



Carbon footprint berekening voor Agro Ketens

Een nadere uitwerking van
PAS 2050



Index

Index	1
1. Inleiding	2
2. Begrippen en definities	5
3. Principes en toepassing	8
4. Emissiebronnen, compensatie en functionele eenheid	9
5. Systeemaafbakening	13
6. Data	19
7. Allocatie	24
Referenties	28
Bijlage 1. GWP 100 factoren	29
Bijlage 2. Emissiefactoren voor brandstoffen, energiedragers en materialen	31
Bijlage 3. Emissies in de gebruikersfase en afvalverwijdering fase	39
Bijlage 4. Landconversie	40
Bijlage 5 Broeikasgasemissie sop basis van KWIN data	43

1. Inleiding

1.1 Aanleiding

Dit document is opgesteld in het kader van het project “Naar een protocol en rekentool voor de berekening van broeikasgasemissies van tuinbouwproducten”. De project is mogelijk gemaakt door de financiële bijdrage van Productschap Tuinbouw (PT) en het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV). Het project is uitgevoerd door een onderzoeksconsortium van Wageningen UR (WUR), Blonk Milieu Advies (BMA) en Agri Information Partners (AIP).

Het document geeft de richtlijnen voor de berekening van de broeikasgasemissies van tuinbouwproducten, voortbouwend op de richtlijnen van het PAS2050 protocol. Het PAS2050 protocol is ontwikkeld in Groot Brittannië door het British Standards Institute (BSI) in samenwerking met Defra en Carbon Trust en zal naar verwachting de komende jaren verder uitgewerkt worden tot een Europees protocol en wereldstandaard. Het is daarom een belangrijk startpunt voor het ontwikkelen van een carbon footprint methodologie voor tuinbouwproducten.

Het Nederlandse Tuinbouw Carbon Footprint protocol (kortweg tuinbouw protocol) in dit document kan beschouwd worden als een nadere specificatie van de PAS2050 richtlijnen. Ten aanzien van landbouwproducten geven de PAS2050 richtlijnen wel het kader maar vaak niet de precieze uitwerking. In dit document zijn voortbouwend op dit kader de concrete richtlijnen voor de tuinbouw uitgewerkt. In een aantal gevallen is er naast de door PAS2050 gegeven richtlijn een alternatieve rekenwijze mogelijk die methodologisch net zo goed of beter is. Deze alternatieve rekenmethoden worden naast de PAS2050 methode genoemd in dit protocol. De methoden zijn als volgt getypeerd:

1. Specificaties conform PAS2050
2. Aanbevolen best practice voor de tuinbouw

1.2 Scope

De scope van het tuinbouwprotocol is uitsluitend bedoeld voor business to business informatie-uitwisseling over het broeikaseffect van tuinbouwproducten. De PAS2050 specificeert twee verschillende analyses: 1) een wieg tot poort (cradle to gate) analyse voor business to business doeleinden en 2) een wieg tot graf (cradle to grave) analyse dat de hele levenscyclus van een product omvat voor communicatie naar de consument. Hier focussen we op de wieg tot poort analyse voor business to business doeleinden. De definitie en systeemaafbakening wijken echter af van die in de PAS2050. Tabel 1.1 geeft een overzicht van de belangrijkste verschillen tussen de aanbevolen best practice voor tuinbouw en de PAS2050 wieg tot poort analyse. Naast dit document is er een rapportage beschikbaar, waarin de rekenregels en de mogelijke alternatieven die in dit protocol zijn opgenomen worden onderbouwd: “Berekening van broeikaseffect van tuinbouwproducten; verkenning van methodiekvraagstukken en best practice oplossingen”.

Het tuinbouwprotocol is bedoeld voor actoren in de tuinbouwketen zoals producenten, distributeurs, en detailhandelaren. Het kan met gemak worden uitgebreid naar andere sectoren met gewasteelt zoals akkerbouw voor voedsel- en voederproductie.

Tabel 1.1 Overzichtstabel met belangrijkste verschillen PAS2050 en best practice

	Best practice	PAS2050
Systeemgrenzen		
Materiaal en eindproduct	Complete materiaal levenscyclus van basismateriaalontginning tot finale afvalverwerking, gekoppeld met waarschijnlijke hergebruik van materiaal en afvalverwerking	Alleen productie en gebruik is betrokken tot de poort van de volgende business (commerciële gebruiker)
Allocatie onderwerpen		
WKK	Systeembuitbreiding op basis van aftrek van marginale elektriciteitsproductie in Nederland, met algemene aanpassing broeikasgasemissie van Nederlandse elektriciteitsproductie	Systeembuitbreiding op basis van gemiddelde mix elektriciteitsnet
Afvalverwerking en recycling van eindproduct	Eigen emissies afvalverwerking en inzameling voor recycling en compensatie van primair materiaalinzet en energieproductie	Wordt niet meegenomen in cradle to gate analyse
Afvalverwerking en recycling van materialen verbruikt in productieketen	Idem als eindproduct	Wel eigen emissies van afvalverwerking geen compensatie voor recycling of energieopwekking
Gebruiksfas consument veensubstraat	Oxidatie meerekenen	Wordt niet meegenomen in cradle to gate analyse
Dierlijke mest	Allocatie op basis van waarde dierlijke mest of op basis van (niet) nuttige toepassing van N	Allocatie op basis van waarde dierlijke mest
Bouwplanallocatie	Allocatie op basis van verdeling mineralengebruik over gewasbehoeften en behoud bodemvruchtbaarheid	Geen richtlijnen = best practice
Emissiefactoren		
Emissies bodem	Berekening van lachgasemissies en broeikasgasemissie conform Nederlandse NIR protocol	Geen uitgewerkte richtlijnen = best practice
Landgebruik en landgebruik verandering (LULUC)		
LULUC rapporteren	Apart van alle andere emissies	Niet gespecificeerd
Directe landconversie	Gedeeltelijk in indirecte landconversie opgenomen	Op basis van IPPC conversiefactoren scope 20 jaar
Indirecte landconversie	Gebaseerd op trends per gewas, gecorrigeerd voor fractie van land van bos per land of regio	Wordt niet berekend
Landgebruik	Op basis van verlies aan sink functie	Wordt niet berekend
Organisch stofverlies	Berekenen op basis van constanten reguliere en biologische landbouw	Wordt niet berekend

Dit protocol is gebaseerd op de meest recente inzichten voor de berekening van broeikasgasemissies van tuinbouwproducten en is geschikt voor de berekening van volledige levenscycli van producten,

maar ook voor zogenaamde wieg tot poort (*cradle to gate*) analyse ten behoeve van business to business communicatie.

Het broeikasgaseffect is een belangrijke maar slechts één van de vele milieueffecten die gepaard gaan met de productie van tuinbouwproducten. Voor een deel van de tuinbouwproducten zullen die overige milieueffecten (zoals pesticide- en mestgebruik) mogelijk van groter belang zijn zowel vanuit milieukundig perspectief als vanuit het perspectief van de samenleving. De met dit protocol berekende broeikasgasemissies zijn met nadruk ook geen indicator voor de integrale milieueffecten voor de tuinbouw.

De opbouw van hoofdstukken en paragrafen in dit protocol loopt parallel met die van PAS2050 zodat de lezer vanuit de logica van PAS2050 de specificaties voor de tuinbouw gemakkelijk kan terugvinden.

1.3 Gehanteerde basisdocumenten en standaarden

Dit protocol is gebaseerd op de volgende documenten:

British Standards Institute, PAS2050: 2008, Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services, ISBN 978 0 580 50978 0

European Platform on LCA, International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook, working draft may 2008

Blonk, et. al. 2009 Berekening van broeikaseffect van tuinbouwproducten; verkenning van methodiekvraagstukken en best practice oplossingen”

BS EN ISO 14044:2006, *Environmental management –Life cycle assessment – Requirements and guidelines*,

IPCC 2006, *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. National Greenhouse Gas Inventories Programme, Intergovernmental Panel on Climate Change
Note Subsequent amendments to IPCC 2006 also apply.

VROM 2008 Systematiek voor het opstellen van National Inventory Reports voor broeikasgassen, zie <http://www.broeikasgassen.nl>

2. Begrippen en definities

De voor dit protocol relevante definities uit PAS2050 worden hier opgesomd.

Allocatie	Verdeling van de input en output stromingen van een proces of een productsysteem tussen het productsysteem dat wordt bestudeerd en één of meer andere productsystemen [BS EN ISO 14044:2006, 3.17].
Attributional LCA	Attributional LCA beschrijft de milieulast en het grondstoffengebruik binnen een gekozen systeem toegerekend aan het leveren van een specifieke hoeveelheid van een functionele eenheid
Biogeen	Afkomstig van biomassa, maar niet gefossiliseerd of van fossiele bronnen.
Biomassa	Materiaal van biologische oorsprong, maar niet materiaal dat opgeslagen ligt in geologische formaties of is getransformeerd in fossiel materiaal [aangepast van CEN/TR 14980:2004, 4.3].
Broeikasgasemissies	Het vrijkomen van broeikasgassen in de atmosfeer
Business to business	Het voorzien van input, inclusief producten, aan een andere partij die niet de eindgebruiker is.
Business to consumer	Het voorzien van input, inclusief producten, aan de eindgebruiker.
Commerciële gebruiker	Gebruiker van goederen en diensten voor het doel om goederen en diensten te produceren en ze te verkopen aan de volgende commerciële gebruiker of consument
Compensatie (offsetting)	Mechanisme voor het claimen van een reductie in broeikasgasemissie dat wordt geassocieerd met een proces of product door het verwijderen van of voorkomen van het vrijkomen van broeikasgasemissie in een proces dat niet is gerelateerd aan de levenscyclus van het product dat wordt geanalyseerd <i>Nota bene: een voorbeeld is het kopen van Gecertificeerde Emissie Reductie van Clean Development Mechanism projecten dat valt onder het Kyoto Protocol.</i>
Consequential LCA	Consequential LCA berekent hoe de milieulast en het grondstoffengebruik binnen een systeem veranderen door verandering in de output van functionele eenheden
Consument	Gebruiker van goederen en diensten (PAS2050)
Conversie	Een proces dat de fysische of chemische eigenschappen van een product verandert

Coproduct	Eén van meerdere producten uit één proceseenheid of productiesysteem [BS EN ISO14044:2006, 3.10]. <i>Nota bene: waar meerdere producten kunnen worden geproduceerd uit één proceseenheid worden de producten slechts als coproducten gezien als ze niet zonder elkaar kunnen worden geproduceerd.</i>
Downstream emissies	Broeikasgasemissies die zijn gerelateerd aan de processen die plaatsvinden in de levenscyclus van een product na de processen die worden beheerd of in eigendom zijn van de organisatie die de analyse uitvoert.
Emissies	Het vrijkomen van broeikasgassen in de atmosfeer via lucht, water en land
Fossiel	Afkomstig van gefossiliseerd materiaal, inclusief brandstoffen en veen [Adapted from IPCC 2006 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories].
Functionele eenheid	Gekwantificeerde prestatie van een productsysteem voor het gebruik als referentie eenheid [BS EN ISO 14044:2006].
Global warming potential (GWP)	Een factor die het effect op de netto straling in de troposfeer (radiative forcing) beschrijft van broeikasgas gebaseerd op een equivalent eenheid van koolstofdioxide over een bepaalde tijdsperiode <i>Nota bene: koolstofdioxide heft een waarde van één, terwijl de GWP van andere gassen worden uitgedrukt relatief ten opzicht van de GWP van koolstofdioxide van fossiele koolstof bronnen. In bijlage X staan de GWP waarden voor een periode van honderd jaar volgens de IPCC. Koolstofdioxide afkomstig van biogene bronnen kan de waarde nul hebben in specifieke omstandigheden volgens de PAS2050.</i>
Grondstof	Primair of secundair materiaal dat wordt gebruikt om een product te produceren [BS EN ISO 14040:2006, 3.15]. <i>Nota bene: secundair materiaal is ook gerecycled materiaal.</i>
Hernieuwbare energie	Energie van niet-fossiele bronnen: wind, zon, geothermisch, golf, vloedstroom, zwaartekracht, biomassa, stortplaatsgas, gas uit een rioolverwerkingsbedrijf en biogassen [Adapted from Directive 2001/77/EC, Article 2 [4]].
International Reference Life Cycle Data System (ILCD)	Een serie van technische richtlijndocumenten met kwaliteit, methode, nomenclatuur, documentatie en herzieningbenodigdheden voor kwaliteitsgegarandeerde levenscyclusdata en studies, gecoördineerd voor Europa door het Gezamenlijke Onderzoekscentrum van de Europese Commissie
Koolstofdioxide equivalenten (CO₂e)	Grootheid voor het vergelijken van het effect op de netto straling in de troposfeer (radiative forcing) van broeikasgasemissie ten opzicht van koolstofdioxide [BS ISO 14064-1:2006, 2.19].

Output	Product, materiaal of energie date en proces verlaat [Adapted from BS EN ISO 14044:2006, 3.25] <i>Nota bene: materialen kunnen ook grondstoffen, tussenproducten, coproducten, producten en emissies zijn.</i>
Primaire meetgegevens	Kwantitatieve metingen van activiteit binnen een levenscyclus van een product die, als ze worden vermenigvuldigd met een emissiefactor, de broeikasgasemissie door een proces vaststellen. <i>Nota bene 1: voorbeelden van primaire meetgegevens zijn de hoeveelheid gebruikte energie, materiaal geproduceerd, dienst geleverd of getroffen landoppervlak</i> <i>Nota bene 2: primaire meetgegevens zijn typisch meer gewild dan secundaire meetgegevens</i> <i>Nota bene 3: primaire meetgegevens zijn geen emissiefactoren</i>
Proceseenheid	Kleinste deel van een levenscyclus waarvoor gegevens worden geanalyseerd in een levenscyclus analyse.
Product	Een goed of een dienst
Secundaire gegevens	Gegevens afkomstig van bronnen die niet direct van metingen komen van de processen in de levenscyclus van een product <i>Nota bene: secundaire gegevens worden gebruikt als primaire meetgegevens niet beschikbaar zijn of als het niet praktisch is om primaire meetgegevens te bemachtigen.</i>
Systeemaafbakening	Een set van criteria die een proceseenheid definiëren als een deel van een productsysteem [BS EN ISO 14040:2006].
Warmte Kracht Koppeling (WKK)	Productiesysteem voor het gelijktijdig genereren van bruikbare warmte, elektriciteit en/of mechanische energie.
Wieg tot consumentenaankoop analyse	Een levenscyclusanalyse van een product van hulpbron ontginning tot het moment dat de consument het eindproduct aankoopt (business to consumer). Dit omvat niet de activiteiten van de consument om het product te bemachtigen en te gebruiken, noch afdanking of recycling.
Wieg tot poort analyse	Een levenscyclus analyse van een product van hulpbron ontginning tot het fabriceren en leveren inclusief transport naar de volgende business poort (business to business).
Wieg tot poort full materials analyse	Een cradle to business gate analyse inclusief afvalverwerking en recycling.

3. Principes en toepassing

3.1 Attributional LCA

In navolging van het algemene uitgangspunt in PAS2050 is de broeikasgasanalyse van tuinbouwproducten een zogenaamde *attributional* LCA. Dit betekent dat de analyse zich richt op het zo goed mogelijk beschrijven van de huidige situatie. De gehanteerde systeemaafbakening en allocatiemethoden zijn op dit uitgangspunt gebaseerd (zie Hoofdstuk 7).

NB. Voor het doorrekenen van een het effect van verbeteropties in de keten kan het nodig zijn om een aanvullende consequential LCA uit te voeren met een afwijkende systeemaafbakening of allocatie.

3.2 Conformiteitsprincipe (vertaling PAS2050)

Organisaties die conformiteit met PAS2050 claimen zullen moeten verzekeren dat de broeikasgasemissies van de levenscyclusanalyse van een product compleet is en zullen in staat moeten zijn om aan te tonen dat de volgende principes in ogenschouw zijn genomen bij het uitvoeren van de analyse:

1. **Relevantie:** selecteer bronnen van broeikasgasemissies, koolstofopslag, data en methodes die passend zijn voor de analyse van broeikasgasemissies die voortkomen uit het product;
2. **Volledigheid:** voeg alle specifieke broeikasgasemissies en koolstofopslag toe die zorgen voor een materiële contributie aan de analyse van broeikasgasemissie die voortkomen uit het product;
3. **Consistentie:** zorg voor een zinvolle vergelijking in broeikasgas gerelateerde informatie;
4. **Nauwkeurigheid:** reduceer afwijkingen en onzekerheden voor zover het praktisch kan;
5. **Transparantie:** waar de broeikasgasemissie resultaten van een uitgevoerde levenscyclusanalyse overeenkomstig is met PAS2050 zijn gecommuniceerd naar een derde partij, dan zal de organisatie die de resultaten communiceert voldoende broeikasgasemissie gerelateerde informatie moeten bijvoegen zodat de derde partij met vertrouwen geassocieerde beslissingen kan maken.

3.3 Productspecificiteit

De resultaten van een broeikasgasemissie analyse die conform is met dit protocol zijn alleen geldig voor een product of een productcategorie waarvoor het was uitgevoerd (aangepast van PAS2050 2008 4.3).

3.4 Databronnen en berekeningen

De gebruikte of berekende data in de broeikasgasemissie analyse conform dit protocol moeten dusdanig gedocumenteerd worden dat een derde partij deze kan valideren (aangepast van PAS2050 2008 4.3).

3.5 Toepassingsgebieden van het protocol

Wieg tot poort en wieg tot poort volledige materialen analyse

De voornaamste toepassing van dit protocol betreft vooralsnog een wieg tot poort analyse waarbij de broeikasgasemissie wordt berekend tot aan de poort van de volgende zakenpoort in de keten. Dat

betekent dat alle fasen daarvoor wel worden meegenomen en alle fasen daarna niet. Bij de wieg tot poort analyse zijn er verschillende wijzen van systeemaafbakening mogelijk:

1. Conform PAS 2050: gebruik, recycling en afvalverwerking van materialen worden buiten beschouwing gelaten
2. Conform best practice voor tuinbouw: gebruik recycling en afvalverwerking van materialen worden wel meegenomen. Deze analyse die getypeerd kan worden als wieg tot poort volledige materialen analyse wordt aanbevolen als best practice voor tuinbouwproducten (zie Hoofdstuk 5 Systeemaafbakening).

Er zijn twee redenen voor het gebruik van volledige materialen analyse als alternatief voor PAS2050:

1. Voorzorgsprincipe

Het is fatsoenlijk om de gebruikers van het product te informeren over potentiële broeikasgasemissies door materiaalproductie, gebruik en verwijdering, temeer wanneer het lot van het materiaal goed te voorspellen is en de gebruiker ook verantwoordelijk wordt voor het broeikas effect van de keten.

2. Milieuvriendelijk (Broeikas effect vriendelijk) Product Design

Kennis van broeikasgasemissies en het lot van materialen in een specifiek systeem, zoals afvalverzameling en afvalverwerking in een land, is cruciaal voor het ontwerpen van producten met een lager broeikas effect.

Om de complexiteit te reduceren is de precisie van materialenanalyse gekoppeld aan de verwachte bijdrage van materialen in de totale levenscyclus. Wanneer de verwachte bijdrage lager is dan vijf procent kunnen standaardwaarden voor de volledige materialencyclus per materiaal worden gebruikt (zie ook Sectie 5.3).

Wieg tot graf

Bij een wieg tot graf analyse worden alle fasen van een levenscyclus meegenomen, wat resulteert in een volledige broeikasgasemissie analyse van tuinbouwproducten. Dus, de aankoop van het product, productconsumptie en afvalverwijdering door de consument wordt ook meegenomen. Dit tuinbouw protocol is niet volledig voor het uitvoeren van een wieg tot graf analyse.

Wieg tot consumentenaankoop

Een wieg tot consumentenaankoop analyse is een levenscyclusanalyse van een product vanaf grondstofwinning tot het moment dat de consument het eindproduct aankoopt in de detailhandel. Deze analyse neemt de activiteiten van de consument zoals het verkrijgen en het gebruiken van het product niet mee, noch afvalverwijdering of recycling.

4. Emissiebronnen, compensatie en functionele eenheid

4.1 Scope van broeikasgasemissies

Alle broeikasgassen zoals opgenomen in Bijlage 1 worden meegenomen in de berekening.

4.1.1 Global Warming Potential (GWP)

De broeikasgasemissies worden berekend op massabasis en omgerekend tot koolstofdioxide equivalenten op basis van de meest recente door IPCC gepubliceerde Global Warming Potential (GWP) factoren van honderd jaar (GWP 100; Bijlage 1)

4.1.2 Broeikasgasemissies door luchttransport

De standaardmethode conform PAS2050 houdt in dat er geen Radiative Forcing (RF) factor wordt gehanteerd om het broeikasgaseffect van de broeikasgasemissie op grote hoogte in de atmosfeer door vliegtuigen te corrigeren. PAS2050 geeft aan in toekomstige revisies waarschijnlijk een RF waarde op te zullen nemen.

4.2 Tijdsperiode voor analyse van broeikasgasemissies van producten en materialen

PAS2050 (tekst aangepast, zie volledige tekst in PAS2050-2008)

- a) De tijdsperiode voor de analyse van broeikasgasemissies van producten en materialen is honderd jaar.
- b) Alle emissies tijdens de productie moeten worden gezien als enkele emissies in het begin van een tijdsperiode van honderd jaar.
- c) Emissies tijdens de consumptie en afvalfasen hoeven niet meegenomen te worden in een wieg tot poort analyse voor business to business communicatie.
- d) Emissies tijdens de consumptie en afvalfasen van een product die tijdens het jaar van productie plaatsvinden moeten worden meegenomen. Emissies na dat jaar moeten gecorrigeerd worden meegenomen met rekenregels uit Annex B van PAS2050.

Aanbevolen best practice

Richtlijnen a), b) en d) zijn ook van toepassing in dit protocol. Voor d) gebruiken we het volgende principe.

Indien het lot van een product tijdens gebruik en afdanking leidt tot een zekere emissie ongeacht het gedrag van de gebruiker dan wordt aanbevolen om de broeikasgasemissies van de gebruik- en afvalfase mee te rekenen.

Voor de tuinbouwketens betekent dat:

- De totale broeikasgasemissie van de verwachte oxidatie van veen in potgrond bij gebruik en afdanking moet worden meegerekend (Bijlage 2.3)
- De totale broeikasgasemissie van materialen die worden verbruikt in het productieproces en die in het onderzochte product achterblijven moet worden berekend op basis van een zo goed mogelijke inschatting van de mate van recycling na afdanking en de wijze van afvalverwerking. Standaardwaarden voor Nederland zijn opgenomen in Bijlage 2.3

4.3 Bronnen van broeikasgasemissies

De Broeikasgasemissie analyse heeft betrekking op de volgende bronnen:

1. verbranding van fossiele grondstoffen ten behoeve van energiedoeleinden (inclusief het productietraject)

2. verbrandingsprocessen en andere chemische reacties waarbij fossiele koolstof wordt omgezet in koolstofdioxide of waarbij lachgas en methaan ontstaat
3. landgebruik en landconversie
4. lachgas en methaanemissie vanwege biologische omzetting in de landbouw en bij opslag van menselijke afval materialen
5. chemische stoffen zoals koelvloeistoffen met een broeikasgaswerking

4.3.1 Koolstofdioxide-emissies van verbranding of andere chemische omzetting

De koolstofdioxide-emissie van fossiele grondstoffen (zoals aardolie, aardgas, turf, veen, kalksteen), waarbij de koolstof in het productieproces van het product worden omgezet, wordt meegerekend.

De broeikasgasemissie van biogene grondstoffen (zoals hout, en landbouwproducten) waarbij de koolstof in het productieproces van het product wordt omgezet, wordt NIET meegerekend.

4.3.2 Niet-koolstofdioxide broeikasgasemissies

Alle broeikasgasemissies van naast koolstofdioxide – ongeacht de fossiele of biogene oorsprong – worden meegerekend.

4.4 Opslag van atmosferische koolstof in producten

Opslag van atmosferische koolstof in producten worden meegerekend in het geval van

- een wieg tot poort/graf analyse

en wanneer

- het product geen levend organisme of een voedsel- of voederproduct is;
- meer dan vijftig procent van de biogene koolstof in het product nog niet is vrijgekomen binnen een jaar; en
- het product verkregen is door een economisch beheerd productiesysteem,

dan moet de broeikasgasemissie van het product in de periode van één tot honderd jaar berekend worden conform Annex C van PAS2050 (Bijlage 3). Voor verdere bijzonderheden verwijzen we naar PAS2050.

Voor tuinbouwproducten is opslag van atmosferische koolstof niet van belang omdat het (bijna) altijd gaat om de productie van voedsel, voeder of levende producten. Echter, wanneer organische materialen worden meegeleverd met een tuinbouwproduct dat niet gelijk wordt weggegooid zou het meegenomen kunnen worden. Een voorbeeld is potplanten en tuinplanten waarbij organische substraten anders dan veen worden meegeleverd en die gaan oxideren bij gebruik. De potentiële broeikasgasemissies van opgeslagen atmosferische koolstof kunnen in verband met significantie (zie Hoofdstuk 5) buiten beschouwing worden gelaten.

4.5 Landgebruik en landconversie

4.5.1 Landconversie

Standaard (PAS2050)

Bij een directe landconversie van natuurlijk gras- of bosland naar landbouwareaal ten behoeve van de teelt voor het onderzochte product in een periode tussen het moment van het onderzoek en twintig jaar daarvoor moeten de broeikasgasemissies van de landconversie meegerekend worden

conform de IPCC methode voor *National greenhouse gas inventories* (IPCC 2006). Zie voor de verdere uitwerking PAS2050.

Aanbevolen best practice

In de best practice methode moet de broeikasgasemissie door landconversie naar een bepaald gewas in een bepaald gebied berekend worden als in Vergelijking 4.1. Tabel 4.1 bevat de symbolen van de vergelijking en de eenheden en beschrijvingen.

$$EM_{CO_2e,LC} = M_{nature} * EF_{nature} * M_{yield} * \Delta A_{crop} * f_{nature} / A_{crop} \quad (4.1)$$

Tabel 4.1 Symbolen in Vergelijking 4.1 voor het berekenen van broeikasgasemissie door landconversie

Symbol	Beschrijving	Eenheid
A_{crop}	Gewas areaal	jaar*m ²
ΔA_{crop}	Relatieve verandering in gewasareaal	m ² /m ²
EF_{nature}	Emissie factor voor natuurlijk bovengrondse biomassa	kg CO ₂ e/kg biomassa
$EM_{CO_2e,LC}$	Broeikasgasemissie door landconversie	kg CO ₂ e/kg
f_{nature}	Fractie van toenemende gewas areaal van natuurlijke ecosystemen	m ² /m ²
M_{nature}	Bovengrondse biomassa in natuurlijke ecosystemen	kg biomassa/m ²
M_{yield}	Opbrengst (drogestof fractie van eindproduct)	kg/m ²

De broeikasgasemissie door landconversie wordt berekend door een emissiefactor te vermenigvuldigen met bovengrondse biomassa van het natuurlijke ecosysteem. De IPCC richtlijnen (2006) bevat een tabel met bovengrondse biomassa voor een aantal ecosystemen per continent. De range is echter groot, dus als er meer gedetailleerde data beschikbaar zijn dan wordt aanbevolen om deze te gebruiken. Als er meerdere typen ecosystemen worden geconverteerd, kan een gewogen gemiddelde worden berekend (de som van biomassa vermenigvuldigd met het oppervlak, gedeeld door de som van de oppervlakten). De FAO heeft oppervlakten gepubliceerd per continent en per ecosysteem in dezelfde classificatie als IPCC 2006 (FAO 2001¹). De gemiddelde emissiefactor is 1,4 met een standaard deviatie van 0,2 kg CO₂e/kg biomassa (uitgaande van verschillende “slash and burn” scenario’s en IPCC verbrandingsfactoren).

De relatieve verandering in gewasareaal kan behoorlijk verschillen over de jaren, dus we adviseren om een trend te berekenen over meerdere jaren voor het schatten van deze input parameter. Data per gewas per land voor vele jaren zijn beschikbaar via Faostat (www.faostat.fao.org). De fractie van toenemend gewasareaal van natuurlijke ecosystemen is in vele gevallen moeilijk te bepalen. Als geen gedetailleerde data beschikbaar zijn adviseren we een schatting per land voor alle gewassen met toenemend areaal. Deze fractie is gelijk aan één min de absolute som van alle negatieve gewasareaal trends in een land, gedeeld door de som van alle positieve trends.

4.5.2 Landgebruik

¹ FAO 2001. Global ecological zoning for the global forest resources assessment 2000. Rome

De broeikasgasemissie door verlies van sink functie moet met de aanbevolen best practice worden berekend met Vergelijking 4.2. Tabel 4.2 bevat de symbolen en de eenheden en de beschrijvingen.

$$EM_{CO_2e,sink} = EF_{sink} / M_{yield} \quad (4.2)$$

Tabel 4.2 Symbolen in de Vergelijking 4.2 voor het berekenen van de broeikasgasemissie door verlies van sink functie

Symbool	Beschrijving	Eenheid
EF_{sink}	Emissiefactor voor verlies van sink functie	kg CO ₂ e/m ²
$EM_{CO_2e,sink}$	Broeikasgasemissie door verlies van sink functie	kg CO ₂ e/kg
M_{yield}	Opbrengst (drogestofgehalte van eindproduct)	kg/m ²

Nabuurs & Schelhaas (2002) schatten de gemiddelde carbonsink functie van natuurlijke bossen van tussen de nul en driehonderd jaar in Europa op 110 kg koolstof of 403 kg koolstofdioxide per hectare per jaar. De waarde van de emissiefactor van verlies van sink functie is daarom in de aanbevolen best practice 403 kg CO₂e/ha.

4.5.3 Rapportage van broeikasgeffect van landgebruik en landconversie

Gezien de onzekerheden in invoerparameters van de berekeningsmethodiek van landconversie en landgebruik bevelen we aan de resultaten separaat rapporteren, in combinatie met verlies aan organische stof (Sectie 5.6).

4.6 Verandering van organische stof in landbouwbodems

Standaard (PAS2050)

In de PAS2050 worden geen broeikasgasemissies meegerekend van veranderingen in organische stof in de bodem.

Aanbevolen best practice

Voor broeikasgasemissie door organische stofverlies uit de bodem moet met een regulier bouwplan in Nederland 1650 kg CO₂eq/ha worden meegerekend en met een biologisch bouwplan in Nederland 1100 kg CO₂eq/ha. Voor grasland moet geen broeikasgasemissie door organische stofverlies worden gerekend.

5. Systeemaafbakening

5.1 Gebruik van PCR (product category rules)

PAS 2050 richtlijn

Wanneer er een product category rule bestaat die is opgesteld op basis van BS ISO 14025, en de systeemaafbakening hiervan conflicteert niet met de bepalingen in dit protocol dan moet deze systeemaafbakening gehanteerd worden.

Tuinbouw specificatie

Voor tuinbouwproducten is deze bepaling niet relevant omdat er nog geen PCR's beschikbaar zijn. Dit kan worden nagezocht op <http://www.environdec.com>.

5.2 Wieg tot poort analyse voor business to business gebruik

PAS 2050 richtlijn

Een wieg tot poort analyse betreft de teelt van opkweekmateriaal tot en met de aflevering aan de volgende commerciële gebruiker, uitgaande van het bedrijf dat de broeikaseffect analyse uitvoert. Alleen van de materialen die worden afgedankt in de productieketen tot aan de poort wordt recycling en afvalverwerking meegenomen .

Aanbevolen best practice (wieg tot poort volledige materialen analyse)

Een wieg tot poort volledige materialen analyse betreft de teelt van opkweekmateriaal tot en met de aflevering aan de volgende commerciële gebruiker, uitgaande van het bedrijf dat de broeikasgasemissie analyse uitvoert. Van alle materialen die worden afgedankt in de productieketen tot aan de poort en de materialen die na gebruik van het product worden afgedankt, wordt recycling en afvalverwerking meegenomen.

6.2.1 Gebruik van wieg tot poort volledige materialen analyse

De resultaten van een wieg tot poort volledige materialen analyse mogen niet worden gecommuniceerd naar de consument.

5.3 Wel of niet meerekenen van bronnen van broeikasgasemissie

Uitgaande van de beste kennis moeten alle bronnen van broeikasgasemissie worden meegerekend die een substantiële bijdrage leveren aan de broeikasgasanalyse.

Om inzicht te verwerven in welke emissiebronnen van belang zijn kan allereerst een inventariserende levenscyclus analyse worden uitgevoerd.

PAS2050 richtlijn

Bij een broeikasgasemissie analyse moeten meegenomen worden (uitgezonderd de gebruiksfase):

1. alle emissiebronnen met een substantiële bijdrage
2. tenminste 95% van alle verwachte broeikasgasemissie
3. Wanneer een enkele bron (bijvoorbeeld het gasgebruik in de glastuinbouw) meer dan 50% van de broeikasgasemissie bepaald dan geldt het 95% criterium voor het restant

Voor de broeikasgasemissie van de gebruiksfase geldt:

1. alle emissiebronnen met een substantiële bijdrage
2. tenminste 95% van alle verwachte broeikasgasemissie

Wanneer minder dan 100% van alle verwachte broeikasgasemissie is berekend, dan moet worden gecorrigeerd naar 100% volgens een gespecificeerde methode .

Best practice tuinbouw

Om invulling te geven aan de PAS2050 richtlijn is een groot aantal inventariserende levenscyclus analyses uitgevoerd waarmee inzicht is verkregen in de bijdrage van processen en materialen. Dit heeft geleid tot een indeling in zes productcategorieën en een clustering in drie categorieën aan bijdragen (Tabel 5.1).

1. Bijdrage aan de broeikasgasemissie meer dan 5%:

Hier moet gebruik worden gemaakt van actuele en primaire meetgegevens (zie ook Sectie 7.3). Deze meetgegevens bestaan uit een hoeveelheid van de energiedrager of het materiaalverbruik met een broeikasgas emissiefactor voor de productie en het verbruik van het betreffende materiaal.

In het geval van energiedragers gaat het om emissiefactoren die betrekking hebben op de productie vanuit grondstoffen tot en met oxidatie van de brandstof. Daarbij kan gebruik worden gemaakt van de emissiefactoren in Bijlage 2.3 of een andere consistente dataset. De dataset kan worden samengesteld uit een of enkele publieke en gevalideerde bronnen. De emissiefactoren dienen recent te zijn en representatief voor het land van productie.

In het geval van materiaalverbruik gaat het om emissiefactoren die betrekking hebben op de gehele keten van grondstofwinning tot en met finale stort. Daarbij kan gebruik worden gemaakt van de emissiefactoren in Bijlage 2.3 of een andere consistente dataset. De dataset kan worden samengesteld uit een of enkele publieke en gevalideerde bronnen. Voor de productie van materialen kan gebruik gemaakt worden van Europese gemiddelden tenzij er materiaal wordt ingekocht van een specifieke leverancier die een afwijkend broeikasgas emissieprofiel heeft. De uitvoerder van de berekening moet aantonen of dat het geval is.

De mate van afvalverwerking en recycling moet specifiek voor het land van afdanking worden vastgesteld. De berekening van de broeikasgasemissie door materiaalverbruik conform landspecifieke afvalverwerking en recyclingsscenario's is opgenomen in Bijlage 2.3.

De productie van teeltmateriaal heeft over het algemeen een bijdrage van meer dan 5% op de broeikasgasemissie van een tuinbouwproduct tot aan het distributiecentrum. Voor de productie van teeltmateriaal moet of een aparte analyse worden uitgevoerd op basis van gegevens van de leverancier ten aanzien van energiegebruik en materiaalverbruik, of er wordt een ophoogfactor van 1,1 gehanteerd op de teeltfase.

In het geval van veensubstraat geldt dat gebruik gemaakt kan worden van de standaard emissiekengetallen in Bijlage 2.3

2. Bijdrage meestal tussen 1 en 5%:

Hier moet gebruik worden gemaakt van actuele meetgegevens indien beschikbaar. Verder gelden dezelfde bepalingen als voor Categorie 1, waarbij er geen nadere specificaties nodig zijn voor:

- a. afvalverwerking en recycling van materialen
- b. aantonen van afwijkende emissies voor materiaalproductie

Voor materiaalverbruik kan dan gebruik gemaakt worden van de standaardwaarden zoals aangegeven in Bijlage 2.3

3. Bijdrage meestal lager dan 1%:

Het betreft hier het gebruik van meststoffen anders dan stikstofmeststoffen en het gebruik van pesticiden. Hiervoor kan een standaard bijtelling worden gehanteerd van 2 kg CO₂eq/ton voor pesticidengebruik, 1,5 kg CO₂eq/ton voor fosfaatgebruik en 3,3 kg CO₂eq/ton voor kaligebruik.

5.4 Systeemgrenzen

In beginsel moeten alle relevant emissiebronnen in de keten van grondstofwinning tot het product zoals het afgeleverd wordt (wieg tot poort analyse) of zoals het gebruikt en afgedankt wordt (wiege tot graf analyse) worden meegerekend.

5.4.1. Grondstoffen

Alle emissies van de winning van grondstoffen en conversie tot de basismaterialen zoals ze worden ingezet in het productieproces moeten worden meegerekend.

5.4.2 Energie

Alle broeikasgasemissies van de productie van brandstoffen tot het moment van vrijkomen van de fossiele koolstof door gebruik van energiedragers (directe verbranding, elektriciteit, warmte, etc.) moeten worden meegerekend.

5.4.3 Kapitaalgoederen

De productie van kapitaalgoederen hoeft niet te worden meegenomen bij de berekening van de broeikasgasemissie van producten.

5.4.4 Fabricage, service en onderhoud

Broeikasgasemissies vanwege fabricage, service en onderhoud dienen meegenomen te worden in de analyse.

Tuinbouwspecificatie voor wieg tot poort analyse

Niet van toepassing

5.4.5 Voorzieningen

Broeikasgasemissie vanwege voorzieningen zoals opslag, kantoren en ondersteunende diensten dienen meegenomen te worden in de broeikasgasemissie berekening

Tuinbouwspecificatie voor wieg tot poort analyse

De broeikasgasemissies hoeven met tuinbouwspecificatie voor wieg tot poort analyse niet te worden vastgesteld. Een standaard ophoogfactor van 1% moet worden gehanteerd.

Tabel 5.1 Bijdragen van processen en verbruik van materialen in een productieketen tot aan distributie centrum

	Raming (kg CO ₂ e/ton)	Bijdrage aan broeikaseffect van meer dan 5%	Meestal lage bijdrage (1- 5%)	Meestal verwaarloosbare bijdrage (< 1%)
1. Stookteelt zonder luchttransport	1000-50000	Energiegebruik in de kas; Veensubstraat; Teeltmateriaal	Substraatmaterialen (niet veen); N-mest; Kas; Verpakkings-materialen; Transport; Koeling en opslag	Pesticiden; Fosfaat; Kali
2. Stookteelt met luchttransport	3000-60000	Energiegebruik in de kas; Veensubstraat; Teeltmateriaal; Luchttransport	Substraatmaterialen (niet veen); N-mest; Kas; Verpakkings-materialen; Transport; Koeling en opslag	Pesticiden Fosfaat Kali
3. Beschermd en/of uit de grond niet verwarmd, met luchttransport	3000-12000	Veensubstraat; Teeltmateriaal; Vliegverkeer;	N-mest; Verpakkingsmaterialen; Bouwmaterialen; Beschermingsmateriaal; Energiegebruik op boerderij; Transport (overig); Koeling en opslag	Pesticiden Fosfaat Kali
4. Beschermd en/of uit de grond niet verwarmd, verwerkt zonder luchttransport	300-2500	Veensubstraat; Teeltmateriaal; N-Bemesting; Materialen Transport	Verpakkingsmaterialen; Bouwmaterialen; Beschermingsmateriaal; Energiegebruik op boerderij; Transport (overig); Koeling en opslag; Pesticiden; Kali en fosfaat	
5. Vollegrond, zonder luchttransport, verwerkt	500-25000	N-Bemesting; Transport (bij grote afstanden); Energie verwerking; Verpakking	Verpakkingsmaterialen; Energiegebruik op boerderij; Transport (overig); Koeling en opslag; Kapitaalgoederen	Pesticiden Fosfaat Kali
6. Vollegrond, zonder luchttransport, onbewerkt	100-800	N-Bemesting; Transport (bij grote afstanden); N-kunstmest productie; Energiegebruik boerderij	Pesticiden; kapitaalgoederen; Kali en fosfaat; Koeling; Kapitaalgoederen	

5.4.6 Transport

Alle broeikaseffectemissies van intern of extern transport dienen meegerekend te worden

Tuinbouwspecificatie voor wieg tot poort analyse

Conform PAS2050, zie uitwerking 6.3

5.4.7 Opslag

Alle broeikaseffectemissies van opslag dienen meegerekend te worden

Tuinbouwspecificatie voor wieg tot poort analyse

Conform PAS2050, zie uitwerking 6.3

5.4.8. Gebruiksfase

Alle broeikasemissies dienen meegerekend te worden

Tuinbouwspecificatie voor wieg tot poort analyse

Niet van toepassing behalve voor materialen en producten die worden verbruikt in het productieproces van het tuinbouwproduct.

5.4.9. Finale stort

Alle broeikasemissies dienen meegerekend te worden

Tuinbouwspecificatie voor wieg tot poort analyse

Niet van toepassing behalve voor materialen en producten die worden verbruikt in het productieproces van het tuinbouwproduct.

5.4.10 Berekening van broeikasemissie verbruikte materialen (geen bepaling in PAS2050)

De broeikasgasemissie van materialen die worden verbruikt in de productieketen van een tuinbouwproduct worden over de gehele levenscyclus in kaart gebracht, dus inclusief afdanking, afvalverwerking en finale stort.

Deze bepaling geldt voor alle materialen exclusief veensubstraat en meststoffen

Van het veensubstraat (als onderdeel van potgrond) dat via de detailhandel verkocht wordt aan de consument wordt de broeikasgasemissie van de oxidatie meegerekend omdat de mate van oxidatie niet afhangt van het gebruik van de consument, uitgaande van de reguliere toepassing van het product.

De broeikasgasemissies bij het gebruik van meststoffen worden apart vastgesteld op basis van de meest recente IPCC richtlijnen.

6. Data

6.1 Algemeen

De gebruikte data dienen inzichtelijk gedocumenteerd te worden.

6.2 Data kwaliteitseisen

Conform PAS 2050

Tijdens het identificeren van primaire activiteit data en secundaire data voor het gebruik in broeikasgasemissie analyse moet als volgt voorrang worden gegeven:

- a) **Voor tijdsrelevante bedekking:** leeftijd van data en de minimum tijds lengte waarover data worden verzameld, data die tijdsspecifiek zijn voor een product dat wordt geanalyseerd zal voorrang moeten krijgen;
- b) **Voor geografische specificiteit:** geografisch gebied van waar data is verzameld (bijvoorbeeld: district, land, regio), geografisch specifieke data over het product zal voorrang moeten krijgen;
- c) **Voor technische bedekking:** of de data gerelateerd is aan specifieke technologie of een mix van technologieën, data die specifiek zijn voor het product zal voorrang moeten krijgen;
- d) Voor nauwkeurigheid van de informatie (bijvoorbeeld: data, modellen en aannames), data die het meest nauwkeurig zijn zullen de voorrang moeten krijgen;
- e) **Voor precisie:** maat van de variabiliteit van datawaarden van elke uitgedrukte data (bijvoorbeeld variantie), data die preciezer zijn (met andere woorden: die de laagste statistische variantie heeft) zal voorrang moeten krijgen. Bovendien zal met het volgende rekeningen moeten worden gehouden:
- f) **volledigheid:** het percentage van de gemeten data en de graad waarmee de data representatief zijn van de betreffende populatie (is de steekproef groot genoeg, is de tijdsperiode van de metingen genoeg, etc.);
- g) **consistentie:** kwalitatieve analyse van of de selectie van data is homogeen uitgevoerd in de verschillende componenten van de analyse;
- h) **reproduceerbaarheid:** kwalitatieve analyse van de mate waarin informatie over de methode zou toestaan voor een onafhankelijke uitvoerder om de gerapporteerde resultaten te reproduceren;
- i) data bronnen, met referentie naar de primaire of secundaire staat van de data.

6.3 Primaire Meetgegevens

Als een particulier bedrijf een broeikasgasemissie analyse uitvoert met de PAS2050 dient zij gebruik te maken van primaire meetgegevens voor wat betreft de processen en activiteiten die beheerd of in eigendom zijn.

Echter wanneer het bedrijf dat de PAS2050 uitvoert een bijdrage heeft van minder dan 10% van de upstream emissies van het product dat wordt afgeleverd aan de volgende schakel en in ieder geval voor consumentengebruik dan geldt de vereiste voor het gebruik van primaire meetgegevens voor de eerste upstream schakel die meer dan 10% bijdraagt.

In het geval van de handel en transport van tuinbouwproducten betekent dit dat de verkooporganisatie:

- primaire meetgegevens moet verzamelen van vliegtransport
- bijna altijd primaire meetgegevens moet verzamelen van de teelt

Het verzamelen van primaire meetgegevens heeft geen betrekking op de methaan- en lachgasemissies in de landbouw.

6.4 Secundaire data

In plaats van primaire meetgegevens is het gebruik van secundaire data toegestaan voor:

6.4.1 PAS2050 data hebben voorrang

Eerdere partiële broeikasgasemissie berekeningen conform PAS2050 relevant voor het product hebben voorrang boven andere secundaire data

6.4.2. Andere secundaire data.

Data van peer reviewed publicaties en van data overheidsorganisaties hebben de voorkeur boven andere databronnen.

6.5 Veranderingen in de levenscyclus van een product

Een bijstelling van de PAS2050 berekening is nodig bij een verandering in de levenscyclus van een product die een effect heeft van 10% in het geval van een onverwachte en 5% in het geval van een geplande verandering voor een periode van meer dan drie maanden .

6.6 Periodieke variaties in de broeikasgasemissies

Bij een periodieke variatie in de broeikasgasemissies moet een gemiddelde worden berekend over een periode die voldoet om de periodieke variatie uit te middelen. In het geval van een continue productie is dat tenminste een jaar. In het geval van seizoensproducten moet uitgegaan worden van de relevante productieperiode

6.7 Steekproefdata

Het gebruik van steekproef data is toegestaan wanneer het product wordt verkregen van meerder bronnen en wanneer het wordt verwerkt via meerdere lijnen.

6.8 Lachgas- en methaangasemissies van vee en bodem

Maak gebruik van de hoogste Tier benadering in:

- a. De IPCC guidelines for National Greenhouse Gas Inventories
- b. De National Greenhouse Gas Inventory van het land van herkomst van emissies

De IPCC guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

De lachgasemissie door de teelt die moet worden meegenomen bestaat uit drie onderdelen:

- 1) de directe emissies van stikstof in de bodem en van inputs;
- 2) de indirect emissie via vervluchtigde en neergeslagen stikstof; en
- 3) de indirect emissie via uitgespoelde stikstof in bodem- en oppervlaktewater.

Vergelijking 6.1 somt de drie onderdelen en converteert de emissie in stikstofmassa naar lachgasmassa. Tabel 6.1 verklaart de symbolen in alfabetische volgorde.

$$EM_{N_2O,soil} = [EM_{N_2O-N,dir} + EM_{N_2O-N,vol} + EM_{N_2O-N,lch}] * M_{N_2O}/M_N \quad (6.1)$$

Directe emissie

De directe emissie van stikstof in de bodem en van inputs komt in de meeste gevallen van minerale en organische mest, gewasresten, gemineraliseerde bodem organisch materiaal en biologische stikstofbinding. Vergelijking 6.2a berekent de emissie van deze bronnen door te vermenigvuldigen met één emissiefactor. Deze methode kan worden gespecificeerd door het gebruik van verschillende emissiefactoren per bron en voor verschillende typen mest en bodemtypes. In het geval van veenbodems voegt Vergelijking 6.2b lachgasemissie toe door het gebruik van dit type bodem door de specifieke emissiefactor te vermenigvuldigen met de stikstof in veenbodems. De vergelijking voegt ook de emissie door feces en urine van vee op het veld toe.

$$EM_{N_2O-N,inp} = (N_{fert} + N_{org} + N_{res} + N_{min} + N_{fix})/M_{yield} * EF_{inp} \quad (6.2a)$$

$$EM_{N_2O-N,dir} = EM_{N_2O-N,inp} + (N_{soil} * EF_{soil} + N_{feces} * EF_{feces} + N_{urine} * EF_{urine})/M_{yield} \quad (6.2b)$$

Indirect emissie via vervluchtigde en neergeslagen stikstof

Voor het berekenen van indirect lachgasemissie via vervluchtiging en neerslaan moet de hoeveelheid vervluchtigde stikstof worden berekend door een fractie vervluchtigde stikstof van minerale en organische mest en feces en urine van vee op het veld te gebruiken. Vergelijking 6.3 berekent de emissie via vervluchtiging door een emissiefactor te vermenigvuldigen met de totale hoeveelheid vervluchtigde stikstof. De emissiefactor in de vergelijking vertegenwoordigt de fractie van vervluchtigde stikstof dat neerslaat in de bodem en vrijkomt als lachgas in de atmosfeer.

$$EM_{N_2O-N,vol} = [N_{fert} * f_{vol,fert} + N_{org} * f_{vol,org} + N_{feces} * f_{vol,feces} + N_{urine} * f_{vol,urine}]/M_{yield} * EF_{vol} \quad (6.3)$$

Indirect emissie via uitgespoelde stikstof in bodem- en oppervlaktewater

Voor het berekenen van indirect lachgasemissie via uitspoeling nemen we dezelfde uitspoelingfractie aan van stikstof uit minerale en organische mest, gewasresten, gemineraliseerde bodem organische stof, en feces en urine van vee op het veld. Vergelijking 6.4 berekent de emissie via uitspoeling door alle uitgespoelde stikstof te vermenigvuldigen met de emissiefactor voor uitspoeling.

$$EM_{N_2O-N,lch} = [N_{fert} + N_{org} + N_{res} + N_{min} + N_{feces} + N_{urine}]/M_{yield} * f_{lch} * EF_{lch} \quad (6.4)$$

Tabel 6.1 Symbolen in de vergelijkingen voor het berekenen van lachgasemissie door de teelt

Symbool	Beschrijving	Eenheid*
---------	--------------	----------

EF_{feces}	Lachgas emissiefactor voor stikstof in feces van vee op het veld	kg N ₂ O-N/kg
EF_{inp}	Lachgas emissiefactor voor stikstof in minerale en organische mest, gewasresten, en gemineraliseerde stikstof in de bodem	kg N ₂ O-N/kg N
EF_{soil}	Lachgas emissiefactor voor stikstof in veenbodems	kg N ₂ O-N/kg
EF_{urine}	Lachgas emissiefactor voor stikstof in urine van grazend vee	kg N ₂ O-N/kg
EF_{vol}	Lachgas emissiefactor voor vervluchtigd NH ₄ and NO _x	kg N ₂ O-N/kg N
$EM_{N2O,soil}$	Lachgasemissie van de bodem	kg N ₂ O/kg
$EM_{N2O-N,dir}$	Directe lachgasemissie van de bodem	kg N ₂ O-N/kg
$EM_{N2O-N,inp}$	Directe lachgasemissie in mineral en organische mest, gewasresten en gemineraliseerde stikstof in de bodem	kg N ₂ O-N/kg
$EM_{N2O-N,lch}$	Indirecte lachgasemissie van uitgespoelde NO ₃ ⁻ in de bodem	kg N ₂ O-N/kg
$EM_{N2O-N,vol}$	Indirecte lachgasemissie van vervluchtigde en neergeslagen NH ₄ en NO _x in de bodem	kg N ₂ O-N/kg
f_{lch}	Massa fractie uitgespoelde NO ₃ ⁻ N	kg N/kg N
$f_{vol,feces}$	Massafractie vervluchtigde NH ₄ en NO _x van stikstof in feces van grazend vee	kg N/kg N
$f_{vol,fert}$	Massafractie vervluchtigde NH ₄ en NO _x van stikstof in minerale mest	kg N/kg N
$f_{vol,org}$	Massafractie vervluchtigde NH ₄ en NO _x van stikstof in organische mest	kg N/kg N
$f_{vol,urine}$	Massafractie vervluchtigde NH ₄ en NO _x van stikstof in urine van grazend vee	kg N/kg N
M_{CO2}	Moleculaire massa van koolstofdioxide	44 g/mol
M_{N2O}	Moleculaire massa van lachgas	28 g/mol
M_{yield}	Opbrengst (drogestofgehalte van eindproduct)	kg/m ²
N_{fix}	Stikstof van biologische stikstofbinding	kg N/m ²
N_{feces}	Stikstof in feces van grazend vee	kg N/m ²
N_{fert}	Stikstof in minerale mest	kg N/m ²
N_{min}	Gemineraliseerde stikstof uit bodem organisch materiaal	kg N/m ²
N_{org}	Stikstof in organische mest	kg N/m ²
N_{res}	Stikstof in gewasresten op het veld	kg N/m ²
N_{soil}	Stikstof in veenbodems	kg N/m ²

De National Greenhouse Gas Inventory van het land van herkomst van emissies

De vergelijkingen voor de National Greenhouse Gas Inventory van het land van herkomst van emissies zijn grotendeels gelijk aan die de IPCC hanteert, maar met aangepaste waarden voor de invoerparameters. In het geval van de Nederlandse richtlijnen voor de berekening van lachgasemissies door de teelt worden er emissiefactoren voor iedere bron apart gehanteerd en gespecificeerd voor verschillende bodemsoorten en wijze van mesttoediening. In het geval van *flch* (de fractie nitraatuitspoeling) zouden kan eventueel een emissie per grondwatertrap worden uitgerekend (Tabel 6.2).

Tabel 6.2 Fractie van het stikstofoverschot op de bodembalans dat uitspoelt naar grondwater (uitspoelingsfractie) per bodemgebruik en grondwatertrap voor de zandgronden (bron: Fraters et al. 2007//)

Bodemgebruik	Grondwatertrap (I = zeer nat, VIII = zeer droog)								
	I/II/II*	III	III*	IV	V	V*	VI	VII	VIII
Bouwland	0,04	0,07	0,28	0,38	0,45	0,43	0,58	0,74	0,89
Grasland	0,02	0,04	0,14	0,20	0,23	0,22	0,30	0,38	0,46

Tabel 6.3 Emissie factoren en uitspoeling en vervluchtiging parameters volgens de IPCC1996, IPCC2006 en NIR Nederland

Symbol	IPCC1996	IPCC2006	NIR Nederland	Eenheid*
EF _{feces}	0.02	0.01	Tabel 7.4	kg N ₂ O-N/kg
EF _{inp}	0.0125	0.01	Tabel 7.4	kg N ₂ O-N/kg N
EF _{lch}	0.025	0.0075	0.025	
EF _{soil}	0.0125	0.01	Tabel 7.4	kg N ₂ O-N/kg
EF _{urine}	0.02	0.01	Tabel 7.4	kg N ₂ O-N/kg
EF _{vol}	0.01	0.01	0.01	kg N ₂ O-N/kg N
Flch	0.30	0.30	0.30	kg N/kg N
fvol,feces	0.20	0.20	0.20	kg N/kg N
fvol,fert	0.10	0.10	0.15 (ureum), 0.08 (ammoniumnitraat), 0.02 CAN bron?	kg N/kg N
fvol,org	0.20	0.20	0.1035 bron?	kg N/kg N
fvol,urine	0.20	0.20	?	kg N/kg N

Tabel 6.4 Emissiefactoren voor directe lachgasemissie uit landbouwgrond volgens de Nederlandse emissie registratie (NIR) (source: VROM 2008)

Toevoerbron	EF (kg N ₂ O-N per kg N toevoer)	
	Minerale bodem	Organische bodem
Aanwending kunstmest		
- ammoniumhoudend (geen nitraat)	0.005	0.01
- overige kunstmestsoorten	0.01	0.02
Aanwending dierlijke mest		
- bovengrondse aanwending	0.01	0.02
- emissie arme aanwending	0.02	0.02
Beweiding landbouwhuisdieren		
- faeces	0.01	0.01
- urine	0.02	0.02
Stikstofbinding	0.01	-
Achterblijvende gewasresten	0.01	-
Landbouwkundig gebruik histosolen	0.02	-

6.9 Emissiedata voor het verbruik van brandstoffen en energiedragers (elektriciteit, warmte)

PAS2050-2008 specificeert het gebruik en de definitie van energieproductiedata in Clause 7.9. Deze specificaties zijn gemaakt in relatie tot hun toegepaste allocatieregels. Omdat we een iets andere allocatie gebruiken in best practice van tuinbouwproducten, zijn deze specificaties niet volledig geldig. In de allocatie sectie van Hoofdstuk 6 specificeren we het datagebruik van energieproductie.

7. Allocatie

7.1 Allocatieprincipe

Gebaseerd op ISO14040 en ILCD referentiedocumenten, hebben we allocatieregels geformuleerd voor drie verschillende situaties: 1) coproductie in het bestudeerde systeem (producten die het systeem verlaten); 2) instroom van een coproduct uit een ander systeem; en 3) eindverwerking.

1. Coproductie in hetzelfde systeem

- Als de coproducten dezelfde eigenschappen en of functionaliteit hebben, moet de allocatie gebaseerd zijn op één of meer fysische eigenschappen.
- Als de coproducten verschillende eigenschappen en of functionaliteit hebben, moet de allocatie gebaseerd zijn op economische waarden van de coproducten.
- In beide gevallen, als terugstroom plaatsvindt, moet de primaire input eerst worden gecompenseerd door de terugstroom.

2. Instroom van een coproduct van een ander systeem

- Als geen broeikasgasemissie door een coproduct van een ander systeem is gealloceerd van dat systeem, moet het coproduct worden behandeld als een primaire input. We nemen aan dat geen emissie plaatsvindt van primaire producten voor het transport vanuit het oorspronkelijke systeem.
- Als broeikasgasemissies zijn gealloceerd vanuit een ander systeem en het coproduct heft geen economische waarde (afval), moet het gebaseerd zijn op fysische eigenschappen.
- Als het coproduct een economische waarde heft, moet het gebaseerd zijn op de economische waarde.

3. Eindverwerking

- Als terugstroom plaatsvindt in een eindverwerking systeem, moet de primaire input eerst worden gecompenseerd door de terugstroom en volledige primaire energie moet worden meegenomen.
- Als geen terugstroom plaatsvindt, moet de allocatie in de eindverwerking behandeld worden als een coproduct in hetzelfde systeem als hierboven beschreven.

Dit allocatiesysteem leidt tot de volgende richtlijnen voor tuinbouwproducten. Hier hebben we vijf onderwerpen gespecificeerd, waarin we eerst kijken naar de best practice methode en daarna verklaren we hoe het verband heeft met PAS2050.

7.1.1 Economische allocatie

In gevallen waarin meerdere producten met verschillende toepassingen en functionaliteit worden geproduceerd in een teeltsysteem, adviseren we om economische allocatie toe te passen.

Vergelijking 7.1 rekt de economische allocatiefactoren uit.

$$f_{EA,c} = p_c * M_{yield,c} / \sum_{c=1,C} (p_c * M_{yield,c}) \quad (7.1)$$

Tabel 7.1 Symbolen in de Vergelijking 7.1 voor het berekenen van allocatiefactoren voor coproducten in teeltsystemen.

Symbol	Omschrijving	Eenheid
$f_{EA,c}$	Economische allocatiefactor	kg CO ₂ e/kg CO ₂ e
p_c	Boerderij af prijs van coproduct c	€/kg
$M_{yield,c}$	Opbrengst van coproduct c	kg/m ²
Σ	Som van wat volgt tussen aanhalingstekens, herhaald voor elk coproduct tot C (het aantal coproducten)	€

Door prijsfluctuaties adviseren we het gebruik van gemiddelde prijzen en opbrengsten voor vijf jaar. Gemiddelde resultaten en variaties moeten worden gerapporteerd. Als er een trend is in marktprijzen van coproducten moet dat worden gerapporteerd.

7.1.2 Allocatie in het geval van warmte kracht koppeling

In het geval van een WKK die elektriciteit levert aan het elektriciteitsnet wordt het broeikas effect gerelateerd aan de uitgespaarde elektriciteitsproductie afgetrokken van het broeikas effect van het tuinbouwproduct waarover een broeikasgasanalyse wordt gemaakt.

Deze aftrekpost bedraagt in Nederland thans 0,64 kg CO₂eq/kWh en is gebaseerd op een marginale analyse van uitgespaarde elektriciteitsproductie in Nederland met een verhouding van 2/7 steenkoolcentrale en 5/7 gasgestookte elektriciteitscentrale. Deze waarde is inclusief de upstream productie van aardgas en kolen tot aan de centrale.

Gevolg van deze allocatiemethode is dat de broeikas effect emissiefactor voor elektriciteitsproductie in Nederland naar boven toe is bijgesteld van 0,51 kg CO₂eq (inclusief WKK en precombustion) naar 0,65 kg CO₂eq/kWh (exclusief WKK en precombustion) om te voorkomen dat het inverdieneffect van WKKL dubbel wordt geteld.

PAS2050

In de PAS2050 wordt ook het inverdieneffect van WKK meegerekend maar dan op basis van de gemiddelde elektriciteitsproductie in Engeland. Er wordt geen rekening gehouden met een eventuele dubbeltelling. Deze aanpak leidt in Engeland overigen tot een veel kleinere dubbeltelling vanwege het lagere aandeel WKK in de elektriciteitsproductie.

7.1.3 Allocatie bij recycling tot zelfde materiaaltype

Bij gesloten loop recycling waarbij het ingezamelde materiaal weer wordt toegepast als het primaire materiaal en waarbij geen dus geen chemische conversie optreedt wordt gecompenseerd op de primaire materiaalproductie.

De verhouding van primaire en secundaire materiaalproductie wordt bepaald op basis van het gemiddelde van inzet van secundair materiaal dat wordt ingezet bij de feitelijke productie van het materiaal en het materiaal dat wordt herwonnen voor materiaalrecycling.

PAS2050

In de PAS2050 vindt geen compensatie plaats voor de inzet van primair materiaal op basis van herwonnen gerecycled materiaal.

7.1.4 Allocatie bij overige recycling en afvalverwerking

Bij recycling en afvalverwerkingsprocessen waarbij conversie van het materiaal optreedt wordt gecompenseerd op basis van de uitgespaarde toepassing. In Bijlage 3 zijn standaardwaarden opgenomen voor Nederlandse afvalverwerking

PAS2050

In de PAS2050 vindt geen compensatie plaats voor de productie van energie of (andere) materialen vanuit recycling of afvalverwerking.

7.1.5 Allocatie bij toepassing van dierlijke (organische) mest

Wanneer dierlijke mest een positieve economische waarde heeft (de teler betaald voor de mest) dan wordt de levenscyclus van de productie van de mest meegerekend naar rato van de economische opbrengst van de producten uit veehouderij waar de mest wordt geproduceerd. Broeikasgasemissies van transport en aanwending van de dierlijke mest wordt geheel toegerekend naar de teelt van het tuinbouwproduct.

Wanneer dierlijke mest geen positieve waarde heeft dan wordt geen dierlijke productie gealloceerd naar de teelt waar de mest wordt toegepast. Het broeikaseffect van aanwending en transport van aanvoer van de mest wordt toegerekend naar de teelt op basis van de wettelijke bepaalde stikstof werkingscoëfficiënt.

PAS2050

De PAS2050 geeft geen specifieke richtlijnen voor allocatie bij toepassing van dierlijke mest. In het geval van een positieve waarde van de mest zal in lijn met de algemene richtlijn binnen de PAS2050 om economische te alloceren dezelfde werkwijze worden gehanteerd als de hier benoemde best practice. De situatie dat de mest een negatieve economische waarde heeft, zal in het buitenland veel minder vaak voorkomen.

7.1.6 Allocatie bij een bouwplan of teeltrotatie (definitie)

In het geval van een bouwplan waarbij meerdere gewassen in een rotatiesysteem worden geteeld, worden broeikasgasemissies die voorkomen uit de bemesting toegerekend op basis van oppervlak, mineralenbehoefte of direct aan et gewas waar de mest op wordt gegeven. De gegevens van de teelten kunnen op verschillende detailniveaus beschikbaar zijn.

1. Mestgiften van totale bouwplan en gewasarealen
2. Mestgiften van totale bouwplan en gewasarealen en mineralenbehoeften van de gewassen bij standaardopbrengst
3. Mestgiften van totale bouwplan en gewasarealen en mineralenbehoeften van de gewassen bij werkelijke opbrengst

Afhankelijk van dit niveau van detaillering zijn allocatieregels geformuleerd die in het verlengde liggen van het Nederlandse LCA supplement voor de landbouw (zie Tabel 7.2)

Tabel 7.2 Allocatie methoden te gebruiken bij verschillende bronnen en voor verschillende databeschikbaarheid

Systeemonderdeel	Geen nutriënten behoefte bekend	Nutriënten behoefte bij gemiddelde opbrengsten	Nutriënten behoefte bij specifieke opbrengsten
Productie van organische mest	Oppervlakte	Oppervlakte	Oppervlakte
Stikstof werkingsfractie van organische mest	Oppervlakte	Oppervlakte	Oppervlakte
Stikstof in gewasresten	Oppervlakte	Oppervlakte	Oppervlakte
Bodem organisch materiaal	Oppervlakte	Oppervlakte	Oppervlakte
Stikstof in kunstmest	Oppervlakte	Nutriënten	Niet
Stikstof snelle fractie	Oppervlakte	Nutriënten	Niet
Stikstof binding	Oppervlakte	Nutriënten	Niet
Fosfaat (P ₂ O ₅)	Oppervlakte	Nutriënten	Nutriënten
Kalium (K ₂ O)	Oppervlakte	Nutriënten	Nutriënten

* Met oppervlakte bedoelen we dat de allocatie van broeikasgasemissies door een specifiek deel van het rotatiesysteem gebaseerd moet zijn op het oppervlakte per gewas in de gewasrotatie, met nutriënten bedoelen we dat de allocatie gebaseerd moet zijn op de nutriënten behoefte per gewas, en met niet bedoelen we dat geen allocatie nodig is.

Standaardopbrengsten en mineralen behoeften voor vollegrondsgroenten zijn gepubliceerd in de KWIN en opgenomen in Bijlage 4

PAS2050

PAS2050 geeft geen nadere uitwerking voor bouwplanbemesting zodat dit voorstel als een nadere specificatie van de PAS2050 kan worden beschouwd.

7.2 Allocatie moet apart en transparant gerapporteerd worden met een effect op de berekening

De in de analyse toegepaste allocatieregels moeten op een transparante manier worden gerapporteerd (zie PAS 2050-2008 8.1.2)

Referenties

- BSI 2008. PAS 2050. Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services. British Standards Institution (BSI).
- CBS 2007. Duurzame energie in Nederland. Centraal Bureau voor de Statistiek, Voorburg/Heerlen.
- Davis, J. and Haglund, C. 1999. Life Cycle Inventory (LCI) of Fertiliser Production. Fertiliser Products Used in Sweden and Western Europe. SIK-Report No. 654. Masters Thesis, Chalmers University of Technology.
- Ecoinvent 2007. ecoinvent data v2.0. Swiss Centre for Life Cycle Inventories, 2007
- ILCD 2008 <http://ict.jrc.ec.europa.eu/eplca/deliverables-1/ILCD-Draft-Main-guidance-document-for-all-applications-and-scope-situations-22May2008-Home-reducet.pdf>
- IPCC 2006, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston, H.S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T. and Tanabe K. (eds.). IGES, Hayama, Japan.
- Kongshaug, G. 1998. Energy Consumption and Greenhouse Gas Emissions in Fertilizer Production. IFA Technical Conference, Marrakech, Morocco, 28 September-1 October, 1998, 18pp.
- KWIN 2007 Akkerbouw en Vollegrondsgroenten
- Nabuurs G.J. & M.J. Schelhaas 2002. Carbon profiles of typical forest types across Europe assessed with CO2FIX. Ecological Indicators 1(3): 213-223
- OECD 2007 IEA 2007 electricity data
- VROM 2008¹. Protocollen broeikasgasmonitoring. Protocol 8131 Landbouw bodem indirect, 4D: N2O landbouwBODEM: indirecte emissies
- VROM 2008². Protocollen broeikasgasmonitoring. Protocol 8132 Landbouw bodem direct, 4D: N2O landbouwBODEM: directe emissies en beweidingsemissies

Bijlage 1. GWP 100 factoren

Tabel B.1 geeft de meest recente GWP100 factoren. In de kolom daarvoor de GWP100 factoren vanuit de vorige editie die vaak nog gebruikt worden in de National Inventory Reports van landen. De gebruiker van het protocol heeft zelf de verantwoordelijkheid om na te gaan of de in de tabel genoemde waarden nog de meest actuele zijn.

Tabel B.1 De meest recente GWP100 factoren (bron: IPCC 2007)

Gas	Cas.no	GWP100 (Houghton et al., 1994 & 1995) [kg CO ₂ eq]	GWP 100 (Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing Forster et al. 2007) [kg CO ₂ eq]
1,1,1-trichloroethane	71-55-6	110	
Carbon dioxide	124-38-9	1	1
CFC-11	75-69-4	4000	4750
CFC-113	26523-64-8	5000	6130
CFC-114	1320-37-2	9300	10000
CFC-115	76-15-3	9300	7370
CFC-12	75-71-8	8500	10900
CFC-13	75-72-9	11700	14400
Dichloromethane	75-09-2	9	8,7
Dinitrogen oxide	10024-97-2	310	298
HALON-1301	75-63-8	5600	7140
HBFC-2311	151-67-7		
HBFC-2401 (HALON)	124-72-1		
HALON-2402	25497-30-7		1640
HALON-1211			1890
HCFC-123	306-83-2	93	77
HCFC-124	63938-10-3	480	609
HCFC-141b	27156-03-2	630	725
HCFC-142b	75-68-3	2000	2310
HCFC-22	75-45-6	1700	1810
HCFC-225ca	422-56-0	170	122
HCFC-225cb	507-55-1	530	595
HFC-125	354-33-6	2800	3500
HFC-134	811-97-2	1000	
HFC-134a	811-97-2 (a)	1300	3830
HFC-143	430-66-0	300	
HFC-143a	420-46-2	3800	
HFC-152a	75-37-6	140	124
HFC-227ea	431-89-0	2900	3220
HFC-23	75-46-7	11700	14800
HFC-236fa	690-39-1	6300	9810
HFC-245ca	679-86-7	560	

HFC-245Fa		560	1030
HFC-32	75-10-5	650	675
HFC-41	593-53-3	13000	
HFC-43-10mee	138495-42-8	1300	1640
HFE-125			14900
HFE-134			6320
HFE-143a			756
HCFE-235da2			350
HFE-245cb2			708
HFE-245fa2			659
HFE-254cb2			359
HFE-347mcc3			575
HFE-347pcf2			580
HFE-356pcc3			110
HFE-449sl (HFE-7100)			297
HFE-569sf2 (HFE-7200)			59
HFE-43-10pccc 24			1870
HFE-236ca12			2800
HFE-338pcc13			1500
Methane	74-82-8	21	25
Nitrogen trifluoride			17200
Perfluorobutane	355-25-9	7000	8860
Perfluorocyclobutane	115-25-3	8700	10300
Perfluoroethane	76-16-4	9200	12200
Perfluorohexane	355-42-0	7400	9300
Perfluoromethane	75-73-0	6500	7319
Perfluoropentane	678-26-2	7500	9160
Perfluoropropane	76-19-7	7000	8830
Sulphur hexafluoride	2551-62-4	23900	22800
Tetrachloromethane	56-23-5	1400	
Trichloromethane	67-66-3	4	

Bijlage 2. Emissiefactoren voor brandstoffen, energiedragers en materialen

B2.1 Inleiding

In deze bijlage worden diverse emissiefactoren gegeven voor energiedragers en materialen. Het betreft een compilatie van recente informatie die is verzameld ten vanuit diverse bronnen ten behoeve van het project ontwikkeling van een protocol en rekentool voor de Nederlandse tuinbouw. Per type data wordt aangegeven wat de status is van de data

B2.2 Emissiefactoren voor brandstoffen en energiedragers

B2.2.1 Brandstoffen Nederland

In tabel B2 zijn de belangrijkste broeikasgas emissiefactoren weergegeven voor de brandstoffen, die in Nederland gebruikt worden Deze factoren zijn gebaseerd op:

- de meest recente Nederlandse lijst van energiedragers en standaard broeikasgas emissiefactoren voor wat betreft de directe verbrandingsemissies (Vreuls 2006). Deze waarden worden gehanteerd in de Nederlandse National Inventory Reporting systeem. De gebruiker van het tuinbouwprotocol heeft zelf de verantwoordelijkheid om
- de berekende emissiewaarde voor verbranding van aardgas in de WKK is gebaseerd op de gemiddelde methaanslip in de tuinbouw (Blonk et al. 2009)
- de waarden voor de upstreamemissies zijn afkomstig van verschillende Nederlandse en buitenlandse onderzoeken zie (Blonk et al 2009)

Wanneer voor de upstream broeikasgasemissies recentere of meer specifieke onderzoeken beschikbaar komen voor de Nederlandse situatie dan gebruikt in Blonk et al dan kunnen deze worden gebruikt. De gebruiker moet daarbij transparant zijn over bronvermelding en aanvullende berekeningen.

Tabel B.2

		Emissies vanwege directe verbranding			Upstream emissies precombustion		Emissies incl. precombustion
		MJ/eenheid	gram CO ₂ /MJ	kg CO ₂ -eq/eenheid	gram CO ₂ kg/MJ	kg CO ₂ -eq/eenheid	kg CO ₂ -eq/eenheid
ruwe olie	kg	42,7	73,3	3,13	10	0,43	3,56
Motorbenzine	kg	44	72	3,17	10	0,44	3,61
Kerosine	kg	43,5	71,5	3,11	10	0,44	3,55
Petroleum	kg	43,1	71,9	3,10	10	0,43	3,53
Diesel	kg	42,7	74,3	3,17	10	0,43	3,60
zware stookolie	kg	41	77,4	3,17	10	0,41	3,58
Smeerolie	kg	41,4	73,3	3,03	10	0,41	3,45
Antraciet	kg	26,6	98,3	2,61	15	0,40	3,01
Cokeskolen	kg	28,7	94	2,70	15	0,43	3,13
Steenkool	kg	24,5	94,7	2,32	15	0,37	2,69
Bruinkool	kg	20	101,2	2,02	15	0,30	2,32
Aardgas	m ³	31,65	56,8	1,80	3	0,09	1,88
aardgas WKK	m ³	31,65		2,19	3	0,09	2,28

Turf	Kg	10,8	106	1,14
Methaan	m3	35,9	54,9	1,97

B2.2.2. Brandstoffen in andere landen dan Nederland

IPCC Brandstoffenlijsten (Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Reference Manual (Volume 3), Page 1.13) gebruiken of landspecifieke emissiefactoren die worden gehanteerd in National Inventory Reports.

B2.2.3. Elektriciteit Nederland

Voor de emissiefactoren voor Nederland wordt aangesloten bij de rapportages ten behoeve van de stroometikettering door het CE. De berekening wordt vervolgens gecorrigeerd voor uitsluiting van WKK vanwege dubbeltelling (zie hoofdstuk 7 allocatie WKK). Met de upstream emissiefactoren voor steenkool en aardgas komt de Nederlandse elektriciteitsproductie op 0,64 kg CO₂eq/kwh

Tabel B.3

	gram CO ₂ eq/ kWh	Verdeling 2007	gram CO ₂ eq/ kWh	Verdeling 2007 Gecorrigeerd	gram CO ₂ eq/ kWh
Kernenergie	0	6%	0	11%	0
Aardgas WKK	300	43%	129		0
Aardgas gemiddeld	450	24%	108	42%	189
Stookolie	660	0%	0	0%	0
Kolen	870	24%	208	42%	366
overig	483	3%	14	5%	25
Totaal		100%	460	100%	581

Bij het beschikbaar komen van recentere informatie over elektriciteitsproductie in Nederland dient de gebruiker deze berekening te actualiseren met bronverwijzing.

B2.2.4 Elektriciteit overig

Voor de elektriciteitsproductie in de andere landen dan Nederland worden twee tabellen gegeven. Een tabel uit de meest recente Eco-invent data . Dit is elektriciteitsproductie inclusief alle upstream emissies en constructie van kapitaalgoederen en infrastructuur voor elektriciteitsvoorziening. Daarmee is de systeemaafbakening ruimer dan gebruikt wordt in het protocol en zijn de waarden waarschijnlijk ongeveer 0,5-0,1 kg CO₂eq/kWh te hoog. Een correctie is nu lastig uit te voeren omdat kapitaalgoederen moeilijk zijn af te scheiden in de Eco-invent database.

Voor broeikasgas emissiewaarden buiten Europa kan gebruik gemaakt worden van de OECD data voor elektriciteitsproductie (Tabel B.5). Dit zijn data inclusief warmteproductie en exclusief upstream emissies van precombustion. In de laatste kolom is een schatting gegeven van de waarden inclusief precombustion (1,1 keer de waarde exclusief pre combustion)

Tabel B.4 Broeikasgasemissie van elektriciteitsproductie in EU landen (Eco-invent 2007)

		Eco-invent kg CO ₂ eq/kWh
AT	Oostenrijk	0,39
BE	België	0,33
CH	Zwitserland	0,11
ES	Spanje	0,50
FR	Frankrijk	0,09
GR	Griekenland	0,98
IT	Italië	0,57
LU	Luxemburg	0,56
NL	Nederland	0,67
PT	Portugal	0,60
DE	Duitsland	0,64
DK	Denemarken	0,56
FI	Finland	0,30
GB	Groot Brittannië	0,58
IE	Ierland	0,76
SE	Zweden	0,09
NO	Noorwegen	0,03
CZ	Tsjechië	0,80
HU	Hongarije	0,62
PL	Polen	1,10
SK	Slowakije	0,45
SI	Slovenia	0,43
HR	Croatia	0,47
BA	Bosnia and Herzegovina	0,66
BG	Bulgarije	0,59
RO	Roemenië	0,65

Tabel B.5 Broeikasgas emissiewaarden gebaseerd op OECD 2007

	Exclusive precombustion	Inclusive Precombustion
	kg CO ₂ eq/kWh	
World	0,510	0,561
OECD Total	0,457	0,502
Non-OECD Total	0,568	0,625
IEA Total	0,452	0,497
European Union - 15	0,344	0,378
European Union - 25	0,370	0,406
Africa	0,652	0,717
Middle East	0,693	0,762
Former USSR	0,338	0,372
Latin America	0,201	0,221
Asia (excluding China)	0,726	0,799
China (including Hong Kong)	0,849	0,934

Wanneer de gebruiker van het tuinbouwprotocol betere waarden beschikbaar heeft dan kan hij die gebruiken met expliciete bronvermelding.

B2.3 Emissiefactoren voor materialen

Voor materialen worden enkele bronnen gegeven die gebruikt kunnen worden. Daarbij is soms een voorkeurbron aangegeven.

B2.3.1 Productie van meststoffen

Tabel B.6 Broeikasgasemissies bij productie van kunstmestsoorten (voorkeur Davis en Hagelund)

N-fertilizer	Davis en Hagelund 1999	Kongshaug 1998	Williams 2006	Econinvent 2007
kg CO ₂ eq/kg				
N (KAS WEgemiddeld)	7,48	6,89	7,4	8,8
N (ureum)	4,00	1,33	3,5	3,4
N (UreumAmmoniumNitraat)	5,67	4,10		5,9
N (ammoniumnitraat)	7,03	6,80	7,2	8,6
P-fertilizers				
Triple super fosfaat	1,04	0,35	1,2	2,7
Single super fosfaat	1,05	0,10	0,6	2,1
N-P-fertilizers				
Mono-ammonium fosfaat	0,70	0,31		
Di-ammonium fosfaat	0,87	0,46		
N-P-K-fertilizers				
Phosph. Acid 15-15-15	1,12	0,97		
Nitrofosfaat 15-15-15	1,18	0,83		

B2.3.2 Productie en gebruik van veensubstraat

PM

B2.3.3 Productie, gebruik afdanking en afvalverwerking van overige materialen

	Productie			Afdanking			default percentages									
	Vanuit primaire grondstoffen	Vanuit secundaire grondstoffen	Verwerking tot eindproduct	afvalverbranding eigen emissie	stort eigen emissie	Calorische waarde	inzet primaire grondstoffen (%)	inzet secundaire grondstoffen (%)	verlies factor (%)	materiaal hergebruik (%)	afvalverbranding (% na hergebruik)	rendement verbranding (%)	kg CO2/vermeden kwh	stort (% na hergebruik)	Resultaat cf PAS2050 berekening	Resultaat incl vermeden emissies = nbest practice
	kg CO2eq/kg			MJ/kg			g CO2eq/kg									
Kunststoffen																
Polyetheen (PE)	1,9	0,33	0,4	2,8	0	38	100%	0%	2%	5%	90%	20	0,64	10%	4,69	3,50
Polypropeen (PP)	1,9	0,33	0,4	2,8	0	38	100%	0%	2%	5%	90%	20%	0,64	10%	4,69	3,50
Polystyreen (PS)	2,8	0,33	0,4	3,4	0	40	100%	0%	2%	5%	90%	20%	0,64	10%	6,11	4,83
Polyvinylchloride (PVC)	2,9	0,33	0,4	2	0	28	100%	0%	2%	5%	90%	20%	0,64	10%	5,01	4,09
PET	3,5	0,33	0,5	2	0	40	100%	0%	2%	5%	90%	20%	0,64	10%	5,71	4,41
Polyamide	3,5	0,33	0,5	2	0	40	100%	0%	2%	5%	90%	20%	0,64	10%	5,71	4,41
SBR (synthetisch rubber)	2,7	0,65	0,3	3,4	0	33	100%	0%	2%	5%	90%	20%	0,64	10%	5,91	4,85
Metalen															-	-
staal	2,8	0,3	0,2	0	0	0	50%	50%	2%	80%	50%	20%	0,64	50%	1,75	1,38
RVS	3	0,6	0,6	0	0	0	50%	50%	2%	80%	50%	20%	0,64	50%	2,40	2,04
aluminium	13,3	0,6	0,1	0	0	0	50%	50%	2%	80%	50%	20%	0,64	50%	7,05	5,15
koper	4,5	1,3	0,7	0	0	0	50%	50%	2%	80%	50%	20%	0,64	50%	3,60	3,12
lood	3	0,7	0,3	0	0	0	50%	50%	2%	60%	50%	20%	0,64	50%	2,15	2,04
zink	2,9	0,7	0,7	0	0	0	50%	50%	2%	50%	50%	20%	0,64	50%	2,50	2,50

	Productie			Afdanking			default percentages									
	Vanuit primaire grondstoffen	Vanuit secundaire grondstoffen	Verwerking tot eindproduct	afvalverbranding eigen emissie	stort eigen emissie	Calorische waarde	inzet primaire grondstoffen (%)	inzet secundaire grondstoffen (%)	verlies factor (%)	materiaal hergebruik (%)	afvalverbranding (% na hergebruik)	rendement verbranding (%)	kg CO2/vermeden kwh	stort (% na hergebruik)	Resultaat cf PAS2050 berekening	Resultaat incl vermeden emissies = nbest practice
	kg CO2eq/kg			MJ/kg			g CO2eq/kg									
Steenaching/keramisch															-	-
baksteen	0,2	0,2	0	0	0	0	100%	0%	2%	0%	0%	20%	0,64	100%	0,20	0,20
kalkzandsteen	0,2	0,2	0	0	0	0	100%	0%	2%	0%	0%	20%	0,64	100%	0,20	0,20
durox/gips	0,2	0,2	0	0	0	0	100%	0%	2%	0%	0%	20%	0,64	100%	0,20	0,20
cement portland	0,86	0,86	0,08	0	0	0	100%	0%	2%	0%	0%	20%	0,64	100%	0,94	0,94
hoogoven cement	0,33	0,33	0,08	0	0	0	100%	0%	2%	0%	0%	20%	0,64	100%	0,41	0,41
beton	0,2	0,2	0	0	0	0	100%	0%	2%	0%	0%	20%	0,64	100%	0,20	0,20
glas	0,8	0,32	0,3	0	0	0	50%	50%	2%	70%	10%	20%	0,64	90%	0,86	0,81
glas verpakking	0,73	0,38	0	0	0	0	50%	50%	2%	80%	10%	20%	0,64	90%	0,56	0,50
Hout															-	-
zacht hout	0,35		0,2	0	0,31	18	50%	50%	2%	10%	80%	20%	0,64	20%	0,44	0,05
hard hout	1,6		0,2	0	0,31	18	50%	50%	2%	10%	80%	20%	0,64	20%	1,06	0,92
vezelplaat	0,2	0,2	0,2	0	0,31	18	20%	80%	2%	0%	80%	20%	0,64	20%	0,46	0,05-
OPS	0,2	0,2	0,2	0	0,31	18	20%	80%	2%	0%	80%	20%	0,64	20%	0,46	0,05-

	Productie				Afdanking				default percentages							
	Vanuit primaire grondstoffen	Vanuit secundaire grondstoffen	Verwerking tot eindproduct	afvalverbranding eigen emissie	stort eigen emissie	Calorische waarde	inzet primaire grondstoffen (%)	inzet secundaire grondstoffen (%)	verlies factor (%)	materiaal hergebruik (%)	afvalverbranding (% na hergebruik)	rendement verbranding (%)	kg CO2/vermeden kwh	stort (% na hergebruik)	Resultaat cf PAS2050 berekening	Resultaat incl vermeden emissies = nbest practice
	kg CO2eq/kg				MJ/kg				g CO2eq/kg							
Substraat (standaard = steenwol)															-	-
steenwol	1,35	1,35	0	0	28	100%	0%	2%	80%	0%	20%	0,64	100%	1,35	1,35	
Cocos m3	51,7				16	100%	0%	2%	0%	0%	20%	0,64	100%	51,70	51,70	
Perlite m3	64,5					100%	0%	2%	0%	0%	20%	0,64	100%	64,50	64,50	
															-	-
Papier/karton	0,7	0,7	0,1	0,05	0,62	16	60%	40%	2%	60%	90%	20%	0,64	10%	0,88	0,68
Massief karon	0,52	0,52	0,37	0,05	0,62	16	20%	80%	2%	60%	90%	20%	0,64	10%	0,97	0,77
Vouw karton	1,1	0,55	0,45	0,05	0,62	16	10%	90%	2%	80%	90%	20%	0,64	10%	1,13	1,05
Golfkarton	0,7	0,7	0,1	0,05	0,62	16	0%	100%	2%	86%	90%	20%	0,64	10%	0,87	0,80

Bijlage 3. Emissies in de gebruikersfase en afvalverwijdering fase

De Annex is afkomstig uit het PAS2050 protocol

Calculation of the weighted average impact of carbon storage in products (normative)

C.1 General

Where carbon storage, or the uptake of atmospheric carbon, over the life cycle of the product occur within the 100-year assessment period, the impact of this storage or uptake emissions shall reflect the weighted average time of storage during the 100-year assessment period.

C.1.1 Specific case: biogenic carbon storage following product formation

Where the full carbon storage benefit of a product exists for between 2 and 25 years after the formation of the product (and no carbon storage benefit exists after that time), the weighting factor to be applied to the CO₂ storage benefit over the 100-year assessment period shall be calculated according to:

$$\text{Weighting factor} = \frac{(0.76 \times t_0)}{100}$$

where

t_0 = the number of years the full carbon storage benefit of a product exists following the formation of the product.



C.1.2 General case: biogenic carbon storage or atmospheric carbon take-up

In cases not covered in C.1.1, the weighting factor to be applied to the CO₂ storage benefit over the 100-year assessment period shall be calculated according to:

$$\text{Weighting factor} = \frac{\sum_{i=1}^{100} x_i}{100}$$

where

i = each year in which storage occurs,

x = the proportion of total storage remaining in any year i .

Note For example, if a product were to store biogenic carbon over a period of five years following formation of the product, and the amount of carbon stored were to then decrease evenly across the following five years, the weighting factor that represents the weighted average time of carbon storage in the product would be:

$$\frac{(1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 0.8 + 0.6 + 0.4 + 0.2 + 0)}{100} = 0.07$$

In this example, 100% of the carbon storage benefit occurs over the first five years; this then decreases 20% (0.2) per year over the next five years. Therefore, the total amount of biogenic carbon, expressed as CO₂e, stored in the product would be multiplied by a factor of 0.07 to reflect the weighted average impact of biogenic carbon stored in this product over the 100-year assessment period.



Bijlage 4. Landconversie

		Afrika	Noord Amerika	Zuid Amerika	Oost Azië	Zuid Azië	Zuidoost Azië	West Azië	Europa & C Azië	Oceanië
		hectare								
Boreal coniferous forest	Ba	0	2186972	0	157450	157450	157450	157450	2195688	0
Subtropical dry forest	SCs	334816	87039	100504	129040	129040	129040	129040	816400	123342
Subtropical humid forest	SCf	85099	1068503	1199948	2047862	2047862	2047862	2047862	0	281176
Temperate continental forest	TeDc	0	2023770	0	1253135	1253135	1253135	1253135	2906694	0
Temperate oceanic forest	TeDo	0	40123	259147	0	0	0	0	1287121	218534
Tropical dry forest	TAWb	3669529	226004	1681596	1426603	1426603	1426603	1426603	0	468003
Tropical moist deciduous forest	TAWa	4661180	678048	4302306	1379477	1379477	1379477	1379477	0	26298
Tropical rain forest	Tar	4017705	440880	6631240	3009375	3009375	3009375	3009375	0	481313
Tropical shrubland	TBSh	5977939	2147	103034	1167107	1167107	1167107	1167107	0	1063413
Subtropical mountain systems	SM	412356	592297	238162	3459622	3459622	3459622	3459622	149240	0
Temperate mountain systems	TeM	0	1976781	76895	3604836	3604836	3604836	3604836	605384	193632
Tropical mountain systems	TM	1473226	259112	1886495	834931	834931	834931	834931	0	71204
Subtropical steppe	SCSh	456663	1167280	639738	1180330	1180330	1180330	1180330	5008	1461055

		Afrika	Noord Amerika	Zuid Amerika	Oost Azië	Zuid Azië	Zuidoost Azië	West Azië	Europa & C Azië	Oceanië
		ton/ha								
Boreal coniferous forest	Ba	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Subtropical dry forest	SCs	140	210	210	130	130	160	130	130	130
Subtropical humid forest	SCf	180	220	220	180	180	290	180	180	180
Temperate continental forest	TeDc	120	130	130	120	120	120	120	120	120
Temperate oceanic forest	TeDo	120	660	180	120	120	120	120	120	360
Tropical dry forest	TAWb	120	210	210	130	130	160	130	130	130
Tropical moist deciduous forest	TAWa	260	220	220	180	180	290	180	180	180
Tropical rain forest	Tar	310	300	300	280	280	350	280	280	280
Tropical shrubland	TBSh	70	80	80	60	60	70	60	60	60
Subtropical mountain systems	SM	50	145	145	135	135	205	135	135	135
Temperate mountain systems	TeM	130	130	130	130	130	130	130	130	130
Tropical mountain systems	TM	115	145	145	135	135	205	135	135	135
Subtropical steppe	SCSh	70	80	80	60	60	70	60	60	60
Gewogen gemiddelde		171	135	234	153	153	202	153	103	121

Tabel B4.1 Trends van relatieve veranderingen in areaal van verschillende gewassen gebaseerd op gegevens van FAOSTAT tussen 1982 en 2007 en op basis van het areaal in 2007

Crop	Africa	Northern America	South America	Eastern Asia	Southern Asia	Southeastern Asia	Western Asia	Oceania	Europe Central Asia	Rest of the world	World	Brazil	Argentina	U.S.A.
Oil palm fruit	1,8%	0,0%	3,5%	0,7%	0,0%	3,2%	0,0%	2,7%	0,0%	4,2%	2,8%	3,4%	0,0%	0,0%
Soybeans	2,1%	1,2%	2,7%	0,8%	3,8%	-2,0%	-20,0%	-11,8%	-1,2%	-27,7%	1,9%	2,4%	3,2%	1,1%
Apples	3,6%	0,0%	1,1%	2,5%	1,6%	0,0%	2,1%	1,2%	0,0%	0,0%	0,6%	1,8%	0,0%	0%
Bananas	1,2%	2,0%	1,4%	3,3%	1,4%	1,6%	2,4%	1,9%	0,0%	0,0%	1,4%	0,8%	0%	2,0%
Beans, green	3,1%	0,9%	0,0%	4,1%	0,6%	4,9%	1,3%	0,4%	0,0%	0,0%	2,3%	0,0%	1%	0,6%
Grapes	0,0%	1,1%	0,0%	2,9%	1,8%	2,8%	0,0%	3,0%	0,0%	0,0%	-0,9%	0,7%	0,0%	1,2%
Oranges	1,5%	1,8%	0,9%	1,7%	2,4%	1,7%	1,2%	0,0%	0,1%	0,0%	1,6%	0,9%	0,4%	1,8%
Pineapples	1,5%	0,0%	2,8%	3,5%	1,9%	0,3%	3,6%	0,0%	0,0%	0,0%	1,4%	2,2%	0%	0,0%
Potatoes	2,4%	0,3%	0,0%	2,6%	1,9%	2,2%	2,8%	0,4%	0,0%	0,0%	0,4%	0,0%	0,0%	0,0%
Tomatoes	2,4%	0,0%	0,2%	3,3%	2,9%	0,1%	2,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Totaal	0,3%	-0,2%	0,4%	0,4%	0,0%	0,6%	1,9%	-0,3%	-0,1%	0,4%	0,2%	0,7%	0,1%	-0,2%

Tabel B4.2 Resultaten van berekeningen voor broeikasgasemissie door landconversie naar verschillende gewassen in kg CO₂eq/ha

Crop	Africa	Northern America	South America	Eastern Asia	Southern Asia	South-Eastern Asia	Western Asia	Oceania	Europe & Central Asia	Rest of the world	World	Brazil	Argentina	U.S.A.
Oil palm fruit	2807	0	8790	1123	0	4455	0	0	0	0	4049	9656	0	0
Soybeans	3427	0	6915	1223	194	0	0	0	0	0	2830	6731	832	0
Apples	5804	0	2757	3761	80	0	4445	0	0	0	861	5113	0	0
Bananas	1910	0	3427	5016	70	2254	4923	0	0	0	2109	2208	0	0
Beans, green	4919	0	0	6104	33	6746	2760	0	0	0	3424	0	257	0
Grapes	0	0	0	4392	90	3806	0	0	0	0	0	2089	0	0
Oranges	2390	0	2308	2611	121	2361	2445	0	0	0	2355	2442	97	0
Pineapples	2386	0	7112	5239	96	428	7596	0	0	0	2053	6257	0	0
Potatoes	3902	0	66	3886	98	2989	5923	0	0	0	511	0	0	0
Tomatoes	3851	0	531	5027	146	138	4754	0	0	0	861	0	0	0
Totaal	402	0	907	657	1	841	4013	0	0	0	325	1883	14	0

Bijlage 5 Broeikasgasemissie sop basis van KWIN data

Potplanten	Methode: PAS2050 (CO ₂ eq. per 1000kg)		Methode: Best Practice (CO ₂ eq. per 1000kg)		Verschil Best Practice en PAS2050
	Excl. Kas	Incl. Kas	Excl. Kas	Incl. Kas	
Hippeastrum, jaarrond	2790	3419	2795	3295	96,39%
Dianthus (Anjer), grootbloemig, ongetopt, 2-3 jarige teelt, gemiddelde teelt volprodu	3685	4281	3689	4164	97,26%
Bouvardia enkelbloemig	3611	4537	3618	4355	95,99%
Bouvardia dubbelbloemig	3587	4606	3595	4406	95,65%
Chrysanthemum, tros, belicht 6050 lux	4373	4672	4375	4613	98,73%
Alstroemeria Granada, gekoeld en belicht 6050 lux	4497	4773	4499	4718	98,83%
Chrysanthemum, santini, belicht 6050 lux	4484	4796	4486	4734	98,70%
Cymbidium, kleinbloemig, volproductief	3374	5339	3388	4948	92,67%
Alstroemeria Virginia, gekoeld en belicht 6050 lux	5053	5362	5055	5300	98,84%
Freesia, kralenteelt dec -jan	3786	5608	3813	5259	93,78%
Lisianthus (Eustoma russellianum) belicht jaarrond met wkk 10000 lux	5501	5696	5502	5657	99,31%
Cymbidium, grootbloemig, volproductief	3678	5941	3694	5491	92,42%
Lisianthus (Eustoma russellianum) belicht jaarrond 10000 lux	5880	6076	5882	6037	99,35%
Freesia, januari en februari	5140	6189	5157	5990	96,77%
Chrysanthemum, geplozen, belicht 6050 lux	6010	6441	6013	6355	98,67%
Anthurium Andreanum laat planten	5094	8132	5118	7535	92,66%
Anthurium Andreanum vroeg planten	5109	8160	5133	7561	92,66%
Gerbera, mini, 3-jarige, belicht 6600 lux	7830	8283	7833	8191	98,90%
Freesia, maart en april	8204	9182	8222	8998	98,00%
Gerbera, grootbloemig, 3-jarige, belicht 6600 lux	9047	9589	9050	9479	98,86%
Freesia, half november en december	10528	11602	10544	11396	98,23%
Freesia, mei en juni	14060	15060	14076	14870	98,74%
Freesia, belicht jaarrond 4400 lux	17129	18262	17138	18037	98,77%
Freesia, september en oktober	23556	25082	23573	24785	98,82%
Freesia, juli en augustus	25652	26812	25669	26590	99,17%
Roos Avalanche belicht 12000 lux	29352	29951	29355	29826	99,58%
Roos Passion, belicht 12000 lux	39235	40038	39239	39870	99,58%

Groente	Methode: PAS2050 (CO ₂ eq. per 1000kg)		Methode: Best Practice (CO ₂ eq. per 1000kg)		Verschil Best Practice en PAS2050
	Excl. Kas	Incl. Kas	Excl. Kas	Incl. Kas	
Sla (krop, licht), zomerteelten	157	463	166	408	88,14%
Komkommer, week 22	661	710	662	701	98,77%
Komkommer, week 51, 20 en 31 en wkk	657	731	658	716	97,98%
Komkommer, week 18	701	758	702	747	98,61%
Komkommer, week 28	749	807	751	797	98,66%
Radijs jaarrond (bosjes, machinaal oogsten)	675	877	677	838	95,47%
Komkommer, week 31	879	954	880	940	98,53%
Tomaat rond, week 51 met wkk	877	979	878	958	97,91%
Komkommer, week 4 en 23 voor tomaat	935	1009	936	993	98,49%
Trostomaat, week 51 en wkk	908	1013	909	992	97,91%
Komkommer, week 3 en 26, hogedraad	1044	1113	1045	1099	98,77%
Sla (krop, zwaar), week 39	824	1115	833	1063	95,32%
Komkommer, week 1, 23 en 32	1100	1172	1100	1157	98,76%
Komkommer, week 51, 20 en 31	1111	1184	1112	1169	98,77%
Sla (krop, licht) week 39	841	1235	853	1164	94,27%
Andijvie week 35	1135	1590	1150	1512	95,06%
Radijs jaarrond (los, machinaal oogsten)	1242	1649	1245	1569	95,14%
Tomaat rond, week 51	1599	1699	1600	1679	98,82%
Tomaat tussentype, week 51	1599	1699	1600	1679	98,82%
Vleestomaat week 49	1644	1744	1645	1724	98,85%
Komkommer, week 51	1660	1746	1661	1729	99,06%
Trostomaat, week 51	1656	1759	1656	1739	98,82%
Paprika geel, week 1 met wkk	1568	1773	1569	1731	97,68%
Paprika rood, week 51 en wkk	1644	1860	1646	1817	97,67%
Komkommer, week 51 kort	1915	2018	1916	1998	99,02%
Courgette (groen), 2 teelten	2087	2246	2088	2214	98,58%
Sla (krop, zwaar), week 45	2278	2560	2287	2510	98,02%
Paprika groen, week 1	2401	2576	2403	2541	98,64%
Paprika groen rood, week 3	2477	2661	2478	2624	98,61%
Sla (krop, licht), week 41	2271	2665	2283	2594	97,35%
Aubergine december, WKK	2445	2725	2447	2669	97,93%
Tomaat cherry, los, week 49	2662	2839	2664	2804	98,75%
Paprika geel, week 1	2929	3131	2930	3090	98,71%
Paprika oranje, week 50	2917	3134	2919	3091	98,61%
Paprika geel, week 48	3058	3260	3059	3219	98,76%
Paprika rood, week 51	3055	3268	3056	3225	98,69%
Tomaat cherry, tros, week 49	3081	3286	3083	3245	98,75%
Paprika rood, week 48	3143	3356	3144	3313	98,73%
Paprika oranje, week 47	3333	3550	3334	3506	98,77%
Tomaat cocktail, tros, week 40 belicht 12000 lux	3803	3945	3804	3917	99,28%
Sla (krop, licht), week 43	3632	4026	3644	3955	98,24%
Aardbei, Elsanta, doorteelt	3895	4321	3898	4237	98,05%
Sla (krop, licht), week 47	4070	4425	4081	4361	98,56%
Aubergine december	4279	4555	4281	4500	98,78%
Andijvie week 39	4131	4811	4148	4689	97,45%
Trostomaat, week 35 steenwol, herfstteelt na komkommer	4498	4865	4502	4785	98,35%