aussagekräftigen Mittelwerte auf Basis des arithmetischen Mittels gebildet werden. Aus diesem Grund wurde, wie in Kapitel 4.4.1 erläutert, der Median zur Mittelwertdarstellung berechnet. Im Sachstandsbericht hat das Öko-Institut e.V. aufgrund der hohen Schwankungsbreite der Treibhausgasemissionswerte innerhalb einer Produktgruppe vorgeschlagen, eine Korridorlösung für die Kategorisierung zu verwenden.

Entgegen diesem ersten Vorschlag präferieren wir, aufgrund der weiteren Prüfung der zugrunde liegenden Studien, die Angabe eines Schwellenwertes auf Basis des Medians für die Zuordnung zu einer Kategorie. Die Festlegung eines geeigneten Korridors ist nach erneuter Prüfung nicht einfach, da manche Produktgruppen (wie beispielsweise Joghurt) verschiedene Verursachungsschwerpunkte aufweisen, so dass sich die Korridore der Verursachungsschwerpunkte überlappen würden.

Da nicht alle Studien sämtliche Abschnitte der Wertschöpfungskette berücksichtigen, wird die Ausweisung des Schwellenwertes an bestimmte Bedingungen geknüpft. Das heißt, die entsprechende Schwellenwertlösung gilt für eine Produktgruppe, wenn bestimmte Abschnitte der Wertschöpfungskette in einer definierten Ausprägung berücksichtigt wurden. Zum Teil wurden auch kleinere, im Rahmen des Umfangs der Studie machbare Nachbilanzierungen, z.B. hinsichtlich Produktnutzung durchgeführt, um die an bestimmte Bedingungen geknüpften Schwellenwertlösungen zu verwirklichen. Zum Teil wurden Studien, die nur Teile der Wertschöpfungskette berücksichtigt hatten, für eine Kategorisierung nicht verwendet.

Ebenfalls hat sich gezeigt, dass einzelne Produkte, wie beispielsweise Fruchtyoghurt, annähernd gleich hohe Anteile in zwei oder mehreren Abschnitten der Wertschöpfungskette aufweisen. Hier erscheint es sinnvoll, zwei weitere Kategorien einzuführen: „Produkte mit CO₂e-Fußabdrücken ohne schwerpunktmäßige Verursachung“ und „Produkte mit CO₂e-Fußabdrücken mit verschiedenen Verursachungsschwerpunkten (Landwirtschaft und Weiterverarbeitung)“. Es ist – aufgrund der großen Bandbreite der bilanzierten Werte – nicht sinnvoll und haltbar, solche Produkte derjenigen Kategorie zuzuordnen, in der der höchste THG-Wert ermittelt wurde.

Anhand der relativ geringen Anzahl von der für das Ziel der Studie zur Verfügung stehenden Bilanzierungen (s. Kapitel 4.4.1 bis 1.1.1) pro Produktgruppe bzw. Produkt stellt sich die Frage, ob diese Menge für eine Kategorisierung ausreichend ist. Aufgrund der Tatsache, dass nur Studien für die Kategorisierung herangezogen wurden, die hohe Qualitätsansprüche, v.a. im Hinblick auf die zugrundeliegende Methodik, erfüllen, kann man davon ausgehen, dass die Ergebnisse der Studien eine gewisse Repräsentativität besitzen. Das bedeutet, dass die Ergebnisse der Studien orientierende Werte (jedoch keine Mittelwerte oder gar absolute Werte) für die THG-Emissionen eines bestimmten Produktes liefern.

Zur Prüfung dieser Aussage haben wir die Ergebnisse der recherchierten PCF-Studien mit Ergebnissen einer vom Öko-Institut e.V. durchgeführten Stoffstromanalyse des Bedürfnisfeldes „Ernährung“ gegenübergestellt (Wiegmann et al. 2005).³³ In dieser Stoffstromanalyse wurden auf Basis von statistischen Werten, Literaturwerten und den Ergebnissen von Fachgesprächen orientierende Werte für u.a. Treibhausgasemissionen derjenigen Lebensmittel bilanziert, die ein deutscher Durchschnittshaushalt im Jahr 2000 konsumiert hat. Explizit war Inhalt der Studie, orientierende Werte für die Treibhausgasemissionen bestimmter Grundnahrungsmittel zu ermitteln und nicht den Product Carbon Footprint eines konkreten Lebensmittels, wie beispielsweise „die 500-g-Packung Nudeln von Firma xy“. Der Vergleich der Ergebnisse der PCF-Studien mit den Ergebnissen der Stoffstromanalyse (GEMIS-Daten³⁴) ist in **Tabelle 39** dargestellt.

³³ Die Studie Wiegmann et al. (2005) wurde im Rahmen der Literaturrecherche mit aufgenommen. Das heißt, bei den Übersichtstabellen der einzelnen Produktgruppen sind die GEMIS-Daten enthalten. Für diesen Vergleich GEMIS – PCF-Studien haben wir die GEMIS-Daten jedoch wieder herausgezogen.

³⁴ Die Ergebnisse dieser Stoffstromanalysen wurden in die frei verfügbare Datenbank GEMIS (<http://www.oeko.de/service/gemis/de/index.htm>) eingespeist, diese Datenbank wurde vom Öko-Institut e.V. entwickelt bzw. weiterentwickelt. Wir bezeichnen diese Daten deshalb im Folgenden als GEMIS-Daten.

Tabelle 39 Vergleich der GEMIS-Werte mit den aus den recherchierten PCF-Studien entnommenen Werten.

Produktbezeichnung	GEMIS-Werte [kg CO ₂ e/kg]	Werte aus PCF-Studien [kg CO ₂ e/kg] (ohne GEMIS-Daten)
Rind, konventionell	13,31	7,35 bis <u>41</u>
Rind, bio	11,37	–
Schwein, konventionell	3,25	3,6 bis 5
Schwein, bio	3,04	–
Gemüse, frisch, konventionell	0,15	0,10 bis <u>0,69</u>
Gemüse, frisch, bio	0,13	0,08 bis 0,2
Gemüse, Konserven, konventionell	0,51	0,65
Gemüse, Konserven, bio	0,48	–
Gemüse, TK, konventionell	0,42	0,5
Gemüse, TK, bio	0,38	–
Kartoffeln, frisch, konventionell	0,20	0,16 bis 0,64
Kartoffeln, frisch, bio	0,14	0,12 bis 0,15
Tomaten, frisch, konventionell	0,34	0,23 bis <u>2,24</u>
Tomaten, frisch, bio	0,23	0,17
Brötchen, Weißbrot, konventionell	0,66	0,78 bis 1,01
Brötchen, Weißbrot, bio	0,55	0,45 bis 0,66
Brotmischung, konventionell	0,77	0,4 bis 1,3
Brotmischung, bio	0,65	0,41 bis 0,47
Feinbackwaren, konventionell	0,94	0,69 bis <u>6,5</u>
Feinbackwaren, bio	0,84	–
Butter, konventionell	23,79	27,59
Butter, bio	22,09	23,52
Joghurt (natur und Frucht-), konventionell	1,23	0,82 bis 1,58
Joghurt (natur und Frucht-), bio	1,16	0,72 bis 1,41
Käse, konventionell	8,51	7,9 bis 8,95
Käse, bio	7,95	6,8
Milch, konventionell	0,94	0,51 bis 1,31
Milch, bio	0,88	0,5 bis 1,12
Eier, konventionell	1,93	–
Eier, bio	1,54	1,18

Der Vergleich der GEMIS-Daten mit den Werten aus den recherchierten PCF-Studien zeigt, dass die aus den PCF-Studien entnommenen Werte in etwa in der Größenordnung der GEMIS-Daten liegen. Das heißt, die Werte, die den als Vorzeigestudien definierten Studien entnommen wurden, haben bis auf wenige Ausnahmen durchaus einen orientierenden Charakter. Vier Werte weichen deutlich von den GEMIS-Daten ab (siehe die in **Tabelle 39** unterstrichenen Werte). Die Ursachen für die Ausreißerwerte der entsprechenden Produktgruppen (Fleisch, Obst/Gemüse und Backwaren) wurden in den jeweiligen Kapiteln (siehe Kapitel 4.4.2, 4.4.3 und 4.4.6) dargestellt.

Zur Überprüfung, ob das Ergebnis dieses Vergleichs ein Artefakt darstellt, wurde vom Öko-Institut ermittelt, wie hoch der Anteil von PCF-Studien ist, die zum Teil auf GEMIS-Daten zurückgegriffen haben. Rund 11% der recherchierten Vorzeigestudien haben GEMIS-Daten verwendet. Fast 90% der Studien haben offensichtlich nicht auf GEMIS-Daten zurückgegriffen, das bedeutet, dass ein Vergleich der Ergebnisse der PCF-Daten mit GEMIS-Daten durchaus legitim ist.

Ein großer Teil der recherchierten Studien bezieht sich nicht auf Deutschland. Einige Studien sind beispielsweise für österreichische Produkte erstellt worden, die nur in Ausnahmefällen in Deutschland vertrieben werden. Das heißt, es stellt sich die Frage, ob beispielsweise die Ergebnisse der Bilanzierungen von österreichischen Milchprodukten auf Deutschland übertragen werden können.

Prinzipiell können Ergebnisse verschiedener Treibhausgasbilanzierungen nicht direkt miteinander verglichen werden. Die Bilanzierung von Treibhausgasen beruht auf der Methode der Ökobilanz. Ökobilanzen, die von verschiedenen Bearbeitern durchgeführt wurden und von verschiedenen Auftraggebern in Auftrag gegeben wurden, unterscheiden sich in der Regel in den festgelegten, in den getroffenen Annahmen, in der Datenqualität und der Detailtiefe der Bilanzierung. Die Umweltauswirkungen verschiedener Produkte oder Dienstleistungen können daher nur im Rahmen einer Ökobilanz verglichen werden. Bezieht sich beispielsweise die Bilanzierung von österreichischem Hartkäse auf Käse, der im Rahmen einer Almwirtschaft produziert worden ist, so lassen sich die Ergebnisse nicht auf deutschen Käse übertragen. Diejenigen deutschen Hartkäse, die den deutschen Markt dominieren, werden aus Milch hergestellt, die aus einer Viehwirtschaft stammt, die auf ganz anderen Haltungs- und Fütterungsmethoden beruht. Am Beispiel Tierhaltung bleibend, ist weiterhin klarzustellen, dass Treibhausgasemissionen aus der Tierhaltung durch eine Vielzahl von Faktoren beeinflusst werden. Die Höhe der Methanproduktion hängt z.B. auch von der Tierrasse ab, auch die Futterzusammensetzung und der Umgang mit dem anfallenden Mist und der Gülle spielen beispielsweise eine entscheidende Rolle. Streng genommen müssen also eine Vielzahl von Einzelfaktoren geprüft werden, bevor das Ergebnis einer Bilanzierung auf ein anderes Land übertragen wird. Dies war in dieser Detailtiefe im Rahmen der vorliegenden Studie nicht möglich.

Eine Überprüfung der Frage der Übertragbarkeit der Ergebnisse erfolgte daher auf einer übergeordneten Ebene. Als erster Hinweis diente ein Vergleich dieser Ergebnisse mit den GEMIS-Daten, die für Deutschland erhoben wurden. Dieser Vergleich lässt den Schluss zu, dass mit Ausnahme der Ausreißer-Werte (in **Tabelle 39** unterstrichen), die Ergebnisse der ausländischen Studien unter Umständen auf Deutschland übertragen werden können.

Eine weitere Überprüfung ergab, dass ein relativ großer Teil der Studien gezwungenermaßen andere geographische Regionen abdeckt, da das betreffende Produkt nicht in Deutschland angebaut bzw. gezüchtet werden kann, sondern allenfalls in Deutschland weiterverarbeitet wird, bevor es hier in den Handel kommt. Dies betrifft die Studien zu Fisch, Kaffee und Kakao. Bei den meisten Fischstudien und bei der Studie zu Kaffee wurden die Weiterverarbeitung und weitere anschließende Abschnitte der Wertschöpfungskette für Deutschland bilanziert. Bei den Gemüse- und Obststudien gab es einige Studien, die die Produktion beispielsweise in Spanien bilanzierten und die Distribution in Deutschland betrachteten. Diese sind durchaus für den deutschen Markt repräsentativ und können für eine Kategorisierung herangezogen werden. Einige Studien zu Obst und Gemüse bezogen sich auf Österreich, ebenso wie einige Studien zu Milchprodukten. Ein Vergleich der Gesamtwerte sowie der Werte für die einzelnen Abschnitte der Wertschöpfungskette zu Studien, die sich auf Deutschland beziehen (Ernährungswende, ifeu-Studie), lässt jedoch den Schluss zu, dass sie zumindest für die beabsichtigte Kategorisierung herangezogen werden können. Technologisch betrachtet verfügen Österreich und Deutschland über einen vergleichbaren Stand (z.B. LKW-Flotten, Technologie der verarbeitenden Betriebe etc.). Unterschiede gibt es vermutlich in der Milchwirtschaft (s. Almwirtschaft). Allerdings wurden in den österreichischen Studien Produkte betrachtet, die für die österreichische Hofer-Kette produziert wurden. Das heißt, dass keine Produkte untersucht wurden, die in kleinen Mengen produziert und z.B. auf Märkten oder über Hofläden vertrieben werden.

Ein Teil der betrachteten Studien zu Fleisch bezog sich ebenfalls nicht auf Deutschland, hier wurden auch Studien analysiert, die die Produktion in Schweden, Belgien, Dänemark, Argentinien, Brasilien und Neuseeland darstellten. Die Aufzuchtformen Neuseelands, Argentinien und Brasiliens lassen sich nicht 1:1 auf deutsche Verhältnisse übertragen. Dies zeigt sich auch darin, dass sich die ermittelten Gesamttreibhausgasemissionswerte zum Teil deutlich unterscheiden. Trotzdem können diese Studien für die beabsichtigte Kategorisierung herangezogen werden, da alle Studien zeigen, dass die Rohstoffgewinnung prozentual betrachtet der Hauptverursacher der erzeugten Treibhausgasemissionen entlang der gesamten Wertschöpfungskette von Fleisch ist.

Eine Machbarkeit der Kategorisierung von Lebensmitteln anhand ihrer CO₂e-Fußabdrücke ist aufgrund der erläuterten Sachverhalte insgesamt möglich. Gewisse Einschränkungen (wie beispielsweise eine Kategorisierung von bestimmten Lebensmitteln inklusive verschiedener Produktnutzungsszenarien) bei bestimmten Produkten oder Produktgruppen sind in den entsprechenden Kapiteln (s. Kapitel 4.4.1 bis 4.4.8) zu den Produktgruppen erläutert. Nicht möglich ist eine Kategorisierung der gesamten Produktgruppen „Getränke“ (s. Kapitel 4.4.5) und „Convenience-Produkte“ (s. Kapitel 4.4.7) bzw. für einzelne Produkte der Produktgruppe „Sonstiges“ (s. Kapitel 4.4.8).

5 Kategorisierung der betrachteten Lebensmittelproduktgruppen anhand ihres CO₂e-Fußabdruckes

5.1 Kategorisierung

Die Ziele der Kategorisierung der betrachteten Lebensmittelproduktgruppen anhand ihres CO₂e-Fußabdruckes sind in Absprache mit dem Auftraggeber folgendermaßen beschrieben.³⁵

- Einordnung nach CO₂e-Fußabdrücken mit verbraucher-ursachter Ausprägung
- Einordnung nach CO₂e-Fußabdrücken mit produktions-ursachter Ausprägung
- Einordnung nach CO₂e-Fußabdrücken mit distributions-ursachter Ausprägung

Im Rahmen der Prüfung der Machbarkeit hat sich gezeigt, dass es sinnvoll ist, die dargelegten Ziele folgendermaßen anzupassen und zu ergänzen:

Das Ziel „Einordnung nach CO₂e-Fußabdrücken mit produktions-ursachter Ausprägung“ sollte differenziert werden in:

- „Einordnung nach CO₂e-Fußabdrücken mit produktions-ursachter Ausprägung in der Rohstoffgewinnung“ und
- „Einordnung nach CO₂e-Fußabdrücken mit produktions-ursachter Ausprägung in der industriellen Weiterverarbeitung“.

Außerdem ist es sinnvoll, folgende Kategorien zur ergänzen:

- „Produkte mit CO₂e-Fußabdrücken mit verschiedenen Verursachungsschwerpunkten (Rohstoffgewinnung und Weiterverarbeitung)“
- „Produkte mit CO₂e-Fußabdrücken mit verschiedenen Verursachungsschwerpunkten (Rohstoffgewinnung und Verbraucher)“
- „Produkte mit CO₂e-Fußabdrücken ohne schwerpunktmäßige Verursachung“

Die Zuordnung zu einer entsprechenden Kategorie erfolgte, wenn der berechnete Median des prozentualen Anteils des entsprechenden Wertschöpfungsabschnittes am Gesamttreibhausgasemissionswert > 50% betrug. An dieser Stelle muss betont werden, dass aufgrund der teilweise großen Spannweite, die die Ergebnisse der ausgewerteten PCF-Studien, aufweisen, der Mittelwert (auch wenn der Median verwendet wird) im Rahmen dieser Studie nur als qualitativer Anhaltspunkt für die Kategorisierung definiert werden kann.

Die Zuordnung zu einer Kategorie mit zwei Verursachungsschwerpunkten erfolgte, wenn die Summe der beiden berechneten Mediane der prozentualen Anteile der entsprechenden

³⁵ Die zu Beginn der Studie ausgewiesene Kategorie „Produkte mit Einordnung nach CO₂e-Fußabdrücken mit produktgruppentypischer Ausprägung“ wird nicht aufgestellt, da sich keines der im Rahmen der Studie betrachteten Lebensmittel hier einordnen lässt.

Wertschöpfungsabschnitte am Gesamttreibhausgasemissionswert > 70% betrug und die Einzelwerte der summierten Mediane der prozentualen Anteile > 20% betragen. Folgendes Beispiel soll der Erläuterung dienen: Die Treibhausgasemissionen des Konsums einer Tasse Kaffee werden hauptsächlich durch die Rohstoffgewinnung verursacht (ca. 56%). Dennoch hat die Nutzungsphase, also die Zubereitung des Kaffees, auch einen großen Anteil am Gesamttreibhausgasemissionswert (ca. 30%). Die Summe dieser Anteile liegt über 70% am Gesamttreibhausgasemissionswert und beide Phasen machen einzeln betrachtet über 20% aus.

Entsprechend diesen Zielen und Zuordnungsfestlegungen kann auf Basis der Auswertung der für die Kategorisierung ausgewählten und geprüften Studien (s. Kapitel 4.4.1 bis 4.4.8) folgende Kategorisierung der betrachteten Lebensmittelgruppen vorgenommen werden (s. **Tabelle 40**).

Dabei mussten jedoch folgende Einschränkungen getroffen werden: Die Zuordnung von Obst und Gemüse erfolgt ausschließlich für Produkte dieser Gruppe, die im Freiland angebaut werden. Unter dieser Voraussetzung fallen dann auch automatisch die beobachteten Ausreißerwerte bei der Berechnung des Medianes weg. Außerdem musste „Obst und Gemüse“ in 2 Gruppen eingeteilt werden: „Obst und Gemüse, das roh verzehrt wird“ und „Obst und Gemüse, das gekocht verzehrt wird“.

Am Beispiel der Produktgruppe „Fisch“ lässt sich gut belegen, dass die Gültigkeit der Kategorisierung grundsätzlich dann eingeschränkt ist, wenn Produkte per Luftfracht nach Deutschland importiert werden. Die wichtigsten Fischarten, die per Luftfracht nach Deutschland gelangen, sind Viktoriabarsch, Hummer, Thunfisch, Rotbarsch, Seehecht, Lachs und Meeresfrüchte. Als Herkunftsländer dieser per Flug transportierten Fischarten sind Kenia, Senegal, Südafrika, USA, Kanada, Brasilien, Chile, Australien, Sri Lanka und Singapur zu nennen (Havers 2008).

Weitere Produkte, die per Flugzeug nach Deutschland gelangen können, sind z.B. Spargel, frische Hülsenfrüchte, Weintrauben und Erdbeeren aus Südamerika oder Südafrika sowie tropisches Obst aus Afrika, Südamerika und Indien (Ananas, Steinfrüchte, Mango, Papaya, Kiwi, Minibananen und Trauben), Rindfleisch, Pferdefleisch, Lammfleisch, Bisonfleisch und Straußenfleisch aus Argentinien, Brasilien, Australien, Neuseeland, Kanada und Südafrika sowie Hühnerfleischimporte aus Thailand (Havers 2008).

Entsprechend ist hier die Konvention zu treffen, dass Lebensmittel, die mit dem Flugzeug transportiert werden, der Kategorie „Produkte mit CO₂e-Fußabdrücken mit Verursachungsschwerpunkt in der Distribution“ zuzuordnen sind.

Tabelle 40 Kategorisierung der betrachteten Lebensmittelgruppen anhand ihres CO₂e-Fußabdruckes

Kategorie	Zur Kategorie zugehörige Produktgruppen		
Produkte mit CO ₂ e-Fußabdrücken ohne Verursachungsschwerpunkt	Obst und Gemüse, das roh verzehrt wird		
Produkte mit CO ₂ e-Fußabdrücken mit Verursachungsschwerpunkt in der Rohstoffgewinnung	Käse, Milch Butter, Naturjoghurt	Fleisch	Fisch ³⁶
Produkte mit CO ₂ e-Fußabdrücken mit Verursachungsschwerpunkt in der Weiterverarbeitung	u.U. manche Convenience-Produkte und Kaltgetränke; aber bislang keine verwertbaren Veröffentlichungen		
Produkte mit CO ₂ e-Fußabdrücken mit Verursachungsschwerpunkt in der Distribution	Fisch (frisch, Flugtransport) bzw. allgemein Lebensmittel, die per Flugzeug aus Übersee geflogen werden		
Produkte mit CO ₂ e-Fußabdrücken mit verbraucherbezogenem Verursachungsschwerpunkt	Gemüse, das gekocht verzehrt wird		
Produkte mit CO ₂ e-Fußabdrücken mit Verursachungsschwerpunkt in der Rohstoffgewinnung und mit verbraucherbezogenem Verursachungsschwerpunkt	Kaffee	Eier	
Produkte mit CO ₂ e-Fußabdrücken mit Verursachungsschwerpunkt in der Rohstoffgewinnung und in der Weiterverarbeitung	Backwaren	Fruchtjoghurt	

Es lassen sich noch weitere Analogieschlüsse ziehen. So kann anhand der ausgewerteten Studien festgestellt werden, dass zumindest diejenigen Milchprodukte, die einen hohen Fettanteil wie Sahne, Sahnequark, Frischkäse oder frischkäseähnliche Produkte, wie beispielsweise Mascarpone grundsätzlich der Kategorie „Produkte mit CO₂e-Fußabdrücken mit Verursachungsschwerpunkt in der Rohstoffgewinnung“ zuzuordnen sind.

Einen Verursachungsschwerpunkt in der Rohstoffgewinnung könnte auch bei Tee vorliegen. Tee muss zwar verlesen, gerollt, fermentiert, getrocknet und gesiebt werden, dennoch dürfte aufgrund des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln und Düngemitteln der Einfluss der Landwirtschaft analog zu Kaffee dominieren. Interessant wäre eine Betrachtung der Treibhausgasemissionen, die durch die Verpackung in Beutelform (Portionsgrößen) verursacht wird.

Stark weiterverarbeitete Lebensmittel, die keine oder nur geringe Anteile an Milch- oder Fleischprodukten enthalten, dürften ihren Verursachungsschwerpunkt in der industriellen Weiterverarbeitung besitzen. Hierzu zählen beispielsweise Kartoffelsnacks (z.B. Chips), Kekse mit geringem Milchproduktanteil, Fruchtgummi, Kartoffelpüree in Pulverform, Gemüsetütensuppen etc.

³⁶ Einschränkung: kein frischer Fisch, der mit dem Flugzeug transportiert wurde.

Bei Fertigprodukten, wie beispielsweise Tütensuppen oder Kartoffelpüree zum Anrühren stellt sich die Frage, ob diese höhere oder niedrigere Treibhausgasemissionen erzeugen als die Selbstzubereitung im Haushalt.

5.2 Aussagen zu den aufgestellten Kategorien

5.2.1 Produkte mit CO₂e-Fußabdrücken ohne Verursachungsschwerpunkt

In diese Kategorie fallen nur Obst und Gemüse, wenn sie roh verzehrt werden. Obst und Gemüse zeichnen sich im Vergleich zu Milch- und Fleischprodukten dadurch aus, dass der Energieinput pro kg Produkt geringer ist (ebenso wie der Flächeninput pro Kalorie). Für die Milch- und Fleischproduktion müssen beispielsweise Futtermittel angebaut werden, die nicht 1:1 in Nahrungsmittel umgesetzt werden. Prinzipiell sind Obst und Gemüse mit vergleichsweise niedrigen Treibhausgasemissionen verbunden, so dass sich bei der Frage nach Optimierungsmöglichkeiten gleichzeitig die Frage nach dem Optimierungspotential und die Frage nach der Rentabilität von Investitionen für Reduktionsmaßnahmen stellen.

Die getroffene Kategorisierung für Obst und Gemüse kann nicht auf Sonderformen des Anbaus, bei denen Obst- und Gemüse-Produkte außerhalb der Saison (z.B. im Folientunnel, unter Glas oder sogar im beheizten Gewächshaus) produziert werden, angewandt werden. Diese Anbauformen erhöhen i.d.R. die Treibhausgasemissionen in der Rohstoffgewinnung.

5.2.2 Produkte mit CO₂e-Fußabdrücken mit Verursachungsschwerpunkt in der Rohstoffgewinnung

Die meisten der betrachteten Lebensmittelgruppen können dieser Kategorie zugeordnet werden. Das sind Fleisch unabhängig von der Fleischsorte, Käse, Butter, Naturjoghurt und Milch, d.h. relativ wenig weiter verarbeitete Milchprodukte. Die Ursachen für die hohen Treibhausgasemissionen liegen zum einen im Energieinput, der zur Produktion dieser Produkte, eingesetzt wird. Heutzutage werden in der Tierhaltung proteinreiche Futtermittel eingesetzt, deren Produktion, den Einsatz beispielsweise von Düngemittel, Pflanzen- und Bodenhilfsstoffen (wie beispielsweise Schädlingsbekämpfungsmittel, Halmverstärker, Wuchshemmer, etc.) und Treibstoff erfordert. Für die Herstellung dieser Betriebsstoffe ist der Einsatz von Energie erforderlich. Ein Teil dieser Energie geht verloren, da die damit hergestellten pflanzlichen Kalorien nicht 1:1 in tierische Kalorien für die menschliche Ernährung umgesetzt werden.³⁷ Zum anderen werden die hohen Treibhausgasemissionen durch die Methanproduktion³⁸ in der Haltung von Wiederkäuern und durch die aus dem

³⁷ Ein Kilogramm Futter wird nicht 1:1 in 1 Kilogramm Fleisch oder Milch umgewandelt, sondern auch in Körperwärme und Bewegung.

³⁸ Direkte Emissionen an Treibhausgasen entstehen in der Rinderhaltung durch die Verdauung der Rinder, die so genannte enterische Fermentation, sowie durch das Wirtschaftsdüngermanagement im Stall und bei der Lagerung von Gülle und Mist. Der größte Teil der Methanemissionen fällt bei der Verdauung an (ca. 90%) (Hirschfeld et al. 2008).

Wirtschaftsdüngermanagement im Stall und bei der Lagerung von Gülle und Mist anfallenden N₂O-Emissionen verursacht.

5.2.3 Produkte mit CO₂e-Fußabdrücken mit Verursachungsschwerpunkt in der Weiterverarbeitung

Im Rahmen der Auswertung der recherchierten PCF-Studien konnten keine Lebensmittelgruppen gefunden werden, die sich in die Kategorie „Verursachungsschwerpunkt in der Weiterverarbeitung“ einordnen lassen. Dies kann dadurch bedingt sein, dass eine Reihe dieser Produkte bislang nicht Gegenstand von verwertbaren Treibhausgasbilanzierungen war. Von Lebensmittel, die einen hohen Verarbeitungsgrad aufweisen, ist anzunehmen, dass sie in diese Kategorie fallen, wie z.B. bestimmte Kartoffelsnacks, Gummibärchen, Kekse, Trockenkartoffelprodukte oder vegetarische Convenience-Produkte. Zum Teil werden hier aber bestimmte Emissionen, die u.U. erst beim Verbraucher entstehen, weiter nach vorne in die Wertschöpfungskette verlagert, wie z.B. beim Backen von Keksen. Aus Sicht des Klimaschutzes wäre eine Vorverlagerung vorzuziehen, wenn eine CO₂-optimierte Lebensmittelherstellung gewährleistet ist. Grundsätzlich sind die Folgen einer zunehmenden Vorverlagerung in der Lebensmittelverarbeitung und –herstellung kritisch zu beleuchten. (z.B. Wissensverlust hinsichtlich Herkunft, Aussehen, Zubereitung und Lagerung von Lebensmitteln, unter Umständen eine weitere Zunahme des Transportaufkommens).

Es stellt sich hier auch die Frage, ob es klimafreundlichere Alternativen zu diesen Produkten gibt, die vom Verbraucher auch angenommen werden.

5.2.4 Produkte mit CO₂e-Fußabdrücken mit Verursachungsschwerpunkt in der Distribution

In die Kategorie „Verursachungsschwerpunkt in der Distribution“ fallen alle Lebensmittel, die mit dem Flugzeug transportiert werden. In **Tabelle 41** sind die wichtigsten Produkte, die per Luftfracht nach Deutschland importiert werden, aufgelistet (Havers 2008).

Tabelle 41 Nahrungsmittel, die typische Luftfrachtprodukte darstellen (Tabelle erstellt aus Angaben in Havers 2008 und BMELV 2007)

Produktkategorie	Produkte	Exportland, -region
Obst und Gemüse	Spargel, frische Hülsenfrüchte, Weintrauben, Erdbeeren	Südamerika, Südafrika
Obst und Gemüse	tropisches Obst (z.B. Ananas, Mango, Papaya, Minibananen)	Afrika, Südamerika, Indien
Fleisch	Rindfleisch	Argentinien, Brasilien
	Lammfleisch	Neuseeland
	Pferdefleisch	z.B. Mexico
	Bisonfleisch	Kanada
	Straußenfleisch	Afrika
	Hühnerfleisch	Thailand, Brasilien
Fisch	Viktoriabarsch	Tansania, Kenia
	Lachs	USA, Kanada, Chile
	Hummer, Thunfisch, Rotbarsch, Seehecht, Meeresfrüchte	Argentinien, Brasilien, Australien, Neuseeland, Kanada und Südafrika

Dabei handelt es sich zum einen um sehr spezielle Lebensmittel, wie tropische Früchte, Hummer, Bison- oder Straußenfleisch, die man auch als „Luxusgüter“ bezeichnen könnte. Zum anderen aber auch teilweise um Produkte, wie Lachs, die vom Verbraucher nicht einfach als „Flugware“ erkannt werden können. Ganz typische Flugfracht-Produkte sind auch Blumen, die zum Teil von Südamerika zum Handel in die Niederlande und von dort in die USA zum Endkonsumenten geflogen werden. Der Verzicht auf Flugware würde einen Beitrag zum Klimaschutz leisten. Dieser Beitrag kann auch mit Sicherheit relativ gut abgeschätzt werden. Eine Kennzeichnung von Flugware könnte ein geeignetes Instrument zur Reduktion von Treibhausgasemissionen darstellen.

Die Distribution per Schiff oder LKW fällt in Bezug auf den prozentualen Anteil an den Gesamtreibhausgasemissionen nur in einzelnen Fällen ins Gewicht. Die Distribution per LKW oder Schiff macht dann einen nennenswerten Anteil an den Gesamtreibhausgasemissionen aus, wenn a) die Produktionsphase des Produkts mit vergleichsweise geringen Treibhausgasemissionen belastet ist (z.B. Obst und Gemüse) und b) der Transportweg sehr lang ist.

An dieser Stelle sollen zwei Beispiele genannt werden. Zum einen Früherdbeeren, die in Spanien angebaut und per LKW gekühlt nach Deutschland transportiert werden. Hier verursacht die Distribution rund 32% der gesamten Treibhausgasemissionen.³⁹ Beim Obst- und Gemüseanbau sind die Inputs vergleichsweise niedrig, außerdem werden Erdbeeren in der Regel roh verzehrt und nicht lange gelagert. Das heißt der Verbraucheranteil an den Gesamtemissionen wird durch die Einkaufsfahrt bestimmt.

³⁹ s. http://www.pcf-projekt.de/files/1233585432/poster_rewe_erdbeeren.pdf

Als zweites Beispiel kann „gefrorener Nilbarsch“ aus Tansania genannt werden, der in handwerklicher Fischerei gefangen wurde (Teufel et al. 2010). Hier sind die Treibhausgasemissionen, die durch die Produktion entstehen, ebenfalls vergleichsweise niedrig. Der Nilbarsch wird von Fischern gefangen, die vieles in Handarbeit machen, in Tansania zunächst weiterverarbeitet und als gefrorenes Filet per Schiff nach Europa exportiert. Der Anteil der Distribution beträgt in diesem Fall rund 21 %.

Wie bereits erwähnt haben klassische Distributionswege (LKW, Schiff) keinen Einfluss auf die Höhe produktbezogener Treibhausgasbilanzierungen. Der PCF ist daher nicht das geeignete Mittel um den distributionsverursachten Anteil an den globalen Treibhausgasemissionen darzulegen. Hier ist es erforderlich im Sinne einer Stoffstromanalyse auch die Carbon-Footprint-Anteile der verschiedenen Lebensmittel unter Berücksichtigung der Im- und Exportströme zu erfassen (s. Kapitel 6).

5.2.5 Produkte mit CO₂e-Fußabdrücken mit verbraucherbezogenem Verursachungs-schwerpunkt

In die Kategorie „verbraucherbezogener Verursachungsschwerpunkt“ lässt sich beispielsweise Gemüse einordnen, das gekocht verzehrt wird. Dies ergibt sich aus den vergleichsweise geringen Treibhausgasemissionen, mit denen der Gemüseanbau verbunden ist, bzw. dem Aufwand zum Kochen des Gemüses.

Maßnahmen, die die durch den Verbraucher verursachten Treibhausgasemissionen reduzieren, sind jedoch auch bei anderen Lebensmittelgruppen wirksam, die nicht dieser Kategorie zugeordnet werden können. Insgesamt handelt es sich hierbei um Maßnahmen, die den Energieverbrauch für die Lagerung und Zubereitung von Lebensmitteln, bzw. für den Abwasch, senken. Auch die Gestaltung des Einkaufs kann einen nicht unwesentlichen Einfluss auf die Gesamtreibhausgasemissionen eines Produktes haben.

Forschungsbedarf besteht hier in der Frage unter welchen Rahmenbedingungen sich ein vorzeitiger Ersatz aus Klimaschutzgründen lohnt, und welche Maßnahmen sich zur Förderung eines vorzeitigen Ersatzes von entsprechenden Haushaltsgeräten eignen.

Viele Studien betrachten den Verbraucher derzeit überhaupt nicht. Vielfach lässt sich das Verbraucherverhalten nur über Szenarien abbilden. Zur Absicherung und Erarbeitung von effektiven Maßnahmen, die zu einer Reduktion der verbraucher verursachten Treibhausgasemissionen führen, bedarf es der Erarbeitung einer Datengrundlage, die repräsentative Aussagen zum Verbraucherverhalten ermöglicht.

5.2.6 Produkte mit CO₂e-Fußabdrücken mit Verursachungsschwerpunkt in der Rohstoffgewinnung und mit verbraucherbezogenem Verursachungsschwerpunkt

In die Kategorie „Produkte mit CO₂e-Fußabdrücken mit Verursachungsschwerpunkt in der Rohstoffgewinnung und mit verbraucherbezogenem Verursachungsschwerpunkt“ konnten die Lebensmittel Eier und Kaffee eingeordnet werden. Diese Einordnung ergibt sich dadurch, dass die Rohstoffgewinnung dieser Produkte mit höheren Treibhausgasemissionen verbunden ist als bei Gemüse und mit niedrigeren Treibhausgasemissionen als die Rohstoffgewinnung von Fleisch und Milchprodukten. Neben der Rohstoffgewinnung nehmen bei Eiern und Kaffee die Treibhausgasemissionen des Verbrauchers beim Konsum der Produkte prozentual gesehen einen relativ hohen Anteil ein. Sowohl bei Kaffee als auch bei Eiern können bzw. sind Verbraucherempfehlungen hinsichtlich der Zubereitungsform ausgearbeitet worden, die sich relativ einfach umsetzen lassen (s. entsprechende Fallstudien des PCF-Pilotprojektes).

5.2.7 Produkte mit CO₂e-Fußabdrücken mit Verursachungsschwerpunkt in der Rohstoffgewinnung und in der Weiterverarbeitung

In die Kategorie „Produkte mit CO₂e-Fußabdrücken mit Verursachungsschwerpunkt in der Rohstoffgewinnung und in der Weiterverarbeitung“ konnten Backwaren und Fruchtjoghurt eingeordnet werden. Dabei handelt es sich um Produkte, die einen relativ hohen Verarbeitungsgrad aufweisen. Bisher gibt es nur wenige solide Daten zur industriellen Weiterverarbeitung von Produkten. Eine offene Frage ist auch, welches Optimierungspotential in der Weiterverarbeitung von Lebensmitteln steckt. Das heißt, wie groß ist der Unterschied zwischen dem derzeitigen Stand der Technik in der verarbeitenden Lebensmittelindustrie und einer so genannten „Best available-Technology“.

6 Darstellung der Treibhausgasemissionen im Lebensmittelbereich bezogen auf den jährlichen pro Kopfverbrauch in 2005

Zur Veranschaulichung des Sachverhaltes, ob bestimmte Lebensmittel auch bezogen auf ihren Konsum mit hohen Treibhausgasemissionen verbunden sind, wurden die Treibhausgasemissionen einzelner Lebensmittel bezüglich ihres pro Kopfverbrauchs in Deutschland im Jahr 2005 berechnet (s. **Tabelle 42** und **Abbildung 6**).

Spitzenreiter hinsichtlich der Treibhausgasemissionswerte in Bezug auf den jährlichen pro Kopfverbrauch in Deutschland in 2005 ist Schweinefleisch mit 224 kg CO₂e/Kopf und Jahr (bei einem pro Kopfverbrauch von 54,1 kg in 2005), gefolgt von Käse und Butter (s. **Abbildung 6**). Der hohe Treibhausgasemissionswert von Butter wird also nicht, wie man vielleicht vermuten könnte, durch einen geringen Verbrauch von Butter kompensiert. Das hängt vermutlich damit zusammen, dass Butter auch als Zutat z.B. in Keksen, Gebäck und Kuchen verwendet wird.

Der Konsum von Rindfleisch erzeugt aufgrund des geringeren pro Kopf-Verbrauchs nur rund 40% der Treibhausgasemissionen, die durch den Verzehr von Schweinefleisch verursacht werden. Kartoffeln werden mit 76 kg CO₂e/Kopf in 2005 beispielsweise in relativ großen Mengen verzehrt, verursachen aber mit 13 kg CO₂e/Kopf und Jahr relativ wenige Treibhausgasemissionen. Hier stellt sich aber die Frage in welcher Form die Kartoffeln verzehrt werden. Der Verzehr als Pell- oder Salzkartoffeln ist mit anderen Treibhausgasemissionswerten behaftet als der Verzehr von Kartoffelgratin, Pommes frites, Kartoffelpüree aus Trockenpulver oder Chips.

Angesichts des Handlungsbedarfs zur Senkung der globalen Gesamtemissionen stellt sich natürlich auch die Frage, welche politischen Steuerungselemente hier einen Beitrag leisten können. Da eine Senkung der globalen Treibhausgasemissionen aufgrund der massiven Reduktionsziele in allen Konsumbereichen erfolgen muss, bezieht sich diese Frage auch auf den Ernährungsbereich inklusive Vorketten.

Diese Thematik ist jedoch nicht Gegenstand der vorliegenden Studie. An dieser Stelle kann nur auf den Forschungsbedarf in diesem Bereich hingewiesen werden. Was passiert z.B., wenn aufgrund politischer Steuerungsinstrumente (z.B. eine CO₂-Steuer basierend auf dem durchschnittlichen CO₂e-Emissionswert eines Lebensmittelproduktes) die Nachfrage nach Rindfleisch sinkt? Werden diese Produkte dann in andere Länder exportiert? Gerade im Fall von Rindfleisch sind die Auswirkungen relativ komplex, da in Deutschland vor allem die Zwei-Nutzungshaltung beim Rind dominiert, und somit auch die Milchproduktion von der politischen Steuerung betroffen wäre (vgl. hierzu auch **Abbildung 7** und **Tabelle 43**). Auswirkungen politischer Steuerungsmaßnahmen müssen entsprechend genau geprüft werden.⁴⁰

⁴⁰ Diese Fragestellung wird derzeit in einem laufenden EU-Forschungsvorhaben untersucht: "European Policies to Promote Sustainable Consumption Patterns" (EUPOPP); www.eupopp.net

Tabelle 42 Übersicht über die Treibhausgas-Äquivalente ausgewählter Produkte in kg/kg bezogen auf den pro Kopfverbrauch des Produktes in kg pro Jahr und den damit verbundenen THG-Emissionen in CO₂e in kg pro Kopf und Jahr. Die Angaben zum pro Kopfverbrauch stammen – wenn nicht anders angegeben – aus dem Stat. Jahrbuch des BMELV (2007); Zeitbezug 2005.

Produktgruppe		x _{med} CO ₂ e in kg/kg (funkt. Einheit)	pro Kopfverbrauch in kg pro Jahr	CO ₂ e in kg/Kopf/Jahr
Milchprodukte	Käse	7,9	21,5	170
	Joghurt ⁴¹	2	16,7	33
	Milch	0,59	54,3	48
	Butter	25,56	6,4	164
Fleischprodukte	Schwein	4,14	54,1	224
	Rind	7,47	12,1	90
	Lamm	15,41	1,1	17
Backwaren	Brot u. Brötchen	0,57 ⁴²	85,9	52
Fisch	Fisch, allgem.	4,27 ⁴³	14,7	69
Getränke	Kaffee	8,45	5,1	43
	Bier (in Liter)	0,83	115,2	96
	Mineralwasser	0,41 ⁴⁴	134,6	55
Obst und Gemüse	Kopfsalat	0,49	1,9	0,93
	Kartoffeln	0,17	76 ⁴⁵	13
	Tomaten	0,28	21,7	6
	Erdbeeren	0,24	3,1	0,74
	Äpfel	0,53	32,3	17
Sonstiges	Eier	2,88	12,6	36
	Zucker	0,5	37,6	19
	Teigwaren	0,84	6,8	6

⁴¹ Natur-Joghurt und Joghurt mit Geschmack, Median aus den Ergebnissen.

⁴² Der Median aus den Ergebnissen für Brot, Brötchen und Baguette.

⁴³ Median aus den Ergebnissen der Produktkategorie „Fischprodukte inklusive Krustentiere“ ohne Berücksichtigung des Ergebnisses für Garnelen.

⁴⁴ Median aus den Ergebnissen für Mineralwasser aus PET- und Glasflaschen.

⁴⁵ Quelle: FAO 2005

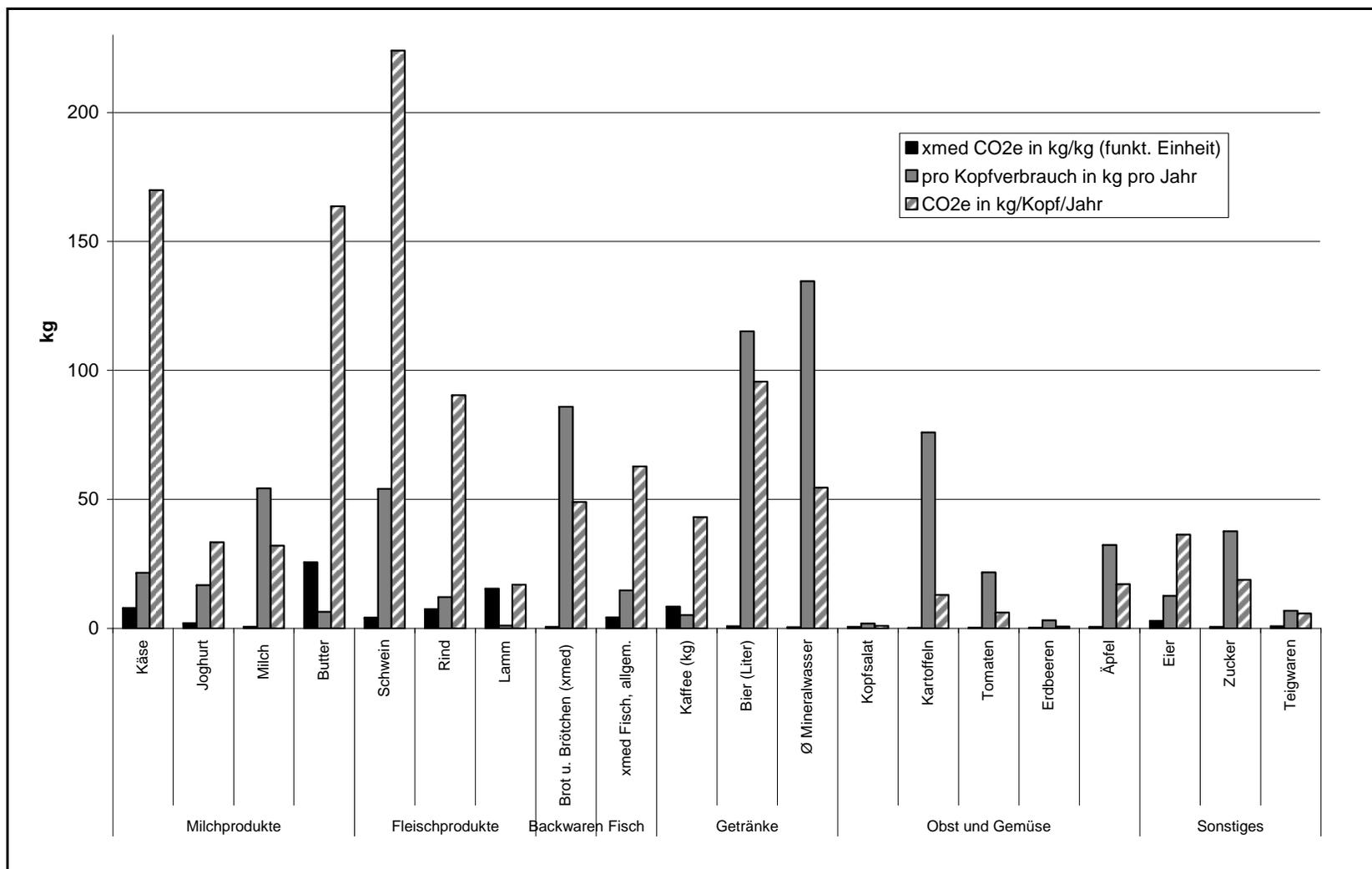


Abbildung 6 Übersicht über die Treibhausgas-Äquivalente ausgewählter Produkte in kg/kg in Relation zum pro Kopfverbrauch des Produktes in kg pro Jahr und den damit verbundenen THG-Emissionen in CO₂e in kg pro Kopf und Jahr.

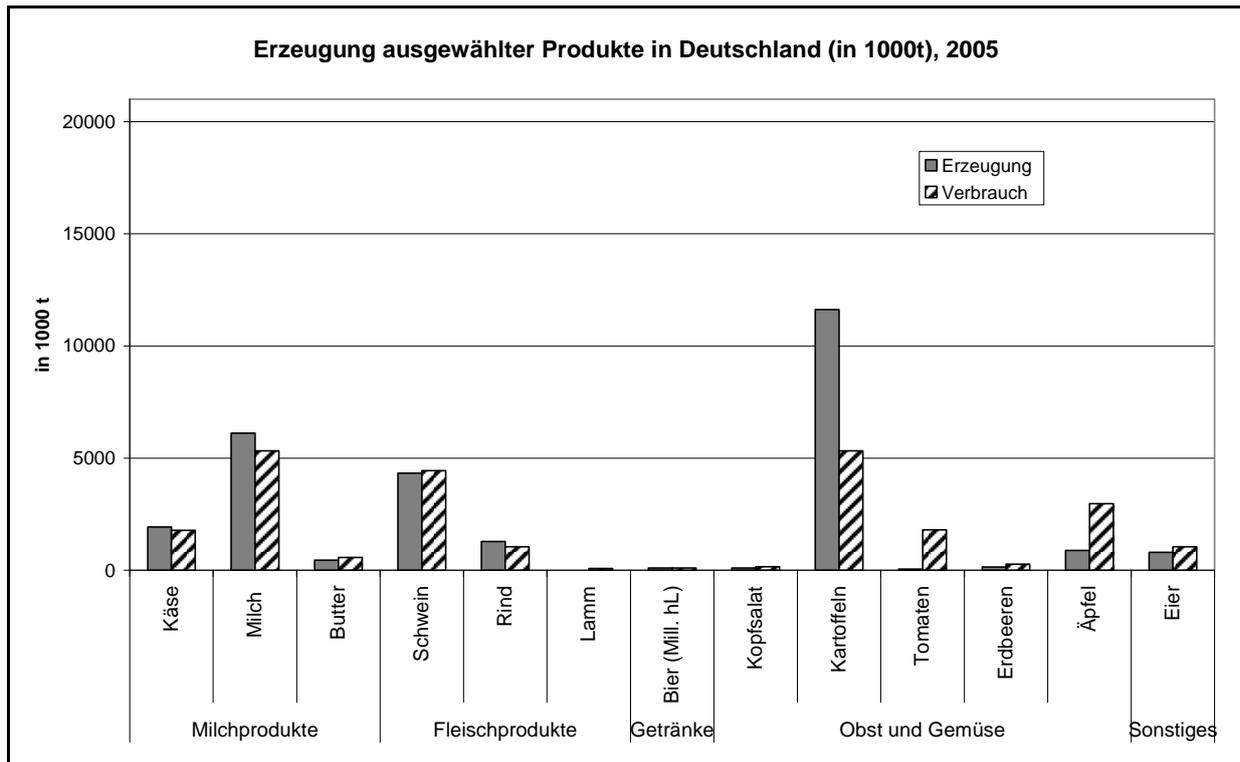


Abbildung 7 Übersicht über die Menge ausgewählter, im Jahr 2005 in Deutschland hergestellter Lebensmittel, im Vergleich zum Gesamtverbrauch. Angaben in 1000 t (bei Fleisch: in 1000 t Schlachtgewicht) – außer Bier: Einheit Mill. hL. Quelle: Stat. Jahrbuch des BMELV, 2007; Zeitbezug 2005.

Tabelle 43 Übersicht über die Erzeugung ausgewählter Lebensmittel in Deutschland (in 1000 t) im Vergleich zum Gesamtverbrauch (in 1000 t). Die Angaben stammen aus dem Stat. Jahrbuch des BMELV, 2007; Zeitbezug 2005/06.

		Erzeugung in Deutschland (in 1000 t)	Verbrauch in Deutschland (in 1000 t)
Milchprodukte	Käse	1.929,6	1.784
	Milch	6.111,7	5.319
	Butter	450,8	574
Fleischprodukte	Schwein	4.324	4.445
	Rind	1.285	1.046
Getränke	Bier (Mill. hL)	94,8	95,42
Obst und Gemüse	Kopfsalat	97,7	165
	Kartoffeln	11.624	5.318
	Tomaten	56,1	1.801
	Erdbeeren	146,5	270
Sonstiges	Äpfel	885,8	2.967
Sonstiges	Eier	796	1047

Die **Abbildung 7** und **Tabelle 43** geben einen Überblick über die Erzeugung ausgewählter Lebensmittel pro Jahr in Deutschland im Vergleich zu ihrem Verbrauch. Hierbei wird deutlich, dass im Bereich der tierischen Lebensmittel (Ausnahme Butter und Schweinefleisch) die Erzeugungsmengen über denen des Verbrauchs liegen. Bei Kartoffeln ist dieser Unterschied am größten: nur knapp die Hälfte der erzeugten Kartoffeln werden auch in Deutschland konsumiert. Die Treibhausgasemissionen, die während der Erzeugung dieser Produkte entstehen, werden also in Deutschland emittiert, die Produkte aber ins Ausland exportiert. Bei pflanzlichen Produkten, wie z.B. Kopfsalat, Tomaten oder auch Äpfeln ist es andersherum: hier kann die Erzeugung den Verbrauch nicht decken, d.h. also, die mit diesen Produkten, während ihrer landwirtschaftlichen Erzeugung entstehenden Treibhausgasemissionen werden in anderen Ländern erzeugt.

7 Forschungsbedarf

Im Rahmen der Auswertung bislang veröffentlichter PCF-Studien und im Rahmen der vorgenommenen Kategorisierung hat sich gezeigt, dass in einigen Punkten noch Forschungsbedarf besteht. Dieser Forschungsbedarf wird im Folgenden soweit möglich den einzelnen Abschnitten der Wertschöpfungskette zugeordnet.

Tierhaltung bzw. Fleisch- und Milchproduktion

Forschungsbedarf besteht hinsichtlich des Vergleiches der Treibhausgasemissionen von Milchprodukten aus Kuh-, Schafs und Ziegenmilch. Vor allem der Vergleich Schafsmilch-Produkte gegenüber Kuhmilch-Produkte erscheint interessant, da Schafsmilch einen doppelt so hohen Eiweiß- und Fettanteil besitzt wie Kuhmilch⁴⁶ (vgl.

<http://animsci.agrenv.mcgill.ca/courses/450/lectures/breeds/breeds.PDF>). Dieser Punkt ist auch interessant unter dem Aspekt, welche Klimaauswirkungen landschaftspflegerische Maßnahmen, wie beispielsweise extensive Weidehaltung, haben.

Weiterer Forschungsbedarf besteht hier außerdem in der Frage, welchen Beitrag eine Fleisch- und Milchproduktion, die im Rahmen einer Tierhaltungsform auf Grenzertragsstandorten, beispielsweise im Rahmen einer Almwirtschaft ohne Zufütterung von proteinreichen Futtermitteln oder nährstoffarmen Weiden in Nationalparkregionen, erfolgt, zum Klimaschutz leisten könnte. Hier muss auch die Frage des globalen Produktionspotentials dieser Tierhaltungsform aufgeschlüsselt werden. Gesicherte Aussagen zu den Klimaauswirkungen einer derartigen Tierhaltungsform sind bislang nicht möglich und müssen erst in einer eigenen Studie untersucht werden.⁴⁷ Die Frage der Nutzung von Grenzertragsstandorten für die Tierhaltung ist aber auch unter dem Aspekt der globalen Ernährungssicherheit von Bedeutung. Im Vergleich zu anderen Nahrungsmittelproduktionen ist die Fleischproduktion zumeist sehr ineffizient bezüglich der eingesetzten landwirtschaftlichen Ressourcen. Dies lässt sich durch den Indikator Bedarf an Anbaufläche pro erzeugte Kalorie verdeutlichen: die Produktion von Fleischprodukten beansprucht in der Regel deutlich größere Anbauflächen als die Produktion vegetarischer Nahrungsmittel mit vergleichbarem Nährwert. Die landwirtschaftliche Flächeninanspruchnahme für die Tierhaltung in Deutschland (inkl. Futtermittel) beträgt knapp 40% (6,6 Mio. ha) für die Rinderhaltung (Milch- und Rindfleischherzeugung), 17% (3 Mio. ha) für die Schweinehaltung und 3% (0,5 Mio. ha) für die Geflügelhaltung. Dem gegenüber stehen nur 6,3 Mio. ha (37%) für den Pflanzenbau (ohne Futtermittel) (Hirschfeld et a. 2008).

⁴⁶ Dies würde z.B. bedeuten, dass man zur Käseproduktion weniger Milch einsetzen müsste: 4-5 kg Schafsmilch im Vergleich zu 8-9 kg Kuhmilch pro kg Käse.

⁴⁷ Anzumerken ist, dass Fleisch- und Milchproduktion auf Grenzertragsstandorten häufig in Form von Schaf- und Ziegenhaltung erfolgt. Das heißt, dass neben der Rinderhaltung auf solchen Standorten (beispielsweise im Rahmen der Almwirtschaft) auch andere Nutztierhaltungsformen berücksichtigt werden müssen. Hier muss unter Umständen auch berücksichtigt werden, dass die Tierbestände aufgrund der inselartigen Verteilung von Grenzertragsstandorten zum Teil auch von Standort zu Standort transportiert werden müssen.

Rohstoffgewinnung, allgemein

Laufende Forschungsarbeiten am Johann-von-Thünen-Institut haben Optimierungspotentiale hinsichtlich des Düngemittleinsatzes bzw. der Problematik der Nutzung von Moorstandorten identifiziert. Weiterer Forschungsbedarf besteht hier aus unserer Sicht zum einen in der Frage, welche Folgen damit verbunden sind, wenn landwirtschaftlich genutzte Moorstandorte aus der Nutzung genommen werden. Müssen diese Flächen beispielsweise durch das Ergreifen von entsprechenden Maßnahmen wieder vernässt werden, damit keine weitere CO₂-Freisetzung stattfindet. Wo werden stattdessen die Erträge erzeugt, die durch diese Nutzungsaufgabe von Moorstandorten entfallen („land use change“)? Muss hierfür beispielsweise mehr Soja importiert werden, weil weniger Futtermaisflächen zur Verfügung stehen? Welche sozio-ökonomischen Auswirkungen sind mit der Flächenumnutzung verbunden?

Sowohl für die Umsetzung eines optimierten Düngeinsatzes als auch für die Herausnahme von Moorstandorten aus der landwirtschaftlichen Nutzung müssen Umsetzungskonzepte entwickelt werden.

Methodischer Forschungsbedarf zur Treibhausgasbilanzierung

Durchweg hat sich gezeigt, dass die Ergebnisse der betrachteten PCF-Studien zum Teil nicht unerheblich voneinander abweichen. Aus unserer Sicht ist es daher erforderlich, Regeln für die Bilanzierung von Treibhausgasemissionen von Lebensmitteln zu erstellen.

Diese Bilanzierungsregeln müssten produktgruppenspezifisch erarbeitet werden (Product Category Rules). Die Erarbeitung sollte aus unserer Sicht unter Einbezug von Experten aus den verschiedenen Stufen der Wertschöpfungskette erfolgen. Unter anderem müssten produktgruppenspezifische Allokationsprobleme, wie beispielsweise die Zuordnung der Treibhausgasemissionen von Milchprodukten, anhand ihres Fettgehaltes und/oder Eiweißgehalts, gelöst werden. Hier müsste auch geregelt werden, wie der Einfluss des Verbrauchers bilanziert werden kann.

Im Hinblick auf weitere Treibhausgasbilanzierungen im Lebensmittelbereich ist es auch erforderlich, die Datenbasis, auf der die Bilanzierungen erstellt werden, zu konsolidieren. Das heißt, dass bereits vorliegende Grundlagendaten, wie die Daten zu Lebensmitteln in der Datenbank „GEMIS“, aktualisiert und ergänzt werden sollten. Vor allem im Hinblick auf die Berechnung von Treibhausgasemissionen von Produkten, die aus bereits vorgefertigten Produkten (z.B. gezuckertes Flüssigei, Flüssigschokolade, Milchpulver etc.) bestehen, ist es erforderlich, entsprechende Grundlagendaten zu erarbeiten.

Forschungsbedarf Optimierungspotentiale

Insgesamt kann festgestellt werden, dass es hinsichtlich der Identifikation von Optimierungspotentialen entlang des Lebensweges von Lebensmitteln noch großen Forschungsbedarf gibt. Dies betrifft die Rohstoffgewinnung, die Weiterverarbeitung, die Lagerung und Logistik und den Verbraucher. Beispielsweise die Frage, unter welchen Rahmenbedingungen sich

ein vorzeitiger Ersatz von Haushaltsgeräten für die Lagerung und Zubereitung von Lebensmitteln oder zum Abwasch aus Klimaschutzgründen lohnt, und welche Maßnahmen sich zur Förderung eines vorzeitigen Ersatzes von entsprechenden Haushaltsgeräten eignen. Oder die Frage welches Optimierungspotential in der Weiterverarbeitung von Lebensmitteln steckt. Das heißt, wie groß ist der Unterschied zwischen dem derzeitigen Stand der Technik in der verarbeitenden Lebensmittelindustrie und einer so genannten „Best available-Technology“.

Logistik und Lagerung haben in der Regel nur einen geringen Anteil an den Gesamtemissionen eines Lebensmittels. Hinsichtlich der Treibhausgasemissionen von Tiefkühllogistik und -lagerung gibt es bislang aber keine solide Datengrundlage, so dass hier die Berechnungen bislang auf Annahmen beruhen. Gerade hinsichtlich der Tiefkühllogistik gibt es beispielsweise keine gesicherten Informationen zu Kühlmittelverlusten. Für verlässliche Bilanzierungen der Klimaauswirkungen von Tiefkühllogistik muss erst eine solide Datenbasis zusammengetragen werden, anhand derer auch Optimierungspotentiale identifiziert und quantifiziert werden können.

Zur Priorisierung von Maßnahmen und zur Ermittlung des politischen Handlungsbedarfs müssen die Reduktionsbeiträge (in Bezug auf Deutschland, auf die EU27 und global) quantifiziert werden. Im Rahmen der Entwicklung von Maßnahmen zur Reduktion von Treibhausgasemissionen entlang der Wertschöpfungskette von Lebensmitteln sollten auch geeignete Kommunikationsmaßnahmen entwickelt werden.

Die Auswertung der PCF-Studien zeigt, dass viele Vorprodukte im Ausland hergestellt werden, aber durchaus auch Produkte exportiert werden. Bislang liegen keine Stoffstromanalysen vor, die um die Einflüsse von Import/Export bereinigt wurden. Hier besteht klarer Forschungsbedarf, gerade im Hinblick auf denkbare umweltpolitische Vorgaben.

In der vorliegenden Studie wurden in erster Linie die Treibhausgas-Emissionen untersucht. Diese können zum Teil parallel mit anderen Umweltbelastungen einhergehen, sie können aber auch gegenläufig sein. Generell empfiehlt es sich für alle weiteren Forschungsarbeiten, Gesamt-Ökobilanzen durchzuführen und nicht nur die Treibhausgas-Emissionen zu analysieren.

Von Interesse ist weiterhin, wo es parallele oder gegenläufige ökonomische Effekte und wo es hohe Treibhausgas-Effizienz-Potentiale gibt (hohe Reduktionen bei niedrigen Kosten) und wo es parallele oder gegenläufige soziale Effekte gibt.

8 Zusammenfassung

Die vorliegende Studie ist eine systematische Analyse der vorhandenen marktverfügbaren Product-Carbon-Footprint-Studien zu Lebensmitteln. Analysiert wurden rund 180 PCF-Studien mit rund 600 bilanzierten Produkten. Ziel dieser Studie war es, in einer ersten Phase zu prüfen, ob eine Kategorisierung von Lebensmitteln anhand ihres CO₂e-Fußabdruckes möglich ist. Nach positiver Prüfung wurde in einer zweiten Phase der Studie ein Kriterienraster zur Kategorisierung von Lebensmitteln anhand ihres CO₂e-Fußabdruckes erarbeitet sowie eine auf Basis dieses Kriterienrasters begründete Kategorisierung von Lebensmitteln anhand ihres CO₂e-Fußabdruckes vorgenommen. Als Voraussetzung hierfür galt eine bestimmte Qualität der Studien im Hinblick auf klare Beschreibung der zugrunde gelegten Methodik und Erfassung der kompletten Produktlinie, die jedoch mehr als 50% der Studien nicht erfüllten. Die Auswertung der Studien ist in einem gesonderten Materialband zusammengefasst.

Die Studien, die für eine Kategorisierung verwendet werden konnten, umfassen die folgenden Produktgruppen: Milchprodukte, Fleisch, Obst und Gemüse, Fisch, Getränke, Convenience-Produkte sowie eine Gruppe „Sonstige Lebensmittel“, die verschiedene Lebensmittel wie Eier, Zucker, Nudeln, Honig enthält. Die Machbarkeit der Kategorisierung wurde dokumentiert, wobei auch auf Einschränkungen hinsichtlich der Machbarkeit eingegangen wurde. Die Studien wurden innerhalb der einzelnen Produktgruppen vergleichend ausgewertet, die Spannbreiten und die Mediane der Treibhausgasemissionen wurden für die einzelnen Lebensmittel ermittelt, sowohl für die Gesamt-Treibhausgas-Emissionen als auch für die einzelnen Abschnitte der Wertschöpfungskette.

Nach der Auswertung der Studien zu den einzelnen Produktgruppen wurde anhand von aufgestellten Kategorisierungsregeln eine Kategorisierung der Lebensmittel anhand ihrer CO₂e-Fußabdrücke vorgenommen und kommentiert.

Die Auswertung der Studien zeigt die Unzulänglichkeiten der Ausweisung von CO₂e-Werten nach dem derzeitigen Stand der Methodenentwicklung für ein Labelling auf – weil viele Studien methodisch unbefriedigend sind und weil für ein Labelling und Benchmarking mehrere Produkte unter vergleichbaren Rahmenbedingungen bilanziert werden müssten. Anzumerken ist an dieser Stelle, dass sich die Methode des Product Carbon Footprintings in einem internationalen Harmonisierungsprozess befindet (vgl. Grießhammer & Hochfeld 2009). Kritisch zu beleuchten ist jedoch die Frage, ob eine internationale Harmonisierung der Methodik so weit erarbeitet werden kann, dass künftige PCF-Studien so erarbeitet werden können, dass sie einem wettbewerbsrechtlichen Vergleich stand halten können. Zumindest aus heutiger Sicht liegen die notwendigen unter den Stakeholdern und auf Verbandsebene vereinbarte Rahmensetzungen/Bilanzierungs-Vorgaben („Product Category Rules“) nur für wenige Produktgruppen vor. Unabhängig davon, ob die Ergebnisse von Product Carbon Footprint-Studien gegenüber Kunden kommuniziert werden sollen oder als Grundlage für

interne Optimierungsprozesse verwendet werden sollen, besteht daher die Notwendigkeit produktgruppenspezifische Bilanzierungsregeln zu erarbeiten, um existierende Inhomogenitäten in der Erfassung der Treibhausgasemissionen zu vereinheitlichen.

Die Verursachungsschwerpunkte der Treibhausgasemissionen, die entlang der gesamten Wertschöpfungskette von Lebensmitteln entstehen, liegen in der Rohstoffgewinnung und in geringerem Umfang in der industriellen Weiterverarbeitung, sowie beim Verbraucher (Einkaufsfahrt, Kühlung oder Zubereitung). Die Distribution ist dagegen in der Regel nur bei den Lebensmitteln relevant, die per Flugzeug transportiert werden.

Angesichts des Handlungsbedarfs zur Senkung der globalen Gesamttreibhausgasemissionen sind neben den spezifischen PCF-Werten pro kg Lebensmittel im Sinne einer Stoffstromanalyse auch die Carbon-Footprint-Anteile der verschiedenen Lebensmittel mit ihren Jahresverzehrsmengen von Interesse. Hier ergeben sich Unterschiede im Ranking. In Deutschland steht hier Schweinefleisch, gefolgt von Käse und Butter, an erster Stelle, weil hier sowohl hohe spezifische PCF-Werte, wie auch hohe Verzehrsmengen, zum Tragen kommen. Rindfleisch hingegen erzeugt aufgrund seiner geringeren Verzehrsmengen im Vergleich zum Schweinefleisch 40% weniger Treibhausgasemissionen – obwohl die Treibhausgasemissionen pro kg Fleisch um 80% höher sind. Kartoffeln hingegen werden zwar in relativ großen Mengen verzehrt, verursachen aber mit 13 kg CO₂e/Kopf und Jahr relativ geringe Treibhausgasemissionen, weil die spezifischen PCF-Werte sehr niedrig sind. Im Hinblick auf die Erarbeitung geeigneter Maßnahmen zur Senkung der Treibhausgasemissionen im Handlungsfeld „Ernährung“ ist im Rahmen der vorliegenden Studie der noch vorhandene Forschungsbedarf aufgezeigt worden. Mit dem Ziel die globalen Gesamtemissionen, die durch das Bedürfnisfeld „Ernährung“ entstehen, zu senken, müssen die Im- und Exportströme für die Ausarbeitung von geeigneten Maßnahmen betrachtet werden, da diese ein wesentlicher Treiber im Bereich der Lebensmittelproduktion sind. Diese Problematik war nicht Gegenstand der Studie, sie wird derzeit aber in einem laufenden EU-Forschungsvorhaben untersucht: „European Policies to Promote Sustainable Consumption Patterns“ (EUPOPP); s. www.eupopp.net.

9 Literatur

- ADAS ADAS Case Study Carbon Footprinting; The Welsh Sausage Company.
<http://www.adas.co.uk/LinkClick.aspx?fileticket=RWF4ZsfV5JU%3d&tabid=233>
- Andersson 2000 Andersson, K.; Life Cycle Assessment (LCA) of Food Products and Production Systems, Summary of the dissertation, Int. J LCA 5 (4) 2000.
- Andersson et al. 1998 Andersson, K.; Ohlsson, T.; Olsson, P.; Screening life cycle assessment (LCA) of tomato ketchup: a case study. Journal of Cleaner Production 6, 277-288, Göteborg 1998.
- Andersson und Ohlsson 1999 Andersson, K; Ohlsson, T.; Life Cycle Assessment of Bread Produced on Different Scales, Int. J LCA 4 (1) 25-40, Landsberg 1999.
- ART 2008 Agroscope Reckenholz-Tänikon Research Station; 6th International Conference on Life Cycle Assessment in the Agri-food Sector. Book of Abstracts, Zürich 2008.
- Barber et al.2007 Barber, A.; Campbell, A.; Hennessy, W.; Primary energy and net greenhouse gas emissions from biodiesel made from New Zealand tallow, Lower Hutt 2007.
- Barber und Pellow 2005 Barber, A.; Pellow, G.; Energy use and efficiency measures for the New Zealand dairy farming industry, prepared for Climate Change Office, 2005.
- Bioland Bioland-Bundesverband; Klimaschutz und Biolandbau in Deutschland, Die Rolle der Landwirtschaft bei der Treibhausgasminde rung, Biolandbau als Lösungsstrategie für klimaschonende Lebensmittel-erzeugung, Mainz.
- BMELV 2007 Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 2007.
- Brand 2008 Brand, U.; Carbon Footprints des Fertiggerichts „Tagliatelle Wild- lachs“, Diplomarbeit zum Thema CO₂-Fußabdruck von Tiefkühl- kost, Universität Bremen, Fachgebiet 10 Technikgestaltung Tech- nologieentwicklung, Bremen 2008.
- Buschmann 2008 Buschmann, U.; PCF Projekt „Konventionell vs. Bio“ Anbau bei Frosta, Berlin 2008.
- Büsser 2008 Büsser, S.; Steiner, R.; Jungbluth, N.; LCA of Packed Food Pro- ducts – the function of flexibel packaging, ESU-services, Uster 2008.
- Büsser und Jungbluth 2008 Büsser, S.; Jungbluth, N.; LCA of Roast stored in Aluminium Household Foil, ESU-services, Uster 2008.

Büsser und Jungbluth 2009a	Büsser, S.; Jungbluth, N.; LCA of Chocolate Packed in Aluminium Foil Based Packaging, ESU-services, Uster 2009.
Büsser und Jungbluth 2009b	Büsser, S.; Jungbluth, N.; LCA of Ready-to-Serve Lasagne Bolognese Packed in Aluminium Foil Containers, ESU-services, Uster 2009.
Büsser und Jungbluth 2009c	Büsser, S.; Jungbluth, N.; LCA of Yoghurt Packed in Polystyrene Cup and Aluminium-Based Lidding, ESU-services, Uster 2009.
Carbon Trust 2008	The Carbon Trust; Product Carbon Footprintig: the new business opportunity. Experience from leading companies, UK 2008.
Cascio	Cascio, J.; The Cheeseburger Footprint.
Casey und Holden 2004	Casey, J-W.; Holden; N.M.; Analysis of greenhouse gas emissions from the average Irish milk production system, Department of Biosystems Engineering (Bioresources Modelling Group), University College Dublin, 2004.
Casey und Holden 2006	Casey, J.W.; Holden, N.M.; Greenhouse gas emissions from conventional, agri-environmental scheme, and organic Irish suckler-beef units, published in J. Environ. Qual. 35:231-239, 2006.
Cashman 2009	Cashman, S. et al.; Charting the Course of Sustainability at Aurora Organic Dairy, Phase I: Energy & Greenhouse Gas Life Cycle Assessment, University of Michigan 2009.
Cederber und Stadig 2003	Cederberg, C.; Stadig, M.; System Expansion and Allocation in Life Cycle Assessment of Milk and Beef Production, Int. J. LCA 8 (6) 2003.
Cederberg et al. 2009	Cederberg, C.; Meyer, D.; Flysjö, A.; Life cycle inventory of greenhouse gas emissions and use of land and energy in Brazilian beef production, SIK Report No 792, 2009.
Cederberg und Flysjö 2004	Cederberg, C.; Flysjö, A.; Life Cycle Inventory of 23 Dairy Farms in South-Western Sweden, SIK-rapport Nr 728, 2004.
Cederberg und Stadig 2003	Cederberg, C.; Stadig, M.; System Expansion and Allocation in Life Cycle Assessment of Milk and Beef Production. Int. J LCA 8 (6) 350-356, 2003.
Climate Conservancy 2008	The Climate Conservancy; The Carbon Footprint of Fat Tire Amber Ale, 2008.
Climatop 2008a	Klimabilanz; Rahm, Zürich 2008.
Climatop 2008b	Klimabilanz; Zucker, Zürich 2008.
Climatop 2009a	Klimabilanz; Frische Spargeln, Zürich 2009.
Climatop 2009b	Klimabilanz; Speisesalz im Kanton Waadt, Zürich 2009.

Coca-Cola 2009	Coca-Cola Corporate Responsibility Report, Carbon footprints for individual products, http://www.cokecorporateresponsibility.co.uk/carbontrust/product-carbon-footprints.html .
Dalgaard 2007	Dalgaard, R.; Ph.D. thesis The environmental impact of pork production from a life cycle perspective, University of Aarhus, Faculty of Agricultural Sciences, Department of Agroecology and Environment, Denmark 2007.
Dalgaard et al. 2007	Dalgaard, R.; Danish pork production – An environmental assessment, Faculty of Agricultural Sciences, DJF Animal Science No. 82, Denmark 2007.
Dalgaard et al. 2008	Dalgaard, R. Schmidt, J.; Halberg, N.; Christensen, P.; Thrane, M.; Pengue, W.A.; LCA of Soybean Meal. Int. J LCA 13 (3) 240-254 Denmark 2008.
Davis und Sonesson 2008	Davis, J.; Sonesson, U.; Life cycle assessment of integrated food chains – a Swedish case study of two chicken meals, Gothenburg 2008.
defra 2008a	Department of Environment, Food and Rural Affairs; Understanding the GHG impacts of food preparation and consumption in the home, Research Project (3/06), UK 2008.
defra 2008b	Department for Environment, Food and Rural Affairs; PAS2050 Case Study – Applying PAS2050 to a complex product: Cottage Pie ready meal, United Kingdom 2008.
defra 2009	Department of Environment, Food and Rural Affairs; Scenario building to test and inform the development of a BSI method for assessing GHG emissions of food. Research Project (3/06), UK 2009.
Demmeler und Heißenhuber 2004	Demmeler, D.; Heißenhuber, A.; Energieeffizienzvergleich von regionalen und überregionalen Lebensmitteln – das Beispiel Apfelsaft, Lehrstuhl für Wirtschaftslehre des Landbaus, Technische Universität München, 2004.
Eide 2002	Eide, M.; Life Cycle Assessment of Industrial Milk Production, Int. J LCA 7 (2) 115-126, Oslo 2002.
EPD 2007	Environmental Product Declaration; Dichiarazione ambientale di prodotto per il latte fresco pastorizzato de alta qualita' confezionato in bottiglia di PET, 2007.
EPD 2008a	Environmental Product Declaration; Bottled red sparkling wine „Grasparossa Righi“, 2008.
EPD 2008b	Environmental Product Declaration; Cerelia natural mineral water packaged in: 1.5 l PET Bottle and 1 l Glass Bottle, 2008.

- Flysjö et al. Flysjö, A.; Cederberg, C.; Johannesen, J.; Carbon Footprint and Labelling of Dairy Products – Challenges and opportunities, Arla Foods, the Swedish Institute for Food and Biotechnology.
- Foster et al. 2006 Foster, C.; Green, K.; Bleda, M.; Dewick, P.; Evans, B.; Flynn, A.; Mylan, J.; Environmental Impacts of Food Production and Consumption. A report for the Department for Environment, Food and Rural Affairs, Manchester Business School, 2006.
- Fritsche und Eberle 2007 Fritsche, U.; Eberle, U.; Treibhausgasemissionen durch Erzeugung und Verarbeitung von Lebensmitteln – Arbeitspapier, Öko-Institut e.V. Darmstadt/Hamburg 2007.
- FRoSTA 2009a Fallstudie Gulaschpfanne, Fallstudie erstellt im Rahmen des PCF Pilot Projektes Deutschland, 2009.
- FRoSTA 2009b Fallstudie Tagliatelle Wildlachs, Fallstudie erstellt im Rahmen des PCF-Pilotprojekts Deutschland 2009.
- Garnett 2007 Garnett, T.; The Alcohol we drink and its contribution to the UK's Greenhouse Gas Emissions, Centre for environmental strategy, University of Surrey 2007.
- Giljum 1999 Giljum, S.; Der ökologische Fußabdruck des Bananenbaus in Costa Rica: Ein Vergleich konventioneller und alternativer Produktionsmethoden, Diplomarbeit Interdisziplinäres Institut für Umwelt und Wirtschaft der Wirtschaftsuniversität Wien, 1999.
- Goldberg 2008 Goldberg, A.; The Carbon Footprint of Beef and Lamb, A Lifecycle Approach to Measuring the Sustainability of New Zealand's Primary Produce, Master Thesis Environmental Studies 593, Victoria University of Wellington 2008.
- Goodland und Anhang 2009 Goodland, R.; Anhang, J.; Livestock and Climate Change – What if the key actors in climate change are cows pigs and chickens? World Watch 2009.
- Grießhammer 2009 Grießhammer, R.; Eberle, U.; Harthan, R. O.; Hochfeld, C.; Schmitt, K.; CO₂-Kennzeichnung von Produkten und Dienstleistungen. Öko-Institut e.V. in Kooperation mit Sustain Consulting. 2009. Auftraggeber: Umweltbundesamt.
- Grießhammer und Hochfeld 2009 Grießhammer, R.; Hochfeld, C.; Memorandum Product Carbon Footprint. Positionen zur Erfassung und Kommunikation des Product Carbon Footprint für die internationale Standardisierung und Harmonisierung. BMU, UBA, Öko-Institut e.V. (Hrsg.), 2009. http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/memorandum_pcf_lang_bf.pdf.
- Hakansson et al.2005 Hakansson, S. et al.; Comparative Life Cycle Assessment Pork vs Tofu, Life Cycle Assessment 1N1800, Stockholm 2005.

- Halberg et al. 2007 Halberg, N.; Dalgaard, R.; Hermanson, J.; Danish experiences using Life Cycle Assessment (LCA) as a tool for assessing a livestock product's energy use and environmental impact through its life cycle, University of Aarhus 2007.
- Havers 2008 Havers, K.; Die Rolle der Luftfracht bei Lebensmitteltransporten. Aktuelle Entwicklungen und deren ökologische Folgen. Magisterarbeit. Humboldt-Universität zu Berlin. 2008.
- Helga et al.2003 Helga, R. et al.; Environmental Effects of Fish on the Consumers Dish – Life Cycle Assessment of Icelandic Frozen Cod Products, Technological Institute of Iceland 2003.
- HiPP 2009 Der HiPP CO₂-Fußabdruck – Die Klimawirksamkeit des Produktes „Reine Früh-Karotten“. Daten nicht verfügbar
- Hirschfeld et al. 2008 Hirschfeld, J.; Weiß, J.; Preidl, M.; Korbun, T.; Klimawirkungen der Landwirtschaft in Deutschland, Schriftenreihe des IÖW 186/08, Berlin 2008.
- Hörtenhuber und Zollitsch 2009 Hörtenhuber, S.; Zollitsch, W.; Treibhausgasemissionen aus der Milchviehhaltung – Zur Bedeutung der Systemgrenzen. 36. Viehwirtschaftliche Fachtagung 2009, 137-144, 2009.
- Hospido et al. 2006 Hospido, A. et al.; Environmental assessment of canned tuna manufacture with a life-cycle perspective, Resources Conservation and Recycling 47 (2006) 56-72.
- Humbert et al. 2009 Humbert, S.; Rossi, V.; Margni, M.; Jolliet, O.; Loerincik, Y.; Life cycle assessment of two baby food packaging alternatives: glass jars vs. plastic pots, Int J LCA (2009), Lausanne 2009.
- Innocent 2008 The Carbon Trust; Working with innocent – Product carbon footprinting in practice, United Kingdom 2008.
- Jungbluth 2006 Jungbluth, N.; Vergleich der Umweltbelastungen von Hahnenwasser und Mineralwasser, Manuskript für die Informationsschrift SVGW und die Zeitschrift gwa (Gas Wasser Abwasser), ESU-services, Uster 2006.
- Kingsmill 2009 Kingsmill becomes first bread brand to put carbon labels on loaves, News on The Carbon Trust, posted 22 June 2009.
- Klimabündnis Köln 2009 Treibhausgase halbieren! –50 %!-Aber wie?, Ernährung und Klimaeffekte, <http://www.klimabuendnis-koeln.de/ernaehrung>.
- Kool et al. 2009 Kool, A.; Blonk, H.; Ponsioen, T.; Sukkel, W.; Vermeer, H.; de Vries, J.; Hoste, R.; Carbon footprints of conventional and organic pork, Assessment of typical production systems in the Netherlands, Denmark, England and Germany, Blonk Milieuadvies, Wageningen 2009.
- Küsters und Brentrup 2009 Küsters, J.; Brentrup, F.; Energie- und CO₂-Bilanzen von verschiedenen Bioenergiepflanzen und Bioenergieformen, 31. Kartoffel-Tagung, Detmold 2009.

- Lea 2009
Lea, T.; Sonesson, U.; Sund, V.; LCA of salmon produced in a full scale trial at Centre for Aquaculture Competence (CAC) in 2007 and 2008 fed two types of Skretting feed – salmon produced compared with chicken pork and beef products consumed in Stockholm, Sweden, 2009.
- Lindenthal et al. 2009
Lindenthal, T. et al.; CO₂e-Emissionen biologischer und konventioneller Lebensmittel in Österreich, Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), Wien 2009.
Ergebnisse der einzelnen Lebensmittel unter <http://www.fibl.org/de/oesterreich/schwerpunkte-at/klimaschutz.html>, abgerufen am 10.08.2009.
- Lipinski 2008
Lipinski, R.; Carbon Footprint „Fischstäbchen“, Diplomarbeit zum Thema CO₂-Fußabdruck von Tiefkühlkost, Universität Bremen Fachgebiet 10 Technikgestaltung Technologieentwicklung, Bremen 2008.
- Max 2009
Max – Swedish Hamburger chain; Max's product climate declaration, <http://www.max.se/food.aspx?page=klimatekloration>, abgerufen am 04.11.2009.
- Mey Selections 2009
Mey Selections becomes first Scottish consumer goods company to put carbon labels on products, News on Mey Selections website posted on 01.04.2009.
- Mungkung et al. 2006
Mungkung, R.; de Haes, H.; Clift, R.; Potentials and Limitations of Life Cycle Assessment in setting ecolabeling criteria: A case study of thai shrimp aquaculture, Int. J. LCA 11 (1) 55-59, 2006.
- Nemecek et al. 2001
Nemecek, T.; Gaillard, G.; Frick, C.; Ökobilanzierung von Silo- und Körnermais, Fachtagung der RAC und der FAL, 2001.
- Nemecek und Charles 2002
Nemecek, T.; Charles, R.; Ökobilanzierung der Zuckerrüben, Fachtagung der RAC, der FAL und der Schweizerischen Fachstelle für Zuckerrübenanbau SFZ, 2002.
- Ogino et al. 2004
Ogino, A.; Kaku, K.; Osada, T.; Shimada, K.; Environmental effects of the Japanese beef-fattening system with different feeding lengths as evaluated by a life cycle assessment method, Journal of Animal Science, 2004.
- Pelletier et al. 2009
Pelletier, N.; Tyedmers, P.; Sonesson, U.; Scholz, A.; Ziegler, F.; Flysjo, A.; Kruse, S.; Cancino, B.; Silverman, H.; Not all Salmon are created equal: Life Cycle Assessment (LCA) of Global Salmon Farming Systems, 2009.
- Prem et al. 2007
Prem, W.; Hechenbichler, J.; Lörcher, M.; Manhart, H.; Hülsbergen, K.-J.; Energieeffizienz im ökologischen Landbau – am Beispiel der Wertschöpfungskette „Brot“, 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, 2007.

- Quack et al. 2007 Stoffstromanalyse relevanter Produktgruppen. Energie- und Stoffströme der privaten Haushalte in Deutschland im Jahr 2005. Teilprojekt „EcoTopTen – Innovationen für einen nachhaltigen Konsum (Hauptphase)“. 2007.
- Ramírez et al. 2004 Ramírez, C.A.; Patel, M.; Blok, K.; From fluid milk to milk powder: Energy use and energy efficiency in the European dairy industry, Utrecht University 2004.
- Reinhardt 2009 Reinhardt, G.; Ökobilanz Brot: Fabrikbrot oder Heimbacken? Überraschende Ergebnisse beim ökologischen Vergleich von Brot vom Supermarkt, Handwerksbäcker oder Heimbäcker, IFEU – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg, 2009.
- Reinhardt et al. 2009 Reinhardt, G.; Gärtner, S.; Münch, J.; Häfele, S.; Ökologische Optimierung regional erzeugter Lebensmittel: Energie- und Klimagasbilanzen, ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH, 2009.
- Rewe 2009 Fallstudie „Best Alliance“ Früherdbeeren der Rewe Group. Fallstudie im Rahmen des PCF Pilotprojekts Deutschland.
- Saunders et al. 2006 Saunders, C.; Barber, A.; Taylor G.; Food Miles – Comparative Energy/Emissions Performance of New Zealand’s Agriculture Industry, Research Report No, 285, Lincoln University New Zealand 2006.
- Schächtele & Hertle 2001 Die CO₂-Bilanz des Bürgers. Recherche für ein internetbasiertes Tool zur Erstellung persönlicher CO₂-Bilanzen. Studie im Auftrag des Umweltbundesamtes. 2007.
- Schmidt 2007 Schmidt, J.; Life cycle assessment of rapeseed oil and palm oil, Ph.D. thesis Part 1, Aalborg University 2007.
- Schmidt 2008 Schmit, J.; System delimitation in agricultural consequential LCA, Outline of methodology and illustrative case study of wheat in Denmark, Int. J. Life Cycle Assessment 2008.
- Schmidt und Thrane 2006 LCA Case Study of Pickled Herring, Chapter 13 in Tools for Sustainable Development, Department of Development and Planning, Aalborg University 2006.
- Sevenster und de Jong 2008 Sevenster, M.; de Jong, F.; A sustainable dairy sector. Global regional and life cycle facts and figures on greenhouse-gas emissions, Delft 2008.
- Sik 2001 The Swedish Institute for Food and Biotechnology; LCA of Fish, Network for environmental assessment of seafood products through LCA, Hirtshals 2001.
- Silver Spoon 2009 Silver Spoon (business of British Sugar plc.); Our Carbon Footprint – Efficiency through Innovation, UK 2009.

Sonesson 2009a	Sonesson, U.; Cederberg, C.; Berglund, M.; Greenhouse gas emissions in pig meat production, decision support for climate certification, Report 2009:5.
Sonesson 2009b	Sonesson, U.; Cederberg, C.; Berglund, M.; Greenhouse gas emissions in chicken production, decision support for climate certification, Report 2009:6.
Sonesson 2009c	Sonesson, U.; Cederberg, C.; Berglund, M.; Greenhouse gas emissions in beef production, decision support for climate certification, Report 2009:4.
Sonesson 2009d	Sonesson, U.; Cederberg, C.; Berglund, M.; Greenhouse gas emissions in milk production, decision support for climate certification, Report 2009:3
Sonesson 2009e	Sonesson, U.; Cederberg, C.; Berglund, M.; Greenhouse gas emissions in animal feed production, decision support for climate certification, Report 2009:2
Sonesson 2009f	Sonesson, U.; Cederberg, C.; Berglund, M.; Greenhouse gas emissions in egg production, decision support for climate certification, Report 2009:7.
Sonesson und Davis 2005	Sonesson, U.; Davis, J.; Environmentla Systems Analysis of Meals – Model Description and Data Used for Two Different Meals. The Swedish Institute for Food and Biotechnology 2005.
Steinfeld et al. 2006	Steinfeld, H.; Gerber, P.; Wassenaar, T.; Castel, V.; Rosales, M.; de Haan, C.; Livestock's long shadow – environmental issues and options, Food and Agriculture Organisation of the United Nations, Rome 2006.
Taylor 2000	Taylor, C.; Ökologische Bewertung von Ernährungsweisen anhand ausgewählter Indikatoren, Dissertation am Fachbereich Agrarwissenschaften, Ökotoxikologie und Umweltmanagement der Justus-Liebig-Universität Gießen 2000.
Tchibo 2008	Case Study Tchibo Privat Kaffee Rarity Machare by Tchibo GmbH, Case Study undertaken within the PCF Pilot Project Germany, 2008.
Tengelmann 2009	Fallstudie „Naturland Bio-Freilandeier“ der Unternehmensgruppe Tengelman. Studie im Rahmen des PCF-Pilotprojekts Deutschland 2009.
Tesco 2008	The Carbon Trust; Working with Tesco – Product carbon foot-printing in practice, United Kingdom 2008.
Tesco 2009	Tesco Greener Living everyday; Our carbon label findings, http://www.tesco.com/assets/greenerliving/content/documents/pdfs/carbon_label_findings.pdf , 2009.

- Teufel et al. 2010 Teufel, J.; Harthan, R.; Liu, R.; Mottschall, M.; Schmitt, K.; Product Carbon Footprint analysis of five different selected fish products. Study commissioned by: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ – German Technical Cooperation), Eschborn), in Vorbereitung 2010.
- Thema1 GmbH 2009 Thema1 GmbH; Product Carbon Footprinting – Ein geeigneter Weg zu klimaverträglichen Produkten und deren Konsum? Erfahrungen, Erkenntnisse und Empfehlungen aus dem Product Carbon Footprint Pilotprojekt Deutschland. 2009.
<http://www.oeko.de/oekodoc/883/2009-007-de.pdf>
- Thomassen et al. 2008 Thomassen, M. A.; Dalgaard, R.; Heijungs, R.; de Boer, I.; Attributional and consequential LCA of milk production. Int. J LCA 339-349, 2008.
- Thrane 2006 Thrane, M.; LCA of Danish Fish Products, New methods and insights, Int. J LCA 11 (1) 66-74, Denmark 2006.
- Walg 2009 Walg, S.; CO₂-Fußabdruck in der Weinwirtschaft, Hintergrundwissen und exemplarische Ermittlung, Fachartikel in „Der Winzer“, Österreichischer Weinbauverband, 2009.
- Walkers 2008 The Carbon Trust; Working with PepsiCo and Walkers – Product carbon footprinting in practice, United Kingdom 2008.
- Wiegmann 2001 Wiegmann, K.; Unser täglich Brot unter der Lupe, zweite Auflage Öko-Institut e.V., Darmstadt 2001.
- Wiegmann et al. 2005 Wiegmann, K.; Eberle, U.; Fritsche, U.; Hünecke, K.; Umweltauswirkungen von Ernährung – Stoffstromanalysen und Szenarien. Diskussionspapier Nr. 7. Öko-Institut e.V., 2005.
http://www.ernaehrungswende.de/fr_ver.html
- Williams et al. 2006 Williams, A.G.; Audsley, E.; Sandars, D.L.; Determining the environmental burdens and resource use in the production of agricultural and horticultural commodities, Main Report Defra Research Project ISO 205, Bedford: Cranfield University and Defra, 2006.
- Woitowitz 2007 Woitowitz, A.; Auswirkung einer Einschränkung des Verzehrs von Lebensmitteln tierischer Herkunft auf ausgewählte Nachhaltigkeitsindikatoren – dargestellt am Beispiel konventioneller und ökologischer Wirtschaftsweise, Dissertation der Technischen Universität München 2007.
- Ziegler et al. 2003 Ziegler, F.; Nilsson, P.; Mattsson, B.; Walther, Y; Life Cycle Assessment of Frozen Cod Fillets Including Fishery-Specific Environmental Impacts, Int. J LCA 8 (1) 39-47, Sweden 2003.
- ZZU 2009 Zurück zum Ursprung; CO₂ und Klimaschutz, Der CO₂ Fußabdruck: Wieviel CO₂ entsteht durch ihr Lebensmittel,
<http://www.zurueckzumursprung.at/CO2-und-klimaschutz/?nofilm=1>, abgerufen am 23.10.2009.

10 Anhang

Tabelle 44 Vorläufige Übersicht der Hot-Spots in den Wertschöpfungsketten [%] von Lebensmitteln auf Basis der aus den Studien direkt zu entnehmenden Angaben. Zu berücksichtigen ist, dass nicht in allen Bilanzierungen alle relevanten Wertschöpfungskettenabschnitte berücksichtigt wurden, d.h. die Studien müssen im Einzelnen detaillierter betrachtet werden, um die Aussagekraft der „Hot-Spots“ erläutern zu können.

	Hot-Spots in der Wertschöpfungskette (in %)				
	Landwirtschaft	Verpackung	Verbraucher	Industrielle Weiterverarbeitung	Distribution
Milchprodukte					
Käse	88,2-94,4				
Joghurt	31,4-76				
Milch	66,4-88,4				
Butter	66,5-71,4				
Fleisch					
Schwein	62,3-86				
Lamm	97,2-98,7				
Rind	94,9-97,9				
Gemüse					
Blattgemüse					29,3-55,2
Fruchtgemüse				24,6-89,2	
Kohl Gemüse	54,6-64,2				
Wurzelgemüse			41-93		
Obst					
Erdbeeren		28,8-48			
Backwaren					
Brot				21-58,4	
Brötchen				43,4-63	
Baguette				39,2-56,7	
Fisch					
Kabeljau (Fang)	88,5				
Lachs (Aqua-kultur)	62,1-96,1				
Fischstäbchen (Kabeljau/Fang)	79,8				
Hering (Fang)				20,2	
Garnelen (Aqua-kultur)	0,9-92,7				
Afrikanischer Wels (Kreislaufanlagen produktion)	82,7				
Nilbarsch (Fang/TK-Ware/Schiffs-transport)	50,2				
Nilbarsch (Fang/Frischware /Flugtransport)					58,0

	Hot-Spots in der Wertschöpfungskette (in %)				
	Landwirtschaft	Verpackung	Verbraucher	Industrielle Weiterverarbeitung	Distribution
Convenience-Produkte					
Fertiggerichte	36,4-57,4				
Karotten TK				49,4	
Karotten Konserve		68,7			
Kartoffeln geschält			26,3		
Babynahrung		50,3			
Getränke					
Kaltgetränke				21,7-94,6	
Heißgetränke	55,7				
Alkoholische Getränke		40,8			
Sonstiges					
Chips	42,7				
Ketchup		38,7			
Eier	61,8				
Zucker	48,8				
Kakaopulver	95,2				

Landesamt für Natur, Umwelt
und Verbraucherschutz
Nordrhein-Westfalen
Leibnizstraße 10
45659 Recklinghausen
Telefon 02361 305-0
poststelle@lanuv.nrw.de

www.lanuv.nrw.de

