

Berekening van broeikasgas-emissies tijdens het internationale transport van sierteeltproducten

Scenario's voor verduurzaming in de transportschakel van sierteeltproducten voor geselecteerde export- en importstromen in het kader van het project Greenrail III / Duurzame Slimme Ketens

J.B. van Gogh
J. Groot

Rapport nr. 1352

Colofon

Dit rapport bevat de resultaten van de bijdrage van Wageningen UR Food & Biobased Research aan de deelprojecten “Integrale analyse CO₂ uitstoot bij transitie wegtransport naar rail” en “Reductie CO₂ emissie in duurzame ketens”. De deelprojecten zijn onderdeel in de projecten “Greenrail III” ^{¥)} respectievelijk “Duurzame slimme ketens” ^{#)}.

Deelnemers aan dit project zijn:

Vereniging van Groothandelaren in Bloemkwekerijproducten VGB ^{¥)#)}
LTO Groeiservice ^{#)}

Uitvoerend projectteam (en vertegenwoordigd in de project begeleidingscommissie):

- VGB Trade Services
- FloraHolland Concern Logistiek
- Change Management Consultants
- Van Kempen Multimodal Consultancy
- Food & Biobased Research, onderdeel van Wageningen UR

Titel	Berekening van broeikasgasemissies tijdens het internationale transport van sierteeltproducten.
Auteur(s)	ir. J.B. van Gogh ir. J. Groot
Nummer	Food & Biobased Research nummer 1352
ISBN-nummer	ISBN nummer 978-94-6173-480-8
Publicatiedatum	20 september 2012
Vertrouwelijk	Nee
Goedgekeurd door	Ir. J.E. de Kramer

Wageningen UR Food & Biobased Research
Postbus 17
NL-6700 AA Wageningen
Tel: +31 (0)317 480 084
E-mail: info.fbr@wur.nl
Internet: www.wur.nl

© Wageningen UR Food & Biobased Research, instituut binnen de rechtspersoon Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, hetzij mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. De uitgever aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele fouten of onvolkomenheden.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system of any nature, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior permission of the publisher. The publisher does not accept any liability for inaccuracies in this report.

Samenvatting

Om inzicht te krijgen in de mogelijkheden om het transport van sierteeltproducten op duurzame wijze in te richten, is voor verschillende transportsce­nario's de carbon footprint berekend. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen de exportbestemmingen Zweden, Noorwegen, Italië, Polen, Rusland en Turkije enerzijds, en de importlanden Kenia, Ethiopië en Ecuador anderzijds. De gebruikte methode is gebaseerd op de levenscyclusanalyse (LCA) waarbij is aangesloten op het CO₂-protocol van het Productschap Tuinbouw, dat op zijn beurt is gebaseerd op de internationale generieke standaard PAS2050:2011 voor het berekenen van de carbon footprint van goederen en diensten gedurende de gehele levenscyclus.

In het onderzoek is deze methodiek uitgebreid met de rekenregels voor broeikasgasberekeningen tijdens transport per trein en shortsea-containerschip, welke door Wageningen UR LEI en FBR zijn ontwikkeld in het kader van de projecten Venlog en CoCos. Daarnaast zijn in het kader dit onderzoek additionele rekenregels ontwikkeld voor het transport van goederen per Roll-on-Roll-off (RoRo) schepen en veerboten, voor de overslag van containers in de haventerminals, en voor de specifieke emissieberekening als gevolg van de koeling tijdens het transport.

Op basis van deze rekenregels zijn vervolgens voor geselecteerde export- en importscenario's de broeikasgasemissies per functionele eenheid berekend. Als functionele eenheid is daarbij gekozen voor de FloraUnit 45ft koelcontainer. De ontwikkelde methodiek is toegepast op in totaal 27 transportsce­nario's, die bestaan uit de baseline sce­nario's en de sce­nario's met daarin de alternatieve transportmodaliteiten. Als baseline sce­nario voor exportstromen is genomen het transport over land per vrachtwagen, en voor importstromen het transport per vliegtuig.

Met het uitgebreide rekenmodel zijn voor de geselecteerde multimodale transportsce­nario's de onderstaande reducties in broeikasgasemissies berekend, ten opzichte van de respectievelijke baseline sce­nario's:

Zweden, Helsingborg	Trein	64%
Zweden, Helsingborg	Shortsea containerschip	72%
Noorwegen, Oslo	Shortsea containerschip	80%
Spanje, Barcelona	Trein	36%
Spanje, Madrid	Shortsea containerschip	46%
Spanje, Bilbao	Shortsea containerschip	61%
Italië, Milaan	Trein	67%
Polen, Warschau	Trein	75%
Rusland, St. Petersburg	Shortsea containerschip	72%
Turkije, Istanbul	Trein	78%
Kenia, Naivasha	Deepsea containerschip	87%
Ethiopië, Ziway	Deepsea containerschip	90%
Ecuador, Pichincha	Deepsea containerschip	95%

Uit de resultaten kan worden geconcludeerd dat een substantiële reductie in broeikasgassen gerealiseerd zal worden wanneer alternatieve transportmodaliteiten zullen worden gebruikt op transporttrajecten waar nu het transport per vrachtwagen of vliegtuig plaatsvindt. Afhankelijk van de eindbestemming kunnen trajecten via het spoor of over zee een duurzaam alternatief bieden doordat het energieverbruik per tonkilometer lager is. Waar intra-EU zeetransport mogelijk is zal een goede beoordeling moeten gemaakt of het gekozen transport per shortsea containerschip of per RoRo-schip zal plaatsvinden.

Het potentieel van het vervoer van sierteeltproducten per spoor als duurzaam alternatief voor transport over de weg, zal toenemen wanneer de capaciteiten van de verschillende Europese netwerken hier voldoende ruimte voor zullen bieden en de onderlinge afstemming tussen de netwerken zullen worden verbeterd. Vergroening van het railgoederenvervoer ligt bovendien binnen bereik, wanneer de trend om schonere elektriciteit duurzaam op te wekken naar de toekomst wordt doorgetrokken.

Voor de import van sierteeltproducten is transport over zee qua CO₂-uitstoot een veelvoud gunstiger ten opzichte van luchttransport. Dit blijkt ook uit de grote potentiële broeikasgasreductie, die voor de geselecteerde scenario's uit de rekenmethodiek naar voren komen.

Inhoudsopgave

Samenvatting	3
1 Inleiding	7
1.1 Duurzame logistiek in de sierteeltketen: de context	7
1.2 Onderzoekskader project fase 1	8
1.3 Doelstelling	9
1.4 Opbouw rapport	9
2 Methoden	11
2.1 Inleiding	11
2.2 Omschrijving van de transportscenario's	16
2.3 Emissies voor transport	19
2.3.1 Inleiding methodiek	19
2.3.2 Koeling in de transportketen	19
2.3.3 Vrachtwagen	20
2.3.4 Trein	21
2.3.5 Zeetransport	22
2.3.6 Vliegtuig	26
2.3.7 Overslag op de haventerminals	27
3 Berekening van de broeikasgasemissies in de transportscenario's	28
3.1 De transportscenario's	28
3.2 Ketensbeschrijvingen en data input – exportstromen	28
3.2.1 Exportbestemming: Zweden (Helsingborg)	28
3.2.2 Exportbestemming: Noorwegen (Oslo)	31
3.2.3 Exportbestemming: Spanje (Madrid, Barcelona, Bilbao)	32
3.2.4 Exportbestemming: Italië (Milaan)	35
3.2.5 Exportbestemming: Polen (Warschau)	36
3.2.6 Exportbestemming: Rusland (St. Petersburg)	37
3.2.7 Exportbestemming: Turkije (Istanbul)	38
3.3 Ketensbeschrijvingen en data input – importstromen	39
3.3.1 Importland: Kenia (Naivasha)	40
3.3.2 Importland: Ethiopië (Ziway)	42
3.3.3 Importland: Ecuador (Pichincha)	43
4 Resultaten	45
4.1 Broeikasgasemissies voor de transportscenario's exportstromen	45
4.2 Broeikasgasemissies voor de transportscenario's importstromen	52
5 Samenvattende conclusies	55
6 Discussie	59

Referenties	61
Overzicht van figuren	65
Bijlage(n)	67
Bijlage 1: Paramaters en uitgangspunten in de CO₂-berekeningen	69
Bijlage 2: Specificatie Flora Unit koelcontainer UNIT45	77

1 Inleiding

1.1 Duurzame logistiek in de sierteeltketen: de context

“Zonder energie staat alles stil” [1]. Een equivalent daarvan dat vaak wordt gebruikt is “Zonder transport staat alles stil”. Uiteraard zijn energie en transport onlosmakelijk met elkaar verbonden en zeker nu transportondernemingen in toenemende mate onder druk staan als gevolg van hoge brandstofkosten. Daar komt bij dat in Europees verband het terugdringen van broeikasgasemissies als gevolg van wegtransport een belangrijke prioriteit vormt in het EU programma om broeikasgassen te reduceren. In 2011 was het wegtransport verantwoordelijk voor 17,5% van de totale broeikasgasemissies [10]. Eén van de routes die de EU in haar Witboek ‘Roadmap to a Single European Transport Area’ aangeeft om te komen tot een reductie in emissies, is de transitie van wegtransport naar alternatieve modaliteiten. Daarbij zijn als doelstellingen gesteld dat van de transporten met een traject langer dan 300 km, in 2030 een 30% shift van weg naar spoor, short-sea en binnenvaart zal zijn gerealiseerd, tot 50% in 2050 [10]. Een ander deel van de reductie van broeikasgassen wordt gezocht in de uitbreiding van het aandeel hernieuwbare energie (waaronder ook brandstoffen). Voor de transportsector heeft Nederland zich als doel gesteld dat in het jaar 2020 het aandeel biobrandstoffen in de brandstofmix voor het wegtransport 10 tot 20% beslaat. Vanuit een mondiaal oogpunt wordt betwijfeld of deze percentages op korte termijn haalbaar zijn onder de huidige duurzaamheidscriteria [3].

Ook de sierteeltsector, als belangrijke exponent in de Nederlandse export, krijgt vanuit de markt en vanuit de overheid te maken met duurzaamheidscriteria. Hoewel duurzaamheid en energie niet één-op-één uitwisselbaar zijn is de energiecomponent wel een belangrijke factor in de verduurzaming van de sector. Het programma ‘De Kas als Energiebron’ is in 2005 gestart om in de glastuinbouw broeikasgasemissies te reduceren, energiebesparende maatregelen te ontwikkelen en in te voeren, en het gebruik van hernieuwbare energiebronnen te stimuleren. De glastuinbouwsector heeft zich in het convenant Schone en Zuinige Agrosectoren verbonden aan de nationale doelstellingen.

In het verlengde hiervan heeft het Productschap Tuinbouw in 2009 een rekentool geïntroduceerd waarmee op productniveau de carbon-footprint voor de Nederlandse tuinbouwsector kan worden berekend [4]. Dit vanuit de noodzaak / wens van bedrijven om hun milieuprestaties onder de loep te nemen, al dan niet daartoe aangezet door klanten en opdrachtgevers, maatschappelijke druk, of vanuit persoonlijke overwegingen van de ondernemer zelf.

Het monitoren en reduceren van emissies begint bij emissieregistratie [5]. Uit verschillende hoeken zijn verschillende tools ontwikkeld die variëren van generieke formules tot specifieke, tijdrovende tools. De hoeveelheid aan initiatieven, en het soms ook gebrek aan transparantie in de componenten waaruit de tool is opgebouwd en de methodiek waarmee de CO₂ waarde wordt berekend, maakt het kiezen van de juiste tool ingewikkeld. In sommige gevallen beperkt de tool zich tot één enkele transportmodaliteit, terwijl transportalternatieven voor het wegtransport zich juist richten op multimodale transportketens. Voor de Nederlandse sierteeltsector, en voor het

transport van versproducten in het algemeen, is bovendien van belang dat het product gedurende de gehele transportketen gekoeld wordt. Snelheid en behoud van productkwaliteit maakt het in meer of mindere mate mogelijk om transportketens te ontwikkelen die een alternatief kunnen vormen voor het goederenvervoer over de weg.

1.2 Onderzoekskader project fase 1

Dit rapport gaat in op de berekening van de uitstoot van broeikasgassen tijdens het transport van sierteeltproducten. De opdracht daarbij is om inzicht te krijgen in het reductiepotentieel wanneer het transport plaatsvindt via het spoor of het water als alternatieve modaliteiten voor het gebruikelijke wegtransport. Het rapport is de resultante van twee deelprojecten, die de eerste fase vormen van twee projecten, welke door het VGB zijn gedefinieerd en door het Productschap Tuinbouw gefinancierd. De twee projecten en de betreffende deelprojecten zijn:

<i>Projecttitel</i>	<i>Deelproject</i>
1. Greenrail III	Analyse CO ₂ uitstoot, transitie van weg- naar railtransport
2. Duurzame slimme ketens	Reductie CO ₂ emissie in duurzame ketens

In beide deelprojecten zijn verschillende transportscenario's gedefinieerd, die zijn onderverdeeld naar bestemmingsland (bij exportstromen) of land van oorsprong (bij importstromen), en naar transportmodaliteit (transport over weg, rails, zee of via de lucht). Onderstaande tabel geeft een overzicht van de verdeling van de transportscenario's zoals deze zijn verdeeld over de twee deelprojecten.

Tabel 1-1 Overzicht van transportscenario's per (deel)project

<i>Project – deelproject</i>	<i>Transportscenario</i>
Greenrail III – deelproject 'Analyse CO ₂ uitstoot, transitie van weg- naar railtransport'	Nederland – Spanje (Barcelona)
	Nederland – Spanje (Madrid)
	Nederland – Spanje (Bilbao)
	Nederland – Zweden (Helsingborg)
	Nederland – Noorwegen (Oslo)
Duurzame Slimme Ketens – deelproject 'Reductie CO ₂ emissie in duurzame ketens	Nederland – Polen (Warschau)
	Nederland – Italië (Milaan)
	Nederland – Rusland (St. Petersburg)
	Nederland – Turkije (Istanbul)
	Kenia (Naivasha) – Nederland
	Ethiopië (Ziway) – Nederland
	Ecuador (Pichincha) - Nederland

1.3 Doelstelling

De verwachting is dat verduurzaming van sierteeltketens mogelijk is wanneer het broeikasgasaan-deel dat voortkomt uit het transport van handelsplaats naar afnemer, en/of van leverancier naar handelsplaats, zal worden gereduceerd. Dit kan worden bereikt wanneer partijen in de keten (i.c. importeurs, exporteurs, klanten) de mogelijkheid hebben om te kiezen voor alternatieve (multi-modale) transportmodaliteiten.

Het doel van deze projectfase is om voor de transportketen van sierteeltproducten het broeikasgas emissiereductiepotentieel te berekenen, wanneer gebruik wordt gemaakt van alternatieve (multimodale) vervoersmodaliteiten. Voor de geselecteerde exportbestemmingen (intra-EU) betekent dit dat de potentiële broeikasgasreductie wordt bepaald wanneer het transport per vrachtwagen wordt vervangen door het multimodaal transport per spoor of per schip. Voor intercontinentaal transport van sierteeltproducten wordt het reductiepotentieel van zeetransport ten opzichte van luchttransport bepaald. De geselecteerde trajecten zijn vastgesteld door de begeleidingscommissie van 'Greenrail III' / 'Duurzame Slimme Ketens' onder aanvoering van de VGB. Om deze doelen te bereiken zijn de onderstaande actiepunten gedefinieerd:

- a) het ontwikkelen van een methodiek voor het berekenen van broeikasgasemissies tijdens transport met de trein en schip (diepsee, shortsea, veerboot, RoRo-schepen);
- b) het ontwikkelen van een methodiek voor het berekenen van broeikasgasemissies als gevolg van koeling tijdens het transport;
- c) het integreren van een methodiek voor het berekenen van broeikasgasemissies als gevolg van de overslagactiviteiten op de haven- en spoorterminal;
- d) het doorrekenen van de in hoofdstuk 3 geformuleerde casussen;
- e) het vergelijken van het broeikasgas reductiepotentieel uit de verschillende casussen

Een afgeleid doel van het project is om ketenpartijen bewust te maken van de duurzaamheidseffecten als gevolg van de toepassing van alternatieve transportmodaliteiten.

In de eerste fase van het project is niet gekeken naar het aandeel van de sierteeltexport- en importstromen dat langs multimodale weg zal kunnen worden verlopen. Het potentieel wordt grotendeels bepaald door de kosten, de kwaliteit van de verbindingen (lees: doorlooptijd), de frequentie, en de professionaliteit van de logistieke partners. Hoewel de EU het doel heeft gesteld dat een transitie van 30% van het getransporteerde volume van de weg naar het spoor, zee en/of binnenvaart moet hebben plaatsgevonden in 2030, zal moeten worden onderzocht of dit voor het transport van sierteeltproducten, en voor versproducten in het algemeen, een haalbare doelstelling is.

1.4 Opbouw rapport

Dit rapport volgt in de verschillende hoofdstukken de opbouw van het LCA-model voor de berekening van broeikasgasemissies. In hoofdstuk 1 wordt de context en het kader van deze studie beschreven. Hoofdstuk 2 bevat vervolgens de uiteenzetting van de gevolgde methodiek, de be-

schrijving van de transportscenario's, waarvan met behulp van het model de broeikasgasemissies zullen worden berekend, en de mathematische opbouw van het rekenmodel. Vervolgens worden in hoofdstuk 3 de verschillende casussen (transportscenario's) gespecificeerd en uitgewerkt. Hoofdstuk 4 bevat vervolgens voor de geselecteerde import- en exportlanden de resultaten en de conclusies per land. Hoofdstuk 5 bevat de samenvattende conclusies waarin ook wordt gekeken naar Hoofdstuk 6 sluit af met een korte discussie over specifieke uitgangspunten en aannames in de studie en de uitkomsten van het model.

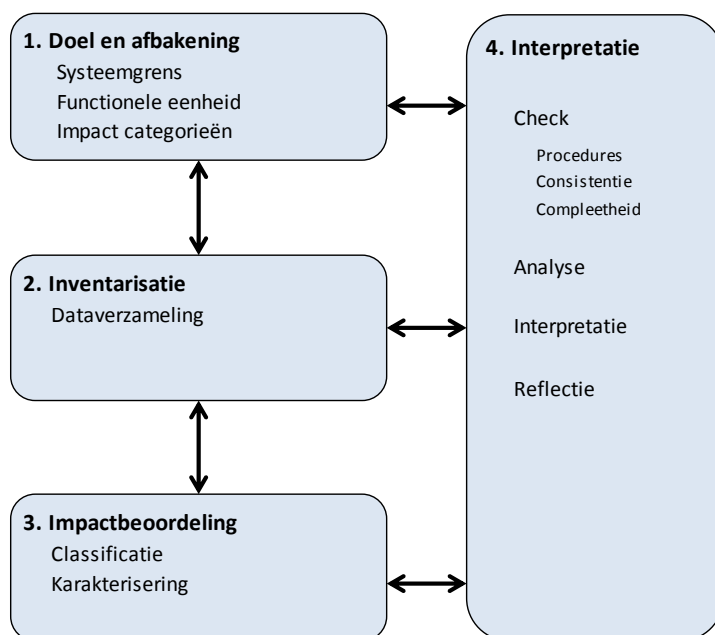
2 Methoden

Dit hoofdstuk bevat de beschrijving van de methodiek die in dit onderzoek is gebruikt. Daarbij wordt stilgestaan bij de uitbreidingen die zijn gemaakt op het bestaande model voor het berekenen van broeikasgassen zoals deze is ontwikkeld door het Productschap Tuinbouw [4]. Maar ook bij de toevoegingen die in voorgaande projecten door Wageningen UR zijn gemaakt [6] [7]. Daarnaast worden in dit hoofdstuk de casussen beschreven, en worden de ontwikkeling van rekenregels voor het berekenen van broeikasgasemissies in de transportketen uitgewerkt.

2.1 Inleiding

Een carbon-footprint is de totale hoeveelheid CO₂ en andere broeikasgassen, die worden uitgestoten over een volledige levenscyclus van een proces of product. Met andere woorden, de carbon-footprint is de som van emissies die bijdragen aan klimaatverandering tijdens deze levenscyclus. De carbon-footprint wordt uitgedrukt in CO₂-equivalenten, waarin de verschillende toerekeningsfactoren aan het broeikaseffect door andere broeikasgassen zijn verdisconteerd. De CO₂-equivalent (CO₂-eq.) is daarmee een eenheid om het effect van verschillende broeikasgassen te vergelijken met het effect van koolstofdioxide op de opwarming van de aarde.

Figuur 2-1 Schematische overzicht van de levenscyclusanalyse



Bron: Kernebeek & Splinter, 2011

De carbon-footprint wordt berekend volgens de 'life cycle analysis' (LCA) methode. Volgens deze methode kunnen de broeikasgasemissies worden berekend die zijn opgetreden in de productketen. De methodiek, die in deze studie is toegepast, sluit aan bij de internationale standaard PAS2050-1:2012, die is opgesteld door het Britse Standaardinstituut (BSI) in samenwerking met een groep gespecialiseerde kennisorganisaties uit verschillende Europese landen [13].

Defra en Carbon Trust. De PAS2050:2011 is de internationale generieke standaard voor het berekenen van de carbon footprint van goederen en diensten gedurende de gehele levenscyclus [14]. De PAS2050-1:2012 vormt het supplement op deze standaard, waardoor het mogelijk is om op basis van deze officiële methodiek de broeikasgasemissies van tuinbouwproducten te berekenen en te certificeren. Het CO₂ protocol en de emissietool van het Productschap Tuinbouw, waarop in deze studie is voortgebouwd, volgen de PAS2050-1:2012 standaard. Met andere woorden: in de keuze van de methodiek wordt aangesloten op de methodiek die is ontwikkeld als CO₂-methodiek voor de tuinbouwsector [8]. Daarnaast is gebruik gemaakt van de kennis en methodiek die op basis van het CO₂-protocol van het Productschap Tuinbouw is doorontwikkeld in het kader van de projecten CoCos [7] en Venlog [6].

De uitvoering van een LCA vereist het doorlopen van een aantal stappen, zoals in Figuur 2-1 schematisch zijn weergegeven. In het hiernavolgende worden deze stappen verder toegelicht.

1. Doel en afbakening

De studie heeft betrekking op de calculaties van de CO₂-emissies in de transportketen voor snijbloemen en potplanten voor een selectie van export- en importtrajecten. Voor de berekening van broeikasgasemissies op de exporttrajecten zijn de volgende bestemmingslanden geselecteerd:

- | | | | | | |
|--------------|---|-------------|------------|---|-----------------|
| 1. Spanje | - | Barcelona | 6. Polen | - | Warschau |
| 2. Spanje | - | Madrid | 7. Italië | - | Milaan |
| 3. Spanje | - | Bilbao | 8. Rusland | - | Sint-Petersburg |
| 4. Zweden | - | Helsingborg | 9. Turkije | - | Istanbul |
| 5. Noorwegen | - | Oslo | | | |

Als vertrekpunt voor de exporttransporten is gekozen voor de locatie van Bloemenveiling FloraHolland in Naaldwijk, waarbij verondersteld is dat het product transportgereed is aangeleverd. Als eindbestemming is gekozen voor een DC op de betreffende locatie, waarvandaan het product al dan niet verder wordt getransporteerd naar de eindafnemer (deze laatste stap is niet meegenomen in de berekeningen).

De importtrajecten waarvan de broeikasgasemissies zijn berekend zijn de volgende:

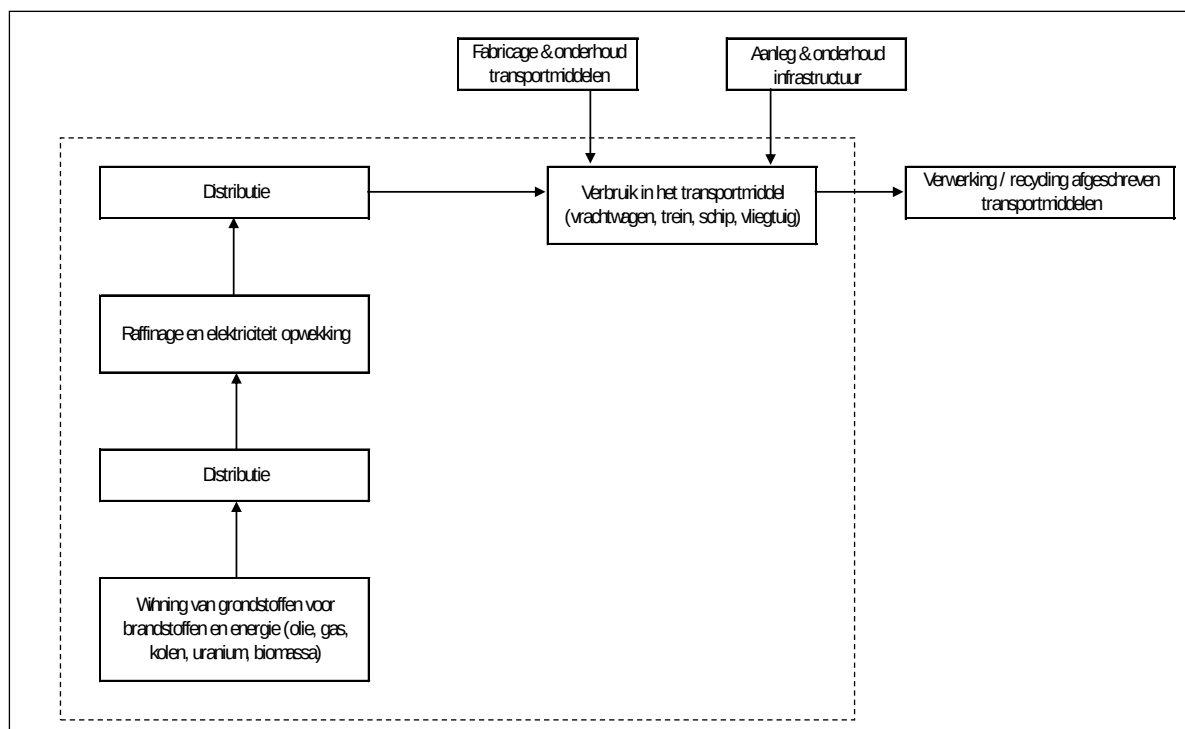
- | | | | | | |
|--------------|---|----------|-------------|---|-----------|
| 10. Kenia | - | Naivasha | 12. Ecuador | - | Pichincha |
| 11. Ethiopië | - | Ziway | | | |

Als vertrekpunt van de transporten is gekozen voor die teeltgebieden waar een belangrijk deel van het sierteelt importproduct wordt geteeld, waarbij verondersteld is dat het product transportgereed is aangeleverd. Als eindbestemming in de transportketen is gekozen voor de locatie van Bloemenveiling FloraHolland in Aalsmeer (tot aan de poort).

a. Systeemgrens

- i. De systeemgrens geeft aan welke stappen in de keten worden meegerekend. Conform het PAS 2050-protocol worden emissies als gevolg van de productie van kapitaalgoederen niet opgenomen in de emissieberekeningen. Emissies tengevolge van de bouw van vrachtwagens, treinen, schepen en vliegtuigen moeten dus niet worden meegerekend. Het protocol gaat niet specifiek in op emissies als gevolg van de aanleg van infrastructuur. Omdat infrastructuur over een periode van vele jaren wordt gebruikt, wordt in deze berekeningen infrastructuur beschouwd als kapitaalgoed en daarom niet opgenomen in de berekeningen. Deze afbakening is in lijn met die van andere rapporten over broeikasgasemissies van transport [12] [13].
- ii. De systeemgrens zoals deze is bepaald voor de transportketen in deze studie is aangegeven in Figuur 2-2. De indirecte emissies die ontstaan bij de productie van brandstof en elektriciteit zijn daarin dus meegerekend.

Figuur 2-2 Afbakening van het systeem

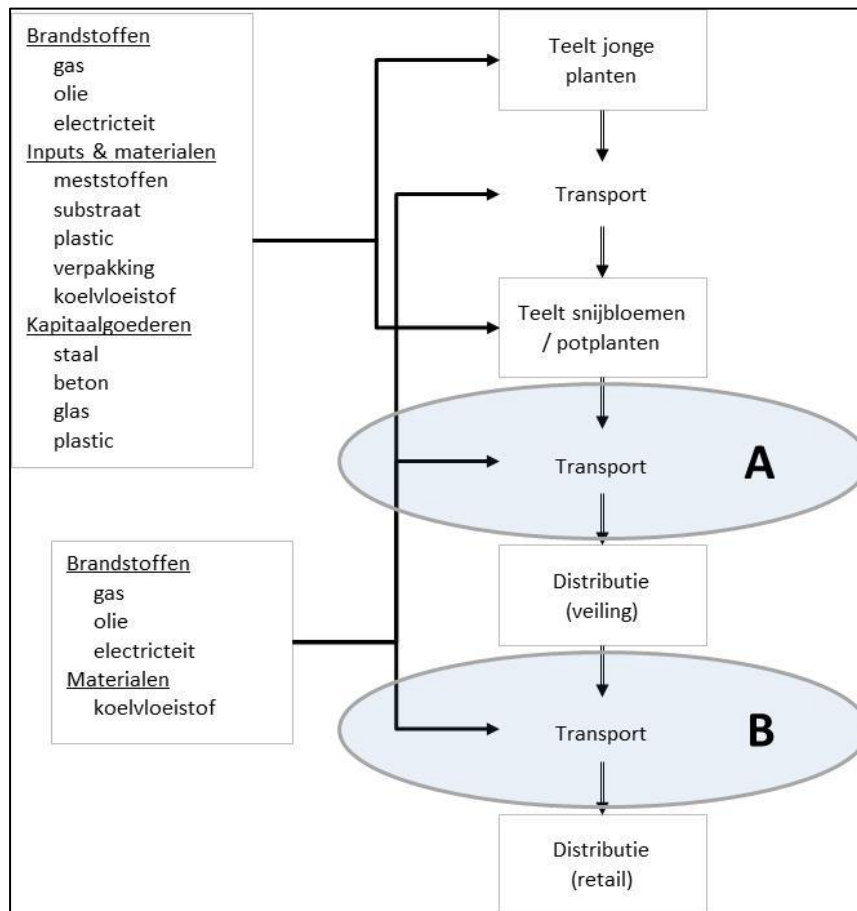


Bron: Bewerking uit CE Delft, 2011

- iii. In deze studie is voor de berekening van broeikasgasemissies op de *export*trajecten gekozen voor een *veiling-tot-DC* systeemgrens (systeemgrens B in Figuur 2-3). Op de *import*trajecten is de systeemgrens bepaald op de *leverancier-tot-veiling* (systeemgrens A in Figuur 2-3). In beide gevallen betekent dit dat alleen de emissies worden meegerekend, die ontstaan tijdens het transport.

- iv. De broeikasgasemissies die ontstaan in de transportketen bestaan uit het verbruik van brandstof en elektriciteit die nodig zijn:
- om de afstand te overbruggen;
 - om het product te koelen in de koelcontainer gedurende het transport;
 - om het product over te slaan in de haven- en railterminals.

Figuur 2-3 De keten in de sierteeltsector: de cirkel geeft het kader voor dit onderzoek weer



De focus in dit onderzoek en in dit rapport ligt op het verkrijgen van inzicht in de verschillen in broeikasgasemissies tussen de verschillende transportmodaliteiten op specifieke transporttrajecten. In het rapport wordt de term ‘transportscenario’ gebruikt waarmee wordt bedoeld welke ketenstappen er zullen moeten worden doorlopen wanneer gebruik wordt gemaakt van een bepaalde transportmodaliteit.

b. Functionele eenheid

De functionele eenheid is de entiteit waaraan de emissies worden toegeschreven [6]. In deze studie is als functionele eenheid gekozen voor de 45ft koelcontainer type FloraUnit, diesel-elektrisch gekoeld met een maximaal laadvermogen van 26.760 kg (zie Tabel A 6 bijlage 1 voor de specificaties van deze container). In alle doorgerekende

scenario's is verondersteld dat transport van potplanten respectievelijk snijbloemen plaatsvindt in dit type container, zodat de vergelijking tussen scenario's en modaliteiten op basis van deze koelcontainer kan worden gemaakt. Overigens is de gekozen functionele eenheid eenvoudig om te rekenen naar een transporteenheid die meer gebruikelijk is in het internationale transport, namelijk de 'Twenty-foot Equivalent Unit' of TEU door de 45ft container door een factor 2,25 te delen.¹

c. Impact categorie

Het milieuthema dat als impact categorie is gekozen voor de analyse van de broeikasgasemissies is het broeikaseffect of 'global warming potential'. De termen broeikasgasemissies en carbon-footprint worden daarin door elkaar gebruikt. Broeikasgassen is de verzamelnaam voor gassen in de atmosfeer die bijdragen aan het verhogen en in stand houden van de evenwichtstemperatuur van de aarde. Naast kooldioxide (CO₂) zijn methaan (CH₄) en lachgas (N₂O) belangrijke broeikasgassen. Niet elke broeikasgas heeft een even sterk effect op de opwarming van de aarde, maar heeft elke een andere wegingsfactor. Met behulp van deze wegingsfactoren worden deze broeikasgassen omgerekend naar CO₂-equivalenten. Uitgedrukt in een formule houdt dit in:

$$1 \text{ CO}_2 + 298 \text{ N}_2\text{O} + 25 \text{ CH}_4 \rightarrow \text{CO}_2\text{-eq.} = \text{carbon-footprint}$$

De carbon-footprint wordt uitgedrukt in grammen CO₂-equivalent per functionele eenheid. Met het laatste wordt bedoeld de entiteit waaraan de broeikasgasemissies worden toegeschreven.

2. Inventarisatie

In het kader van deze studie is gebruik gemaakt van verschillende databases waaronder de STREAM database van CE Delft [12] en IFEU Heidelberg [15]. Daarnaast is gebruik gemaakt van data uit de rekenmodellen van Venlog en CoCos, met waar nodig actualisaties van parameters. Tot slot is door middel van een aantal interviews met operators op shortsea verbindingen, respectievelijk treinverbindingen, inzicht verkregen in specifieke trajecten en doorlooptijden zodat de transportscenario's zo specifiek als mogelijk konden worden ingevuld.

Bij het verzamelen van data is zoveel mogelijk gebruik gemaakt van primaire databronnen, waar nodig aangevuld met data uit secundaire bronnen of van experts. De betrouwbaarheid is zoveel mogelijk gecontroleerd. Voor een aantal variabelen zijn standaard waarden gebruikt, bij deze waarden staat 'std' vermeld in de tabel. Er is alleen uitgegaan van standaardwaarden indien er geen specifieke (primaire) data kon worden gevonden.

¹⁾ Voor de deepsea trajecten zal de functionele eenheid omgerekend moeten worden naar de 40ft reefer, aangezien de 45ft container niet te gebruiken is in het intercontinentale zeetransport.

De transportregels uit hoofdstuk 2 zijn deels opgesteld op basis van de rekenregels uit het Venlog- en CoCos-model, en deels met behulp van gegevens uit de literatuur en expertkennis.

Allocatie is vermeden door er vanuit te gaan dat er geen combi-ladingen zijn, ofwel het hele voertuig is vol geladen met het product waarvan de emissies worden berekend. Een uitzondering hierop betreft de veerboot. Hierbij is het broeikasgasaandeel passagiers-vracht in de CO₂-emissie vastgesteld op 80-20% (voor RoPax schepen ligt deze verhouding op gemiddeld 16-84%).

3. Impactbeoordeling

In deze studie worden alleen de broeikasgasemissies berekend die alleen worden toegekend aan de impactcategorie 'global warming potential'.

4. Interpretatie

Na berekening van de broeikasgasemissies worden de resultaten geanalyseerd en geïnterpreteerd waarbij voor elk individueel transportscenario gekeken zal worden wat het broeikasgas reductiepotentieel is wanneer het referentietraject (transport per vrachtwagen) wordt vergeleken met het multimodale alternatief. De reflectie op de gevolgde methodiek en de analyse van de resultaten is onderdeel van de interpretatie.

2.2 Omschrijving van de transportscenario's

In dit project zijn in totaal 27 casussen of transportscenario's uitgewerkt. Elke casus betreft een transportscenario waarbij het referentie scenario voor exportstromen bestaat uit de huidige routing via het transport van sierteelproducten per vrachtwagen, en voor importstromen uit de huidige routing per vliegtuig. Bij het alternatieve multimodale transportscenario is een keuze gemaakt uit de modaliteiten 'trein', 'shortsea schip' (intra-EU), 'deepsea schip' (intercontinentaal). De keuze voor welk multimodaal transportalternatief op een bepaald traject van toepassing is, is gemaakt door een groep exporteurs van potplanten en snijbloemen, die in deze fase van het project zijn geconsulteerd. De trajecten zijn vastgesteld op voorspraak van de projectgroep.

De transportscenario's zijn weergegeven in het hierna volgende overzicht op pagina's 13 en 14, waarbij scenario's 1 t/m 21 betrekking hebben op de export van potplanten naar de betreffende landen, en scenario's 22 t/m 27 de import van snijbloemen vanuit de geselecteerde landen betreft.

Productverlies

Bij de berekening van de carbon-footprint is verondersteld dat er tijdens het transport geen productverlies optreedt. Uitgaande dat productverlies plaatsvindt in alle transportmodaliteiten maar dat er geen significant verschil is tussen de modaliteiten, zal er geen al dan niet optreden van productverlies geen invloed hebben op de vergelijking tussen de modaliteiten.

Code		Start	Via		Via		Eindbestemming	
1.	PP_SW E001	Naaldwijk					Helsingborg (SE)	
2.	PP_SW E002	Naaldwijk		Herne railterminal (D)		Helsingborg railterminal (SE)		Helsingborg (SE)
3.	PP_SW E003	Naaldwijk		Rotterdam haventerminal	 Container schip 0-999 TEU	Helsingborg haventerminal (SE)		Helsingborg (SE)
4.	PP_SW E004	Naaldwijk		Gent haven terminal (B)	 RoRo schip, 150 trailers	Helsingborg haventerminal (SE)		Helsingborg (SE)
5.	PP_NO R001	Naaldwijk		Hirtshals haven terminal (DE)	 Veerboot, 60 trailers	Kristiaansand haventerminal (NO)		Oslo (NO)
6.	PP_NO R002	Naaldwijk		Rotterdam haventerminal	 Container schip 0-999 TEU	Oslo haventerminal (NO)		Oslo (NO)
7.	PP_ES P001	Naaldwijk					Madrid (E)	
8.	PP_ES P002	Naaldwijk					Barcelona (E)	
9.	PP_ES P003	Naaldwijk					Bilbao (E)	
10.	PP_ES P004	Naaldwijk		Rotterdam haventerminal	 Container schip 0-999 TEU	Bilbao haventerminal (E)		Madrid (E)
11.	PP_ES P005	Naaldwijk		Zeebrugge haventerminal (B)	 RoRo schip, 150 trailers	Bilbao haventerminal (E)		Barcelona (E)
12.	PP_ES P006	Naaldwijk		Bettembourg railterminal (L)		Perpignan railterminal (F)		Barcelona (E)
13.	PP_ES P007	Naaldwijk		Bettembourg railterminal (L)		Perpignan railterminal (F)		Madrid (E)
14.	PP_TU R001	Naaldwijk					Istanbul (TUR)	

Code		Start	Via			Via		Eindbestemming		
15	PP_TU R002	Naaldwijk		Herne rail terminal (DUI)		Istanbul Halkali railterminal (TUR)		Istanbul (TUR)		
16	PP_RU S001	Naaldwijk					St. Petersburg (RF)			
17	PP_RU S002	Naaldwijk		Rotterdam haventerminal	 Container schip 0-999 TEU	St. Petersburg haventerminal (RF)		St. Petersburg (RF)		
18	PP_ITA 001	Naaldwijk					Milaan (IT)			
19	PP_ITA 001	Naaldwijk		Venlo railterminal		Milaan railterminal (IT)		Milaan (IT)		
20	PP_PO L001	Naaldwijk					Warschau (POL)			
21	PP_PO L002	Naaldwijk		Rotterdam railterminal		Kutno railterminal (POL)		Warschau (POL)		
22	SB_KE N001	Naivasha (KEN)		Nairobi (KEN)	 Boeing 747-400F		Schiphol		Aalsmeer	
23	SB_KE N002	Naivasha (KEN)		Mombasa (KEN)	 Container schip 2000-2999 TEU	Salalah (OMAN)	 Container schip 5000-7999 TEU	Rotterdam haven terminal		Aalsmeer
24	SB_ET H001	Ziway (ETH)		Addis A. (ETH)	 Boeing 747-400F		Schiphol		Aalsmeer	
25	SB_ET H002	Ziway (ETH)		Djibouti (DJI)	 Container schip 2000-2999 TEU	Jeddah (SAR)	 Container schip 5000-7999 TEU	Rotterdam haven terminal		Aalsmeer
26	SB_EC U001	Pichincha (ECU)		Quito (ECU)	 Boeing 747-400F		Schiphol		Aalsmeer	
27	SB_EC U002	Pichincha (ECU)		Guayaquil (ECU)	 Container schip 5000-7999 TEU		Rotterdam haven terminal		Aalsmeer	

2.3 Emissies voor transport

2.3.1 Inleiding methodiek

In het CO₂-rekenprotocol van het Productschap Tuinbouw worden voor de berekening van de emissies transportschakels over weg, zee (deepsea) en lucht onderscheiden. In deze studie zijn de rekenregels voor deze schakels overgenomen en daarnaast uitgebreid met rekenregels voor:

- het transport met de trein (naar CO₂ rekenmodel Venlog)
- het transport per shortsea containerschip
- het transport per Roll-on-Roll-of (RoRo) schip
- het transport per veerboot
- koeling tijdens de transportschakels (naar CO₂ rekenmodel CoCos)
- overslag van containers op de haventerminals

Emissies in de transportketen treden op als gevolg van de productie en het verbranden van fossiele brandstoffen en de productie van elektriciteit. In de rekenregels die voor de verschillende modaliteiten zijn opgesteld wordt alleen gerekend aan emissies als gevolg van brandstofwinning en productie van brandstoffen en elektriciteit, en emissies als gevolg van de verbranding van deze brandstoffen. Energieverbruik als gevolg van koeling is hierbij inbegrepen [6]. Het aandeel in de totale emissie van broeikasgassen van het onderdeel koeling is verschillend per transportmodaliteit. Bij de bespreking van de resultaten in hoofdstuk 4 wordt hier nader op ingegaan (Tabel 4-2). Factoren die de hoeveelheid energie uit brandstoffen en elektriciteit beïnvloeden zijn de transportafstand, de transportduur, het gewicht van het voertuig, het laadvermogen en de beladingsgraad. Deze parameters zijn in de rekenregels als variabelen opgenomen. Voor de emissieberekeningen voor short- en deepsea is gebruik gemaakt van de STREAM database [12]. Voor treintransport is gebruik gemaakt van de methodiek van EcoTransIT [15]. Voor specifieke waarden voor het transport per veerboot en RoRo-schip is eveneens gebruik gemaakt van de EcoTransIT methodiek, met aanvullingen uit de Finse database LIPASTO [16] en data van het International Maritime Organisation [17]. Gegeven de variëteit aan databronnen zal enige voorzichtigheid moeten worden betracht bij het extrapoleren van deze data naar alle scheepstypen op specifieke trajecten.

2.3.2 Koeling in de transportketen

In de transportketen vindt tussentijdse opslag plaats op de terminals en op de DC's. In het model is verondersteld dat gedurende de opslagfase de koelcontainer daarbij wordt aangesloten op het elektriciteitsnet. Tijdens de transportfase wordt de koelcontainer gekoeld op basis van diesel-brandstof. Uitzondering hierop is het transport per trein, waarbij de aandrijving elektrisch is.²⁾ De

²⁾ In het project Greenrail I is gebruik gemaakt van koeling tijdens het treintransport met behulp van een dieselgenerator gekoppeld aan de koelcontainer. Dit om verzekerd te zijn van voldoende koelcapaciteit gedurende de gehele transportketen tussen Venlo en Milaan. Op het verschil tussen elektrische koeling en diesel aangedreven koeling en het effect op de totale emissie van broeikasgassen wordt nader ingegaan in hoofdstuk 4 'Resultaten'.

koeling kost voor alle modaliteiten een vergelijkbare hoeveelheid energie van 4 kW voor en 45ft-koelcontainer [18]. De energie die benodigd is voor de koeling van de container op de vrachtwagen wordt verkregen uit de dieselbrandstof. Als gemiddelde snelheid voor het transport binnen Europa wordt aangehouden 70km/u., terwijl dit in de transportscenario's buiten Europa (i.c. Kenia, Ethiopië en Ecuador) is gerekend met 40km/u. [22].

Koeling tijdens het transport per trein gebeurt elektrisch zodat de broeikasgasemissie als gevolg van koeling wordt bepaald op basis van de emissiefactor voor elektriciteitsproductie (EU-27). De snelheid waarmee goederentreinen over het Europese spoor rijden is sterk verschillend per traject. Dit is zeker het geval wanneer de treinen meerdere grensovergangen moeten passeren, waarbij de nodige oponthoud kan ontstaan. Het achterhalen van gegevens over de gemiddelde rijnsnelheid van treinen in Europa is dan ook niet eenvoudig. In het Venlog model is gerekend met een gemiddelde snelheid van 80km/u, een snelheid die aan de hoge kant lijkt. Vooropgesteld dat de gemiddelde snelheid per baanvak / traject sterk kan verschillen is wordt in de emissieberekeningen een gemiddelde snelheid aangehouden van 40km/u., wat op het eerste oog laag is maar voor sommige bestemmingen als realistisch kan worden verondersteld [21].

Schepen koelen met behulp van een generator op basis van stookolie. Er wordt daarin geen onderscheid gemaakt tussen de verschillende scheepstypen. De snelheid waarmee de schepen zijn wel verschillend en in de rekenregels voor zeetransport (deepsea, shortsea, RoRo, veerdienst) als variabele opgenomen. Een overzicht van de gemiddelde vaarsnelheden voor de gebruikte scheepstypen is weergegeven in Tabel A 9 in bijlage 1.

2.3.3 Vrachtwagen

De rekenregel voor het berekenen van broeikasemissies door transport via de vrachtwagen is overgenomen van het Tuinbouw Protocol [9] waarbij de aanname is dat de op de Nederlandse situatie bepaalde parameterwaarden gelden voor vrachtwagens in andere landen..

De rekenregel voor broeikasgasemissies door vrachtwagentransport is als volgt gedefinieerd:

$$GHG_{weg} = \left\{ [(0,0065LV + 0,22247(0,25LG + 0,75)) \times (1 + kmf) \times 0,84] + [K \times K_{verbruik} \times E_{diesel}/v] \right\} \times A \times EF_{diesel}$$

De formule is opgebouwd uit het deel van de broeikasgasemissie dat wordt veroorzaakt door het verplaatsen (gekoppeld aan het gewicht van de lading en de af te leggen afstand) en het deel dat ontstaat als gevolg van de koeling van de container op de vrachtwagen.

Op basis van de parameters en standaardwaarden voor vrachtwagentransport, zoals deze zijn weergegeven in Tabel 2-1, en de specifieke waarden voor het betreffende transportscenario kan de broeikasgasemissie voor de functionele eenheid worden berekend. De specifieke waarden per transportscenario zullen in hoofdstuk 3 aan de orde komen.

Tabel 2-1 Parameters en standaardwaarden vrachtwagentransport

Afkorting	Definitie	Waarde	Eenheid
GHG _{weg}	Broeikasgasemissie afkomstig van wegtransport inclusief koeling		kg CO ₂ -eq./cont.
LV	Maximaal laadvermogen transportmiddel	26.8	ton
L	totaal gewicht van de lading	9	ton
K	Dummy voor wel (1) of niet (0) koelen	1	
K _{verbruik}	Energieverbruik voor koeling	4	kW
A	Afstand waarover goederen vervoerd worden		km
kmf	Extra km factor dat het vervoermiddel leeg aflegt na aflevering t.o.v. heenreis		0 ≤ kmf ≤ 1)
LG	Beladingfactor t.o.v. het maximale laadvermogen (LG > 0)		%
v	Gemiddelde snelheid	70	km/h
E _{diesel}	Energiewaarde diesel voor koeling	0.23	Kg/kWh
EF _{diesel}	emissiefactor diesel (productie+verbranding van diesel)	3.6	kg CO ₂ -eq./kg _{diesel}
	Diesilverbruik	0.007	kg/ton
	Diesilverbruik bij 100% belading	0.222	kg
	Procentueel beladingsgraadeffect op verbruik (-1% LG is 0.25% afname dieselgebruik)	0.25	
	Gedeelte dieselgebruik vast per km ongeacht beladingsgraad of laadvermogen	0.75	
	Brandstof dichtheid bij wegtransport	0.833	kg/liter

2.3.4 Trein

Bij de berekening van broeikasgasemissies bij railtransport is ervan uitgegaan dat het transport plaatsvindt met elektrische containertreinen. De broeikasgasemissies worden veroorzaakt door het verbruik van elektriciteit om de trein voort te bewegen en de containers te voorzien van koeling. Voor de methodiek en berekening van de is gebruik gemaakt van het model dat is ontwikkeld binnen het project Venlog [6]. De vergelijking voor broeikasgasemissies per container door treintransport is hieronder gedefinieerd:

$$GHG_{\text{trein}} = \left\{ \frac{\frac{[1200((GLT+N_{t_{\text{heen}}})^{0.62})]}{N_{t_{\text{heen}}}+N_{t_{\text{terug}}}}}{\frac{2GLT+N_{t_{\text{heen}}}+N_{t_{\text{terug}}}}{1000}} + \frac{[N_{t_{\text{heen}}} \times K \times K_{\text{verbruik}}]}{L_{\text{cont}} \times v} \right\} \times EF_{\text{elek}} \times A \times L_{\text{cont}}$$

Ook hier is de formule weer opgebouwd uit een broeikasgasdeel door het transport zelf en het koelingsdeel.

Voor de meeste parameterwaarden is het EcoTransIT model gehanteerd (zie Tabel 2-2). Hoewel elk land zijn specifieke elektriciteitsmix heeft en daardoor een specifieke emissiefactor voor de productie van elektriciteit, is er voor gekozen om de emissiefactor te hanteren die een gewogen gemiddelde is voor de landen van de EU-27. Voor sommige landen kan dit ‘nadelig’ zijn in termen van carbon footprint. Zo heeft Frankrijk één van de laagste CO₂-uitstoot in de productie van elektriciteit, doordat het een groot deel van de elektriciteit opwekt met behulp kerncentrales.

Voor het berekenen van de broeikasgasemissies is uitgegaan van een standaard treinsamenstelling op basis van een medium lengte van de goederentrein (31 wagons, 70 TEU). Een overzicht met de verschillende parameters is opgenomen in bijlage 1, Tabel A 10. Voor de standaardwaarde van de gemiddelde snelheid van goederentreinen is afgeweken van het Venlog model, waarin gerefereerd wordt aan een gemiddelde van 80km/h. Andere bronnen zijn aanmerkelijk behoudender wat dit betreft (variërend van 25 tot 55 km/h). Op basis van gesprekken met multimodale logistieke experts wordt de waarde van de gemiddelde snelheid vastgesteld op 40km/h.

Tabel 2-2 Parameters en standaardwaarden treintransport

Afkorting	Definitie	Waarde	Eenheid
GHGtrein	Broeikasgasemissie afkomstig van treintransport, inclusief koeling		kg CO ₂ -eq./cont.
A	Afstand waarover goederen vervoerd worden		km
GLT	Gewicht lege trein	1000	ton
Ntheen	Nettolading op de heenweg		ton
Ntterug	Nettolading op de terugweg		ton
Lcont	Belading gekoelde containers		ton
K	Dummy voor wel (1) of niet (0) koelen		
Kverbruik	Energieverbruik voor koeling	4	kW
v	Gemiddelde snelheid	40	km/h
	Factor voor bepaling van het energieverbruik van de trein gemodelleerd o.b.v. het energieverbruik van Europese treinen met een verschillend ladingsgewicht die rijden in omgevingen die zich onderscheiden op basis van landschapsgradiënten	1200	
EFelek	Emissiefactor per kWh (EU-27)	0.421	kg CO ₂ -eq./kWh

2.3.5 Zeetransport

De broeikasgasemissies van zeetransport worden veroorzaakt door het verbruik van stookolie voor de scheepsaandrijving en voor de generator set waarop de koeling is aangesloten. Strikt genomen ontstaan broeikasgassen ook door het verbruik c.q. weglekken van koelvloeistoffen. De verwachting is dat dit minimaal is en om die reden is deze component niet meegenomen in de berekeningen.

In paragraaf 2.3.1 werd gerefereerd aan de rekenregels die in het model zijn opgesteld voor de berekening van broeikasgasemissies bij zeetransport voor verschillende scheepstypen. De specifieke parameters en standaardwaarden die hierbij zijn gebruikt zijn opgenomen in de tabellen in bijlage 1. Emissie factoren in het zeetransport zijn gebaseerd op de tweede IMO GHG studie en op de database van LIPASTO [16][17]. De typering van de schepen is als volgt [16]:

Container schepen: vervoeren vracht in de vorm van containers. De capaciteit wordt gemeten in twenty-foot equivalent (TEU), het aantal standaard 20ft containers dat een vaartuig kan transporteren.

Roll-on/Roll-off (*RoRo*) schepen zijn vaartuigen die ontworpen zijn om voertuigen te vervoeren, waaronder trailers en containertrucks, die zelf het schip op- en afrijden. RoRo passagiersschepen (*RoPax*) kunnen behalve voertuigen ook honderden passagiers vervoeren. Het vervoeren van

goederen is het primaire doel waarvoor dit type is ontwikkeld. Voor RoPax schepen is 16% van de energieverbruik en emissies toegewezen aan het transport van passagiers en 84% aan vracht.

Veerboten transporteren zowel passagiers als vracht. Het grootste deel van de capaciteit is bestemd voor passagiers, en daarom wordt 80% van het energieverbruik en de emissies toebedeeld aan het vervoer van passagiers, en 20% aan vracht. Voor Ropax schepen ligt deze verdeling anders omdat het aandeel passagiers op deze schepen kleiner is, namelijk 16%.

Shortsea

De rekenregel voor het berekenen van broeikasgasemissies door shortsea containerschepen wordt overgenomen uit het model fat is toegepast in het project Venlog [6]. De rekenregel voor shortsea broeikasgasemissies is als volgt opgebouwd:

$$GHG_{\text{shortsea}} = \left\{ \left[\frac{e_{\text{vrt}}}{L \times P} \right] + \frac{3,6 \times [K \times K_{\text{verbruik}}]}{L_{\text{cont}} \times v} \right\} \times A \times L_{\text{cont}} \times EF_{\text{shortsea}}$$

De totale emissie van shortsea zeetransport is de optelsom van de emissies als gevolg van het voortbewegen van het schip en van de koeling. Tabel 2-3 bevat de parameters en standaardwaarden die gebruikt zijn in de rekenregel.

Tabel 2-3 Parameters en standaardwaarden zeetransport, shortsea

Afkorting	Definitie	Waarde	Eenheid
GHG _{shortsea}	Broeikasgasemissie afkomstig van short-sea, inclusief koeling		kg CO ₂ -eq./cont.
A	Afstand waarover goederen vervoerd worden		km
L	Gemiddelde belading in tonnen	2450	ton
L _{cont}	Belading gekoelde containers		ton
P	Percentage productieve ritten	98	%
K	Dummy voor wel (1) of niet (0) koelen	1	
K _{verbruik}	Energieverbruik voor koeling	4	kW
e _{vrt}	Energiegebruik (uit brandstof) van voertuig	1180	MJ/km
EF _{shortsea}	Emissiefactor per MJ voor shortsea schepen	0.88233	kg CO ₂ -eq./MJ
v	Gemiddelde snelheid	31.484	km/h

Deepsea

Voor het bepalen van de broeikasgasemissies door intercontinentaal deepsea containertransport is gebruik gemaakt van de rekenmethodiek die gehanteerd wordt in het CO₂-rekenprotocol van het Productschap Tuinbouw [4]. Deze is vervolgens uitgebreid met de component waarmee de emissies worden berekend als gevolg van koeling op het schip gedurende het transport. Dit resulteert in de onderstaande rekenregel:

$$GHG_{\text{deepsea}} = \left\{ \left(\frac{[(0,001LV + 50,26 \times (0,14 \times LG + 0,86)) \times (1 + kmf) + (4014 \times (1 + ZH))]}{LV \times LG} + \frac{K \times K_{\text{verbruik}} \times EF_{\text{stko}}}{L_{\text{cont}} \times v} \right) \times km \times EF_{\text{stko}} \right\} \times L_{\text{cont}}$$

Bij de bepaling van de parameters en standaardwaarden zijn gegevens gebruikt die specifiek zijn voor het transportscenario waarop de berekeningen betrekking hebben. Op basis van gegevens van FloraHolland en verschillende scheepsdatabases is de emissieberekening gespecificeerd voor de containerschepen die op de specifieke routes varen [22] [26][27]. Vaartijden zijn hiervan afgeleid (Tabel 2-4).

Tabel 2-4 Parameters en standaardwaarden zeetransport, deepsea

Afkorting	Definitie	Waarde	Eenheid
GHG _{deepsea}	Broeikasgasemissie afkomstig van zeevracht, inclusief koeling		kg CO ₂ -eq./cont.
EF _{stkolie}	emissiefactor stookolie (productie+verbranding van stookolie)		kg CO ₂ -eq./kg _{stkolie}
LV	Maximaal laadvermogen transportmiddel		ton
L _{cont}	totaal gewicht van de lading		ton
km	Afstand waarover goederen vervoerd worden		km
kmf	Extra km factor dat het vervoermiddel leeg aflegt na	0.50	
K	Dummy voor wel (1) of niet (0) koelen		
K _{verbruik}	Energieverbruik voor koeling	4	kW
v	Gemiddelde snelheid		km/h
LG	Beladingfactor t.o.v. het maximale laadvermogen (LG>0)	70	%
ZH	Aantal stops in zeehavens	0	
	Stookolie per ton laadvermogen per km zeetransport	0.001	
	Stookolie bij 100% belading per km zeetransport	50.26	
	Procentuele effect beladingsgraad op verbruik (-1% LG is 0.14% afname dieselgebruik)	0.14	
	Gedeelte stookoliegebruik vast per km ongeacht ladingsgraad of laadvermogen	0.86	
	Stookoliegebruik in haven door “hotelling” etc.	4014	
E _{stookolie}	Energiewaarde stookolie voor koeling	0.23	kg/kWh

RoRo

De rekenregel voor het berekenen van broeikasgasemissies door RoRo-schepen wordt overgenomen uit het rekenmodel van het project Venlog [6] en verder geupdate en aangepast met data van de STREAM database van CE-Delft, van LIPASTO VIT Technical Research Centre en van IFEU Heidelberg (Tabel 2-5). De rekenregel broeikasgasemissies door RoRo-schepen is als volgt gedefinieerd:

$$GHG_{RoRo} = TC \times \left\{ \left[\frac{C_{vrt}}{L \times P} \right] + \left[3,6 \times \frac{K \times K_{verbruik}}{L_{cont} \times v} \right] \right\} \times A \times L \times EF_{RoRo}$$

Standaardgegevens van het energieverbruik naar scheepstype zijn voor RoRo schepen en veerboten moeilijk te vinden. Operators hanteren in een aantal gevallen een eigen CO₂-rekentool maar de achterliggende waarden en rekenmethodiek is zelden transparant [20]. De LIPASTO-database van het Finse VIT Technical Research Centre bevat een aantal verbruikswaarden voor verschillende scheepstypen. Kanttekening die daarbij geplaatst moet worden dat deze waarden zijn geïnventariseerd voor schepen die in het Scandinavische zeegebied varen. Het extrapoleren van deze waarden naar andere zee regio's wordt dan ook met deze kanttekening gedaan.

Tabel 2-5 Parameters en standaardwaarden zeetransport, RoRo

Afkorting	Definitie	Waarde	Eenheid
GHGRoRo	Broeikasgasemissie afkomstig van RoRo-schepen, inclusief koeling		kg CO ₂ -eq./cont.
TC	Trailer floor Capacity percentage	100	%
A	Afstand waarover goederen vervoerd worden		km
L	Gemiddelde belading in tonnen per voertuig (o.b.v. beladingsgraad van 70%)	945	ton
L _{cont}	Belading gekoelde containers		ton
P	Percentage productieve ritten	98	%
K	Dummy voor wel (1) of niet (0) koelen	1	
K _{verbruik}	Energieverbruik voor koeling	4	kW
e _{vert}	Energiegebruik (uit brandstof) van voertuig	2454	MJ/km
E _{FRoRo}	Emissiefactor per MJ voor RoRo schepen	0.90333	kg CO ₂ -eq./MJ
v	Gemiddelde snelheid	33.336	km/h

Veerboot

Wanneer een schip zowel passagiers als vracht vervoert, moet er een beslissing worden genomen hoe het energieverbruik en daarmee de emissies moet worden verdeeld over deze twee groepen. Allocatie is zelden eenduidig bij welke transportmodaliteit dan ook, maar bij zeetransport is nog complexer. Allocatie op basis van gewicht tussen passagiers en vracht geeft een vertekend beeld van het aandeel in de emissies, omdat passagiers relatief weinig gewicht meebrengen op een schip, terwijl de faciliteiten op een schip grotendeels zijn juist voor passagiers (restaurants, cabines, shops, etc.). Om toch een allocatie toe te passen wordt de methode van LIPASTO toegepast, het Finse calculatiemodel voor de berekening van emissies en energieverbruik door de transportsector in Finland [16]. Deze allocatiemethode is gebaseerd op het aantal dekken en waarvoor deze worden gebruikt. Ongeveer 80% van het dek-oppervlak op veerboten is bestemd voor de accommodatie van passagiers en ongeveer 20% is gereserveerd voor vrachtvervoer. Daarmee wordt 80% van het energieverbruik en de emissies op veerboten toebedeeld aan passagiers en de resterende 20% aan vracht.

De rekenregel voor het berekenen van broeikasgasemissies voor de veerboot wordt overgenomen van het rekenmodel uit het project Venlog [6], en verder geupdate en aangepast met data van de STREAM database van CE-Delft, van LIPASTO VTT Technical Research Centre, en van IFEU Heidelberg (Tabel 2-6) [12][15]. Daaraan is de genoemde allocatiemethode voor veerboten aan de regel toegevoegd, waardoor de volgende vergelijking ontstaat:

$$GHG_{\text{veerboot}} = TC \times \left\{ \left[\frac{e_{\text{vert}}}{L \times P} \right] + \left[3,6 \times \frac{K \times K_{\text{verbruik}}}{L_{\text{cont}} \times v} \right] \right\} \times A \times L_{\text{cont}} \times E_{\text{veerboot}}$$

Tabel 2-6 Parameters en standaardwaarden zeetransport, veerboot

Afkorting	Definitie	Waarde	Eenheid
GHG _{veerboot}	Broeikasgasemissie afkomstig van veerbotten, inclusief koeling		kg CO ₂ -eq./cont.
TC	Trailer floor Capacity percentage	20	%
A	Afstand waarover goederen vervoerd worden		km
L	Gemiddelde belading in tonnen per voertuig (o.b.v. beladingsgraad van 70%)	378	ton
L _{cont}	Belading gekoelde containers		ton
P	Percentage productieve ritten	98	%
K	Dummy voor wel (1) of niet (0) koelen	1	
K _{verbruik}	Energieverbruik voor koeling	4	kW
e _{vrt}	Energiegebruik (uit brandstof) van voertuig	4666	MJ/km
E _{Fveerboot}	Emissiefactor per MJ voor veerbotten	0.08963	kg CO ₂ -eq./MJ
v	Gemiddelde snelheid	33.300	km/h

2.3.6 Vliegtuig

De rekenregel voor de berekening van broeikasgasemissies door transport via het vliegtuig is overgenomen uit de CO₂-rekentool van het Productschap Tuinbouw, zoals deze is ontwikkeld door Blonck [4][8]:

$$GHG_{lucht} = \frac{((0,00026 \times (km \times (1 + kmf))^2 + 10,3057 \times (km \times (1 + kmf))) + (3414 \times TS)) \times EF_{kerosine} \times RF}{[LV \times LG]} \times L_{cont}$$

De standaardwaarden en parameters in de rekenregel zijn gebaseerd op het vliegtuigtype dat gebruikelijk is in het intercontinentale luchttransport van sierteeltproducten van Kenia/Ethiopië naar Nederland: de Boeing 747-400F. Laadvermogen en brandstofverbruik refereren aan dit vliegtuig. Het probleem met de allocatie tussen passagiers en vracht speelt hier niet aangezien het hier een ‘dedicated’ vrachtvliegtuig betreft (zie Tabel 2-7).

Tabel 2-7 Parameters en standaardwaarden luchtvracht

Afkorting	Definitie	Waarde	Eenheid
GHG _{lucht}	Broeikasgasemissie afkomstig van luchttransport, inclusief koeling		kg CO ₂ -eq./cont.
EF _{kerosine}	emissiefactor kerosine (productie+verbranding van kerosine)		kg CO ₂ -eq./kg _{kerosine}
LV	Maximaal laadvermogen transportmiddel	113	ton
L	totaal gewicht van de lading	86	ton
km	Afstand waarover goederen vervoerd worden		
kmf	Extra km factor dat het vervoermiddel leeg aflegt na	0	
LG	Beladingfactor t.o.v. het maximale laadvermogen (LG>0)	76	%
RF	Radiative forcing factor	1	
TS	Aantal take offs (incl landing)	1	
L _{cont}	gewicht container bij inladen / uitladen	13	ton
	Kerosine verbruik	0.00026	kg/km
	Kerosine verbruik	10.3057	kg/km
	Kerosine verbruik LTO	3414	kg
	Maximale vliegafstand	9075	km

2.3.7 Overslag op de haventerminals

Voor zover bekend worden tot op heden in de bestaande CO₂-rekentools de broeikasgasemissies, die ontstaan bij de overslag van goederen op de haven- en railterminals, niet meegenomen. Gegevens over het energieverbruik in de deze fase van de transportketen zijn moeilijk te achterhalen, en het is de vraag of bedrijven die de terminals exploiteren deze gegevens zelf kennen [20]. Er zijn weliswaar veel studies over multimodaliteit, maar het milieukundig perspectief op de terminals wordt daarbij niet meegenomen [24]. Een reden hiervoor kan zijn dat het aandeel van de activiteiten op de terminals op de totale broeikasgasemissie in de transportketen relatief klein is: 2% op de terminals terwijl 96% van de carbon footprint wordt veroorzaakt op zee [25]. In het model van Van Duin en Geerlings is een methodiek ontwikkeld waarmee de broeikasgasemissies op de haventerminals als gevolg van de overslag van containers kan worden berekend. Hierbij kan de uitstoot worden bepaald op basis van een standaard pakket aan materieel waarmee containers van de ene modaliteit op de andere worden overgeslagen. In deze studie is de methodiek van Van Duin en Geerlings gebruikt bij het berekenen van broeikasgasemissies in de transportscenario's, waarin de transportschakel over zee is opgenomen. De energieparameters in het model zijn bepaald voor de situatie op de Nederlandse containerterminals. Voor de terminals buiten Nederland zijn deze waarden overgenomen, met de kanttekening dat het energieverbruik op deze terminals naar alle waarschijnlijkheid hoger zal liggen als gevolg van verouderd materieel. Verschillen in broeikasgasemissies tussen de Nederlandse en buitenlandse terminals ontstaan hierdoor met name door de verschillen tussen de emissiefactoren voor elektriciteit. Een overzicht van deze emissiefactoren voor een aantal landen / regio's is opgenomen in bijlage 1, Tabel A 5. Het model en de berekening van de broeikasgasemissies op de haventerminals is weergegeven in Tabel A 12 in dezelfde bijlage.

3 Berekening van de broeikasgasemissies in de transportscenario's

3.1 De transportscenario's

In paragraaf 2.2 zijn de transportscenario's beschreven waarvoor in deze studie de broeikasgasemissies zijn berekend. Op basis van de rekenregels die in het voorgaande hoofdstuk zijn gedefinieerd kunnen de waarden worden ingevoerd die specifiek zijn voor deze scenario's. Om transportscenario's met elkaar te kunnen vergelijken op hun broeikasgasemissies is in alle gevallen een zgn. baseline scenario opgesteld, wat in feite refereert aan de huidige situatie waarin sierteelttransport alleen via vrachtwagentransport plaatsvindt (voor exportstromen), dan wel via vliegtuigtransport (voor importstromen). Multimodale alternatieven worden dan ook met deze baselines vergeleken.

De data die hiervoor zijn verzameld zijn in de volgende overzichten voor elk transportscenario weergegeven. De overzichten zijn opgesplitst tussen enerzijds de exportstromen en anderzijds de importstromen.

3.2 Ketenbeschrijvingen en data input – exportstromen

Voor alle ketens zijn zoveel mogelijk primaire data verzameld, zodat de meest realistische berekening kan worden uitgevoerd. Daarnaast zijn aanvullende data verzameld via interviews met experts uit de (multimodale) transportwereld en uit de sierteelt [19][20][21][22]. In de hierna volgende tabellen worden voor elk gedefinieerd transportscenario de ketenbeschrijvingen weergegeven. De tabellen zijn opgedeeld in regels waarin de ketenstappen staan omschreven. In de kolommen zijn gegevens opgenomen die specifiek zijn voor de transportmodaliteit die in de betreffende ketenstap wordt toegepast. De laatste kolom laat zien per ketenstap wat de bijdrage is aan de broeikasgasemissie uitgedrukt in CO₂-equivalenten per functionele eenheid. In alle gevallen is dit de eerder genoemde 45ft koelcontainer van het type FloraUnit. De onderste regel tenslotte geeft het totaal aan broeikasemissies voor het transportscenario in zijn totaliteit.

De exportscenario's worden achtereenvolgens beschreven voor Zweden (4), Noorwegen (2), Spanje (7), Italië (2), Polen (2), en Rusland (2). In alle gevallen betreft het de export van potplanten.

3.2.1 Exportbestemming: Zweden (Helsingborg)

Als eindbestemming in de transportscenario's is de haven van Helsingborg in het zuiden van Zweden gekozen. De achterliggende reden hiervoor is dat veel klanten van Nederlandse sierteelt-exporteurs hun DC's achter de haven hebben liggen en van daaruit hun winkellocaties bevoorraden. Het afleverpunt van de sierteeltproducten ligt voor de exporteurs daarom in Helsingborg.

Een directe treinverbinding voor goederenvervoer vanuit Nederland naar Zweden is (nog) niet beschikbaar. De operator Samskip Van Dieren verzorgt een goederentreinverbinding vanuit Herne, Duitsland. Nog in 2012 zal Samskip Van Dieren haar operaties verplaatsen naar het nieuwe knooppunt in Duisburg [19].

Er is vanuit gegaan dat er enige retourvracht mogelijk is maar dat het grootste deel van de containers leeg wordt teruggestuurd naar Nederland.³⁾

Tabel 3-1 Ketenbeschrijving Zweden 'vrachtwagenscenario' (baseline scenario)

Product		:	potplanten								
Bestemming		:	Helsingborg, Zweden								
Retourvracht		:	nog te bepalen								
Transportmodaliteit		:	Vrachtwagen, container								
Functionele eenheid		:	45ft Flora Unit (2,25 TEU)								
Ketenstap omschrijving		Van locatie	Naar locatie	Afstand (km)*	Tijd (uren)	Specificering m.b.t. koeling (electrisch / diesel / stookolie / ongekoeld)	Laadvermogen (ton)	Beladingfactor op basis van gewicht (0-1)	Factor leeg afgelegde terugweg t.o.v. de heenweg (kmf = 0-1)	Product hoeveelheid per reefercontainer (ton)	Broeikasemissie (kg CO ₂ -eq / container)
1)	Gekoeld vrachtwagentransport	Naaldwijk, Nederland	Helsingborg, Zweden	1080	15.4	Gekoeld, diesel	26.8	0.34	0.75	9.0	2089
Totaal:											2089

Tabel 3-2 Ketenbeschrijving Zweden 'treinscenario'

Product		:	potplanten								
Bestemming		:	Helsingborg, Zweden								
Retourvracht		:	nog te bepalen								
Transportmodaliteit		:	Trein, container								
Functionele eenheid		:	45ft Flora Unit (2,25 TEU)								
Ketenstap omschrijving		Van locatie	Naar locatie	Afstand (km)*	Tijd (uren)	Specificering m.b.t. koeling (electrisch / diesel / stookolie / ongekoeld)	Laadvermogen (ton)	Beladingfactor op basis van gewicht (0-1)	Factor leeg afgelegde terugweg t.o.v. de heenweg (kmf = 0-1)	Product hoeveelheid per reefercontainer (ton)	Broeikasemissie (kg CO ₂ -eq / container)
1)	Gekoeld vrachtwagentransport	Naaldwijk, Nederland	Herne, Duitsland	250	4	Gekoeld, diesel	26.8	0.34	0.75	9.0	484
2)	Overslag/opslag met koeling op de terminal vertrek	Herne, Duitsland			1.5	Gekoeld, elektrisch					7
3)	Gekoeld treintransport	Herne, Duitsland	Helsingborg, Zweden	1012	18	Gekoeld, elektrisch	735	0.38	0.50	9.0	205
4)	Overslag/opslag met koeling op de terminal aankomst	Helsingborg, Zweden			0.5	Ongekoeld					4
5)	Ongekoeld vrachtwagentransport naar Helsingborg	Helsingborg, Zweden		25	0.4	Gekoeld	26.8	0.34	0.75	9.0	48
Totaal:											748

³⁾ Hogere retourvrachten op de trajecten tussen Zweden en Duitsland liggen binnen de mogelijkheden (Van Dieren), waardoor de factor leeg afgelegde terugweg lager kan zijn (0,25), met als gevolg een lagere emissie van broeikasgassen op dit traject.

Tabel 3-3 Ketenbeschrijving Zweden 'shortsea-scenario'

Product	:	potplanten
Bestemming	:	Helsingborg, Zweden
Retourvracht	:	nog te bepalen
Transportmodaliteit	:	Containerschip, container
Functionele eenheid	:	45ft Flora Unit (2,25 TEU)

Ketenstap omschrijving		Van locatie	Naar locatie	Afstand (km)*	Tijd (uren)	Specificering m.b.t. koeling (electrisch / diesel / stookolie / ongekoeld)	Laadvermogen (ton)	Beladingfactor op basis van gewicht (0-1)	Factor leeg afgelegde terug weg t.o.v. de heenweg (kmf = 0-1)	Product hoeveelheid per reefercontainer (ton)	Broeikasemissie (kg CO ₂ -eq / container)
1)	Gekoeld vrachtwagentransport	Naaldwijk, Nederland	Rotterdam, Nederland	30	0.4	Gekoeld, diesel	26.8	0.34	0.75	9.0	58
2)	Overslag/opslag met koeling op de terminal vertrek	Rotterdam, Nederland			24	Gekoeld, elektrisch					45
3)	Gekoeld zeetransport, containerschip	Rotterdam, Nederland	Helsingborg, Zweden	1083	49	Gekoeld, HFO/MDO	3500	0.70	0.50	9.0	423
4)	Overslag/opslag met koeling op de terminal aankomst	Helsingborg, Zweden			10	Gekoeld, elektrisch					21
5)	Ongekoeld vrachtwagentransport naar Helsingborg	Helsingborg, Zweden		25	0.4	Gekoeld	26.8	0.34	0.75	9.0	48

Totaal: 595

Tabel 3-4 Ketenbeschrijving Zweden 'RoRo-scenario'

Product	:	potplanten
Bestemming	:	Helsingborg, Zweden
Retourvracht	:	nog te bepalen
Transportmodaliteit	:	RoRo-schip container
Functionele eenheid	:	45ft Flora Unit (2,25 TEU)

Ketenstap omschrijving		Van locatie	Naar locatie	Afstand (km)*	Tijd (uren)	Specificering m.b.t. koeling (electrisch / diesel / stookolie / ongekoeld)	Laadvermogen (ton)	Beladingfactor op basis van gewicht (0-1)	Factor leeg afgelegde terug weg t.o.v. de heenweg (kmf = 0-1)	Product hoeveelheid per reefercontainer (ton)	Broeikasemissie (kg CO ₂ -eq / container)
1)	Gekoeld vrachtwagentransport	Naaldwijk, Nederland	Gent, België	165	2	Gekoeld, diesel	26.8	0.34	0.75	9.0	319
2)	Overslag/opslag met koeling op de terminal vertrek	Gent, België			24	Gekoeld, elektrisch					45
3)	Gekoeld zeetransport, RoRo schip	Gent, België	Gothenburg, Zweden	1069	30	Gekoeld, HFO/MDO	5154	0.70	0.50	9.0	2345
4)	Overslag/opslag met koeling op de terminal aankomst	Gothenburg, Zweden			10	Gekoeld, elektrisch					21
5)	Gekoeld vrachtwagentransport naar Helsingborg	Helsingborg, Zweden		215	3	Gekoeld, diesel	26.8	0.34	0.75	9.0	416

Totaal: 3146

3.2.2 Exportbestemming: Noorwegen (Oslo)

Als eindbestemming voor het transportscenario naar Noorwegen is de belangrijkste afzetmarkt gekozen: Oslo. Voor de vrachtwagenverbinding is gekozen om deze te laten lopen via de veerbootverbinding tussen Hirshals en Kristiaansand. Het baseline scenario is derhalve opgebouwd uit 3 ketenstappen en 2 modaliteiten. De doorlooptijden in het 'shortsea' transportscenario zijn afgestemd op de slottijden voor deze specifieke verbinding [20].

Tabel 3-5 Ketenbeschrijving Noorwegen 'vrachtwagenscenario' (baseline scenario)

Product		:	potplanten								
Bestemming		:	Oslo, Noorwegen								
Retourvracht		:	nog te bepalen								
Transportmodaliteit		:	Vrachtwagen, container								
Functionele eenheid		:	45ft Flora Unit (2,25 TEU)								
Ketenstap omschrijving		Van locatie	Naar locatie	Afstand (km)*	Tijd (uren)	Specificering m.b.t. koeling (electrisch / diesel / stookolie / ongekoeld)	Laadvermogen (ton)	Beladingfactor op basis van gewicht (0-1)	Factor leeg afgelegde terug weg t.o.v. de heenweg (kmf = 0-1)	Product hoeveelheid per reefercontainer (ton)	Broeikasemissie (kg CO ₂ -eq / container)
1)	Gekoeld vrachtwagentransport	Naaldwijk, Nederland	Hirshals, Denemarken	1025	15	Gekoeld, diesel	26.8	0.34	0.75	9.0	1983
2)	Fastferry	Hirshals, Denemarken	Kristiaansand, Noorwegen	185	3	Gekoeld, HFO	39200	0.70	0.50	9.0	383
3)	Gekoeld vrachtwagentransport naar Oslo	Kristiaansand, Noorwegen	Oslo, Noorwegen	325	5	Gekoeld, diesel	26.8	0.34	0.75	9.0	629
Totaal:										2995	

Tabel 3-6 Ketenbeschrijving Noorwegen 'shortsea-scenario'

Product		:	potplanten								
Bestemming		:	Oslo, Noorwegen								
Retourvracht		:	nog te bepalen								
Transportmodaliteit		:	shortsea, containerschip								
Functionele eenheid		:	45ft Flora Unit (2,25 TEU)								
Ketenstap omschrijving		Van locatie	Naar locatie	Afstand (km)*	Tijd (uren)	Specificering m.b.t. koeling (electrisch / diesel / stookolie / ongekoeld)	Laadvermogen (ton)	Beladingfactor op basis van gewicht (0-1)	Factor leeg afgelegde terug weg t.o.v. de heenweg (kmf = 0-1)	Product hoeveelheid per reefercontainer (ton)	Broeikasemissie (kg CO ₂ -eq / container)
1)	Gekoeld vrachtwagentransport naar de haven	Naaldwijk, Nederland	Rotterdam	30	0.4	Gekoeld; diesel	26.8	0.34	0.75	9.0	58
2)	Overslag/opslag met koeling op de terminal vertrek	Rotterdam, Nederland			24	Gekoeld; electrisch					45
3)	Gekoeld zeetransport, containerschip	Rotterdam, Nederland	Oslo, Noorwegen	1029	34	Gekoeld, HFO/MDO	3500	0.70	0.50	9.0	402
4)	Overslag/opslag met koeling op de terminal aankomst	Oslo, Noorwegen			0.5	Gekoeld; electrisch					5
5)	Gekoeld vrachtwagentransport naar Oslo	Oslo, Noorwegen		25	0.4	Gekoeld; diesel	26.8	0.34	0.75	9.0	48
Totaal:										558	

3.2.3 Exportbestemming: Spanje (Madrid, Barcelona, Bilbao)

De transportsenario's voor Spanje zijn afgestemd op de belangrijkste afzetmarkten, en de verbindingen van daaruit naar het achterland. In de scenario's is als uitgangspunt gekozen dat de containers in deze respectievelijke centra worden gestript. De verwachting is dat er goede mogelijkheden zijn om vanuit Spanje retourvracht in te nemen voor transport naar Nederland (groente, sierteelt) en dat factor lege containers op de terugreis leeg zal zijn. In de berekeningen wordt daarbij vanuit gegaan dat retourvracht in de respectievelijk centra wordt aangeleverd.

De eerste drie transportsenario's vormen de baseline scenario's voor de drie respectievelijke centra (Madrid, Barcelona en Bilbao). De overige 4 scenario's zijn de multimodale alternatieven. De treinverbinding start vanuit Bettembourg, Luxemburg, en eindigt in Perpignan, Frankrijk. De reden is dat een ontsluiting per trein vanuit Nederland en een directe verbinding door Spanje niet mogelijk zijn. Voor- en natransport moeten daarom per vrachtwagen gebeuren.

Tabel 3-7 Ketenbeschrijving Spanje (Madrid) 'vrachtwagenscenario' (baseline scenario)

Product	:	potplanten
Bestemming	:	Madrid, Spanje
Retourvracht	:	agf, Z-Spanje
Transportmodaliteit	:	Vrachtwagen
Functionele eenheid	:	45ft Flora Unit (2,25 TEU)

Ketenstap omschrijving		Van locatie	Naar locatie	Afstand (km)*	Tijd (uren)	Specificering m.b.t. koeling (electrisch / diesel / stookolie / ongekoeld)	Laadvermogen (ton)	Beladingfactor op basis van gewicht (0-1)	Factor leeg afgelegde terug weg t.o.v. de heenweg (kmf = 0-1)	Product hoeveelheid per reefercontainer (ton)	Broeikasemissie (kg CO ₂ -eq / container)
1)	Gekoeld vrachtwagentransport	Naaldwijk, Nederland	Madrid, Spanje	1740	24.9	Gekoeld, diesel	26.8	0.34	0.10	9.0	2147

Totaal: 2147

Tabel 3-8 Ketenbeschrijving Spanje (Barcelona) 'vrachtwagenscenario' (baseline scenario)

Product	:	potplanten
Bestemming	:	Barcelona, Spanje
Retourvracht	:	agf, Z-Spanje
Transportmodaliteit	:	Vrachtwagen
Functionele eenheid	:	45ft Flora Unit (2,25 TEU)

Ketenstap omschrijving		Van locatie	Naar locatie	Afstand (km)*	Tijd (uren)	Specificering m.b.t. koeling (electrisch / diesel / stookolie / ongekoeld)	Laadvermogen (ton)	Beladingfactor op basis van gewicht (0-1)	Factor leeg afgelegde terug weg t.o.v. de heenweg (kmf = 0-1)	Product hoeveelheid per reefercontainer (ton)	Broeikasemissie (kg CO ₂ -eq / container)
1)	Gekoeld vrachtwagentransport	Naaldwijk, Nederland	Barcelona Spanje	1505	21.5	Gekoeld, diesel	26.8	0.34	0.10	9.0	1857

Totaal: 1857

Tabel 3-9 Ketenbeschrijving Spanje (Bilbao) 'vrachtwagenscenario' (baseline scenario)

Product : potplanten
Bestemming : Bilbao, Spanje
Retourvracht : agf, Z-Spanje
Transportmodaliteit : Vrachtwagen
Functionele eenheid : 45ft Flora Unit (2,25 TEU)

Ketenstap omschrijving		Van locatie	Naar locatie	Afstand (km)*	Tijd (uren)	Specificering m.b.t. koeling (electrisch / diesel / stookolie / ongekoeld)	Laadvermogen (ton)	Beladingfactor op basis van gewicht (0-1)	Factor leeg afgelegde terug weg t.o.v. de heenweg (kmf = 0-1)	Product hoeveelheid per reefercontainer (ton)	Broeikasemissie (kg CO ₂ -eq / container)
1)	Gekoeld vrachtwagentransport	Naaldwijk, Nederland	Bilbao, Spanje	1365	19.5	Gekoeld, diesel	26.8	0.34	0.10	9.0	1684

Totaal: 1684

Tabel 3-10 Ketenbeschrijving Spanje (Madrid) 'shortsea-scenario'

Product : potplanten
Bestemming : Madrid, Spanje
Retourvracht : agf, Z-Spanje
Transportmodaliteit : shortsea, containerschip
Functionele eenheid : 45ft Flora Unit (2,25 TEU)

Ketenstap omschrijving		Van locatie	Naar locatie	Afstand (km)*	Tijd (uren)	Specificering m.b.t. koeling (electrisch / diesel / stookolie / ongekoeld)	Laadvermogen (ton)	Beladingfactor op basis van gewicht (0-1)	Factor leeg afgelegde terug weg t.o.v. de heenweg (kmf = 0-1)	Product hoeveelheid per reefercontainer (ton)	Broeikasemissie (kg CO ₂ -eq / container)
1)	Gekoeld vrachtwagentransport naar de haven	Naaldwijk, Nederland	Rotterdam	30	0.4	Gekoeld, diesel	26.8	0.34	0.75	9.0	58
2)	Overslag/opslag met koeling op de terminal vertrek	Rotterdam, Nederland			24	Gekoeld; electrisch					45
3)	Gekoeld zeetransport, containerschip	Rotterdam, Nederland	Bilbao, Spanje	1428	76.8	Gekoeld, HFO/MDO	3500	0.70	0.50	9.0	557
4)	Overslag/opslag met koeling op de terminal aankomst	Bilbao, Spanje			0.5	Ongekoeld					4
5)	Gekoeld vrachtwagentransport naar Madrid	Bilbao, Spanje	Madrid, Spanje	400	5.7	Gekoeld, diesel	26.8	0.34	0.10	9.0	493

Totaal: 1158

Tabel 3-11 Ketenbeschrijving Spanje (Madrid) 'RoRo-scenario'

Product : potplanten
Bestemming : Madrid, Spanje
Retourvracht : agf, Z-Spanje
Transportmodaliteit : shortsea, RoRo schip
Functionele eenheid : 45ft Flora Unit (2,25 TEU)

Ketenstap omschrijving		Van locatie	Naar locatie	Afstand (km)*	Tijd (uren)	Specificering m.b.t. koeling (electrisch / diesel / stookolie / ongekoeld)	Laadvermogen (ton)	Beladingfactor op basis van gewicht (0-1)	Factor leeg afgelegde terug weg t.o.v. de heenweg (kmf = 0-1)	Product hoeveelheid per reefercontainer (ton)	Broeikasemissie (kg CO ₂ -eq / container)
1)	Gekoeld vrachtwagentransport naar de haven	Naaldwijk, Nederland	Zeebrugge, België	200	2.9	Gekoeld, diesel	26.8	0.34	0.75	9.0	387
2)	Overslag/opslag met koeling op de terminal vertrek	Zeebrugge, België			0.5	Ongekoeld					4
3)	Gekoeld zeetransport, RoRo schip	Zeebrugge, België	Bilbao, Spanje	1306	40.0	Gekoeld, HFO/MDO	5154	0.70	0.50	9.0	2864
4)	Overslag/opslag met koeling op de terminal aankomst	Bilbao, Spanje			0.5	Ongekoeld					4
5)	Gekoeld vrachtwagentransport naar Madrid	Bilbao, Spanje	Madrid, Spanje	400	5.7	Gekoeld, diesel	26.8	0.34	0.10	9.0	493

Totaal: 3754

Tabel 3-12 Ketenbeschrijving Spanje (Barcelona) 'treinscenario'

Product : potplanten
Bestemming : Barcelona, Spanje
Retourvracht : agf, Z-Spanje
Transportmodaliteit : Trein, container
Functionele eenheid : 45ft Flora Unit (2,25 TEU)

Ketenstap omschrijving		Van locatie	Naar locatie	Afstand (km)*	Tijd (uren)	Specificering m.b.t. koeling (electrisch / diesel / stookolie / ongekoeld)	Laadvermogen (ton)	Beladingfactor op basis van gewicht (0-1)	Factor leeg afgelegde terug weg t.o.v. de heenweg (kmf = 0-1)	Product hoeveelheid per reefercontainer (ton)	Broeikasemissie (kg CO ₂ -eq / container)
1)	Gekoeld vrachtwagentransport naar de spoorterminal	Naaldwijk, Nederland	Bettembourg, Luxemburg	385	5.5	Gekoeld, diesel	26.8	0.34	0.75	9.0	745
2)	Overslag/opslag met koeling op de terminal vertrek	Bettembourg, Luxemburg			1.0	Gekoeld; elektrisch					6
3)	Gekoeld treintransport	Bettembourg, Luxemburg	Perpignan, Frankrijk	1040	26.0	Gekoeld, elektrisch	735	0.38	0.50	9.0	211
4)	Overslag/opslag met koeling op de terminal aankomst	Perpignan, Frankrijk			1.0	Gekoeld; elektrisch					6
5)	Gekoeld vrachtwagentransport naar Barcelona	Perpignan, Frankrijk	Barcelona, Spanje	175	2.5	Gekoeld; diesel	26.8	0.34	0.10	9.0	216

Totaal: 1184

Tabel 3-13 Ketenbeschrijving Spanje (Madrid) 'treinscenario'

Product	:	potplanten
Bestemming	:	Madrid, Spanje
Retourvracht	:	agf, Z-Spanje
Transportmodaliteit	:	Trein, container
Functionele eenheid	:	45ft Flora Unit (2,25 TEU)

	Ketenstap omschrijving	Van locatie	Naar locatie	Afstand (km)*	Tijd (uren)	Specificering m.b.t. koeling (elektrisch / diesel / stookolie / ongekoeld)	Laadvermogen (ton)	Beladingfactor op basis van gewicht (0-1)	Factor leeg afgelegde terug weg t.o.v. de heenweg (kmf = 0-1)	Product hoeveelheid per reefercontainer (ton)	Broeikasmissie (kg CO ₂ -eq / container)
1)	Gekoeld vrachtwagentransport naar de spoorterminal	Naaldwijk, Nederland	Bettembourg, Luxemburg	385	5.5	Gekoeld, diesel	26.8	0.34	0.75	9.0	745
2)	Overslag/opslag met koeling op de terminal vertrek	Bettembourg, Luxemburg			1.0	Gekoeld; elektrisch					6
3)	Gekoeld treintransport	Bettembourg, Luxemburg	Perpignan, Frankrijk	975	24.4	Gekoeld, elektrisch	735	0.38	0.50	9.0	198
4)	Overslag/opslag met koeling op de terminal aankomst	Perpignan, Frankrijk			1.0	Gekoeld; elektrisch					6
5)	Gekoeld vrachtwagentransport naar Madrid	Perpignan, Frankrijk	Madrid, Spanje	775	11.1	Gekoeld; diesel	26.8	0.34	0.10	9.0	956
Totaal:											1911

3.2.4 Exportbestemming: Italië (Milaan)

De exportbestemming voor sierteeltproducten Milaan, Italië, kent sinds enige tijd een treinverbinding vanuit Venlo. Deze verbinding is tot stand gekomen na een pilot waarbij verschillende exporteurs en een vervoerder de handen ineen hebben geslagen om een deel van de sierteeltexport via het spoor te laten lopen. Het berekenen van de broeikasgasemissies in deze studie heeft vooral tot doel om inzicht te krijgen in de CO₂-reductie die is gerealiseerd over een bepaalde periode. In hoofdstuk 4 'Resultaten' zal de reductie in broeikasgasemissies als gevolg van de 'shift' van transport per vrachtwagen naar de trein worden berekend op basis van gerealiseerde transportvolumes met behulp van de rekenregels uit hoofdstuk 2.

Tabel 3-14 Ketenbeschrijving Italië (Milaan) 'vrachtwagenscenario' (baseline scenario)

Product	:	potplanten
Bestemming	:	Milaan, Italië
Transportmodaliteit	:	Vrachtwagen
Functionele eenheid	:	45ft Flora Unit (2,25 TEU)

	Ketenstap omschrijving	Van locatie	Naar locatie	Afstand (km)*	Tijd (uren)	Specificering m.b.t. koeling (elektrisch / diesel / stookolie / ongekoeld)	Laadvermogen (ton)	Beladingfactor op basis van gewicht (0-1)	Factor leeg afgelegde terug weg t.o.v. de heenweg (kmf = 0-1)	Product hoeveelheid per reefercontainer (ton)	Broeikasmissie (kg CO ₂ -eq / container)
1)	Gekoeld vrachtwagentransport	Naaldwijk, Nederland	Milaan, Italië	1090	15.6	Gekoeld, diesel	26.8	0.34	0.75	9.0	2109
Totaal:											2109

Tabel 3-15 Ketenbeschrijving Italië (Milaan) 'treinscenario'

Product	:	potplanten
Bestemming	:	Milaan, Italië
Transportmodaliteit	:	Trein, container
Functionele eenheid	:	45ft Flora Unit (2,25 TEU)

Ketenstap omschrijving		Van locatie	Naar locatie	Afstand (km)*	Tijd (uren)	Specificering m.b.t. koeling (electrisch / diesel / stookolie / ongekoeld)	Laadvermogen (ton)	Beladingfactor op basis van gewicht (0-1)	Factor leeg afgelegde terug weg t.o.v. de heenweg (kmf = 0-1)	Product hoeveelheid per reefercontainer (ton)	Broeikasemissie (kg CO ₂ -eq / container)
1)	Gekoeld vrachtwagentransport naar de spoorterminal	Naaldwijk, Nederland	Venlo, Nederland	195	2.8	Gekoeld, diesel	26.8	0.34	0.75	9.0	377
2)	Overslag/opslag met koeling op de terminal vertrek	Venlo, Nederland			24	Gekoeld; elektrisch					45
3)	Gekoeld treintransport, terminal Milaan	Venlo, Nederland	Milaan, Italië	986	24.7	Gekoeld, elektrisch	735	0.38	0.50	9.0	200
4)	Overslag/opslag met koeling op de terminal aankomst	Milaan, Italië			10	Gekoeld; elektrisch					21
5)	Gekoeld vrachtwagentransport naar Milaan	Milaan, Italië		25	0.4	Gekoeld; diesel	26.8	0.34	0.75	9.0	48
Totaal:											691

3.2.5 Exportbestemming: Polen (Warschau)

De eindbestemming in het exportscenario op Polen is bepaald op de hoofdstad Warschau. Als multimodaal alternatief voor de vrachtwagen is gekozen voor het transport per trein. In het verleden is dit alternatief onderzocht maar tot op heden is er nog geen treinshuttle voor sierteelt-of versproducten vanuit Nederland opgezet. Wel wordt het belang van een goede Oost-West treinverbinding door verschillende partijen onderschreven, waarbij Poznan en Rotterdam belangrijke knooppunten zijn. In het 'treinscenario' voor Polen is als eindbestemming voor de spoorverbinding met Kutno gekozen. Ten opzichte van Poznan ligt dit knooppunt oostelijker en daarmee gunstiger te opzichte van de grootste afzetmarkt in Polen.

Tabel 3-16 Ketenbeschrijving Polen (Warschau) 'vrachtwagenscenario' (baseline scenario)

Product	:	potplanten
Bestemming	:	Warschau, Polen
Transportmodaliteit	:	Vrachtwagen
Functionele eenheid	:	45ft Flora Unit (2,25 TEU)

Ketenstap omschrijving		Van locatie	Naar locatie	Afstand (km)*	Tijd (uren)	Specificering m.b.t. koeling (electrisch / diesel / stookolie / ongekoeld)	Laadvermogen (ton)	Beladingfactor op basis van gewicht (0-1)	Factor leeg afgelegde terug weg t.o.v. de heenweg (kmf = 0-1)	Product hoeveelheid per reefercontainer (ton)	Broeikasemissie (kg CO ₂ -eq / container)
1)	Gekoeld vrachtwagentransport	Naaldwijk, Nederland	Warschau, Polen	1260	18	Gekoeld, diesel	26.8	0.34	0.75	9.0	2438
Totaal:											2438

Tabel 3-17 Ketenbeschrijving Polen (Warschau) 'treinscenario'

Product	:	potplanten
Bestemming	:	Warschau, Polen
Transportmodaliteit	:	Trein, container
Functionele eenheid	:	45ft Flora Unit (2,25 TEU)

Ketenstap omschrijving	Van locatie	Naar locatie	Afstand (km)*	Tijd (uren)	Specificering m.b.t. koeling (electrisch / diesel / stookolie / ongekoeld)	Laadvermogen (ton)	Beladingfactor op basis van gewicht (0-1)	Factor leeg afgelegde terug weg t.o.v. de heenweg (kmf = 0-1)	Product hoeveelheid per reefercontainer (ton)	Broeikasemissie (kg CO ₂ -eq / container)
1) Gekoeld vrachtwagentransport naar de spoorterminal	Naaldwijk, Nederland	Rotterdam, Nederland	30	0.4	Gekoeld, diesel	26.8	0.34	0.75	9.0	58
2) Overslag/opslag met koeling op de terminal vertrek	Rotterdam, Nederland			24	Gekoeld; elektrisch					45
3) Gekoeld treintransport, terminal Kutno	Rotterdam, Nederland	Kutno, Polen	1203	48	Gekoeld, elektrisch	735	0.38	0.50	9.0	244
4) Overslag/opslag met koeling op de terminal aankomst	Kutno, Polen			10	Gekoeld; elektrisch					21
5) Gekoeld vrachtwagentransport naar Warschau	Kutno, Polen	Warschau, Polen	125	1.8	Gekoeld; diesel	26.8	0.34	0.75	9.0	242
Totaal:										610

3.2.6 Exportbestemming: Rusland (St. Petersburg)

Als exportmarkt voor sierteeltproducten is Rusland in de afgelopen jaren steeds nadrukkelijker in beeld gekomen. Waar op dit moment nog veel export van Nederland door Russische vrachtrijders naar Rusland wordt gereden, ligt het voor hand om in de toekomst gebruik te maken van de ontsluiting met alternatieve modaliteiten. Het ligt voor de hand dat de haven van St. Petersburg een belangrijke rol zal spelen in de doorvoer van Nederlands sierteeltproduct naar het Russische achterland. Om inzicht te krijgen in het broeikasgasreductiepotentieel wordt het baseline scenario vergeleken met het multimodale alternatief per shortsea containerschip.

Tabel 3-18 Ketenbeschrijving Rusland (St. Petersburg) 'vrachtwagenscenario' (baseline scenario)

Product	:	potplanten
Bestemming	:	St. Petersburg, Rusland Polen
Transportmodaliteit	:	Vrachtwagen
Functionele eenheid	:	45ft Flora Unit (2,25 TEU)

Ketenstap omschrijving	Van locatie	Naar locatie	Afstand (km)*	Tijd (uren)	Specificering m.b.t. koeling (electrisch / diesel / stookolie / ongekoeld)	Laadvermogen (ton)	Beladingfactor op basis van gewicht (0-1)	Factor leeg afgelegde terug weg t.o.v. de heenweg (kmf = 0-1)	Product hoeveelheid per reefercontainer (ton)	Broeikasemissie (kg CO ₂ -eq / container)
1) Gekoeld vrachtwagentransport	Naaldwijk, Nederland	St. Petersburg, Rusland	2350	33.6	Gekoeld, diesel	26.8	0.34	0.75	9	4546
Totaal:										4546

Tabel 3-19 Ketenbeschrijving Rusland (St. Petersburg) 'shortsea-scenario'

Product		:	potplanten								
Bestemming		:	St. Petersburg, Rusland								
Transportmodaliteit		:	containerschip, container								
Functionele eenheid		:	45ft Flora Unit (2,25 TEU)								
Ketenstap omschrijving		Van locatie	Naar locatie	Afstand (km)*	Tijd (uren)	Specificering m.b.t. koeling (elektrisch / diesel / stookolie / ongekoeld)	Laadvermogen (ton)	Beladingsfactor op basis van gewicht (0-1)	Factor leeg afgelegde terug weg t.o.v. de heenweg (kmf = 0-1)	Product hoeveelheid per reefercontainer (ton)	Broeikasemissie (kg CO ₂ -eq / container)
1)	Gekoeld vrachtwagentransport naar de haven	Naaldwijk, Nederland	Rotterdam, Nederland	30	0.4	Gekoeld, diesel	26.8	0.34	0.75	9.0	58
2)	Overslag/opslag met koeling op de terminal vertrek	Rotterdam, Nederland			24.0	Gekoeld, elektrisch					45
3)	Gekoeld zeetransport, containerschip	Rotterdam, Nederland	St. Petersburg, Rusland	2900	92.1	Gekoeld, diesel	3500	0.70	0.50	9.0	1132
4)	Overslag/opslag met koeling op de terminal aankomst	St. Petersburg, Rusland			0.5	Gekoeld, elektrisch					5
5)	Gekoeld vrachtwagentransport naar St. Petersburg	St. Petersburg, Rusland		25	0.5	Gekoeld, diesel	26.8	0.34	0.75	9.0	48
Totaal:											1288

3.2.7 Exportbestemming: Turkije (Istanbul)

De aanleiding om Turkije te betrekken bij het berekenen van broeikasgasemissies door sierteelttransport is dat Turkije als groeimarkt steeds meer in beeld komt, door de groeiende Nederlandse import van sierteeltproducten uit dit land, maar ook als (potentiële) exportmarkt voor de Nederlandse sierteeltsector. Ontsluiting via zee biedt mogelijkheden, echter op dit moment zijn er voor zover bekend geen snelle/frequente verbindingen tussen Rotterdam en de Turkse havens. Een alternatief met perspectief is het transport per trein, waarbij moet worden opgemerkt dat de lange transittijden en de complexiteit door de vele grensovergangen aspecten zijn die verbetering vragen. De internationale logistieke transporteur Samskip Van Dieren voert sinds kort een dienstregeling uit op Istanbul vanuit Duisburg.

Tabel 3-20 Ketenbeschrijving Turkije (Istanbul) 'vrachtwagenscenario' (baseline scenario)

Product	:	potplanten
Bestemming	:	Istanbul, Turkije
Retourvracht	:	nog te bepalen
Transportmodaliteit	:	Vrachtwagen
Functionele eenheid	:	45ft Flora Unit (2,25 TEU)

Ketenstap omschrijving		Van locatie	Naar locatie	Afstand (km)*	Tijd (uren)	Specificering m.b.t. koeling (electrisch / diesel / stookolie / ongekoeld)	Laadvermogen (ton)	Beladingfactor op basis van gewicht (0-1)	Factor leeg afgelegde terug weg t.o.v. de heenweg (kmf = 0-1)	Product hoeveelheid per reefercontainer (ton)	Broeikasemissie (kg CO ₂ -eq / container)
1)	Gekoeld vrachtwagentransport	Naaldwijk, Nederland	Istanbul, Turkije	2730	39	Gekoeld, diesel	26.8	0.34	0.75	9	5282

Totaal: 5282

Tabel 3-21 Ketenbeschrijving Turkije (Istanbul) 'treinscenario'

Product	:	potplanten
Bestemming	:	Istanbul, Turkije
Retourvracht	:	nog te bepalen
Transportmodaliteit	:	Trein, container
Functionele eenheid	:	45ft Flora Unit (2,25 TEU)

Ketenstap omschrijving		Van locatie	Naar locatie	Afstand (km)*	Tijd (uren)	Specificering m.b.t. koeling (electrisch / diesel / stookolie / ongekoeld)	Laadvermogen (ton)	Beladingfactor op basis van gewicht (0-1)	Factor leeg afgelegde terug weg t.o.v. de heenweg (kmf = 0-1)	Product hoeveelheid per reefercontainer (ton)	Broeikasemissie (kg CO ₂ -eq / container)
1)	Gekoeld vrachtwagentransport naar de spoorterminal	Naaldwijk, Nederland	Herne, Duitsland	250	3.6	Gekoeld, diesel	26.8	0.34	0.75	9.0	484
2)	Overslag/opslag met koeling op de terminal vertrek	Herne, Duitsland			24	Gekoeld; elektrisch					45
3)	Gekoeld treintransport, terminal Istanbul	Herne, Duitsland	Istanbul, Turkije	2710	67.8	Gekoeld, elektrisch	735	0.38	0.50	9.0	549
4)	Overslag/opslag met koeling op de terminal aankomst	Istanbul, Turkije			10	Gekoeld; elektrisch					21
5)	Gekoeld vrachtwagentransport naar Istanbul	Istanbul, Turkije		25	0.4	Gekoeld; diesel	26.8	0.34	0.75	9.0	48

Totaal: 1147

3.3 Ketenbeschrijvingen en data input – importstromen

De importscenario's worden achtereenvolgens beschreven voor Kenia (2), Ethiopië (2), en Ecuador (2). In alle transportsenario's als eindpunt gekozen de locatie in Aalsmeer van Bloemenveiling FloraHolland, waar het geïmporteerde product verder wordt verwerkt en verhandeld. In alle gevallen betreft het de import van snijbloemen, die door verschillende kwekers in de landen worden aangeleverd voor afzet op de Europese markt. Het baseline scenario voor importstromen is het transport per vliegtuig. De broeikasgasemissie in dit scenario wordt vervolgens vergeleken

met die van het transport per deepsea containerschip. In de afgelopen jaren is dit een reëel alternatief geworden mede dankzij de verbeterde conditioneringstechnieken en verpakkingsmethoden.

Een overzicht van de specificaties en standaardwaarden, die zijn gekozen voor de berekening van broeikasgasemissies door luchttransport, is opgenomen in bijlage 1 in Tabel A 11. Het vliegtuigtype waarop de berekening van broeikasgasemissies is gebaseerd, is de Boeing 747-400F, het type vrachtvliegtuig dat wordt gebruikt voor intercontinentale luchtvracht. In het model wordt aangesloten bij de huidige dagelijkse praktijk waarin de snijbloemen droog worden vervoerd in dozen (type 'Kenia-doos'). Het gewicht en volume van deze dozen bepalen uiteindelijk het ladinggewicht per vliegtuig, en daarmee ook de uitstoot van broeikasgassen.

3.3.1 Importland: Kenia (Naivasha)

Als vertrekpunt in het transportscenario is gekozen voor het belangrijkste teeltgebied van snijbloemen in Kenia, Naivasha. In het transportscenario wordt ervan uitgegaan dat de producten van de verschillende kwekers in dit gebied worden geconsolideerd voor gezamenlijk transport naar Nederland. De snijbloemen zijn daarbij verpakt in speciaal daarvoor bestemde dozen (voor de specificaties van de gebruikte verpakking zie ook Tabel A 11 in bijlage 1).

De verschillende doorlooptijden en verblijftijden op de haventerminals zijn gebaseerd op ervaringen van Bloemenveiling FloraHolland, die in deze regio samenwerkt met de kwekers in het organiseren van transport van snijbloemen naar de locatie in Aalsmeer.

Ontsluiting naar de zee is mogelijk via de haven in Mombasa. Van daaruit wordt de container via een container feederdienst naar de deepsea haven van Salalah in Oman overgebracht, om vervolgens te worden overgeladen op een deepsea containerschip voor de bestemming Rotterdam.

Zoals eerder aangegeven zijn de standaardwaarden en parameters voor deze schepen gebaseerd op de scheepstypen die op dit moment worden gebruikt in pilots voor zeetransport van snijbloemen door FloraHolland.

Tabel 3-22 Ketenbeschrijving Kenia (Naivasha) ‘vliegtuigscenario’

Product	:	snijbloemen
Bestemming	:	Aalsmeer, Nederland
Retourvracht	:	geen
Transportmodaliteit	:	luchtvracht (Boeing 747-400F)
Functionele eenheid	:	ton

Ketenstap omschrijving	Van locatie	Naar locatie	Afstand (km)*	Tijd (uren)	Specificering m.b.t. koeling (electrisch / diesel / stookolie / ongekoeld)	Laadvermogen (ton)	Beladingfactor op basis van gewicht (0-1)	Factor leeg afgelegde terug weg t.o.v. de heenweg (kmf = 0-1)	Product hoeveelheid (ton)	Broeikasemissie (kg CO ₂ -eq / container)
1) Gekoeld vrachtwagentransport naar het vliegveld	Naivasha, Kenia	Nairobi, Kenia	100	2.5	Gekoeld; diesel	14.0	0.9	0.75	12.5	166
2) Overslag/opslag met koeling op de terminal vertrek	Nairobi, Kenia			24	Gekoeld; electrisch, buitentemperatuur >25°C					53
3) Vliegtransport, ongekoeld	Nairobi, Kenia	Schiphol, Nederland	6662	8.3		112.6	0.76	0	12.5	43214
4) Overslag/opslag met koeling op de terminal aankomst	Schiphol, Nederland			1	Gekoeld; electrisch, buitentemperatuur <25°C					40
5) Gekoeld vrachtwagentransport naar Aalsmeer	Schiphol, Nederland	Aalsmeer, Nederland	15	0.2	Gekoeld; diesel	14.0	0.9	0.75	12.5	25

Totaal: 43498

Tabel 3-23 Ketenbeschrijving Kenia (Naivasha) ‘deepsea-scenario’ en de verzamelde data

Product	:	snijbloemen
Bestemming	:	Aalsmeer, Nederland
Retourvracht	:	geen
Transportmodaliteit	:	zeetransport, container
Functionele eenheid	:	ton

Ketenstap omschrijving	Van locatie	Naar locatie	Afstand (km)*	Tijd (uren)	Specificering m.b.t. koeling (electrisch / diesel / stookolie / ongekoeld)	Laadvermogen (ton)	Beladingfactor op basis van gewicht (0-1)	Factor leeg afgelegde terug weg t.o.v. de heenweg (kmf = 0-1)	Product hoeveelheid per reefercontainer (ton)	Broeikasemissie (kg CO ₂ -eq / container)
1) Gekoeld vrachtwagentransport naar de haven	Naivasha, Kenia	Mombasa, Kenia	600	15	Gekoeld; diesel	26.8	0.47	0.75	12.50	1184
2) Overslag/opslag met koeling op de terminal vertrek	Mombasa Kenia			24	Gekoeld; electrisch, buitentemperatuur >25°C					58
3) Gekoeld zeetransport 1	Mombasa Kenia	Salalah, Oman	3165	134	Gekoeld; HFO/MDO	36124	70%	0.50	12.50	1155
4) Overslag/opslag met koeling op de terminal Oman	Salalah, Oman			72	Gekoeld; electrisch, buitentemperatuur >25°C					167
5) Gekoeld zeetransport 2	Salalah, Oman	Rotterdam, Nederland	11168	375	Gekoeld; HFO/MDO	82275	70%	0.50	12.50	2935
6) Overslag/opslag met koeling op de terminal aankomst	Rotterdam, Nederland			1	Gekoeld; electrisch, buitentemperatuur <25°C					6
7) Gekoeld vrachtwagentransport naar Aalsmeer	Rotterdam, Nederland	Aalsmeer, Nederland	75	1	Gekoeld; diesel	26.8	0.47	0.75	12.5	148

Totaal: 5653

3.3.2 Importland: Ethiopië (Ziway)

Het vertrekpunt in het transportscenario voor Ethiopië is Ziway, het gebied waar de meeste kwekers van snijbloemen zijn gevestigd. In het scenario is het uitgangspunt dat de producten van de verschillende kwekers in dit gebied worden geconsolideerd voor gezamenlijk transport naar de Nederlandse markt.

Aangezien Ethiopië geen eigen ontsluiting heeft naar de zee zal zeevracht via de haven in het buurland Djibouti moeten lopen. Vanuit de haven van Djibouti worden de containers via een container feederdienst naar de deepsea haven van Jeddah in Saoedi Arabië overgebracht, om vervolgens te worden overgeladen op een deepsea containerschip voor de bestemming Rotterdam. Omdat gegevens over doorlooptijden en verblijftijden op de haventerminals voor de gekozen route niet beschikbaar waren, zijn deze overgenomen van het deepsea-scenario voor Kenia. De verwachting is dat deze niet veel van elkaar zullen afwijken.

Tabel 3-24 Ketenbeschrijving Ethiopië (Ziway) ‘vliegtuigscenario’ en de verzamelde data

Product	:	snijbloemen
Bestemming	:	Aalsmeer, Nederland
Retourvracht	:	geen
Transportmodaliteit	:	luchtvracht
Functionele eenheid	:	ton

Ketenstap omschrijving	Van locatie	Naar locatie	Afstand (km)*	Tijd (uren)	Specificering m.b.t. koeling (electrisch / diesel / stookolie / ongekoeld)	Laadvermogen (ton)	Beladingfactor op basis van gewicht (0-1)	Factor leeg afgelegde terug weg t.o.v. de heenweg (kmf = 0-1)	Product hoeveelheid per reefercontainer (ton)	Broeikasemissie (kg CO ₂ -eq / container)
1) Gekoeld vrachtwagentransport naar het vliegveld	Ziway, Ethiopië	Addis A., Ethiopië	140	3.5	Gekoeld; diesel	14.0	0.9	0.75	12.5	233
2) Overslag/opslag met koeling op de terminal vertrek	Addis A., Ethiopië			24	Gekoeld; electrisch, buitentemperatuur >25°C					53
3) Vliegtransport, ongekoeld	Addis A., Ethiopië	Schiphol, Nederland	5707	7.1		112.6	0.76	0	12.5	36518
4) Overslag/opslag met koeling op de terminal aankomst	Schiphol, Nederland			1	Gekoeld; electrisch, buitentemperatuur <25°C					40
5) Gekoeld vrachtwagentransport naar Aalsmeer	Schiphol, Nederland	Aalsmeer, Nederland	15	0.2	Gekoeld; diesel	14.0	0.9	0.75	12.5	25

Totaal: 36868

Tabel 3-25 Ketenbeschrijving Ethiopië (Ziway) ‘deepsea-scenario’ en de verzamelde data

Product	:	snijbloemen
Bestemming	:	Aalsmeer, Nederland
Retourvracht	:	geen
Transportmodaliteit	:	zeetransport, container
Functionele eenheid	:	ton

	Ketenstap omschrijving	Van locatie	Naar locatie	Afstand (km)*	Tijd (uren)	Specificering m.b.t. koeling (electrisch / diesel / stookolie / ongekoeld)	Laadvermogen (ton)	Belastingfactor op basis van gewicht (0-1)	Factor leeg afgelegde terug weg t.o.v. de heenweg (kmf = 0-1)	Product hoeveelheid per reefercontainer (ton)	Broeikasemissie (kg CO ₂ -eq / container)
1)	Gekoeld vrachtwagentransport naar de haven	Ziway, Ethiopië	Djibouti, Ethiopië	633	16	Gekoeld; diesel	14.0	0.9	0.75	12.5	1052
2)	Overslag/opslag met koeling op de terminal vertrek	Djibouti, Ethiopië			24	Gekoeld; electrisch, buitentemperatuur >25°C					58
3)	Gekoeld zeetransport 1	Djibouti, Ethiopië	Jeddah, Saudi Arabië	740	31	Gekoeld; HFO/MDO	36124	0.7	0.50	12.5	275
4)	Overslag/opslag met koeling op de terminal Jeddah	Jeddah, Saudi Arabië			72	Gekoeld; electrisch, buitentemperatuur >25°C					167
5)	Gekoeld zeetransport 2	Jeddah, Saudi Arabië	Rotterdam, Nederland	8625	289	Gekoeld; HFO/MDO	82275	0.7	0.50	12.5	2267
6)	Overslag/opslag met koeling op de terminal aankomst	Rotterdam, Nederland			1	Gekoeld; electrisch, buitentemperatuur <25°C					6
7)	Gekoeld vrachtwagentransport naar Aalsmeer	Rotterdam, Nederland	Aalsmeer, Nederland	15	0.2	Gekoeld; diesel	14.0	0.9	0.75	12.5	25

Totaal: 3851

3.3.3 Importland: Ecuador (Pichincha)

Het vertrekpunt in het transportscenario voor Ecuador is Pichincha, het gebied met ca. 65% van het totale bloemenareaal (2008, [29]). In het scenario is het uitgangspunt dat de producten van de verschillende kwekers in dit gebied worden geconsolideerd voor gezamenlijk transport naar de Nederlandse markt.

Ontsluiting naar de zee is mogelijk via de haven van Guayaquil. Vanuit Guayaquil wordt de container per deepsea container schip overgebracht voor de bestemming Rotterdam. De standaardwaarden en parameters voor deze schepen zijn gebaseerd op de deepsea container scheepstypen zoals gespecificeerd in Tabel A 9 in bijlage 1.

Tabel 3-26 Ketenbeschrijving Ecuador (Pichincha) ‘vliegtuigscenario’ en de verzamelde data

Product : snijbloemen
Bestemming : Aalsmeer, Nederland
Retourvracht : geen
Transportmodaliteit : luchtvracht
Functionele eenheid : ton

Ketenstap omschrijving		Van locatie	Naar locatie	Afstand (km)*	Tijd (uren)	Specificering m.b.t. koeling (electrisch / diesel / stookolie / ongekoeld)	Laadvermogen (ton)	Beladingfactor op basis van gewicht (0-1)	Factor leeg afgelegde terug weg t.o.v. de heenweg (kmf = 0-1)	Product hoeveelheid per reefercontainer (ton)	Broeikasemissie (kg CO ₂ -eq / container)
1)	Gekoeld vrachtwagentransport naar het vliegveld	Pichincha, Ecuador	Quito, Ecuador	25	1.0	Gekoeld; diesel	14.0	0.9	0.75	12.5	42
2)	Overslag/opslag met koeling op de terminal vertrek	Quito, Ecuador			1	Gekoeld; electrisch, buitentemperatuur >25°C					2
3)	Vliegtransport, ongekoeld	Quito, Ecuador	Schiphol, Nederland	9582	11.9		112.6	0.76	0	12.5	65213
4)	Overslag/opslag met koeling op de terminal aankomst	Schiphol, Nederland			1	Gekoeld; electrisch, buitentemperatuur <25°C					2
5)	Gekoeld vrachtwagentransport naar Aalsmeer	Schiphol, Nederland	Aalsmeer, Nederland	15	0.2	Gekoeld; diesel	14.0	0.9	0.75	12.5	25

Totaal: 65284

Tabel 3-27 Ketenbeschrijving Ecuador (Pichincha) ‘deepsea-scenario’ en de verzamelde data

Product : snijbloemen
Bestemming : Aalsmeer, Nederland
Retourvracht : geen
Transportmodaliteit : zeetransport, container
Functionele eenheid : ton

Ketenstap omschrijving		Van locatie	Naar locatie	Afstand (km)*	Tijd (uren)	Specificering m.b.t. koeling (electrisch / diesel / stookolie / ongekoeld)	Laadvermogen (ton)	Beladingfactor op basis van gewicht (0-1)	Factor leeg afgelegde terug weg t.o.v. de heenweg (kmf = 0-1)	Product hoeveelheid per reefercontainer (ton)	Broeikasemissie (kg CO ₂ -eq / container)
1)	Gekoeld vrachtwagentransport naar de haven	Pichincha, Ecuador	Guayaquil, Ecuador	400	10	Gekoeld; diesel	14.0		0.75	12.50	665
2)	Overslag/opslag met koeling op de terminal vertrek	Guayaquil, Ecuador			2	Gekoeld; electrisch, buitentemperatuur >25°C					5
3)	Gekoeld zeetransport	Guayaquil, Ecuador	Rotterdam, Nederland	10514	353	Gekoeld; HFO/MDO	82275	70%	0.50	12.50	2763
4)	Overslag/opslag met koeling op de terminal aankomst	Rotterdam, Nederland			1	Gekoeld; electrisch, buitentemperatuur <25°C					6
5)	Gekoeld vrachtwagentransport naar Aalsmeer	Rotterdam, Nederland	Aalsmeer, Nederland	75	1.1	Gekoeld; diesel	14.0		0.75	12.50	125

Totaal: 3564

4 Resultaten

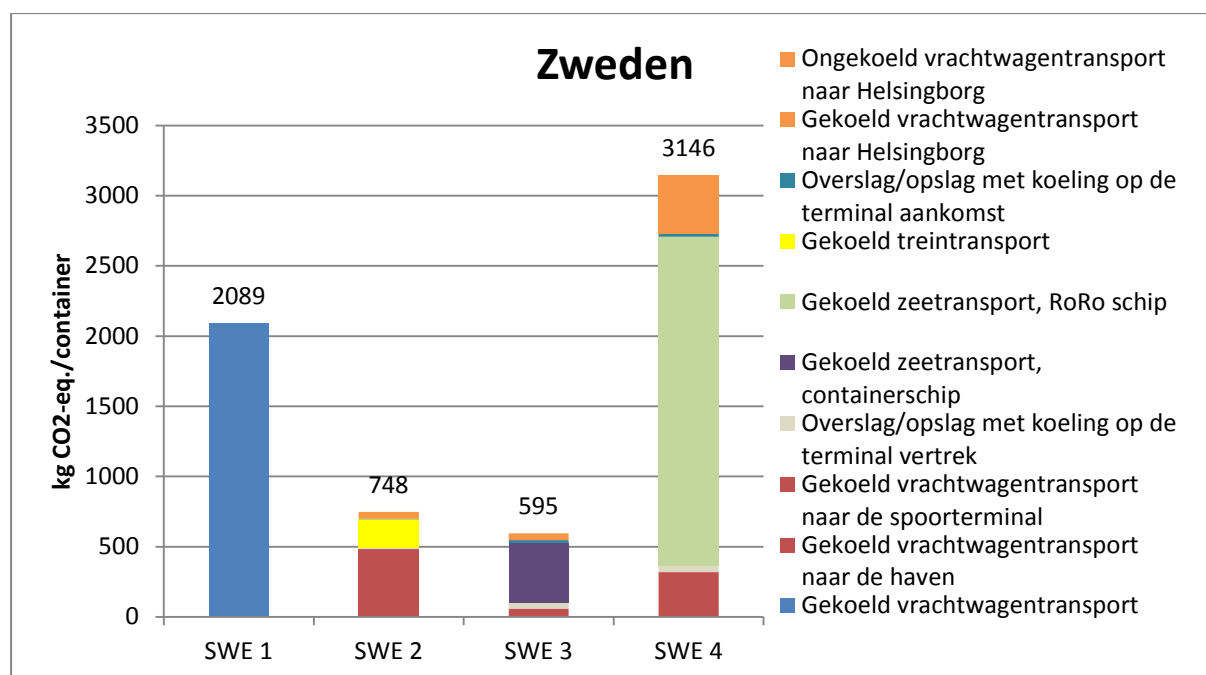
4.1 Broeikasgasemissies voor de transportscenario's exportstromen

De transportscenario's zijn doorerekend op basis van de rekenregels uit hoofdstuk 2, paragraaf 2.3, en de verzamelde data en aannames uit hoofdstuk 3, paragraaf 3.2. De resultaten per exportbestemming zijn grafisch weergegeven in de hierna volgende staafdiagrammen. De y-as geeft de berekende waarde van de broeikasgasemissie in kilogram CO₂-equivalenten per functionele eenheid weer, en op de x-as staan de gedefinieerde transportscenario's (de codes verwijzen naar de tweede kolom in het overzicht op pagina's 14 en 15). Het getal-label op elke staaf verwijst naar de berekende waarde voor dat specifieke transportscenario. De blauwe staaf aan de linkerkant van de diagram geeft de baselinescenario. De verschillende ketenstappen in de transportscenario's zijn weergegeven met verschillende kleuren.

Zweden

SWE1	Vrachtwagen (baseline)	SWE3	Shortsea containerschip
SWE2	Trein	SWE4	RoRo-schip

Figuur 4-1 Broeikasgasemissies transportscenario's Zweden (in kg CO₂-eq./f.e.)



Het voordeel van zeetransport boven het transport per vrachtwagen wordt duidelijk zichtbaar, maar ook het treintransport levert een aanzienlijke reductie in CO₂-equivalenten op. Opvallend bij het treinscenario is het relatief substantiële deel in de emissies die ontstaat als gevolg van het voortransport per vrachtwagen van Naaldwijk tot aan de railterminal in Herne, Duitsland. Het belang van een goede aansluiting met het Nederlandse spoornet voor goederenvervoer wordt

hiermee nog eens nadrukkelijk aangetoond. Een goede aansluiting zou het vrachtwagentransport aanzienlijk kunnen beperken en daarmee de CO₂-emissies.

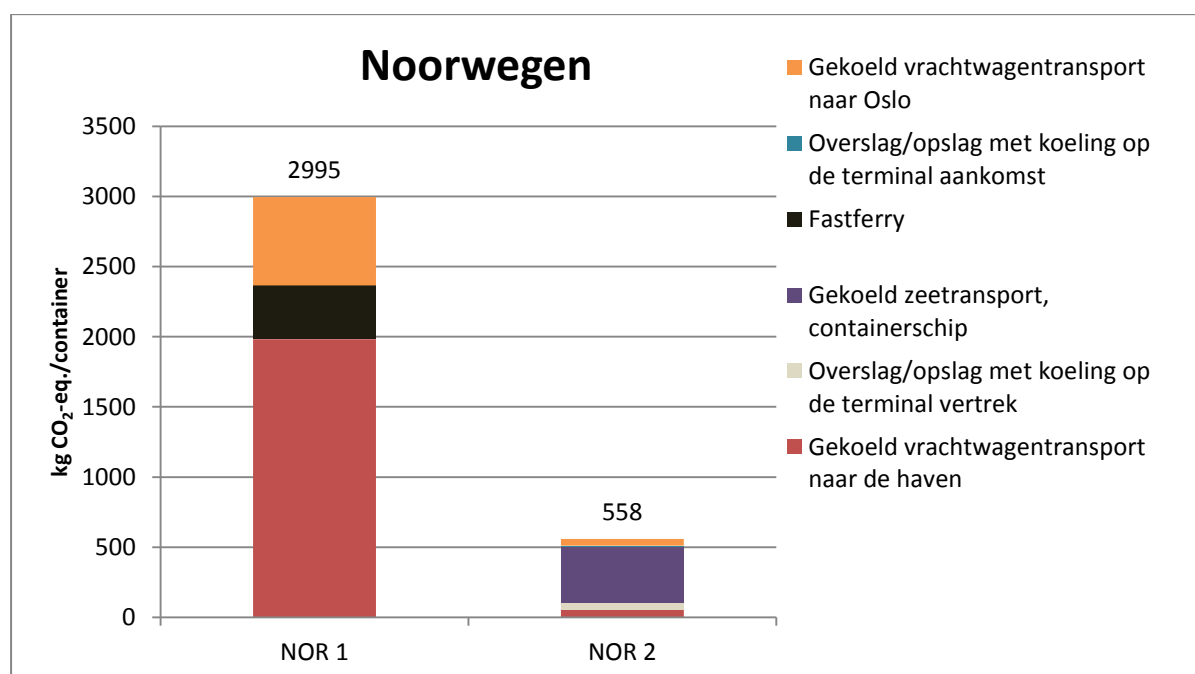
Een andere opvallende uitkomst is de hoge broeikasgasemissie die ontstaat bij het zeetransport per RoRo schip. De onverwacht hoge emissie is toe te schrijven aan het hoge energieverbruik door het type RoRo-schepen dat voor de berekening is geselecteerd (zie ook hoofdstuk 6 met de discussie over dit punt). De uitkomst van het RoRo-scenario geeft in iedere geval aan dat er kritisch moet worden gekeken naar het type schip dat gebruikt wordt op een traject en in hoeverre deze modaliteit op specifieke trajecten ook echt een duurzaam alternatief is.

Noorwegen

NOR1	Vrachtwagen (baseline)	NOR2	Shortsea containerschip
------	------------------------	------	-------------------------

De vergelijking van de transportsenario's op Noorwegen laten een vergelijkbaar verschil zien met zelfs een iets groter absoluut verschil in berekende CO₂-equivalenten per container. Dit grotere verschil is toe te wijzen aan het gebruik van de snelle veerbootdienst tussen Duitsland en Noorwegen. Weliswaar wordt maar 20% van de broeikasgasemissies toegerekend aan het vrachtvervoer (en de overige 80% aan het vervoer van passagiers) maar het hoge energieverbruik op deze schepen maakt dat de emissie relatief hoog is (vergeleken met bijvoorbeeld de emissie van containerschepen op hetzelfde traject). Een voordeel bij de haven van Oslo is dat het stuk natransport klein is.

Figuur 4-2 Broeikasgasemissies transportsenario's Noorwegen (in kg CO₂-eq./f.e.)

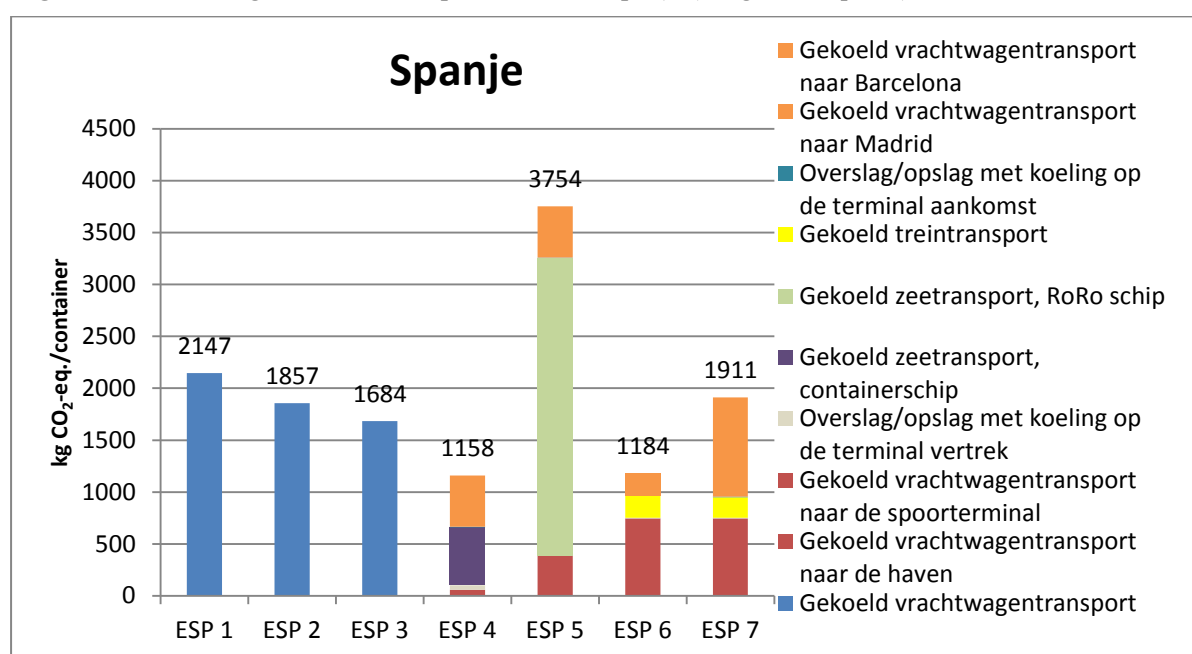


Spanje

ESP1 (Madrid)	Vrachtwagen	ESP5 (Madrid)	RoRo-schip
ESP2 (Barcelona)	Vrachtwagen	ESP6 (Barcelona)	Trein
ESP3 (Bilbao)	Vrachtwagen	ESP7 (Madrid)	Trein
ESP4 (Madrid)	Shortsea containerschip		

De zeven scenario's voor de Spaanse markt zijn samengevat in één diagram, waarbij de drie baseline scenario's (voor Madrid, Barcelona en Bilbao) aan de linkerkant in het blauw zijn weergegeven. De hoge piek in het midden is het zeetransport per RoRo-schip. De kanttekening over RoRo-schepen die in eerder is geplaatst in de situatie van Zweden is hier ook van toepassing. Wanneer we het RoRo-scenario buiten beschouwing laten zouden de volgende scenario's met elkaar moeten worden vergeleken:

Figuur 4-3 Broeikasgasemissies transportsenario's Spanje (in kg CO₂-eq./f.e.)



Madrid shortsea containerschip (ESP1 en ESP4)

Het shortsea scenario op de bestemming Madrid laat een reductie in broeikasgasemissies zien met ongeveer 45%. Een relatief groot aandeel komt echter voor rekening van het natransport van de haven van Bilbao naar de eindbestemming Madrid. Technieken of gebruik van brandstoffen met een lagere CO₂-uitstoot kunnen in dit scenario voor nog meer winst zorgen.

Barcelona trein (ESP2 en ESP6)

De geografische positie van Barcelona maakt dat ontsluiting via het spoor in principe gunstiger is. Ten opzichte van de baseline laat dit alternatief ook een positief verschil zien in termen van broeikasgasreductie. Het relatief grote aandeel in met name het voortransport (=transport naar de railterminal) maakt dat de substantiële reductie door het treintransport voor een belangrijk deel weer verdampt. Net als bij het treinscenario voor Zweden heeft dit te maken met de slechte aan-

sluiting van het Nederlandse railnet voor goederenvervoer op de buitenlandse netten, waardoor in het scenario de container pas ‘op het spoor stapt’ vanaf de railterminal in Bettembourg (Luxemburg), Luxemburg. Vanzelfsprekend leidt dit tot een substantieel deel wegtransport en dito broeikasgasemissies. Het deel broeikasgasemissies door natransport ontstaat doordat het Franse railnet niet aansluit op het Spaanse. Dit technische obstakel zou in principe kunnen worden overbrugd door de containers over te slaan van een Franse naar een Spaanse trein, maar omdat dit extra tijd kost is ervoor gekozen om het laatste deel via de weg te laten verlopen.

Madrid trein (ESP1 en ESP7)

Dit verklaart ook waarom het deel natransport vanaf de railterminal in Perpignan naar Madrid zo hoog is. Weliswaar is er nog een positief verschil te behalen, echter dit is aanmerkelijk kleiner dan in het shortsea scenario voor Madrid. Het verschil zal waarschijnlijk onvoldoende opwegen tegen de extra inspanningen en de langere transittijd.

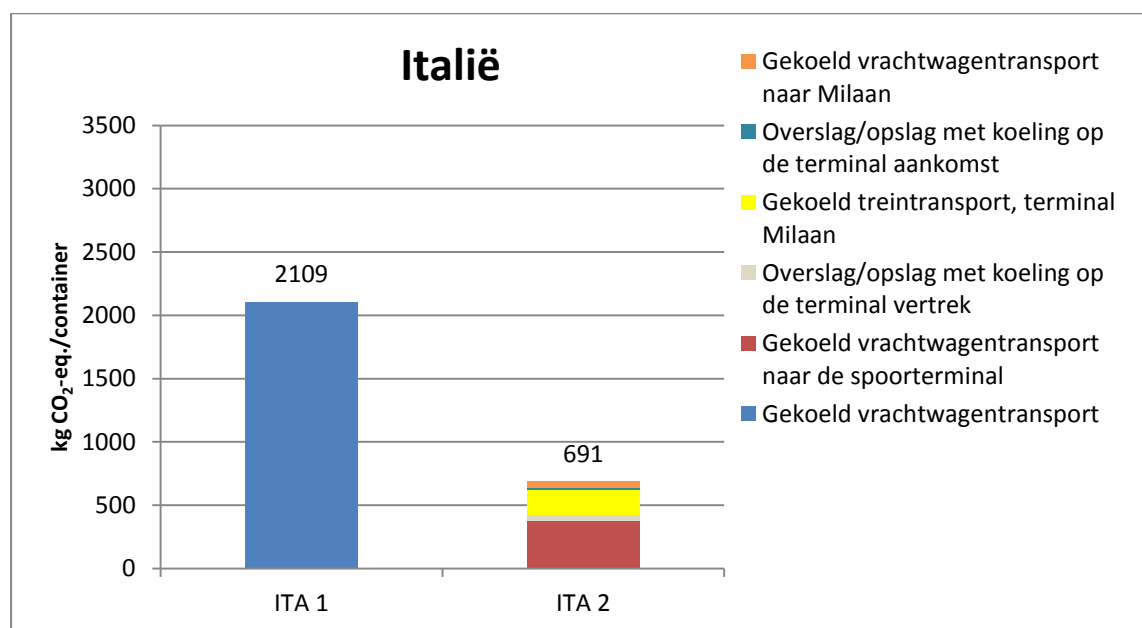
Italië

ITA1	Vrachtwagen (baseline)	ITA2	Trein
------	------------------------	------	-------

Sinds 2009 is het containervervoer van sierteeltproducten per trein van Nederland naar Italië operationeel. De verbinding is het resultaat geweest van het pilotproject in Greenrail I. Overigens is in deze pilot gebruik gemaakt van koeling tijdens het treintransport met behulp van een diesel-generator gekoppeld aan de koelcontainer. Dit om verzekerd te zijn van voldoende koelcapaciteit gedurende de gehele transportketen tussen Venlo en Milaan. In de methode van deze studie is echter als uitgangspunt gesteld dat voor de berekening van broeikasgasemissies als gevolg van koeling tijdens treintransport de koeling wordt aangedreven met behulp van elektriciteit. Het verschil in CO₂-uitstoot tussen koelaandrijving op basis van elektriciteit en diesel is ongeveer 12 procent. Het uiteindelijke effect op de totale emissie in de transportketen van het transportsenario ‘trein’ Italië is veel kleiner: 0,75 procent. Met andere woorden, het verschil in CO₂-emissie tussen koeling op diesel en elektrisch aangedreven koeling en het effect op de totaal berekende emissiereducties is in dit transportsenario zeer klein.

De spoorverbinding vanuit Venlo naar Milaan levert een berekende broeikasgasreductie op van bijna 70%, waarbij circa de helft van de uitstoot voor rekening komt van het voortransport van de locatie Naaldwijk naar Venlo. In 2011 zijn op dit traject in totaal 269 FloraUnit koelcontainers geëxporteerd, wat op basis van het rekenmodel een totale CO₂-reductie heeft opgeleverd van 381 ton CO₂. Dit komt grofweg overeen met 75 voetbalvelden met bosaanplant wanneer deze CO₂ hoeveelheid jaarlijks moet worden gecompenseerd.

Figuur 4-4 Broeikasgasemissies transportscenario's Italië (in kg CO₂-eq./f.e.)

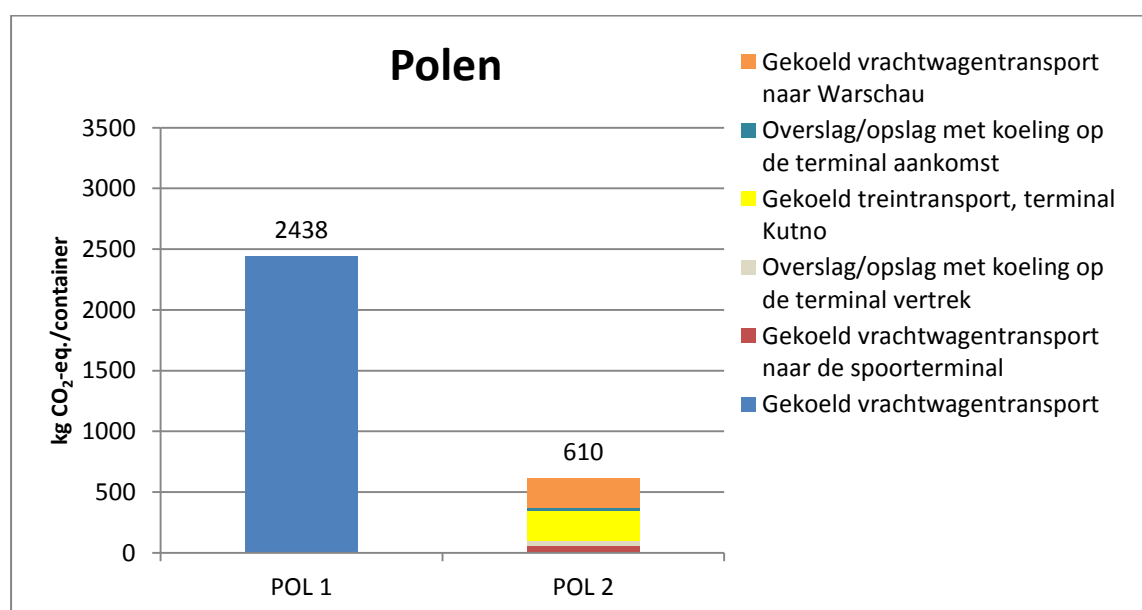


Polen

POL1	Vrachtwagen (baseline)	POL2	Trein
------	------------------------	------	-------

Door het transport van sierteeltproducten van de weg te halen en deze via het spoor te laten lopen kan voor het treinscenario naar Polen, Warschau, een reductie in broeikasgasemissies gerealiseerd worden met 75%, ervan uitgaande dat de containers vanaf de railterminal in Rotterdam op het spoor kunnen worden gezet. In het geval dat er voortransport plaatsvindt zoals in het treinscenario voor Italië is berekend, dan wordt de reductie weliswaar kleiner maar is deze met 60% nog steeds substantieel te noemen.

Figuur 4-5 Broeikasgasemissies transportscenario's Polen (in kg CO₂-eq./f.e.)

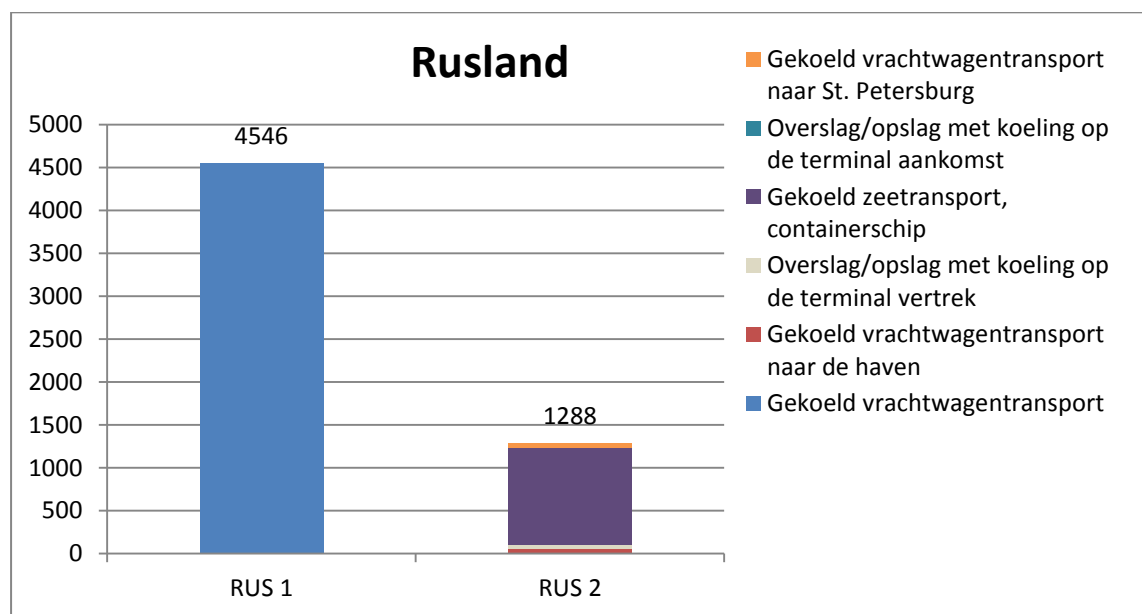


Rusland

RUS1	Vrachtwagen (baseline)	RUS2	Shortsea containerschip
------	------------------------	------	-------------------------

Door het transport van sierteeltproducten naar Rusland, St. Petersburg, via shortsea containerschip te laten verlopen is een reductiepotentieel berekend van ruim 70%, of ruim 2,5 ton CO₂-equivalenten per functionele eenheid.

Figuur 4-6 Broeikasgasemissies transportsenario's Rusland (in kg CO₂-eq./f.e.)

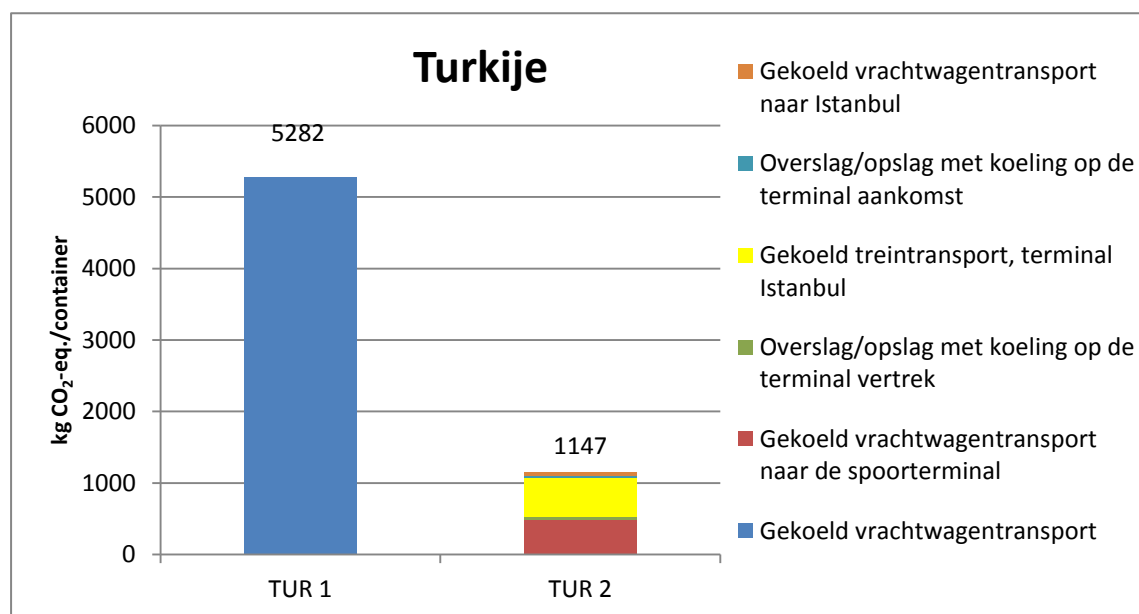


Turkije

TUR1	Vrachtwagen (baseline)	TUR2	Trein
------	------------------------	------	-------

Vergelijking van het transport van sierteeltproducten naar de Turkse markt vanaf de railterminal in Herne, Duitsland, met het baseline scenario geeft een berekende reductie in broeikasgasemissies van bijna 78%. Goederenvervoer per spoor levert vooral een grote CO₂-reductie op voor de lange afstanden, ondanks het relatief grote aandeel van het voortransport tot aan de railterminal in Herne.

Figuur 4-7 Broeikasgasemissies transportscenario's Turkije (in kg CO₂-eq./f.e.)



Van de verschillende transportscenario's voor de exportstromen zijn de resultaten van de berekende broeikasgasemissies in een overzicht gezet (Tabel 4-1). De visuele aanduiding in de bovenste regel geeft aan de gebruikte hoofdmodaliteit, waarbij (wellicht ten overvloede) wordt opgemerkt dat de overige ketenstappen (zoals voor- en natransport) hierin zijn meegenomen. In alle gevallen is het baseline scenario voor de exportstromen het transport per vrachtwagen. De geselecteerde multimodale alternatieven zijn achtereenvolgens trein, RoRo-schip en shortsea containerschip. De berekende broeikasgasemissie is uitgedrukt in kilogrammen CO₂-equivalenten per functionele eenheid. Daarnaast is in de tabel weergegeven de procentuele reducties in termen van broeikasgasemissies, waarbij de kleurindicatie aangeeft de mate waarin de reductie groter is.

Tabel 4-1 Overzicht met resultaten broeikasgasberekening transportscenario's export en de procentuele reductie/verlies t.o.v. het baseline scenario (in kg CO₂-eq./f.e. en %)

		baseline	alternatief transportscenario			
exportbestemming:						
Zweden	Helsingborg	2089	748 64%	3146 -51%	595 72%	
Noorwegen	Oslo	2995			585 80%	
Spanje	Madrid	2147	1911 11%	3754 -75%	1158 46%	
	Barcelona	1857	1184 36%			
	Bilbao	1684			664 61%	
Italië	Milaan	2109	691 67%			
Polen	Warschau	2438	610 75%			
Rusland	St. Petersburg	4546			1288 72%	
Turkije	Istanbul	5282	1147 78%			

Zoals eerder aangegeven is de hoge emissiewaarde bij de transportsenario's per RoRo-schip opvallend. Hierbij is sprake van een negatieve reductie, met andere woorden: de berekende uitstoot van broeikasgassen is hoger dan het baseline scenario. De mogelijke oorzaak en achtergrond hiervan zal nader worden besproken in hoofdstuk 6 'Discussie'.

Het aandeel in de totale broeikasgasemissies van het onderdeel koeling tijdens de transportketen is verschillend voor de gebruikte transportmodaliteiten. Zoals in paragraaf 2.3.2 al werd aangegeven hangt de broeikasgasemissie in de transportketen als gevolg van koeling samen met de gebruikte brandstof voor de koelmotor (diesel/elektrisch/stookolie), en met de duur van het transport (gemiddelde snelheid van de betreffende transportmodaliteit). Als percentage van de broeikasgasemissie in de gehele transportketen is het aandeel van koeling voor de vrachtwagen berekend op ca. 4%, voor transport per trein 22%, voor shortsea containerschip 27%, en tot slot voor het deepsea containerschip 51%. Het onderstaande overzicht geeft deze verhoudingen nog een keer weer voor een fictief transportsenario, als ook voor de transportmodaliteiten ten opzichte van elkaar:

Tabel 4-2 Berekening van het aandeel koeling in de transportketen voor een fictief transportsenario (enkel transport van 1000 km met een 45 ft container)

<i>Transportmodaliteit</i>	<i>brandstof-/energiebron koelmotor</i>	<i>CO₂-eq. totaal</i>	<i>CO₂-eq koeling</i>	<i>Aandeel koeling</i>
vrachtwagen	diesel	1126	47	4%
trein	elektriciteit	187	42	22%
shortsea containerschip	stookolie	537	147	27%
deepsea containerschip	stookolie	215	111	51%

4.2 Broeikasgasemissies voor de transportsenario's importstromen

De resultaten voor de importstromen uit respectievelijk Kenia, Ethiopië en Ecuador zijn grafisch weergegeven in de figuren 4.8 t/m 4.10. Het getal-label op elke staaf verwijst naar de berekende waarde voor dat specifieke transportsenario. De rode staaf aan de linkerkant van de diagram geeft de baselinescenario, die bij de importstromen bestaat uit het transport per vliegtuig. De verschillende ketenstappen in de transportsenario's zijn weergegeven met verschillende kleuren.

Kenia

KEN1	Vliegtuig (baseline)	KEN2	Deepsea zeetransport
------	----------------------	------	----------------------

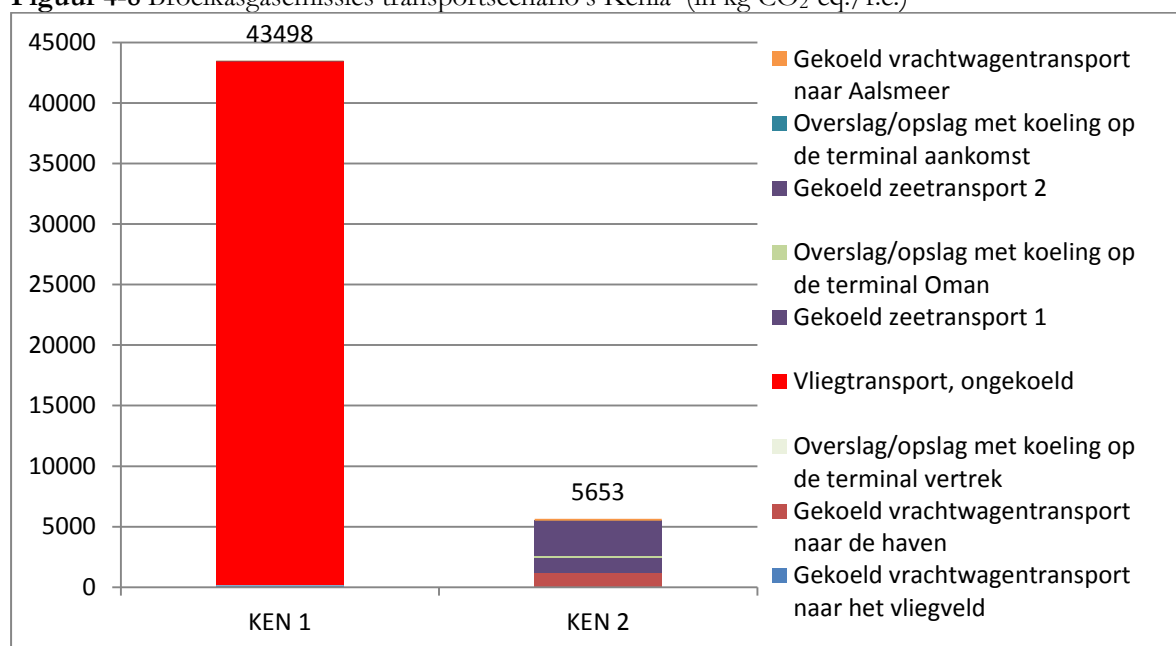
Het verschil in de uitstoot van broeikasgassen tussen het baseline scenario en het alternatieve transportsenario 'deepsea' is duidelijk zichtbaar in de staafdiagram in Figuur 4-8. Het deepsea zeetransport bestaat uit twee etappes (shortsea Mombassa-Salalah, deepsea Salalah-Rotterdam), zoals zichtbaar is gemaakt in de rechter kolom. Het deel broeikasgasemissie als gevolg van overslagactiviteiten en tussentijdse opslag tussen de transportfases is ten opzichte van het geheel zeer klein en daardoor nauwelijks zichtbaar in de figuur.

Ethiopië

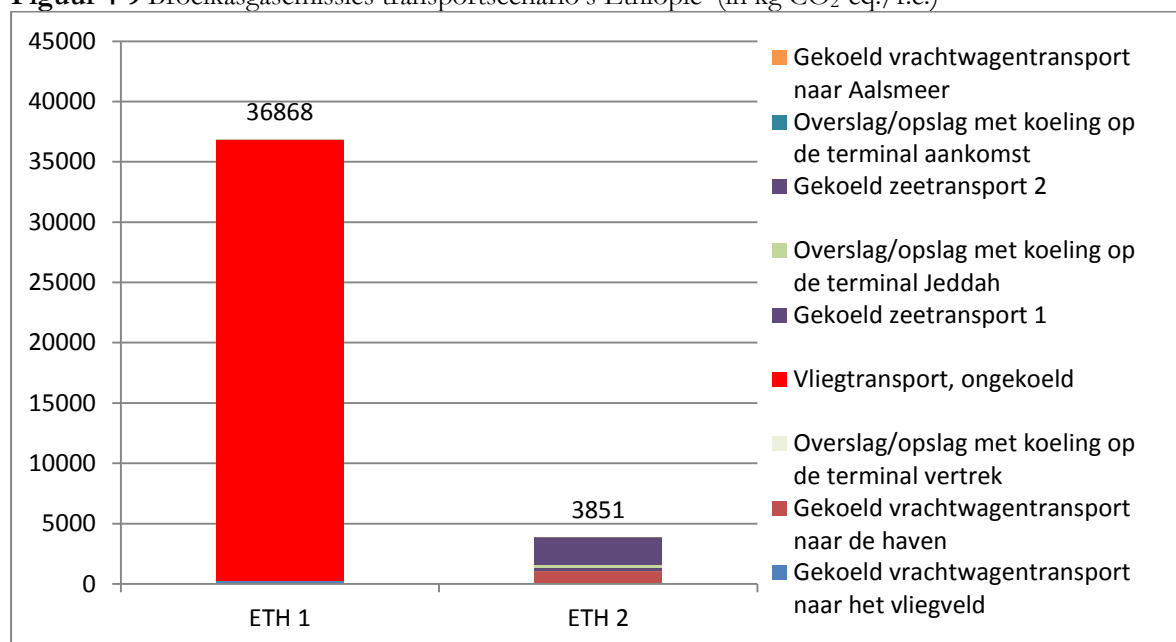
ETH1	Vliegtuig (baseline)	ETH1	Deepsea zeetransport
------	----------------------	------	----------------------

De importstromen uit Ethiopië laten eenzelfde beeld zien voor de berekende broeikasgasemissies (figuur 4.9). Ook hier bestaat het zeetransport scenario uit twee etappes (shortsea Djibouti-Jeddah, deepsea Jeddah-Rotterdam). De berekende CO₂-emissie voor het zeetransport is in absolute waarde lager dan die van Kenia wat een direct gevolg is van het verschil in afstand. Procentueel liggen de reducties op ca. 90%.

Figuur 4-8 Broeikasgasemissies transportsenario's Kenia (in kg CO₂-eq./f.e.)



Figuur 4-9 Broeikasgasemissies transportsenario's Ethiopië (in kg CO₂-eq./f.e.)

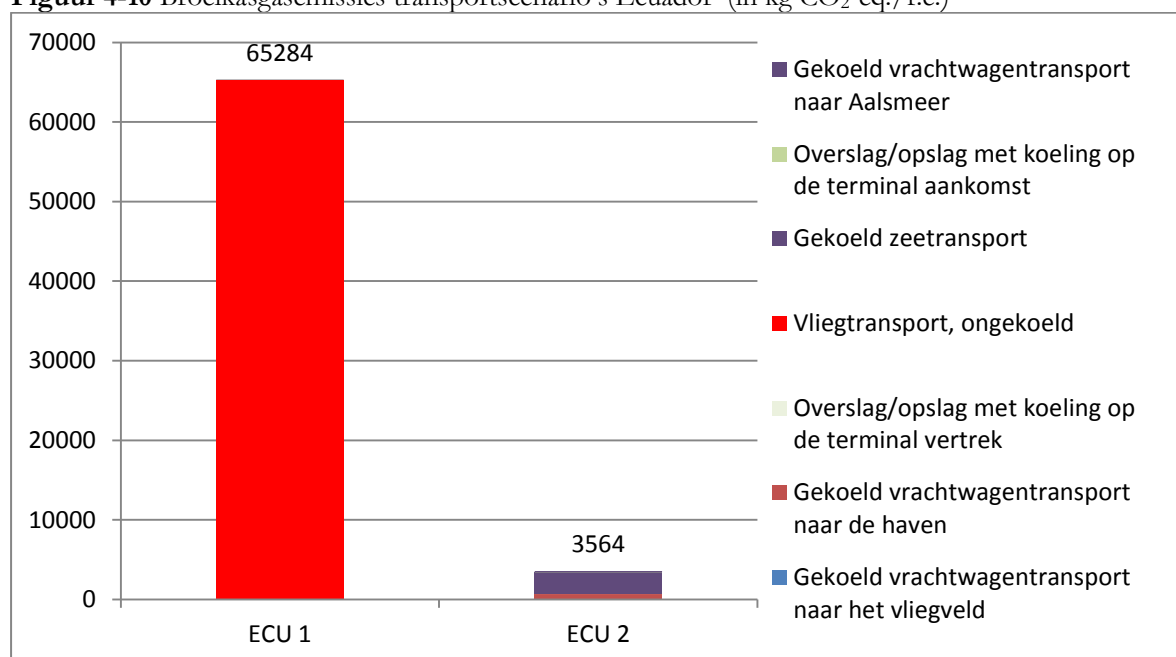


Ecuador

ECU1	Vliegtuig (baseline)	ECU2	Deepsea zeetransport
------	----------------------	------	----------------------

Het procentuele verschil tussen het baseline scenario en het alternatief transportsценario voor Ecuador is nog groter: 95% (Figuur 4-10). De reden voor dit grotere verschil is niet alleen de grotere transporafstand, maar ook dat het alternatief scenario van Guayaquil naar Rotterdam bestaat uit alleen het deepsea traject, en niet is opgesplitst in een shortsea en een deepsea traject, zoals bij Kenia en Ethiopië het geval is. Aangezien de broeikasgasemissie per tonkilometer voor deepsea zeetransport een factor 3 lager is dan bij shortsea zeetransport is het deepsea transport in CO₂-termen 'efficiënter'. Dit zorgt ervoor dat over het gehele traject de CO₂-emissie per tonkilometer in het zeetransportsценario van Ecuador lager is dan bij Kenia en Ethiopië.

Figuur 4-10 Broeikasgasemissies transportsценario's Ecuador (in kg CO₂-eq./f.e.)



De absolute CO₂-equivalent waarde per scenario en de procentuele verschillen tussen de scenario's zijn nog een keer weergegeven in Tabel 4-3.

Tabel 4-3 Overzicht resultaten broeikasgasberekening transportsценario's import *)

		baseline	alternatief	
		Vliegtuig	Deepsea containerschip	
Importland (snijbloemen):				
Kenia	Naivasha	43498	5653	87%
Ethiopië	Ziway	36868	3851	90%
Ecuador	Pichincha	65284	3564	95%

*) de procentuele reductie/verlies t.o.v. het baselinesценario (in kg CO₂-eq./f.e. en %)

5 Samenvattende conclusies

Binnen deze studie is de methodiek voor de berekening van broeikasgasemissies tijdens transport verder doorontwikkeld voor specifieke casussen voor de export en import van sierteeltproducten. Hiervoor is gebruik gemaakt van de beschikbare rekenregels uit het PAS2050 CO₂-rekenprotocol van het Productschap Tuinbouw, en daarnaast zijn rekenregels aangepast en uitgebreid voor transportmodaliteiten die niet in het CO₂-rekenprotocol zijn opgenomen: trein, shortsea-containerschip, RoRo-schip en veerboot. Daarnaast zijn de rekenregels uitgebreid voor het onderdeel broeikasgasemissie als gevolg van de energie die verbruikt wordt voor het koelen van het product tijdens transport. Tot slot, is een methodiek toegepast voor het berekenen van de CO₂-emissie die vrijkomt bij de overslag van containers in de havens.

Voor verschillende transportscenario's zijn de broeikasgasemissies berekend voor achtereenvolgens de export van potplanten en de import van snijbloemen. Per export-/importbestemming is het baseline scenario (vrachtwagen resp. vliegtuig) vergeleken met het alternatieve (multimodale) transportscenario met als doel inzicht te krijgen in de potentiële reductie van broeikasgassen.

Voor de **exportbestemmingen** (Zweden, Noorwegen, Spanje, Italië, Polen, Turkije en Rusland) kunnen de volgende conclusies worden gedefinieerd:

- De berekeningen van de alternatieve transportscenario's met de modaliteiten **trein** en **shortsea-containerschip** laten voor **Zweden** een reductie zien van respectievelijk **64** en **72%**. De reductiepotentiëlen liggen dus dicht bij elkaar, waardoor andere overwegingen (kosten, transittijden, frequentie, knelpunten) de doorslag kunnen geven. Vooropgesteld dat technische vooruitgang en vergroening van de energie-/elektriciteitsmix plaatsvinden, zal het reductiepotentieel in de toekomst nog verder kunnen oplopen.
- Het transportscenario op **Noorwegen** waarvoor de broeikasgasemissie is berekend laat een reductiepotentieel zien tot wel **80%** ten opzichte van het baseline scenario. Gegeven de geografische ligging vormt transport via **shortsea-zeetransport** het beste alternatief, wanneer deze kan aansluiten op de specifieke eisen en randvoorwaarden, die door exporteurs en klanten van sierteeltproducten aan de belevering van sierteeltproducten worden gesteld.
- De transportscenario's voor **Spanje** laten een wisselend beeld zien. Op basis van informatie van sierteeltexporteurs die op Spanje rijden, zijn de grootste klantgebieden bepaald in de regio's van Madrid, Barcelona en Bilbao/Baskenland. De trein als modaliteit is een alternatief waarbij moet worden opgemerkt dat de verbinding loopt van Bettembourg, Luxemburg, tot aan Perpignan, Frankrijk. Vanwege de afwijkende spoorbreedtes tussen Frankrijk en Spanje is het noodzakelijk dat containers ofwel worden overgeslagen van een Franse naar een Spaanse wagon (en vice versa). Ofwel de containers worden overgezet van de trein op de vrachtwagen. Het gevolg hiervan is dat voor- en natransport naar/van de railterminal betrekkelijk groot is. De CO₂-emissies van deze ketenstappen drukken relatief zwaar op de carbon-footprint van de gehele transportketen.

Gegeven de relatief korte afstand van Perpignan tot **Barcelona** levert het transportscenario met de **trein** een reductiepotentieel in broeikasgasreductie op tot **36%**. Doorrijden per

vrachtwagen naar **Madrid** geeft weliswaar nog een besparing van ruim **10%** op de totale transportketen maar dit is betrekkelijk marginaal. Voor de bestemming **Madrid** (en **Bilbao**) is het transport per **shortsea-containerschip** weer wel interessant met een potentiële besparing van **46%**.

- Voor de exportbestemmingen **Italië**, **Polen**, en **Turkije** geven de berekende broeikasgasemissies bij transport per **trein** een positief beeld, waarbij afhankelijk van het traject reducties ten opzichte van het baseline scenario kunnen worden gerealiseerd van ruim **65** tot bijna **80%**. In 2009 is een treinsuttle tussen Venlo en Milaan opgezet voor het transport van sierteeltproducten. Uit berekeningen op basis van vervoersgegevens uit 2011 blijkt dat hiermee in totaal ruim 380 ton CO₂-eq. is bespaard (zie Tabel 5-2).
- Voor de exportbestemming op **Rusland** levert het multimodale alternatieve **shortsea-zeetransport** scenario een reductie op tot ruim **70%**. Op termijn zou transport via het spoor bij het doortrekken van een goed verbinding via Polen een goed alternatief kunnen bieden. Op korte termijn lijkt zeetransport een potentieel goed duurzaam alternatief. De eerder genoemde randvoorwaarden gelden hierbij uiteraard ook, maar daarnaast ook de goede en betrouwbare logistieke afhandeling.
- Afhankelijk van de ligging van de eindbestemming leveren transport per **trein** en shortsea-containerschip de potentieel hoogste reducties op. De afstanden waarover voor- en natransport plaatsvinden zijn sterk bepalend in de carbon-footprint van de gehele transportketen. Ontsluiting van c.q. toegang tot trein-/zeeverbindingen is daardoor bepalend voor het totale reductiepotentieel.
- Op basis van de berekende broeikasgasreductie is in Tabel 5-2 voor de exportbestemmingen Spanje, Zweden, Noorwegen en Italië berekend hoe groot het CO₂-equivalent reductiepotentieel is, wanneer deze reductie voor het specifieke transportsценario wordt geëxtrapoleerd naar het exportvolume op deze exportbestemmingen. De berekende exportvolumes kunnen in werkelijkheid evenwel hoger of lager zijn, aangezien deze zijn afgeleid van de gemiddelde waarde per ton product waarmee de totale exportwaarden zijn terugerekend naar gewicht. De berekende broeikasgasbesparingen in de laatste kolom van de tabel geven een indicatie van welke reducties in potentie mogelijk zijn voor specifieke transportsценario's, op basis van het model en de uitgangswaarden die daaraan ten grondslag liggen. En op basis van de aanname dat 15 procent van de sierteeltexport zich van de weg naar het spoor / zee verplaatst. Daarbij kan ook worden gesteld dat, zeker in het geval van transport per trein, het besparingspotentieel groter zal zijn wanneer de nationale railnetwerken in Europa beter op elkaar zullen aansluiten. In dat geval zullen de afstanden van voor- en natransport kunnen worden verkleind, en daarmee ook de broeikasgasemissies als gevolg hiervan.

Voor de **importlanden** (Kenia, Ethiopië en Ecuador) worden de volgende conclusies getrokken:

- De hoge broeikasgasemissies die gepaard gaan het goederentransport per vliegtuig laten zich ruimschoots compenseren wanneer gekozen wordt voor het alternatieve zeetransportscenario.

- Verbeterde conditioneringstechnieken tijdens transport en inzicht in specifieke eisen van specifieke sierteeltgewassen ten aanzien van temperatuur, luchtvochtigheid in combinatie met de verpakking bieden steeds betere mogelijkheden om transporttrajecten over zee te overbruggen, ook wanneer de transittijden langer zijn. De positieve ‘trade-off’ tussen transportkosten-productkwaliteit en duurzaamheid komt daardoor steeds dichterbij ten gunste van de transportmodaliteit over zee.
- Op basis van de berekende reducties is bij zeetransport de broeikasgasemissie ruim **85%** voor transport uit **Kenia**, **90%** voor **Ethiopië**, tot **95%** voor **Ecuador** dan bij luchttransport. Op basis van deze verschillen kan een schatting worden berekend van de absolute reductie in CO₂-equivalenten wanneer voor de drie landen wordt uitgegaan van een shift van vliegtuig naar zeetransport met 40% van het totale importvolume (2011).

In Tabel 5-1 staat in de laatste kolom de CO₂-reductie in tonnen CO₂-equivalenten, waarbij de transportvolumes per land zijn afgeleid van de betreffende importwaarde. Wanneer 40% van het totale importvolume over zee zal gaan, levert dit voor de sierteeltimport uit **Kenia** en **Ethiopië** een CO₂-reductie op van **35%** ten opzichte van de baseline (de broeikasgas emissie bij 100% transport per vliegtuig), en voor **Ecuador 38%**. Vanzelfsprekend heeft Kenia het grootste reductiepotentieel in CO₂-equivalent volumetermen, aangezien daar de grootste handelsvolumes vandaan komen. Net als bij Tabel 5-2 moet ook hier de kanttekening worden geplaatst dat het een extrapolatie van emissiewaarden betreft die zijn berekend voor het generieke transportsценario. Daarbij zijn de berekende exportvolumes afgeleid van de gemiddelde waarde per ton product waarmee de totale exportwaarden zijn teruggerekend naar gewicht. De CO₂-besparing die in deze tabellen is berekend, is daarmee indicatief en zal uiteindelijk product- en traject-specifiek moeten worden gemaakt om de uiteindelijke carbon-footprint te kunnen berekenen.

Concluderend kan worden gesteld dat op basis van de resultaten, die zijn verkregen met het uitgebreide rekenmodel, er een substantiële reductie in broeikasgassen zal worden gerealiseerd wanneer alternatieve transportmodaliteiten zullen worden gebruikt op transporttrajecten waar nu het transport per vrachtwagen of vliegtuig plaatsvindt. Afhankelijk van de eindbestemming kunnen trajecten via het spoor of over zee een duurzaam alternatief bieden doordat het energieverbruik per tonkilometer lager is. Waar intra-EU zeetransport mogelijk is zal een goede beoordeling moeten gemaakt of het gekozen transport per shortsea containerschip of per RoRo-schip zal plaatsvinden.

Het potentieel van het vervoer van sierteeltproducten per spoor als duurzaam alternatief voor transport over de weg, zal toenemen wanneer er goede aansluitingen zullen zijn tussen de Europese netwerken, en dan met name tussen het Nederlandse en het Duitse respectievelijk Frans/Spaanse netwerk. Vergroening van het railgoederenvervoer ligt bovendien binnen bereik, wanneer de trend om schonere elektriciteit duurzaam op te wekken in de toekomst wordt doorgetrokken.

Voor de import van sierteeltproducten is transport over zee qua CO₂-uitstoot een veelvoud gunstiger ten opzichte van luchttransport. Dit blijkt ook uit de grote potentiële broeikasgasreductie, die voor de geselecteerde scenario's uit de rekenmethodiek naar voren komen.

Tabel 5-1 Berekende CO₂-reductie op geselecteerde importscenario's

Import: snijbloemen	Importwaarde ¹⁾ €	Geschatte importwaarde per ton ²⁾ €/ton	Import in tonnen ton	aantal containers ³⁾ stuk	CO ₂ emissie / container			Totale CO ₂ - emissie baseline scenario ton	Prognose multimodaal transport (40%) container	Besparing ⁴⁾ (CO ₂ equivalent) ton %	
					Vliegtuig	Deap sea	Besparing				
					(CO ₂ eq. / container) kg	(CO ₂ eq. / container) kg	(CO ₂ eq. / container) kg				
Kenia	€ 250,000,000	€ 4,500	55,556	4,938	43,498	5,653	37,845	214,805	1,975	74,756	35%
Ethiopie	€ 110,000,000	€ 4,500	24,444	2,173	36,868	3,851	33,018	80,109	869	28,697	36%
Ecuador	€ 44,000,000	€ 4,500	9,778	869	65,284	3,564	61,719	56,740	348	21,457	38%

1) VGB/HBAG, 2012

2) VGB/FloraHolland, 2012

3) 11,25MT / container (FloraUnit koelcontainer)

4) O.b.v. de transitie prognose van 40% van het importvolume naar deap sea transport

Tabel 5-2 Berekende CO₂-reductie op geselecteerde exportscenario's

Export: potplanten	Exportwaarde ¹⁾ €	Geschatte exportwaarde per CC ¹⁾ €/CC	Prognose multimodaal transport containers	CO ₂ emissie / container				Besparing	
				Vrachtwagen	Trein	Shortsea	Besparing	Besparing	
				(CO ₂ eq. / container) kg	(CO ₂ eq. / container) kg	(CO ₂ eq. / container) kg	(CO ₂ eq. / container) kg	(CO ₂ equivalent) ton	(CO ₂ equivalent) %
Spanje	€ 49,000,000	€ 500	342 ²⁾						
Spanje Madrid (27%)			92	2,147		1,158	988	91	46%
Spanje Barcelona (16%)			55	1,857	1,184		673	37	36%
Scandinavië	€ 115,150,000	€ 472	851 ²⁾						
Zweden (60%)			511	2,089	748		1,341	685	64%
Noorwegen (30%)			255	2,995		558	2,437	622	81%
Italië	€ 164,220,000		270 ³⁾	2,109	691		1,417	383	67%

1) VGB/HBAG, 2012

2) Geschat aandeel multimodaal transport: 15%, VGB 2012

3) O.b.v. het gerealiseerde koelcontainer transporten per trein

6 Discussie

Dataverzameling

In de dataverzameling is ervoor gekozen om zoveel mogelijk bij dezelfde bronnen te blijven, waarbij deze zoveel mogelijk aansluiten bij de bronnen en methodiek die is gebruikt in het CO₂-rekentool van het Productschap Tuinbouw. Dat neemt niet weg dat er soms grote verschillen zijn tussen bronnen in de berekende standaardwaarden voor de toegepaste parameters. Een voorbeeld hiervan is de gemiddelde capaciteitsbenutting van containerschepen die kan variëren van 65% [15] tot 80% [8]. In deze studie is niet gekeken naar het effect van de spreiding in de data op de berekende emissiewaarde.

Ook hebben bepaalde aannames invloed op de berekende CO₂-emissiewaarde. Zo is er in het model vanuit gegaan dat de overslag van de containers in de havens overal op dezelfde manier gebeurt, met hetzelfde materieel. De praktijk zal veel meer divers zijn, waarbij sommige havens werken met verouderd materieel met een hoger energieverbruik. Op de totale CO₂-emissie in de transportketen zal het effect echter niet erg groot zijn, gezien de opbouw / verdeling van de emissie over de verschillende ketenstappen.

Elektriciteitsmix

Omwille van vereenvoudiging is in het model gekozen om de CO₂-emissiefactor van elektriciteit voor alle landen gelijk te houden, op basis van de zgn. EU(27)-mix. In het geval dat elektrisch aangedreven treinen op gedefinieerde trajecten rijden, zou het elektriciteitsverbruik en de daaraan gekoppelde CO₂-emissie op deze trajecten (landen) gebaseerd moeten worden op de CO₂-emissiefactor(en) op dat specifieke traject. In het geval dat de trein door Frankrijk rijdt resulteert dit in de toepassing van een veel lagere emissiefactor (47 g/kWh tegenover 421 g/kWh). Afhankelijk van de trajectlengte kan dit een verschil op de totale transportketen geven van 15 tot 20%. Het is dan ook aan te bevelen om in het geval dat er een CO₂-berekening wordt gevraagd voor een specifiek product, met een specifieke transportketen, de onderliggende emissiewaarden als gevolg van het energieverbruik in die keten zo te kiezen dat deze zo dicht mogelijk bij de praktijk liggen.

Energieverbruik door RoRo-schepen en veerboten

Op basis van het model en de standaardwaarden die zijn gekozen voor het berekenen van broeikasgasemissies, komt een beeld naar voren dat het energieverbruik van RoRo-schepen hoog is, en zelfs hoger dan wanneer het transport per vrachtwagen zou plaatsvinden. Dit is opvallend aangezien het transport van trailers via RoRo-schepen een aanbevolen alternatief is boven wegtransport. Uit een Noors onderzoek naar het voordeel van RoRo-schepen boven andere transportmodaliteiten, dat gepubliceerd is in het internationale journal 'Maritime Policy & Management', komt echter naar voren dat dit niet altijd een aantrekkelijk alternatief is wanneer dit wordt gezien vanuit het energieverbruik en emissies [33]. De achterliggende reden hiervoor zou zijn dat RoRo-schepen een relatief lage laadcapaciteit hebben, een hoge kilometerfactor en door hun hogere vaarsnelheid een relatief hoog brandstofverbruik. Een bijkomend aspect is dat er weinig

objectieve data van RoRo-schepen, als ook van veerboten, beschikbaar zijn, iets wat al eerder in deze studie is geconstateerd. Databronnen over het energieverbruik door RoRo-schepen en veerboten zijn schaars en tijdens deze studie is eigenlijk één objectieve bron naar voren gekomen, namelijk die van het Finse VTT Technical Research Centre. VTT heeft het LIPASTO calculatiemodel ontwikkeld voor de berekening van emissies en energieverbruik door de transportsector in Finland (weg, water, lucht en spoor). Zo ook voor het energieverbruik door RoRo schepen en veerdiensten. Hoewel er altijd verschillen zullen zijn tussen scheepstypen binnen de RoRo-vloot, en er invloed zal zijn van het vaargebied op het energieverbruik is, mede gelet op de hiervoor genoemde Noorse studie, ervoor gekozen om de database van het LIPASTO model te hanteren bij het invullen van de verschillende parameters. De conclusie in de Noorse studie geeft daarmee een extra argument als onderbouwing van de geldigheid van het LIPASTO model ten aanzien van het relatief hoge energieverbruik door RoRo-schepen en veerdiensten.

Een aantal operators hebben een eigen CO₂-emissie calculatietool waarmee voor hun eigen schepen en voor bepaalde trajecten CO₂-berekeningen kunnen worden uitgevoerd (Unifeeder, MacAndrews, Van den Bosch, etc.). Daarbij ontbreekt het echter aan inzicht in de achterliggende methodiek en uitgangspunten waarmee bepaalde emissiewaardes tot stand zijn gekomen. De reken tools zijn namelijk vaak specifiek ontworpen voor een bepaalde operator en kunnen alleen worden toegepast op het eigen netwerk en product, en bieden daarbij onvoldoende inzicht in hoe de berekening tot stand is gekomen.

Het verdient aanbeveling om bij de berekening van de carbon-footprint van een specifiek product dat getransporteerd wordt over een specifiek traject waarbij gebruik wordt gemaakt van een RoRo-schip, de energieverbruiksgegevens te hanteren van een RoRo-schip dat representatief is voor die specifieke zeeverbinding.

Referenties

- [1] Ouwehand, ir. J., Papa, ir. T.J.G., Gilijamse, dr. W., Geus, drs. J. de, 2008. Toegepaste Energietechniek, deel 2. Sdu Uitgevers bv, Den Haag.
- [2] Boersma, M., Pentinga, F., Hagen, T. van der, Dierikx, M., 2012. Rapportage Topsector Energie bij de Innovatiecontracten Energie maart 2012. Topteam Energie.
- [3] Hoen, A., Geurs, K., Wilde, H. de, Hanschke, C., Uytterlinde, M., 2009. CO2 emission reduction in transport – Confronting medium-term and long-term options for achieving climate targets in the Netherlands. ECN rapport ECN-B-09-015, Netherlands Environmental Assessment Agency, Den Haag.
- [4] Productschap Tuinbouw, 2012. CO2-Emissie tool voor tuinbouwproducten. www.tuinbouw.nl/artikel/co2-footprint-berekenen. Productschap Tuinbouw, 2012.
- [5] Balm, S., 2012. Emissie Registratie; een vergelijking van rekentools. TNO (in opdracht van Transport en Logistiek Nederland), Delft.
- [6] Kernebeek, H. van, & Splinter, G., januari 2011. Ontwikkeling van een rekenmethodiek voor broeikasgasemissies tijdens transport; toepassing binnen het project Venlog. LEI-nota 11-004, LEI Wageningen UR, Den Haag.
- [7] Eppink, M.M., Kramer-Cuppen, J. de, Westra, E.H., oktober 2009. CoCoS – Duurzame ketenconfiguraties; Broeikasgasemissies tijdens transport, koeling en bewaring van bloemen. Wageningen UR Agrotechnology and Food Sciences Group, Rapport nr. 1084, Wageningen.
- [8] Blonk, H., Kool, A., Luske, B., Ponsioen, T., Scholten, J., 2009. Berekening van broeikasgasemissies door de productie van tuinbouwproducten (verkenning en oplossingen van methodiekvragen ten behoeve van de ontwikkeling van het Nederlandse carbon footprint protocol voor tuinbouwproducten). Blonk Milieuvadvis, Gouda.
- [9] Scholten, J., Hiller, S., Blonk, H., 2009. Rekenregels t.b.v. het Functioneel Ontwerp (FO) Protocol “Broeikasgasemissietool Tuinbouwproducten”. Blonk Milieu Advies / LEI Wageningen UR, Gouda / Wageningen.
- [10] European Environment Agency, EEA Report No 7/2011. Laying the foundations for greener transport. TERM 2011: transport indicators tracking progress towards environmental targets in Europe. European Environment Agency, Copenhagen, Denmark.
- [11] EC, 2011. Communication from the European Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions ‘A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050. (<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0112:FIN:EN:PDF>)
- [12] Boer, E. den, Otten, M., Essen, H. van, 2011. STREAM International Freight 2011 – comparison of various transport modes on a EU scale with the STREAM database. CE Delft, Delft.
- [13] British Standards Institution (BSI), 2012. PAS2050-1:2012 Assessment of life cycle greenhouse gas emissions from horticultural products. Supplementary requirements for the cra-

- dle to gate stages of GHG assessments of horticultural products undertaken in accordance with PAS 2050. BSI, London
- [14] British Standards Institution (BSI), 2011. The Guide to PAS2050:2011 How to carbon footprint your products, identify hotspots and reduce emissions in your supply chain. British Standards Institution, London
 - [15] IFEU Heidelberg, Öko-Institut, IVE/RMCON, 2011. EcoTransIT - Ecological Information Tool for Worldwide Transports. Methodology and Data – update July 31st 2011. IFEU Institut für Energie und Umweltforschung, Heidelberg, Germany.
 - [16] LIPASTO, 2012. LIPASTO-emission calculation system / Methodology for unit emissions of waterborne traffic. VTT Technical Research Centre of Finland, Helsinki, Finland. (<http://lipasto.vtt.fi>)
 - [17] IMO, 2009. Second IMO GHG Study 2009. International Maritime Organization, London, United Kingdom.
 - [18] Lukasse, dr.ir. L., Persoonlijke communicatie mei 2012. Wageningen UR Food and Biobased Research.
 - [19] Samskip Van Dieren, H. van Dieren, Persoonlijke communicatie april 2012. CEO Samskip Van Dieren Multimodal. Rotterdam.
 - [20] Unifeeder Netherlands, T. Germier, Persoonlijke communicatie april 2012. Manager Short-sea, Rotterdam.
 - [21] Van Kempen Multimodal Consultancy, H. van Kempen, Persoonlijke communicatie 2012. Multimodal consultant, Rotterdam.
 - [22] Bloemenveiling FloraHolland, C. van der Meer, Persoonlijke communicatie 2012. Consultant Supply Chain Development, Aalsmeer.
 - [23] Duin, drs. R. van, Geerlings, prof. dr. H., juli 2010. A new method for assessing CO₂-footprints of container terminals in port areas: case studies applied in the Netherlands. Erasmus Universiteit Rotterdam / Technische Universiteit Delft.
 - [24] Duin, drs. R. van, Geerlings, prof. dr. H., april 2012. A new method for assessing CO₂-footprints of container terminals in port areas. Presentatie Erasmus Universiteit Rotterdam / Technische Universiteit Delft.
 - [25] Duin, drs. R. van, Geerlings, prof. dr. H., april 2012. Verslag van de Erasmus Port ontbijtsessie: wat is de carbon footprint van containerterminals? Erasmus Smart Port, Rotterdam.
 - [26] Vesseltracker, Geraadpleegde webpagina <http://www.vesseltracker.com/en/Ships/Msc-Ayala-8413033.html>
 - [27] Marinetraffic. Geraadpleegde webpagina's
<http://www.marinetraffic.com/ais/shipdetails.aspx?MMSI=357558000>,
<http://www.marinetraffic.com/ais/shipdetails.aspx?MMSI=636014641>
 - [28] <http://www.howmanyhours.com/nl/vliegduurtussen/amsterdam/nairobi.php>
 - [29] USDA Foreign Agricultural Service, 2009. GAIN Report nr. EC9006 – 2009 Ecuador Fresh Flower Industry Situation. Washington, 2009.

- [30] BSI Group, 2008. PAS 2050:2008 Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services. British Standards Institution, London, United Kingdom.
- [31] BSR, 2011. Extending Supply Chain Sustainability Metrics to Terminal Operations, 2011. www.bsr.org.
- [32] Hiller, S., Danse, M., 2009. Handleiding CO2 Rekentool voor Tuinbouwketens. Productschap Tuinbouw, Zoetermeer.
- [33] Hjelle, Harald M., 2011. The double load factor problem of RoRo shipping. Maritime Policy & Management: the flagship journal of international shipping and port research, 38:3, 235-249. <http://dx.doi.org/10.1080/03088839.2011.572697>
- [34] Klein et al., 2012. Methods for calculating the emissions of transport in the Netherlands. Task Force on Transportation of the Dutch Pollutant Release and Transfer Register (www.emissieregistratie.nl), Den Haag.
- [35] Stimular / Connekt, 2012. Lijst emissiefactoren. www.emissieberekenen.nl.
- [36] UNIT45, 2012. Flora Unit Specifications. UNIT45 Intermodal Innovators, Rotterdam

Geraadpleegde websites:

www.ecotransit.org
www.carma.org
www.duurzamelogistiek.nl/nl-NL/lean-and-green/toolbox/
www.emissieberekenen.nl
www.energiefeiten.nl
www.hollandintermodal.com
www.howmanyhours.com
www.lipasto.vtt.fi
www.marinetraffic.com
www.railcargo.nl
www.shortsea.nl
www.skao.nl
www.tln.nl
www.vesseltracker.com

Overzicht van figuren

Figuur 2-1 Schematische overzicht van de levenscyclusanalyse	11
Figuur 2-2 Afbakening van het systeem.....	13
Figuur 2-3 De keten in de sierteeltsector: de cirkel geeft het kader voor dit onderzoek weer	14
Figuur 4-1 Broeikasgasemissies transportsenario's Zweden (in kg CO ₂ -eq./f.e.).....	45
Figuur 4-2 Broeikasgasemissies transportsenario's Noorwegen (in kg CO ₂ -eq./f.e.)	46
Figuur 4-3 Broeikasgasemissies transportsenario's Spanje (in kg CO ₂ -eq./f.e.)	47
Figuur 4-4 Broeikasgasemissies transportsenario's Italië (in kg CO ₂ -eq./f.e.)	49
Figuur 4-5 Broeikasgasemissies transportsenario's Polen (in kg CO ₂ -eq./f.e.).....	49
Figuur 4-6 Broeikasgasemissies transportsenario's Rusland (in kg CO ₂ -eq./f.e.).....	50
Figuur 4-7 Broeikasgasemissies transportsenario's Turkije (in kg CO ₂ -eq./f.e.)	51
Figuur 4-8 Broeikasgasemissies transportsenario's Kenia (in kg CO ₂ -eq./f.e.)	53
Figuur 4-9 Broeikasgasemissies transportsenario's Ethiopië (in kg CO ₂ -eq./f.e.).....	53
Figuur 4-10 Broeikasgasemissies transportsenario's Ecuador (in kg CO ₂ -eq./f.e.).....	54

Overzicht van tabellen

Tabel 1-1 Overzicht van transportsenario's per (deel)project	8
Tabel 2-1 Parameters en standaardwaarden vrachtwagentransport.....	21
Tabel 2-2 Parameters en standaardwaarden treintransport.....	22
Tabel 2-3 Parameters en standaardwaarden zeetransport, shortsea.....	23
Tabel 2-4 Parameters en standaardwaarden zeetransport, deepsea	24
Tabel 2-5 Parameters en standaardwaarden zeetransport, RoRo.....	25
Tabel 2-6 Parameters en standaardwaarden zeetransport, veerboot	26
Tabel 2-7 Parameters en standaardwaarden luchtvracht	26
Tabel 3-1 Ketenbeschrijving Zweden 'vrachtwagenscenario' (baseline scenario)	29
Tabel 3-2 Ketenbeschrijving Zweden 'treinscenario'	29
Tabel 3-3 Ketenbeschrijving Zweden 'shortsea-scenario'	30
Tabel 3-4 Ketenbeschrijving Zweden 'RoRo-scenario'	30
Tabel 3-5 Ketenbeschrijving Noorwegen 'vrachtwagenscenario' (baseline scenario)	31
Tabel 3-6 Ketenbeschrijving Noorwegen 'shortsea-scenario'.....	31
Tabel 3-7 Ketenbeschrijving Spanje (Madrid) 'vrachtwagenscenario' (baseline scenario).....	32
Tabel 3-8 Ketenbeschrijving Spanje (Barcelona) 'vrachtwagenscenario' (baseline scenario)	32
Tabel 3-9 Ketenbeschrijving Spanje (Bilbao) 'vrachtwagenscenario' (baseline scenario)	33
Tabel 3-10 Ketenbeschrijving Spanje (Madrid) 'shortsea-scenario'	33
Tabel 3-11 Ketenbeschrijving Spanje (Madrid) 'RoRo-scenario'	34
Tabel 3-12 Ketenbeschrijving Spanje (Barcelona) 'treinscenario'	34
Tabel 3-13 Ketenbeschrijving Spanje (Madrid) 'treinscenario'	35
Tabel 3-14 Ketenbeschrijving Italië (Milaan) 'vrachtwagenscenario' (baseline scenario)	35

Tabel 3-15 Ketenbeschrijving Italië (Milaan) 'treinscenario'	36
Tabel 3-16 Ketenbeschrijving Polen (Warschau) 'vrachtwagenscenario' (baseline scenario)	36
Tabel 3-17 Ketenbeschrijving Polen (Warschau) 'treinscenario'	37
Tabel 3-18 Ketenbeschrijving Rusland (St. Petersburg) 'vrachtwagenscenario' (baseline scenario)	37
Tabel 3-19 Ketenbeschrijving Rusland (St. Petersburg) 'shortsea-scenario'	38
Tabel 3-20 Ketenbeschrijving Turkije (Istanbul) 'vrachtwagenscenario' (baseline scenario)	39
Tabel 3-21 Ketenbeschrijving Turkije (Istanbul) 'treinscenario'	39
Tabel 3-22 Ketenbeschrijving Kenia (Naivasha) 'vliegtuigscenario'	41
Tabel 3-23 Ketenbeschrijving Kenia (Naivasha) 'deepsea-scenario' en de verzamelde data	41
Tabel 3-24 Ketenbeschrijving Ethiopië (Ziway) 'vliegtuigscenario' en de verzamelde data	42
Tabel 3-25 Ketenbeschrijving Ethiopië (Ziway) 'deepsea-scenario' en de verzamelde data	43
Tabel 3-26 Ketenbeschrijving Ecuador (Pichincha) 'vliegtuigscenario' en de verzamelde data	44
Tabel 3-27 Ketenbeschrijving Ecuador (Pichincha) 'deepsea-scenario' en de verzamelde data	44
Tabel 4-1 Overzicht met resultaten broeikasgasberekening transportsenario's export en de procentuele reductie/verlies t.o.v. het baseline scenario (in kg CO ₂ -eq./f.e. en %)	51
Tabel 4-2 Berekening van het aandeel koeling in de transportketen voor een fictief transportscenario (enkel transport van 1000 km met een 45 ft container)	52
Tabel 4-3 Overzicht resultaten broeikasgasberekening transportsenario's import ^{*)}	54
Tabel 5-1 Berekende CO ₂ -reductie op geselecteerde importscenario's	58
Tabel 5-2 Berekende CO ₂ -reductie op geselecteerde exportscenario's	58

Bijlage(n)

Bijlage 1: Paramaters en uitgangspunten in de CO₂-berekeningen

Overzicht van tabellen

Tabel A 1 TRANSPORT MODALITEITEN, VOER-/VAARTUIGEN EN BRANDSTOF...	71
Tabel A 2 ENERGIEBRONNEN OVERIGE VOORZIENINGEN	71
Tabel A 3 STOOKWAARDEN.....	71
Tabel A 4 OMREKENFACTOREN	71
Tabel A 5 EMISSIEFACTOREN ELECTRICITEIT	72
Tabel A 6 FUNCTIONELE EENHEID.....	72
Tabel A 7 STANDAARDWAARDEN VOOR WEGTRANSPORT.....	73
Tabel A 8 KILOMETERFACTOR.....	73
Tabel A 9 STANDAARDWAARDEN VOOR ZEETRANSPORT	73
Tabel A 10 TREINSAMENSTELLING & STANDAARDWAARDEN.....	74
Tabel A 11 SPECIFICATIE & STANDAARDWAARDEN Vliegtuigtransport	74
Tabel A 12 TRANSHIPPING PORT TERMINAL.....	75

Tabel A 1 TRANSPORT MODALITEITEN, VOER-/VAARTUIGEN EN BRANDSTOF

Transport modaliteit	Voertuig / vaartuig	Brandstof
Weg	wegvervoer met een enkelvoudige truck	diesel
Spoor	trein	electriciteit
Zee	container cargo, shortsea 0-999 TEU	HFO / MDO
	container cargo, zeevracht 3000-4999 TEU	HFO / MDO
	shortsea RoRo, 150 trailers	HFO / MDO
	veerdienst, 60 trailers	HFO / MDO
Lucht	vliegtuig, Boeing 747-400	kerosine

Tabel A 2 ENERGIEBRONNEN OVERIGE VOORZIENINGEN

Voorziening	Omschrijving	Brandstof
container transfer	railterminal	electriciteit, diesel
	haventerminal	electriciteit, diesel
koeling	container koeling	electriciteit, diesel
	gekoelde opslag (tussentjds)	electriciteit

Tabel A 3 STOOKWAARDEN

	eenheid	kerosine luchtvaart	gas/diesel olie	zware stookolie
Stookwaarde (MJ/eenheid)	MJ/kg	43,5	42,7	41,0
CO2 EF (kg/GJ)	kg/GJ	71,5	74,3	77,4
brandstofdichtheid	kg/liter	0,769	0,833	0,909

Bron: Agentschap NL 2011 - Nederlandse lijst van energiedragers en standaard CO2 emissiefactoren, versie januari 2011

De stookwaarden zijn overeenkomstig de standaardwaarden zoals het CBS die hanteert voor de waargenomen energiedragers in de enquêtes voor energiestatistiek.

Tabel A 4 OMREKENFACTOREN

1 kWh	=	3,6 MJ
1 MJ	=	0,28 kWh
1 knoop	=	1,852 km/u

Tabel A 5 EMISSIEFACTOREN ELECTRICITEIT

Nederland	518 g/kWh	Bron: Eurelectric 2010 - Power Statistics, 2010 edition
Spanje	230 g/kWh	
Zweden	12 g/kWh	
Noorwegen	16 g/kWh	
Duitsland	461 g/kWh	
Italië	449 g/kWh	
Frankrijk	47 g/kWh	
Finland	237 g/kWh	
Polen	795 g/kWh	
Turkije	532 g/kWh	
Rusland	616 g/kWh	Bron: IFEU Heidelberg - EcoTransIT World: Methodology and Data - update July 2011
Afrika (default)	548 g/kWh	
Centraal & Zuid Amerika (default)	225 g/kWh	
Asia & Pacific	763 g/kWh	

In de EU wordt elektriciteit langs verschillende routes voortgebracht zoals met behulp van kolen, gas, nucleair, water, etc. Er zijn verschillende informatiebronnen voor de productie van elektriciteit en de samenstelling van de energiebronnen, waaronder Internationaal Energy Agency, Eurelectric, maar ook van de olie en automotive industrie en onafhankelijke instituten. Hieronder zijn een aantal van die bronnen weergegeven voor wat betreft de EF voor de productie van elektriciteit in de EU-27, de zgn. "EU-mix".

Op basis van de aannames en methodiek zoals die door CE Delft in de laatste update van het STREAM rapport zijn opgenomen, is de emissiefactor voor elektriciteitsproductie in Europa voor het basisjaar 2009 bepaald op:

$$\text{CO}_2 \text{ EF (2009)} = 421 \text{ g/kWh}$$

(bron: CE Delft STREAM, 2011)

Tabel A 6 FUNCTIONELE EENHEID

Eenheid:	45ft Flora Unit		
Afmetingen:	2.60m breed - 2,95m hoog		
Koeling:	diesel-electrisch gekoeld		
Specificatie:	capaciteit europallet:		33
Capaciteit:	capaciteit CC:		43
	max. bruto gewicht:		34000 kg
	max. laadvermogen:		26760 kg
	tara gewicht:		7240 kg
	TEU:		2,25
laadcapaciteit:	potplanten	bruto gewicht:	9 ton
	bloemen (droog)	bruto gewicht:	11,25 ton

Tabel A 7 STANDAARDWAARDEN VOOR WEGTRANSPORT

Standaard maximaal laadvermogen		14 ton
Gemiddelde rijnsnelheid	Europa (op lange afstanden o.b.v. 2 chauffeurs, incl. stops)	70 km/u.
	Kenia/Ethiopië (o.b.v. 1 chauffeur, incl. stops)	40 km/u.
	Ecuador (o.b.v. 1 chauffeur, incl. stops)	40 km/u.

Tabel A 8 KILOMETERFACTOR

Kilometerfactor wegtransport	0,75	standaard
Kilometerfactor luchtvracht	1	standaard
Kilometerfactor zeevracht	0,5	standaard

Bron: Blonk Milieuadvies, 2009 / Protocol Broeikasgasemissietool Tuinbouwproducten, 2009

Toelichting op de kilometerfactor (kmf): kmf is de extra km factor dat het vervoermiddel leeg aflegt na aflevering t.o.v. heenreis (met een waarde tussen 0 en 1: bij een retourvracht van 100% is de kmf=0, een retourvracht van 0% geeft kmf=1)

Voor het transport van en naar Spanje is in het model de kmf bepaald op 0,10 op basis van de reële verwachting dat er retourvracht uit de groente en fruitsector naar Nederland zal worden ingenomen:

Kilometerfactor wegtransport Spanje	0,10	
-------------------------------------	------	--

Tabel A 9 STANDAARDWAARDEN VOOR ZEETRANSPORT

Scheepstype	Capaciteit TEU/trailers	Gem. bruto lading / brutolaadvermogen ton	Gem. Vaarsnelheid Km/u	Gem. capaciteits benutting	Netto lading ton
Containerschip, intra-continental EU	0-999 TEU ¹⁾	3500	31,5 ¹⁾	70% ²⁾	2.450
Containerschip intra-continental Afrika (MSC Ayala)	2.073 TEU ³⁾	36.124 ³⁾	23,7 ⁴⁾	70% ²⁾	10.365 ^{5a)}
Containerschip global trade (MSC Mozambique)	6.184 TEU ⁴⁾	82.275 ³⁾	29,8 ⁴⁾	70% ²⁾	30.920 ^{5a)}
RoRo-schip Intra-continental trade EU	150 trailers ¹⁾	5154 ¹⁾	35,9 ¹⁾	70% ⁶⁾	1350 ^{5b)} 1688 ^{5a)}
Veerboot ⁸⁾	60 trailers ⁷⁾	39.200 ⁷⁾	33,3 ⁷⁾	70% ⁶⁾	540 ^{5b)} 675 ^{5a)}

¹⁾ IMO, 2009

²⁾ CE Delft STREAM, 2011

³⁾ <http://www.vesseltracker.com>

⁴⁾ <http://www.marinetraffic.com>

^{5a)} netto lading snijbloemen

^{5b)} netto lading potplanten

⁶⁾ EcoTransIT, IFEU Heidelberg 2011

⁷⁾ LIPASTO, VTT Technical Research Centre Finland, 2012

⁸⁾ CO₂-emissie allocatieverhouding [passagiers : vracht] = [80% :

Tabel A 10 TREINSAMENSTELLING & STANDAARDWAARDEN

standaard trein (internationaal Europa)		
<u>elektrische trein (medium lengte)</u>		
TEU	70	
Wagons	31	
Gem. laadvermogen	735 ton	
Gem. snelheid Europa	40 km/h	*)
<u>standaard wagon</u>		
leeggewicht	23 ton	
laadvermogen	61 ton	
TEU capaciteit	2,25	
Max. totaalgewicht	84 ton	
Gem. Laadgewicht	10,5 ton	
<u>Lading gewicht per koelcontainer</u>		
product: potplanten	9 ton	#)
product: snijbloemen	11,25 ton	#)
gewicht lege container	7,24 ton	¥)
<u>Gemiddeld bruto gewicht - product potplanten</u>		
lading	280 ton	
netto gewicht heenreis	505 ton	
% volle containers terugreis	50%	
netto gewicht terugreis	365 ton	

Bron: IFEU Heidelberg, 2011 met uitzondering van:

*) Van Kempen, 2012; #) FloraHolland, 2012; ¥) Unit45, 2011

Tabel A 11 SPECIFICATIE & STANDAARDWAARDEN VLIEGTUIGTRANSPORT

standaard vliegtuigtype (intercontinentaal luchtvracht)	
<u>Boeing 747-400F</u>	
leeggewicht	164,1 ton
bruto laadvermogen	112,6 ton
Max. totaalgewicht	276,7 ton
Gem. Snelheid	805 km/h #)
<u>Lading (snijbloemen): gewichten & volumes: *)</u>	
verpakking: 'Kenia-doos'	(100x30x20) cm
gewicht per doos	10 kg
aantal vliegtuigplaten per toestel	40 stk
aantal dozen per vliegtuigplaat	250 stk
gewicht per vliegtuigplaat	2,5 ton
ladinggewicht vliegtuig	100 ton
volume per doos	0,06 m3
volume per vliegtuigplaat	15 m3
ladingvolume vliegtuig	600 m3
<u>Beladingsgraad op luchtvrachttransport (>3700km)</u>	65 %

Bron: IFEU Heidelberg, 2011 met uitzondering van: *) Bloemenveiling FloraHolland;

#) <http://www.howmanyhours.com/nl/vliegduurtussen/amsterdam/nairobi.php>

TRANSHIPPING PORT-/RAILTERMINAL

De emissies als gevolg van laden en lossen spelen een rol in multimodaal transport. Deze emissies moeten dan ook worden meegerekend in de berekening van de verschillende transportscenario's. De onderstaande energie verbruikscijfers voor container overslag zijn ontleend aan het onderzoek door H. Geerlings en R. van Duin in 2010 'A new method for assessing CO2-footprints of container terminals in port areas; case studies applied in the Netherlands'.

Tabel A 12 TRANSHIPPING PORT TERMINAL

PORT TERMINAL EUROPE			verbruik per container beweging		Aandeel per modaliteit			kWh verbruik per container		
			verbruik / cont. beweging	Variabel verbruik	ZEE	WEG	RAIL	ZEE	WEG	RAIL
Elektrisch	Quay Crane	QC	6 kWh		1	0	0	6	0	0 kWh
	Barge Crane	BC	4 kWh		0	0	0	0	0	0 kWh
	Rail Crane	RC	5 kWh		0	0	1	0	0	5 kWh
	Automated Stacking Crane	ASC	5 kWh		1	1	1	5	5	5 kWh
	Railmounted Stacking Crane	RSC	7,25 kWh		0	0	0	0	0	0 kWh
	Platform	P	5 kWh		0	0	0	0	0	0 kWh
EF elektriciteitsproductie EU-27			421 g/kWh					11 4631	5 2105	10 kWh 4210 g CO2
Diesel	Automated Guided Vehicle	AGV	1,1 liter	1,8 ltr/km	1	0	0	1,1	0,0	0,0 liter
	Straddle Carrier	SC	0,8 liter	3,5 ltr/km	0	1	1	0,0	0,8	0,8 liter
	Terminal Tractors	TT		4 ltr/km	0,02	0	0,02	0,1	0,0	0,1 liter
	Multi Trailer Systems	MTS		4,2 ltr/km	0	0	0,2	0,0	0,0	0,8 liter
	Reach Stacker / Top Lifter	RS		5 ltr/km	0,02	0,02	0,02	0,1	0,1	0,1 liter
	omrekenfactor stookwaarde diesel emissiefactor diesel		0,833 kg/ltr 42,700 MJ/kg 73,6 g CO2/MJ				1,28 1,07 45,55	0,90 0,75 32,03	1,82 ltr. 1,52 kg 64,76 MJ	
			Totaal CO2 emissie per transshipping per modaliteit: per container: per TEU:					7983 3992	4462 2231	8976 g CO2 4488 g CO2

PORT TERMINAL AFRICA			verbruik per container beweging		Aandeel per modaliteit			kWh verbruik per container		
			verbruik / cont. beweging	Variabel verbruik	ZEE	WEG	RAIL	ZEE	WEG	RAIL
Elektrisch	Quay Crane	QC	6 kWh		1	0	0	6	0	0 kWh
	Barge Crane	BC	4 kWh		0	0	0	0	0	0 kWh
	Rail Crane	RC	5 kWh		0	0	1	0	0	5 kWh
	Automated Stacking Crane	ASC	5 kWh		1	1	1	5	5	5 kWh
	Railmounted Stacking Crane	RSC	7,25 kWh		0	0	0	0	0	0 kWh
	Platform	P	5 kWh		0	0	0	0	0	0 kWh
EF elektriciteitsproductie Africa			548 g/kWh					11 6028	5 2740	10 kWh 5480 g CO2
Diesel	Automated Guided Vehicle	AGV	1,1 liter	1,8 ltr/km	1	0	0	1,1	0	0 liter
	Straddle Carrier	SC	0,8 liter	3,5 ltr/km	0	1	1	0	0,8	0,8 liter
	Terminal Tractors	TT		4 ltr/km	0,02	0	0,02	0,1	0,0	0,1 liter
	Multi Trailer Systems	MTS		4,2 ltr/km	0	0	0,2	0,0	0,0	0,8 liter
	Reach Stacker / Top Lifter	RS		5 ltr/km	0,02	0,02	0,02	0,1	0,1	0,1 liter
	omrekenfactor stookwaarde diesel emissiefactor diesel		0,833 kg/ltr 42,700 MJ/kg 73,6 g CO2/MJ				1,28 1,07 45,55	0,90 0,75 32,03	1,82 ltr. 1,52 kg 64,76 MJ	
			Totaal CO2 emissie per transshipping per modaliteit: per container: per TEU:					9380 4690	5097 2549	10246 g CO2 5123 g CO2

Tabel A 12 (vervolg) TRANSHIPPING PORT-/RAILTERMINAL

PORT TERMINAL CENTRAL & SOUTH AMERICA			verbruik per container beweging		Aandeel per modaliteit			kWh verbruik per container				
			verbruik / cont. beweging	Variabel verbruik	ZEE	WEG	RAIL	ZEE	WEG	RAIL		
Elektrisch	Quay Crane	QC	6 kWh		1	0	0	6	0	0 kWh		
	Barge Crane	BC	4 kWh		0	0	0	0	0	0 kWh		
	Rail Crane	RC	5 kWh		0	0	1	0	0	5 kWh		
	Automated Stacking Crane	ASC	5 kWh		1	1	1	5	5	5 kWh		
	Railmounted Stacking Crane	RSC	7,25 kWh		0	0	0	0	0	0 kWh		
	Platform	P	5 kWh		0	0	0	0	0	0 kWh		
EF elektriciteitsproductie C&S America		225 g/kWh						11	5	10 kWh		
								2475	1125	2250 g CO2		
		diesel verbruik per container:										
Diesel	Automated Guided Vehicle	AGV	1,1 liter	1,8 ltr/km	1	0	0	1,1	0,0	0,0 liter		
	Straddle Carrier	SC	0,8 liter	3,5 ltr/km	0	1	1	0,0	0,8	0,8 liter		
	Terminal Tractors	TT		4 ltr/km	0,02	0	0,02	0,1	0,0	0,1 liter		
	Multi Trailer Systems	MTS		4,2 ltr/km	0	0	0,2	0,0	0,0	0,8 liter		
	Reach Stacker / Top Lifter	RS		5 ltr/km	0,02	0,02	0,02	0,1	0,1	0,1 liter		
omrekenfactor		0,833 kg/ltr						1,28	0,90	1,82 ltr.		
stookwaarde diesel		42,700 MJ/kg						1,07	0,75	1,52 kg		
emissiefactor diesel		73,6 g CO2/MJ						45,55	32,03	64,76 MJ		
								3352	2357	4766 g CO2		
		Totaal CO2 emissie per transshipping per modaliteit: per container:							5827	3482	7016 g CO2	
		per TEU:							2914	1741	3508 g CO2	

PORT TERMINAL RUSSIAN FEDERATION			verbruik per container beweging		Aandeel per modaliteit			kWh verbruik per container				
			verbruik / cont. beweging	Variabel verbruik	ZEE	WEG	RAIL	ZEE	WEG	RAIL		
Elektrisch	Quay Crane	QC	6 kWh		1	0	0	6	0	0 kWh		
	Barge Crane	BC	4 kWh		0	0	0	0	0	0 kWh		
	Rail Crane	RC	5 kWh		0	0	1	0	0	5 kWh		
	Automated Stacking Crane	ASC	5 kWh		1	1	1	5	5	5 kWh		
	Railmounted Stacking Crane	RSC	7,25 kWh		0	0	0	0	0	0 kWh		
	Platform	P	5 kWh		0	0	0	0	0	0 kWh		
EF elektriciteitsproductie Rus. Federatie		616 g/kWh						11	5	10 kWh		
								6776	3080	6160 g CO2		
		diesel verbruik per container:										
Diesel	Automated Guided Vehicle	AGV	1,1 liter	1,8 ltr/km	1	0	0	1,1	0,0	0,0 liter		
	Straddle Carrier	SC	0,8 liter	3,5 ltr/km	0	1	1	0	0,8	0,8 liter		
	Terminal Tractors	TT		4 ltr/km	0,02	0	0,02	0,1	0,0	0,1 liter		
	Multi Trailer Systems	MTS		4,2 ltr/km	0	0	0,2	0,0	0,0	0,8 liter		
	Reach Stacker / Top Lifter	RS		5 ltr/km	0,02	0,02	0,02	0,1	0,1	0,1 liter		
omrekenfactor		0,833 kg/ltr						1,28	0,90	1,82 ltr.		
stookwaarde diesel		42,700 MJ/kg						1,07	0,75	1,52 kg		
emissiefactor diesel		73,6 g CO2/MJ						45,55	32,03	64,76 MJ		
								3352	2357	4766 g CO2		
		Totaal CO2 emissie per transshipping per modaliteit: per container:							10128	5437	10926 g CO2	
		per TEU:							5064	2719	5463 g CO2	

Bron: eigen berekeningen op basis van H. Geerlings & R. Van Duin - Erasmus Universiteit, TU Delft, 2012.

:

Bijlage 2: Specificatie Flora Unit koelcontainer UNIT45

DESTINATION FLORA UNIT

UNIT45 / INTERMODAL INNOVATORS



45 FT PALLETWIDE REFRIGERATED FLORI-CULTURAL CONTAINERS

For those who require something special, UNIT45 develops container designs perfectly tailored to customer needs. A classic example of UNIT45's skills is the 45ft diesel-electric palletwide refrigerated container developed for Flora Holland in 2009 and now available to customers Europe-wide.

For Flora Holland, the unit is 3.08m in height, enabling it to accommodate the special roll cages that it uses to transport flowers and plants (CC). However, it can also be built to the standard 45ft euro hi-cube height of 2.95m height.

Flora Holland has proven the effectiveness of UNIT45's diesel-electric reefer containers, both its own 3.08m high units and standard 2.95m high boxes from UNIT45's leasing division. In rail operations between the Netherlands and other European countries including Italy, Hungary, Romania, Poland and Switzerland. While the initial focus was on plants, flowers and other fresh products are now being carried.

Using scheduled block trains, transit times have been fast and punctual while the diesel-powered refrigeration systems have performed reliably. This period of time is more than adequate for rail movements from Holland to Southern Europe.

An optional extra selected by Flora Holland is a GPS/GPRS system, providing real-time information on the container's location and temperature conditions.

Using a gooseneck trailer for road transport and low platform wagons for rail movements, the 3.08m high container meets the legal requirements of the relevant road and rail authorities. It is also suitable for transport by sea on ro-ro and lo-to vessels when it can utilise standard shipboard reefer plugs as a power source.

FLORA UNIT SPECIFICATIONS

DIESEL-ELECTRIC REFRIGERATED CONTAINER 2.60 WIDE - 2.95 HIGH

external dimensions	internal dimensions	door opening
length: 13716 mm	length: 13290 mm	door width: 2494 mm
width: 2600 mm	width: 2498 mm	door height: 2594 mm
height: 2950 mm	height: 2629 mm	
capacity 87.2 m ³	europallet (1200mm x 800mm) 33 CC 43	
ratings max. gross weight: 34000 kgs max. payload: 26760 kgs	tare weight incl. cooling unit: 7240 kgs (incl. fuel tank) capacity fuel tank: 250 ltr	

DIESEL-ELECTRIC REFRIGERATED CONTAINER 2.60 WIDE - 3.08 HIGH

external dimensions	internal dimensions	door opening
length: 13716 mm	length: 13290 mm	door width: 2494 mm
width: 2600 mm	width: 2498 mm	door height: 2724 mm
height: 3080 mm	height: 2759 mm	
capacity 91 m ³	europallet (1200mm x 800mm) 33 CC 43	
ratings max. gross weight: 34000 kgs max. payload: 26600 kgs	tare weight incl. cooling unit: 7340 kgs (incl. fuel tank) capacity fuel tank: 320 ltr	

ALL ELECTRIC REFRIGERATED CONTAINER 2.60 WIDE AND 2.95 HIGH

external dimensions	internal dimensions	door opening
length: 13716 mm	length: 13259 mm	door width: 2494 mm
width: 2600 mm	width: 2498 mm	door height: 2594 mm
height: 2950 mm	height: 2629 mm	cargo access height: 2578 mm
capacity 87 m ³		
ratings max. gross weight: 34000 kgs max. payload: 27385 kgs	tare weight incl. cooling unit: 6615 kgs	

- GPS/GPRS UNIT
- CARGO SAFETY
- LONG DISTANCE TEMPERATURE CONTROL

Villapark 7-8 3051 BP Rotterdam The Netherlands
phone + 31 10 211 02 22 fax + 31 10 218 32 84
www.unit45.com info@unit45.com

UNIT45
INTERMODAL INNOVATORS