



CoCoS - Duurzame ketenconfiguraties

Broeikasgasemissies tijdens Transport, Koeling en Bewaring van bloemen.

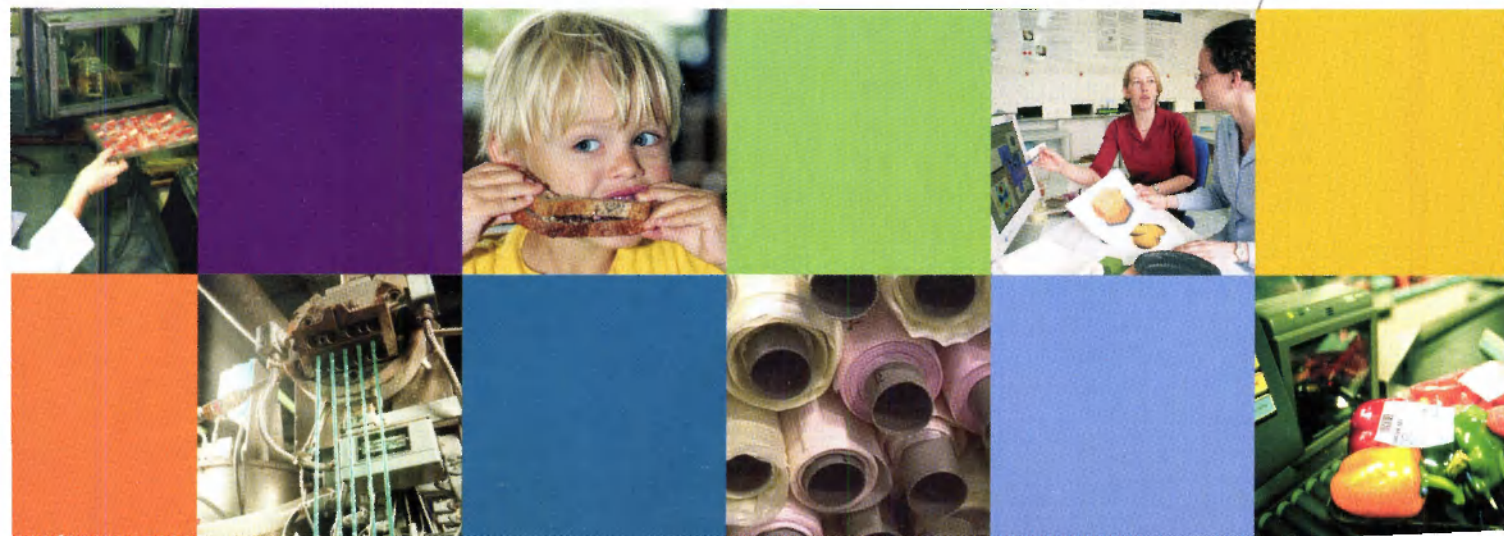
Vergelijking twee scenario's:

Chrysanten vanuit Colombia naar Nederland per zeeschip of per vliegtuig

M.M. Eppink
J.E. de Kramer-Cuppen
E.H. Westra

Rapport nr. 1084

2250574



Colofon

Dit project is medegefinancierd door het Ministerie van Economische Zaken middels de subsidieregeling Pieken in de Delta.

Deelnemers zijn:

VGB: vereniging van groothandelaren in bloemkwekerijproducten

FloraHolland Aalsmeer

AFSG onderdeel van Wageningen UR

Titel	CoCoS - Duurzame ketenconfiguraties Broeikasgasemissies tijdens Transport, Koeling en Bewaring van bloemen. Vergelijking twee scenario's: Chrysanten vanuit Colombia naar Nederland per zeeschip of per vliegtuig
Auteur(s)	M.M. Eppink J.E. de Kramer-Cuppen E.H. Westra
AFSG nummer	1084
ISBN-nummer	-
Publicatiedatum	Oktober 2009
Vertrouwelijk	Ja
OPD-code	07/315
Goedgekeurd door	Hans Maas

Agrotechnology and Food Sciences Group
P.O. Box 17
NL-6700 AA Wageningen
Tel: +31 (0)317 480 084
E-mail: info.afsg@wur.nl
Internet: www.afsg.wur.nl

© Agrotechnology and Food Innovations b.v.

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



Het kwaliteitsmanagementsysteem van Agrotechnology and Food Innovations b.v. is gecertificeerd door SGS International Certification Services EESV op basis van ISO 9001:2000.

Samenvatting

Het doel van dit CoCoS deelonderzoek is de broeikasgasemissies van transport, koeling en bewaring te vergelijken voor twee verschillende logistieke scenario's in de sierteeltsector.

Hierdoor kunnen de bedrijven in regio Noordvleugel Randstad:

- inzicht krijgen in de duurzaamheidseffecten van keuzes m.b.t. transport, koeling en bewaring en
- klanten van duurzaamheidsinformatie voorzien op basis van onafhankelijk bepaalde en erkende emissiecijfers.

Het onderzoek laat emissies van verschillende teeltwijzen of –locaties buiten beschouwing en richt zich specifiek op de invloed van logistieke keuzes. De invloed op broeikasgasemissies is een van de mogelijke overwegingen bij de keuze voor een logistieke optie, andere belangrijke factoren worden kort besproken in paragraaf 1.2.

Eerst is er een inventarisatie uitgevoerd naar gebruikte methodes en huidige onderzoeksresultaten. De resultaten zijn lastig of niet vergelijkbaar in verband met verschillen in gebruikte rekenmethodiek, methodieke keuzes (systeemgrenzen, functionele eenheid, allocatiemethode etc.) en het verschil in datagebruik. Om die reden is er in dit onderzoek gekozen om aan te sluiten bij initiatieven die een internationale standaard willen ontwikkelen, zoals PAS2050 en het daarop gebaseerde 'Tuinbouw protocol'. In dit onderzoek is gewerkt met rekenregels voor transport uit het 'Tuinbouw protocol'.

Het 'Tuinbouw protocol' is in dit onderzoek aangevuld met formules voor het berekenen van broeikasgasemissies veroorzaakt door (gekoelde) bewaring, koeling tijdens zeetransport en vacuümkoeling. Deze zijn beschikbaar om te worden toegevoegd aan het 'tuinbouw protocol' en de bijbehorende CO₂-tool. Gezien de grote invloed van koeling tijdens zeetransport, zal dit een waardevolle aanvulling zijn.

Vervolgens zijn de hieronder weergegeven ketenscenario's geselecteerd en is berekend hoeveel broeikasgasemissies deze veroorzaken, qua transport, koeling en bewaring. Deze berekeningen zijn uitgevoerd met behulp van de opgestelde rekenregels. Hierbij zijn een aantal aannames gemaakt.

Transport van (geplozen) Chrysanten van Colombia naar Nederland, inclusief koeling en bewaring, vanaf de teler tot de veiling (*Medellin – Aalsmeer*):

1. 'Zeeschip scenario': 563 [kg CO₂-eq/ton geplozen chrysanten]
0.048 [kg CO₂-eq/ geplozen chrysant]
2. 'Vliegtuig scenario': 5416 [kg CO₂-eq/ton geplozen chrysanten]
0.460 [kg CO₂-eq/geplozen chrysant]

De meeste impact op het broeikasgaseffect binnen dit 'zeeschip scenario' is het gekoelde zeetransport (76%) gevolgd door het gekoelde wegtransport in Colombia (18%). De meeste impact op het broeikasgaseffect binnen dit 'vliegtuig scenario' is het vliegtuigtransport (99%). Wil men de broeikasgasemissies reduceren van deze 'scenario's' dan kan men het beste deze ketenstappen positief beïnvloeden. In het rapport staat vermeld middels welke variabelen dit gedaan kan worden.

De spreiding veroorzaakt door variatiemogelijkheden en aannames in de data is de volgende:

'Zeeschip scenario': min. 422 - max. 804 [kg CO₂-eq/ ton chrysanten]

'Vliegtuig scenario': min. 5407 - max. exclusief RF¹ 10371 [kg CO₂-eq/ ton chrysanten]

- max. inclusief RF¹ 19035 [kg CO₂-eq/ ton chrysanten]

Het ketenscenario waarbij chrysanten per vliegtuig worden vervoerd vanuit Colombia naar Nederland, veroorzaakt duidelijk meer broeikasgasemissies, circa 10 keer zoveel, dan het ketenscenario waarbij de chrysanten per zeeschip worden vervoerd. De spreiding is groot, wat betekent dat de factor groter en kleiner kan zijn dan de 10 keer (namelijk 7 tot 24-45 keer), maar het broeikasgaseffect blijft groter voor het in dit onderzoek onderzochte 'vliegtuig scenario' t.o.v. het 'zeeschip scenario'.

Geconcludeerd mag worden dat het 'zeeschip scenario' veel minder broeikasgasemissies veroorzaakt dan het in dit onderzoek berekende 'vliegtuig scenario' voor het vervoer van chrysanten van Colombia naar Nederland.

¹ Radiative Forcing: Stralingsonbalans. Bijvoorbeeld op grote hoogte is het broeikasgaseffect van emissies groter. De PAS 2050 adviseert deze RF correctiefactor bij vliegen niet toe te passen [3].

Inhoudsopgave

Samenvatting	3
1 Inleiding	6
1.1 Duurzaamheid en logistiek in sierteeltketens	6
1.2 Overwegingen bij de keuze voor bloementransport over zee of door de lucht	6
1.3 Doel van deze studie	6
2 Inventarisatie methoden en initiatieven	8
2.1 Broeikasgas emissies - methoden	8
2.2 Broeikasgasemissies – (logistieke) initiatieven	9
3 Methoden	10
3.1 Kader - afbakening	10
3.2 Het ‘Tuinbouw protocol’ – de rekenregels	12
3.3 Aanvullingen en uitbreidingen rekenregels ‘Tuinbouw protocol’ vanuit AFSG	13
3.3.1 Benodigde aanvullingen	13
3.3.2 Uitbreiding met Bewaring - Koeling	13
3.3.3 Uitbreiding met Koeling tijdens Zeetransport	14
3.3.4 Uitbreiding met Voor- en Nakoelen middels vacuümkoeling bij Luchttransport	15
3.3.5 Totale berekening – Transport, Koeling & Bewaring	16
4 Berekenen van de broeikasgasemissies in ketenscenario’s	18
4.1 De ketenscenario’s	18
4.2 Data verzamelen	18
5 Resultaten berekende broeikasgasemissies	22
5.1 Totale broeikasgasemissies voor de twee ketenscenario’s	22
5.2 De grootste broeikasgasemissie bijdrage per scenario	22
5.2.1 Chrysanten van Colombia naar Nederland – Per Zeeschip	23
5.2.2 Chrysanten van Colombia naar Nederland – Per Vliegtuig	25
6 Discussie	27
6.1 Spreiding – variatie in scenario’s	27
6.2 Vergelijking met andere studies	29
7 Conclusies	30
8 Aanbevelingen	31
Literatuur	33
Dankbetuiging	36

1 Inleiding

1.1 Duurzaamheid en logistiek in sierteeltketens

Duurzaamheid raakt ook de sierteeltsector. Grote afnemers vragen een zogenaamde “Carbon Footprint” van een product of dienst. Voor de regio Noordvleugel Randstad is het daarom van belang om kennis en vaardigheden over duurzame logistieke oplossingen te verzamelen en waar mogelijk toe te passen en aan afnemers te presenteren. Met name voor de over grote afstanden geïmporteerde of geëxporteerde sierteeltproducten, wordt de “Carbon Footprint” voor een relatief groot deel bepaald door de broeikasgasemissie ten gevolge van het transport. In deze studie worden de emissies van twee logistieke opties vergeleken namelijk: een keten met lange-afstand-transport over zee of door de lucht.

1.2 Overwegingen bij de keuze voor bloementransport over zee of door de lucht

Naast vliegtransport kunnen importeurs tegenwoordig ook kiezen voor transport m.b.v. een zeecontainer. Overwegingen hierbij zijn o.a.:

- de klimaatbeheersingmogelijkheden, die beter zijn bij zeetransport (“gesloten koelketen”),
- de transportduur, die korter is bij luchttransport,
- de te transporteren soorten en cultivars, en de daarbij behorende gevoeligheid voor de slechtere klimaatbeheersing bij luchttransport versus de langere transportduur bij zeetransport,
- het te transporteren productvolume, die kleiner kan zijn bij luchttransport,
- de mogelijkheid tot het leveren van meer productvolume op een dag, bij een keuze voor een combinatie van zee- en lucht transport met verschillende vertrekdata,
- de benodigde procesinrichting, die veeleisender kan zijn voor zeetransport,
- de kosten, die, afhankelijk van de benodigde investering voor evt. benodigde proceswijzigingen en de transportmarktsituatie, lager kunnen zijn voor zeetransport en
- de broeikasgasemissie en het energieverbruik van de gekozen transportoptie, die lager is voor zeetransport.

1.3 Doel van deze studie

Een van de factoren die vóór de container transportoptie pleit is dat per afgelegde ton-kilometer over water, een factor 100 minder energie nodig is dan voor vliegtuigtransport [1]. Met containervervoer (naast intercontinentaal ook inzetbaar in short sea, rail en binnenvaartverbindingen) is dus een spectaculaire verduurzaming van bloemenketens mogelijk. De specifieke impact van de gekozen transportoptie op de “carbon footprint” is van vele factoren afhankelijk, daardoor moeilijk te doorzien en aan discussie onderhevig. Deze studie beoogt meer duidelijkheid te scheppen over de invloed van de diverse factoren en de discussie te voorzien van kwantitatieve argumenten.

Daartoe wordt de “carbon footprint” van twee logistieke scenario’s in de bloemensector in kaart gebracht: De broeikasgasemissies ten gevolge van transport, koeling en bewaring vanaf de producent tot de veiling, namelijk Chrysanten van Colombia naar Nederland per zeecontainer of vliegtuig. Het streven is rekenregels op te stellen en data te verzamelen, waardoor het mogelijk is diverse scenario’s (ketenconfiguraties) met elkaar te vergelijken. Dit onderzoek laat emissies van verschillende teeltwijzen of –locaties dus buiten beschouwing en richt zich specifiek op de invloed van logistieke keuzes.

Doelstelling:

De broeikasgasemissies van transport, koeling en bewaring vergelijken voor twee verschillende logistieke scenario’s in de sierteeltsector; zodat bedrijven:

- *inzicht krijgen in de duurzaamheidseffecten van keuzes m.b.t. transport, koeling en bewaring en*
- *klanten van duurzaamheidsinformatie kunnen voorzien op basis van onafhankelijk bepaalde en erkende emissiecijfers.*

2 Inventarisatie methoden en initiatieven

2.1 Broeikasgas emissies - methoden

Om de broeikasgasemissies te berekenen worden er levenscyclus analyses (LCA's) uitgevoerd. Er zijn niet veel levenscyclusanalyse (LCA) data specifiek voor de bloemensector beschikbaar. Daarnaast is secundaire data vaak: verouderd; niet gerelateerd aan de werkelijke situatie; niet in de juiste eenheid uitgedrukt; een ander kader is gebruikt bij het berekenen, andere allocatiemethode² etc.

Een aantal interessante specifieke LCA studies gericht op de bloemensector, zijn die van de Cranfield University [2] en het tegenonderzoek daarop uitgevoerd door het LEI (niet gepubliceerd). Het onderzoek geeft de emissie verschillen weer tussen rozen uit Nederland en rozen uit Kenia. Uit het onderzoek van het LEI blijkt een ander resultaat te komen. Hieruit blijkt hoeveel variatie veroorzaakt kan worden, door bijvoorbeeld andere data mee te nemen in de berekening en een andere allocatiemethode² te kiezen. In de Cranfield studie zouden enkel gegevens van 1 kweker in Kenia en 1 kweker in Nederland zijn beoordeeld. Door het gebruik van case-specifieke primaire data en het gebruik van verschillende rekenmethodes, is het lastig om de resultaten met elkaar te vergelijken.

Om te kunnen komen tot vergelijkbare resultaten, dient er gebruik te worden gemaakt van dezelfde methode en dienen de keuzes binnen de methode ook gelijk te zijn. Daarnaast dient transparant te zijn hoe men tot het resultaat is gekomen (welke data is er gebruikt).

CarbonTrust en DEFRA (Engeland) hebben in samenwerking met BSI een specificatie ontwikkeld voor broeikasgasemissies voor goederen en diensten, de PAS 2050. De PAS 2050 is gebaseerd op de LCA methode, maar is alleen voor broeikasgassen en heeft minder keuzevrijheden. Dit zorgt ervoor dat resultaten berekend volgens de richtlijnen van de PAS2050 eerder vergelijkbaar zijn. De PAS 2050 is ontwikkeld met het idee een internationale standaard te worden [3].

'The GHG Protocol initiative' heeft een GHG Protocol 'corporate' standaard ontwikkeld voor een broeikasgas 'inventory' en heeft een 'Project protocol' ontwikkeld. Sinds september 2008 is 'the GHG protocol initiative' bezig met het ontwikkelen van standaard richtlijnen voor het product en de keten [4]. Vermoedelijk maakt het hierbij gebruik van de al ontwikkelde PAS2050. In juni 2009 heeft 'The GHG Protocol Initiative' een rekentool gelanceerd op hun website voor transport, helaas is deze alleen door leden in te zien [5].

² *Allocatiemethode: een methodische keuze die betrekking heeft op allocatievraagstukken. Allocatievraagstukken ontstaan, indien er een verdeling is van 'input' en 'output' stromen over meerdere product- of processystemen dan het product- of het processysteem onder analyse. Indien er bijvoorbeeld meerdere producten uit een bewerkingsproces ontstaan worden de emissies dan bijv. economisch of naar gewicht gealloceerd of wordt bijv. het systeem uitgebreid of allocatie vermeden?*

2.2 Broeikasgasemissies – (logistieke) initiatieven

In maart 2008 publiceerde CE Delft het rapport: STREAM Studie naar TRansport Emissies van Alle Modaliteiten [6]. Met behulp van dit onderzoek, is er rond augustus 2008 een online rekenmodel om modaliteiten te vergelijken gelanceerd [7]. Ongeveer tegelijkertijd heeft software leverancier Ortec in samenwerking met het Vlaamse instituut voor de Logistiek (VIL) een model ontwikkeld om de CO₂-uitstoot van wegtransport- en distributienetwerken te berekenen [8]. Wat dit model inhoudt, is door ons niet te achterhalen. In juli/augustus 2008 werden studies uitgevoerd in opdracht van IATA. Dit is een emissieonderzoek rondom vliegtuigen, de resultaten zijn onbekend. Andere door ons gevonden broeikasgasemissietools of initiatieven op het gebied van logistiek:

- NTMcalc [9]
- Ecological Transport Information Tool (EcoTransit) [10]
- CO2 meetlat duurzamelogistiek & Digiscan Logistiek [11] Hiervoor moet je inloggen.
- Het ‘Nederlandse Tuinbouw Carbon Footprint protocol’ (kortweg tuinbouw protocol) is onlangs gelanceerd [12]. Je moet lid zijn van Productschap Tuinbouw (PT) om de online tool te kunnen gebruiken.

Het ‘Nederlandse Tuinbouw Carbon Footprint protocol’ was destijds in ontwikkeling in opdracht van Productschap Tuinbouw (PT) en LNV, uitgevoerd door WUR-LEI, Blonk Milieu Advies en Agri information partners. In dit onderzoek is een protocol en tool ontwikkeld voor het berekenen van broeikasgasemissies van tuinbouwproducten voor handel en teelt. Bij de ontwikkeling van de rekenregels hanteerde het ‘Tuinbouw protocol’ de PAS2050 als richtlijn, die destijds ook nog in ontwikkeling was. Eind juni 2009 is de CO₂ rekentool gelanceerd op de website van PT. Alleen PT leden kunnen gebruik maken van deze tool. Het protocol en de handleiding zijn wel publiekelijk [12]. Het doel van het ‘Tuinbouw protocol’ is internationaal als standaard te gaan dienen als aanvulling op de PAS2050 specificatie.

Er is gekozen om de rekenregels van het ‘Tuinbouw protocol’ te gebruiken in dit onderzoek. De redenen hiervoor zijn:

- Resultaten berekend met dezelfde rekenmethode, zijn beter te vergelijken.
- Stimuleren van het gebruik van een goede ‘standaard’ rekenmethode voor broeikasgasemissies (draagvlak creëren).
- Het ‘Tuinbouw protocol’ is gebaseerd op de PAS2050, welke internationaal de standaard wil worden
- Het ‘Tuinbouw protocol’ heeft eveneens tot doel internationaal als standaard te gaan dienen als aanvulling op de PAS2050
- De sierteeltsector vertoont overeenkomsten met de tuinbouwsector

Eind 2008 is in overleg met WUR-LEI toestemming verkregen om van het toen nog in ontwikkeling zijnde model, het transportdeel te gebruiken in dit CoCoS project en waar mogelijk verder aan te vullen.

3 Methoden

Binnen dit onderzoek is ervoor gekozen om het destijds in ontwikkeling zijnde ‘Nederlandse Tuinbouw Carbon footprint protocol’¹ te gebruiken. Deze keuze is gemaakt, omdat ‘het Nederlandse Tuinbouw Carbon footprint protocol’ (het tuinbouw protocol) aansluit bij de PAS2050, en beiden proberen internationale standaarden te worden. Door te werken met deze ‘protocollen’, wordt er voor beiden draagvlak gecreëerd. Daarnaast worden resultaten beter vergelijkbaar, doordat niet weer een nieuw model wordt ontwikkeld, maar een bestaand model wordt aangevuld. WUR-AFSG heeft expertise en jarenlange ervaring in o.a. ‘post harvest technology’: logistiek, agrodistributie en bewaring. Aanvullingen vanuit WUR-AFSG op het gebied van koeling tijdens transport en bewaring zijn dan ook zeer waardevol.

Binnen dit onderzoek is het ‘Nederlandse Tuinbouw Carbon footprint protocol’ aangevuld met o.a. koeling & bewaring. In de rest van deze rapportage zal naar het ‘Nederlandse Tuinbouw Carbon Footprint protocol’ gerefereerd worden als ‘Tuinbouw protocol’.

3.1 Kader - afbakening

Om broeikasgasemissies te kunnen berekenen dient de afbakening helder te zijn. Het berekenen van broeikasgasemissies is gebaseerd op levenscyclusanalyses. Dezelfde afbakening als in het ‘Tuinbouw protocol’ is gehanteerd [12][13]. De afbakening van het ‘Tuinbouw protocol’ is gebaseerd op de PAS2050 [3].

Systeemgrens (zie

Figuur 1):

- Sierteeltsector
- Vanaf de producent tot de veiling
- Broeikasgasemissies veroorzaakt door Transport, Koeling en Opslag
 - Alle directe emissies veroorzaakt door gebruik van brandstoffen en elektriciteit, aangevuld met de indirecte emissies die zijn veroorzaakt bij de productie van brandstoffen en elektriciteit (pre-combustion).
 - Koelvloeistoffen zijn buiten beschouwing gelaten

Meet eenheid:

- Broeikasgasemissies uitgedrukt in kg CO₂-equivalenten (CO₂-equivalenten), uitgegaan van een atmosferische levensduur van 100jaar (GWP 100).
 - Alle directe emissies veroorzaakt door gebruik van brandstoffen en elektriciteit, aangevuld met de indirecte emissies die zijn veroorzaakt bij de productie van brandstoffen en elektriciteit (pre-combustion).
 - Koelvloeistoffen zijn buiten beschouwing gelaten

Functionele Eenheid:

- 1000kg product (ofwel 1 ton bloemen) vanaf het productiebedrijf. PAS2050 stelde dit begin 2008. Echter eind 2008, was de keuze voor de functionele eenheid weer vrij in te vullen.

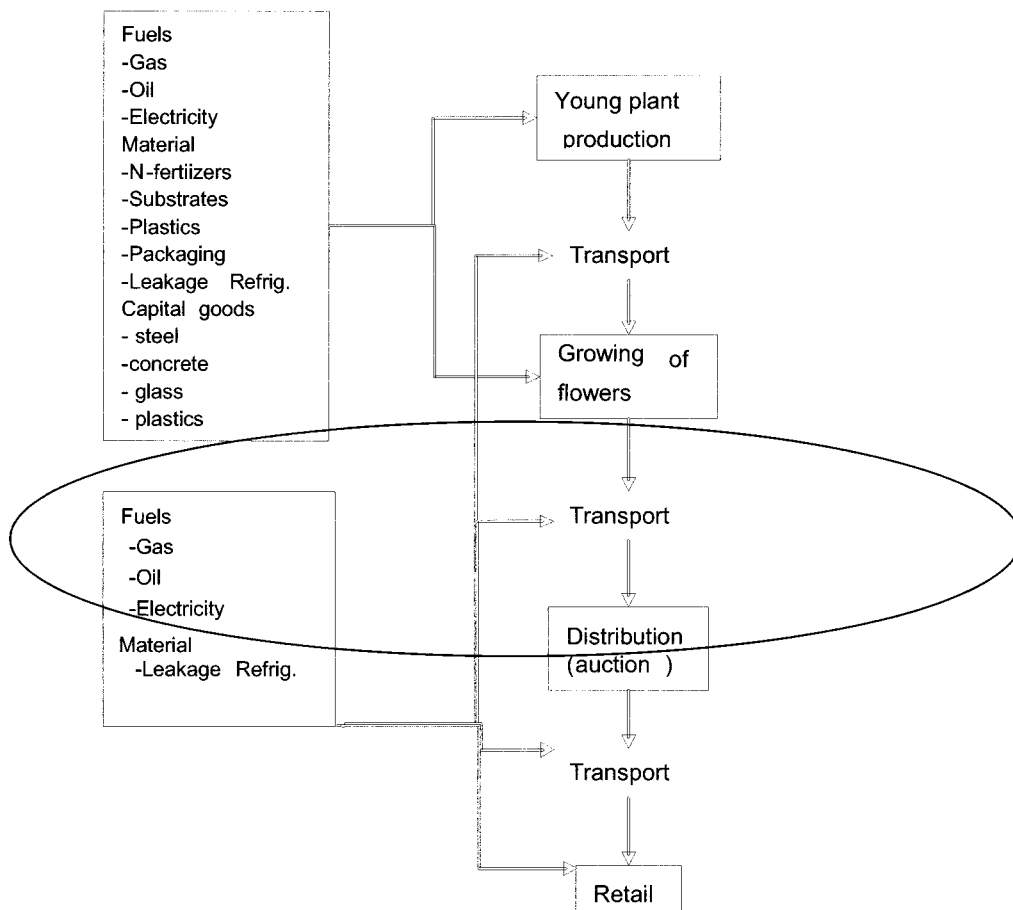
Vandaar dat nu ook bloemstelen kan worden gekozen als functionele eenheid, een term die in de sierteeltsector vaak wordt gebruikt.

Allocatie³:

- Allocatie is vermeden, door er vanuit te gaan dat er geen combi-ladingen zijn, ofwel het gehele voertuig is vol geladen met het product waarvan men de emissies wil berekenen. *De keuze voor allocatie vermijden, heeft invloed op de berekende emissies. Bijvoorbeeld als er vracht meegaat met personenvervoer en er economisch wordt gealloceerd, dan worden er minder emissies worden toegekend aan de vervoerde vracht, dan middels het vermijden van allocatie wordt gedaan.*

Data:

- Zoveel mogelijk primaire data, waar nodig aangevuld met data uit secundaire databronnen of van experts. De betrouwbaarheid is hierbij zoveel mogelijk gecontroleerd.



Figuur 1 – De keten in de bloemensector: De cirkel geeft het kader voor dit onderzoek weer

³ Allocatiemethode: een methodische keuze die betrekking heeft op allocatievraagstukken. Allocatievraagstukken ontstaan, indien er een verdeling is van 'input' en 'output' stromen over meerdere product- of processystemen dan het product- of het processysteem onder analyse. Indien er bijvoorbeeld meerdere producten uit een bewerkingsproces ontstaan worden de emissies dan bijv. economisch of naar gewicht gealloceerd of wordt bijv. het systeem uitgebreid of allocatie vermeden?

3.2 Het 'Tuinbouw protocol' – de rekenregels

Binnen dit project, wordt enkel gekeken naar 'Transport, Koeling & Bewaring', vandaar dat ook alleen de rekenregels met betrekking tot 'Transportschakels' uit het 'Tuinbouw protocol' zijn gebruikt. Alle emissies met betrekking tot teelt (productie), vallen buiten de systeemgrenzen van dit project. Het 'Tuinbouw protocol' bevat rekenregels voor de volgende 'transportschakels':

- Wegtransport+koeling
- Luchttransport
- Zeetransport

In het 'tuinbouw protocol' zit ook een rekenregel voor een correctie voor product- en vochtverlies veroorzaakt door de voorgaande ketenstappen.

De achtergrond behorende bij de betreffende rekenformules kan worden nagelezen op de website van Productschap Tuinbouw [12]. De rekenformules die zijn gebruikt in dit onderzoek staan weergegeven in versie 1.4 van 'Rekenregels t.b.v. het Functioneel ontwerp' [13].

De rekenregel voor 'Luchttransport' in versie 1.4 is later (juli 2009) aangepast:

De 'Radiative Forcing' (RF) heeft in de aangepaste rekenregel geen invloed op de broeikasgasemissies veroorzaakt door het opstijgen en dalen van het vliegtuig. Deze aanpassing in de rekenregel heeft alleen invloed op de uitkomst van de berekening als er rekening wordt gehouden met RF. Volgens PAS2050 [3] en IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) [16], hoort er momenteel bij het berekenen van broeikasgasemissies geen rekening te worden gehouden met RF.

De rekenregels met betrekking tot wegtransport en koeling uit het 'tuinbouw protocol' zijn geverifieerd. De rekenregel voor 'wegtransport' hanteert voor een standaard vrachtwagen (14 ton laadvermogen, vol beladen) een dieserverbruik van 0,31 liter/km. Van Transport en Logistiek Nederland is vernomen dat deze waarde overeenkomt met praktijkwaarden [14], ook in de literatuur is deze waarde teruggevonden [15]. Voor standaard Europese vrachtwagens lijkt de rekenregel te kloppen. Aangenomen is dat de rekenregel ook geldt voor 'standaard' vrachtwagens buiten Europa. Voor koeling is binnen de rekenregel voor wegtransport een schatting meegenomen van 5% van het dieserverbruik van de hele rit. Deze waarde is volgens koeling expert L. Lukasse (WUR-AFSG) correct. Wel zal deze waarde hoger zijn bij distributie [17].

Opgemerkt moet worden dat bij de rekenregel voor 'Zeetransport' het onduidelijk is welke waarde er voor laadvermogen (LV) moet worden ingevuld: DWT (Death Weight Tonnage) of netto laadvermogen of 'aantal TEU's vermenigvuldigd met de gemiddelde belading per TEU'. Bij het opstellen van de rekenregel is vermoedelijk 'DWT' gebruikt. Echter is deze term in de rekenregel later vervangen door 'laadvermogen'. Onduidelijk is of deze verandering juist was. Bij het gebruiken van de rekenregel in deze rapportage is voor Laadvermogen (LV) het netto

tonnage van het schip ingevuld. Aangenomen is dat op deze manier de rekenregel correct wordt gebruikt.

De standaardwaarde die het 'tuinbouw protocol' zelf hanteert is gebaseerd op 'aantal TEU's vermenigvuldigd met de gemiddelde belading per TEU'. Deze standaardwaarde staat nog onder discussie, omdat de gemiddelde belading van een container is gebruikt, waarbij niet duidelijk is of deze container 1 of 2 TEU was.

3.3 Aanvullingen en uitbreidingen rekenregels 'Tuinbouw protocol' vanuit AFSG

Samen met de werkgroep is besloten om het 'Tuinbouw protocol' aan te vullen waar nodig, om de broeikasgasemissies voor de sierteeltsector met behulp van het 'Tuinbouw protocol' te kunnen berekenen. Daarnaast is besloten om het 'Tuinbouw protocol' uit te breiden met 'Bewaring' en 'Koeling'. Dit betreft koeling tijdens bewaring, tijdens zee-transport en evt. vacuümkoeling voor luchttransport.

3.3.1 Benodigde aanvullingen

De benodigde aanvullingen aan het 'Tuinbouw protocol', zijn aanvullingen die gedaan moesten worden om met behulp van het tuinbouwprotocol broeikasgasemissies te berekenen voor de sierteeltsector. De aanvullingen zijn slechts gemaakt, indien bij de te berekenen ketenscenario's bleek dat deze aanvullingen nodig waren. De gedane aanvullingen zijn dan ook met name keten specifiek, in ons geval voor geplozen Chrysanten uit Colombia.

- Bloemconversie gewicht naar bloemsteel.

In de sierteeltsector wordt niet gewerkt met gewicht, maar met bloemstelen. Binnen het 'Tuinbouw protocol' wordt gewerkt met de functionele eenheid 1000kg product. In dit protocol was rekening gehouden met de in ontwikkeling zijnde PAS2050 (februari 2008 versie), waarin als functionele eenheid 1000kg product stond vermeld. Echter de gepubliceerde PAS2050 (oktober 2008) [3], was minder strikt dan ze aanvankelijk hadden gepubliceerd. De functionele eenheid mocht ook bloemstelen zijn. Echter was toen het 'Tuinbouw protocol' al gebaseerd op gewicht.

Omdat in de sierteeltsector veel wordt gesproken in bloemstelen, is een conversiefactor van gewicht naar bloemstelen en vice versa essentieel. Bij de deelnemende partijen is primaire data verzameld over bloemgewichten. (Later mei –juni 2009 bleek dat ook door de onderzoekers van het 'Tuinbouw protocol' gemiddelde bloemsteelgewichten per bloemsoort zijn verzameld [18]. Deze data is niet gebruikt in de later in dit rapport weergegeven berekening, omdat deze data Nederlandse bloemen betreft).

- Een conversiefactor voor Droog versus Nat vervoer zou noodzakelijk zijn geweest, indien er in de berekende scenario's naast droog ook nat werd vervoerd, echter was dit niet het geval. Deze aanvulling is daarom toch niet gemaakt.

3.3.2 Uitbreiding met Bewaring - Koeling

Binnen het 'Tuinbouw protocol' zijn de broeikasgasemissies veroorzaakt door bewaring niet afzonderlijk te berekenen, maar als onderdeel van een ketenstap, bijv. verwerking. Om die reden

is er binnen dit onderzoek een rekenregel ontworpen voor de broeikasgasemissies veroorzaakt door bewaring ansicht. Met behulp van koelingexpert F.G. van de Geijn (AFSG-WUR) [19] zijn bepaald welke variabelen relevant zijn in de berekening van broeikasgasemissies tijdens gekoelde bewaring en zijn de bijbehorende koelingfactoren (kWh/m³ per dag) berekend.

Formule: GHGBewaring,K

$$\text{GHGBewaring,K} = T * k * ((K_{\text{type-bewaring}} / D_p) * 1000) * \text{GHGelektriciteit} / 1000$$

Ktype bewaring:*

Gekoelde opslag ' steady state ' = alleen bewaring voor paar maanden, geen inslag	0,12	kWh/m3 per dag
Gekoelde opslag ' gemengd ' = inslag + steady state, korte termijn opslag	0,168	kWh/m3 per dag
Gekoelde opslag ' dagelijks belast, niet hoge buitentemperatuur ' = Nederlandse buitentemperatuur, <25°C; warm product de cel in dat moet afkoelen + deur wordt telkens geopend. Bijv. bloemenveiling in Nederland, DC)	0,24	kWh/m3 per dag
Gekoelde opslag ' dagelijks belast, hoge buitentemperatuur ' = >25°C buiten (erg warm product inslag)	0,36	kWh/m3 per dag
Standaard Ktype bewaring = indien niets bekend is over de gekoelde opslag	0,3	kWh/m3 per dag

* [19]; 0.5kwh/ton/dag voor appels [20]

Waarbij:

GHGBewaring, K = Broeikasgasemissies afkomstig van koeling tijdens bewaring [kg CO2-eq/ ton product]

T = Tijd [dagen]

k = wel of niet gekoeld (1 respectievelijk 0)

Ktype bewaring = Koelingfactor per type bewaring [kWh/m³ per dag]

Dp = Productdichtheid tijdens bewaring [kg/m³]

GHGelektriciteit = Broeikasgasemissies veroorzaakt door het gebruik en de productie van elektriciteit [CO2 eq / kWh]

3.3.3 *Uitbreiding met Koeling tijdens Zeetransport*

In het 'Tuinbouw protocol' staat een rekenregel voor het berekenen van de broeikasgasemissies veroorzaakt door transport over zee. In dit onderzoek is deze rekenregel uitgebreid met een rekenregel voor het berekenen van broeikasgasemissies veroorzaakt door koeling tijdens zeetransport.

Formule: GHGZee, T+K

$$\text{GHGZee, T+K} = \text{GHGZee, T} + \text{GHGZee, K}$$

Waarbij:

GHGzee,T = Broeikasgasemissies veroorzaakt door zeetransport [kg CO2eq/ ton product]

GHGzee, K= Broeikasgasemissies veroorzaakt door koeling tijdens zeetransport per reefercontainer [kg CO2eq/ ton product per reefercontainer]

Met behulp van koelingexpert L.J.S. Lukasse van WUR-AFSG [21] op het gebied van reefercontainers (40ft, ofwel 2 Twenty Equivalent Units = 2 TEU's), is bepaald wat het Koeling-stookolie verbruik (Ktype-40ft container) is voor een standaard reefercontainer en een energie-zuinige reefercontainer. Met behulp van deze kennis is de volgende formule ontwikkeld voor koeling tijdens zee-transport per reefercontainer:

Formule: GHG_{Zee, K}

$$GHG_{zee, K} = (T * k * K_{type-40ftcontainer} * GHG_{stookolie}) / M_p$$

K_{type-40ftcontainer}*:

K standaard 40ft container = indien onbekend, dan wordt deze K-waarde gekozen	30,36	[kg stookolie/dag]
K energiezuinige 40ft container	15,18	[kg stookolie/dag]

* [21], [22], [23]

Waarbij:

GHG_{zee, K} = Broeikasgasemissies veroorzaakt door koeling tijdens zeetransport per reefercontainer [kg CO₂-eq / ton product per reefercontainer]

T = tijd [dagen]

k = wel of niet gekoeld (1 respectievelijk 0)

K_{type-40ftcontainer} = koeling-stookolie verbruik voor een 40ft koelcontainer [kg stookolie/dag]

GHG_{stookolie} = broeikasgasemissies veroorzaakt door het gebruik van stookolie en de indirecte emissies van de productie van stookolie [kg CO₂-eq / kg stookolie]

M_p = Massa product dat vervoerd wordt in de 40ft koelcontainer [ton]

3.3.4 Uitbreiding met Voor- en Nakoelen middels vacuümkoeling bij Luchttransport

Tijdens luchttransport wordt er niet gekoeld. Wel komt het soms in de keten voor dat er wordt voor- of na-gekoeld middels vacuümkoeling om het product op temperatuur te behouden of weer op temperatuur te krijgen. Indien dit met behulp van vacuümkoeling wordt gedaan, kan gebruik worden gemaakt van de onderstaande formule. Deze formule is opgesteld met behulp van expertise van koelingexperts H. Boerrigter & M. Montsma van WUR-AFSG [24].

In de formule is voor voorcoelen een te overbruggen temperatuurverschil van 15 °C als standaard gekozen. Voor nakoelen is als standaard 10 °C gekozen.

Formule: GHGLucht, K_{voor+na}

$$GHGLucht, K_{voor+na} =$$

$$(((k_1(3.8 * 1000000 * 15) + k_2(C_p * 1000000 * 10)) * 1.25) / COP_{vacuüm}) / 3600000 *$$

$$GHG_{elektriciteit\ land} / 1000$$

Waarbij:

GHGLucht, K_{voor+na} = Broeikasgasemissies veroorzaakt door vacuümkoeling voor of na luchttransport [kg CO₂-eq / ton product]

k₁ = wel of niet voorcoelen (1 respectievelijk 0)

k2 = wel of niet nakoelen (1 respectievelijk 0)

Cp = Soortelijke warmte van het product [J/gram/°C] (Cp voor bloemen is 3.8 (J/g/°C))

COPvacuüm = de 'coefficient of performance' van de vacuüm koeler. (In de literatuur is hiervoor een waarde van ongeveer 2 gevonden [25])

GHGelektriciteit land = Broeikasgasemissies veroorzaakt door het gebruik van elektriciteit (direct + incl. productie)
[gram CO2-eq/ kWh]

3.3.5 Totale berekening – Transport, Koeling & Bewaring

Om de totale broeikasgasemissies veroorzaakt door Transport, Koeling en Bewaring te berekenen per ton product, dienen de uitkomsten van alle ketenstappen te worden opgeteld. Dit leidt tot de volgende formulering:

Formule: $S_{T,K} = \sum GHG T_s + K_s$ (per ton product)

$S_{T,K} = \sum GHG T_s + K_s =$

$\sum GHG_{Bewaring,K} + \sum GHG_{Weg,T+K} + \sum GHG_{Lucht,T} + \sum (GHG_{Zee,T} + GHG_{Zee,K}) +$
 $(\sum GHG_{Lucht,K_{voor+na}})$ [kg CO2-eq/ ton product]

Waarbij:

$S_{T,K}$ = Totale broeikasgasemissies in de keten afkomstig van Transport & Koeling [kg CO2-eq/ ton product]

$GHG_{T_s+K_s}$ = Broeikasgasemissies afkomstig van Transport & Koeling [kg CO2-eq/ ton product]

$GHG_{Bewaring,K}$ = Broeikasgasemissies afkomstig koeling tijdens bewaring [kg CO2-eq/ ton product]

$GHG_{Weg,T+K}$ = Broeikasgasemissies veroorzaakt door wegtransport en koeling [kg CO2-eq/ ton product]

$GHG_{Lucht,T}$ = Broeikasgasemissies veroorzaakt door luchttransport [kg CO2-eq/ ton product]

$GHG_{zee,T}$ = Broeikasgasemissies veroorzaakt door zeetransport [kg CO2-eq/ ton product]

$GHG_{zee,K}$ = Broeikasgasemissies veroorzaakt door koeling tijdens zeetransport per Reefercontainer
[kg CO2eq/ ton product per reefercontainer]

$GHG_{Lucht,K_{voor+na}}$ = Broeikasgasemissies veroorzaakt door vacuümkoeling voor of na luchttransport
[kg CO2-eq/ ton product]

Met de volgende formule is het mogelijk de conversie van 'ton product' ofwel ton bloemen, naar 'bloemstelen' te maken.

Formule: $S_{T,K}$ (per bloemsteel)

$S_{T,K}\text{-bloem} = \sum (GHG T_s + K_s) \times BG / 1 \times 10^6$ [kg CO2-eq/bloemsteel]

Waarbij:

$GHG_{T_s+K_s}$ = GHG van Transport & Koeling [kg CO2-eq/ ton product]

$S_{T,K}\text{-bloem}$ = Totale GHG in de keten afkomstig van Transport & Koeling uitgedrukt per bloemsteel
[kg CO2-eq/ bloemsteel]

BG = Bloemsteel gewicht [gram/bloemsteel]

In het 'Tuinbouw protocol' bestaat de mogelijkheid om een correctie uit te voeren t.b.v. het product- en vocht-verlies veroorzaakt door de voorgaande ketenschakels. Besloten is de correctie voor vochtverlies in de sierteeltsector niet uit te voeren, aangezien de bloemen droog worden vervoerd en later in de keten het verloren vocht bijna volledig weer wordt opgenomen, zo gauw de bloemen op water worden gezet. Wel wordt rekening gehouden met product-verlies, echter is deze minimaal [26][27].

Formule: $S_{T,K}$ (per bloemsteel, gecorrigeerd voor productverlies)

$$S_{T,K}\text{-bloem+correctie} = \sum(\text{GHG } T_s+K_s) \times \text{BG} / 1 \times 10^6 \times \text{CF}_{T,K} \quad [\text{kg CO}_2\text{-eq/bloemsteel}]$$

Waarbij:

$S_{T,K}\text{-bloem+correctie}$ = Totale GHG in de keten afkomstig van Transport & Koeling gecorrigeerd voor product en vochtverlies in de voorgaande ketenstappen, uitgedrukt per bloemsteel [kg CO₂-eq/ bloemsteel]

GHG = Broeikasgasemissie uitgedrukt in kg CO₂-equivalenten

GHG T_s+K_s = GHG van Transport & Koeling [kg CO₂-eq/ ton product]

CF T,K = Correctiefactor transport+koelingschakels t.b.v. productverlies

BG = Bloemsteel gewicht [gram/bloemsteel]

4 Berekenen van de broeikasgasemissies in ketenscenario's

4.1 De ketenscenario's

De volgende ketenscenario's zijn geselecteerd om te berekenen hoeveel broeikasgasemissies deze ketens veroorzaken, qua transport, koeling en bewaring:

(geplozen) Chrysanten van Colombia naar Nederland

Vanaf de teler tot de veiling (*Medellin – Aalsmeer*).

1. Per Zeeschip

2. Per Vliegtuig

In het ketenscenario waarbij wordt gevlogen, wordt het terugkoelen van de Chrysanten in Aalsmeer meegenomen in de berekening van broeikasgasemissies. Deze terugkoelstap is namelijk niet nodig als de Chrysanten per zeeschip worden vervoerd. Beide scenario's betreffen het 'droog' vervoeren van chrysanten.

In de rest van deze studie, zal in plaats van het volledige ketenscenario te benoemen, worden gerefereerd naar 'zeeschip scenario' en 'vliegtuig scenario'.

4.2 Data verzamelen

Voor beide ketens is zoveel mogelijk primaire data verzameld. Primaire data is het meest geschikt om een realistische berekening uit te voeren. Bij de partners is informatie verzameld middels een vragenlijst, eveneens zijn experts geïnterviewd. In Tabel 1 staat de beschrijving van het 'zeeschipscenario' en de daarbij verzamelde data.

Tabel 1: Ketenbeschrijving van het 'Zeeschipscenario' en de daarbij verzamelde data

Ketenstap omschrijving	Van locatie	Naar locatie	Afstand (km)*	Tijd (dagen)	Specificering m.b.t. koeling	Laadvermogen (ton)	Beladingfactor op basis van gewicht (0-1)	Factor leeg afgelegde terugweg t.o.v. de heenweg (kmf = 0-1)	# Tussenstops (haven/ vliegveld)	Bloemdichtheid in de ruimte (kg/m ³)	Product hoeveelheid per reefercontainer (ton)
1) Gekoelde bewaring in Colombia op het veld	Medellin Colombia			1	Gekoeld; elektrisch Dagelijks belast. Buitentemp. >25 ^o C					130	
2) Gekoeld vrachtwagentransport naar de haven	Medellin Colombia	Cartagena Colombia	585		Gekoeld; diesel	14 (std)	0,44	0,75 (std)			
3) Gekoeld Sortiecontainer – douane proces in de haven	Cartagena Colombia			2	Gekoeld: 1 dag vrachtwagen + 1 dag reefercontainer + 0,5 dag sortiecontainer					21,7 (sortie container)	6,16
4) Gekoeld Zeetransport	Cartagena Colombia	Rotterdam Nederland	9054	12,5	Gekoeld; stookolie	gem. 12256	0,8 (std)	0 (std)	1		6,16
5) Verladen zonder koeling	Rotterdam Nederland				Ongekoeld						
6) Gekoeld vrachtwagentransport naar Aalsmeer	Rotterdam Nederland	Aalsmeer Nederland	59		Gekoeld; diesel	14 (std)	0,44	0,75 (std)			

* [28],[29],[30]

In Tabel 2 staat de beschrijving van het ‘vliegtuigscenario’ en de daarbij verzamelde data. Bij de verzamelde data moet worden opgemerkt, dat het niet altijd gemakkelijk was om deze te verzamelen.

Tabel 2: Ketenbeschrijving van het ‘Vliegtuigscenario’ en de daarbij verzamelde data

Ketenstap omschrijving	Van locatie	Naar locatie	Afstand (km)*	Tijd (dagen)	Specificering m.b.t. koeling	Laadvermogen (ton)	Beladingfactor op basis van gewicht (0-1)	Factor leeg afgelegde terug weg t.o.v. de heenweg (kmf = 0-1)	# Tussenstops (haven/vliegveld)	Bloemdichtheid in de ruimte (kg/m ³)
1) Gekoelde bewaring in Colombia op het veld	Medellin, Colombia			1	Gekoeld; elektrisch. Dagelijks belast, Buitentemp. > 25°C					130
2) Gekoeld vrachtwagentransport naar het vliegveld	Medellin, Colombia	Bogota, Colombia	358		Gekoeld; diesel	14 (std)	0,9	1		
3) Gekoelde bewaring op het vliegveld	Bogota, Colombia			0,5	Gekoeld; elektrisch Dagelijks belast, Buitentemp. > 25°C					65 of lager
4) Vliegtransport, ongekoeld	Bogota, Colombia	Schiphol, Nederland	8852			100 (std)	0,76 (std)	0 (std)	0, rechts treeks	
5) Gekoelde bewaring op het vliegveld	Schiphol, Nederland			0,04 (1uur)	Gekoeld; elektrisch Dagelijks belast, Buitentemp. < 25°C					65 of lager
6) Gekoeld vrachtwagentransport naar Aalsmeer	Schiphol Nederland	Aalsmeer, Nederland	8		Gekoeld; diesel	14 (std)	0,57	0,75 (std)		
7) Terugkoelen te warm product in Aalsmeer	Aalsmeer Nederland			1	Gekoeld; elektrisch Dagelijks belast, Buitentemp < 25°C					65 of lager

* [28],[29],[30]

Er is weinig data zo beschikbaar, omdat veel data die nodig is voor het berekenen van broeikasgasemissies nu niet interessant zijn voor de ketenpartijen en (nog) niet automatisch worden verzameld. Aangezien het vaak primaire data betreft, is het tevens lastig om te beoordelen wat de betrouwbaarheid is.

Voor een aantal variabelen zijn standaard waarden gebruikt, afkomstig uit het ‘tuinbouw protocol’ bij deze waarden staat ‘std’ vermeld in de tabel. Er is alleen uitgegaan van standaard waarden, indien er geen specifieke (primaire) data kon worden gevonden, m.b.t. bijvoorbeeld de belading, laadvermogen, en omwegpercentages (Deze waarden kunnen dus aannames zijn). De afstanden van de routes zijn opgezocht [28], [29], [30]. Tijden zijn gemiddelden van wat bekend is voor de betreffende ketenstap. De bloemdichtheid, de producthoeveelheid per container, en de beladingfactor voor geplozen chrysanten zijn berekend op basis van primaire gegevens en schattingen.

De meer specifieke toelichting en aannames per ketenstap staan hieronder per 'ketenscenario' beschreven.

'Zeeschip scenario' – toelichting en aannames indien nodig:

- Ad ketenstap 2) Bij de beladingfactor van de vrachtwagen in het 'zeeschip scenario' is aangenomen dat er niet meer in de vrachtwagen wordt gepakt dan in een reefercontainer past (20 pallets). Daarnaast is uitgegaan van een optimale keten, ofwel het vrachtwagentransport in Colombia is gekoeld.
- Ad ketenstap 3) Voor het 'zeeschip scenario' is bij ketenstap 3) 'Gekoeld sortie-container douane proces in de haven' een berekening gedaan op basis van meerdere rekenregels, aangezien deze stap verdeeld is over drie 'modaliteiten': De vrachtwagen (1dag), de sortie-container (0,5dag) en het zeeschip-reefercontainer (1dag). Omdat voor het berekenen van broeikasgasemissies veroorzaakt door koelen in een stilstaande vrachtwagen geen rekenregel is, is er vanuit gegaan dat het koeling-verbruik bij een dag koelen bij stilstaan, hetzelfde zou zijn als zou er een dag gereden zijn (aannahme 1440km). Met deze aannahme zijn de broeikasgasemissies veroorzaakt door een stilstaande koelende vrachtwagen berekend. Voor het berekenen van de broeikasgasemissies veroorzaakt door koeling van de reefercontainer is aangenomen dat er een standaard reefercontainer is gebruikt en niet een energiezuinige.
- Ad ketenstap 4) Aangenomen is dat de vaartijd gemiddeld 12,5^o dag zal zijn. Het laadvermogen van het schip is bepaald op basis van lijndienstgegevens van 2 weken voor schepen met een vaartijd van 12-13 dagen [31], [32]. Het aantal tussenstops in de haven is bepaald met behulp van lijndienst van Hamburgsüd [33]. Voor het berekenen van de broeikasgasemissies veroorzaakt door koeling van de reefercontainer is aangenomen dat er een standaard reefercontainer is gebruikt en niet een energiezuinige.

'Vliegtuig scenario' – specifieke toelichting en aannames indien nodig

- Ad ketenstap 2) Er is aangenomen dat het vrachtwagentransport georganiseerd is en dat de chrysanten in een standaard vol beladen truck, gekoeld naar het vliegveld worden gereden. Er is uitgegaan van 6 pallets bloemen in een 'std' beladen truck, dit resulteert in een beladingfactor van 0,9. De vrachtwagen rijdt leeg terug vanaf het vliegveld.
- Ad ketenstap 3) Er is aangenomen dat de bloemdichtheid tijdens bewaring op het vliegveld gemiddeld is voor chrysanten (65kg/m³). Deze zou ook lager kunnen zijn.
- Ad ketenstap 4) Aangenomen is dat er gevlogen wordt met een Boeing 747 100-300 (de 'std' in het tuinbouw protocol) met een 'std' belading. Er is dus aangenomen dat met de 6 pallets bloemen de gemiddelde beladingfactor van 0.76 niet wordt verlaagd. Verder is aangenomen dat het een rechtstreekse vlucht betreft en dat 'Radiative Forcing' geen invloed heeft op de broeikasgasemissies. (Andere vluchtopties zijn via Curaçao of Barcelona).
- Ad ketenstap 5) Er is aangenomen dat de bloemdichtheid tijdens bewaring op het vliegveld gemiddeld is voor chrysanten (65kg/m³). Deze zou ook lager kunnen zijn.

- Ad ketenstap 6) Bij vrachtwagentransport naar Aalsmeer is er vanuit gegaan dat de vrachtwagen vol wordt geladen met alleen chrysanten en dat deze voor 75% leeg terugrijdt.
- Ad ketenstap 7) Er is aangenomen dat de bloemdichtheid tijdens bewaring op het vliegveld gemiddeld is voor chrysanten (65kg/m³). Deze zou ook lager kunnen zijn.

Internationaal zijn er erkende data die weergeven hoeveel broeikasgasemissies worden veroorzaakt door het gebruik en de productie ('pre-combustion') van brandstoffen en elektriciteit. De in dit onderzoek gehanteerde broeikasgasemissie-waarden (GHG-waarden) voor brandstof en elektriciteit zijn dezelfde als in het 'Tuinbouw protocol' en staan weergegeven in

Tabel 3.

Tabel 3: Broeikasgasemissie-waarden (GHG) voor diverse brandstof/elektriciteitsbronnen (gebruik+productie)

Brandstof/Elektriciteits-bron	GHG-waarde (directe emissies door gebruik+productie (pre- combustion))	Eenheid
Diesel	3,60	[kg CO2-eq/ kg diesel]
Stookolie	3,58	[kg CO2-eq/ kg stookolie]
Kerosine	3,55	[kg CO2-eq/ kg kerosine]
Elektriciteit-Nederland	640	[gram CO2-eq/ kWh]
Elektriciteit-Colombia	134*	[gram CO2-eq/ kWh]

* [34]

5 Resultaten berekende broeikasgasemissies

5.1 Totale broeikasgasemissies voor de twee ketenscenario's

Beide ketenscenario's zijn door gerekend met de hierboven weergegeven formules en de verzamelde data en aannames, resulterend in het volgende:

'Zeeschip scenario' : 563 [kg CO₂-eq/ton geplozen chrysanten]

'Vliegtuig scenario': 5416 [kg CO₂-eq/ton geplozen chrysanten]

Uitgedrukt in bloemstelen is dit:

'Zeeschip scenario' : 0.048 [kg CO₂-eq/ geplozen chrysant]

'Vliegtuig scenario': 0.460 [kg CO₂-eq/geplozen chrysant]

Waarbij 1 geplozen chrysant gemiddeld 85gram weegt (=BG) [26].

Daarnaast kan nog een correctie voor productverlies worden meegenomen. Voor zowel het 'zeeschip scenario' als voor het 'vliegtuig scenario' is dit dezelfde correctie. In de sierteeltsector zou het productverlies in de keten (transport, koeling, bewaring) maximaal 0,5% zijn [26]. Het vochtverlies wordt in de berekening voor de sierteeltsector niet meegewogen, aangezien bloemen na transport worden gerehydrateerd, alvorens ze naar de winkel gaan.

Gecorrigeerd voor het maximale productverlies (maximale $CF_{T,K} = 1.005$):

'Zeeschip scenario': 0.048 [kg CO₂-eq/ geplozen chrysant]

'Vliegtuig scenario': 0.463 [kg CO₂-eq/geplozen chrysant]

De maximale 0.5% productverlies in de keten heeft niet veel invloed op de totale broeikasgasemissies veroorzaakt door de keten heen (transport, koeling & bewaring). Na elke conversie of correctie, blijft de verhouding tussen het 'zeeschip scenario' en het 'vliegtuig scenario' gelijk. Om die reden is ervoor gekozen in deze rapportage te continueren met de cijfers zonder de correctie voor productverlies [kgCO₂eq/ton geplozen chrysanten].

Gekeken naar de resultaten van de berekening, dan mag geconcludeerd dat het 'zeeschip scenario' circa 10 keer minder broeikasgasemissies veroorzaakt dan het 'vliegtuig scenario', dit ondanks de langere duur van het 'zeeschipscenario' (~17 dagen versus ~3dagen). Aan het getal '10' moet niet teveel waarde worden gehecht, aangezien er ook rekening dient te worden gehouden met de spreiding in de data (aannames en gemiddelden). Hier wordt in het volgende hoofdstuk verder op ingegaan.

5.2 De grootste broeikasgasemissie bijdrage per scenario

Per ketenscenario is bekeken hoeveel procent de betreffende ketenstappen bijdragen aan het betreffende ketenscenario. De ketenstappen die de grootste bijdrage aan broeikasgasemissies veroorzaakten, zijn nader bestudeerd. Op deze manier kan

bepaald worden wat de meeste invloed heeft op de broeikasgasemissies en eventueel hoe men deze kan reduceren in de betreffende keten.

5.2.1 Chrysanten van Colombia naar Nederland – Per Zeeschip

In Tabel 4 staan de broeikasgasemissies veroorzaakt per ketenstap en de bijbehorende procentuele bijdrage aan de totaalsom. De procentuele bijdrage per ketenstap aan het totaal aan broeikasgasemissies is eveneens weergegeven in Figuur 2.

Tabel 4: Broeikasgasemissies veroorzaakt door transport, koeling en bewaring per ketenstap uitgedrukt in kg CO₂-eq/ton chrysanten en percentage van het totaal.

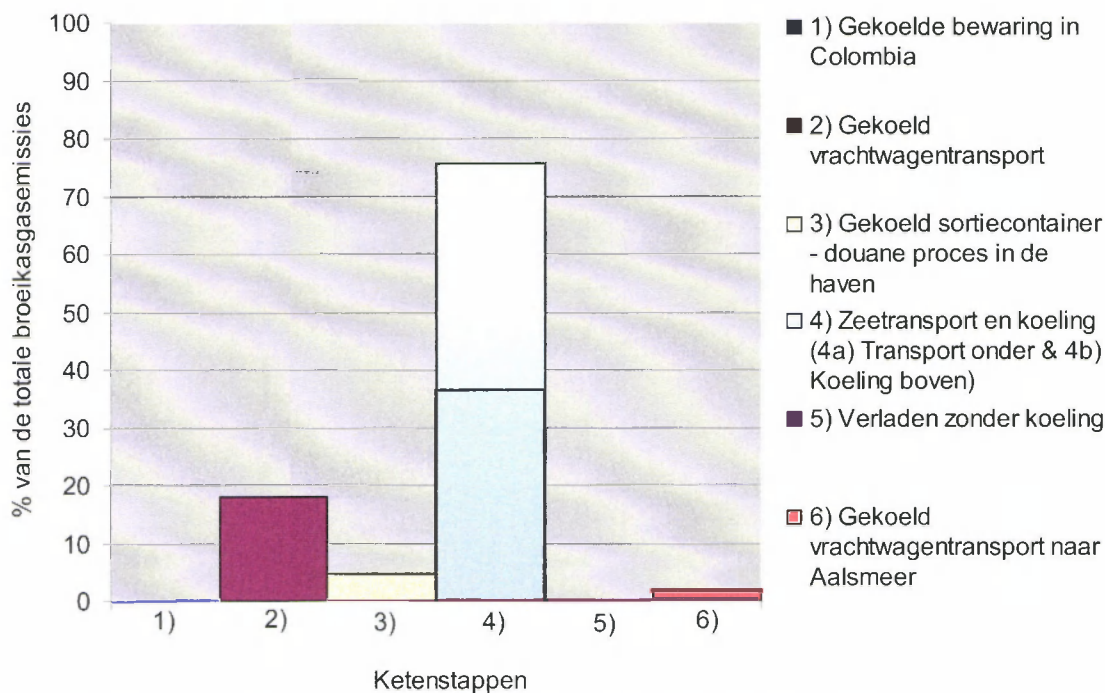
Ketenstap	Broeikasgasemissies [kg CO ₂ eq/ ton chrysanten]	% van het totale 'zeeschip scenario'
1) Gekoelde bewaring in Colombia op het veld	0,4	0,07
2) Gekoeld Vrachtwagen transport naar de haven	101,1	18
3) Gekoeld Sortiecontainer – douane proces in de haven	25,5	4,5
4) Gekoeld Zeetransport	425,5	75,6
4a) Zee-transport	205,0	36,4
4b) Zee-koeling	220,6	39,2
5) Verladen zonder koeling	0	0
6) Gekoeld Vrachtwagentransport naar Aalsmeer	10,3	1,8
Totaal	563	

Uit zowel Tabel 4 als Figuur 2 blijkt dat de grootste procentuele bijdrage aan broeikasgasemissies in het 'zeeschip scenario' het gekoelde zeetransport is (76%). 48% hiervan is veroorzaakt door het zeetransport en 52% door de gebruikte koeling. Aangezien binnen dit 'zeeschip scenario' deze ketenstap het langste duurt en de meeste afstand wordt afgelegd, was te verwachten dat deze ketenstap de grootste broeikasgasemissie bijdrage zou hebben. Daarnaast was een expertschatting [35] dat koeling circa 50% van de broeikasgasemissies veroorzaakt tijdens zeetransport met koeling. Dit percentage stemt overeen met de berekende 52% in dit ketenscenario. Omdat de formule voor koeling gebaseerd is op dagen en de formule voor transport op afstand, zal de verhouding koeling:transport niet altijd hetzelfde zijn.

Ook het gekoelde vrachtwagentransport in Colombia draagt aanzienlijk bij (18%), hiervan is een gering deel afkomstig van koeling (0,9%) en veroorzaakt dus met name het transport de broeikasgasemissies. De afgelegde afstand per vrachtwagen is redelijk groot.

Deze twee ketenstappen gezamenlijk (4. Gekoeld Zeetransport & (2. Gekoeld vrachtwagentransport in Colombia) dragen voor 94% bij aan de broeikasgasemissies veroorzaakt door dit ketenscenario (563 kg CO₂eq/ton geplozen chrysanten – 0.048 kg CO₂eq/geplozen

chrysant). De overige 6% wordt veroorzaakt door de andere vier ketenstappen gezamenlijk. Gezien de geringe duur en de afgelegde afstand in deze vier ketenstappen, was dit te verwachten.



Figuur 2: Procentuele bijdrage per ketenstap aan de totale broeikasgasemissies veroorzaakt door het 'zeeschip scenario' (koeling, transport & bewaring).

Nu bepaald is welke ketenstappen relevant zijn, kan binnen de betreffende ketenstappen worden bekeken welke variabelen de meeste invloed hebben op de broeikasgasemissies veroorzaakt door de betreffende ketenstap. Indien men deze variabelen in de keten dus positief kan beïnvloeden, kan men de broeikasgasemissies veroorzaakt door het 'zeeschipscenario' aanzienlijk reduceren.

Zeetransport – toegelicht

Variabelen die veel invloed hebben:

- de extra kilometerfactor (kmf), voor welk aandeel het schip leeg terugvaart.
- de beladingsgraad (LG)
- gevolgd door het laadvermogen van het schip en de afgelegde afstand (km)

Variabelen die weinig invloed hebben:

- Aantal tussenstops in de haven (ZH)

Zeekoeling – toegelicht

Variabelen die veel invloed hebben:

- Het wel of niet aanzetten van de koeling (indien dit geen productverlies teweeg brengt)
- Aantal dagen varen (ofwel koelen)
- Energiezuinige 40ft reefercontainer versus een Standaard 40ft reefercontainer

Vrachtwagentransport Colombia - toegelicht

Variabelen die veel invloed hebben:

- De afgelegde afstand (in het beschreven 'zeeschipscenario' is deze aanzienlijk (585km)
- Het laadvermogen van de vrachtwagen
- De beladingsgraad, t.o.v. de standaardwaarde is in deze ketenstap de beladingsgraad relatief laag (veroorzaakt door de lage dichtheid van bloemen).

Variabelen die weinig invloed hebben:

- Het wel of niet aanzetten van de koeling

Binnen het 'zeeschip scenario' veroorzaken zeetransport & koeling (ketenstap 4 - 76%) en het vrachtwagentransport in Colombia (ketenstap 2 – 18%) voor de grootste broeikasgasemissie bijdrage. Wil men binnen dit 'zeeschip scenario' de broeikasgasemissie reduceren, dan kan men het beste de hierboven beschreven variabelen positief beïnvloeden, indien mogelijk.

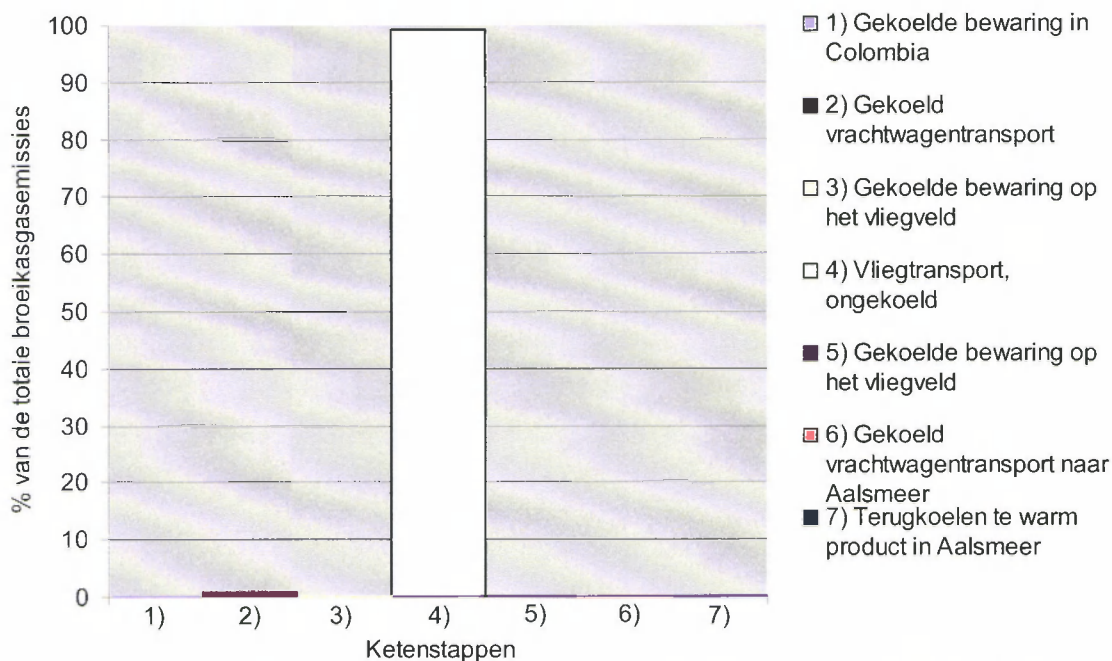
5.2.2 Chrysanten van Colombia naar Nederland – Per Vliegtuig

In Tabel 5 staan de broeikasgasemissies veroorzaakt per ketenstap en de bijbehorende procentuele bijdrage aan de totaalsom. De procentuele bijdrage aan het totaal aan broeikasgasemissies per ketenstap is eveneens weergegeven in Figuur 3 .

Tabel 5: Broeikasgasemissies veroorzaakt door transport, koeling en bewaring per ketenstap uitgedrukt in kg CO₂-eq/ton chrysanten en percentage van het totaal.

Ketenstap	Broeikasgasemissies [kg CO ₂ eq/ ton chrysanten]	% van het totale 'vliegtuig scenario'
1) Gekoelde bewaring in Colombia op het veld	0,4	0,01
2) Gekoeld vrachtwagentransport naar het vliegveld gekoeld	39,2	0,7
3) Gekoelde bewaring op het vliegveld	0,4	0,01
4) Vliegtransport, ongekoeld	5372	99,2
5) Gekoelde bewaring op het vliegveld	0,1	0,00
6) Gekoeld vrachtwagentransport naar Aalsmeer gekoeld	1,2	0,02
7) Terugkoelen te warm product in Aalsmeer	2,4	0,04
Totaal	5416	

Uit zowel Tabel 5 en Figuur 3 komt duidelijk naar voren dat binnen het 'vliegtuig scenario', ketenstap 4. vliegtransport de grootste broeikasgasemissie bijdrage heeft (99,2%). Van de andere ketenstappen komt alleen ketenstap 2. gekoeld vrachtwagentransport boven de 0,0% uit, namelijk 0,7%. Deze 0,7% staat wel voor 39 (kg CO₂-eq/ ton chrysanten), echter is in dit 'vliegtuig scenario' dit relatief gezien niets, gezien totale broeikasgasemissies veroorzaakt door het 'vliegtuig scenario': 5416 (kg CO₂-eq/ton chrysanten). Indien dit 'gekoelde vrachtwagentransport' zou hebben plaatsgevonden in het 'zeeschip scenario' dan zou het een meer relevante bijdrage zijn geweest (~7%).



Figuur 3: Procentuele bijdrage per ketenstap aan de totale broeikasgasemissies veroorzaakt door het 'zeeschip scenario' (koeling, transport & bewaring).

Aangezien vliegtransport (ketenstap 4) voor 99% bijdraagt aan de totale broeikasgasemissies van het 'vliegtuig scenario' is alleen van deze ketenstap bepaald welke variabelen de meeste invloed hebben op de broeikasgasemissies veroorzaakt door deze ketenstap.

Vliegtransport – toegelicht

Variabelen die veel invloed hebben:

- RF (indien deze toegepast gaat worden bij het berekenen van emissies)
- Of een vliegtuig vol terug vliegt of niet (extra kmfactor (kmf))
Economisch gezien, zal het niet vaak voorkomen dat een vliegtuig niet vol terugvliegt.
- De afgelegde afstand (km)
- De beladingsgraad (deze zal zo hoog mogelijk worden gehouden, echter kunnen bloemen wellicht de beladingsgraad verlagen, door de lage dichtheid)

Binnen het 'vliegtuig scenario' veroorzaakt vliegen de grootste bijdrage aan broeikasgasemissies (99%). Wil men binnen dit 'vliegtuig scenario' de broeikasgasemissie reduceren, dan kan men het beste de hierboven beschreven variabelen positief beïnvloeden, indien mogelijk.

6 Discussie

6.1 Spreiding – variatie in scenario's

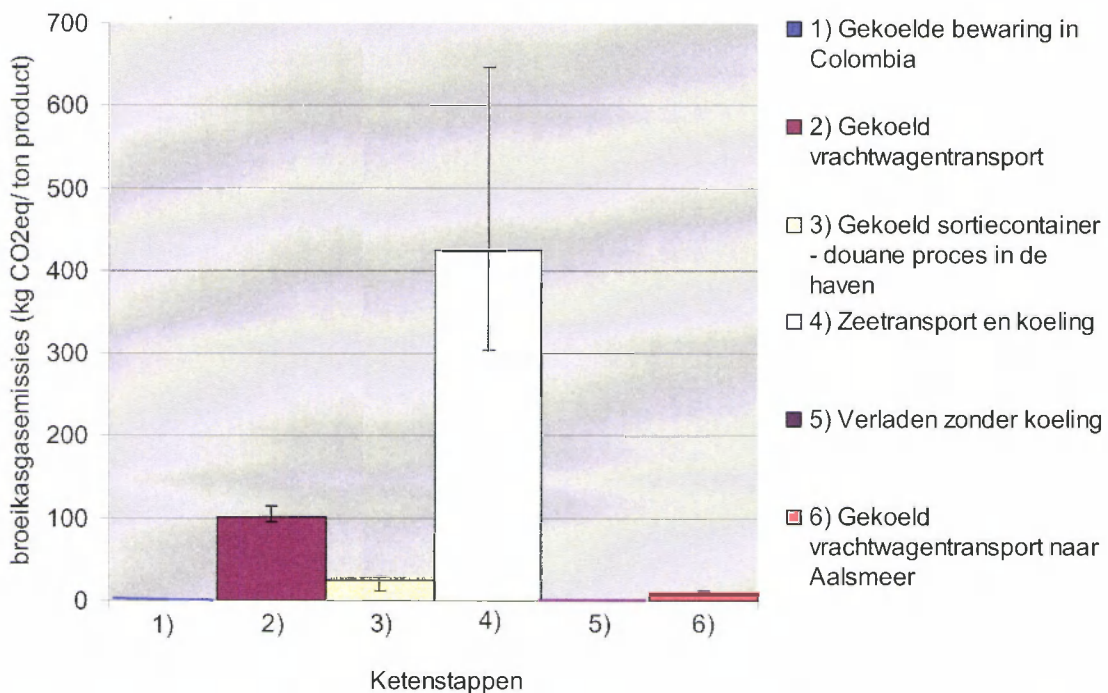
Zoals beschreven bij het 'data verzamelen' (4.2) is er gebruik gemaakt van gemiddelden (tijd), is er gekozen voor een bepaalde route (bijv. rechtstreeks/ 12,5e dag) terwijl er soms meerdere routes beschikbaar zijn, zijn er standaard waarden (uit het 'tuinbouw protocol') gebruikt en zijn er een aantal aannames gemaakt, indien er geen exacte primaire data beschikbaar was. De variatie in deze data, veroorzaakt een spreiding in het eindresultaat. Door in de rekenregels de minimum en maximum waarden van de verzamelde data te bepalen en in te vullen voor deze ketenscenario's, kan men de spreiding berekenen in het broeikasgasemissie resultaat voor de betreffende ketenscenario's.

Dit heeft geleid tot de volgende spreiding in broeikasgasemissies:

'Zeeschip scenario': 563 <min. 422 - max. 804> [kg CO₂-eq/ ton chrysanten]

'Vliegtuig scenario': 5416 <min. 5407 – max. exclusief RF 10371 [kg CO₂-eq/ ton chrysanten]
max. inclusief RF 19035 [kg CO₂-eq/ ton chrysanten]

Als gekeken wordt naar deze spreiding, dan is duidelijk dat de factor 10 die eerder is berekend voor het aantal keer mindere emissies veroorzaakt door het 'zeeschip scenario' t.o.v. het 'vliegtuig scenario', niet zoveel zeggend is. Als met behulp van de spreiding wordt gekeken naar het aantal keer minder emissies dan varieert deze tussen de factor: 7 en 24/45 (waarbij 45, indien uitgegaan wordt van RF).

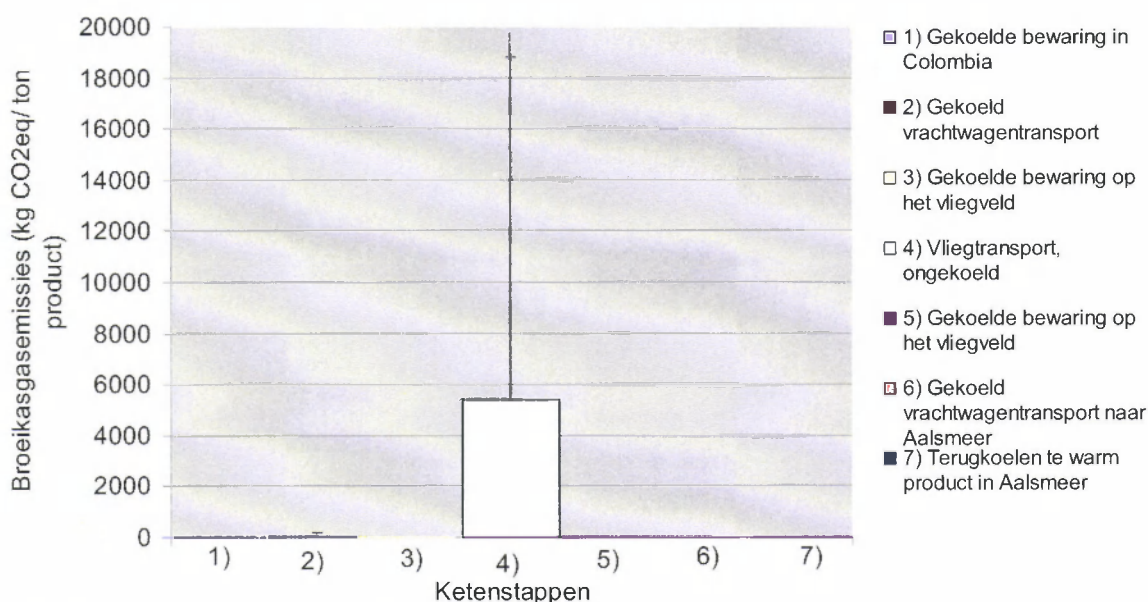


Figuur 4 Broeikasgasemissies per ketenstap veroorzaakt door het 'zeeschip scenario' (koeling, transport & bewaring). De spreiding in het resultaat is weergegeven met de verticale zwarte lijnen.

De ‘aannames’ die de meeste spreiding veroorzaken per ketenscenario, zijn de volgende (zie Figuur 4 en Figuur 5):

‘Zeeschip scenario’ (Figuur 4):

- 12,5^e dag varen t.o.v. 22 dagen varen (168 kg meer CO₂-eq/ton chrysanten)
- Helemaal vol terugvaren t.o.v. voor 50% leeg terugvaren (50% leeg terugvaren veroorzaakt 101 kg meer CO₂-eq/ton chrysanten)
- Een Standaard 40ft reefercontainer t.o.v. een Energiezuinige 40ft reefercontainer (een energiezuinige container veroorzaakt 119 kg minder CO₂-eq/ton chrysanten)



Figuur 5 Broeikasgasemissies per ketenstap veroorzaakt door het ‘zeeschip scenario’ (koeling, transport & bewaring). De spreiding in het resultaat is weergegeven met de verticale zwarte lijnen.

‘Vliegtuig scenario’ (Figuur 5):

- ‘Radiative Forcing’ (RF)
Bij vliegen veroorzaakt de aanname dat er geen invloed is van ‘Radiative Forcing’ (RF) op de broeikasgasemissies een grote impact. Indien in plaats van de 1, geadviseerd door PAS2050 [3] en IPCC [16], de 1,89 voor RF wordt ingevuld. Wordt het aantal broeikasgasemissies veroorzaakt door het ‘vliegtuig scenario’ bijna verdubbeld (Een RF van 1,89 veroorzaakt een verhoging van 4640 kg CO₂-eq./ton product).
- Vol terugvliegen (kmf = 0)
De standaard extra km-factor (kmf) is gekozen als kmf-waarde, aangezien geen andere data voorhanden was. Daarmee is aangenomen dat in het ‘vliegtuig scenario’, het vliegtuig vol terug vliegt. (Indien het vliegtuig voor 25% leeg terugvliegt veroorzaakt dit 1601kg meer CO₂-eq/ton chrysanten).

- Aanname dat de beladingfactor tijdens vliegen standaard 0,76 is. Het kan dat doordat bloemen een lagere dichtheid hebben dan gemiddelde belading, dat de beladingfactor lager is (0,6). (Deze lagere beladingfactor veroorzaakt 1433 kg meer CO₂-eq/ton chrysanten).
- Rechtstreeks vliegen
Er is vanuit gegaan dat er rechtstreeks wordt gevlogen, echter zou de route ook via Curaçao of Barcelona kunnen gaan (km = 9765, extra tussenstop). (De extra kg CO₂eq/ton chrysanten indien via Barcelona wordt gevlogen is: 806 kg).
- Standaard vrachtwagen vervoer naar het vliegveld
De aanname dat het wegtransport naar het vliegveld met georganiseerd vervoer zou plaatsvinden met een standaard vrachtwagen in plaats van met een klein busje. (Indien met een klein busje zou worden vervoerd leidt dit tot een ~195kg hogere broeikasgasemissie per ton product).

6.2 Vergelijking met andere studies

Geprobeerd is de verkregen resultaten te vergelijken met eerdere onderzoeken naar broeikasgasemissies binnen de sierteelt sector. Zoals verwacht, was het niet mogelijk om de resultaten te vergelijken:

- De berekende broeikasgasemissies zijn specifiek voor de berekende twee ketens. De in de literatuur berekende ketens zijn vaak totaal verschillend qua route en ook de bloemsoort is verschillend. De meeste berekeningen zijn gedaan met rozen, zoals het onderzoek van de Cranfield university [2].
- De gebruikte data is ketenspecifiek. Vaak is in een onderzoek niet transparant hoe men aan de data is gekomen.
- De systeemgrenzen zijn verschillend. Het ene onderzoek is bijvoorbeeld inclusief teelt, de andere exclusief.
- Niet altijd is te achterhalen hoe de onderzoeksresultaten zijn berekend. De gebruikte methode en methodische keuzes (zoals allocatie) zijn per onderzoek vaak verschillend, hierdoor zijn de resultaten niet vergelijkbaar.
- De verschillende onderzoeksresultaten kunnen zijn uitgedrukt in verschillende functionele eenheden (Bijv. CO₂eq/1000kg of CO₂eq/bloemsteel). Dit maakt vergelijken lastig, aangezien conversie data vaak ontbreekt.
- Daarnaast is de bloemensector dynamisch, wat variatie in resultaten gedurende het jaar veroorzaakt.

7 Conclusies

In dit onderzoek is berekend hoeveel broeikasgasemissies de volgende twee ketenscenario's veroorzaken:

Transport van (geplozen) Chrysanten van Colombia naar Nederland, inclusief koeling en bewaring, vanaf de teler tot de veiling (*Medellin – Aalsmeer*):

1. 'Zeeschip scenario': 563 [kg CO₂-eq/ton geplozen chrysanten]
0.048 [kg CO₂-eq/ geplozen chrysant]
2. 'Vliegtuig scenario': 5416 [kg CO₂-eq/ton geplozen chrysanten]
0.460 [kg CO₂-eq/geplozen chrysant]

De meeste impact op het broeikasgaseffect binnen het 'zeeschip scenario' is het gekoelde zeetransport (76%) gevolgd door het gekoelde wegtransport in Colombia (18%). De meeste impact op het broeikasgaseffect binnen het 'vliegtuig scenario' heeft het vliegtransport (99%).

De maximale spreiding veroorzaakt door variatie-mogelijkheden en aannames in de data is:

- 'Zeeschip scenario': min. 422 - max. 804 [kg CO₂-eq/ ton chrysanten]
'Vliegtuig scenario': min. 5407 - max. exclusief RF⁴ 10371 [kg CO₂-eq/ ton chrysanten]
- max. inclusief RF⁴ 19035 [kg CO₂-eq/ ton chrysanten]

Het chrysanten transport veroorzaakt in deze specifieke keten circa een factor 10 minder broeikasgasemissies in het 'zeeschip scenario' dan in het 'vliegtuig scenario'. Wanneer rekening wordt gehouden met mogelijke spreiding, veroorzaakt het 'zeeschip scenario' minimaal 7 en maximaal 45 keer minder emissies dan het 'vliegtuig scenario'. (Hierbij geldt de factor 45, indien uitgegaan wordt van de versterkende invloed van Radiative Forcing⁴ op het broeikas effect. Wanneer dit niet wordt meegenomen wordt de maximale factor 24 i.p.v. 45.) Conclusie van dit onderzoek blijft dat het 'zeeschip scenario' veel minder broeikasgasemissies veroorzaakt dan het 'vliegtuig scenario' in de keten "droog transport van (geplozen) Chrysanten van Colombia naar Nederland".

⁴ Radiative Forcing: Stralingsonbalans. Bijvoorbeeld op grote hoogte is het broeikasgaseffect van emissies groter. De PAS 2050 adviseert deze RF correctiefactor bij vliegen niet toe te passen [3].

8 Aanbevelingen

Naar aanleiding van dit onderzoek zijn er een aantal aanbevelingen. Hieronder staan eerst de aanbevelingen m.b.t. de cases, gevolgd door de aanbevelingen m.b.t. de berekeningen van deze cases. Ten slotte volgen de aanbevelingen m.b.t. de rekenregels en het ‘Tuinbouw protocol’.

Aanbevelingen m.b.t. de berekende cases:

- Om de broeikasgasemissies te reduceren heeft het de aanbeveling om meer Chrysanten van Colombia naar Nederland per ‘zeeschip scenario’ te versturen in plaats van per ‘vliegtuig scenario’.
- Wil men het broeikasgaseffect van het ‘zeeschip scenario’ reduceren, dan kan men zich het best richten op innovaties in de ketenstap ‘gekoeld zeetransport’.
- Wil men het broeikasgaseffect van het ‘vliegtuig scenario’ reduceren, dan kan men zich het best richten op innovaties in de ketenstap ‘vliegtuigtransport’.

Aanbevelingen m.b.t. de berekeningen:

- Het dient de aanbeveling om te bestuderen of er een verschil in productverlies optreedt in een ‘vliegtuig scenario’ t.o.v. een ‘zeeschip scenario’, aangezien er bij vliegen niet gekoeld wordt, echter daar tegenover staat een kortere reistijd.
- In de berekeningen in dit onderzoek is het netto tonnage van een schip, als laadvermogen gehanteerd. Indien dit onjuist is, dan dient het de aanbeveling om de berekening voor zeetransport in deze rapportage opnieuw uit te voeren.
- Verifiëren of het dieselverbruik van ‘standaard’ vrachtwagens buiten Europa afwijkt van de 0,31 liter/km (voor een volle vrachtwagen van 14 ton), zoals wordt gehanteerd in de rekenregel voor vrachtwagentransport.

Uitbreiden ‘Tuinbouw protocol’ en rekenregels aanvullen

- Gezien de grote invloed van koeling tijdens zeetransport, lijkt het essentieel dat koeling tijdens zeetransport aan het ‘Tuinbouw protocol’ wordt toegevoegd.
- De in dit onderzoek ontworpen rekenregels voor bewaring en koeling kunnen eenvoudig aan het ‘tuinbouw protocol’ en de bijbehorende CO₂-tool worden toegevoegd. Dit dient dan ook de aanbeveling.

Om allerlei mogelijke ketenscenario’s met elkaar te kunnen vergelijken heeft het de aanbeveling om het ‘tuinbouw protocol’ nog verder uit te breiden en aan te vullen. Gedacht kan worden aan de volgende uitbreidingen:

- Het protocol uitbreiden met andere vervoersmodaliteiten (bijv. spoorwegvervoer, binnenvaart, veerboot, bestelbusjes etc.)
- Droog/Nat transport

- Rekening houden met verpakkingsgewicht in de beladingfactor (het gewicht wordt nu wel vervoerd, maar wordt niet meegenomen in de berekening)
- Het protocol uitbreiden voor de combi-lading mogelijkheid, vooral voor vliegen is dit vermoedelijk interessant.

Verder is er ook gedacht aan differentiatiemogelijkheden:

- Verschillende koelingsystemen opnemen
- Invloed van hellingen/ gemiddelde snelheid / verschillende modaliteiten specificeren etc.

Aanbevelingen m.b.t. het 'Tuinbouw protocol'

- In het 'tuinbouw protocol' dient het de aanbeveling om de rekenregel m.b.t. zeetransport te controleren. Onduidelijk is welke waarde voor laadvermogen in de formule dient te worden ingevuld. Is dit de DWT, netto tonnage, of het aantal TEU's keer de gemiddelde belading? Bij het opstellen van de rekenregel leek DWT de norm, echter is later overgestapt naar TEU x gem. belading. In de berekeningen in dit onderzoek is het netto tonnage van een schip, als laadvermogen gehanteerd. Indien dit onjuist is, dan dient het de aanbeveling om de berekening voor zeetransport in deze rapportage eveneens opnieuw uit te voeren.
- Het 'tuinbouw protocol' geeft in de rekenregel m.b.t. zeetransport voor laadvermogen een standaardwaarde van 38500 ton, berekend door het gem. aantal TEU's per schip (2750 (Maersk)) te vermenigvuldigen met het gemiddeld gewicht per container (14 ton, CBS). Echter is hierbij niet duidelijk of het gemiddelde gewicht per container geldt voor een 20ft (1 TEU) of een 40ft container (2 TEU's). In dit onderzoek is daarom de standaardwaarde voor laadvermogen voor een schip niet gebruikt. Het dient de aanbeveling om deze standaardwaarde in het 'tuinbouw protocol' te verifiëren.

Literatuur

- [1] Network for Transport and Environment, 2007, www.ntm.a.se/ntmcalc/Main.asp
- [2] Williams, A, 2007, Comparative Study of Cut Roses for the British Market Produced in Kenya and the Netherlands, Report for World Flowers, Cranfield University, Cranfield, United Kingdom
- [3] www.bsigroup.com: oktober 2008, PAS2050:2008 Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services. Carbon Trust, Defra, BSI, United Kingdom
- [4] www.ghgprotocol.org
- [5] www.ghgprotocol.org/calculation-tools/all-tools
- [6] Boer, den, L.C, Brouwer, F.P.E., H.P. Essen, van, 2008. STREAM Studie naar TRansport Emissies van Alle Modaliteiten, versie 1.0, CE Delft, Delft
- [7] www.vandenbosch-co2.com
- [8] Agriholland, 17-07-2008, Model brengt de CO2-uitstoot van wegtransport- en distributienetwerken in beeld, www.agriholland.nl
- [9] www.ntm.a.se/english/eng-index.asp
- [10] www.ecotransit.org
- [11] www.duurzamelogistiek.nl – www.connekt.nl
- [12] www.tuinbouw.nl
- [13] Blonk, H., Kool, A., Luske, B., Ponsioen, B., Scholten, J., 2009, Berekening van broeikasgasemissies door de productie van tuinbouwproducten, Blonk MilieuAdvies, Gouda⁵

⁵ Aanvankelijk is gewerkt met de niet gepubliceerde rapportage: Scholten, J., Hiller, S, Blonk, H. (nog niet gepubliceerd). Rekenregels t.b.v. het Functioneel ontwerp (FO), Protocol: "Broeikasgasemissietool Tuinbouwproducten", versie 1.4, 16 maart 2009, Blonk Milieu Advies & WUR-LEI
Bij zeetransport is in de rekenregel voor 'hotelling' in de haven een gemiddeld stookoliegebruik van 4014 kg gehanteerd.

- [14] Transport en Logistiek Nederland, mei 2009, persoonlijke mededeling m.b.t. diesilverbruik van vrachtwagens in de praktijk
- [15] www.ttm.nl, 2008, Test DAF 85.410 - Dikke truck voor magere tijden, TTM
- [16] www.ipcc.ch
- [17] dr.ir. L.J.S. Lukasse, AFSG-WUR, expert koeltechnieken, mondelinge mededeling mei 2009 (uit betrouwbare bron vernomen)
- [18] Jos Vermeulen, PPO, maart 2009, ongepubliceerde excelfile met bloemsteelgewichten
- [19] ing. F.G. van de Geijn, AFSG-WUR, expert koeling en bewaring, mondelinge mededeling van expertkennis, mei 2009
- [20] Geijn, van de, F., 2007-2008, Eindrapportage LAMI “Energiebesparing in de fruitbewaring”, AFSG, Wageningen
- [21] dr.ir. L.J.S. Lukasse, AFSG-WUR, expert koelingstechnieken, mondelinge mededeling van koeling expertise m.b.t. reefercontainers, mei 2009
- [22] Maersk, 2008, TK magnum berekeningen
- [23] Wild, Y, 2004, Expert opinion: Determination of energy cost of electrical energy on board sea-going vessels, Wild Ingenieburo GMBH, Hamburg, Duitsland
- [24] Expertkennis, ir. M.P. Montsma & H.A.M. Boerrigter, AFSG-WUR, mei 2009, expertise m.b.t. vacuümkoeling
- [25] Várszegi, T, 2001. Modelling Cooling Methods for Horticultural Produce. Acta Hort. (ISHS) 566:537-542 http://www.actahort.org/books/566/566_71.htm
- [26] Schriftelijke mededeling van Flora Holland, Martin de Ruiters, mei 2009
- [27] Mondelijke mededeling van ir. E.H. Westra, AFSG-WUR, mei 2009
- [28] www.etn.nl/distances_worldwide.htm
- [29] www.searates.com/reference/portdistance

[30] www.map24.com

[31] www.oceanschedules.com, juni 2009

[32] www.vesseltracker.com, juni 2009

[33] www.hamburgsud.com (TEU info + tussenstops), juni 2009

[34] International Energy Agency Data Services. 2006. "CO2 Emissions from Fuel Combustion (2006 Edition)".

[35] Ian Finlayson, expert Bloom, mondelinge mededeling mei 2009

Dankbetuiging

Bij deze willen wij Hans Blonk (Blonk MilieuAdvies), Jasper Scholten (Blonk MilieuAdvies), Myrtille Danse (LEI-WUR) en Sabine Hiller (LEI-WUR) bedanken voor het al bij aanvang betrokken mogen zijn bij de ontwikkeling van het ‘Tuinbouw Protocol’ en het mogen gebruiken van het door hun ontwikkelde protocol.

Ook willen wij de partners in dit deelproject bedanken voor hun bijdrage aan dit project: Martin de Ruiter (Flora Holland), Ian Finlayson (Bloom), Arno Klop (Bloom) en Marc Zweistra (Intergreen).

Verder bedanken wij de experts van AFSG-WUR voor hun bijdrage aan de formules voor bewaring en koeling en het aanleveren van data voor de te berekenen ketenscenario's: Leo Lukasse, Frank van de Geijn, Henry Boerrigter en Matthijs Montsma.
