

CO₂-Fußabdruck

BIOLAND

Junge Brechbohnen, Junge Erbsen, Karotten und Sommergemüse



FRoSTA

Bremerhaven

15. Oktober 2010

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort.....	3
2	Zusammenfassung.....	4
3	Ziele und Umfang der Fallstudie	4
3.1	Ziele der Fallstudie	4
3.2	Definition der funktionellen Einheit (FE).....	5
3.3	Untersuchte Systeme und Systemgrenzen.....	5
3.4	Anforderungen an die Datenqualität	6
3.5	Methoden und kritische Prüfung	7
3.6	Allokationsverfahren	8
3.7	Einschränkungen.....	8
4	Modellierung	8
5	Ergebnisse.....	10
5.1	Klimawirksame Emissionen.....	10
5.2	Ergebnisse der CO ₂ e-Emissionen in der Rohwarenerzeugung.....	11
5.3	Abschätzung der Bedeutung weiterer Wirkungskategorien.....	12
6	Sensitivitätsanalyse	12
7	Interpretation der Ergebnisse.....	13
8	Identifikation von PCF Reduktionsmöglichkeiten.....	14
9	Abkürzungsverzeichnis	15

Autor:
Dipl. Ing. Urban Buschmann
FRoSTA AG
Am Lunedeich 116
27572 Bremerhaven

1 Vorwort

Die FRoSTA AG wird 1905 als „Hochseefischerei Nordstern AG“, mit dem Kerngeschäft der Fernfischerei, gegründet. In der Zwischenzeit umfasst das Produktportfolio des Konzerns tiefgefrorene Fischprodukte, Fertiggerichte, Gemüseprodukte und Backwaren. FRoSTA produziert an drei Standorten in Deutschland und einem in Polen mit insgesamt 1.600 Mitarbeitern.

Seit dem Jahr 2003 gilt für alle Produkte der Marke FRoSTA das FRoSTA Reinheitsgebot, das den Zusatz von Aromen, Farbstoffen, Geschmacksverstärkern sowie den Einsatz von Stabilisatoren, Emulgatoren und gehärteten Fetten verbietet. Stattdessen werden nur weitgehend naturbelassene Zutaten verwendet. FRoSTA produziert im Vertragsanbau verschiedene Gemüsesorten nach den Prinzipien des integrierten Pflanzenbaus wie auch des ökologischen Landbaus.

Um auf dem Gebiet des Umweltschutzes eine fundierte Handlungsbasis zu bekommen, arbeitete FRoSTA seit 2007 ein System zur internen Berechnung der CO₂-Fußabdrücke (PCF) der eigenen Produkte aus. 2009 veröffentlichte FRoSTA die beiden ersten PCF's für die Produkte Gulaschpfanne und Tagliatelle Wildlachs. Diese Berechnungen wurden als Fallbeispiele im PCF Pilotprojekt Deutschland durchgeführt. Hierbei schloss sich FRoSTA mit neun weiteren Unternehmen zusammen, um gemeinsam mit den Projektträgern WWF, Öko-Institut, Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) und THEMA1 als auch der Universität Bremen, Erfahrung mit der Methodik der Berechnung von PCF's zu sammeln. Basis für die Arbeiten waren die internationalen Normen für Ökobilanzen (ISO 14040 und 14044), die den wesentlichen methodischen Rahmen für die Ermittlung der Product Carbon Footprints bildet. Als weitere wichtige Grundlage diente die britische Subnorm PAS 2050¹ sowie die Dialogprozesse der ISO zur Entwicklung der ISO 14067 und des WBCSD/WRI² wie auch das Memorandum Product Carbon Footprint³.

Auf dieser methodischen Basis wurden auch die PCF-Berechnungen weiterer Produkte durchgeführt. Die Berechnungen wurden durch ein externes Critical Review begleitet. FRoSTA plant, die PCF-Berechnungen der eigenen Produkte in regelmäßigen Abständen (2-jährlich) zu aktualisieren.

Der vorliegende Bericht stellt die Ergebnisse der Berechnungen des CO₂-Fußabdrücke der FRoSTA Bioland Produkte Junge Bohnen, Erbsen, Karotten und Sommergemüse erstmalig vor.

Bremerhaven 15. Oktober 2010

¹ PAS (2008). <http://shop.bsigroup.com/en/Browse-by-Sector/Energy--Utilities/PAS-2050/>; Stand 30.05.10

² World Resources Institute (WRI): U.S. ansässige NGO's und World Business Council for Sustainable Development; WBCSD: in Genf ansässiger Zusammenschluss von ca. 200 internationalen Unternehmen.

³ GRIEBHAMMER R., HOCHFELD Chr. (2009). Memorandum Product Carbon Footprint, Positionen zur Erfassung und Kommunikation des Product Carbon Footprint für die internationale Standardisierung und Harmonisierung, Öko-Institut, UBA, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.

2 Zusammenfassung

Im Rahmen dieses Projektes werden vier Tiefkühlprodukte der Marke FRoSTA untersucht: Junge Brechbohnen, Junge Erbsen, Karotten und Sommergemüse. Die Produkte werden nach den Prinzipien des ökologischen Landbaus hergestellt und zu 500 g abgepackt.

Die Bilanzierungsgrenzen umfassen die Rohstoffproduktion (z.B. Gemüseanbau und Verarbeitung, Transporte, Lagerung) sowie die Distribution der Fertigware bis zum Handel. Auch die Nutzungsphase beim Verbraucher (Einkaufsfahrt, Zubereitung, Abwaschen) und die Abfallentsorgung werden berücksichtigt. Als funktionelle Einheit (FE) wird das zubereitete FRoSTA-Produkt von 500 g definiert⁴.

Die Produkte verursachen folgende CO₂e-Emissionen pro funktionelle Einheit (FE):

- Junge Brechbohnen	860 g CO ₂ e / FE
- Junge Erbsen	900 g CO ₂ e / FE
- Karotten	780 g CO ₂ e / FE
- Sommergemüse	840 g CO ₂ e / FE

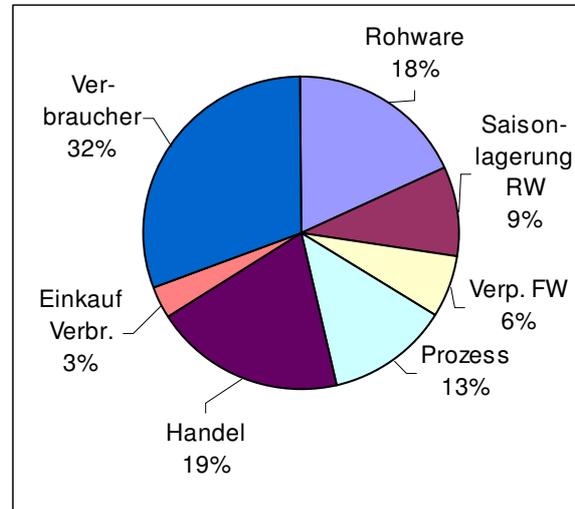


Abb. 1 Durchschnittliche Aufteilung der CO₂e-Emissionen des Bioland Produkte

Der Product Carbon Footprint (PCF) dieser Produkte wird zu ca. 27 % durch die Rohstoffe (inkl. Saisonvorlagerung) verursacht. Der Anteil der Verarbeitung bei FRoSTA beträgt ca. 13 %. Der Einkauf und die Nutzung des Produktes durch den Verbraucher machen zusammen 36 % des PCFs aus.

3 Ziele und Umfang der Fallstudie

3.1 Ziele der Fallstudie

Ziel der Untersuchung ist die Ermittlung der Treibhausgas- und weiterer Emissionen⁵, die durch die Erzeugung der Rohwaren, die Verarbeitung und Herstellung inklusiver aller Transporte und Verpackungsmaterialien, die Zubereitung und Verpackungsentsorgung der vier Tiefkühl-Gemüseprodukte Junge Brechbohnen, Junge Erbsen, Karotten und Sommergemüse entstehen.

Mit diesem Hintergrundwissen wird ein CO₂e-Reduktionsprogramm ausgearbeitet.

Es ist vorgesehen, die Ergebnisse sowie den Bericht auf der FRoSTA-Homepage zu veröffentlichen.

⁴ Das Zubereitungswasser wird ebenfalls betrachtet.

⁵ Siehe Kap. 3.5

3.2 Definition der funktionellen Einheit (FE)

Die deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) veröffentlichte 1998 erstmalig die Kampagne zu „5-a-day“⁶. Diese Kampagne basiert auf einer vollwertigen und gesunden Ernährung. Hierbei sollen pro Tag ca. 400 g Gemüse und 250 g Obst verzehrt werden. Wissenschaftliche Studien bewiesen bei dieser Ernährung ein deutlich geringeres Risiko an Erkrankungen. Das Gemüseprodukt der Marke FRoSTA lehnt damit direkt an die Empfehlungen der DGE an.

Mit der Zubereitung eines der Gemüseprodukte deckt sich also bereits der Bedarf eines ganzen Tages und senkt zudem das Risiko von ernährungsbedingten Erkrankungen.

Als funktionelle Einheit (FE) wird eine 500 g Packung des zubereiteten FRoSTA Gemüses definiert.

3.3 Untersuchte Systeme und Systemgrenzen

Erfasst werden in der Produktklimabilanz alle Treibhausgasemissionen, die entlang des Produktlebenszyklus anfallen: vom Anbau der Rohwaren, der Verarbeitung und Verpackung, dem Verkauf im Handel, der Zubereitung zu Hause über den Verzehr bis hin zur Entsorgung der Verpackungen.

Die folgende Abbildung illustriert die Systemgrenzen (Abb. 2).

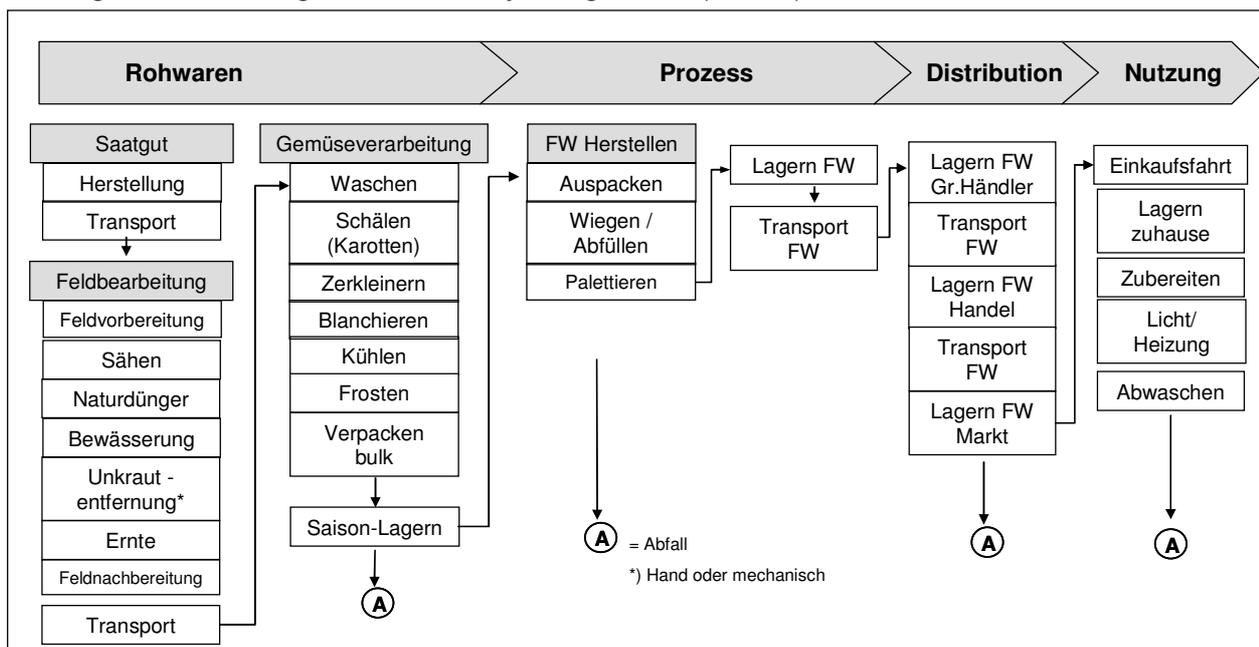


Abb. 2 Systemgrenzen der Untersuchung der FRoSTA-Produkte

Innerhalb der Systemgrenzen liegen:

- Rohwaren: Rohwarenerzeugung und deren Verpackung, inkl. Herstellung der Verpackung und Transport, inkl. Vorketten, bis FRoSTA .
- Saisonlagerung: Lagerung der Gemüserohwaren bedingt durch den festgelegten Erntezeitraum bei Freilandanbau.
- Verpackung Fertigware: Herstellung der Verpackung und Anlieferung zu FRoSTA.

⁶ DGE (2010). Deutsche Gesellschaft für Ernährung. <http://www.dge.de/modules.php?name=News&file=article&sid=33>. Stand:15.10.2010

- Prozess: Fabrikvorlagerung der Rohwaren und Packstoffe, Energieverbrauch, Verbrauch an Hilfs- und Betriebsstoffen (Schmierstoffe, Reinigungsmittel, etc.), Wasserverbrauch sowie allgemeine Energiequellen (Warmwasser, Druckluft, Dampf, Reisen der Mitarbeiter⁷, Papierverbrauch, etc.), die anteilmäßig auf eine Tonne des FROSTA-Fertigproduktes aufgeteilt werden. Weiterhin wird hier die Lagerung des Fertigproduktes und sein Transport bis zum Handelspartner betrachtet.
- Distribution: Transporte und Lagerung des Fertigproduktes im Zwischenhandel und Einzelhandel.
- Einkaufsfahrt: Fahrt des Verbrauchers mit dem Pkw zum Einkaufen.
- Nutzungsphase: Alle Tätigkeiten des Verbrauchers (Lagerung des Tiefkühlprodukts im Haushalt, Energieverbrauch für die Zubereitung sowie das Reinigen der Pfanne und des Essgeschirrs).
- Entsorgung: Alle Stufen der Abfallbeseitigung (bei FROSTA, im Handel und beim Verbraucher).

Nicht betrachtet werden Emissionen, die durch die Herstellung sowie Entsorgung von Maschinen und Gebäuden entlang des Lebensweges der Roh- und Packstoffe sowie Fertigware entstehen. Lediglich das CO₂-Äquivalent für Strom enthält einen anteilmäßigen Wert für Emissionen, die durch den Aufbau der entsprechenden Infrastruktur entstehen.

3.4 Anforderungen an die Datenqualität

Die Anforderungen an die Datenqualität sind in der FROSTA-Datendokumentation⁸ festgelegt und ihre Einhaltung wird sehr genau überprüft. Grundsatz ist, dass für alle FROSTA-Produktionsprozesse Primärdaten aufgenommen werden. Bei Rohwaren, die aufgrund ihrer spezifisch hohen Treibhausgasemissionen einen relevanten Anteil am Endergebnis haben, wird ebenfalls versucht, Primärdaten zu erhalten. Im Falle der Gemüseprodukte sind dies Erbsen, Bohnen und Karotten.

Die verwendeten Daten sollen jeweils so aktuell wie möglich sein. Die Rezepturen und die Zusammenstellung der Verpackung werden aus dem SAP-Warenwirtschaftssystem entnommen. Die CO₂e-Faktoren für die einzelnen Energieträger, Lagerung, Transporte, Recycling, etc. werden in einer zentralen Datenbank⁹ verwaltet. Des Weiteren wird, wo immer Daten verfügbar sind, der spezifische geographische Bezug berücksichtigt. Der technologische Bezug entspricht der bei FROSTA oder bei den Lieferanten angewandten Technik.

⁷ Fahrten der Mitarbeiter zur Arbeit werden nicht betrachtet.

⁸ BUSCHMANN U. (2010). www.frosta.de, PCF-FROSTA-Datendokumentation.pdf (Verfügbarkeit nach Anfrage)

⁹ Die Datenbank dient u.a. der Sicherstellung der Datenqualität und der Vermeidung von Redundanzen.

3.5 Methoden und kritische Prüfung

Die Bilanzierung erfolgt nach den Regeln der ISO 14040/44 für Produktökobilanzen sowie den im Rahmen des PCF-Pilot-Vorhabens¹⁰ und im Memorandum Product Carbon Footprint¹¹ festgelegten Regeln für Produktklimabilanzen (modifiziert nach PAS 2050¹²).

In Übereinstimmung mit dem Ziel und Untersuchungsrahmen wird hier vor allem die Wirkungskategorie Treibhauseffekt untersucht. Dies wird durch den Indikator Treibhauspotenzial beschrieben. Das Treibhauspotenzial drückt den Beitrag der anthropogenen Emissionen zum Treibhauseffekt aus. Hierfür werden die erfassten Treibhausgase hinsichtlich ihres spezifischen Treibhauspotenzials in Relation zu Kohlendioxid mit Hilfe sog. Charakterisierungsfaktoren¹³ berücksichtigt und die einzelnen Beiträge zum Gesamtreibhauspotenzial aggregiert. Das Treibhauspotenzial wird in Form von CO₂-Äquivalenten angegeben. In der vorliegenden Produktklimabilanz wird das Treibhauspotenzial für einen Zeithorizont von 100 Jahren betrachtet.

In einigen der verwendeten Daten war die Wirkungsabschätzung bereits integriert. Dies ist in der Datendokumentation ausgewiesen.

Zusätzlich zur Wirkungskategorie Treibhauspotenzial werden in dieser Arbeit auch andere Wirkungskategorien dargestellt. Für diese Wirkungskategorien wird jedoch keine vollständige Ökobilanz nach ISO 14040/44 durchgeführt, denn die Wirkungsabschätzung wird für diese Wirkungskategorien aus den Datensätzen der genutzten Datenbank ecoinvent übernommen. Ecoinvent verwendet zur Wirkungsabschätzung die CML-Methode¹⁴. Die Auswahl der für diese ökobilanzielle Betrachtung ausgewählten Wirkungskategorien erfolgt nach den zu erwartenden Umweltwirkungen aus der Lebensmittelproduktion, zu erwartenden Anforderungen, die in der ISO 14067 an den Einbezug weiterer Umweltwirkungen gestellt werden¹⁵, und weiteren Quellen¹⁶. Ferner wird auch die Randordnung (A-E) der Wirkungskategorien des Umweltbundesamtes¹⁷ in Bezug auf die ökologische Gefährdung herangezogen. Vor diesem Hintergrund werden folgende Wirkungskategorien betrachtet: Eutrophierung, Ozonabbau und Versauerung. Darüber hinaus werden der Land- und der Wasserverbrauch, die beide für eine hohe Relevanz für landwirtschaftliche Prozesse aufweisen, aufgeführt.

Es wurde eine kritische Prüfung der angewandten Methoden und der Datenqualität vorgenommen. Hierzu hat *corsus – corporate sustainability*¹⁸ die Datenqualität, die methodischen Festlegungen, die Ergebnisse und Schlussfolgerungen sowie auch die Empfehlungen der vorliegenden Fallstudie überprüft.

¹⁰ PCF (2009). . PCF Pilotprojekt Deutschland www.pcf-projekt.de. Stand 18.01.2009

¹¹ GRIEBHAMMER R., HOCHFELD Chr. (2009). Memorandum Product Carbon Footprint, Positionen zur Erfassung und Kommunikation des Product Carbon Footprint für die internationale Standardisierung und Harmonisierung, Öko-Institut, UBA, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.

¹² PAS (2008). Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services, PAS 2050:2008, ICS code: 13.020.40. Stand 30.05.2010

¹³ IPCC (2007). Die Charakterisierungsfaktoren stammen aus dem „Assessment Report“ des IPCC aus dem Jahr 2007. http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_wg1_report_the_physical_science_basis.htm, Stand 2010

¹⁴ CML (2001). Methode die am Centrum voor Milieukunde Leiden (Niederlande) von Heijungs, Guinée et al. speziell für Ökobilanzierungen entwickelt wurde. <http://cml.leiden.edu/research/industrialecology/researchprojects/finished/new-dutch-lca-guide.html>, Stand 15.10.2010

¹⁵ HOCHFELD CHR. (2010). Telefonkonferenz mit den Teilnehmern des PCF-Pilotprojektes Deutschland zum Thema: Inhalte des ersten nicht veröffentlichten Entwurfs der ISO 14067.

¹⁶ SONNEMANN G., CHAVASSUS S. (2010). ANFOR Frankreich, M.Nowak, DEFRA UK, 4. PCF World Forum Berlin 20-21.10.2010

¹⁷ UBA (1999). <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3619.pdf>. Stand 15.10.2010

¹⁸ www.corsus.de

3.6 Allokationsverfahren

In dem hier untersuchten Fall wurde ausschließlich eine mengenmäßige Allokation gewählt. Beim verwendeten Wirtschaftsdünger wird keine Allokation vorgenommen, da die entsprechende Datenlage nicht verfügbar ist. Aufgrund des stattfindenden Open-Loop-Recyclings¹⁹ bei Packstoffen wurde für die Allokation ein 50/50-Ansatz²⁰ gewählt. Für die Verbrennung von Abfällen wird hingegen eine 100 % Zuordnung zu FRoSTA vorgenommen.²¹

Die Zuordnung der anteiligen Emissionen bei den Transporten und der Lagerung wird unter Berücksichtigung des Palettengewichtes²² vorgenommen.

Die Emissionen der Verwaltung/Dienstreisen aber auch der Einsatz an Betriebshilfsmitteln werden auf der Ebene des Werkes ermittelt und anschließend den Produkten anteilig entsprechend der produzierten Menge zugeordnet.

3.7 Einschränkungen

Die Biolandprodukte von FRoSTA gehören zu den ersten Gemüseprodukten, hergestellt nach den Prinzipien des ökologischen Landbaus, für die der CO₂-Footprint ermittelt wurde. Aus diesem Grund gelten die Aussagen nur für die untersuchten Produkte und es können daraus keine allgemeinen Aussagen zu Tiefkühlgemüse insgesamt abgeleitet werden. Diese Einschränkungen gelten auch hinsichtlich der anderen betrachteten Umweltauswirkungen.

4 Modellierung

Die zu untersuchenden BIO-Produkte Junge Brechbohnen, Junge Erbsen und Karotten bestehen nur aus dem jeweiligen Gemüse. Das Bio-Sommergemüse besteht aus Karotten, Blumenkohl, Erbsen und Bohnen.

Die verwendeten Gemüse Bohnen, Erbsen, Karotten und Blumenkohl werden im eigenen Vertragsanbau im Freiland nach den Prinzipien des organisch-biologischen Landbaus²³ in Deutschland angebaut und in FRoSTA-Fabriken verarbeitet.

Beim FRoSTA Ökologischen Landbau wird die Stickstoffbelieferung zum einen über mehrjährige Pflanzen, s.g. Humusmehrer (z.B. Luzerne, Rotklee, etc), sichergestellt. In Betrieben mit Viehhaltung wird die geerntete Masse verfüttert und der Viehmist wiederum auf die Felder verteilt (besonders wichtig bei N-bedürftigen Kulturen wie Blumenkohl). Zum anderen wird eine entsprechende Fruchtfolge befolgt und auch Kulturen angebaut, deren Biomasse auf dem Feld gemulcht und eingearbeitet wird (Gründüngung).

Die Unkrautvernichtung erfolgt ausschließlich durch die Ausnutzung entsprechender Fruchtfolgen und unter Einsatz mechanischer- oder Hand-Arbeiten. Beim ökologischen Landbau kommt es ganz besonders darauf an, dass durch entsprechende Vorfrucht und sonstige Behandlung der Gesundheitszustand der Pflanzen gestärkt und dadurch ein gewisser Ertrag sicher gestellt wird.

¹⁹ Einsatz von Stoffen und Produkten in neue Produktionsprozesse und deren Umwandlung in andere, neue Werkstoffe resp. Produkte

²⁰ Die CO₂e-Gutschrift wird zu jeweils 50 % zwischen FRoSTA und dem Verpackungshersteller aufgeteilt

²¹ PCF (2009). Vereinbarung aus dem PCF-Pilotprojekt Deutschland, 2008

²² Hierbei wird das benötigte Palettenvolumen als Leitgröße betrachtet

²³ BIOLAND (2010). Bioland Anforderungen u.a.: Fruchtfolgen zur Bodenbelebung und Schädlingsunterdrückung, Anbau von Stickstoff fixierenden Pflanzen zur Vermeidung vom mineralischen Dünger, restriktive Handhabung der organischen Handelsdüngern, Gülle oder Jauche aus konventioneller Tierhaltung oder Gärreste aus Biogasanlagen sind nicht zulässig. <http://www.bioland.de/bioland/richtlinien.html>. Stand 10.10.2010

Im Umfang der Untersuchung wird auch die Feldnachbearbeitung nach der Ernte betrachtet, da dadurch die Einarbeitung der Ernterückstände in den Boden möglichst unter Erreichung der maximalen N-Gewinne und zwecks Unkrautunterdrückung von Bedeutung sind.

Der Humusgehalt im Boden wird beim FRoSTA Vertragsanbau regelmäßig bestimmt (siehe auch Forderung des Cross Compliance²⁴). Allgemein ist die FRoSTA landwirtschaftliche Produktion Global GAP²⁵ zertifiziert.

Bei der Berechnung des Dieserverbrauchs bei der Feldbearbeitung werden folgende Werte auf Basis eines Traktors²⁶ herangezogen: Schwere Arbeit: 83 KW mit ca. 20 l/h, mittelschwere Arbeit: 67 KW mit ca. 15 l/h, leichte Arbeit: 67 KW mit ca. 5 l/h. Die Feldgröße wird als 5-ha-Schlag betrachtet. Bei der Bewässerung der Bohnen und Karotten wird eine Beregnung von 3-5 mal zu je 20 mm angenommen und ein Energieaufwand von 0,04 kWh/m³ Wasser (nach KTBL) berücksichtigt. Es wird nur der Aufwand für eine Vegetationsperiode betrachtet und der anteilmäßige Aufwand für die Vorfrucht bzw. Fruchtfolge aus Gründen der mangelnden Datenverfügbarkeit weggelassen²⁷.

Bei der Betrachtung der Umweltauswirkungen aus dem Stickstoff im Boden werden folgende Emissionen²⁸ betrachtet: Ammoniak (NH₃), Stickoxide (NO_x als NO₂), Nitrat (NO₃⁻) und Lachgas (N₂O, 1,25 %²⁹ des verfügbaren Stickstoffs entweicht in die Luft).³⁰

Die Emissionen, die aus dem durch Leguminosen bzw. aus der Vorfrucht gebundenen Stickstoff resultieren, werden in dieser Arbeit berücksichtigt. Dabei wird die Menge an Stickstoff angenommen, die auf Basis der erzeugten Biomasse ermittelt wird und um einen weiteren Faktor erweitert, um die Verluste der o.g. Gase (NH₃, N₂O, etc.) zu kompensieren³¹.

Auf der Stufe der Verarbeitung des Gemüses nach der Ernte werden auch die Umweltauswirkungen aus der Abwasserreinigung miteinbezogen.

Die eigen produzierten Rohwaren werden in Großgebinden (ca. 800 kg) verpackt. Blumenkohl wird dagegen in Säcken (20 kg) auf Paletten angeliefert. Als Transportmittel wird Lkw eingesetzt.

OPP/PE-Beutel dienen als Verpackung für die Fertigware, die als Verkaufseinheiten in Kartons verpackt werden.

Bei dem Transport des Fertigproduktes in den Handel werden Durchschnittsentfernungen von 420 km ausgehend vom Werk Lommatzsch angenommen. Die Entfernung vom Zentrallager des Handels bis zu den Märkten wird mit 100 km berücksichtigt. Die Berechnung des Energieaufwandes für das Lagern im Lebensmitteleinzelhandel wird auf Basis von Durchschnittsmodellen von Tiefkühlmöbeln, unter Berücksichtigung des allgemeinen Stromverbrauchs (z.B. für Beleuchtung) und der Energie zur Marktbeheizung, vorgenommen.

²⁴ CROSS COMPLIANCE (2010). EU Regelungen zur Erhaltung landwirtschaftlicher Flächen in "gutem landwirtschaftlichem und ökologischem Zustand" (kurz GLÖZ). Darunter fallen verbindliche Standards, mit denen unter anderem die Bodenerosion reduziert, der Humusgehalt des Bodens erhalten, die Instandhaltung von Flächen (auch bei Stilllegung) gewährleistet und Gewässer geschützt werden sollen. Dieses wird auf Länderebene überwacht. <http://www.bmelv.de/SharedDocs/Standardartikel/Landwirtschaft/Foerderung/Direktzahlungen/Cross-Compliance.html>. Stand 10.10.2010

²⁵ GLOBALGAP (2010). Eine privatwirtschaftliche Organisation, die weltweit freiwillige Standards zur Zertifizierung von landwirtschaftlichen (inklusive Aquakulturen) Produkten setzt. http://www.globalgap.org/cms/front_content.php?idcat=9, Stand 8.10.2010

²⁶ KTBL (2010). Datenblattsammlung, <http://www.ktbl.de/>. Stand 10.10.2010

²⁷ Dieses Vorgehen wurde im Laufe des PCF-Pilotprojektes bei untersuchten Früchten angewandt.

²⁸ Aus dieser Liste hat nur das Lachgas ein klimaschädigendes Potenzial. Die anderen Emissionen dienen zur Berechnung anderer Umweltwirkungen (Eutrophierung, Versauerung, etc.)

²⁹ IPCC (2007). Stand 2010

³⁰ KLÖPFER W., RENNER I. et al. (1999): Life Cycle Assessment gentechnisch veränderter Produkte als Basis für eine umfassende Beurteilung möglicherer Umweltauswirkungen, UBA, Wien

³¹ Hierdurch wird ein geschlossener N-Kreislauf angenommen. Der kalkulierte N kommt aus dem Aufwuchs (durch die Pflanzen aufgenommene Stickstoff) und dem N aus Naturdünger.

Die Tiefkühlagerzeiten der Produkte bei FRoSTA werden aus den Primärdaten der eigenen Logistik und die Verweilzeit im Handel aus den Angaben des FRoSTA Trademarketings entnommen. Die durchschnittlichen Lagerzeiten beim Verbraucher von 30 Tagen werden mit Unterstützung der Daten aus der Reklamationsstatistik ermittelt.

Die Kühlmittelverluste werden über die gesamte Kette (Herstellung, LEH, Verbraucher) berücksichtigt.

Für die Einkaufsfahrt werden eine Durchschnittsentfernung von 5 km und ein Gesamteinkauf von 20 kg angenommen. In der Nutzungsphase wird der Energieaufwand für die Zubereitung sowie das Geschirrspülen, inkl. der Spülmittel und des Wasserverbrauchs, betrachtet.

Bei der Berechnung des Recyclings werden die Energie zur Herstellung des Stoffes, die Recyclingquote für Deutschland sowie die eingesetzte Energie für den Transport und das Recycling berücksichtigt. Die Verrechnung der Gutschriften erfolgt auf den entsprechenden Stufen der Produktherstellung, Logistik und bei dem Verbraucher.

Weitere Details zur Datenmodellierung sind in der Datendokumentation³² beschrieben.

5 Ergebnisse

5.1 Klimawirksame Emissionen

Die Ergebnisse werden in der folgenden Tabelle und Abbildung dargestellt. Die vier Produkte variieren ausschließlich in Bezug auf die Erzeugung der Rohware sowie die Nutzung beim Endkonsumenten, die Saisonvorlagerung, Verpackung, Verarbeitungsprozesse bei FRoSTA, Distribution/Handel, Einkaufsfahrt und Entsorgung sind für alle betrachteten Produkte gleich. In Tab.1 werden daher die produktspezifischen Werte für Rohware und Verbraucher, der aggregierte Wert für die restlichen Prozessstufen sowie das Gesamtergebnis dargestellt.

Tab. 1 Spezifische Emissionen der FRoSTA Bioland Produkte (in g CO₂e / FE)

	Rohware	Verbraucher	Sonstige	Gesamt (netto)
Junge Brechbohnen	170	270	420	860
Junge Erbsen	210	270	420	900
Karotten	100	260	420	780
Sommergemüse	150	270	420	840

Da CO₂e-Emissionen für die Werte für Saisonlagerung, Verpackung, Handel, Einkauf und Entsorgung für alle vier Produkte gleich sind, werden sie in der Abb.3 für alle Produkte dargestellt. Die Angaben für Rohware und Verbraucher stellen die Mittelwerte aus allen vier Produkten dar.

³² BUSCHMANN U. (2010). www.frosta.de, PCF-FRoSTA-Dokumentation.pdf (Verfügbarkeit nach Anfrage)

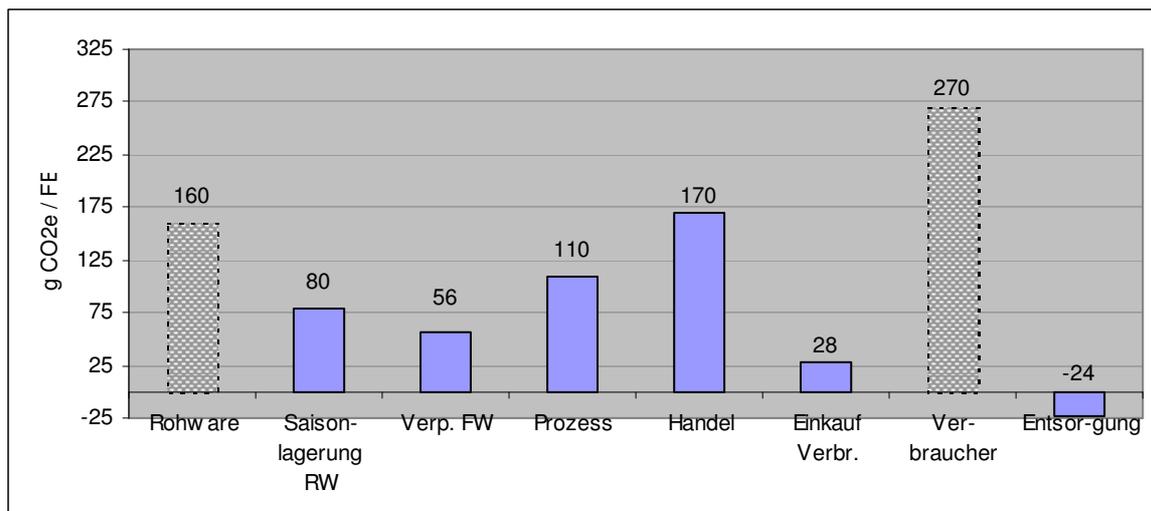


Abb. 3 Darstellung der Gesamtergebnisse der Bioland Produkte (Rohware und Verbraucher nur Mittelwerte)

Die vorliegende Berechnung der FRoSTA Biolandprodukte zeigt, dass die Rohwaren, inklusive deren Vorlagerung und die Verpackung der Fertigwaren, im Durchschnitt der untersuchten Produkte mit 33 % einen etwa ähnlichen Anteil am CO₂-Fußabdruck ausmachen, wie der Verbraucher mit dem Einkauf, Lagerung, Zubereitung und Abwasch des Geschirrs (ca. 35 %).

Der Anteil des Herstellungsprozesses beträgt im Durchschnitt ca. 13 % und die Emissionen im Handel machen ca. 19 % aus.

Der Anteil der Entsorgung des Abfalls über alle Stufen des Lebenszyklus des Produktes an dem gesamten CO₂-Fußabdruck beträgt ca. 3 %.

5.2 Ergebnisse der CO₂e-Emissionen in der Rohwarenerzeugung

Die in diesem Bericht betrachteten Bio-Gemüsesorten werden in der folgenden Tabelle im Einzelnen auf der Ebene der Landwirtschaft und der ersten Verarbeitung³³ zu Halbfabrikaten dargestellt. Die Werte in der folgenden Tabelle beinhalten keine Saisonlagerung und keine Verpackung, da diese auf der Ebene der FW kalkuliert werden.

Tab. 2 Emissionen der einzelnen Stufen der Herstellung der Bioland Gemüserohwaren (in kg CO₂e / kg)

	Brechbohnen	Erbsen	Karotten	Blumenkohl
Saatgut	0,008	0,011	0,005	0,007
N₂O-Emissionen ³⁴	0,104	0,111	0,022	0,101
Feldbearbeitung ³⁵	0,074	0,139	0,018	0,047
Prozess	0,120	0,119	0,118	0,122
Transporte ³⁶	0,005	0,010	0,008	0,007
Lagerung ³⁷	8,2E-06	8,2E-06	4,7E-06	8,2E-06
PCF (kg CO₂e / kg)	0,310	0,390	0,170	0,290

³³ Notwendige Verarbeitung, die dazu dient, dass die geerntete Rohware als Tiefkühlgemüse haltbar wird.

³⁴ Stickstoffemissionen aus dem Boden (N aufgenommen durch Knöllchenbakterien aus der Luft) und aus dem Naturdünger

³⁵ Feldbearbeitung inkl. der Beregnung bei den Bohnen und Karotten

³⁶ Transporte des Saatgutes, der Verpackung und ggf. des Naturdüngers

³⁷ Lagerung der Verpackung für die Zwischenlagerung der Rohwaren

5.3 Abschätzung der Bedeutung weiterer Wirkungskategorien

Um die Bedeutung der Umweltwirkungen außer CO₂e abzuschätzen werden die jeweiligen Emissionen pro FE durch die gesamte jährliche Umweltbelastung in Westeuropa (Normierungsfaktor³⁸) geteilt und dadurch ein Faktor gebildet, der den spezifischen Beitrag aus dem Produkt darstellt und die Bedeutung der betreffenden Emission einschätzen hilft³⁹.

Tab. 3 Bedeutung ausgewählter Kategorien zur Umweltbelastung der FRoSTA Bioland Produkte⁴⁰

	Klima- wandel	Versauerung	Eutrophie- rung	Stratosph. Ozonabbau	Land- verbrauch	Wasser- verbrauch
Junge Bohnen	1,79E-13	1,04E-13	1,06E-13	6,62E-16	4,06E-14	1,40E-09
Junge Erbsen	1,87E-13	1,15E-13	1,14E-13	7,85E-16	9,63E-14	3,42E-11
Karotten	1,62E-13	7,57E-14	3,66E-14	5,89E-16	1,06E-14	4,14E-10
Sommergemüse	1,74E-13	9,61E-14	8,00E-14	6,65E-16	5,10E-15	7,48E-13
Mittelwert	1,75E-13	9,77E-14	8,42E-14	6,75E-16	3,82E-14	4,61E-10

Aus der Tab. 3 (Zeile *Mittelwert*) wird ersichtlich, dass bei der Herstellung des Bio-Gemüses der Wasserverbrauch in der Landwirtschaft und die Klimaerwärmung die wichtigsten Faktoren sind.

6 Sensitivitätsanalyse

Die nachfolgenden Sensitivitätsbetrachtungen beziehen sich auf die Mittelwerte⁴¹ der gesamten Produktgruppe der Biolandprodukte. Der Null-Wert auf der Grafik entspricht dem Wert des Fußabdrucks des mittleren Produktes (siehe Abb.3). Dargestellt ist die Veränderung (in g CO₂e) bei den unterschiedlich betrachteten Sensitivitäten.

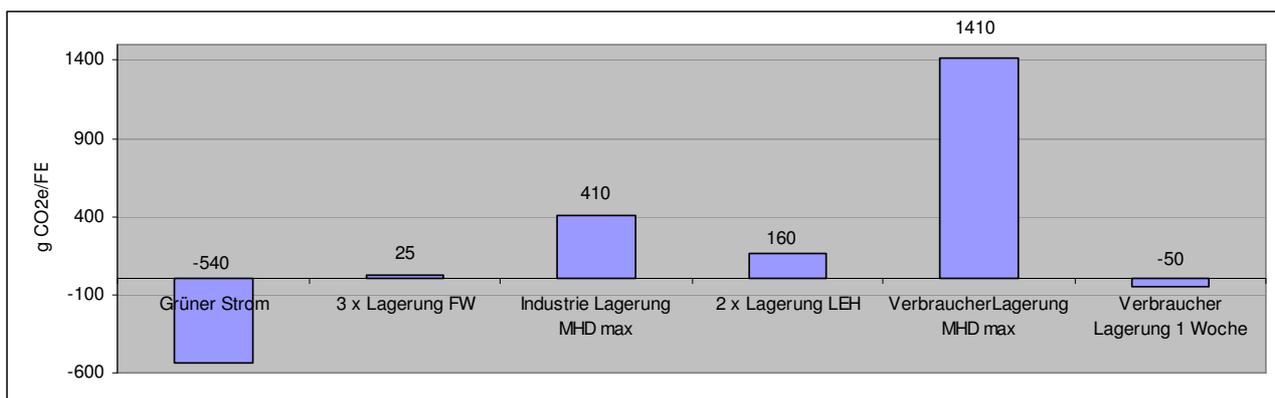


Abb. 4 Sensitivitätsdarstellung der Bioland Produkte (von Mittelwerten)

³⁸ Westeuropa 1995, nach Ecoinvent 2.0 (2010). Abweichende Quelle für Wasser: http://www.tlug-jena.de/euum/eu_vergleich/tabellen/09_was.pdf, nach Eurostat. Stand 15.10.2010. Die benutzten Normierungsfaktoren werden in der Dokumentation dargestellt.

³⁹ Allgemein ist es von Bedeutung, dass die ökologische Priorität nicht alleine anhand der Faktoren entschieden werden kann. Nach ISO 14044 soll auch eine Rangordnung der Wirkungskategorien vorgenommen werden, um auch u.a. gesellschaftliche Prioritäten zu berücksichtigen. Dieses wird aber im Umfang dieser Studie nicht vorgenommen.

⁴⁰ Dimensionslose Zahl. Die einzelnen Umweltkategorien werden mithilfe folgende Einheiten definiert: Klimawandel [CO₂e], Versauerung [SO₂e], Eutrophierung [PO₄e], Stratosphärischer Ozonabbau [CFC-11e], Landverbrauch [m² a], Wasserverbrauch [kg]

⁴¹ Siehe auch Abb.3

- Grüner Strom: Durch den Einsatz von Strom aus regenerativen Quellen⁴² ließe sich der CO₂e-Fußabdruck um ca. 64 % verringern. Angenommen wird hier, dass entlang des Produktlebensweges⁴³ grüner Strom bezogen würde.
- Lagerung im Kühlhaus: Eine Verdreifachung (von 10 auf 30 Tage) der Lagerzeit in den Industriekühlhäusern würde die CO₂e-Emissionen geringfügig um ca. 3 % erhöhen. Würde man die Lagerung an dieser Stelle bis zum Ende der Mindesthaltbarkeit (500 statt 10 Tage) durchführen, so würden die CO₂e-Emissionen um ca. 47 % steigen.
- Lagerung im Einzelhandel: Würde ein FRoSTA Produkt zweimal länger in der Tiefkühltruhe des Einzelhandels lagern, so würden die CO₂e-Emissionen um ca. 19 % zunehmen.
- Lagerung im Haushalt: Würde das Gericht entsprechend der maximalen Mindesthaltbarkeit im Haushalt gelagert (18 Monate statt 30 Tage), dann würde der CO₂e-Fußabdruck um ca. 160 % steigen. Würde das Gericht hingegen nur 1 Woche (statt 30 Tage) im Haushalt gelagert, so würden die CO₂e-Emissionen um ca. 7 % sinken.

Es ist zusätzlich darauf hinzuweisen, dass das Endergebnis auch von den genutzten Datenquellen für generische Daten (z.B. Ecoinvent, Gemis) abhängt, die teilweise Emissionen in unterschiedlicher Höhe für denselben Prozess aufweisen. Die hieraus resultierenden Unterschiede für die kalkulierten PCF wurden im Rahmen der vorliegenden Sensitivitätsanalyse nicht betrachtet.

7 Interpretation der Ergebnisse

Aus der Studie wird deutlich, dass die CO₂e-Emissionen der Produkte zu 1/3 von der Landwirtschaft und der Vorlagerung bestimmt werden. Eine ähnliche Emission entsteht durch das Handling des Produktes in der Phase des Endverbrauchers.

Der Einsatz von Grünem Strom ist für die Reduktion des CO₂-Fußabdrucks des Tiefkühlprodukts von Bedeutung, da u.a. die Erzeugung von Tiefkälte mit einem direkten Stromverbrauch verbunden ist. Dementsprechend könnte durch einen Einsatz von Grünem Strom eine ca. 64 %ige Absenkung des CO₂-Fußabdrucks erreicht werden (Umfang des Einsatzes des Grünen Stroms siehe Kap. 6).

Die Daten aus der Produktlogistik⁴⁴ belegen, dass der Lebenszyklus der FRoSTA Produkte im Durchschnitt ca. 50 Tage ab der Herstellung beträgt. Ein Blick in die Vergangenheit der Tiefkühllogistik⁴⁵ zeigt, dass noch vor 10 bis 15 Jahren die Verweilzeiten in der Tiefkühlkette deutlich länger waren. Die Verkürzung der Durchlaufzeiten aufgrund einer geringeren Lagerdauer bei Herstellern, Handel und Verbrauchern sowie die Verbesserung der Energieeffizienz der Kälteanlagen hat in den letzten Jahren zu einer deutlich verbesserten Energiebilanz vermutlich aller Tiefkühl-Produkte geführt. Hilfreich könnten hier repräsentative Untersuchungen zu den Verweilzeiten von Tiefkühlkost in den TK-Geräten bei den Konsument/innen sein, um eine abgesicherte Datenbasis zu erhalten.

⁴² LICHTBLICK (2010). CO₂e-Faktor für den Grünen Strom: 0,041 kg CO₂e/kWh. www.lichtblick.de. Stand 15.05.2010

⁴³ Berücksichtigung in folgenden Abschnitten des Lebenszyklussee: TK-Lagerung alle Stufen und FRoSTA-Prozess, TK Lagerung beim Handel und alle Strom verbrauchenden Tätigkeiten des Verbrauchers

⁴⁴ FRoSTA (2010). FRoSTA-eigene Daten

⁴⁵ TIMM, HERRMANN (1996). Tiefgefrorene Lebensmittel

Die Emissionen der N-enthaltenden Gase (NH_3 , N_2O , N_2 , NO_x) hängen beim ökologischen Landbau sehr stark von der Handhabung des organischen Düngers, z.B. Mist, zusammen. Insbesondere Ammoniak (NH_3) kann sich während der Hofdüngerlagerung oder beim Ausbringen aufs Feld sehr leicht verflüchtigen. Auch ist die Verfügbarkeit des Stickstoff als Ammonium (NH_4^+) und vor allem auch als Nitrat (NO_3^-) für die Pflanzen im Boden nicht immer dann gegeben, wenn die Pflanzen es benötigen. In Wintermonaten kann der organisch gebundene Stickstoff zu den erwähnten Verbindungen durch Bodenbakterien mineralisiert werden. Da die Pflanzen in dieser Zeit kein N aufnehmen, kann er unter Umständen aus dem Boden ausgewaschen werden. Durch sauerstoffarme Nitratreduktion kann Lachgas (N_2O) oder N_2 gebildet werden. Vor dem Hintergrund⁴⁶ der Vielfalt an Einflussmöglichkeiten (Niederschlag, Temperatur, etc.) können die aus diesen Stoffen hervorgehenden Umweltwirkungen nur auf Basis von Durchschnittswerten berechnet werden.

In der Tab.3 werden die Beiträge einige ausgewählter Kategorien zur Umweltbelastung aus dem ökologischen Anbau der untersuchten Gemüsesorten dargestellt. Nach Umweltbundesamt⁴⁷ wird die höchste ökologische Gefährdung⁴⁸ wie auch der Abstand zum Schutzziel⁴⁹ für die Wirkungskategorien Treibhauseffekt und Naturraumbeanspruchung jeweils die Einstufung A (Skala A-E) vergeben. In dieser Ausarbeitung ergibt die Normierung⁵⁰ der Bio-Produkte ebenfalls den Treibhauseffekt als eine wichtige Kategorie. Die Bedeutung des Wasserverbrauchs in der Welt ist sehr groß. Seit 1970 verringerte sich die pro Kopf Wasserverfügbarkeit um 40 %. Auch in Europa wird das Wasserproblem von der EU bereits diskutiert⁵¹. Da die untersuchten Produkte in Deutschland hergestellt werden, wo kein Wassermangel herrscht, ist die Beachtung der Auswirkung der Landwirtschaftsproduktion auf den Klimawandel besonders wichtig.

8 Identifikation von PCF Reduktionsmöglichkeiten

Folgende Optionen können bei der Reduktion des PCF einzelner FRoSTA Produkte eine Rolle spielen:

- Weitere Vertiefung des Know hows im Bereich des Ökologischen Landbaus, insb. der Zusammenhänge bei der Denitrifikation vom mineralischen Stickstoff und damit entstehenden N-Verluste
- Einbeziehung des organischen Düngers in die CO_2e -Berechnung unter Berücksichtigung einer bestimmten Allokation
- Einbeziehung der Lieferanten in den Prozess der Berechnungen der CO_2e -Emissionen zwecks Erkennung der Reduktionspotentiale.
- Reduktion des Energieeinsatzes im Herstellungsprozess (Umstellung auf Grünstrom)
- Weitere Optimierung der Tiefkühlkost-Transporte, z. B. „Schiene statt Lkw“
- Optimierung der Tiefkühl-Distribution
- Kommunikation mit dem Konsumenten über seine Einflussmöglichkeiten bei Einkauf, Lagerung und Zubereitung
- Überprüfung der Verpackungsmaterialien

⁴⁶ SPIESS E., RICHNER W. (2005). Stickstoff in der Landwirtschaft, Agroscope FAL, Schriftenreihe der FAL (57), 2005

⁴⁷ UBA (2000), nach KLÖPFFER W., GRAHL B. (2009) Ökobilanz (LCA)

⁴⁸ Einschätzung wie schwerwiegend die potenziellen Schäden sind

⁴⁹ Abstand des Ist-Zustandes zum angestrebten (politisch oder gesetzlich) Zustand der Umwelt

⁵⁰ Bezugnahme zur Gesamtemissionen der betreffenden Kategorie in Europa.

⁵¹ EU KOMMISSION, <http://ec.europa.eu/research/leaflets/water/de/01.html>, Stand 2.11.2010

9 Abkürzungsverzeichnis

a	Jahr
Abb.	Abbildung
BSI	British Standards Institution
ca.	circa
CO ₂ e	Kohlendioxidäquivalent
CFC-11e	Trichlorofluoromethanäquivalent
DGE	Deutsche Gesellschaft für Ernährung
e	Äquivalent
FE	Funktionelle Einheit
FW	Fertigware
GWP	Global Warming Potential
g	Gramm
GEMIS	Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme
IPCC	Intergovernmental Panel of Climate Change
ISO	International Organization of Standardization
kcal	Kilokalorie
kJ	Kilojoule
kg	Kilogramm
km	Kilometer
kWh	Kilowattstunde
LEH	Lebensmitteleinzelhandel
LIN	Liquid Nitrogen
Lkw	Lastkraftwagen
MHD	Mindesthaltbarkeitsdatum
N	Stickstoff
NH ₃	Ammoniak
NH ₄ ⁺	Ammonium
NO _x	Stickoxide
N ₂ O	Lachgas
OPP	Orientiertes Polypropylen
PAS	Publicly Available Specification
PCF	Product Carbon Footprint
PE	Polyethylen
Pkw	Personenkraftwagen
PO ₄ ³⁻	Phosphat
ProBas	Prozessorientierte Basisdaten für Umweltmanagement-Instrumente
RW	Rohware
SO ₂	Dischwefeloxid
TK	Tiefkühlung
UBA	Umweltbundesamt
Verbr.	Verbraucher
Verp.	Verpackung
vgl.	vergleiche
z.B.	zum Beispiel