

LCA analyse aardappel en pompoen

Vergelijking duurzaamheid & milieuvriendelijkheid van Biologische aardappel en pompoen: Nederlandse teelt & bewaring versus import

bioKennis

voor biologische agroketens

Kees van Wijk
Eveline Stilma



WAGENINGENUR
For quality of life

LCA analyse aardappel en pompoen

Vergelijking duurzaamheid & milieuvriendelijkheid van Biologische aardappel en pompoen:
Nederlandse teelt & bewaring versus import

Kees van Wijk, Eveline Stilma, PPO-AGV

© 2010 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO)

Alle intellectuele eigendomsrechten en auteursrechten op de inhoud van dit document behoren uitsluitend toe aan de Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO). Elke openbaarmaking, reproductie, verspreiding en/of ongeoorloofd gebruik van de informatie beschreven in dit document is niet toegestaan zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO.

Voor nadere informatie gelieve contact op te nemen met: DLO in het bijzonder onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Akkerbouw Groene Ruimte en Vollegrondsgroenten (PPO-AGV)

DLO is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

PPO Publication no. 410

Dit onderzoek is onderdeel van Bioconnect Product Werkgroep *Groen Telen* en gefinancierd door Ministerie van EL&I.

Projectnummer: 3250196110



Ministerie van Landbouw, Natuur en
Voedselkwaliteit

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR Business Unit Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroenten (PPO-AGV)

Address : Postbus 430, 8200 AK Lelystad
: Edelhertweg 1, 8219 PH Lelystad
Tel. : +31 320 291111
Fax : +31 320 230479
E-mail : info.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING.....	5
SUMMARY	7
1 INLEIDING	9
2 METHODE	11
3 STROOMSCHEMA'S	13
4 KENGETALLEN PER KETEN VAN TEELT TOT WINKEL PER GEWAS.....	15
4.1 Teelt- en ketenactiviteiten aardappel.....	15
4.2 Teelt- en ketenactiviteiten pompoen.....	16
5 BEREKENINGSWIJZE	19
5.1 Teelt.....	19
5.1.1 Energiegebruik en CO2 uitstoot tijdens de teelt.....	19
5.1.2 Lachgasemissie tijdens de teelt	20
5.2 Opslag.....	21
5.2.1 Indirecte energie opslagruimte.....	21
5.2.2 Directe energie tijdens opslag.....	21
5.3 Transport.....	21
5.3.1 Indirecte energie transport	21
5.3.2 Directe energie transport	21
6 RESULTATEN	23
6.1 Energiegebruik hele keten	23
6.2 CO2 -uitstoot hele keten	24
6.3 Teelt.....	26
6.4 Opslag.....	28
6.5 Transport.....	29
7 CONCLUSIES EN DISCUSSIE	32
8 LITERATUUR.....	36
BIJLAGE 1. KENGETALLEN.....	38

Samenvatting

Biologische producten zijn milieuvriendelijk en duurzaam geteeld. Dat is een positief handelsmerk en het is voor de sector van belang om dit positieve imago te behouden. Een duurzame en milieuvriendelijke keten zijn daarvan een onderdeel.

Nederlandse biologische *aardappel en pompoen* zijn seizoensgebonden producten. In de vraag naar deze producten wordt voorzien door teelt in Nederland met bewaring aangevuld door import uit het buitenland. Import vindt plaats buiten het Nederlandse leverseizoen of als er door teeltmislukkingen tekorten optreden. Biologische aardappel voor de verse markt kan redelijk lang (tot maart) bewaard worden. De bewaring van de veel gevraagde oranje pompoen kan verlengd worden van half februari tot eind februari/maart door betere bewaarrassen. Voor een goed ketenbeheer in de biologische landbouw is het voor de sector van belang te weten welke optie het meest duurzaam en milieuvriendelijk is: in Nederland geteeld product met bewaring of import product? Daarvoor zijn *levenscyclusanalyses* (LCA's) uitgevoerd naar de duurzaamheid en milieuvriendelijkheid van in Nederland geteeld biologische product (inclusief bewaring) in vergelijking met biologisch importproduct. Het resultaat maakt het voor de biologische sector mogelijk ook in het ketenbeheer duurzame keuzes te maken.

Resultaten en discussie

Het importproduct vraagt zowel bij aardappel als bij pompoen veel meer energie en veroorzaakt meer CO₂ uitstoot dan Nederlands product uit bewaring. Voor beide gewassen is de energiebehoefte bij import circa 4 keer hoger. De uitstoot van broeikasgassen is bij invoer van aardappel bijna 3 keer zo hoog vergeleken met in Nederland geteeld en bewaard product. Bij pompoen is de totale CO₂eq-uitstoot van ingevoerd product ruim 2 keer zo hoog. Bij beide gewassen wordt het hogere energiegebruik en de hogere emissie van het importproduct vooral veroorzaakt door de grotere transportafstand.

Voor pompoen is de transportafstand veel groter dan voor aardappel, omdat pompoen in de studie vanuit Zuid-Amerika aangevoerd wordt en de biologische aardappel uit het Middellandse Zeegebied komt. Maar doordat zeetransport efficiënter is dan wegtransport en de aardappel grotendeels over de weg vervoerd wordt, is het energiegebruik en de emissie door vervoer bij import pompoen zelf iets lager dan bij de import aardappel.

De brede vraag en discussie voor de biologische sector is of men de tekorten van deze biologische producten via importen wil aanvullen, of dat aan de marktvraag gewoonweg niet voldaan moet worden door "nee" te verkopen. In deze discussie spelen de volgende zaken mee:

- Importproduct en in Nederland geteeld en bewaard product van beide gewassen zijn vaak niet gelijktijdig op de markt. Pas bij tekort aan eigen product vanuit bewaring wordt aan de vraag voldaan door invoer. Dit is meestal aan het einde van het seizoen of incidenteel in seizoenen met lage eigen productie (misoogsten).
- Het algemene streven van de overheid en biologische sector is om *de omzet* van biologisch product te verhogen, onder andere door een groter koperspubliek te bereiken. Dit vereist meer en kwalitatief goede verkooppunten voor biologische producten. Het grootwinkelbedrijf is een belangrijk kanaal om dat te realiseren. Daar komt veel winkelend publiek met een toenemende belangstelling voor het biologisch product.
- Het grootwinkelbedrijf wil betrouwbare en regelmatige leveranties volgens afgesproken schema's liefst het seizoen rond. Dit om goed aan de terugkerende vraag van het koperspubliek te voldoen.
- Deze eis is sterker naarmate het gangbare product ook het hele jaar in het schap ligt. Dus voor aardappel is de eis sterker dan voor pompoen.
- Bij optredende tekorten in sommige seizoenen is het goed aan de vraag te voldoen door import. Dit om vraaguitval te voorkomen. Als voorbeeld dient de biologische aardappel, waarvan normaal circa 10 % van de totale verkoop geïmporteerd wordt. Maar in seizoenen met lage eigen productie zoals 2007/2008, kan dat oplopen tot 25 %. Zou toen niet via import aan de vraag voldaan zijn, dan was de biologische afzet waarschijnlijk deels verloren geraakt, ook voor het Nederlandse product in de volgende seizoenen.

Gezien het hoge energiegebruik en de hoge CO₂ uitstoot moet er in ieder geval naar gestreefd worden de markt zoveel mogelijk van *Nederlands biologisch product* te voorzien door *optimaliseren* van de teelt en bewaring.

De vraag blijft of bij incidentele tekorten en voor seizoenverlenging *invoer* van biologisch product gewenst is, ook al is het energiegebruik en de CO₂ uitstoot daarvan fors groter. Momenteel is de bijdrage van het importproduct aan het energiegebruik en de CO₂ uitstoot relatief klein is, vanwege het beperkte importdeel binnen de totale afzet van deze producten. Per product kan wel bekeken worden of het publiek het beleeft als een seizoenproduct dan wel gewend is er jaarrond over te kunnen beschikken doordat ook gangbaar product jaarrond in het schap ligt. Voor biologische aardappel is invoer markttechnisch gezien wellicht eerder vereist dan voor het meer seizoenmatige product pompoen.

Summary

Comparison in sustainability of organic potato and pumpkin; Dutch home grown product versus import product.

Organic production has a favourable *image* because of its *sustainability*. In cases of lack of Dutch home grown organic potatoes and pumpkins especially at the end of the season, the customers are supplied with organic import product. The question is how sustainable is import product versus home grown product

By LCA- studies with potato and pumpkins the sustainability of home grown organic potatoes and pumpkins versus import product is quantified and discussed.

The organic chain partners of both potato and pumpkin get information about home grown versus import product. So, if necessary, they can make process choices to improve the sustainability for keeping their favourable image.

The import of organic potato and pumpkin costs more energy and causes more greenhouse gas (GHG)-emission in comparison with home grown, stored product. For both crops the need of energy of import product is four times higher than of Dutch product. The GHG-emission of imported potato is factor three higher and of imported pumpkin two times higher compared with home grown and stored product . Recommendations are made for the Dutch organic chain partners and the organic branch.
Product: this report with the LCA studies of both products

1 Inleiding

Biologische producten zijn milieuvriendelijk en duurzaam geteeld. Dat is een positief handelsmerk van deze producten en het is belangrijk voor de sector om dit positieve imago te behouden. Een duurzaam en milieuvriendelijk ketenbeheer zijn daar onderdeel van.

Nederlandse biologische *aardappel en pompoen* zijn seizoensgebonden producten. In de vraag naar deze producten wordt voorzien door teelt in Nederland met bewaring aangevuld door import uit het buitenland. Import vindt plaats buiten het Nederlandse leverseizoen of als er door teeltmislukkingen tekorten optreden. Om langer te kunnen leveren, en dus minder te hoeven importeren, wordt hier te lande geteelde pompoen en aardappel een aantal maanden bewaard. Biologische aardappel voor de verse markt kan redelijk lang (tot maart) bewaard worden. De bewaring van de veel gevraagde oranje pompoen kan verlengd worden van half februari tot eind februari/maart door betere bewaarrassen. Voor een duurzaam ketenbeheer in de biologische landbouw is het voor de sector van belang te weten welke optie het meest duurzaam en milieuvriendelijk is: in Nederland geteeld product met bewaring of import product ?

Vanuit deze vraagstelling is het onderzoek gestart naar de duurzaamheid en milieuvriendelijkheid van in Nederland geteeld biologische product (inclusief bewaring) versus biologisch importproduct van aardappel en pompoen. Het resultaat maakt het voor de biologische sector mogelijk ook in het ketenbeheer duurzame keuzes te maken. Het onderzoek kan dienen als 'pilot' voor andere biologische gewassen, die zowel in Nederland geteeld als geïmporteerd worden. Met behulp van levenscyclusanalyses (LCA's) wordt het verschil in duurzaamheid en milieuvriendelijkheid van Nederlands en geïmporteerd product onderzocht. Eerst wordt van beide gewassen de energiebehoefte en de CO₂ uitstoot van de totale teelt met een gemiddelde bewaarduur in beeld gebracht. Daarna wordt nog specifiek de energiebehoefte en de CO₂ uitstoot bij lange bewaringduur vergeleken in de periode dat er concurrerend importproduct op de markt komt.

De onderzoeksvraag is afkomstig vanuit de sector; voor de biologische aardappel van Agrico en voor de biologische pompoen door de pompoentelers. Uit beide ketens zijn sleutelfiguren opgenomen in het projectteam, ter begeleiding van het project en voor het opstellen van de stroomschema's .

2 Methode

De duurzaamheid en milieuvriendelijkheid wordt bepaald door *a) energiegebruik, vooral gebruik van fossiele brandstof en b) CO₂-uitstoot*. Hoewel deze aspecten nauw met elkaar verbonden zijn, hebben ze ook ieder een eigen invalshoek, namelijk ad a) eindigheid van grondstoffen en ad b) klimaatverandering. In deze LCA analyses worden drie trajecten onderscheiden: *de teelt, de bewaring en het transport*.

Het onderzoek is opgesplitst in meerdere fases:

1. *Stroomschema's*: Er zijn per gewas twee stroomschema's (flowdiagrammen) gemaakt waarin de productprocessen stap voor stap worden beschreven: voor elk gewas één voor Nederlands product en één voor het invoer product. Dit dient tevens ter afbakening van de keten.
2. *Kengetallen*: Voor elk stroomschema worden kengetallen verzameld over teelt, opslag en transport. De informatie daarvoor is geput vanuit eigen kennis van de teelt en bewaring van biologische aardappel en pompoen. Belangrijke importeurs van deze producten verschaften informatie over transportafstanden, volumes en koeling voor de import. De verschillen per productstroom zijn zo per fase geanalyseerd.
3. *Berekeningen*: Aan de hand van de stroomschema's met behulp van de kengetallen zijn per processtap de duurzaamheid en milieuvriendelijkheid berekend. Er wordt een onderscheid gemaakt in direct en indirect energieverbruik en BKG emissie. Direct is dat wat verbruikt wordt tijdens het proces (bijv. benzine). Indirect is dat wat nodig was om het proces mogelijk te maken (bijvoorbeeld de auto). Beide worden meegenomen in de berekening.
4. *Resultaten*: De resultaten van de berekening worden per productiemethode en per processtap weergegeven. De som van de waarden van de duurzaamheidsparameters zijn daarin per product berekend. Deze zijn een maat voor de duurzaamheid en milieuvriendelijkheid.
5. *Presentatie & publicatie*. Doordat er onderscheid gemaakt wordt per processtap wordt duidelijk waar de grote posten in energieverbruik en BKG-emissie zitten. De verkregen kennis over duurzaamheid in de keten wordt met de sector gecommuniceerd.

3 Stroomschema's

Biologische Consumptie Aardappel in Nederland geteeld: De teelt vindt verspreid op het land plaats op klei- en zandgronden maar concentreert zich vooral van teelt op kleigrond in de Flevopolder. Voor de berekening is uitgegaan van dit concentratiegebied. De *bewaring van aardappel* vindt meestal plaats op het teeltbedrijf, soms bij de afnemer. *In de berekening van de emissie en energie is uitgegaan van opslag op het productiebedrijf.* De afnemers van biologische consumptie aardappel zijn eveneens verspreid over het land. Soms gaan de aardappelen rechtstreeks vanaf het teeltbedrijf naar de detaillist consument of verwerker. De hoofdstroom van de afzet gaat vanuit de opslag naar de verpakker en van daaruit naar het distributiecentrum van het grootwinkelbedrijf die de verdeling naar de filialen regelt. *In de berekeningen is deze hoofdstroom van afzet aangehouden.* De productgang van de in Nederland geteelde aardappel voor de berekening is dus:

Teelt + opslag op teeltlocatie > autotransport naar verpakker > autotransport naar distributiecentrum van het grootwinkelbedrijf > auto transport naar de filialen van het grootwinkelbedrijf.

Import Consumptie aardappel: De teelt van biologische importaardappel vindt plaats vanuit landen rond de Middellandse Zee. De opslag op het teeltbedrijf is 10-12 weken. Het product wordt per schip vervoerd naar Italië, waarna het per vrachtauto naar de afnemer in Nederland wordt getransporteerd. Soms is dat naar verwerkende bedrijven, maar de hoofdstroom van de invoer is bestemd voor verse consumptie. Product daarvoor gaat eerst naar de verpakker. Daarna volgt het dezelfde weg als het in Nederland geteeld product namelijk via het distributiecentrum van het Grootwinkelbedrijf naar de winkelfilialen. *In de berekeningen is deze hoofdstroom van afzet voor de verse markt aangehouden.* De productgang voor import aardappel is dus als volgt:

Teelt en opslag op buitenlandse teeltlocatie > autotransport naar exporthaven > scheepstransport van exporthaven naar Italiaanse haven > autotransport van Italië naar verpakker in Nederland > autotransport van verpakker naar distributiecentrum van het grootwinkelbedrijf > autotransport naar de filialen van het grootwinkelbedrijf.

Nederlandse Pompoen voor de verse markt: De teelt daarvan vindt verspreid over Nederland plaats op klei- en zandgronden maar concentreert zich vooral op de kleigrond in de Flevopolder. De *bewaring van pompoen* vindt deels plaats op het teeltbedrijf, maar meer nog centraal bij enkele grote afnemers. *In de berekening van de emissie en energie is uitgegaan van centrale opslag.* Na opslag worden op de centrale bewaarlocatie de pompoenen gewassen en gesorteerd. Soms gaan de pompoenen rechtstreeks vanaf het teeltbedrijf naar de detaillist maar de hoofdstroom gaat via het distributiecentra van grootwinkelbedrijven naar de filialen. In de berekeningen is de volgende productgang voor de Nederlandse pompoen aangehouden:

Teeltlocatie verspreid over Nederland > autotransport naar centrale opslag > bewaring en geleidelijke aflevering > autotransport naar distributiecentrum van het grootwinkelbedrijf > auto transport naar de filialen van het grootwinkelbedrijf.

Import pompoen voor de verse markt: de teelt daarvan vindt plaats op het teeltbedrijven in landen ten zuiden van de evenaar, vooral in Zuid-Amerika. Het product wordt van de buitenlandse teler per vrachtauto naar de exporteur bij de exporthaven gebracht. De exporteur verpakt de pompoen in kuubskisten die in geconditioneerde containers gezet worden op scheepstransport naar Europa. De aankomsthaven voor bestemming Nederland is Rotterdam of Antwerpen. Van de importhaven worden de pompoenen per vrachtauto vervoerd naar de importeur. Dit zijn veelal dezelfde bedrijven die ook de Nederlandse pompoen centraal bewaren. In de berekening is ervan uitgegaan dat de pompoen invoer verloopt via een paar centrale afnemers, die het product bij aankomst wassen, sorteren en aflever klaar maken. De import pompoen gaat vervolgens veelal dezelfde weg als de Nederlandse pompoen. De in de berekening gebruikte ketenstappen zijn:

Teelt buitenlandse teeltlocatie > autotransport naar exporthaven > scheepstransport van exporthaven naar Zuid-Amerika naar Antwerpen /Rotterdam > autotransport van importhaven naar Nederlandse importeur > autotransport van verpakker naar distributiecentrum van het grootwinkelbedrijf > auto transport naar de filialen van het grootwinkelbedrijf.

4 Kengetallen per keten van teelt tot winkel per gewas

4.1 Teelt- en ketenactiviteiten aardappel

Bij de teelt, opslag en afzetketen is voor de berekening van de energiebehoefte CO₂-equivalenten berekeningen van biologische aardappelteelt uitgegaan van de volgende gemiddelde kengetallen in Tabel 1. Voor de kengetallen uit Nederland is uitgegaan van KWIN 2009. Voor de kengetallen van het importland is uitgegaan van de opgave van een lokale, onafhankelijke expert zijnde een lokale biologische teeltvoorlichter.

De biologische opbrengst in het exportland is voor Nederlandse begrippen hoog, maar als er weinig ziekte (vooral phytophthora) optreedt, hoeven de opbrengsten niet irreëel te zijn. Voor Nederland is ervan uitgegaan dat er niet wordt beregend. In de buitenlandse teelt wordt volgens opgave 400-600 m²/ha (40-60 mm) water gegeven, vaak nog via sprinklers.

Tabel 1, **Kengetallen van biologische aardappelteelt voor Nederland en exportland.**

(bron: voor Nederland uit KWIN 2009; voor importland; importhandel en lokale teeltexpert).

No.	Kenmerk	Eenheid	Nederland	Importland
1	Productie	t/ha	29	45
2	Drijfmest	m ³ /ha	25	-
3	Vaste mest	t/ha	30	-
4	Compost+gedroogde kippenmest (basisbemesting)	t/ha	-	30
5	Gedroogde kippenmest (bijbemesting)	t/ha	-	1,5
	Depositie	kg/ha	28	22,5
	Mineralisatie	kg/ha	75	75
4	Pootgoed	t/ha	3	3
5	Beregening (sprinklers)	mm	0	50
6	Opslagduur*	weken	13	7
7	Opslagtemperatuur	gr. C	6	6

* Gemiddelde opslagduur

Voor de aardappel zijn de activiteiten rond de teelt genoemd in

Tabel 2. De bewerkingen zijn grotendeels gelijk. De aardappelteelt in het exportland wordt ook uitgevoerd op ruggen. De onkruidbestrijding vindt voor 90 % machinaal plaats. De rest gebeurt handmatig. In Nederland wordt het loof gebrand en in het exportland klapt men het loof.

Tabel 2, **Standaardbewerkingen aardappelteelt voor Nederland en exportland**

No.	Bewerking teelt	Teelt in Nederland	Teelt in exportland
1	Bemesten; organische mest	X	X
2	Ploegen	X	X
3	Cultiveren	X	X
4	Poten met pootbakmachine	X	X
5	Rijen frezen	X	X
6	Aanaarden ruggen	X	X
7	Beregenen (sprinklers in exportland)		X
8	Onkruid eggen; wiedeg	X	X
9	Onkruid handmatig wieden	X	X
10	Loofdoden; loofklappen		X
11	Loofdoden met loofbrander	X	

12	Rooien aardappels	X	X
13	Transport aardappelen vanaf land	X	X
14	Inschuurlijn 2-rijig gerooide aardappel	X	X
15	Verkopen hoofdproduct	X	X
16	Diepwoelen; 3-tands woeler	X	X

De waarden voor de afzetketen staan in onderstaande *Tabel 3*. Van de verschillende schakels in de afzetketen zijn de gemiddelde afstanden en de soort van vervoer genoemd.

Tabel 3, **Kengetallen van biologische aardappel afzet van Nederland en van het importland.**

Traject	Nederland km	Buitenland km	Beladingsgraad	Extra kilometer fractie
Pootgoed per vrachtauto	75	2406	1	1.75
Pootgoed per schip	-	1951	0.8	1.5
Eindproduct: vervoer van teler naar verpakker/verzender in haven	121	400	1	1.75
Bootreis naar Zuid-Italië	-	1951	0.8	1.5
Autovracht transport Zuid-Italië naar verpakker in Nederland	-	2006	1	1.75
Autotransport van verpakker naar DC centrum van het Grootwinkelbedrijf (GWB)	151	151	1	1.75
Autotransport van GWB naar winkel	124	124	1	1.75

Er is vanuit gegaan dat voor zowel de teelt in Nederland als voor het importproduct er Nederlands pootgoed wordt gebruikt. Dit pootgoed legt de omgekeerde weg af vergeleken met het eindproduct. Voor pootgoed wordt gerekend met 3 ton/ha, voor het eindproduct met 45 ton/ha.

4.2 Teelt- en ketenactiviteiten pompoen

Voor de biologische pompoenteelt, opslag en de transportketen is voor de berekening van de energiebehoefte en CO₂-equivalenten uitgegaan van de gemiddelde kengetallen in *Tabel 4*. De buitenlandse teelt van pompoen vindt plaats in Zuid-Amerika.

Tabel 4, **Gemiddelde kengetallen biologische pompoenteelt voor Nederland en importland.**

(bron: voor Nederland uit KWIN 2009; voor exportland: importeurs)

No.	Kenmerk	Nederland	Exportland in Zuid - Amerika	Eenheid	Opmerkingen
1	Productie	16	16	t/ha	
2	Drijfmestgift	20	-	m ³ /ha	
3	Vaste mestgift	39	10	t/ha	weinig bemest in exportland
	Depositie	28	28		
	Mineralisatie	75	75		
4	Beregening (sprinklers)	0	50	mm	bevloeiing
5	Opslagduur	13	10	weken	gemiddeld opslagduur
6	Opslagtemperatuur	10	-	gr. C	In exportland ongeconditioneerd

Teeltactiviteiten pompoen per herkomst. Voor de Nederlandse pompoenteelt zijn de standaard teeltactiviteiten zoals onder andere genoemd in de publicatie van Minderhoud & Troost, 2008 en in KWIN 2009, gebruikt in de LCA-analyse. Voor de kengetallen van het exportland is uitgegaan van de opgave van de importeurs die de teeltwijze kennen omdat ze ter plekke de teelt bezichtigd hebben en ook in nauw contact staan met de telers/exporteurs. De teeltactiviteiten staan vermeld in Tabel 5.

Tabel 5, **Teeltactiviteiten pompoenteelt voor Nederland en exportland.**

No	Bewerking teelt	Teelt Nederland	Teelt exportland
1	Bemesten organische mest	X	X
2	Ploegen	X	X
3	Zaaibed eggen	X	X
4	Zaaien pompoen	X	X
5	Onkruid eggen	X	X
6	Schoffelen	X	X
7	Onkruid handmatig wieden	X	X
8	Beregenen		X
9	Oogsten in containerkisten	X	X
10	Stoppel cultivateren	X	X

Belangrijke verschillen met Nederlandse teeltwijze zijn de lagere bemesting en de bevloeiing die standaard nodig is in het exportland vanwege het drogere klimaat. Verder is de opslagduur korter en wordt het product tot aan de verscheping niet geconditioneerd.

Van de verschillende transportschakels in de afzetketen zijn de gemiddelde afstanden en de soort van vervoer genoemd in *Tabel 6*.

Tabel 6, **Gemiddelde transportafstanden (km) beladingsgraad en biologische pompoen voor Nederland en importland.**

Traject	Transportafstand Nederlandse pompoen	Transportafstand import pompoen	Beladingsgraad*	Extra kilometer factor**
Autotransport van teler naar centrale bewaring (NL)	175	-	1	1.75
Autotransport van teler in exportland naar exporthaven		1040	1	1.75
Boortreis van Zuid-Amerika naar Antwerpen/Rotterdam	-	11742	0.8	1.5
Autovracht transport van importhaven naar verpakker in Nederland	-	129	1	1.75
Autotransport van verpakker naar Distributiecentrum van het Grootwinkelbedrijf (GWB)	103	103	1	1.75
Autotransport van GWB naar winkel	111	111	1	1.75

*Beladingsgraad: Mate waarin vervoermiddel volgeladen is: 1 is 100 % vol. ** kilometerfactor, mate waarin extra kilometers toegerekend worden door lege vrachtwagen op de terugweg: 1,75 betekent dat de afstand met 75 % omhoog door ontbreken van retourvracht.

5 Berekeningswijze

5.1 Teelt

De berekening is opgesplitst energiegebruik (direct en indirect) en BKG uitstoot van de teelt. De BKG uitstoot is de som van CO₂- en lachgasemissie. CO₂ komt vrij door gebruik van energie in de vorm van elektriciteit of diesel, lachgas komt vrij door emissie van meststoffen op de akker.

5.1.1 Energiegebruik en CO₂ uitstoot tijdens de teelt

De processen in de teelt welke energie vragen en BKG uitstoot veroorzaken zijn verbranding van diesel tijdens bewerkingen en de productie van materialen zoals tractoren, werktuigen en inputmaterialen voor de teelt.

5.1.1.1 Bewerkingen door machines

Van elke teelt is beschreven welke bewerkingen er plaatsvinden en welke landbouwmachines daarvoor nodig zijn (zie vorige hoofdstuk). Van elke landbouwmachine werd de indirecte (productie) energie en de directe (brandstof)energie berekend.

Indirecte energie

De indirecte energie van een landbouwmachine is de energie die nodig is geweest om de trekker te produceren maal de duur dat de trekker in het gewas gebruikt werd ten opzichte van de totale levensduur. De productie energie per kg trekker werd opgesplitst in vijf type trekkers volgens Gaillard (1997) *Tabel 7*.

Tabel 7, **Energiebehoefte voor productie van een tractor opgesplitst per type tractor (Gaillard, 1997). De waarde is de som van de benodigde energie voor grondstoffen, productie, reparatie, en transport naar de afnemer.**

Type tractor	Categorie	Energiebehoefte van de tractor (MJ/kg)
Kleine tractoren (bijv. vierwielaandrijving, 50kW)	1	176,8
Grote tractoren (bijv. tweewielaandrijving, 41 kW)	2	206,3
Andere rijdende werktuigen (bijv. maaidorser)	3	163,4
Bodembewerkingswerktuigen (bijv. ploeg, eg)	4	150,8
Andere werktuigen (bijv. zaaimachine)	5	139,1

Voor de indirecte energie van de trekker in het gewas werd het aantal draaiuren in het gewas vermenigvuldigd met het maximale aantal draaiuren wat een trekker kan maken. Deze was voor alle trekkers gesteld op 8000 draaiuren.

Aardappel in het buitenland wordt beregend. De berekening wisselt van 400 tot 600 m³ per ha. Er wordt daarom gerekend met 500 m³/ ha. Het kengetal voor energiebehoefte voor beregning is 880 kWh/ha op basis van 22 kWx1200 m³/30m³/h) (Econinvent). Voor de aardappel betekent dat 880/1200*500 = 366,7 kWh/ha. Daarnaast wordt diesel verbruikt tijdens het installeren van de beregeningsinstallatie. Dat is 3,78 kg diesel/ha (4*0,25h*4.5 l/ha*0.83 kg/l).

Broeikasgasemissie uit indirecte energie

Voor de broeikasgasemissie als gevolg van de productie van tractoren werd gerekend met 0.069 CO₂/ MJ (Mombarg *et al.*, 2003).

Directe energie

Het dieselvebruik per tractor wordt berekend met behulp van de rekenmodule zoals toegepast in KWIN (2009). Het dieselvebruik per hectare per bewerking werd vermenigvuldigd met het aantal bewerkingen per hectare en de energie-inhoud en productie van diesel (50 MJ/ kg, (BIOGRACE, 2011).

Broeikasgasemissie uit indirecte energie

Voor de broeikasgasemissie als gevolg van het dieselgebruik van tractoren werd gerekend met 0.074 CO₂/MJ (Mombarg *et al.*, 2003).

5.1.1.2 Inputmaterialen

Zaadgoed

De productie energie voor pootgoed voor aardappel is 2127 MJ/ ton pootgoed (Bos *et al.*, 2006). Voor de productie energie voor pompoenzaad was geen waarde bekend. Daarvoor werd gerekend met de standaardwaarde voor de productie en verwerking van zaaizaad in het algemeen van 14,8 MJ/kg zaad (Gaillard, 1997).

Transport meststoffen

Dierlijke mest wordt beschouwd als afvalstof. Om die reden wordt er geen productie-energie aan meststoffen toegekend. Wel wordt energie toegekend aan het transport van meststof naar de akker. Voor runderdrijfmest en vaste rundermest wordt gerekend met een verbruik van de vrachtwagen van 0.02 liter diesel/km/m³ (Mombarg *et al.*, 2003).

5.1.2 Lachgasemissie tijdens de teelt

Stikstof in de mest vervluchtigt op de akker tot lachgas. Dat gebeurt direct na toepassing op de akker, en indirect door uitspoeling. De lachgasemissie werd berekend volgens standaard IPCC rekenmethodiek (IPCC *et al.*, 2006). Het groot aandeel van kengetallen en formules komen uit deze bron, zo niet dan is de betreffende bron vermeld.

5.1.2.1 Directe lachgasemissie tijdens de teelt

Na toediening op de akker vervluchtigt er direct lachgas. De directe lachgasemissie wordt berekend als een fractie van de toegevoegde stikstof uit mest. De hoeveelheid stikstof in rundveedrijfmest is 0,44% en in vaste rundermest is het 0,65% van de mest (bron bemestingsplan_format.nl). De berekening is $N-N_2O = 0.01$ (fractie N-N₂O vervluchtiging) x kg N meststof. De omrekenfactor van N-N₂O naar N₂O is 44/28.

5.1.2.2 Indirecte lachgasemissie tijdens de teelt

Indirecte lachgasemissie ontstaat door vervluchtiging van ammoniak en uitspoeling van nitraat.

Indirecte lachgasemissie uit ammoniak en NOx

Net als lachgas vervluchtigt een gedeelte van de toegevoegde mest tot ammoniak (NH₃) en stikstofoxiden (NO_x). De fractie lachgas die vervluchtigt is 5%. Deze waarde is lastig nauwkeurig te bepalen omdat de ammoniakemissie kan variëren van 1% bij mestinjectie tot 68 % bij bovengrondse toediening (Schils *et al.*, 2006). Daarom is 2,5 % aangehouden voor teelt in Nederland, 5 % voor aardappel teelt in het buitenland en 34% voor pompoenteelt in het buitenland van N- totaal. De hoeveelheid NO_x die vervluchtigt is 15 % van de hoeveelheid ammoniak (Schils *et al.*, 2006). De hoeveelheid NH₃ en NO_x die omgezet worden tot lachgas is 1%. De berekening is:

$N-N_2O =$ (fractie NH₃ vervluchtiging) x kg N-meststof * 1,15 (Verhoging door NO_x) * 0.01 (fractie N-N₂O vervluchtiging uit NH₃ en NO_x).

Indirecte lachgasemissie uit nitraat

De fractie lachgas die vervluchtigt uit nitraat is 0,75 % (IPCC *et al.*, 2006). De hoeveelheid nitraat die uitspoelt wordt als volgt berekend. Er wordt uitgegaan van de hoeveelheid toegevoegde meststof op de akker verminderd met de ammoniak en NO_x vervluchtiging. De hoeveelheid N die het gewas opneemt wordt berekend door de opbrengst van dat gewas te vermenigvuldigen met het N-gehalte in dat gewas. De hoeveelheid N die overblijft spoelt op klei voor 36% uit en 89 % op zeer droge zandgrond (Fraters, 2007). Pompoen en aardappel in Nederland en pompoen in het buitenland wordt op klei geteeld, aardappel in het

buitenland wordt op droge zandgrond geteeld. De formule is $N-N_2O = \text{fractie } N-N_2O \text{ vervluchtiging} * (\text{Nbodem-Ngewas}) * \text{fractie } N \text{ uitspoeling}$.

Lachgasemissie uit gewasresten

De lachgasemissie uit gewasresten wordt berekend als de fractie loof van het hele gewas die overblijft op de akker maal het N-gehalte in het loof. Van het totale N-gehalte uit loof op de akker vervluchtigt 1,25 %.

5.2 Opslag

Na de teelt wordt het gewas een periode opgeslagen. Voor de opslag werd de energie berekend voor het bouwen van de opslagruimte (indirect) en de energie die nodig is tijdens opslag (direct). Bij aardappel wordt ervan uitgegaan dat opslag in Nederland plaatsvindt onder geforceerde lucht ventilatie en in het importland onder mechanische koeling. Bij pompoen wordt in de praktijk alleen intensief geventileerd voor het droogdraaien van het product. De bewaartemperatuur wordt bij pompoen in de praktijk niet gestuurd. Deze wordt in het najaar in de bewaarruimte lager door ventilatie met de kouder wordende buitenlucht temperatuur. De bewaartemperatuur mag niet onder de 10 °C. Celsius komen. Dit gebeurt in de praktijk weinig, doordat het product zelf ook warmte produceert.

5.2.1 Indirecte energie opslagruimte

Hageman (1994) berekende dat de indirecte energie voor gebouwen 7,9 MJ/€ afschrijving is. De kosten voor de bouw van een opslagruimte is 239 € voor een silo met een capaciteit van 1000 ton, de afschrijving is 4% (KWIN, 2009). De energie nodig voor de bouw van een opslagruimte met een capaciteit van 1000 ton berekend per jaar is: 250 € per ton opslagruimte x 1000 ton opslagruimte x 4% afschrijving per jaar x 7,9 MJ/€ afschrijving. De indirecte energie per hectare is die waarde gedeeld door de capaciteit van 1000 ton maal de opbrengst per hectare. De CO₂ uitstoot is berekend aan de hand van de waarde van CO₂ uitstoot per MJ energie van 0.068 kg CO₂/MJ (Mombarg *et al.*, 2003).

5.2.2 Directe energie tijdens opslag

Voor directe energie is er onderscheid gemaakt in geforceerde luchtopslag en mechanische koeling. Aardappel en pompoen in Nederland worden opgeslagen onder geforceerde luchtopslag en aardappel in het exportland wordt opgeslagen onder mechanische koeling. Voor het inschuren is voor alle vormen van opslag 0.3 kWh/ton berekend. Voor drogen en inkoelen is er 1,1 kWh/ton voor geforceerde luchtopslag gerekend (pers. Comm. Harry Versluis) en 9 kWh/ton voor mechanische koeling (pers comm Johan Nijssen). Voor het bewaren werd gerekend met 0,52 kWh/ton/week voor geforceerde luchtopslag (Bus&Spits, 2010), en cijfers 2009-2010 (nog niet gepubliceerd) en 2,45 kWh/ton/week voor mechanische koeling (pers.comm. Harry Versluis). De energie inhoud en productie energie van energie is 9,7 MJ/ kWh (BIOGRACE, 2011). De CO₂ uitstoot is berekend aan de hand van de waarde van CO₂ uitstoot per MJ energie van 0,068 kg CO₂/MJ (Mombarg *et al.*, 2003)

5.3 Transport

5.3.1 Indirecte energie transport

In de rekenmodule is geen indirecte energie meegerekend. Dat doen wel in deze studie. Voor indirecte energie een waarde van 15% gehanteerd van het brandstofverbruik.

5.3.2 Directe energie transport

Transport in Nederland vindt plaats via vrachtovervoer. Voor import wordt er deels gebruik gemaakt van vrachtovervoer en deels van schepen. De CO₂-emissie voor dieselverbruik werd berekend met de rekenmodule uit Blonk *et al.*, (2009). Deze rekenmodule is tevens gepubliceerd op de website van Productie Tuinbouw. De formules voor transport volgens Blonk staan beschreven in onderstaande tekstbox:

Tekstbox 1. Formules van transport toegepast in de berekening en beschreven door Blonk (2009).

Wegtransport (GHG_{Weg,T})

$$GHG_{Weg,T} = \frac{((0,0065LV + 0,22247(0,25LG + 0,75)) \times km \times (1 + kmf) \times 0,84GHG_{Diesel} \times (1 + 0,05K))}{(LV \times LG)}$$

Waarbij:

GHG_{Weg,T} = Broeikasgasemissie afkomstig van wegtransport (kg CO₂-eq. per ton)
 LV = Maximaal laadvermogen transportmiddel (ton)
 LG = Beladingsfactor t.o.v. het maximale laadvermogen (LG>0)
 km = Afstand waarover product getransporteerd wordt (geen retour) (km)
 kmf = Extra km factor dat het vervoermiddel leeg aflegt na aflevering t.o.v. heenreis (waarde tussen 0 en 1)
 GHGDiesel = Broeikasgasemissies van diesel (kg CO₂-eq. per kg)

De formule voor wegtransport is opgebouwd uit de volgende parameters:

- Extra dieselverbruik per ton laadvermogen per km wegtransport = 0.0065 l/tonkm
- Dieselverbruik bij 100% belading per km wegtransport en laag laadvermogen = 0.22247 l/km
- Procentueel effect beladingsgraad op verbruik (-1% LG is 0.25% afname dieselgebruik) = 0.25
- Gedeelte dieselgebruik vast per km ongeacht beladingsgraad of laadvermogen = 0.75 l/km
- Brandstof dichtheid bij wegtransport = 0.84 kg/l
- Aangenomen¹ wordt dat gekoeld transport een 5% toename in brandstofverbruik veroorzaakt = 0.05

Zeetransport (GHG_{Zee})

$$GHG_{Zee} = (0,001 * \text{laadvermogen [ton]} + 50,26 * c_{Zee} * A_{Zee} * f_{extraZee} + (d_{Zee} * (t_{Zee} + 1)) * GHG_{stookolie}$$

- • GHG_{Zee} is de broeikasgasemissie afkomstig van zeetransport [kg CO₂-eq/trip].
- • 0,001 is het stookolieverbruik per ton laadvermogen per km zeetransport.
- • 0,56 is het stookolieverbruik bij een beladingsgraad van 100% per km zeetransport.
- • A_{Zee} is de afgelegde afstand over zee.
- • f_{extraZee} is één plus de ratio van de extra afstand over de afgelegde afstand over zee [km/km].
- • c_{Zee} = 0,14*beladingsgraad[%]+0,86.
- • d_{Zee} is het stookolieverbruik in de haven door o.a.“hotelling” [4080kg].
- • t_{Zee} is het aantal extra stops in zeehavens.
- • GHG_{stookolie} is de broeikasgasemissie per kilogram gebruikte stookolie [3,58 kg CO₂eq/kg]

De beladingsgraad kan niet lager zijn dan 0,38, i.v.m. het meenemen van ballastwater voor stabiliteit. Per haven is het brandstofverbruik onafhankelijk van schipgrootte 4080 kg stookolie (omgerekend van EPA 2000 en Trozzi & Vaccaro 1998). Het brandstofverbruik van containerschepen wordt berekend op basis van het laadvermogen in TEU, een volumemaat. Om het verbruik per ton te berekenen, moet de belading (ton) per container ingevuld worden en de beladingsgraad van de containers (percentage dat beladen is). Op basis hiervan wordt de emissie per ton vervoerdproduct berekend.

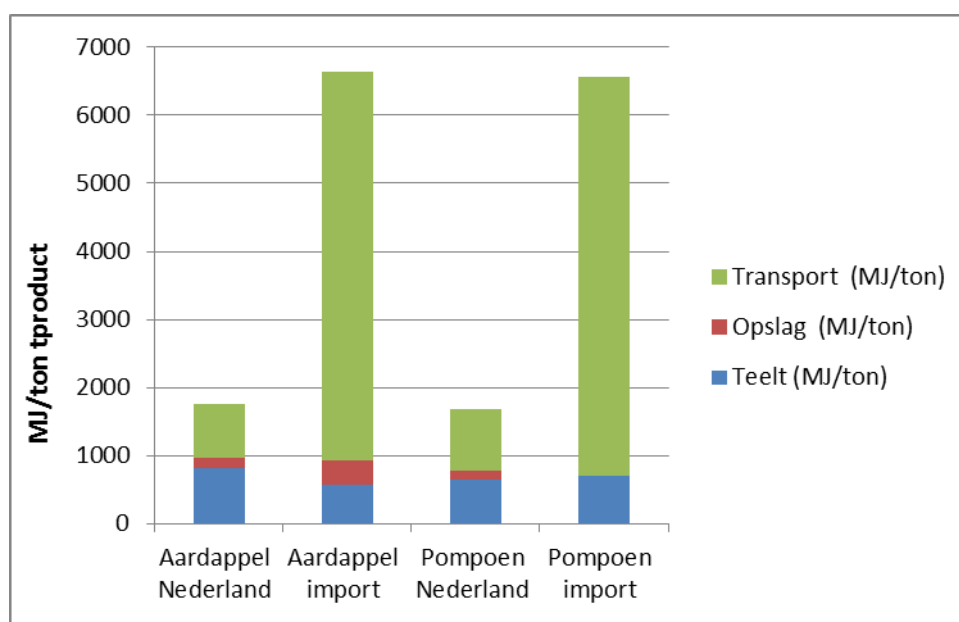
Voor het bijbehorende energiegebruik werd de omrekenfactor van 50 MJ/kg diesel gerekend (BIOGRACE, 2011). In de module wordt er niet gerekend met koeling tijdens scheeptransport. Deze is er apart bij opgeteld, gebaseerd op cijfers uit de praktijk.

6 Resultaten

De resultaten van de LCA vergelijking van in Nederland geteelde product versus het importproduct zijn weergegeven in het energiegebruik in MJ /ton product en in de CO₂ equivalenten-uitstoot in kg/ton product.

6.1 Energiegebruik hele keten

Het energiegebruik in de keten van teelt tot winkel staat per gewas en per herkomst vermeld in figuur 1. Tabel 8 geeft de bijbehorende waarden. Weergegeven zijn de energiebehoefte voor de teelt (bewerkingen + teeltinput van zaai zaad/plantgoed, meststoffen), voor de opslag en het transport.



Figuur 1, Energiegebruik aardappel en pompoen in de teelt, opslag en afzetketen van Nederlands product en importproduct.

Tabel 8, Energiegebruik per ton van aardappel en pompoen in de teelt, opslag en afzetketen van Nederlands product en importproduct

ketenschakel	Aardappel Nederland	Aardappel import	Pompoen Nederland	Pompoen import
Teelt (MJ/ton)	817	569	639	703
Opslag (MJ/ton)	155	366	145	0
Transport (MJ/ton)	786	5700	894	5855
Totaal	1757	6635	1678	6557

Tabel 9, Procentuele verdeling van energiegebruik per ton product van aardappel en pompoen in de teelt, opslag en afzetketen van Nederlands product en importproduct

	Aardappel Nederland	Aardappel import	Pompoen Nederland	Pompoen import
Teelt (MJ/ton)	46	9	38	11
Opslag (MJ/ton)	9	6	9	0
Transport (MJ/ton)	45	86	53	89
Totaal	100	100	100	100

Conclusie:

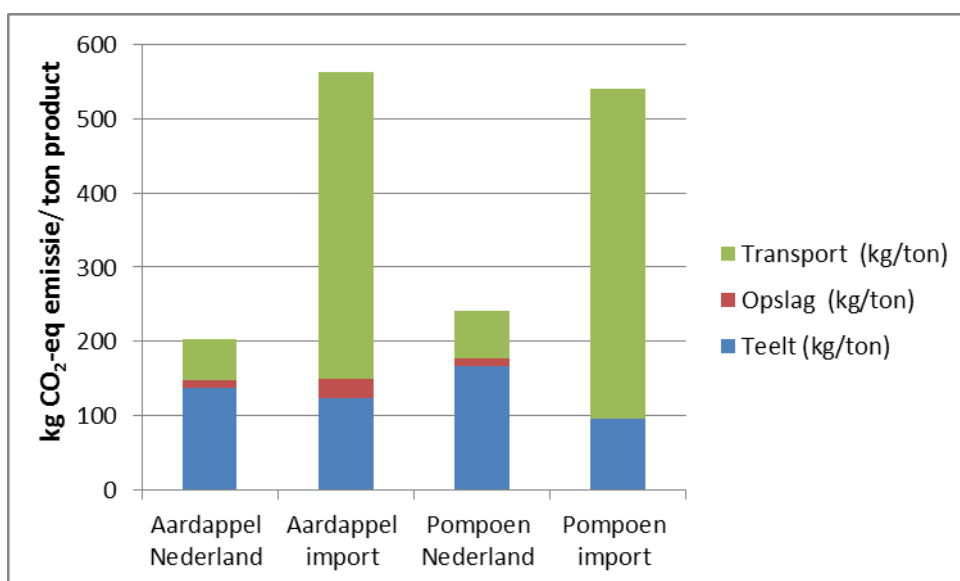
Aardappel: het totale energiegebruik per ton product van import aardappel is bijna 4 keer zo hoog vergeleken met Nederlands geteeld product. Het verschil zit vooral in de hogere energie voor het transport. De benodigde energie voor opslag van het importproduct is ruim het dubbele door met name de mechanische koeling in het exportland.

Pompoen: Bij dit gewas is het totale energiegebruik van ingevoerd product 4 keer hoger vergeleken met Nederlandse pompoen uit bewaring. Ook hier wordt het verschil veroorzaakt door de energie voor transport. Voor de ingevoerde pompoen is veel energie nodig door de conditionering op het schip.

6.2 CO₂ -uitstoot hele keten

De totale broeikasgasemissie in kg CO₂eq per ton product in de keten (van teelt tot en met de winkel) staat per gewas en per herkomst is weergegeven in Figuur 2. Tabel 10 geeft de bijbehorende waarden. In

Tabel 11 is de procentuele verdeling van de verschillende schakels in de keten weergegeven.



Figuur 2, Broeikasgasemissie in kg/ton product) van aardappel en pompoen in de teelt, opslag en afzetketen van Nederlands product en importproduct.

Tabel 10, Broeikasgasemissie in kg CO₂eq per ton product van aardappel en pompoen in de teelt, opslag en afzetketen van Nederlands product en importproduct.

Ketenschakel	Aardappel Nederland	Aardappel import	Pompoen Nederland	Pompoen import
Teelt (kg/ton)	137	124	167	96
Opslag (kg/ton)	11	25	10	0
Transport (kg/ton)	57	414	64	443
Totaal	204	563	241	540

Tabel 11, **Procentuele verdeling van Broeikasgasemissie in kg CO₂eq per ton product van aardappel en pompoen in de teelt, opslag en afzetketen van Nederlands product en importproduct**

Ketenschakel	Aardappel Nederland	Aardappel import	Pompoen Nederland	Pompoen import
Teelt	67	22	69	18
Opslag	5	4	4	0
Transport	28	74	27	82
Totaal	100	100	100	100

Korte conclusies:

Aardappel: de totale CO₂eq-uitstoot van import aardappel is 2,5 keer zo hoog vergeleken met in Nederland geteeld product, veroorzaakt door vooral de uitstoot voor het transport. De uitstoot tijdens de teelt product van het importproduct is per ton circa 10 % lager dan het Nederlands product, onder andere door de hogere productie per ha.

Pompoen: Bij dit gewas is de totale CO₂eq-uitstoot van ingevoerd product eveneens ruim 2 keer zo hoog vergeleken met in Nederland geteeld product. De teelt van het importproduct geeft minder uitstoot door een lager gebruik van organische bemesting maar het transport geeft een fors hogere uitstoot door de grotere afstand die het product aflegt.

6.3 Teelt

De uitsplitsing naar de verschillende teeltonderdelen voor zowel de energiebehoefte in MJ/ton en de broeikasgasuitstoot in kg CO₂eq/ton product is per gewas en per herkomst weergegeven in Tabel 12. Tabel 13 geeft beide factoren per ha weer.

Tabel 12, **Energiebehoefte en de broeikasgasuitstoot per ton product van aardappel en pompoen in de teelt van Nederlands product en importproduct**

	Energie (MJ/ton)	BKG (kg CO ₂ eq/ton)
Aardappel Nederland		
Bewerkingen	567	41
Pootgoed	220	24
Vervoer Bemesting	30	3
N ₂ O uit bemesting		69
Totaal	817	137
Aardappel import		
Bewerkingen	410	30
Pootgoed	142	15
Vervoer Bemesting	17	3
N ₂ O uit bemesting	0	76
Totaal	569	124
Pompoen Nederland		
Bewerkingen	623	46
Zaadgoed	0.40	0.02
Vervoer Bemesting	57	5
N ₂ O uit bemesting	0	120
Totaal	680	171
Pompoen import		
Bewerkingen	692	51
Zaadgoed	0	0
Vervoer Bemesting	11	1
N ₂ O uit bemesting	0	45
Totaal	703	96

Tabel 13, **Energiebehoefte en de broeikasgasuitstoot per ha product van aardappel en pompoen in de teelt van Nederlands product en importproduct**

	Energie (MJ/ha)	BKG (kg CO ₂ eq/ha)
<u>Aardappel Nederland</u>		
Bewerkingen	16433	1200
Zaadgoed	6381	693
Vervoer Bemesting	874	88
N ₂ O uit bemesting		1992
Totaal	23689	3973
<u>Aardappel import</u>		
Bewerkingen	18432	1347
Zaadgoed	6381	693
Vervoer Bemesting	781	114
N ₂ O uit bemesting		3437
Totaal	25595	5591
<u>Pompoen Nederland</u>		
Bewerkingen	9970	732
Zaadgoed	6.4	0.4
Vervoer Bemesting	905	86
N ₂ O uit bemesting		1922
Totaal	10881	2740
<u>Pompoen import</u>		
Bewerkingen	11070	813
Zaadgoed	6.4	0.4
Vervoer Bemesting	168	12
N ₂ O uit bemesting		714
Totaal	11244	1540

Aardappel

Per ton product komt het energiegebruik van de importaardappelen in de teelt lager uit door de fors hogere buitenlandse productie van 45 ton per ha tegen 29 ton per ha in Nederland. Per ha gerekend is het energiegebruik van de buitenlandse aardappel juist hoger.

De totale *broeikasgasuitstoot per ton product* in de Nederlandse teelt en de teelt van importaardappelen ontlopen elkaar niet veel.

De teeltwijze en de andere bewerkingen in de Nederlandse en buitenlandse teelt zijn verder nagenoeg gelijk. Alleen het loofbranden in de buitenlandse teelt vervalt vanwege het ontbreken van phytophthora aantasting. Wel wordt er in de buitenlandse teelt berekend, wat het energiegebruik verhoogt.

Pompoen

De verschillen in energiegebruik *per ton product* tussen Nederlandse en buitenlandse pompoen worden veroorzaakt door het hogere energie voor de teeltbewerkingen met name de beregening.

De *broeikasgasuitstoot per ton product* van de Nederlandse teelt is veel hoger dan bij de importpompoen. Dit komt door het geringe gebruik van organische mest in de buitenlandse teelt, waardoor minder stikstofoxiden uit de bodem vrijkomen.

6.4 Opslag

De energiebehoefte in MJ/ton en de broeikasgasuitstoot in kg CO₂eq/ton van de opslag zijn per gewas en per herkomst weergegeven in *Tabel 14*.

Aardappel

In Nederland worden de biologische *aardappel* van eind augustus tot uiterlijk eind februari opgeslagen, zijnde 26 weken. In die periode wordt het product geleidelijk afgeleverd. De gemiddelde opslagduur komt daarmee op 13 weken. Deze bewaarperiode is in de hoofdberekening aangehouden. Aangenomen is dat de rest van het jaar de koeling leeg staat. Het importproduct wordt volgens de lokale expert 2 tot 3 maanden opgeslagen, wat gemiddeld uitkomt op 10 weken. In het herkomstland wordt de bewaarruimte ook gebruikt voor opslag van peen. De indirecte energie van bewaarplaats (energie voor de bouw) zijn daarom voor maar voor 50 % aan aardappel toebedeeld. De bewaartemperatuur voor aardappel is ingesteld op 6-7gr. Celsius. *Het importproduct kan ook vergeleken worden met het bewaarde product aan het eind van de aflevering uit de Nederlandse bewaring, dus een bewaring van 26 weken. Het energiegebruik en de BKG-emissie van deze variant staan ook in Tabel 14*

Pompoen

Biologische pompoen wordt in Nederland van half september tot uiterlijk eind februari opgeslagen, zijnde 22 weken. In die periode wordt het product geleidelijk afgeleverd. De gemiddelde opslagduur komt daarmee op 11 weken.

Buiten de bewaarperiode staat de opslag leeg. Daardoor is het aandeel indirecte energie ten opzichte van directe energie hoog. Er is uitgegaan van mechanisch koeling met geforceerde ventilatie. De bewaartemperatuur is ingesteld op minimaal 10 gr. Celsius.

Bij de importpompoen wordt in het teeltland niet in mechanische koeling bewaard. Wel wordt tijdens het scheepstransport het product geconditioneerd bij minimaal 10 gr. Celsius tijdens de 3 weken.

scheepstransport. Het energiegebruik en de CO₂eq emissie daarvan zijn opgenomen in bij transport. *Als het importproduct vergeleken wordt met het bewaarde product aan het eind van de aflevering uit de Nederlandse bewaring, komt bewaring op 22 weken. Het energiegebruik en de BKG-emissie van deze variant staat in de laatste 3 kolommen van Tabel 14.*

Tabel 14, **Opslagduur, bijbehorend energieverbruik en BKG-uitstoot per ton product; importproduct vergeleken bij gemiddelde en lange bewaaruur van Nederlandse aardappel en pompoen**

	<i>Bewaar- duur (wkn)</i>	<i>Energie (MJ/ton)</i>	<i>BKG (kg CO₂/ton)</i>	<i>Bewaar- duur (wkn)</i>	<i>Energie (MJ/ton)</i>	<i>BKG (kg CO₂/ton)</i>
<i>Aardappel Nederland</i>	13	155	11	26	220	15
<i>Aardappel Import</i>	10	366	25			
<i>Pompoen Nederland</i>	11	145	10	22	200	14
<i>Pompoen Import*</i>	0	0	0			

**bij importpompoen is uitgegaan dat er standaard geen lange bewaring tussen teelt en afzet plaatsvindt. Conditionering tijdens verzamelen van product is toegerekend aan transport.*

Conclusie Aardappel opslag

De opslag van dit gewas maakt maar een klein gedeelte uit van het totale energiegebruik (6-9 %) en de broeikasgasuitstoot per ton product (4%). Wel is bij het importproduct een ruim twee keer zo hoog energiegebruik en CO₂eq emissie vooral veroorzaakt door de mechanische koeling.

Als de vergelijking gemaakt wordt met het lang bewaarde Nederlandse product (26 weken bewaring), dan is bij de Nederlandse aardappel het energiegebruik en de broeikasgasuitstoot nog slechts 60 % van de importaardappel.

Conclusie Pompoen.

Ook het energiegebruik en de broeikasgasuitstoot bij Nederlandse pompoen per ton product is met 4 % relatief klein gezien in het hele ketenplaatje. Bij het importproduct wordt niet bewaard. De opslag tijdens het verzamelen van het product is bij transport opgenomen evenals de conditionering tijdens het zeetransport. Als de vergelijking gemaakt wordt met het lang bewaarde product (22 weken bewaring), dan is het

6.5 Transport

In *Tabel 15* zijn van aardappel en pompoen de diverse transportstappen met vervoermiddel en afstand aangegeven van zowel het Nederlands als het importproduct.

De afstanden voor Nederlands product zijn klein in vergelijking met import. Voor import **aardappel** is voor vervoer bijna 8 keer meer energie nodig dan voor transport van in Nederland geteeld product. Ook de broeikasgasemissie van de import aardappel is bijna 8 keer hoger.

Bij **pompoen** ligt de verhouding iets lager; voor de import is voor transport bijna 7 keer meer energie nodig dan voor vervoer van Nederlands product. Ook de broeikasgasemissie van de import van pompoen is circa 7 keer hoger.

Vervoer per schip is vele malen energiezuiniger dan vervoer per vrachtwagen. Doordat voor pompoen een groot gedeelte van de afstand per schip wordt afgelegd is het energiegebruik en daarbij behorende CO₂ uitstoot iets lager dan van aardappel, terwijl de transportafstand van aardappel vele malen lager is van de transportafstand voor pompoen. Bij aardappel is het transport van volumineuze pootgoed (3 t/ha) naar de teler wel een extra energie- en broeikasgaspoot.

In cijfers komt dat op het volgende neer. Voor importaardappel is 6177 MJ/ton product nodig was en werd er 448 kg CO₂eq/ton product uitgestoten. De afgelegde afstand voor pompoen is 13101 km, terwijl maar 6109 MJ/ ton product nodig was en 464 kg CO₂eq./ton product uitgestoten werd.

Tabel 15, **Transport afstanden met bijbehorend energieverbruik CO₂ uitstoot**

	Vervoer*	Afstand (km)	MJ/ton	CO ₂ /ton
Aardappel Nederland				
<i>pootgoed:</i> van kweker naar teler	gv	75	16	1
<i>eindproduct:</i>				
van opslag teler naar verpakker	gv	121	240	17
van verpakker naar DC Grootwinkelbedrijf	gv	151	303	22
van DC Grootwinkelbedrijf naar winkel	gv	124	241	17
Totaal			800	58
Aardappel import				
<i>pootgoed:</i> van kweker naar teler	gv+schip	2406 +1951	511	37
<i>eindproduct:</i>				
van opslag teler naar exporthaven teeltland rond Middellandse Zee	gv	400	783	56
van exporthaven teeltland naar importhaven Bari-Italië	schip	1951	521	41
van importhaven Bari-Italië naar verpakker in Nederland.	gv	2006	3819	275
van verpakker naar DC Grootwinkelbedrijf	gv	151	303	22
van DC Grootwinkelbedrijf naar winkel	gv	124	240	17
Totaal			6177	448
Pompoen Nederland				
van teler in het land naar centrale bewaring	gv	175	351	25
centrale bewaring naar DC in Barendrecht	gv	103	303	22
van Barendrecht naar winkel in Nederland	gv	111	240	17
Totaal			894	64

Pompoen import				
van teler in Zuidelijk halfmond naar de exporthaven	gv	1040	2060	148
van exportland naar haven R'dam/Antwerpen.	schip	11718	2996	238
van importhaven naar centrale bewaring	gv	129	256	18
centrale bewaring naar DC in Barendrecht	gv	103	303	22
van Barendrecht naar winkel in Nederland	gv	111	240	17
Totaal			5855	443

*gv is grote vrachtwagen

7 Conclusies en discussie

Algemeen

Het importproduct vraagt zowel bij aardappel als bij pompoen veel meer energie en veroorzaakt meer CO₂ uitstoot dan Nederlands product uit bewaring. Voor beide gewassen is de energiebehoefte bij import circa 4 keer hoger. De uitstoot van broeikasgassen is bij invoer van aardappel bijna 3 keer zo hoog vergeleken met in Nederland geteeld en bewaard product. Bij pompoen is de totale CO₂eq-uitstoot van ingevoerd product ruim 2 keer zo hoog vergeleken Nederland product. Bij beide gewassen wordt het hogere energiegebruik en de hogere emissie van het importproduct vooral veroorzaakt door de grotere transportafstand. Voor pompoen is de transportafstand veel groter dan voor aardappel, omdat pompoen vanuit Zuid-Amerika aangevoerd wordt en de biologische aardappel uit het Middellandse Zeegebied komt. Maar doordat zeetransport efficiënter is dan wegtransport en de aardappel grotendeels over de weg vervoerd wordt, is het energiegebruik en de emissie door vervoer bij import pompoen zelf iets lager dan bij de import aardappel.

Teelt van aardappel

In de teelt komt *per ton product* het *energiegebruik* van de importaardappelen lager uit dan in Nederland door de fors hogere buitenlandse productie van 45 ton per ha tegen 29 ton per ha in Nederland.

Door het verbeteren van opbrengst per ha is dus voor de Nederlandse biologische aardappel het energiegebruik per ton product te verlagen. Opbrengstverhoging kan door vroegere teelt en gebruik van minder phytophthora gevoelige rassen. Deze punten hebben al volop de aandacht aan de sector.

De totale *broeikasgasuitstoot per ton product* in de Nederlandse teelt is wat hoger dan in de teelt van importaardappelen. Per ha gezien heeft het buitenlands product wel een veel hogere broeikasgasuitstoot, onder andere door de extra benodigde beregening in het buitenland. Per ton product gezien, wordt dit gecompenseerd door de hoge productie van 45 t/ha.

Teelt van pompoen

Het hogere *energiegebruik per ton product* in de buitenlandse pompoenteelt wordt veroorzaakt door meer energie voor de teeltbewerkingen met name de beregening.

De *broeikasgasuitstoot per ton product* van de Nederlandse teelt is veel hoger dan bij de importpompoen. Dit komt door het lagere gebruik van organische mest in de buitenlandse teelt, waardoor minder stikstofoxiden uit de bodem vrijkomen.

Aardappel opslag

De opslag van *Nederlandse aardappel* maakt maar een klein gedeelte uit van het totale energiegebruik (9 %) en broeikasgasuitstoot (5%) per ton product. Deze is voor beide aspecten wel circa de helft van het importproduct, vooral door de mechanische koeling van het importproduct.

Je zou kunnen stellen dat import pas in beeld komt aan het einde van de bewaarperiode als er schaarste optreedt van binnenlands product, en dat het daarom beter is de import te vergelijken met lang bewaard (26 weken) product.

Als deze vergelijking gemaakt wordt met het lang bewaarde product dan is het energiegebruik en de broeikasgasuitstoot van de Nederlandse aardappel voor de opslag nog slecht 60 % van het importproduct. Het aandeel van bewaring in het totale gebruik blijft relatief klein. Door dit geringe aandeel van de opslag in het totaal is er weinig winst te behalen door daar op te besparen.

Opslag is een goed alternatief ter beperking van energievretende import van biologische aardappel. Streven naar verlenging van de bewaarduur met behoud van goede kwaliteit van de aardappel moet dus vanuit dit oogpunt ook grote prioriteit hebben.

Pompoenopslag

Ook het energiegebruik en de broeikasgasuitstoot bij pompoen per ton product is met 9 % relatief klein binnen het hele ketenplaatje. Bij het importproduct geen langdurige bewaring. De opslag tijdens het vervoer, onder andere de conditionering tijdens het zeetransport is bij het transport opgenomen.

Als de vergelijking gemaakt wordt van gemiddelde bewaarduur van 1 weken met lang bewaarde Nederlandse pompoen (22 weken bewaring), dan stijgt het energiegebruik en de broeikasgasuitstoot maar

circa 40 %, doordat alleen het directe deel van het energiegebruik en de broeikasgasuitstoot toeneemt. Ook uitgaand van lange bewaring blijft het aandeel van de pompoenbewaring in het totaalplaatje relatief klein.

Net zo als bij aardappel is bij pompoen ook de bewaring een goed alternatief ter beperking van energievretende import. Streven naar verlenging van de bewaarduur met behoud van goede kwaliteit van de biologische pompoen moet dus vanuit dit oogpunt ook grote prioriteit hebben.

Betere houdbaar rassen kunnen de bewaarduur beperkt verlengen. Verbetering van de conditieomstandigheden tijdens de bewaring en scouting op de al dan niet goede bewaarbaarheid van ingebrachte pompoenpartijen zijn in dit kader andere punten van aandacht.

Aardappel en pompoen transport.

De afstanden voor Nederlands product zijn klein in vergelijking met import waardoor de energiebehoefte en broeikasgasemissie relatief beperkt blijven. Daardoor is het aandeel voor transport in het *energiegebruik* voor Nederlandse aardappel en pompoen en respectievelijk 45 en 53 % en voor beide importproducten 86 en 89 %. Voor *broeikasgasemissie* is het transport aandeel in het totaalplaatje ruim een kwart voor beide producten van Nederlandse herkomst. Bij import aardappel is het transportaandeel 74 % en voor pompoen 82 % van de totale broeikasgasemissie.

Vervoer per schip is vele malen energiezuiniger dan vervoer per vrachtwagen. Doordat voor pompoen een groot gedeelte van de afstand per schip wordt afgelegd is het energiegebruik en daarbij behorende CO₂ uitstoot bijna gelijk aan aardappel, terwijl de transportafstand van aardappel vele malen korter is dan de transportafstand voor pompoen.

De keuze van parameters maken een groot onderdeel uit van de transportwaarde. De uitstoot kan bijvoorbeeld verdubbeld worden door de extra km fractie door leegrijden.

Samenvattend kan gesteld worden dat voor het vervoer van beide importproducten veel energie gebruikt wordt. Bij aardappel zou nog een stuk energie- en emissiebesparing bereikt kunnen worden als een deel van het wegtransport ingeruild wordt voor zeevervoer. Dit vraagt een andere logistieke planning, maar is niet onmogelijk.

Sectorbreed

De bredere vraag en discussie voor de biologische sector is of men de tekorten van deze biologische producten via zulke importen wil aanvullen, of dat aan de markt vraag gewoonweg niet voldaan moet worden door "nee" te verkopen.

In deze discussie spelen de volgende zaken mee:

- Importproduct en in Nederland geteeld en bewaard product van beide gewassen zijn vaak niet gelijktijdig op de markt. Pas bij tekort aan eigen product vanuit bewaring wordt aan de vraag voldaan door invoer. Dit is meestal aan het einde van het seizoen of incidenteel in seizoenen met lage eigen productie (misoogsten).
- Het algemene streven van de overheid en biologische sector is om *de omzet* van biologisch product te verhogen, onder andere door een groter koperspubliek te bereiken. Dit vereist meer en kwalitatief goede verkooppunten voor biologische producten. Het grootwinkelbedrijf is een belangrijk kanaal om dat te realiseren. Daar komt veel winkelend publiek met een toenemende belangstelling voor het biologisch product.
- Het grootwinkelbedrijf wil betrouwbare en regelmatige leveranties volgens afgesproken schema's liefst het seizoen rond. Dit om goed aan de terugkerende vraag van het koperspubliek te voldoen.
- Deze eis is sterker naarmate het gangbare product ook jaarrond in het schap ligt. Dus voor aardappel is de eis sterker dan voor pompoen, waarvan weinig gangbaar product in het schap ligt.
- Bij optredende tekorten in sommige seizoenen is het goed aan de vraag te voldoen door import. Dit om vraaguitval te voorkomen. Als voorbeeld dient de biologische aardappel, waarvan normaal circa 10 % van de totale verkoop geïmporteerd wordt. Maar in seizoenen met lage eigen productie zoals 2007/2008, kan dat oplopen tot 25 %. Zou toen niet via import aan de vraag voldaan zijn, dan was de biologische afzet deels verloren geraakt, ook voor het Nederlandse product in de volgende seizoenen.

Gezien het hoge energiegebruik en de hoge CO₂ uitstoot moet in ieder geval ernaar gestreefd worden de markt zoveel mogelijk van *Nederlands biologisch product* te voorzien door optimaliseren van de teelt en bewaring.

De vraag blijft of bij incidentele tekorten en voor seizoenverlenging *invoer* van biologisch product mogelijk moet zijn, ook al is het energiegebruik en de CO₂ uitstoot daarvan fors groter. Nu is de bijdrage van het importproduct aan het energiegebruik en de CO₂ uitstoot nog relatief klein vanwege het beperkte importdeel binnen de totale afzet van deze producten. Per product kan wel bekeken worden of het publiek het beleeft als een seizoenproduct dan wel gewend is er jaarrond over te kunnen beschikken doordat ook gangbaar product jaarrond in het schap ligt. Voor biologische aardappel is invoer markttechnisch gezien, wellicht eerder vereist dan voor het meer seizoenmatige product pompoen.

8 Literatuur

- BIOGRACE, 2011. Harmonised calculations of biofuel greenhouse gas emissions in Europe. Agentschap NL, Den Haag <http://www.biograce.net/>.
- Blonk, H., A. Kool, B. Luske, T. Ponsioen & J. Scholten, 2009. Berekening van broeikasgasemissies door de productie van tuinbouwproducten. Verkenning en oplossingen van methodiekvragen ten behoeve van de ontwikkeling van het Nederlandse carbon footprint protocol voor tuinbouwproducten. . Blonk Milieu advies, Gouda
- Bos, J., J. Haan de & W. Sukkel, 2006. Energieverbruik, broeikasgasemissies en koolstofopslag: de biologische en de gangbare landbouw vergeleken. . Plant Research International, Wageningen.
- Bus, C.B. & H. Spits, 2010. The effect of reduced internal ventilation capacity on sprouting behaviour, quality, hours of ventilation and energy use of stored ware potatoes (2008-2009). Wageningen University & Research centre, Applied Plant Research Research, Unit AGV, Lelystad.
- Fraters, B., L.J.M. Boumans, T.C. van Leeuwen & J.W. van Reijs, 2007. De uitspoeling van het stikstofoverschot naar grond- en oppervlaktewater op landbouwbedrijven. . Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Gaillard, G., 1997. Umweltinventar der landwirtschaftlichen Inputs im Pflanzenbau : Daten fuer die Erstellung von Energie- und Oekobilanzen in der Landwirtschaft, CH-8356 Tänikon TG, pp.
- Hageman, L. & F. Mandersloot, 1994. Model energieverbruik melkveebedrijf. Proefstation voor de rundveehouderij, schapenhouderij en paardenhouderij (PR), Lelystad.
- IPCC, Cecile De Klein (New Zealand), Rafael S.A. Novoa (Chile), Stephen Ogle (USA), Keith A. Smith (UK), Philippe Rochette (Canada), T.C.W. (USA), Brian G. McConkey (Canada), Arvin Mosier (USA) & K.R. (Norway), 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Chapter 11. N₂O Emissions from managed soils, and CO₂ emissions from lime and urea application.
- KWIN, 2009. Kwantitatieve informatie akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt. Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, Lelystad, 280 pp.
- Minderhoud, J. & A.J. Troost, 2008. Pompoenen - biologische teelt : de teelt van A tot Z. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Business-unit Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroente, Lelystad, pp.
- Mombarg, H.F.M., A. Kool, W.J. Corre, J.W.A. Langeveld & W. Sukkel, 2003. De telen met toekomst. Energie- en klimaatmeetlat. Methodiek en rekenregels. Plant Research International B.V. , Wageningen
- Schils, R.L.M., D.A. Oudendag, K.W. van der Hoek, J.A. de Boer, A.G. Evers & M.H. de Haan, 2006. Broeikasgasmodule BBPR. PraktijkRapport Rundvee 90.
- Stilma, E.S.C., 2009. Aardappel en Ui centraal op Biovelddag 9 juli in Lelystad; persbericht. PPO agv.

Bijlage 1. Kengetallen

Energieinhoud	Waarde	Eenheid	Bron
Energie voor productie en verbruik van diesel	50	MJ/kg diesel	Biograce, 2011
Energie voor productie en verbruik van diesel	42	MJ/liter diesel	Omgerekend
Omrekenfactoren			
Soortelijk gewicht van diesel	0.84	kg/ liter	Universeel
Energy inhoud en productie van electriciteit	9.7	MJ/kWh	Biograce, 2011
Soortelijk gewicht van vast rundveemest	0.9	ton/m3	www.nutrinorm.nl
Indirecte energie tractoren			
	Waarde	Eenheid	Bron
Kleine tractoren (bijv. vierwiel aandrijving, 50kW)	176.8	MJ/kg machine	Gaillard, 1997
Grote tractoren (bijv. tweewiel aandrijving, 41 kW)	206.3	MJ/kg machine	Gaillard, 1997
Andere rijdende werktuigen (bijv. maaidorser)	163.4	MJ/kg machine	Gaillard, 1997
Bodembewerkingswerktuigen (bijv. ploeg, eg)	150.8	MJ/kg machine	Gaillard, 1997
Andere werktuigen (bijv. zaaimachine)	139.1	MJ/kg machine	Gaillard, 1997
Pootgoed en zaai zaad			
Energie nodig voor de teelt van biologische pootaardappel	2127	MJ/ton	Bos, 2006
CO2 emissie bij productie pootgoed	231	CO2-eq/ton	Bos, 2006
Energie nodig voor de teelt zaai zaad	14.50	MJ/kg zaad	Gaillard, 1997
CO2 emissie bij productie zaad	0.87	kg CO2-eq/kg zaad	Gaillard, 1997
Indirecte energie meststoffen			
Energie transport drijfmest	0.02	l diesel/km/m3	Mombarg, 2003
Energie transport vaste mest	0.02	l diesel/km/ton	Mombarg, 2003
Retourafstand drijfmest	15	km	Mombarg, 2003
Retourafstand rundermest	20	km	Mombarg, 2003
Emissiefactoren			
omrekenfactor MJ to CO2 diesel	0.074	kg CO2/MJ	Mombarg, 2003
omrekenfactor MJ to CO2 electriciteit	0.068	kg CO2/MJ	Mombarg, 2003
Omrekenfactor MJ to CO2 machines	0.069	kg CO2/MJ	Mombarg, 2003
Lachgasemissies			
Fractie N-NH3 emissie uit N mest Nederland	0.025	kg N-NH3/ kg N-mest	Expert schatting op basis van mestinjectie
Fractie N-NH3 emissie uit N mest Buitenland Aardappel	0.05	kg N-NH3/ kg N-mest	Expert schatting
Fractie N-NH3 emissie uit N mest Nederland Pompoen	0.34	kg N-NH3/ kg N-mest	Expert schatting op basis van bovengrondse to
Fractie directe N-N ₂ O vervluchtiging uit N mest	0.01	kg N-N ₂ O /kgN mest	IPCC, 2006
Fractie indirecte emissie uit ammoniak en NOx	0.01	kg N-N ₂ O/ kgN-NOx	IPCC, 2006
Fractie indirecte emissie uit nitraat	0.0075	kg N-N ₂ O/kg N-NO ₂	IPCC, 2006
Fractie directe N-N ₂ O vervluchtiging uit N-gewasrest	0.0125	kg N-N ₂ O/kg N-gewas	IPCC, 2006
Percentage NOx van NH3 bij totale vervluchtiging	0.15	[%]	Schils, 2006
Omrekenfactor van kg N naar kg N ₂ O m.b.v. atoomgetal	44/28	[%]	Universeel
Omrekenfactor van kg N naar kg NH ₃ m.b.v. atoomgetal	17/14	[%]	Universeel
Opslag			
Kosten bouw opslagruimte	239	€/ton	Kwin, 2009
Capaciteit opslagruimte	1000	ton	Kwin, 2009
Afschrijving	4%	per jaar	Kwin, 2009
Energie per afschrijving	7.9	MJ/€ afschrijving	Hageman & Mandersloot, 1994
Inschuren alle gewassen	0.3	kWh/ton	
Drogen+koelen luchtopslag	1.1	kWh/ton	pers comm Harry Versluis DLV
Drogen+koelen mechanisch	9.0	kWh/ton	pers comm Johan Nijssen
Bewaren luchtopslag	0.52	kWh/ton/week	Bus, 2010
Bewaren mechanisch	2.45	kWh/ton/week	pers comm Johan Nijssen
Transport			
Indirecte energie vrachtwagens en schepen	0.15	[%]	Schatting
Directe energie			Zie paragraaf transport volgens Blonk 2009.

Gewasresten	Aardappel Nederland	Aardappel Buitenland	Pompoen Nederland	Pompoen buitenland	Eenheid	Bron
Versgewicht knol	29000	45000	16000	16000	kg vers/ha	
Harvest index	0.6	0.6	0.44	0.4427579	ds knol/ds totale biomassa bij 200-215	Steenhuizen, 2002
Fractie ds knol	0.22	0.22	0.1	0.1	[-]	IPCC, 2006
Fractie ds ondergronds	0.11	0.11	0.11	0.11	[-]	schatting
Fractie ds loof	0.11	0.11	0.107	0.105	[-]	Steenhuizen, 2002
Totaal gewicht gewas 8a/8b	48333	75000	36364	36137	kg vers/ha	
Kg ds knol	6380	9900	1600	1600	kg ds/ha	
Fractie ondergrondse gewasresten tot bovengrondse gewasresten	0.2	0.2	0.1	0.1	[-]	IPCC, 2006
Gewicht gewasresten totaal	19333	30000	20364	20137	kg vers/ha	
Gewicht bovengrondse gewasresten	15467	24000	18327	18123	kg vers/ha	
Gewicht ondergrondse gewasresten	3867	6000	2036	2014	kg vers/ha	
N gehalte bovengronds	0.019	0.019	0.023	0.023	kg ds-1	IPCC, 2006
N gehalte ondergrondse gewasresten	0.014	0.014	0.018	0.018	kg ds-1	IPCC, 2006
N gehalte knol	0.003	0.003	0.018	0.018	kg N/ kg knol versgewicht	Schroder, 2004
N in ondergrondse gewasresten	6.0	9.2	4.1	4.1	kg N gewasresten	
N in loof	32.3	50.2	45.6	44.3	kg N gewasresten bovengronds	
Fractie directe N-N ₂ O vervluchting uit N- N ₂ O uit loof	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	[-]	IPCC, 2006
	0.63	0.99	0.90	0.87	kg N ₂ O/ha	

Het doel van Bioconnect is het verder ontwikkelen en versterken van de biologische landbouwsector door het initiëren en uitvoeren van onderzoeksprojecten. In Bioconnect werken ondernemers (van boer tot winkelvloer) samen met onderwijs- en onderzoeksinstellingen en adviesorganisaties. Dit leidt tot een vraaggestuurde aanpak die uniek is in Europa.



Het Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie is financier van de onderzoeksprojecten



Wageningen UR (University & Research centre) en het Louis Bolk Instituut zijn de uitvoerders van het onderzoek. Op dit moment zijn dit voor de biologische landbouwsector ongeveer 140 onderzoeksprojecten.



www.biokennis.nl

Akkerbouw en vollegrondsgroente