

FALLSTUDIE Tagliatelle Wildlachs

FRoSTA

Dokumentation Stand 7. September 2009

Aktualisierter Datenstand, Basis: Erstbericht vom 26. Januar 2009

Fallstudie erstellt im Rahmen des PCF Pilot Projektes Deutschland

Gefördert durch das Land Bremen

Inhalt

Tabellenverzeichnis	4
Abbildungsverzeichnis	4
Abkürzungsverzeichnis	5
1 Vorwort	6
2 Zusammenfassung.....	8
3 Firmenprofil	9
4 Organisation und Vorgehen	11
5 Ziele und Umfang der Fallstudie	11
5.1 Ziele der Fallstudie	11
5.2 Produktauswahl und Definition der „funktionellen Einheit“	11
5.3 Systemgrenzen	12
5.4 Datenquellen und ihre Qualität	14
5.5 Kritische Prüfung.....	15
5.6 Allokationsverfahren	15
6 Datenermittlung und Berechnungen	15
6.1 Gewinnung von Rohmaterialien	16
6.1.1 Anbau, Verarbeitung und Transport des Gemüses	17
6.1.2 Fang, Verarbeitung, Lagerung und Transport des Lachses	18
6.1.3 Herstellung anderer Zutaten	20
6.1.4 Verpackung der Roh- und Fertigwaren	20
6.1.5 CO ₂ e-Faktoren für die elektrische Energie.....	22
6.2 Prozess.....	22
6.3 Distribution	24
6.3.1 Tiefgefrier- / Kühllagerung	24
6.3.2 Transporte	25
6.3.3 Verweilzeiten in der Distribution.....	26
6.4 Einkaufsfahrt (Verbraucher)	26
6.5 Produktnutzung	27
6.6 Recycling bzw. Entsorgung	29
7 Präsentation der Ergebnisse (“beste Schätzung”).....	32
7.1 Überblick	32
7.2 Gewinnung der Rohstoffe.....	33
7.3 Prozess.....	33
7.4 Distribution	34

7.5	Einkaufsfahrt des Verbrauchers	34
7.6	Produktnutzung	35
7.7	Recycling bzw. Entsorgung	35
8	Diskussion der Ergebnisse	36
8.1	Sensitivitätsanalyse	36
8.2	Unsicherheiten und Fehleranalyse	41
8.3	Behandlung von anderen “Environmental Impact Categories”	42
9	Interpretation und Perspektiven	43
9.1	Herausforderung der Studie	44
9.2	Identifikation und Beurteilung von PCF Reduktionsmöglichkeiten	44
9.3	“Product Carbon Footprinting” bei FRoSTA in der Zukunft	44
10	Empfehlungen	45
10.1	Internationale Methoden für die Kalkulation und Bewertung des “Product Carbon Footprints“	45
10.2	Vorschlag für “Product Specific Definitions and Rules (EPD, PCR)”	45
10.3	Berichtswesen, Kommunikation und Kernaussagen für die Kunden und Verbraucher	46
11	Literaturquellen	47
12	Anhang	49
12.1	Dokumentation der Daten	50
12.1.1	Gewinnung der Roh- und Packstoffe	50
12.1.2	Produktion	53
12.1.3	Distribution	54
12.1.4	Einkaufsfahrt.....	55
12.1.5	Produktnutzung	55
12.1.6	Entsorgung	55

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Datenquellen für Gemüse'	17
Tabelle 2	Daten und Datenquellen für den Wildlachs.....	18
Tabelle 3	Daten und Datenquellen für Zuchtlachs Norwegen	19
Tabelle 4	Daten und Datenquellen für Milchprodukte und sonstige Zutaten.....	20
Tabelle 5	Daten und Datenquellen für Packstoffe (FRoSTA und Frischzubereitung).....	21
Tabelle 6	Verpackungen der Rohstoffe für die Frischzubereitung.....	21
Tabelle 7	Daten und Datenquellen für elektrische Energie.....	22
Tabelle 8	Daten und Datenquellen für Pasta	23
Tabelle 9	Daten und Datenquellen für Tiefkühl-/Kühlagerung	25
Tabelle 10	Daten und Datenquellen für Verbrennung von Diesel	25
Tabelle 11	Lagerungszeiten in der Distribution	26
Tabelle 12	Daten und Datenquellen für den Pkw-Transport.....	27
Tabelle 13	Daten für die Produktnutzung.....	27
Tabelle 14	Daten und Datenquellen für Abwasser und Reinigungsmittel	29
Tabelle 15	Daten für Recyclingquoten in Deutschland.....	30
Tabelle 16	Daten für Verbrennung von Restmüll und für Mischrecycling.....	30
Tabelle 17	Ergebnisse des CO ₂ e-Footprints aus den Rohstoffen.....	33
Tabelle 18	Ergebnisse des CO ₂ e-Footprints aus dem Prozess	34
Tabelle 19	Ergebnisse aus der Distribution.....	34
Tabelle 20	Ergebnisse aus der Einkaufsfahrt	35
Tabelle 21	Ergebnisse aus der Nutzungsphase.....	35
Tabelle 22	Ergebnisse aus dem Recycling/Entsorgung.....	36
Tabelle 23	Sensitivitätsdarstellung der Rohstoffe, des Prozesses und der Distribution (FRoSTA)	36
Tabelle 24	Sensitivitätsdarstellung der Nutzungsphase des FRoSTA-Gerichtes.....	37
Tabelle 25	Sensitivitätsdarstellung der Frischzubereitung (Basis: Frischzubereitung „Freiland“).....	40

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Zusammensetzung des Fußabdrucks des FRoSTA-Gerichtes Tagliatelle Wildlachs... 8	
Abb. 2	Standorte der FRoSTA AG..... 9	
Abb. 3	Aufbau der Untersuchung..... 12	
Abb. 4	Systemgrenzen der Untersuchung des FRoSTA-Gerichtes..... 12	
Abb. 5	Systemgrenzen der Untersuchung des frisch zubereiteten Produktes	13
Abb. 6	Systemgrenzen in der Landwirtschaft	18
Abb. 7	Darstellung der Gesamtergebnisse	32
Abb. 8	Verweilzeit der FRoSTA-TK-Produkte in der Tiefkühlkette (2007)	38
Abb. 9	Anteile der Rezepturbestandteile am CO ₂ -Fußabdruck der Tagliatelle Wildlachs	39

Abkürzungsverzeichnis

a	Jahr	MAP	modified atmosphere packaging
Abb.	Abbildung	min	Minute
AG	Aktiengesellschaft	mind.	mindestens
BSI	British Standards Institution	Mio.	Millionen
ca.	circa	MSC	Marine Stewardship Council
CO ₂ e	Kohlendioxid Äquivalent	MVA	Müllverbrennungsanlage
bspw.	beispielsweise	MWh	Megawattstunde
d	Tage	OPP	Orientiertes Polypropylen
D	Deutschland	PAS	Publicly Available Specification
DGE	Deutsche Gesellschaft für Ernährung	PCF	Product Carbon Footprint
etc.	et cetera	PE	Polyethylen
e.V.	eingetragener Verein	PET	Polyethylenterephthalat
FE	Funktionelle Einheit	PIK	Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung
FW	Fertigware	Pkw	Personenkraftwagen
g	Gramm	PP	Polypropylen
GEMIS	Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme	ProBas	Prozessorientierte Basisdaten für Umweltmanagement-Instrumente
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung	PS	Polystyrol
H&G	Headed and Gutted	RW	Rohware
IMO	International Maritime Organization	SUV	Sport Utility Vehicle
IPCC	Intergovernmental Panel of Climate Change	td	Tonnentage
ISO	International Organization of Standardization	THG	Treibhausgases
kcal	Kilocalorie	TK	Tiefkühlung
kg	Kilogramm	tkm	Tonnenkilometer
km	Kilometer	t	Tonnen
kW	Kilowatt	UBA	Umweltbundesamt
kWh	Kilowattstunde	VE	Verkaufseinheit
L	Liter	vgl.	vergleiche
LCA	Life Cycle Assessment	WWF	World Wide Fund For Nature
LEH	Lebensmitteleinzelhandel	z.B.	zum Beispiel
Lkw	Lastkraftwagen		

1 Vorwort

Die Fallstudie Tagliatelle Wildlachs, die in der vorliegenden Dokumentation dargestellt ist, wurde im Rahmen des Product Carbon Footprint (PCF) Pilotprojekts von FRoSTA in Zusammenarbeit mit der Universität Bremen erstellt. Mit der Dokumentation vom Juli 2009 wird die im Januar 2009 veröffentlichte Fallstudie um die Frischzubereitung einer Mahlzeit Tagliatelle Wildlachs ergänzt. Im PCF Pilotprojekt hat sich FRoSTA mit neun weiteren Unternehmen zusammengeschlossen, um gemeinsam mit den Projektträgern WWF, Öko-Institut, Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) und THEMA1 folgende Ziele im Projekt zu verfolgen:

1. *Erfahrungen sammeln*: Projektträger und Unternehmen sammeln auf Basis konkreter Fallstudien Erfahrungen mit der Anwendung bestehender Methoden zur Ermittlung des Carbon Footprint und prüfen sie auf ihre Praktikabilität (ISO-Normen zur Öko-Bilanzierung, BSI PAS 2050).
2. *Empfehlungen ableiten*: Auf Basis der Erkenntnisse aus den Fallstudien werden Empfehlungen für die Weiterentwicklung und Harmonisierung einer transparenten, wissenschaftlich fundierten Methodik erarbeitet. Das Pilotprojekt erarbeitet explizit keine eigene Methodik.
3. *Ergebnisse kommunizieren*: Konsumenten müssen verständlich und sachgerecht informiert werden. Die Akteure im Pilotprojekt diskutieren daher über glaubwürdige Kommunikation auf Branchen-, Unternehmens- und Produktebene zur Förderung klimaverträglicher Kaufentscheidungen und Nutzungsmuster. Die Handlungsrelevanz für den Verbraucher für einen klimaverträglichen Konsum steht dabei im Mittelpunkt dieser Überlegungen. Das Pilotprojekt entwickelt explizit kein eigenes Klima-Label, da die methodischen Konventionen derzeit nicht ausreichend tragfähig sind und die Aussagekraft für Handlungsoptionen daher gering wäre.
4. *International vereinheitlichen*: Die gewonnenen Erkenntnisse und Empfehlungen tragen dazu bei, die internationale Debatte zur Ermittlung und Kommunikation von PCF's aktiv mitzugestalten.

Der Begriff Product Carbon Footprint wird international unterschiedlich definiert und verwendet. Im Rahmen des PCF Pilotprojekts verständigten sich die Beteiligten auf folgende Definition: „*Der Product Carbon Footprint bezeichnet die Bilanz der Treibhausgas-Emissionen entlang des gesamten Lebenszykluses eines Produkts in einer definierten Anwendung.*“

Dabei werden als Treibhausgas-Emissionen all diejenigen gasförmigen Stoffe verstanden, für die vom Weltklimarat IPCC ein Koeffizient für das Global Warming Potential definiert wurde. Der Lebenszyklus eines Produkts umfasst die gesamte Wertschöpfungskette: von Herstellung und Transport der Rohstoffe und Vorprodukte über Produktion und Distribution bis hin zur Nutzung und Entsorgung. Der Begriff Produkt steht als Oberbegriff für Waren und Dienstleistungen.

Pilotträger und Unternehmenspartner sehen in der internationalen Norm zur Ökobilanz (ISO 14040 und 14044) den wesentlichen methodischen Rahmen für die Ermittlung eines Product Carbon Footprint. Diese Norm ist zudem die bedeutendste Grundlage für die britische PAS 2050 sowie für die oben genannten Dialogprozesse der ISO und des

BCSD/WRI¹. Im Rahmen des PCF-Pilotprojekts war die ISO 14040/44 daher wesentliche Grundlage für die Arbeiten zur Methodik und damit auch für die Fallstudien.

Viele der methodischen Rahmenbedingungen der ISO 14040/44 können für die PCF-Methodik übernommen werden, einige müssen adaptiert werden. Manche Vorgaben der ISO 14040/44 sind offen formuliert, so dass geprüft werden muss, ob durch übergreifende oder auch produktgruppenspezifische Auslegungen eindeutiger Vorgaben möglich sind. Dies würde eine Vergleichbarkeit verschiedener PCF-Studien erleichtern.

Im Rahmen der Fallstudien wurde in unterschiedlicher Tiefe auch die Bedeutung des PCF im Vergleich zu anderen Umweltauswirkungen entlang des Lebenszyklusses der Produkte überprüft, was aus der Perspektive des PCF Pilotprojekts für die Absicherung von Entscheidungen und Kommunikationsansätzen, die auf der Basis PCF getroffen werden, von hoher Bedeutung ist. Hierin liegt auch eine der großen methodischen Herausforderungen auch für die internationale Harmonisierung, insbesondere aber für alle Anwendungen, in denen PCF öffentlich kommuniziert werden sollen.

Jeder Unternehmenspartner des PCF Pilotprojekts hat mindestens ein Produkt aus dem eigenen Portfolio ausgewählt, für das der PCF ermittelt wurde. Damit konnten methodische Rahmensetzungen oder Auslegungsregeln zur ISO 14040/44 direkt am konkreten Fall erprobt werden. Andererseits entstanden aus den Fallstudien wiederum spezifische methodische Fragen, die in gemeinsamen Arbeitsgruppen erörtert wurden.

Das breite Spektrum der ausgewählten Produkte für die Fallstudien sorgte für eine umfassende Diskussion. Die Teilnahme von Unternehmen aus sehr unterschiedlichen Branchen im PCF Pilotprojekt war daher anspruchsvoll, aber auch fruchtbar und eine wesentliche Voraussetzung für die Schaffung bzw. Optimierung einer möglichst breit anwendbaren Methodik.

Die vorliegende Fallstudie Tagliatelle Wildlachs von FRoSTA war ein wichtiger Baustein, auf dessen Basis zusammen mit den vielfältigen Erfahrungen auf dem Gebiet der Ökobilanzierung die Erkenntnisse und Empfehlungen in Bezug auf die Projektziele erarbeitet wurden. Die wesentlichen Ergebnisse des PCF Pilotprojekts sind in dem Papier „*Product Carbon Footprinting – Ein geeigneter Weg zu klimaverträglichen Produkten und deren Konsum? - Erfahrungen, Erkenntnisse und Empfehlungen aus dem Product Carbon Footprint Pilotprojekt Deutschland*“ zusammengefasst. Dieses Papier sowie viele weitere Informationen zum Thema Product Carbon Footprinting und zum PCF Pilotprojekt finden Sie unter:

www.pcf-projekt.de

Die Arbeiten im Pilotprojekt sind dennoch nicht als abschließende Auseinandersetzung mit der Ermittlung und Kommunikation von Product Carbon Footprints zu verstehen. Die Projektpartner freuen sich daher über ein intensives Feedback interessierter Stakeholder auch zu der hier vorliegenden Fallstudie. Auf der Basis der Rückmeldungen zusammen mit den eigenen Erkenntnissen wollen die Projektträger und -partner die internationalen Debatten um eine Harmonisierung des Product Carbon Footprinting aktiv unterstützen. Denn nur mit Hilfe eines international akzeptierten Standards können PCF einheitlich und vergleichbar erfasst, bewertet und glaubwürdig kommuniziert werden.

Bremerhaven, 26. Januar 2009

¹ Im Prozess des WBCSD/WRI steht die finale Entscheidung hierzu noch aus. Es ist jedoch zum jetzigen Stand der Diskussion davon auszugehen, dass diese Entscheidung für die ISO 14040/44 in Kürze fallen wird.

2 Zusammenfassung

Im Rahmen dieses Projektes wird das Tiefkühlprodukt der Marke FRoSTA Tagliatelle Wildlachs (frische tiefgefrorene Pasta, Wildlachs-Filetstücke und Karotten in einer Sahnesauce, verfeinert mit Crème fraîche und Dill) untersucht und auch mit einer Frischzubereitung zu Hause verglichen.

Die Bilanzierungsgrenzen umfassen die Prozessschritte Rohstoffproduktion (Wildlachsfang vor Alaska, Gemüseanbau, Milchprodukterzeugung) und deren Transporte, Lagerung und Verarbeitung bei FRoSTA sowie die Distribution des Fertigproduktes bis zum Handel. Auch die Nutzungsphase beim Endverbraucher (u.a. Einkaufsfahrt, Zubereitung, Abwaschen) und die Abfallentsorgung sind berücksichtigt. Als Basis für die funktionelle Einheit wird hierbei das FRoSTA-Produkt von 500²g definiert. Bei der Frischzubereitung wird insbesondere die Saisonalität des Gemüses berücksichtigt. Dem Verbraucher in Deutschland steht das im Freiland in Deutschland angebaute Gemüse nur in den Monaten Juli bis Oktober zur Verfügung. In den übrigen Monaten greift der Verbraucher auf Gewächshaus- oder Überseeware zu.

Bei beiden Varianten (FRoSTA und Frischzubereitung) haben die Rohstoffe mit ca. 50% den höchsten Anteil an der CO₂e-Emission des Produktes. Der Beitrag des Verbrauchers (Einkaufsfahrt, Lagerung zu Hause, Zubereitung, Reinigung des Geschirrs) liegt bei ca. 28% (Frischzubereitung ca. 31%) und der des Verarbeitungsprozesses bei ca. 17% (Frischzubereitung ca. 9%³).

Die landwirtschaftliche Produktion und der Fischfang liefern den größten CO₂e-Beitrag bei den Rohstoffen dieses Gerichtes. Bei Molkereiprodukten macht die Haltung von Rindern mehr als 98% der Emissionen aus. Milch und Sahne verursachen bei den Zutaten der Tagliatelle Wildlachs mit Abstand die höchsten CO₂e-Emissionen. Somit sind die Milchbestandteile mit einem Anteil von 34% im Fertigericht für fast 79%⁴ der Emissionen durch die Rohstoffgewinnung verantwortlich.

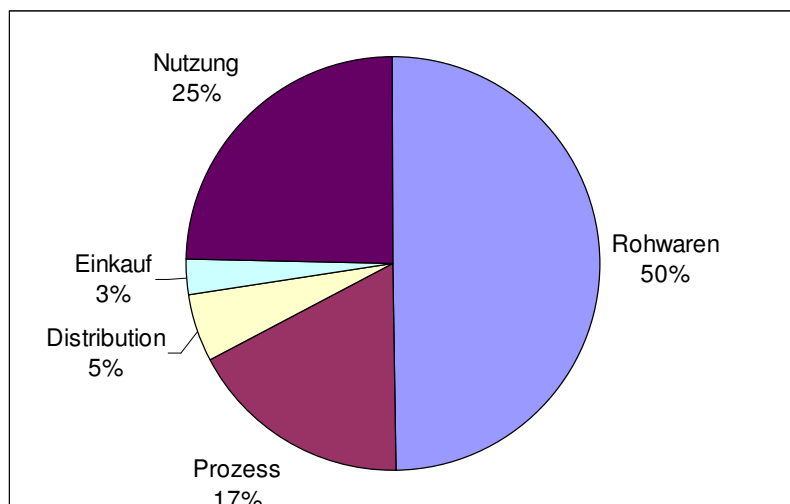


Abb. 1 Zusammensetzung des Fußabdrucks des FRoSTA-Gerichtes Tagliatelle Wildlachs

² Zusätzlich wird hierbei die Zubereitungsmilch von 150 g berücksichtigt.

³ Verarbeitung und Abfüllung von Rohwaren für den Einzelhandel (z.B. Abfüllen von Sahne in 200g Becher, Trocknen von Pasta, etc.)

⁴ Inkl. Zubereitungsmilch

Im Rahmen der Untersuchung konnte aufgezeigt werden, dass das FRoSTA-Produkt und das nach gleicher Rezeptur frisch zubereitete Gericht in etwa die gleiche CO₂-Emission verursachen, wenn die Frischzubereitung mit saisonalem Gemüse aus der Nähe erfolgt. Wird Gemüse aus (beheizten) Gewächshäusern verwendet, steigt der CO₂-Fußabdruck der Frischzubereitung (ca. +10%).

Im Rahmen des Projektes konnten Ansätze zur Reduktion der CO₂e-Emissionen des FRoSTA Gerichtes wie Optimierung des Kältemanagements im Bereich der Saucenfrostung, weitere Wärmerückgewinnung bei der Kälteerzeugung, Schiene statt LKW, Optimierung der Rohwarenprozesse etc. identifiziert werden.

Ferner lassen sich auch Empfehlungen für den Verbraucher ableiten. Bei der Neuanschaffung eines Tiefkühlmöbels sollte unbedingt darauf geachtet werden, energieeffiziente Geräte anzuschaffen (z.B. A++). Bei der Zubereitung sollte die Pfanne mit einem Deckel abgedeckt und die Energie am Herd entsprechend niedriger eingestellt werden. Die Spülmaschine sollte immer voll betrieben und Einkaufsfahrten mit dem Auto immer im Zusammenhang mit größeren Besorgungen geplant werden.

3 Firmenprofil

Die FRoSTA AG wird 1905 als „Hochseefischerei Nordstern AG“, mit dem Kerngeschäft der Fernfischerei, gegründet. 1957 gibt es die erste „Seefrost“ Produktion von Kabeljau an Bord der „Sagitta“. Weitere 5 Jahre später, also 1962, wird der Name FRoSTA ins Leben gerufen und die „FRoSTA Tiefkühl-Kontor GmbH“ gegründet. 1963 wird die Seefisch-Großhandlung „F. Schottke“ am Lunedeich übernommen und zu einem Spezialbetrieb für Tiefkühlprodukte ausgebaut. Außerdem beginnt dort die Produktion für Einzelhandelspackungen unter der Marke FINDUS und Copacking für Nestle. Die Produktion wird 1976 auf Tiefkühlgemüse, -obst und -fertiggerichtete ausgeweitet. Die ersten Fischprodukte werden unter der Marke FRoSTA hergestellt und vertrieben. 1982 wird der Produktionsbetrieb von Oetker, der in unmittelbarer Nachbarschaft vom Schottke-Werk liegt, übernommen. Das größte Wachstum erfährt FRoSTA zu Beginn der 90er Jahre. In dieser Zeit wird ein neues Verfahren zur Aufbringung von Saucen auf gefrorene Produktkomponenten entwickelt. Hierdurch kann der Verbraucher bei gleichmäßiger Verteilung der Sauce besser portionieren. Dieses Konzept mit weiteren Verbesserungen ist die Stütze des Geschäftes der FRoSTA AG bis heute.

Eine wichtige Erweiterung des technologischen Know-hows der FRoSTA AG ist die Übernahme der Rheintal Tiefkühlkost (Bobenheim-Roxheim in der Nähe von Mannheim) im Jahr 1986 mit der Produktionspalette von Gemüseprodukten (Spinat, Kräuter etc.) und Backwaren.



Abb. 2 Standorte der FRoSTA AG

1991 wird Elbtal Tiefkühlkost (Lommatzsch in der Nähe von Dresden) übernommen. Hier werden insbesondere heimische Gemüsesorten wie Erbsen, Karotten, Spinat und Bohnen angebaut.

1999 wird ein weiteres Werk in Bydgoszcz (Nord Polen) in die FRoSTA AG integriert, das seinen Schwerpunkt auf Fischprodukte legt.

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 weitestgehend naturbelassene Zutaten verwendet, die von Natur aus hervorragend schmecken.

Das Produktportfolio des Konzerns umfasst heute tiefgefrorene Fischprodukte, Fertiggerichte und Gemüseprodukte. Im Jahr 2008 wird ein Umsatz von 392 Mio. € erzielt. Die Anzahl der Mitarbeiter beläuft sich auf 1.539.

Die wichtigsten Maßnahmen zur Reduktion des Energieverbrauchs des Konzerns der letzten fünf Jahre:

- Im Werk Lommatzsch wird in eine hochentwickelte und einzigartige Reinigungsanlage zur Aufbereitung vom Gemüsewaschwasser investiert. Die Basis des Verfahrens ist die Umkehrosmose, wobei aus dem Filtrat Biogas erzeugt wird. Mit dieser Technologie wird der Wasserverbrauch um mehr als 50% reduziert und ca. 1.450 MWh/a Energie (420 t CO₂e/a, Verbrennen von Biogas) zur Warmwasseraufbereitung gewonnen.
- Die deutschen FRoSTA-Fabriken haben in 2008 Investitionen abgeschlossen, durch die die Abwärme bei der Kälteerzeugung genutzt wird. Der Gesamtertrag an Energie beträgt hierbei ca. 4.100 MWh/a (ca. 1.000 t CO₂e/a), womit Warmwasser für Reinigungszwecke beheizt wird.
- In 2007 startet die FRoSTA AG ein Projekt mit dem Ziel, die Tore der älteren Kühllhäuser mit speziellen Luftvorhängen auszustatten. Ein möglicher Ertrag an Energie beträgt hier ca. 350 MWh/a⁵ (95 t CO₂e/a).
- Im Rahmen eines Kühllhausneubaus im Werk Bydgoszcz wird seit 2009 die Dachfläche für die Solarenergiegewinnung von ca. 72 MWh/a (70 t CO₂e /a) genutzt.

Bereits vor Gründung des PCF-Projektes beginnt die FRoSTA AG ein Projekt, um eine Methode zur Berechnung des CO₂e-Fußabdrucks aufzustellen. Das primäre Ziel des Projektes ist hierbei die Identifikation der wichtigsten CO₂e-Emissionsquellen, um diese minimieren zu können.

⁵ Tore ohne Schleuse

4 Organisation und Vorgehen

Firmenverantwortlicher:	Leiter Forschung und Entwicklung
Praktische Arbeiten:	Projektleiter (Verfahrensentwicklung) 2 Studenten (Diplomarbeiten)
Interne Experten:	Landwirtschaft, Produktion, Energie, Planung, Logistik, Einkauf
Externe Experten:	Logistikunternehmen, Stromlieferanten, Fischfang- und Lieferfirmen, Aquafarming
Consultant:	Universität Bremen, Fachgebiet 10, Technikgestaltung und Technologieentwicklung
Begleitung der Fallstudie im Rahmen des PCF Pilotprojektes:	corsus – Corporate Sustainability / Öko-Institut e.V.

Die direkten Arbeiten werden vom Projektteam (Projektleiter, Studenten, externe Experten) durchgeführt. Die ermittelten Daten wurden einer kritischen Prüfung unterzogen: firmenintern von den Firmenverantwortlichen. Seitens corsus – Corporate Sustainability und des Öko-Instituts wurde die Datenqualität wie auch die Einhaltung der methodischen Festlegungen und Empfehlungen des PCF Pilotprojektes überprüft.

Für die Durchführung der Berechnungen wurde das Tabellenkalkulationsprogramm Excel benutzt.

5 Ziele und Umfang der Fallstudie

5.1 Ziele der Fallstudie

Das Ziel der Fallstudie ist die Ermittlung der Treibhausgasemissionen⁶, die durch die eingesetzten Rohwaren, Produktion, Verarbeitung, Zubereitung und Entsorgung einer Tiefkühl-Mahlzeit entstehen.

Parallel wird auch die Frischzubereitung des gleichen Produktes im Haushalt untersucht.

FRoSTA plant die Ergebnisse der Fallstudie in ein Folgeprojekt einfließen zu lassen, in dem Maßnahmen zur Senkung des CO₂e-Ausstoßes umgesetzt werden.

5.2 Produktauswahl und Definition der „funktionellen Einheit“

Gegenstand der Untersuchung ist das Fertigericht Tagliatelle Wildlachs. Dieses Produkt besitzt die typischen Eigenschaften eines FRoSTA Gerichtes: u.a. die Frischherstellung der Pasta und eine Produktportionierung durch die besondere Saucentechnologie (Coating-

⁶ Wichtige THG sind Kohlenstoffdioxid (CO₂), Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O) sowie Schwefelhexafluorid (SF₆), perfluorierte Fluorkohlenwasserstoffe (PFC) und teilhalogenierte Fluorkohlenwasserstoffe (HFC), die sog. Kyoto-Gase. Umrechnungsfaktoren zu CO₂e nach IPCC 2007, u.a.: CO₂ = 1, CH₄ = 25, N₂O = 298

Verfahren). Ferner enthält das Produkt Fisch als Rohware. Dies ist einer der wichtigsten Rohstoffe für die FRoSTA AG.

Ausgehend von den DGE⁷-Empfehlungen und den Hinweisen von Biesalski/Grimm^{8,9} wird die funktionelle Einheit ermittelt. Als funktionelle Einheit (FE) wird eine zubereitete Packung FRoSTA Tagliatelle Wildlachs von 500 g (560¹⁰ kcal) mit der notwendigen Zugabe von 150 g Milch bei der Zubereitung definiert.

Parallel wird die Untersuchung auch auf die Frischzubereitung der gleichen Rezeptur im Haushalt ausgedehnt. Hierbei werden zwei Varianten der Bezugsquellen von Gemüse betrachtet: Freiland- und Gewächshausanbau (siehe folgende Abbildung).

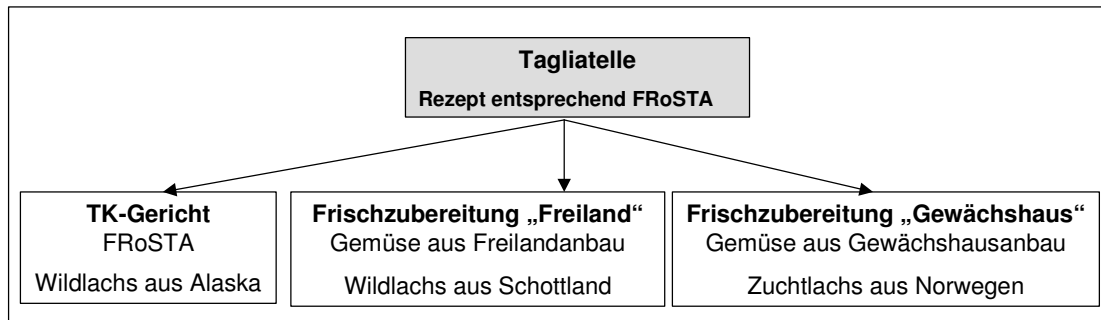


Abb. 3 Aufbau der Untersuchung

Dem Verbraucher in Deutschland steht das im Freiland in Deutschland angebaute Gemüse nur in den Monaten Juli bis Oktober zur Verfügung. In den übrigen Monaten greift der Verbraucher auf Gewächshaus- oder Überseeware zu.

5.3 Systemgrenzen

Die Studie umfasst die Untersuchung der Treibhausgasemissionen sämtlicher Produktionsschritte vom Anbau der Rohware über den Verzehr bis zur Entsorgung der Packstoffe und Abfälle.

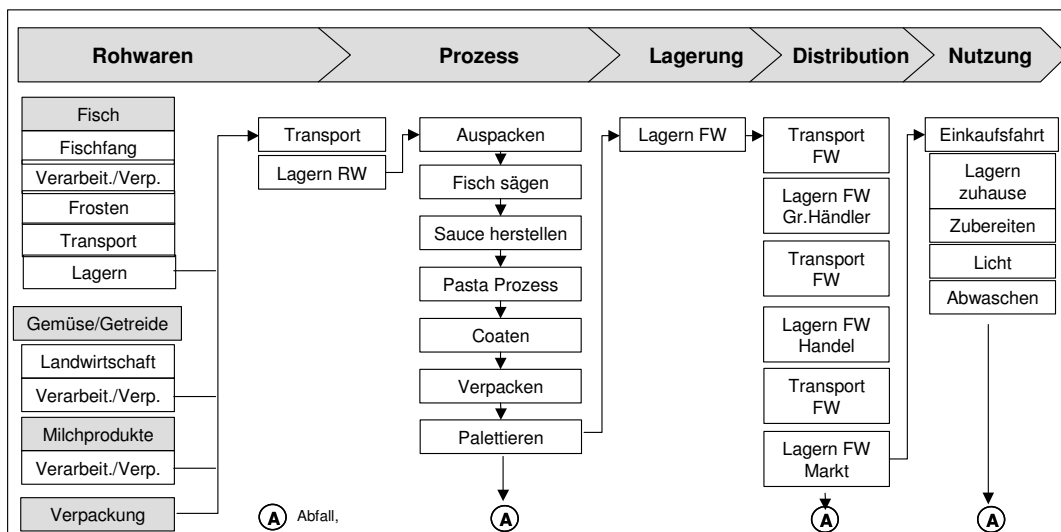


Abb. 4 Systemgrenzen der Untersuchung des FRoSTA-Gerichtes

⁷ Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr, Quelle: DGE 2008

⁸ Quelle: Taschenatlas der Ernährung von Hans Konrads Biesalski und Peter Grimm, Stuttgart 2004

⁹ Zusätzlich wird rechnerisch auch ein Nachtisch betrachtet, z.B. Portion Eiskrem

¹⁰ Quelle: FRoSTA-Packungsdeklaration

Im Allgemeinen besteht der **Produktlebenszyklus des FRoSTA-Fertiggerichts** aus folgenden Abschnitten:

- Landwirtschaftliche Erzeugung des Gemüses bzw. Fischfang
- Verarbeitung der Rohwaren
- Transport der Rohwaren zu FRoSTA
- Lagerung der Rohwaren bei FRoSTA
- Weiterverarbeitung aller Rohwaren zum Fertiggericht
- Verpacken des Fertiggerichts
- Lagerung und Transport des Fertiggerichts zum Handel
- Lagerung beim Einzelhändler
- Nutzung des Fertiggerichts beim Konsumenten
- Entsorgung des Restabfalls bzw. Recycling der Packstoffe

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

Parallel zu dem CO₂-Fußabdruck des vorliegenden Produktes wird auch die CO₂e-Emission der gesamten Fabrik ermittelt. Auf diese Weise werden die Mengen an Reinigungsmitteln, Schmierstoffen und Desinfektionsmitteln sowie der Verbrauch von Warmwasser und die internen Transporte dem Produkt anteilmäßig zugeordnet. Hierbei wird auch der Verbrauch an Strom, Wasser, Papier, etc. in der Verwaltung wie auch der dienstlicher Reiseaufwand der Mitarbeiter¹¹ erfasst.

Nicht betrachtet werden die Treibhausgasemissionen, die aus Kältemittelverlusten im Groß- und Einzelhandel¹² resultieren, da hierzu keine belastbaren Daten vorliegen.

Die **Systemgrenzen des frisch zubereiteten Produktes** sind in der folgenden Abbildung dargestellt.

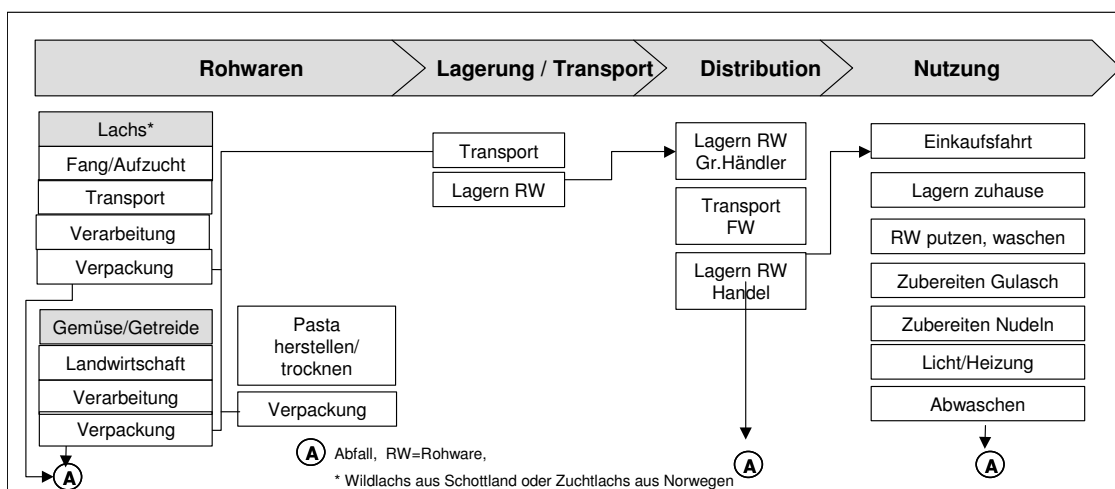


Abb. 5 Systemgrenzen der Untersuchung des frisch zubereiteten Produktes

¹¹ Fahrten der Mitarbeiter zur Arbeit werden nicht betrachtet.

¹² Dieses gilt auch für die Frischzubereitung.

Der Prozess der Frischzubereitung umfasst folgende Schritte:

- Fang des Wildlachs vor Schottland bzw. Aufzucht von Lachs mittels Aquafarming in Norwegen wie auch Landwirtschaftliche Erzeugung von Gemüse
- Lagern von Gemüse
- Prozess der Verarbeitung und Verpackung der Rohwaren für den Einzelhandel
- Transport der Rohwaren zum Großhändler und zum Handel
- Lagerung der Rohwaren
- Einkaufsfahrt
- Putzen und Waschen des Gemüses zu Hause
- Zubereiten von Lachs und Gemüse
- Kochen von Trockenpasta
- Abwaschen des Geschirrs

5.4 Datenquellen und ihre Qualität

Die Daten werden wo immer möglich als Primärdaten aufgenommen. Ist die Beschaffung von Primärdaten nicht möglich, werden die aktuellsten Sekundärdaten verschiedener Datenbanken genutzt. Es wird nach drei Kriterien bewertet:

Zeitbezogener Erfassungsbereich: Die verwendeten Daten stammen aus dem Zeitraum zwischen 1999 und 2008¹³ (FRoSTA interne Festlegung).

Geographischer Erfassungsbereich: Die zugrunde liegenden Daten beziehen sich auf die spezifischen Länder bzw. Regionen. Bspw. ist der Verarbeitungsort der Rohwaren ausschlaggebend für die Wahl der Datenbasis¹⁴. Hinsichtlich des CO₂-Äquivalents für die Strom- und Wasserherstellung in Deutschland wird der Durchschnittswert gewählt.

Technologischer Erfassungsbereich: Als Datengrundlage für die Herstellung des Fertiggerichts dienen die aufgenommenen Daten der derzeitigen verwendeten Technologie bei FRoSTA. Hinsichtlich der vom Endkunden eingesetzten Elektrogeräte in der Nutzungsphase wird vom in den Haushalten zur Verfügung stehenden Bestand¹⁵ ausgegangen.

Darüber hinaus werden die Daten auf Basis ihrer

- Vollständigkeit,
- Verlässlichkeit und
- Genauigkeit.

bewertet.

Im Fall von Unklarheiten oder mehreren, unterschiedlichen Datenquellen wird **der konservative Ansatz**¹⁶ gewählt.

¹³ Ausnahme: Entsorgung von Abwasser (1995)

¹⁴ Bei Rohstoffen aus dem Ausland werden die entsprechenden, lokalen CO₂e für Strom gewählt

¹⁵ Bezugsjahr: 2008

¹⁶ Regel, wonach im Zweifel der für FRoSTA ungünstigere Wert genommen wird

5.5 Kritische Prüfung

Es wurde eine kritische Prüfung der Methoden und der Datenqualität vorgenommen. Hierzu haben das corsus–Corporate Sustainability und das Öko-Institut im Rahmen des PCF Pilotprojekts als Sachverständiger die Studie begleitet und die Datenqualität, die methodischen Festlegungen und Empfehlungen, die Ergebnisse und die Schlussfolgerungen der vorliegenden Fallstudie überprüft.

Die Begleitung umfasst alle Schritte der Erstellung des CO₂-Fußabdrucks seit Beginn der Studie.

5.6 Allokationsverfahren

Die Material- und Energieflüsse und die damit verbundenen Umweltbelastungen müssen auf das zu untersuchende Produkt nach bestimmten Verfahren (Allokationsverfahren) zugeordnet werden.

In dem hier untersuchten Fall wird eine mengenmäßige Allokation gewählt.

Hinsichtlich des Open-Loop-Recyclings¹⁷ der Packstoffe wird das Allokationsverfahren mit dem 50/50-Ansatz¹⁸ gewählt. Sowohl die durch das Recycling vermiedenen Umweltbelastungen aus der Primärrohstoffgewinnung und Abfallbeseitigung als auch die verursachten Mehrbelastungen (aus Sammlung, Sortierung und Aufbereitung) werden zu gleichen Teilen zwischen den am Open-Loop-Recycling beteiligten Systemen aufgeteilt.

Um den Recyclingwert zu ermitteln, wird zunächst die eingesparte Energie zur Herstellung des Stoffes ermittelt. Dieser Wert wird auf die für Deutschland gültige Recycling-Quote gebracht und anschließend noch um den Recyclingaufwand gemindert. Schließlich wird der 50/50-Ansatz angewendet.

Der Restabfall wird mit der Beseitigung als Verbrennung kalkuliert. Der 50/50-Ansatz wird hierbei nicht angewendet. Die Gutschrift erfolgt zu 100%. (siehe Kapitel 6.6).

Die Zuordnung bei den Transporten und der Lagerung erfolgt palettenweise unter Berücksichtigung des Palettengewichtes.

6 Datenermittlung und Berechnungen

Rezepturen, Verbrauchsdaten und Verlustfaktoren sowie die Abfallmengen werden aus dem SAP-Warenwirtschaftssystem entnommen.

Der gesamte Lebenszyklus des Produktes wird in einem Tabellenkalkulationsprogramm (Excel) abgebildet. Die Datenaufstellung und Berechnung besteht im wesentlichen aus zwei Teilen:

- Mengenbilanz
- CO₂e-Bilanz

¹⁷ Einsatz von Stoffen und Produkten in neue Produktionsprozesse und deren Umwandlung in andere, neue Werkstoffe resp. Produkte

¹⁸ Die CO₂e-Gutschrift wird zu jeweils 50% zwischen FRoSTA und dem Verpackungshersteller aufgeteilt

Die Mengenbilanz umfasst sowohl die verwendeten Rohstoffe und Packstoffe als auch den Verarbeitungsprozess, die Energie, die Lagerung, die Transporte, den Handel und den Bereich des Verbrauchers (Nutzungsphase) jeweils auf Basis einer Mengeneinheit.

Ein wichtiger Aspekt für die Mengenbilanz-Ermittlung ist die Definition entsprechender Mengeneinheiten. Besonders herauszustellen sind hierbei Einheiten wie die Tonnentage [td] für die Lagerung und der Tonnenkilometer [tkm] für die Transporte. Diese Einheiten stellen den direkten Bezug zur CO₂e-Bilanz her, mit deren Hilfe auch die Umrechnung auf die Funktionelle Einheit erfolgt.

Im CO₂e-Bilanz-Teil wird zu jeder Mengeneinheit ein CO₂e-Faktor ermittelt.

Da FRoSTA im großen Umfang Gemüse im Rahmen des Vertragsanbaus produziert, werden für die Bewertung der CO₂e-Emissionen die Daten der FRoSTA-Landwirtschaft herangezogen.

Der im Produkt enthaltene Wildlachs wird anhand von Daten berechnet, die auf Berichten basieren, die der FRoSTA eigene Fischeinkauf bei Lieferanten in Alaska erstellt hat.

Der Verarbeitungsprozess bei FRoSTA wird im Rahmen einer tieferehenden Detailarbeit aufgenommen (bis hin zu jedem einzelnen E-Motor). Auf diese Weise wird auch der CO₂-Fußabdruck der Frischpasta ermittelt.

Mit Unterstützung der FRoSTA-Logistik erfolgt die Untersuchung der Distribution. Die Daten werden von Logistik-Partnern von FRoSTA bestätigt.

Die Erhebung der Daten für die Nutzungsphase des FRoSTA-Gerichtes und der Frischzubereitung erfolgt mit Hilfe von praktischen Kochversuchen. Hierbei wird jede Tätigkeit des Verbrauchers nachgestellt und die Verbrauchswerte ermittelt.

Zur besseren Abschätzung des Verbraucherverhaltens wird eine Konsumentenbefragung mit 85 Teilnehmern durchgeführt.

Als Sekundärdatenquellen dienen insbesondere die Datenbanken:

- Prozessorientierte Basisdaten für Umweltmanagement-Instrumente (ProBas),
- Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme (GEMIS) und
- ecoinvent Datenbestand v2.0.

6.1 Gewinnung von Rohmaterialien

Das zu untersuchende Fertigericht besteht u.a. aus folgenden Rohstoffen:

- Gemüse (~39%): Karotten, Zwiebeln, Petersilie, Dill, Knoblauch, Schnittlauch
- Nudeln (~30%): Hartweizengrieß, Vollei, Spinat und Wasser
- Milchprodukte (~14%): Sahne, Crème fraîche, Vollmilch
- Wildlachs (~11%).

Außerdem sind die Packstoffe der Roh- und Fertigwaren einbezogen.

Für die Vergleichsberechnung der Zubereitung der Tagliatelle Wildlachs im Haushalt werden handelsübliche Zutaten in den Monaten Dezember 2008 bis Januar 2009 eingekauft.

6.1.1 Anbau, Verarbeitung und Transport des Gemüses

Das Tiefkühl-Gemüse wird zum überwiegenden Teil in Deutschland, z.T. auch in FRoSTA-eigenen Produktionen¹⁹ angebaut und verarbeitet. Kleinere Mengen, wie Zwiebeln, werden aus dem europäischen Raum bezogen. Die Gemüseverarbeitung besteht in der Regel aus folgenden Schritten²⁰: Waschen, Schneiden, Blanchieren, Gefrieren, Sortieren, und Verpacken. Folgende CO₂-Äquivalente werden für diesen Prozess ermittelt.

Tabelle 1 Datenquellen für Gemüse^{21,22}

Prozessschritt	CO ₂ -Äquivalent [kg CO ₂ e/kg RW]	Datenquelle
Anbau und Verarbeitung von FRoSTA-Karotten	0,16	FRoSTA, 2008
Anbau und Verarbeitung von sonst. Gemüse TK	0,22	Probas, 2006
Anbau und Verarbeitung von FRoSTA-Spinat	0,26	FRoSTA, 2008
Anbau und Verarbeitung von Gemüse für den Frischmarkt aus dem Freiland und außerhalb der Saison aus Lagerware. In Klammern: Karotten.	0,11 (0,05)	FRoSTA, 2008
Anbau und Verarbeitung von Kräutern und Spinat ²³ außerhalb der Saison für den Frischmarkt aus einem Durchschnittsgewächshaus	3,1	GEMIS 4.2

Nach der Verarbeitung wird die Rohware gelagert und später zu FRoSTA in Bremerhaven transportiert. Eine weitere Lagerperiode schließt sich an.

Bei der Verarbeitung des Gemüses bei der Frischzubereitung werden folgende Putzverluste berücksichtigt²⁴: Karotten 40%, Zwiebeln 15%, Knoblauch 17%. Ferner wird für die Frischzubereitung „Freiland“ angenommen, dass Kräuter und Spinat aus dem Freiland bezogen werden. Dabei werden nur Kurzstreckentransporte und geringfügige Verkaufsverpackungen eingerechnet. Für die Frischzubereitung „Gewächshaus“ wird angenommen, dass das Frischgemüse aus unbeheizten (z.B. Spanien) oder aus beheizten Gewächshäusern (z.B. Holland) bezogen wird. Das hier angenommene CO₂-Äquivalent stellt eine moderate Größe für Durchschnittsgewächshäuser dar. Karotten werden außerhalb der Saison aus Lagerware hergestellt (Lagerung gekühlt).

Die relevanten Emissionen infolge der Lagerung und der Transporte für TK- und Frischzubereitung werden mit Hilfe des Energieverbrauchs berechnet (siehe Kapitel 6.3).

¹⁹ FRoSTA eigener Gemüseanbau wird nach den Regeln von Global GAP (Global Good Agricultural Practice) durchgeführt.

²⁰ Bei der Frischzubereitung entfällt das Schneiden, Blanchieren und Frosten

²¹ Quelle: Auf Basis Gemüseherstellung bei FRoSTA unter Berücksichtigung der N₂O-N Verluste aus N-Dünger (nach IPCC).

²² Ohne Lagerung, Verpackung und Transporte

²³ Da für Kräuter und Spinat die CO₂e-Werte aus dem Gewächshaus nicht vorhanden sind, wird auch hier der Wert von Tomaten angenommen.

²⁴ Bei Kräutern und Spinat wird der Putzverlust vernachlässigt.

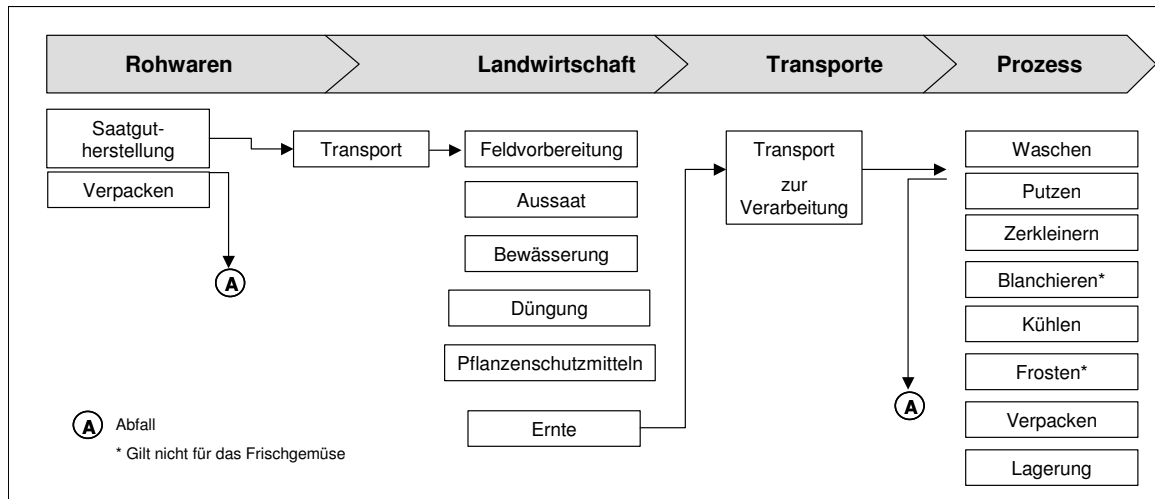


Abb. 6 Systemgrenzen in der Landwirtschaft

6.1.2 Fang, Verarbeitung, Lagerung und Transport des Lachses

Der FRoSTA-Wildlachs wird vor Alaska (im Alter von 36 – 48 Monate, MSC²⁵ zertifiziert) gefangen. Bei dem Prozess des Fangens wird der natürliche Trieb des Lachses, in Flüsse zum Laichen zu wandern, genutzt. Aus diesem Grund ist der energetische Aufwand des Fischfanges im Vergleich zur Hochseefischerei relativ gering. Beim Lachsfang werden die Netze mit relativ kleinen Booten aufgespannt.

Da der FRoSTA-Wildlachs nur zu einer bestimmten Jahreszeit gefangen wird, ergibt sich eine bestimmte durchschnittliche Lagerdauer bis zur Verarbeitung bei FRoSTA.

Folgende Prozessschritte²⁶ werden im Einzelnen betrachtet:

- Energie für den Lachsfang
- Energie zum Umpumpen vom Schiff in die Landfabrik, Verarbeitung zu H&G²⁷, Frostung, Verpackung und Lagern
- Schiffs- und LKW-Transport bis zum Weiterverarbeitungsort
- Energie fürs Filetieren, Frosten, Verpacken, Sammellagern
- Transport nach Deutschland und Vorlagerung

Tabelle 2 Daten und Datenquellen für den Wildlachs²⁸

Prozessschritt	CO ₂ -Äquivalent	Einheit	Datenquelle
Verbrennung von Diesel	3,417	kg CO ₂ e/kg	IFEU ²⁹ , 2007
Schiffstransport TK	0,02	kg CO ₂ e/tkm	IMO ³⁰ , 2008

²⁵ Marine Stewardship Council für eine umweltschonende, bestandserhaltende Fischerei

²⁶ Aus den Abfällen wird gewöhnlich Fischmehl hergestellt. In dieser Berechnung wird eine Koppelproduktion von Fischmehl und eine Allokation nach z.B. Wert nicht vorgenommen. Die Anrechnung der CO₂e erfolgt vollständig auf das Lachsfilet.

²⁷ Ohne Kopf und Schwanz, ausgenommen.

²⁸ Strommix der Länder der Verarbeitung; siehe Tabelle „Daten und Datenquellen für elektrische Energie“

²⁹ Quelle: Recherche für ein internetbas. Tool zur Erstellung persönlicher CO₂ Bilanzen, Herausg.UBA, 2007

³⁰ Quelle: „Green House Emissions from Ships“, International Maritime Organization (IMO), 2008

Für die Kühl-Schiffstransporte gibt IMO einen Wert von 0,013 kg CO₂e/tkm an. Unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Schiffstypen und der allgemein relativ wenigen Literaturquellen wird ein Wert von 0,02 kg CO₂e/tkm für die Berechnungen angenommen.

Für die Frischzubereitung zu Hause (Frischzubereitung „Freiland“) wird der Wildlachs vor Schottland gefangen, zerlegt und nach Deutschland per LKW transportiert.

Im Regelfall (Frischzubereitung „Gewächshaus“) kauft der Konsument einen Zuchtlachs aus Aquafarming aus Norwegen. Der Zuchtlachs benötigt ca. 12 – 18 Monate bis zur Schlachtreife. Der Prozess des Farmings und der Verarbeitung des Zuchtlachses erfolgt folgendermaßen³¹:

- Erzeugung von Eiern aus einem Stock an erwachsenen Tieren
- Befruchtung der Eier und Inkubation bei ca. 8°C-Süßwasser für 90 Tage in Brutkästen
- Nachdem ein Stückgewicht von 60-80 g und ca. 120 mm Länge erreicht wird, erfolgt der Transfer der Jungtiere ins Salzwasser
- Transport der Kleinlachse im Wassertank per LKW zu der Küste
- Aufzucht der Lachse bis zum Schlachtgewicht von ca. 4,5 kg im Meerwasser (Futtermittelverbrauch: 3-4 kg Futter /kg Lachsgewicht)
- Transport der Lachse per Schiff in Wassertanks zum Ort der Schlachtung
- Schlachtung, Entfernung der Innereien, Kopf und Schwanz
- Transport auf Eis bis zum Ort der Filettierung³² per Schiff oder LKW
- Filettierung, Verpackung (ggf. MAP³³)
- Transport zum LEH/Kunden

Tabelle 3 Daten und Datenquellen für Zuchtlachs Norwegen

Prozessschritt	Wert	Einheit	Datenquelle
Futter Zuchtlachs ³⁴	0,19	[kg CO ₂ e/kg RW]	Fischmehlherstellung, IFC 2007
Medikamente Zuchtlachs	0,002 kg/to Lachs	kg Wirkstoff/to Lachs	www.laksefakta.no , 2009
Antibiotika-Produktion	7 ³⁵	[kg CO ₂ e/kg RW]	Schätzung, FRoSTA, 2009

Bei dem Aquafarming von Lachs wird zunehmend pflanzenbasiertes Futter verwendet, z.B. auf Sojabasis in Kombination mit Fischmehl.

³¹ Quelle: <http://www.seafoodfromnorway.com/binary?id=90975&download=true>.

<http://www.fjordseafood.com/Seafood-Value-Chain1>

³² Wird zu einem Teil vor Ort gemacht. In den meisten Fällen findet die Zerlegung in Polen, Niederlanden oder Belgien. In dieser Studie wird die Verarbeitung in Polen angenommen.

³³ Eine stabile und PP-Schale (ca. 600 µm) gasdicht verschlossen mit einer Verbundfolie. Verpackung mit einer eingestellten Luftzusammensetzung (ca. 60-70% O₂, 30-40% CO₂, Rest: N₂)

³⁴ Da der genaue Wert für Lachsfutter nicht verfügbar ist, wird der Wert für Fischmehl (0,16 kg CO₂e/kg) erhöht um einen Faktor für pflanzliche Bestandteile zu ermitteln. Fischmehl: Quelle: Environmental, Health, and Safety Guidelines for Fish Processing, IFC 2007 und LCA-Fooddatabase (dk) 2009

³⁵ Wert wird von der Herstellung anderer Chemikalien angenommen. Die Auswirkung im Produkt Zuchtlachs ist unter 0,001%

6.1.3 Herstellung anderer Zutaten

Das betrachtete Gericht enthält Vollmilch und Sahne als Milchprodukte sowie andere Zutaten. Zur Berechnung der CO₂e-Emissionen, verursacht durch diese Rohwaren, werden hier ebenfalls Sekundärdaten herangezogen.

Tabelle 4 Daten und Datenquellen für Milchprodukte und sonstige Zutaten

Prozessschritt	CO ₂ -Äquivalent [kg CO ₂ e/kg RW]	Datenquelle
Tierhaltung/Verarbeitung von Sahne und Crème fraîche	7,43	GEMIS, 2006
Tierhaltung/Verarbeitung von Milch	0,89	GEMIS, 2006
Herstellung von Sonnenblumenöl	1,16	GEMIS, 2006
Herstellung von Kochsalz	0,014	GEMIS, 2006
Herstellung von Zucker	1,34	GEMIS, 2006
Herstellung von Stärke. In Klammern: Reisstärke	1,08 (1,6)	GEMIS, 2006 (FRoSTA Schätzung 2008)

6.1.4 Verpackung der Roh- und Fertigwaren

Verpackungen des FRoSTA-Gerichtes.

Das Gemüse, Salz, etc. werden in der Regel in Säcken³⁶ (20 kg) oder größeren Gebinden und Kartons³⁷ (10 kg) auf Paletten angeliefert. Der Wildlachs kommt in größeren Blöcken (7,5 kg) abgepackt in beschichteten Kartonagen. OPP/PE-Beutel dienen als Verpackung für die Fertigware, die sich als 6er-Gebinde in Kartons befinden.

Die Milchkomponenten und Sonnenblumenöl enthalten keine Verpackung, da sie in wiederverwendbaren Containern geliefert werden. Die folgende Tabelle zeigt die CO₂-Äquivalente der eingesetzten Packstoffe.

³⁶ Pro 20 kg RW: 160 g PE beschichteter Papiersack, 105 g PE Folie (u.a.)

³⁷ Pro 10 kg RW: 256 g Umkarton, 34 g PE Folieneinschlag (u.a.)

Tabelle 5 Daten und Datenquellen für Packstoffe (FRoSTA und Frischzubereitung)

Prozessschritt	CO ₂ -Äquivalent [kg CO ₂ e/kg]	Datenquelle	CO ₂ e-Gutschrift beim Recyclen ³⁸ [%]
Gewinnung von Erdöl und Verarbeitung zu PE-Folie	2,12	GEMIS, 1999	66
Herstellung von Papier/Pappe	0,64	GEMIS, 1999	52
Anbau von Baumwolle, Verarbeitung zu Garn	15,82	GEMIS, 1999	_ ³⁹
Herstellung von PP-Kunststoff	4,4	GVM, 2004	66 ⁴⁰
Herstellung von PET-Kunststoff	5,4	GVM, 2004	95
Herstellung von Aluminium	8,6	GVM ⁴¹ , 2004	96
Herstellung des Getränkekartons	3,2	PCF, 2008	56 ⁴²

Verpackungen der Rohstoffe für die Frischzubereitung.

Die Verpackungsarten und Mengen der Rohstoffe in Kleinmengen für die Frischzubereitung sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 6 Verpackungen der Rohstoffe für die Frischzubereitung

Rohstoff	Verpackungsmaterial	Menge [Packstoff / Rohstoff-Menge]
Lachs ⁴³	PP/PET-EVOH-PP ⁴⁴	25 g / 200 g
Karotten	PE Beutel	0,5g / 269 g
Creme Fraiche	PP Becher und Deckel, Alu-Versiegelng	10 g / 250 g 1,7 g / 250 g
Sahne	PP Becher und Deckel, Alu-Versiegelng	8 g / 200 g 1,5 g / 200 g
Milch	Getränkekarton	32 g / 1000 g
Trockennudeln	PP Beutel	5,5 g / 500 g
Knoblauch	PE Netz	2 g / 250 g
Zwiebeln	PE Netz	3,5 g / 900 g
Sonnenblumenöl	PET Flasche	80 g / 630 g
Zucker	Papiertüte	9 g / 1000 g
Kochsalz, Stärke	Papier Behälter	17 g / 375 g
Kräuter, Gewürze	PP Becher	11 g / 12,5 bis 25 g
Transportverpackung	Karton	256 g / 5.000 g

³⁸ Quelle: Chancen und Herausforderungen des Ressourcenmanagements als Baustein einer regionalen Null-Emissions-Strategie Prof. Dr.-Ing. Klaus Fricke – klaus.fricke@tu-bs.de, Dipl.Geoökol. Tobias Bahr – t.bahr@tu-bs.de, 2001

³⁹ Daten nicht verfügbar

⁴⁰ Daten nicht verfügbar, daher Annahme des Wertes von PE

⁴¹ Quelle: Gesellschaft für Verpackungsmarktforschung 2004

⁴² Gewichtet gemittelter Wert zwischen der Gutschrift von Aluminium (96%) und Papier (52%)

⁴³ Nur für Frischzubereitung „Gewächshaus“. Bei der Frischzubereitung „Freiland“ wird ein um 2/3 verminderter Verpackungsaufwand gerechnet.

⁴⁴ Polyvinylalkohol-Folien/Ethylenvinylalkohol-Folien (PVOH/EVOH) mit Verbund-Deckelfolie mit einer Sauerstoffbarriere. Gerechnet mit dem CO₂e-Faktor für PP.

Bei Frischzubereitung „Freiland“ wird bei Karotten, Zwiebeln und Knoblauch nur 10% des Wertes aus der o.g. Tabelle angenommen.

6.1.5 CO₂e-Faktoren für die elektrische Energie

Bei der Herstellung der Rohstoffe und des Produktes Tagliatelle Wildlachs wird elektrische Energie benötigt. Die CO₂e-Werte werden geographisch zugeordnet.

Tabelle 7 Daten und Datenquellen für elektrische Energie

Prozessschritt	CO ₂ -Äquivalent [kg CO ₂ e/kWh]	Datenquelle
Strommix Deutschland	0,605	IFEU, 2007
Strommix USA	0,669	Probas, 2004
Strommix China	0,814	Probas, 2000
Strommix Norwegen	0,04	Probas, 2010
Strommix Polen	0,97	Probas, 2005

6.2 Prozess

Die endgültige Verarbeitung zum FRoSTA-Fertiggericht findet in Bremerhaven statt und besteht u.a. aus folgenden Produktionsschritten:

- Lagern der Roh- und Packstoffe
- Zubereitung der Sauce
- Herstellung der Pasta
- Sägen des Wildlachs
- Mischen und Coaten⁴⁵ der Rohwaren
- Verpacken der Fertigware
- Unternehmensinterne Transporte
- Lagern der Fertigware

Herstellung der Pasta

Die Zutat Nudeln im Tiefkühlgericht wird von FRoSTA an einer eigenen Fertigungslinie in Bremerhaven hergestellt. Der Produktionsprozess setzt sich u.a. aus den Schritten Mischen, Extrudieren, Schneiden, Kochen, Frosten und Verpacken zusammen. Enthalten sind in den Frischnudeln folgende Zutaten:

- Hartweizengrieß
- Spinat
- Vollei
- Wasser

⁴⁵ Besprühen (Dragieren) der Produktkomponenten mit Sauce

Es werden folgende CO₂-Äquivalente dieser Rohwaren angenommen.

Tabelle 8 Daten und Datenquellen für Pasta⁴⁶

Prozessschritt	CO ₂ -Äquivalent [kg CO ₂ e/kg RW]	Datenquelle
Anbau und Verarbeitung von Getreide zu Mehl	0,53	GEMIS, 2006
Bodenhaltung/Gewinnung von Eiern	1,82	GEMIS, 2006
Bereitstellung von Trinkwasser	0,000379	ProBas, 2006
Herstellung von Trockenpasta inkl. Trocknungsschritt	0,2 ⁴⁷	C.B University ⁴⁸ , 2006

Als Datengrundlage für die Berechnung der Nudeln dienen direkt aufgenommene Daten in den Werken Bremerhaven und Bobenheim-Roxheim.

Für die Bestimmung der CO₂e-Emissionen des Verarbeitungsprozesses dienen die direkt von den Maschinen und Transportbändern (kWh-Verbrauch) aufgenommenen Werte. Weiterhin werden die eingesetzten Hilfs- und Betriebsstoffe berücksichtigt.

Die CO₂e-Abgaben durch Lagerung werden, wie unter 6.3 weiter erläutert, mit Hilfe des Energieaufwandes berechnet.

Hinsichtlich der unternehmensinternen Transporte wird der Stromverbrauch der batterieangetriebenen Fahrzeuge gemessen und durch die Tonnage des Werkes geteilt. Dieser Wert wird dem hier betrachteten Fall zugeordnet.

Kuppelprodukte fallen während des Produktionsprozesses nicht an. Die bei der Verarbeitung entstehenden Fischreste werden als kostenloses Futtermittel abgegeben. Folglich wird keine Allokationsberechnung durchgeführt.

Bei der Frischherstellung des Produktes im Haushalt werden folgende Schritte aus der Vorbereitung der Rohstoffe in der Vorstufe als „Prozess“ angerechnet (siehe auch Abbildung „Systemgrenzen der Untersuchung des frisch zubereiteten Produktes“):

- Gemüse verpacken
- Pasta herstellen und trocknen
- Alle anderen Komponenten verpacken (u.a. Sahne, Creme Fraiche, Tomatenmark, etc.)

Alle vom Verbraucher eingekauften Rohstoffe in Kleinverpackungen für die Frischzubereitung (Milch, Sahne, Fisch etc.) durchlaufen in deren Vorstufen Prozessschritte (z.B. Tiefziehen eines Kunststoffbechers, Versiegeln und Verschießen oder Verpacken unter modifizierter Atmosphäre, Transportieren etc.). Da diese Werte im Detail nicht bekannt sind, wird hier ein durchschnittlicher Abfüllprozess von FRoSTA Packungen angenommen. Der Energieaufwand der Abfüllung der ca. 10 bis 20-fach kleineren Packungsgewichte des

⁴⁶ Ohne Lagerung, Transport und Verpackung. Spinat: siehe Kap. 6.1.1

⁴⁷ Bezug: auf 1 kg gegarter Pasta

⁴⁸ Quelle für Pastatrocknung: Exergy analysis of industrial pasta drying process, Department of Mechanical Engineering, L.Ozgener, O.Ozgener, International Journal of Energy Research, 2006. Übriger Prozess der Pastaherstellung auf Basis der FRoSTA-Daten und der Beheizung durch Gasverbrennung beim Trocknen.

Verbrauchers liegen in Wirklichkeit höher. Dieser Ansatz wird aus Gründen der konservativen Betrachtung der Vergleichsberechnung als Sicherheitsfaktor berücksichtigt.

6.3 Distribution

Nach einer bestimmten Lagerdauer bei FRoSTA erfolgt der Transport des Fertiggerichts zu einem Zentrallager des Handels (ca.420⁴⁹ km) und von da aus zum Einzelhändler (ca.75⁵⁰ km). Da diese Entfernungen unterschiedlich sein können, wird für die Fahrt zum Einzelhändler ein Wert von 100 km angesetzt. Ca. 15% der Produkte werden über einen Zwischenhändler verkauft. Dieser Vorgang erfordert eine zusätzliche Lagerung.

Bei der Frischzubereitung wird jeweils 1 Tag Zwischenlagerung gekühlt (u.a. Lachs, Milchprodukte) und ungekühlt (u.a. Karotten, Zwiebeln) berücksichtigt. Zusätzliche Transporte (vergleichbar zum Fertigprodukt) werden bei Frischzubereitung „Freiland“ nur für Zwiebeln, Knoblauch (Ursprungsland China) und Lachs eingerechnet. Bei der Frischzubereitung „Gewächshaus“ wird für die Rohstoffe ab dem Lager des Importeurs bis zum Zentrallager des Handels als „Distribution“ gerechnet. Allerdings, aus dem konservativen Ansatz, wird hier nur 25% des Distributionsaufwandes von FRoSTA betrachtet.

6.3.1 Tiefgefrier- / Kühllagerung

Die relevanten Emissionen während der Lagerung sind auf Basis folgender Daten berechnet:

- Kälteanschluss, Grad der Kältenutzung wie auch der direkte Stromverbrauch des Kühlhauses
- Anzahl der Paletten im Kühlhaus (durchschnittliche Belegung)
- Gewicht der bestimmten Produktpalette

Auf dieser Basis wird die Kälte-Energie pro Tonne und Tag berechnet und mit dem CO₂e-Faktor für elektrische Energie multipliziert. Die Basismengeneinheit bei der Lagerung ist Tonnentag [td]. Die Formel setzt sich folgendermaßen zusammen⁵¹:

$$Sf = (Ec / COP * \%E + Ee) * Pco2 * 1000/Wp \quad [\text{kg CO}_2\text{e/td}]$$

Sf CO₂e Lagerungsfaktor fürs Lagern von 1 t über einen Tag

Ec „Kälteanschluss“ im Kühlhaus pro Palette und Tag [kWh /Pal/Tag]

COP „Coefficient Of Performance“⁵²

%E Prozent der aktiven Kältenutzung des Kühlhauses

Ee Sonstiger Stromverbrauch pro Tag

Pco₂ CO₂e Faktor für den elektrischen Strom [kg CO₂e / kWh]

Wp Palettengewicht (netto) in [kg]

td Tonnen-Tage (1Td = 1 Tonne gelagert über einen Tag)

⁴⁹ Quelle: FRoSTA Logistik, 2008

⁵⁰ Quelle: Beispiel: REWE, 2008

⁵¹ Quelle: FRoSTA AG 2008

⁵² kWh der Kälteenergie erzeugt aus 1 kWh elektrischen Stroms

Abhängig von der Lagerdauer und der zu lagernden Menge kann der CO₂e-Wert berechnet werden. Die Lagerungsdaten werden unter Berücksichtigung von mehreren Kühllhäusern mit durchschnittlich 6700 Palettenstellplätzen (2.400 bis 12.000 Stellplätze) ermittelt.

Tabelle 9 Daten und Datenquellen für Tiefkühl-/Kühlagerung

Lagerort	Lagerdauer [Tage]	Datenquelle
Lagerung Karotten/Zwiebeln FRoSTA	150	FRoSTA-Einkauf, 2009
Lagerung Wildlachs FRoSTA	180	FRoSTA-Einkauf, 2009
Lagerung Lachs, Milchprodukte gekühlt, Frischzubereitung	1	Schätzung FRoSTA, 2009
Karotten, Zwiebeln gekühlt, Lagerware für Frischzubereitung außerhalb der Saison ⁵³	100	FRoSTA-Einkauf, 2009

Die Tiefkühlagerung erfolgt bei –28 °C bei einer sehr konstanten Temperatur.

Die Kühlagerung wird mit einem Faktor von 0,65⁵⁴ der Tiefgefrierlagerung berechnet.

Die Lagerung im LEH wird unter Berücksichtigung des Stromverbrauchs von Durchschnitt-TK-Truhen⁵⁵ mit ca 700 l Fassung berechnet. Dabei werden zwei Truhen betrachtet: mit und ohne Tagesabdeckung. Die Beladung wird mit 500 l angenommen. Bei der Betrachtung der LEH-Lagerung wird auch der allgemeine Stromverbrauch (z.B. Beleuchtung) wie auch Energie zur Marktbeheizung anteilmäßig berücksichtigt⁵⁶.

Für die Kühlagerung werden die gleichen Volumenverhältnisse angenommen. Der Stromverbrauch wird am Beispiel eines Kühlregals⁵⁷ mit einem Regalvolumen von ebenfalls 650 l gerechnet. Aus konservativen Berechnungsgründen wird die Beladung auf 100% angesetzt.

6.3.2 Transporte

Um den Anteil der Treibhausgas-Emissionen bei den Transporten zu ermitteln, wird der folgende Faktor für den Treibstoff Diesel herangezogen.

Tabelle 10 Daten und Datenquellen für Verbrennung von Diesel

Prozessschritt	CO ₂ - Äquivalent [kg CO ₂ e/kg]	Datenquelle
Verbrennung von Diesel	3,417	IFEU, 2007

⁵³ Lagerung Karotten, Zwiebeln als Lagerware von November bis Mai

⁵⁴ Abgeleitet vom Verhältnis des Energieverbrauchs zwischen einem A+ Gefrier- und Kühlschrank

⁵⁵ Geschlossene Truhe: AHT-Model Paris, 2100 x 850 mm, Volumen 724 l, Stromverbrauch 8,2 kWh/24h und offene Truhe: Nordcap Oscar, Tiefkühlinsel Serie ARIES (115 CM 250), Volumen 700 l, Zentralkälteversorgung, Kälteleistung 1050 W, angenommener COP-Wert: 1,9, Laufzeit 18 h/d.

⁵⁶ Basis: 600 m² Markt; O.Ö. Energiesparverband

⁵⁷ Nordcap/Norpe, Model Euroclassic ECL 130M, Volumen 650 l (innerhalb der Regale) ohne Glastüren.

Kühlregale mit Glastüren können bis zu 35% Energie einsparen (Verbreitung im LEH wird erst für die nächsten Jahre erwartet).

Die relevante Einheit für die Ermittlung des CO₂e-Wertes bei Transporten ist Tonnenkilometer [tkm].

Die Berechnungen basieren auf folgenden Daten⁵⁸:

- Standard-Tiefkühltransport LKW mit 33 Palettenstellplätzen
- Verbrauch pro 100 km je nach LKW-Beladung: 33 – 39 L Diesel/100 km
- Netto Palettengewichte: Fisch-RW: 960 kg, sonst.-RW: 620 kg, FW-FRoSTA: 400 kg, sonst.-FW: 580 kg
- LKW für kurze Distanzen (18 Palettenstellplätze, Verbrauch: ca. 20 L/100km)

$$T_f = F_u / 100 * F_f / (N_p * W_p) \quad [\text{kg CO}_2\text{e}/\text{tkm}]$$

T_f Transportfaktor
F_u Dieselverbrauch pro 100 km
F_f kg CO₂e / L Diesel (siehe Tabelle oben)
N_p Anzahl der Paletten pro LKW
W_p Gewicht der Paletten in [t]

6.3.3 Verweilzeiten in der Distribution

Die ermittelten Lagerzeiten in der Phase nach FRoSTA und vor dem Konsumenten sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 11 Lagerungszeiten in der Distribution⁵⁹

Lagerort	Lagerdauer [Tage]	Datenquelle
Zwischenhändler FRoSTA ⁶⁰	3	FRoSTA-Planung, 2008
Zentrallager des Handels FRoSTA	8	FRoSTA-Planung, 2008
LEH Markt, FRoSTA	5	REWE, 2008
Großlager, gekühlt, Frischzubereitung	1	Schätzung FRoSTA, 2009
Frischgemüse LEH Markt, Frischzubereitung	2	Schätzung FRoSTA, 2009
Milchprodukte LEH Markt, gekühlt, Frischzubereitung In Klammern: Lachs	3 (2)	Schätzung FRoSTA, 2009

6.4 Einkaufsfahrt (Verbraucher)

Bei der Einkaufsfahrt wird davon ausgegangen, dass der Durchschnittsverbraucher eine Einkaufsstrecke (Hin- und Rückweg) von insgesamt 5 km mit einem durchschnittlichen Pkw zurücklegt und etwa 20 kg einkauft. Der Anteil von Tagliatelle Wildlachs an diesem Einkauf

⁵⁸ Quelle: Logistik FRoSTA AG, 2008

⁵⁹ Diese Lagerungszeiten können in anderen Vertriebskanälen unterschiedlich sein.

⁶⁰ Dieses trifft für ca. 15% der Produkte zu, wobei in diesen Fällen das Zentrallager des Handels nicht berücksichtigt wird. Die Lagerdauer stellt bereits das Ergebnis der Umrechnung da.

beträgt 3,25⁶¹ %. Im Fall der Frischzubereitung kauft der Verbraucher ca. 17% mehr Menge ein, da der Putzabfall mit transportiert wird.

Die CO₂e-Belastungen pro Kilometer werden folgendermaßen angesetzt:

Tabelle 12 Daten und Datenquellen für den Pkw-Transport

Prozessschritt	CO ₂ -Äquivalent [kg CO ₂ e/km]	Datenquelle
Transport mit Durchschnitts-Pkw	0,247 ⁶²	Öko-Institut, 2007

6.5 Produktnutzung

Zur Bestimmung der CO₂e-Emissionen in der Nutzungsphase werden diese in die Schritte Lagerung, Zubereitung, Spülprozess (mittels Spülmaschine) und Beleuchtung gegliedert.

Bei der Frischzubereitung erfolgt im Haushalt die eigentliche Herstellung des Produktes:

- Lagern der Rohstoffe im Kühlschrank
- Putzen, Waschen und Schneiden von Gemüse
- Herstellen einer Mehlschwitze basierten Sauce mit gleichzeitiger Garung des Gemüses und des Lachses
- Kochen von Pasta aus Trockenware

Für jeden Schritt werden Messungen durchgeführt bzw. bestimmte Annahmen getroffen, die in der nachfolgenden Tabelle dargestellt werden.

Tabelle 13 Daten für die Produktnutzung⁶³

Schritte der Nutzungsphase	Kriterien	Annahmen FRoSTA (beste Schätzung)	Annahmen Frischkochen
Lagerung	Energieeffizienzklasse des Gefriergeräts bzw. Kühlschrank bei Frischzubereitung ⁶⁴	A+	A+
	Lagerdauer in (Tagen)	30	1
	Stromverbrauch ⁶⁵ pro FE und Tag in (kWh)	0,004	0,004 ⁶⁶
Zubereiten	Wasserverbrauch fürs Gemüsewaschen [g]	-	980
	Zubereitungsart	Pfanne mit Deckel	2 Töpfe mit Deckel

⁶¹ Inkl. des Transportes der Zubereitungsmilch

⁶² Quelle: Durchschnittsfahrzeug 2007 mit Vorkette innerorts; Diesel und Benzin im Mix, TREMOD

⁶³ Nach Angaben der Gerätehersteller in 2008

⁶⁴ Aktuelle Effizienzklassen/Stromverbrauchsfaktor: A++/0.77, A+/1.00, A/1.26

⁶⁵ Der Stromverbrauch eines Kühlschranks beträgt ca 65% des Verbrauches eines Tiefgefrierschranks gleicher Effizienzklasse (Bsp. Liebherr A+).

⁶⁶ Stromverbrauch bei Kühlung/Tag ist gleich, da die angenommen Beladung des Kühlschranks niedriger ist (60 L gegenüber 70 L bei Tiefkühlung)

	Zubereitungsmenge ⁶⁷ (in g)	500	650
	Wasserverbrauch fürs Nudelngaren [g]	-	700
	Zugaben	150 g Milch	_ ⁶⁸
Spülprozess	Effizienzklasse der Spülmaschine ⁶⁹	B	B
	Anteiliger Stromverbrauch für das Waschen des benutzten Geschirrs [kWh/FE]:	0,103	0,206
	Anteiliger Wasserverbrauch für das Waschen des benutzten Geschirrs [kg/FE]	1,666	3,333
	Befüllungszustand der Spülmaschine	voll	voll
	Gedecke	1	2 ⁷⁰
Beleuchtung	Art	3 Sparlampen a 7 Watt	
	Dauer (in min)	30	60

In der oberen Tabelle werden Annahmen für die s.g. „beste Schätzung“ getroffen. Bei der Wahl der Geräte wird jeweils die mittlere Effizienzklasse angenommen (A+ für Tiefkühl- und Kühlschränke und B für die Spülmaschine). Der Verbraucher lagert das FRoSTA-Fertigprodukt ca. 30⁷¹ Tage bis zum Verzehr. Die frisch eingekauften Zutaten für die Zubereitung im Haushalt werden im Kühlschrank gelagert und nach zwei Tagen verbraucht. Weiterhin wird davon ausgegangen, dass ein 100 Liter Gefrier- oder Kühlschrank genutzt wird. Die Beladung des Tiefgefrierschanks und Kühlschranks wird mit ca. 70 l und des Kühlschranks mit ca. 60 l angenommen.

Bei der Berechnung der CO₂e-Faktoren⁷² für die TK-Lagerung beim Verbraucher wird von einem Pro-Kopf-Verbrauch an TK-Produkten in Deutschland von 39 kg/a⁷³ ausgegangen. Es wird weiter berücksichtigt, dass 33% der Verbraucher regelmäßige und 51% gelegentliche TK-Konsumenten⁷⁴ sind. Dabei wird auch der Anteil der Fertiggerichte am TK-Warenkorb und deren Anteil an der TK-Vorratslagerung berücksichtigt. Die durchschnittliche Haushaltsgröße beträgt 2,13⁷⁵ Personen.

Der Stromverbrauch der Geräte wird mit Hilfe eines Mittelwertes aus Sekundärdaten⁷⁶ berechnet.

Bezüglich der Zubereitung des Fertiggerichtes wird angenommen, dass dies bei der besten Schätzung in der Pfanne mit Deckel bzw. in Töpfen mit Deckel bei der Frischzubereitung

⁶⁷ Die Zugabe der Milch erfolgt während der Zubereitung.

⁶⁸ Die Milch wird in der Rezeptur beim Frischzubereiten in einem Schritt verwendet.

⁶⁹ Aktuelle Effizienzklassen/Reinigungswirkung: A/1.12, B/1.00, C/0.88. Quelle:

<http://www.fotolax.de/team/spuelerklassen.pdf>

⁷⁰ Berechnet als zwei Gedecke, da mind. zwei weitere Töpfe mit Deckeln und sonstige Küchengeräte (Messer, Bretchen etc.) benutzt werden.

⁷¹ Weitere Details zur Bestimmung der Lagerung beim Verbraucher s.Kapitel.8.1

⁷² Berechnungsgrundlage für Ermittlung der CO₂e-Emissionen aus der Lagerung im Haushalt, in der die angenommene Menge an TK-Produkt im Tiefkühlschrank in einer bestimmten Zeit verbraucht wird.

⁷³ Quelle: DTI 2008

⁷⁴ Quelle: DTI/Marktforschung DIALEGO 2009

⁷⁵ Quelle: Stat. Bundesamt 2007

⁷⁶ Quelle:

<http://www.baulinks.de/links/1archiv.php4?urlb=http://www.baulinks.de/inneneinrichtung/kuechengerate.htm&urla=http://www.baulinks.de/webplugin/n704.php4>

erfolgt. Für die Untersuchung werden zwei unterschiedliche Herdtypen⁷⁷ mit Cerankochplatten und mit einem davor geschalteten, geeichten Strommessgerät verwendet. Beim Zubereiten des FRoSTA-Produktes wie auch beim Frischkochen von Tagliatelle Wildlachs und Trockenpasta wird darauf geachtet, „best practise“ fürs Kochen im Haushalt anzuwenden (ankochen, mit Deckel abdecken, Energie möglichst niedrig stellen, Topf passend zu der Größe der Heizplatte).

Tabelle 14 Daten und Datenquellen für Abwasser und Reinigungsmittel

Prozessschritt	CO ₂ - Äquivalent [kg CO ₂ e/kg]	Datenquelle
Herstellung von Reinigungsmitteln	1,84	Öko-Institut, 2009
Entsorgung von Abwasser	2,7 x 10 ⁻⁶	GEMIS, 1995

Da bei der Spülmaschine von einer Aufnahmegröße von 12 Gedecken ausgegangen wird, und pro FRoSTA-Fertigericht ein Gedeck (Teller, Pfanne, Besteck, Trinkglas) und pro Frischzubereitung zwei Gedecke (Teller, mehrere Töpfe, Besteck, Trinkglas) benutzt werden, wird dies bei dem Strom- und Wasserverbrauch berücksichtigt.

Da die Frischzubereitung deutlich länger dauert (Gemüse waschen, putzen, schneiden etc.) wird eine doppelt lange Beleuchtung angesetzt. In beiden Fällen (FRoSTA und Frischzubereitung) wird weiter eine Halbierung der Beleuchtungslänge, bedingt durch den Außenlichteinfall, berücksichtigt.

6.6 Recycling bzw. Entsorgung

Recycling und Entsorgung werden auf allen Ebenen berücksichtigt:

- Verpackung der Rohstoffe
- Organischer Abfall in der FRoSTA-Produktion und der Frischzubereitung zu Hause
- Verpackungsverluste während der Herstellung des FRoSTA-Fertigproduktes
- Verpackungsabfall im Handel beim Kommissionieren
- Recycling der Holzpalette nach durchschnittlich sieben Umläufen
- Recycling der Verpackung beim Endverbraucher

Für die Berechnung der einzelnen Mengen des Produktes und der Verpackungsverluste wird auf die SAP⁷⁸-Rezeptur wie auch die zum Recycling abgegebenen Verpackungsmengen und organischen Abfälle zurückgegriffen. Über den gesamten Lebenszyklus des Produktes werden bestimmte Packstoffe recycelt oder es entsteht ein entsprechender Abfall.

Im Bereich der FRoSTA-Produktion werden die Materialien sortenrein gesammelt und geordnet recycelt. Da der Einfluss der Packstoffe aus der Produktion weniger als 0,5% der Produktemissionen ausmacht, werden diese Primärdaten mit einem Mischrecycling-Faktor

⁷⁷ Haushaltgerät Siemens (mit Backofen), Bj.2007 und Cerankochstation von Rammelsbacher, Bj. 2006

⁷⁸ Warenwirtschaftssystem der FRoSTA AG

berechnet. Dasselbe Prinzip der Abfallentsorgung wird bei der Betrachtung der Frischzubereitung angewendet.

Die folgende Tabelle zeigt eine Übersicht über die verwendeten Recyclingquoten.

Tabelle 15 Daten für Recyclingquoten in Deutschland⁷⁹

Material	Recyclingquote in Deutschland [%]
Kunststoff	38
Papier/Karton	80
Holz	29
Aluminium	77
Getränkekarton	65 ⁸⁰

Die Berechnung der Gutschrift (negative CO₂e-Belastung) erfolgt nach folgender Formel⁸¹:

$$Er = - Ep * Rq * Ea * 0,5 \text{ [kg CO}_2\text{e/kg Material]}$$

Er Gutschrift aus dem Recycling (Ergebnis mit negativem Vorzeichen)

Ep CO₂e-Emission bei der Herstellung des ersetzten Stoffes in [kg CO₂e/kg]

Rq Recyclingquote für Deutschland für das Material nach UBA

Ea Prozentuelle Minderung des Ertrages für den Aufwand der eingesetzten Energie für den Transport und beim Recyceln⁸², ausgedrückt als eine Zahl zwischen 0 und 1

0,5 50/50% Aufteilung der CO₂e-Gutschrift zwischen FRoSTA und dem Verpackungshersteller

Der Restabfall wird in dieser Betrachtung verbrannt. Folgende Werte werden für die Verbrennung herangezogen:

Tabelle 16 Daten für Verbrennung von Restmüll und für Mischrecycling

Prozessschritt	CO ₂ - Äquivalent [kg CO ₂ e/ kg]	Datenquelle
Verbrennen von Restmüll	- 0,551	UBA ⁸³ , 2008
Faktor für Mischrecycling	- 0,252	FRoSTA, 2008

Bei der Verbrennung wird die Regel 50/50 nicht angewendet. Die Gutschrift erfolgt zu 100%.

⁷⁹ Aufkommen und Verwertung von Verpackungsabfällen in Deutschland im Jahr 2006, Umweltbundesamt, Sept.2008

⁸⁰ Abweichende Quelle: PCF-Projekt 2008

⁸¹ Quelle: FRoSTA, 2008

⁸² Quelle: Chancen und Herausforderungen des Ressourcenmanagements als Baustein einer regionalen Null-Emissions-Strategie Prof. Dr.-Ing. Klaus Fricke – klaus.fricke@tu-bs.de, Dipl.Geoökol. Tobias Bahr – t.bahr@tu-bs.de

⁸³ Quelle: STELLENWERT DER ABFALLVERBRENNUNG IN DEUTSCHLAND, UBA, Okt. 2008 (2006: 17,7 Mio. t verbrannter Müll ergibt 9,75 Mio. t eingespartes CO₂e)

Die kompostierbaren Gemüseabfälle (FRoSTA-Produktion oder Putzabfall bei der Frischzubereitung) ist, nach allgemeinem Wissensstand, CO₂e-neutral und wird in dieser Studie nicht betrachtet⁸⁴.

Ein Abschneidekriterium unter 1% wird nicht angewendet.

⁸⁴ Nur ein Teil des Kohlenstoffs im Bioabfall wird durch organische Abbauvorgänge in Form von CO₂ an die Umwelt abgegeben. Dieser Anteil entspricht ungefähr der Menge an Kohlenstoff, den die Pflanzen zuvor aus der Luft in Form von CO₂ aufgenommen haben.

7 Präsentation der Ergebnisse (“beste Schätzung”)

7.1 Überblick

Die Untersuchung zeigt, dass der CO₂-Fußabdruck der Tagliatelle Wildlachs rund

- **1.470 g CO₂e/FE** für das FRoSTA-Produkt
- **1.440 g CO₂e/FE** für das Frischprodukt (Wildlachs aus Schottland, Gemüse aus der Region)
- **1.620 g CO₂e/FE** für das Frischprodukt (Zuchtlachs aus Norwegen, Gemüse aus einem Durchschnittsgewächshaus bzw. Karotten und Zwiebeln aus Lagerware)

beträgt.

Ein Überblick über die Hauptemissionen des untersuchten Produktes FRoSTA Tagliatelle Wildlachs gegenüber einer Frischzubereitung im Haushalt wird in der folgenden Grafik dargestellt (Werte in g CO₂e pro funktionelle Einheit).

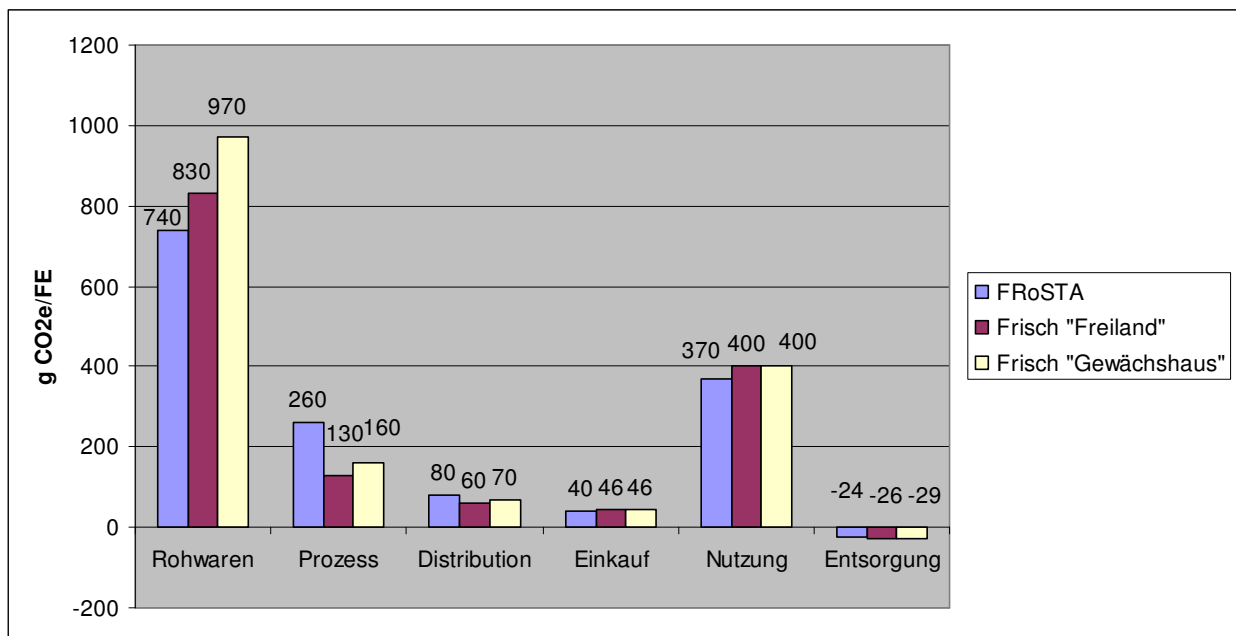


Abb. 7 Darstellung der Gesamtergebnisse

Der Balken, der die CO₂e-Emissionen durch „Rohware“ anzeigt, berücksichtigt auch deren Verpackung und die Transporte bis zu FRoSTA (nicht aber die Lagerung bei FRoSTA bis zur Verarbeitung s.u.). Das Verpackungsmaterial für das Endprodukt ist ebenfalls unter der Rubrik „Rohwaren“ erfasst. Bei den frisch zubereiteten Produkten ist die gesamte Milchmenge bereits unter Rohwaren berücksichtigt. Beim FRoSTA-Produkt wird ein Teil der Milch als „Zubereitungsflüssigkeit“ beim Aufwärmen zugegeben.

Der „Prozess“ umfasst die Vorlagerung der Roh- und Packstoffe, die eingesetzte Energie aber auch Hilfs- und Betriebsstoffe (Schmierstoffe, Reinigungsmittel, etc.), Wasser, allgemeine Energiequellen (Warmwasser, Druckluft, Dampf) sowie den Verbrauch der Verwaltung, Mitarbeiterreisen, etc., die anteilmäßig auf eine Tonne eines Fertigproduktes aufgeteilt werden.

Bei der Frischzubereitung sind unter „Prozess“ auch die Herstellung und das Trocknen der Pasta sowie das Abfüllen übriger Komponenten in Einzelhandelsverpackungen enthalten.

Die „Distribution“ enthält die Transporte des Produktes über den Zwischenhändler, Zentrallager des Handels bis zum Markt wie auch die Lagerung in den einzelnen Stationen (Händler, Handel, Markt). Im Fall der Frischzubereitung wird die Distribution der Haushaltspackungen (Sahne im Becher, Milch, etc.) betrachtet.

Die „Nutzungsphase“ beinhaltet die Tätigkeiten des Verbrauchers (Lagerung im Haushalt, Energieverbrauch beim Zubereiten sowie das Reinigen der Pfanne und des Essgeschirrs). Bei der Frischzubereitung ist an dieser Stelle das gesamte Handling des Verbrauchers zusammengefasst.

Im Schritt „Entsorgung“ sind alle Stufen der Abfallbeseitigung enthalten (Produktion bei FRoSTA, Handel und Verbraucher).

7.2 Gewinnung der Rohstoffe

Die CO₂e-Emissionen aus Rohwaren und deren Erzeugung werden insbesondere durch die Milchprodukte beeinflusst (Funktionelle Einheit (FE)).

Tabelle 17 Ergebnisse des CO₂e-Footprints aus den Rohstoffen

Komponente	FRoSTA-Gericht [g CO ₂ e/FE]	Frischzubereitung „Freiland“ [g CO ₂ e/FE]	Frischzubereitung „Gewächshaus“ [g CO ₂ e/FE]
Wildlachs / Zuchtlachs	68	49	108
Milchprodukte ⁸⁵	479	614	614
Pasta ⁸⁶	57	57	89
Gemüse ⁸⁷	32	16	37
Sonstige	10	10	10
Rohwaren-Transporte	31	23	21
Verpackung RW/FW ⁸⁸	62	62	96
<i>Summe</i>	<i>739</i>	<i>831</i>	<i>975</i>

7.3 Prozess

Die nachfolgenden Beiträge an CO₂e aus den jeweiligen Produktionsprozessen beziehen sich immer auf die Funktionelle Einheit (FE).

Die Position „Herstellung der Fertigware“ beinhaltet auch die Frostung der Sauce im Coating-Prozess. Der CO₂e-Beitrag der Herstellung der Pasta ist hier auf die Menge von Nudeln im

⁸⁵ Bei FRoSTA Produkt wird ein Teil der Milch bei der Zubereitung zugegeben, daher ergibt sich an dieser Stelle ein niedrigerer CO₂e-Wert.

⁸⁶ Nur Rohstoffe der Pasta, ohne Prozess. Der Wert für Frischzubereitung „Gewächshaus“ deutlich höher, da hierbei der Einsatz von Gewächshaus-Spinat stark dominiert.

⁸⁷ Konsument: inkl. der Putzverluste in der Küche.

⁸⁸ Konsument: Emissionen aus der Herstellung der Packstoffe von z.B. Sahne, Milch, Trockennudeln, etc. gerechnet auf die in der Rezeptur eingesetzten Menge an diesen Rohstoffen. FRoSTA-Rohwaren werden in Gebindegrößen zwischen 10 kg und 800 kg geliefert.

Fertigprodukt gerechnet. Unter „Sonstige“ werden Energie, Betriebshilfsstoffe, etc. zusammengefasst, die nicht direkt dem Produkt zugeordnet werden können.

Tabelle 18 Ergebnisse des CO₂e-Footprints aus dem Prozess

Prozessschritt FROSTA	[g CO ₂ e/FE]	Prozessschritt Frischzuber.	„Freiland“ [g CO ₂ e/FE]	„Gewächshaus“ [g CO ₂ e/FE]
Rohwaren abfüllen ⁸⁹	3	Komponenten abfüllen ⁹⁰	95	95
Fisch sägen	8	Trockenpasta herstellen	30	30
Pasta frisch	20	Lagerung RW/Komponenten ⁹¹	0,2	31
Herstellung der Fertigware	186	Sonstige	3	4
Sonstige	6			
Lagerung RW/FW	36			
<i>Summe</i>	<i>259,0</i>	<i>Summe</i>	<i>128,2</i>	<i>160,0</i>

7.4 Distribution

In der Distribution werden folgende Werte in Bezug auf die FE errechnet.

Tabelle 19 Ergebnisse aus der Distribution

Distribution FROSTA	[g CO ₂ e/FE]	Distribution Frischzubereitung	[g CO ₂ e/FE]
Transport der Fertigware	15	Transport zum Handel ⁹²	4 / 6
Lagerung beim Großhändler	2	Lagerung Zwischenhändler/ Handel	0,2
Lagerung im Zentrallager	6	Transport zum Einzelhändler ⁹³	8
Transport zum Einzelhändler	6	Lagerung beim Einzelhändler	47/55
Lagerung beim Einzelhändler	49		
<i>Summe</i>	<i>78,0</i>	<i>Summe</i>	<i>59,2 / 69,2</i>

Die Lagerung beim Einzelhändler weist einen höheren Wert auf, weil im Gegensatz zu den Vorstufen hier bereits Tiefkühlmöbel (Gefriertruhen) eingesetzt werden.

7.5 Einkaufsfahrt des Verbrauchers

Der Einkauf von Tagliatelle Wildlachs wird anhand der Angaben unter Kapitel 6.4. berechnet. Dieses ergibt folgenden Emissionswert.

⁸⁹ Abfüllen von Großbinden oder wiederverwendbaren Containern, z.B. Sahne in 500 kg Container

⁹⁰ Abfüllen von Haushaltspackungen, z.B. 200 g Sahne in einen PP Becher verschlossen mit einer Alu-Folie

⁹¹ Karotten und Zwiebeln zwischen November und Juni aus Lagerware (Kühlagerung).

⁹² Werte für Frischzubereitung „Freiland“ und „Gewächshaus“

⁹³ Wert inkl. des Putzabfalls und Kleinverpackungen

Tabelle 20 Ergebnisse aus der Einkaufsfahrt

Einkaufsfahrt	FRoSTA [g CO ₂ e/FE]	Frischzubereitung [g CO ₂ e/FE]
Transport über 5 km ⁹⁴	40	46

7.6 Produktnutzung

Die Ergebnisse der Produktnutzung in der folgenden Tabelle beziehen sich auf den Durchschnittsfall.

Tabelle 21 Ergebnisse aus der Nutzungsphase

Nutzungsphase TK	[g CO ₂ e/FE]	Nutzungsphase Frischzubereitung ⁹⁵	[g CO ₂ e/FE]
Lagerung im Tiefkühlfach	77	Kühl-Lagerung- Verbraucher	2
Beleuchtung/Heizung	6	Beleuchtung Küche	12
Zubereitung	86	Heizung	0,1
Milch als Zugabe	134	Küchen-Maschine	1
Reinigung des Geschirrs	62	Wasser Nudel kochen	0,3
Spülmittel	3	Wasser Gemüse waschen	0,4
Wasser, Abwasser	1	Fisch und Gemüse garen	154
		Nudeln garen	97
		Geschirrspülen	124
		Spülmittel	6
		Wasser, Abwasser	2
<i>Summe:</i>	<i>369,0</i>	<i>Summe:</i>	<i>398,8</i>

Den höchsten Wert an CO₂e verursacht beim FRoSTA Produkt die Milch als Zubereitungszugabe in der Nutzungsphase. Die Nutzung der elektrischen Energie bei der Zubereitung ist der zweitwichtigste Emissionsfaktor. Bei der Frischzubereitung stellen das Garen von Fisch, Gemüse, Pasta sowie das Geschirrspülen die wichtigsten CO₂e-Emissionsquellen dar.

7.7 Recycling bzw. Entsorgung

Durch das Recyceln oder die Verbrennung werden Ressourcen eingespart oder es wird Energie erzeugt. Aus diesen Prozessen entstehen Gutschriften (negatives Vorzeichen), die gegen die o.g. Emissionen gerechnet werden.

In der folgenden Tabelle sind alle Stufen, in denen Verpackungsabfall anfällt und recycelt wird, zusammengestellt.

⁹⁴ Festlegung des Einkaufsdurchschnitts im Rahmen des PCF Projektes, 2008. Bei der Frischzubereitung wird auch der Putzabfall mit transportiert.

⁹⁵ Frischzubereitung beide Fälle

Tabelle 22 Ergebnisse aus dem Recycling/Entsorgung

Entsorgungsschritte	FROSTA-Gericht [g CO ₂ e/FE]	Frischzubereitung ⁹⁶ [g CO ₂ e/FE]
Produktion	-1	-0,2
Handel	-6	-8
Nutzungsphase	-3	-8 / -9
Verbrennung des Restabfalls	-14	-10 / -12
Summe	-24,0	-26,2 / -29,2

8 Diskussion der Ergebnisse

8.1 Sensitivitätsanalyse

In der anschließenden Sensitivitätsanalyse werden verschiedene Faktoren **des FROSTA-Gerichtes** variiert und mit den CO₂e-Emissionen der besten Schätzung (Spalte A) verglichen:

- Faktor für Strommix Deutschland beträgt 0,605 kg CO₂e/kWh. Bremerhaven besitzt eine günstige Versorgung bezüglich des regenerativen Stroms und des Atomstroms. Der Wert wird hier mit 0,405⁹⁷ kg CO₂e/kWh eingerechnet (Spalte B).
- Die Lagerungsdauer der Fertigware im FROSTA-Tiefkühlager wird im Modell um das Dreifache verlängert. (Spalte C)
- Die Lagerungsdauer der Fertigware in der Tiefkühltruhe des Handels wird im Modell um das Dreifache verlängert. (Spalte D)
- Der Wildlachs wird im Modell durch einen norwegischen Zuchtlachs als TK-Blockware verarbeitet und mit ca. 30 Tagen TK-Lagerung ersetzt. (Spalte E)

Tabelle 23 Sensitivitätsdarstellung der Rohstoffe, des Prozesses und der Distribution (FROSTA)

	A	B	C	D	E	F
Lebenszyklusstufe	Basisannahme dieser Studie	Stromwert Bremerhaven	3 x längere Lagerung bei FROSTA	3 x längere Lagerung im Markt	Lachs aus Aquafarming ⁹⁸	Einsatz von Pulver statt Natur RW ⁹⁹
	[g CO ₂ e/FE]					
Produkt gesamt	1.470	1.430	1.485	1.570	1.500	1.570
Rohwaren	740				770	810
Prozess	260	220	275			290
Distribution	80			180		

⁹⁶ Frischzubereitung beider Fälle. Erster Wert gilt für „Freiland“, der Zweiter für „Gewächshaus“

⁹⁷ Berechnet nach Vorgaben von FBG für den CO₂-Stromwert ohne Vorkette, 2008

⁹⁸ Eigene Untersuchung des CO₂e-Footprints des Zuchtlachses in Norwegen mit Transport per LKW nach Bremerhaven nach den Prinzipien des PCF

⁹⁹ Basis: 1 kg Sahnepulver aus 3,7 kg Sahne frisch, 1 kg Trockenmilch aus 5,56 kg Frischmilch, Vollei, Spinat und Knoblauch sind mit 10% Wasser herangezogen worden.

Die Wirkung des günstigeren Stromwertes für Bremerhaven ist hierbei ebenfalls deutlich sichtbar (ca. 16% des CO₂e-Wertes aus dem Prozess bzw. ca. 3% des Gesamt-CO₂-Fußabdrucks). Der Strom für Bremerhaven wird mit Hilfe von höheren Anteilen an Kernenergie sowie an erneuerbaren Energieträgern (Bremerhaven: 17%, Deutschland-Durchschnitt: 12%) erzeugt.

Aus den Daten wird ersichtlich, dass die Tiefkühlagerung in den Industriekühlhäusern einen geringen Einfluss auf die Höhe der CO₂e-Emissionen ausübt (vgl. Spalten A und C).

Die Lagerung beim „Point of Sale“ wirkt sich dagegen deutlich stärker aus (vgl. A und D). Wird diese um das Dreifache verlängert, steigt der CO₂e-Fußabdruck des Gesamtproduktes um ca. 7%.

Der Einsatz von Zuchtlachs aus Norwegen statt Wildlachs würde den CO₂e-Wert der Rohstoffe um ca. 2% erhöhen. Der Transportweg von Norwegen ist zwar verhältnismäßig kurz, aber insbesondere die Fütterung des Lachses steigert den CO₂e-Wert. Der Wildlachs wird dagegen nicht gefüttert und seine Nahrungsaufnahme wirkt sich deshalb nicht negativ auf die CO₂e-Bilanz aus.

FRoSTA verwendet in Produkten ausschließlich naturbelassene Rohstoffe. Bei einem simulierten Einsatz von „Pulvern statt Naturprodukten“ in der Spalte F (Knoblauch, Sahne, Milch, Spinat, Vollei) würde sich der CO₂-Fußabdruck um ca. 60 g CO₂e/FE (ca. 7%) erhöhen.

Für die **Nutzungsphase des FRoSTA-Gerichtes** werden bestimmte Annahmen für das Min.- und Max.-Szenario getroffen, die im Vergleich zur besten Schätzung in folgender Tabelle zusammengefasst sind.

Tabelle 24 Sensitivitätsdarstellung der Nutzungsphase des FRoSTA-Gerichtes¹⁰⁰

Schritte der Einkaufsfahrt und Nutzungsphase	Beschreibung / Einheit	Min.-Szenario	Beste Schätzung	Max.-Szenario
Einkauf/Transport	Verkehrsmittel	Fahrrad	Pkw	SUV ¹⁰¹
	Entfernung [km]	-----	5	10
	Einkaufsmenge [kg] / Anteil der Tagliatelle darin [%]	-----	20 / 2,5	1 / 50
	[g CO ₂ e/FE] für Transport	0	40	1704
Lagerung	Energieeffizienzklasse ¹⁰²	A++	A+	A
	Lagerdauer [Tage]	7	30	182
	[g CO ₂ e/FE] für Lagerung	18	77	467
Zubereitung	Zubereitungsart	Mikrowelle	Pfanne mit Deckel	Pfanne ohne Deckel
	[g CO ₂ e/FE] für Strom	97	85	103
	Milchzugabe	60 g	150 g	150 g
	[g CO ₂ e/FE] für Milch	53	135	135
Spülprozess	Effizienz der Spülmaschine	A	B	C

¹⁰⁰ Angaben von gCO₂e und kWh dargestellt pro FE

¹⁰¹ SUV (Sport Utility Vehicle) Pkw mit erhöhter Geländegängigkeit, Verbrauch 12 l Diesel/100 km

¹⁰² Energieverbrauch: A++: 100%, A+: 126%, A: 159%

	Wasserverbrauch	1,25	1,666	2,833
	Befüllungszustand	voll	voll	halbvoll
	Anzahl Gedecke/FE	1	1	1
	[g CO ₂ e/FE] für Geschirrspüler	52	62	139
	[g CO ₂ e/FE] für Wasser	0,49	0,65	0,81
	[g CO ₂ e/FE] für Abwasser	0,0034	0,0046	0,0057
	[g CO ₂ e/FE] für Spülmittel	3	3	3
Beleuchtung	Art	3 LED a 3 Watt	3 Sparlampen a 7 Watt	3 Lampen a 60 Watt
	Dauer (min)	60	60	60
	[g CO ₂ e/FE] für Beleuchtung	2,5	6	54
	Summe (gerundet):	226	409	2.606

Hier wird deutlich, dass der Verbraucher große Einflussmöglichkeiten auf die Höhe der CO₂e-Emissionen hat.

Insbesondere die Fahrt zum Supermarkt beeinflusst stark den CO₂e-Wert. Zwischen der besten Schätzung und dem Max.-Szenario steigt der CO₂e-Wert um das 50-Fache¹⁰³ an.

Die Emissionen, die beim Zubereiten durch den Stromverbrauch verursacht werden, sind im Fall der besten Schätzung niedriger als bei den Min.-Szenario. Dieses hängt mit dem niedrigeren Stromverbrauch bei der hier angenommenen Zubereitung im Topf mit Deckel gegenüber der Mikrowelle zusammen.

Wegen der geringeren Zugabe an Milch in der Mikrowelle verursacht diese Zubereitungsmethode in der Summe ca. 9% weniger CO₂e-Emissionen bezogen auf den Gesamtwert.

Beim Geschirrspülen unterscheiden sich das Min.-Szenario und die beste Schätzung nicht deutlich. In dem Max.-Szenario wirkt sich insbesondere die Effizienzklasse der Maschine (Stromverbrauch) wie auch der Beladungszustand (halbvoll) aus.

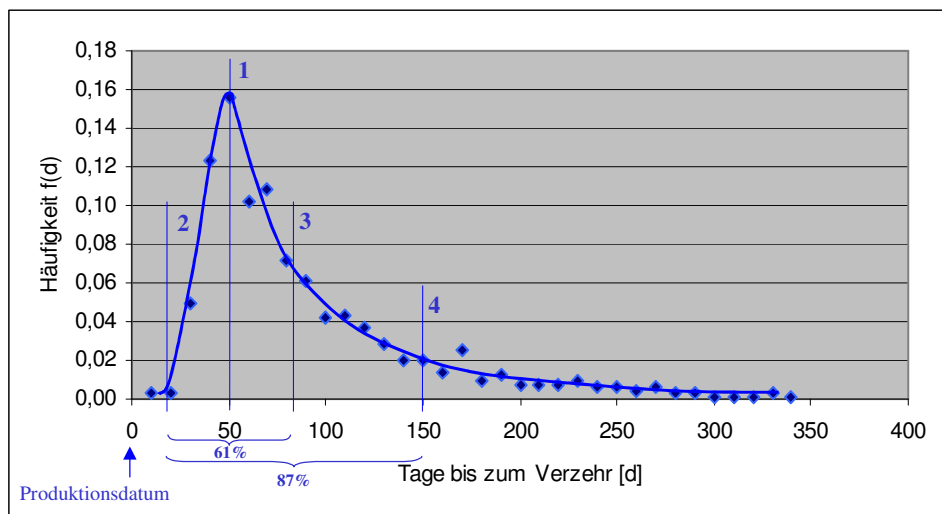


Abb. 8 Verweilzeit der FRoSTA-TK-Produkte in der Tiefkühlkette (2007)

¹⁰³ Dieses gilt auch für die Frischzubereitung

Ein wichtiger Aspekt ist die Tiefkühlagerung beim Konsumenten. In dem Max.-Szenario wird von 182 Tagen Tiefkühlagerung ausgegangen. Die CO₂e-Emissionen bei dieser Lagerdauer sind um 27% höher als die der besten Schätzung mit 30 Tagen Lagerung.

Würde die maximale Haltbarkeit des Produktes von 10 Monaten ausreizen, so würde sich der CO₂-Fußabdruck um ca. 12% bei Industrielagerung (bei FRoSTA oder im Zentrallager des Handels) erhöhen oder um ca. 45% bei entsprechender Lagerung beim Verbraucher.

In der obigen Abbildung wird aufgezeigt wie die Häufigkeitsverteilung der Lagerung vom Produktionstag bis zum Verzehr beim Verbraucher aussieht. Als Grundlage für diese Darstellung wird die Reklamationsstatistik¹⁰⁴ von FRoSTA ausgewertet. Der häufigste Durchlauf der FRoSTA-Produkte vom Produktionstag bis zum Verzehr beträgt ca. 50 Tage (Abb. oben, Kennzeichnung 1). Diese Größe schließt die gesamte Distribution und die Lagerung beim Verbraucher ein. Nach einem Abzug der Lagerungszeiten bei FRoSTA und im Handel von ca. 22 Tagen wird aus der Häufigkeitsverteilung ersichtlich, dass der Verbraucher in den meisten Fällen die Produkte zu Hause ca. 30 Tage lagert. Unter Berücksichtigung der Häufigkeit der Produktion des FRoSTA-Produktes und der bekannten Lagerzeiten in den einzelnen Distributionsschritten (Lagerung bei Frosta, Handel, etc.), ist die Verteilungskurve aus der Reklamationsstatistik eher als konservativ zu sehen. D.h. die Lagerzeit eines TK-Fertiggerichtes beim Konsumenten kann in Wirklichkeit kürzer sein.

Zur weiteren Bestätigung der Lagerzeiten wird eine Bachelorarbeit¹⁰⁵ durchgeführt, um die Literatur der 1980er, 1990er und der 2000er Jahre auszuwerten. Es wird festgestellt, dass auch neue Literatur zur Tiefkühllogistik sich auf Quellen aus den 1980er Jahren bezieht. Später werden keine nennenswerten wissenschaftlichen Arbeiten mehr zu diesem Thema durchgeführt. In der Arbeit wird aufgezeigt, wie sich der Umgang mit der Tiefkühlkost über die Jahre ändert. Während in den 1980er Jahren in der Tiefkühlkost im wesentlichen der Begriff „Economy of scale“ (Hohe Tonnage pro Produktionslos, lange Lagerzeiten) vorherrschte, ändert sich der Leitgedanke in der Tiefkühllogistik über die 1990er Jahre bis insbesondere in den letzten zehn Jahren hin zu „Vermeidung von Kapitalbindung“. Im Ergebnis werden die Durchlaufzeiten deutlich verkürzt.

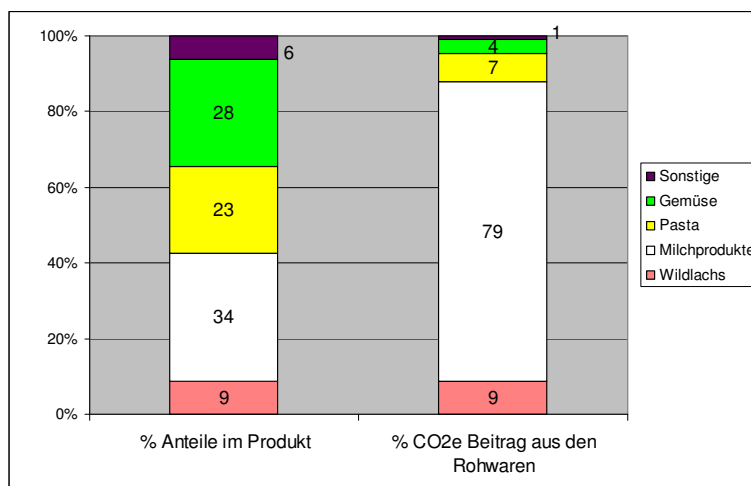


Abb. 9 Anteile der Rezepturbestandteile am CO₂-Fußabdruck der Tagliatelle Wildlachs¹⁰⁶

¹⁰⁴ Quelle: Eigene Darstellung, Reklamationsstatistik der FRoSTA AG mit Erfassung des Produktionsdatum und des Datums des Verzehrs, 2007

¹⁰⁵ Quelle: Die Qualitätsveränderung und die Haltbarkeit von Tiefkühlprodukten vor dem Hintergrund der temperaturgeführten Logistik, F.Pohland, Uni Kiel und Frosta AG, 2009 (Arbeit öffentlich nicht zugänglich)

¹⁰⁶ Eigene Darstellung. Zubereitungsmilch wird hier miteingerechnet

Im Bereich der Zutaten fällt auf, dass die Milchprodukte eine dominierende Rolle bei den CO₂e-Emissionen einnehmen. In der Abbildung oben werden die Hauptkomponenten in ihrem prozentuellen Anteil dargestellt und ihr jeweiliger Beitrag zum CO₂e-Fußabdruck innerhalb der Rohwaren gegenüber gestellt.

Die Basisannahme bei der **Frischzubereitung** der Tagliatelle Wildlachs im Haushalt ist die Versorgung mit heimischem Gemüse (Folgende Tabelle, Spalte A). Folgende Faktoren werden bei der Frischzubereitung variiert, um deren Einfluss auf das Ergebnis festzustellen:

- Kräuter werden nicht aus heimischem Anbau sondern aus Durchschnittsgewächshäusern und Karotten und Zwiebeln aus Lagerware bezogen (Spalte B).
- Im Haushalt werden die Rohstoffe bei Teilentnahme nicht vollständig verbraucht¹⁰⁷ (Reste an Gemüse nicht genutzt und entsorgt, überlagerte Sahne, etc.). Der Verbrauch wird um 15% erhöht. (Spalte C).
- Im Haushalt wird der Topf beim Kochen nicht abgedeckt. In der Spalte D wird dieses simuliert.
- Einsatz von Zuchtlachs als verpackte Frischware aus Norwegen (Spalte E)
- Frischer Wildlachs wird gekühlt aus Alaska per Flugzeug nach Deutschland transportiert (Spalte F).

Tabelle 25 Sensitivitätsdarstellung der Frischzubereitung (Basis: Frischzubereitung „Freiland“)

	A	B	C	D	E	F
Lebenszyklusstufe	Basisannahme dieser Studie	Gemüse asaisonal	Rohstoffe Verbrauch +15%	Kochen ohne Deckel	Einsatz von Zuchtlachs aus Norwegen	Einsatz von Frisch-Widlachs aus Alaska
	[g CO ₂ e / FE]					
<i>Produkt gesamt</i>	1.440	1.610	1.570	1.490	1.540	2.240
Rohwaren	830	970	960		930	1.630
Prozess	130	160				
Nutzung (Zubereitung)	400			450		

Der Einsatz von Kräutern aus Gewächshäusern und Karotten und Zwiebeln aus Lagerware innerhalb der Monate November bis Juni führt zu einer Erhöhung der CO₂e-Emissionen. In Spalte B wird zunächst ein moderater Wert für Kräuter aus Gewächshäusern angenommen (3,1¹⁰⁸ kg CO₂e/kg). Dieses führt zu einer Erhöhung des CO₂-Fußabdrucks um ca. 11%. Vereinzelt wird in der Literatur auch über deutlich höhere CO₂e-Emissionen für beheizte Gewächshäuser berichtet¹⁰⁹.

¹⁰⁷ In der TK-Herstellung werden derartige Verluste mengenmäßig erfasst und dem Rohstoff zugeordnet

¹⁰⁸ Basiswert von Tomaten, Quelle: GEMIS 4.2

¹⁰⁹ Quelle: Uni Gießen, Ökologie & Landbau, 2008, Pendo CO₂-Zähler 2007 ISBN: 978-3-86612-141-6. Unter Berücksichtigung des Wertes aus dieser Literatur für beheizte Gewächshäuser von ca. 9 kg CO₂e/kg an, so erhöht sich der CO₂-Fußabdruck (Spalte C) um ca. 30%.

Betrachtet man die in der Küche häufig üblichen Verluste an nicht verbrauchten Rohwaren von ca. 15% (Spalte C), so ergibt sich eine Zunahme am CO₂e-Fußabdruck des Produktes von ca. 9%.

Das Garen der Nudeln des Fisch/Gemüse-Teils mit nicht abgedeckten Töpfen verursacht eine ca. 3%ige Erhöhung des Gesamt-Fußabdrucks des Frischproduktes (Spalte D).

Ein frischer Wildlachs aus Schottland ist im Laufe des Jahres nur sehr begrenzt zu bekommen. Der Verbraucher hat aber die Möglichkeit das ganze Jahr über Zuchtlachs aus Norwegen zu erhalten für. Aufgrund der Fütterung des Zuchtlachses und des damit verbundenen Energieverbrauches steigt der CO₂-Fußabdruck für das Gesamtprodukt um ca. 7% (Spalte E).

Eine über 55%ige Steigerung der CO₂e-Emissionen erreicht man bei Einsatz von frischem Wildlachs aus Alaska (Spalte F, inklusive eines Flugtransports¹¹⁰). Es wird davon ausgegangen, dass dieser Fall nur für Restaurants zutrifft und den Normalverbraucher eher selten betrifft, da frischer Alaska-Lachs nur selten im Einzelhandel angeboten wird.

Die CO₂e-Gutschriften aus der Entsorgung der Abfälle wirken sich mit folgenden Anteilen an dem gesamten CO₂-Fußabdruck (siehe Tab. 22) aus:

- FRoSTA-Gericht: ca. 1,6%
- Frischzubereitung „Freiland“: ca. 1,8%
- Frischzubereitung „Gewächshaus“: ca. 1,8%

8.2 Unsicherheiten und Fehleranalyse

Die Datenerhebung sowie ihre methodische Berechnung können mit Fehlern behaftet sein:

- Insbesondere bei den Berechnungen für den Lachsfang und das Aquafarming werden Sekundärdaten herangezogen. Da der CO₂e-Faktor für Lachsfutter fehlt, wird hier ein deutlich niedrigerer Wert als der allgemeine CO₂e-Faktor für Tierfutter gewählt.
- Daten für den Gemüseanbau in Durchschnittgewächshäusern (beheizt oder unbeheizt) sind nur vereinzelt vorhanden. Es herrscht hier aber eine Unsicherheit, da auch extrem hohe Werte für beheizte Gewächshäuser¹¹¹ (bis zum Dreifachen des hier angenommenen Wertes nach Gemis 4.2) zu finden sind. Es bedarf intensiver Recherchen, um diese Daten interpretieren zu können.
- Die Berechnungen der CO₂e-Emissionen beim Gemüseanbau basieren im wesentlichen auf Primärdaten. Die gesamten Zusammenhänge bezüglich des Stickstoffkreislaufs (über den Düngemittelverbrauch hinaus) werden aus der Literatur entnommen. Dieses Wissen wird in der Literatur noch nicht erschöpfend bzw. einheitlich dargestellt und muss noch weiter vertieft werden.
- Vergleichsdaten bzgl. der Industrie-Kühl- oder Tiefkühl-Lagerung und der Transporte sind in zugänglichen Datenbanken nicht vorhanden. Die vorliegende Studie basiert auf den spezifischen Werten aus der FRoSTA-Tiefkühllogistik. Die Kühlungslagerung für die Frischzubereitung wird auf der Basis der Tiefkühl-Lagerung, verringert um einen bestimmten Faktor, angenommen.

¹¹⁰ Pro eine Tonne und 1 km werden 1,52 kg CO₂e berechnet, inkl. RFI. Quelle: Defra 2001

¹¹¹ Quelle: Uni Gießen, Ökologie & Landbau, Pendos CO₂-Zähler 2007

- Die Energieverbräuche der LEH-Kühl- und Tiefkühlmöbel basieren auf Angaben der Hersteller ausgewählter Modelle. Ein Tiefkühlschrank mit Glstüren ist hierbei nicht betrachtet worden, da das FRoSTA-Produkt fast ausschließlich über Truhen verkauft wird. Der hohe Energieverbrauch offener Kühlregale kann sich in den nächsten Jahren deutlich reduzieren, wenn die neue Schrank-Generation mit Glstüren größere Verbreitung findet. Ein allgemeiner Unsicherheitsfaktor ist der angenommene Beladungsgrad der Möbel mit Produkten.
- Es sind wenige Daten aus dem Umfeld des Verbrauchers vorhanden. Die Ermittlung der Annahmen des Verbraucherverhaltens basiert auf Gruppendiskussionen und internen Befragungen. Die Annahmen des Beladungsgrades und der Produkt-Umschlagsgeschwindigkeit im TK-Gerät beim Konsumenten sind eng mit den CO₂e-Emissionen verbunden. An dieser Stelle sind noch Untersuchungen notwendig.
- Die Berechnung der Frischzubereitung zu Hause basiert auf einer Portion. Würde der Verbraucher das Mehrfache des Menüs frisch kochen, so würde der Stromverbrauch niedriger ausfallen.
- Der CO₂e-Faktor für den elektrischen Strom bezieht sich auf den Deutschland-Mix. Da aber ein allgemein gültiger Wert nicht vorhanden ist, kann sich hier ein Unterschied ergeben (je nach Berechnung der Vorstufen der Stromerzeugung).

Zur Minimierung der o.g. Fehlerquellen werden folgende Vorkehrungen getroffen:

- Bei der Datenermittlung werden immer mehrere Datenquellen verglichen und anschließend im Team ausdiskutiert.
- Die firmeninternen Experten (Einkauf, Logistik, Produktion) sind intensiv in das Projekt eingebunden, um die ermittelten Werte abzusichern.
- Eigene Messungen werden mehrfach wiederholt.
- Die Anwendung der 1% Regel wird vermieden, um potentielle Ungenauigkeiten aufzuspüren.
- Eine Sensitivitätsanalyse wird durchgeführt, um das Ausmaß der möglichen Fehler in den verschiedenen Bereichen besser abschätzen zu können. Wird eine Auswirkung als deutlich eingestuft, so folgen in diesem Teil Vertiefungsarbeiten zwecks Klarstellung.

8.3 Behandlung von anderen “Environmental Impact Categories”

In dieser Arbeit werden ausschließlich die CO₂e-Emissionen betrachtet. Die globale Erwärmung durch die Treibhausgase wird von der Weltgemeinschaft als das wichtigste Problem der Gegenwart benannt.

Es gibt aber auch andere Umweltauswirkungen, die nicht außer Acht gelassen werden dürfen, z.B.: die Gefährdung der Artenvielfalt der Tiere und Pflanzen durch Landwirtschaft und Fischfang, Beeinträchtigung der Weltmeere durch Schifftransporte, Versauerung der Atmosphäre und „saurer Regen“ durch Verbrennung von fossilen Stoffen oder durch Müllverbrennung.

9 Interpretation und Perspektiven

Die vorliegende Berechnung der FRoSTA Tagliatelle Wildlachs zeigt, dass die Bereiche Rohstoffe mit ca. 50% und Produktnutzung mit ca. 28% den größten Anteil am CO₂-Fußabdruck ausmachen. Der Herstellprozess hat mit ca. 17% dagegen einen geringeren Einfluss auf den Gesamtwert.

Unter den Rohstoffen sind Milchbestandteile die Hauptverursacher von Emissionen. Das Reduktionspotential scheint hier aber gering zu sein. Zwar findet bei der Milch und den Milchprodukten auch eine Weiterverarbeitung statt, zu der z.B. das Einstellen des Fettgehaltes und das Pasteurisieren gehören. Die dabei entstehenden CO₂e-Emissionen sind aber eher gering. Dagegen ist fast der gesamte CO₂e-Wert von Milchprodukten, z.B. von Sahne¹¹² zu ca. 98%, auf die landwirtschaftliche Produktion der Milch (über die Viehwirtschaft) zurückzuführen.

Von besonderer Bedeutung ist der Vergleich der Emissionen des FRoSTA-Tiefkühlproduktes mit einem frisch gekochten Gericht im Haushalt. Das Tiefkühlprodukt von FRoSTA erreicht eine ähnliche Größenordnung an CO₂e-Emissionen wie sie entstehen würde wenn der Verbraucher im Haushalt mit Gemüse aus dem Freilandanbau das Gericht frisch zubereitet. Im Falle der Beschaffung der frischen Zutaten aus einem Gewächshaus (Winter- und Frühlingsmonate) emittiert das FRoSTA-Produkt signifikant weniger CO₂e als das frisch gekochte Gericht. Der Beschaffungsweg von Lachs für die Frischzubereitung kann die CO₂e-Emissionen um über 50% erhöhen, wenn der Verbraucher wert auf einen frischen Wildlachs aus Alaska legt. In diesem Fall würde der Rohstoff gekühlt per Flugzeug nach Deutschland gebracht. Dies ist aber als seltene Ausnahme zu sehen. Bei der Frischzubereitung im Haushalt fallen außerdem drei Emissionsquellen besonders ins Gewicht: Die Verpackung der eingekauften Rohwaren, der Energieaufwand beim Kochen und Abwaschen wie auch die Verwendung von Trockennudeln.

Die Untersuchung des FRoSTA-Prozesses zeigt, dass die langjährigen Maßnahmen zur Reduktion des Energieverbrauches erfolgreich sind. Besondere Bedeutung hat hier die Konzentration der Prozesse mit Wärmetauschvorgängen an die Stellen, wo eine hohe Effizienz in Wärmenutzung zu erreichen ist (große energieoptimierte Verfahrensschritte) Dadurch erklärt sich der relativ geringe Anteil der CO₂e-Emission im Bereich des Verarbeitungsprozesses bei FRoSTA.

Es wird deutlich, dass die im FRoSTA Reinheitsgebot festgelegte Verwendung weitestgehend naturbelassener, wenig verarbeiteter Zutaten auch aus CO₂e-Gesichtspunkten vorteilhaft ist. Die Herstellung der Frischpasta bei FRoSTA bedeutet zum Beispiel, dass die sonst übliche, energieintensive Trocknung der Pasta¹¹³ entfällt und auch das Garen der Frischpasta deutlich weniger Energie benötigt als bei Trockenpasta. Das Gleiche gilt für die Verwendung frischer Milchprodukte anstelle von Trockenmilcherzeugnissen.

Die Daten aus der Produktlogistik belegen, dass der Lebenszyklus eines Fertigproduktes Tagliatelle Wildlachs im Regelfall ca. 50 Tage¹¹⁴ beträgt. Ein Blick in die Vergangenheit der Tiefkühllogistik¹¹⁵ zeigt, dass noch vor 10 bis 15 Jahren die Verweilzeiten in der Tiefkühlkette deutlich länger waren. Die Verkürzung der Durchlaufzeiten aufgrund von geringeren

¹¹² Prozessorientierte Basisdaten für Umweltmanagement-Instrumente (ProBas), 2008

¹¹³ Der Pastamarkt (Bandnudeln, Kurzware) wird von der Trockenpasta dominiert.

¹¹⁴ Nur Fertigware, ohne Vorlagerung der Rohwaren.

¹¹⁵ Quelle: Tiefgefrorene Lebensmittel, Timm/Herrmann, Berlin 1996

Lagerdauern des Endproduktes bei Hersteller, Handel und Verbraucher sowie die Verbesserung der Energieeffizienz der Kälteanlagen hat in den letzten Jahren zu einer deutlich verbesserten Energiebilanz der Tiefkühl-Produkte geführt.

Das FRoSTA-Produkt Tagliatelle Wildlachs stellt das erste Fertiggericht dar, bei dem der CO₂-Carbon Footprint auch im Vergleich zur Frischzubereitung zu Hause ermittelt wurde. Aus diesem Grund gelten die Aussagen nur für das untersuchte FRoSTA-TK-Produkt und erlauben keine Verallgemeinerung auf Tiefkühlprodukte generell. Um verallgemeinern zu können, wäre es erforderlich, mehrere Produkte von mehreren Herstellern zu betrachten.

9.1 Herausforderung der Studie

Eine besondere Herausforderung dieser Studie war die Erfassung und die Validierung der Daten. Es sind einige Veröffentlichungen z.B. vom Öko-Institut oder UBA (Umweltbundesamt) vorhanden, in denen Daten zu Basislebensmitteln, Transporten oder zur Abfallwirtschaft aufgeführt sind. Die Berechnung von derart komplizierten Produkten, wie das hier vorliegende Gericht, stellt eine neue Dimension für die Datenbeschaffung dar.

Eine besondere Herausforderung lag in der Berechnung der Seetransporte, da nur wenig Daten zu Schiffstransporten in der gegenwärtigen Literatur vorhanden sind.

Weiterhin war es nicht einfach, das Verhalten des Verbrauchers (Dauer des Lagerns, verwendetes Gerät, Alter des Gerätes) richtig einzuschätzen. Deshalb wurde die Nutzungsphase in drei Szenarien vom umweltbewussten bis zum „verschwenderischen“ Verbraucher analysiert.

9.2 Identifikation und Beurteilung von PCF Reduktionsmöglichkeiten

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

- Optimierung des Kälteeinsatzes bei der Saucenfrostung
- Weitere Optimierung der Tiefkühlkost-Transporte, z.B. Schiene statt LKW
- Weitere Optimierung der Tiefkühl-Distribution
- Kommunikation mit dem Konsumenten über seine Einflussmöglichkeiten bei Einkauf, Lagerung und Zubereitung
- Überprüfung der Verpackungsmaterialien

9.3 “Product Carbon Footprinting” bei FRoSTA in der Zukunft

Im Rahmen des Projektes wurde ein System zur Berechnung von PCF's aufgestellt. Alle verfügbaren Informationen wurden in einer Datenbank mit Angabe der Quellen und Kommentare aufbereitet. Für die Berechnung weiterer Produkte können diese Daten einfach und schnell herangezogen werden. Diese Datenbasis wird auch zur Berechnung der CO₂-Fußabdrücke der FRoSTA Produktionswerke eingesetzt werden.

Ein wesentlicher Punkt ist, wie man die ausgearbeiteten Berechnungsmethoden innerhalb des Warenwirtschaftssystems verankert. Die Daten müssen so organisiert werden, dass

bereits während der Entwicklung eines Produktes eine schnelle Berechnung des CO₂e-Wertes durchgeführt werden kann.

Einige Kernansätze des potentiellen CO₂-Fußabdruck-Systems innerhalb des SAP-Systems könnten sein:

- Jedem Rohstoff werden bestimmte Umweltdaten (Landwirtschaft, Verpackung, Transporte, etc.) hinsichtlich seiner Spezifikation zugeordnet. Dieser Datensatz wird bei jedem neuen Rohstoff beim Anlegen der Spezifikation erstellt.
- Die Produktionsverfahren und sonstigen betrieblichen Einflüsse sowie die Logistikdaten und die Nutzungsphase werden als Referenzen aufgebaut und entsprechend dem Produkt zugeordnet.

10 Empfehlungen

Im Laufe der Studie stellte sich die Datenbeschaffung und die Komplexität der Berechnungen als die größte Herausforderung dar. Es wird empfohlen, sich intensiv mit der Gestaltung, Vereinheitlichung und wenn möglich sogar Vereinfachung dieser Prozesse zu beschäftigen. Es sollten branchenspezifische Datenbanken für bestimmte Standardvorgänge erarbeitet werden. Diese Inhalte sollten allgemein zugänglich sein.

Beispiele hierfür können die Datenbanken PROBAS (Umwelt Bundes Amt) oder ELCD (EU-Kommission) sein.

10.1 Internationale Methoden für die Kalkulation und Bewertung des “Product Carbon Footprints“

Die Wege zur Berechnung von PCF's sollten international vereinheitlicht werden. Insbesondere sind hierbei folgende Punkte von Bedeutung:

- Die Nutzungsphase kann bei Lebensmitteln einen sehr großen Einfluss auf die Höhe des PCF haben. Obwohl das Verhalten des einzelnen Verbrauchers schwer einzuschätzen ist, könnten Standards mit Hilfe von Datenerhebungen geschaffen werden. Diese könnten dann in der Kommunikation mit dem Verbraucher berücksichtigt werden.
- Die Datenbasis für verschiedene Bereiche, wie Lagerung und Transport, sollte von Expertengruppen ausgearbeitet und der Öffentlichkeit als Standard zur Verfügung gestellt werden. Abweichungen von diesen Daten sollten besonders begründet werden.

10.2 Vorschlag für “Product Specific Definitions and Rules (EPD, PCR)”

Die Berechnung eines CO₂e-Wertes als Grundlage für eine potentielle Information für den Verbraucher kann nur sinnvoll sein, wenn die Daten innerhalb bestimmter Produktkategorien

untereinander vergleichbar und überprüfbar sind. Aus diesem Grund müssen für verschiedene Kategorien von Produkten Standards gebildet werden, z.B.:

- Der Weg der Berechnung und die Genauigkeit der einzelnen Daten.
- Bestimmung der funktionellen Einheit (FE) für die verschiedenen Bereiche.
- Die Betrachtung der landwirtschaftlichen Produktion der Lebensmittel als Ernährungsgrundlage des Menschen und die Art der Einbindung in die Berechnung.

Die Hintergrunddaten sollten so aufbereitet sein, dass sie von Außenstehenden nachvollzogen werden können. Ferner sollten die Daten öffentlich zugänglich sein (Internet oder Umweltbericht).

10.3 Berichtswesen, Kommunikation und Kernaussagen für die Kunden und Verbraucher

Mit dem Reinheitsgebot verfolgt die Marke FRoSTA seit 2003 einen für den Lebensmittelmarkt anderen, völlig neuen Weg, zu dem auch die offene Kommunikation mit den Verbrauchern gehört.

Eine wichtige Motivation für die Teilnahme am ersten deutschen CO₂-Pilotprojekt war es, überprüfbare Daten zum CO₂e-Ausstoß eines FRoSTA Produktes zu ermitteln und diese dann den Verbrauchern zur Verfügung stellen zu können.

Im Laufe des Projektes wurde klar, dass die alleinige Kommunikation absoluter Werte, etwa auf der Verpackung, für die Verbraucher wenig aussagekräftig ist und damit keine konkreten Handlungen zur Folge hätte. Der CO₂-Fußabdruck eines Produktes stellt einen äußerst erklärungsbedürftigen Wert dar.

Aus der Sicht des Verbrauchers ist die Verwendung eines Tiefkühlgerichtetes eine von vielen Möglichkeiten der Nahrungszubereitung. Häufig werden in den Medien Handlungsempfehlungen für einen „klimafreundlichen Konsum“ ausgesprochen, die ausdrücklich von der Verwendung von Tiefkühlkost abraten und stattdessen dafür plädieren, aus frischen Zutaten selber zu kochen. Deshalb hat sich FRoSTA dazu entschlossen, auch den CO₂-Fußabdruck einiger verbraucherrelevanter Alternativen (z.B. das Selberkochen aus frischen Zutaten) zu untersuchen.

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass das FRoSTA Gericht Tagliatelle Wildlachs keineswegs einen höheren CO₂e-Ausstoß verursacht als ein mit frischen Zutaten selbstgekochtes Produkt gleicher Rezeptur.

Dementsprechend werden weitere FRoSTA Gerichte untersucht.

Die Kommunikation der Ergebnisse wird im Internet unter www.frosta.de erfolgen. Diese werden dort ausführlich erläutert. Auf den Verpackungen werden die Verbraucher in der Zukunft einen graphischen Hinweis darauf erhalten, dass der CO₂-Fußabdruck ermittelt wurde und sich weitere Informationen im Internet befinden.

11 Literaturquellen

- Iglo Ernährungsforum, Hamburg, 2008
- BIESALSKI H.K. GRIMM P. Taschenatlas der Ernährung, 2004
- FRoSTA, Reiseinformationen bezüglich Rindfleisch, 2008
- IMO, Green House Emission from Ships, 2008
- TREMODO, Daten zum Durchschnittsfahrzeug mit Vorkette innerorts, Diesel und Benzin im Mix, 2007; Berechnung des Öko-Institutes
- SCHÜLER K., Aufkommen und Verwertung von Verpackungsabfällen in Deutschland im Jahr 2006, UBA 2008
- ITTERSHAGEN M., Stellenwert der Abfallverbrennung in Deutschland, UBA 2008
- FRoSTA, Reklamationsstatistik von FRoSTA, 1998 bis 2007
- TIMM, HERMANN, Tiefgefrorene Lebensmittel, Berlin 1996
- EBERLE, BMBF Ernährungswende, Öko-Institut e.V. 2006
- SCHÄCHTELE K., HERTLE H., Die CO₂-Bilanz des Bürgers, IFEU/UBA 2007
- DEFRA, Guidelines to Defra's GHG conversion factors for company reporting, 2007
- AEA, Evaluating the impacts of Food Miles, Technology 2001
- FORSTER P., VENKATACHALAM Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing, 2007
- UBA, Betriebliche Umweltkennzahlen, 1997
- ETSU, AEA, CLIMATE CHANGE AGREEMENTS – SECTORAL ENERGY EFFICIENCY TARGETS, 2001
- GARNETT T. FOOD, REFRIGERATION: WHAT IS THE CONTRIBUTION TO GREENHOUSE GAS EMISSIONS AND HOW MIGHT EMISSIONS BE REDUCED?, University of Surrey, 2007
- McKINSEY&Company, Kosten und Potenziale der Vermeidung von Treibhausgasemissionen in Deutschland, , 2007
- JUNGBLUTH N., Umweltfolgen des Nahrungsmittelkonsums: Beurteilung von Produktmerkmalen auf Grundlage einer modularen Ökobilanz, 2000
- ÖKO-INSTITUT, Treibhausgasemissionen durch Erzeugung und Verarbeitung von Lebensmitteln, 2007
- UBA, Integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung, 2005
- MABELSON, MÜLLER, Ökologische Bewertung vegetarischer und fleischhaltiger Ernährung, 2007
- DEIMLING S. LCA and carbon footprints in agro-food: From theory to implementation in the food industry, PE-International, 2008
- GVM, Verpacken ohne Kunststoff – Auswirkungen auf Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen, Gesellschaft für Verpackungsmarktforschung mbH, 2004
- IFEU, SGKV, IRU, Vergleichende Analyse von Energieverbrauch und CO₂-Emissionen im Straßengüterverkehr und Kombinierten Verkehr Straße/Schiene, 2001
- OZGENER L., PZGENER, Exergy analysis of industrial pasta drying process, Department of

- Mechanical Engineering, International Journal of Energy Research, 2006
- WELLINGER R.; MUSER H., KRAUS H., THEILER R., Karotten: Anbau, Erntezeitpunkt und Lagerung, Forschungsanstalt Hangins-Wädenswill ACW
- WOOD S.; COWIE A., A Review of Greenhouse Gas Emission Factors for Fertiliser Production, , Research and Development Division, State Forests of New South Wales, 2004
- BELLYRBY J., FOEREID B., HASTINGS A., SMITH P., Cool Farming: Climate impacts of agriculture and mitigation potential, , UNIVERSITY OF ABERDEEN, 2008
- BEESE F., FLESSA H. , Steuerung der Freisetzung klimarelevanter Spurengase aus Böden einer Agrarlandschaft, Institut für Bodenökologie GSF - Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit; 1995
- POHLAND, F., Die Qualitätsveränderung und die Haltbarkeit von Tiefkühlprodukten vor dem Hintergrund der temperaturgeführten Logistik, , Uni Kiel und Frosta AG, 2009 (Arbeit öffentlich nicht zugänglich)
- STATISTISCHES BUNDESAMT, Durchschnittliche Haushaltsgröße sinkt auch zukünftig, Pressemitteilung Nr.518 vom 20.12.2007
- IFC, Environmental, Health, and Safety Guidelines for Fish Processing, 2007
- O.Ö. Energiesparverband, Energiekennzahlen und Sparpotentiale im Lebensmitteleinzelhandel, 1996
- Uni Gießen, Ökologie & Landbau, Pendos CO₂-Zähler 2007
- DGE, Referenzen für die Nährstoffzufuhr, 2008
<http://www.dge.de/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=3&page=10>
- MARINEHARVEST, Zuchtlachsproduktion:
<http://www.marineharvest.com/en/Seafood-Value-Chain1/>
- HERSTELLUNG von Zuchtlachs
<http://www.seafoodfromnorway.com/binary?id=90975&download=true>
- AHT Tiefkühlmöbel: <http://www.aht.at/de/home/home.asp>
- KÜCHENGERÄTE
<http://www.baulinks.de/links/1archiv.php4?urlb=http://www.baulinks.de/inneneinrichtung/kuechengeraeete.htm&urla=http://www.baulinks.de/webplugin/n704.php4>
- EFFIZIENZKLASSEN,
<http://www.ideal.de/preisvergleich/ProductCategoryFilters/2160.html#EnergieEffizienzklasse>

12 Anhang

12.1 Dokumentation der Daten

12.1.1 Gewinnung der Roh- und Packstoffe

Data Module (Output)	Processes covered	Time related coverage	Geographical specificity	Technological specificity	Data index			Data source
					Place of reference: in-house (I), literature (L), other (O and specify)	Single value (S); aggregated value (A) and specify the percentage or absolute amount of each part	Measured (M); calculated (C); estimated (E)	
Gemüse tiefgekühlt	Anbau und Verarbeitung von Feldgemüse(Waschen, Sortieren, Blanchieren, Gefrieren, Verpacken)	2000	Deutschland	Konventioneller Anbau und Verarbeitung von Gemüse	I	S	M/C	FRoSTA 2008
Gemüse „Freiland“	Anbau und Verarbeitung von Feldgemüse(Waschen, Sortieren, Verpacken)	2008	Deutschland	Konventioneller Anbau und Verarbeitung von Gemüse	I	A	C	FRoSTA 2008
Gemüse „Gewächshaus“	Anbau und Verarbeitung von Feldgemüse(Waschen, Sortieren, Verpacken)	2008	Deutschland	Gewächshaus Anbau und Verarbeitung von Gemüse	L	S	E	FRoSTA 2008
Weizen	Anbau und Verarbeitung (Mahlen)	2000	Deutschland	Konventioneller Anbau und Verarbeitung	L	S	E	GEMIS 2008
Eier - Bodenhaltung	Tierhaltung, Transport und Lagerung	2000	Deutschland	Konventionelle Tierhaltung (Bodenhaltung)	L	S	E	GEMIS 2008
Sahne	Tierhaltung, Molkerei, Verarbeitung, Transport und Lagerung	2000	Deutschland	Konventionelle Tierhaltung, Molkerei und Verarbeitung	L	S	E	GEMIS 2008

Data Module (Output)	Processes covered	Time related coverage	Geographical specificity	Technological specificity	Data index			Data source
					Place of reference: in-house (I), literature (L), other (O and specify)	Single value (S); aggregated value (A) and specify the percentage or absolute amount of each part	Measured (M); calculated (C); estimated (E)	
Milch	Tierhaltung, Molkerei, Transport und Lagerung	2000	Deutschland	Konventionelle Tierhaltung und Molkerei	L	S	E	GEMIS 2008
Bio-Speiseöl	Anbau von Sonnenblumen/Raps, Verarbeitung, Transport und Lagerung	2000	Deutschland	Konventioneller Anbau und Verarbeitung	L	S	E	GEMIS 2008
Kartoffelstärke	Anbau von Kartoffeln, Verarbeitung, Transport und Lagerung	2000	Deutschland	Konventioneller Anbau und Verarbeitung	L	S	E	GEMIS 2008
Zucker	Anbau von Zuckerrüben, Verarbeitung, Transport und Lagerung	2000	Deutschland	Konventioneller Anbau und Verarbeitung	L	S	E	GEMIS 2008
Salz	Abbau von Steinsalz	2000	Deutschland	Konventioneller Abbau	L	S	M	GEMIS 2008
LDPE-Folie	Gewinnung von Erdöl und Verarbeitung	1995	UK	Konventionelle Gewinnung und Verarbeitung	L	S	M	GEMIS 2008
PP-Folie	Gewinnung von	1995	UK	Konventionelle	L	S	M	GVM 2004

	Erdöl und Verarbeitung			Gewinnung und Verarbeitung			
--	------------------------	--	--	----------------------------	--	--	--

Data Module (Output)	Processes covered	Time related coverage	Geographical specificity	Technological specificity	Data index			Data source
					Place of reference: in-house (I), literature (L), other (O and specify)	Single value (S); aggregated value (A) and specify the percentage or absolute amount of each part	Measured (M); calculated (C); estimated (E)	
Papier-Pappe	Verarbeitung	1994/2000	Deutschland	Konventionelle Verarbeitung	L	S	M	GEMIS 2008
Getränkekarton	Verarbeitung	2008	Deutschland	Konventionelle Verarbeitung	O	S	C	PCF 2008
Garn	Anbau, Verarbeitung und Transport	1998/2000	China	Konventioneller Anbau und Verarbeitung in China	L	S	C	GEMIS 2008
Diesel	Gewinnung, Verarbeitung und Verbrennung	2006	Deutschland	Konventionelle Gewinnung und Verarbeitung	L	S	C	IFEU 2007
Transport Rohware (Gemüse TK)	Transport mit LKW	2008	Deutschland	Konventioneller Transport	I	S	C	Logistik FRoSTA
Zuchtlachs	Zucht und Verarbeitung	2009	Norwegen, Polen	Konventionelle Verarbeitung	L	A	C	FRoSTA 2009
Transport Wildlachs	Transport mit Containerschiff	2008	China/Deutschland	Konventioneller Transport	L	S	E	IMO, 2008
Fang und Transport von Wildlachs	Transport mit Kühlschiff	2008	USA/China	Konventioneller Transport	I / L	S	C/E	FRoSTA, IMO 2008
Lagerung TK	Industriekühlhaus	2008	Deutschland	Konventionelles Kühlhaus	I	S	C	FRoSTA, 2008
Lagerung gekühlt	Industrie	2008	Deutschland	Konventionelle Kühlzelle	I	S	C	FRoSTA, 2008

Lagerung Raum	Industrie	2008	Deutschland	Konvent. Lager	I	S	C	FRoSTA, 2008
---------------	-----------	------	-------------	----------------	---	---	---	--------------

12.1.2 Produktion

Data Module (Output)	Processes covered	Time related coverage	Geographical specificity	Technological specificity	Data index			Data source
					Place of reference: in-house (I), literature (L), other (O and specify)	Single value (S); aggregated value (A) and specify the percentage or absolute amount of each part	Measured (M); calculated (C); estimated (E)	
Elektrische Energie	Erzeugung und Transport	2005	Deutschland	Strommix	L	S	C	IFEU 2007
Schmieröl	Gewinnung von Erdöl, Verarbeitung und Transport	2000	Europa	Konventionelle Gewinnung und Verarbeitung	L	S	C	Life Cycle Inventories of Chemicals, H.-J. Althaus, 2004 (Ecoinvent 2008)
Seife	Herstellung und Transport	1992-1995	Europa	Konventionelle Herstellung	L	S	C	Life Cycle Inventories of Detergents, R. Zah, 2007 (Ecoinvent 2008)

12.1.3 Distribution

Data Module (Output)	Processes covered	Time related coverage	Geographical specificity	Technological specificity	Data index			Data source
					Place of reference: in-house (I), literature (L), other (O and specify)	Single value (S); aggregated value (A) and specify the percentage or absolute amount of each part	Measured (M); calculated (C); estimated (E)	
Transport Fertigware TK zum Zentrallager	Transport mit LKW	2008	Deutschland	Konventioneller Transport	I	S	C	Logistik FRoSTA, 2008
Transport Fertigware TK zum Einzelhändler	Transport mit LKW	2008	Deutschland	Konventioneller Transport	I	S	C	Logistik FRoSTA 2008
Lagern TK Handel	TK-Truhe	2008	Deutschland	TK-Truhe mit Abdeckung 2100x850 mm	L	S	E	AHT, 2008
Lagern TK Handel	TK-Truhe	2004	Deutschland	TK-Truhe offen 2500x1160 mm	L	S	E	NordCap, 2004
Lagern gekühlt Handel	Lagerraum bis +5°C	2004	Deutschland	Offenes Wandkühlregal mit Beleuchtung 1280x780x1880mm	L	S	C	NordCap, 2004

12.1.4 Einkaufsfahrt

Data Module (Output)	Processes covered	Time related coverage	Geographical specificity	Technological specificity	Data index			Data source
					Place of reference: in-house (I), literature (L), other (O and specify)	Single value (S); aggregated value (A) and specify the percentage or absolute amount of each part	Measured (M); calculated (C); estimated (E)	
Benzin	Gewinnung, Verarbeitung und Verbrennung	2004	Deutschland	Konventionelle Gewinnung und Verarbeitung	L	S	E	Öko-Institut 2005

12.1.5 Produktnutzung

Data Module (Output)	Processes covered	Time related coverage	Geographical specificity	Technological specificity	Data index			Data source
					Place of reference: in-house (I), literature (L), other (O and specify)	Single value (S); aggregated value (A) and specify the percentage or absolute amount of each part	Measured (M); calculated (C); estimated (E)	
Spülmittel	Herstellung, Transport und Lagerung	2008	Konventionelle Herstellung	Deutschland	L	S	E	Öko-Institut, 2008

12.1.6 Entsorgung

Data Module (Output)	Processes covered	Time related coverage	Geographical specificity	Technological specificity	Data index			Data source
					Place of reference: in-house (I), literature (L),	Single value (S); aggregated value (A) and specify the	Measured (M); calculated (C); estimated (E)	

					other (O and specify)	percentage or absolute amount of each part		
Recycling PE-Folie	Herstellung vermindert um Recyclingquote und um Energie für Transport, Verarbeitung, Emission. 50/50 Aufteilung.	2006	Deutschland		L	S	C	Umweltbundesamt 2006
Recycling PP-Folie	Herstellung vermindert um Recyclingquote und um Energie für Transport, Verarbeitung, Emission. 50/50 Aufteilung.	2006	Deutschland		L	S	C	Umweltbundesamt 2006
Recycling Papier	Herstellung vermindert um Recyclingquote und um Energie für Transport, Verarbeitung, Emission. 50/50 Aufteilung.	2006	Deutschland		L	S	C	Umweltbundesamt 2006