



Duurzaamheidsvergelijking van biologische teelt en teelt op natuurlijk substraat in de glastuinbouw

Duurzaamheidsvergelijking met de LCA methode

Carin van der Lans ¹ Peter Vermeulen ¹ Marcel Raaphorst¹ Joanneke Spruijt ²

¹Wageningen UR Glastuinbouw ²Wageningen UR PPO-AGV



© 2013 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) onderzoeksinstituut Wageningen UR Glastuinbouw.

Wageningen UR Glastuinbouw

Adres : Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk
: Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk
Tel. : 0317 - 48 56 06
Fax : 010 - 522 51 93
E-mail : glastuinbouw@wur.nl
Internet : www.glastuinbouw.wur.nl

Inhoudsopgave

	Samenvatting	5
	Woord vooraf	7
1	Inleiding	9
	1.1 Achtergrond van het onderzoek	9
	1.2 Doelstelling	9
	1.3 Scope van het onderzoek	9
2	Analyse methode en andere duurzaamheidsstudies	11
	2.1 Life Cycle Analysis	11
	2.2 Diverse duurzaamheidsstudies (internationaal)	12
3	Gebruikte gegevens: impactcategorieën en waarden	15
	3.1 Gemaakte keuzes bij de analyse	15
	3.1.1 Geanalyseerde teelten	15
	3.1.2 Functionele eenheid	16
	3.1.3 Systeengrenzen	16
	3.2 Impactcategorieën	16
	3.3 Gebruikte databases	17
	3.3.1 ECOINVENT	17
	3.3.2 PAS2050	18
	3.4 Keuzes gebruik impactwaarden	18
	3.4.1 Productiemiddelen en materiaalverbruik	18
	3.4.2 Terug leveren elektriciteit WKK	18
	3.4.3 Meststoffen	18
	3.4.4 Gewasbescherming	18
	3.4.5 Ontbrekende gegevens	18
4	Resultaten	19
	4.1 Verzuring (AAP)	19
	4.2 Opwarming van de aarde (GWP)	19
	4.3 Vermesting (EUP)	20
	4.4 Zomersmog-vorming (POP)	21
	4.5 Uitputting van abiotische grondstoffen (ADP)	21
	4.6 Energieverbruik (CED)	22
	4.7 Impact per productiefactor	22
5	Conclusie en discussie	23
	5.1 Conclusie	23
	5.2 Discussie	23
	5.3 Aanbeveling	24
	5.4 Zienswijzen vanuit de klankbordgroep	24
	5.4.1 Reactie vanuit de biologische glastuinbouw	24
	5.4.2 Reactie vanuit de natuurlijk substraat telers (Stichting PuraNatura)	25
6	Literatuur	27
Bijlage I	Resultaten per impactfactor	29

Samenvatting

De verschillen in duurzaamheid van de glasteelten van paprika en tomaat geteeld tussen natuurlijk substraat en biologische glasteelt in de grond zijn klein. Glasteelt op gangbaar substraat heeft voor alle milieu impact categorieën een lagere impact per kg product dan glasteelt op natuurlijk substraat en biologische glasteelt in de grond. De impact per kg product van de verschillende teeltwijzen en teelten op de afzonderlijke milieu-categorieën wordt namelijk hoofdzakelijk bepaald door de hoeveelheid productie die per m² is gerealiseerd. Er is verder weinig verschil per m² in de verschillende teeltwijzen voor de zwaarstwegende productiefactoren (energieverbruik, kas en gebouwen).

Wageningen UR Glastuinbouw is - naar aanleiding van Kamervragen aan de voormalige staatssecretaris Bleker van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie - gevraagd om een onderzoek uit te voeren naar de duurzaamheid(sverschillen) tussen bioteelt onder glas en teelt op natuurlijk substraat.

Duurzaam ondernemen betekent ondernemen met aandacht voor de drie p's: people, planet en profit. Het ministerie ziet alle drie aspecten als belangrijk voor een lange-termijnwinst voor zowel ondernemers als maatschappij. In overleg met het ministerie van Economische Zaken is echter uitsluitend gekeken naar het planet-aspect van duurzaamheid.

In het onderzoek is de mate van duurzaamheid van en verschillen in duurzaamheid tussen de volledige teeltwijze van duurzame teelt in natuurlijk substraat respectievelijk biologische teelt in de grond onder glas in kaart gebracht. Als invulling voor duurzame teelt op natuurlijk substraat is gekozen voor de teeltwijze van Stichting PuraNatura. Voor duurzame glasteelt in de grond is gekozen voor de biologische glastuinbouw. Er zijn twee gewassen meegenomen in de analyse: paprika rood en tomatomaat.

De duurzaamheid van de volledige teeltwijze is in kaart gebracht met behulp van de Life Cycle Analysis (LCA) methodiek. Daarmee kan een impact analyse van bepaalde productiemethoden worden uitgerekend en worden duurzame baten en/of lasten van 'wiegtotgraf' in kaart gebracht.

Bij het uitvoeren van het onderzoek heeft afstemming plaatsgehad met onderzoekers van een vergelijkbare studie in Canada over gevonden knelpunten, te maken aannames en de wijze van berekenen (bijvoorbeeld Canada). Ook heeft afstemming plaatsgevonden met aannames en berekeningswijze bij de PT tool voor de CO₂ footprint.

De levenscyclusanalyse is uitgevoerd voor de activiteiten behorende bij de teelt tot aan aflevering in een distributiecentrum. De functionele eenheid in de geanalyseerde bedrijfssystemen is 1 kg geoogst product. Voor een aantal voor de teeltwijze specifieke producten en productiemiddelen ontbraken de impactwaarden. In overleg met de toeleverancier of andere experts zijn voor deze productiemiddelen schattingen gemaakt van de milieubelasting.

De milieueffecten van elke teeltwijze zijn beoordeeld op zes impact categorieën. Er is gekeken naar 'Energieverbruik', 'Uitputting van abiotische grondstoffen', 'Opwarming van de aarde', 'Verzuring', 'Vermesting', en 'Zomersmog-vorming'. De verschillende milieueffecten zijn niet gewogen voor een totaalscore. Er is bewust aandacht besteed aan de scores van de verschillende teeltsystemen op de afzonderlijke impactcategorieën.

'Verzuring' wordt voor het 99% bepaald door het gebruik van energie, maar ook van kas en gebouwen bij de teelt en bij de opkweek. Door de kleine verschillen in het energieverbruik per m² tussen de verschillende teeltwijzen hebben de teelten met een lage productie de hoogste impact per kg. Hierdoor heeft bij de paprikateelt de biologische teelt de hoogste impact op verzuring per kg en bij de tomatenteelt is dat de teelt op natuurlijk substraat. De verschillen tussen natuurlijk substraat en biologische teelt zijn klein.

'Opwarming van de aarde' geeft een vergelijkbaar beeld. Opwarming wordt vooral bepaald door het gebruik van energie, kas en gebouwen bij de teelt en bij de opkweek. De impact van kas en gebouwen per m² zijn voor alle teelten gelijk gesteld, waardoor de productie per m² bepaalt welke teelt de grootste impact per kg heeft. De verschillen tussen natuurlijk substraat en biologische teelt zijn klein. Juist die factoren waarin de teelten het meest verschillen (teeltsysteem, bemesting, gewasbescherming) hebben een geringe impact op de opwarming van de aarde.

Ook bij 'Vermesting' worden de verschillen bepaald door de productiever verschillen tussen de verschillende teeltwijzen. Opvallend is dat het directe gebruik van fosfaten en andere meststoffen met 8-14% maar een klein aandeel in de totale

vermesting heeft. Veel hoger is de impact van het gebruikte staal, glas en kunststoffen die nodig zijn om een kas te bouwen. Opvallend in de scores is dat er een negatieve impact is van energie. Dit ontstaat door het gebruik van een WKK installatie, die elektriciteit levert aan het net. Het hierdoor vermeden gebruik van kolen in de elektriciteitscentrale heeft een positieve impact op de glasteelten.

De impact op 'zomersmog' wordt voor 99% bepaald door energieverbruik en het gebruik van kasmaterialen tijdens teelt en opkweek. Er is opnieuw vrijwel geen verschil in score tussen teelt op natuurlijk substraat en biologische teelt.

Ook de mate van 'uitputting van abiotische hulpbronnen' wordt voor 95% bepaald door energieverbruik en kasmaterialen. Aangezien de biologische teeltwijze de bestaande grond gebruikt waar de andere teeltwijze substraat nodig heeft, is er voor het productiemiddel 'teeltsysteem' van de teeltwijze een extra (maar kleine) impact.

Bij het totale 'energieverbruik' is de impact vooral afhankelijk van de productie per kg, zodat paprika een hogere impact heeft dan tomaat. De biologische teelt en teelt op natuurlijk substraat verschillen onderling nauwelijks.

De impact per productiefactor levert op dat het energieverbruik voor de verwarming van kassen de zwaarst wegende productiefactor is voor vrijwel alle milieu-categorieën. Na energieverbruik is de factor kas en gebouwen het meest zwaarwegend. Bemesting heeft een relatief lage milieu-impact. Het gebruik van zowel kokos als steenwol (productiefactor teeltsysteem) heeft met 0-3% een klein aandeel in de scores voor de verschillende milieucategorieën.

Bij de berekeningen is uitgegaan van het gebruik van WKK's. Met de huidige prijzen voor aardgas en elektriciteit, is een WKK echter niet meer rendabel. Indien de bedrijven de WKK minder gaan gebruiken en meer aardgas gaan verstoffen, zal de factor energieverbruik gaan stijgen, hetgeen een hogere milieu belasting geeft. Door benutting van duurzame warmtebronnen als aardwarmte of biomassa daalt het aandeel energie ten opzicht van de andere productiefactoren in de verschillende impactscores.

Er is in de berekening geen rekening mee gehouden dat in de praktijk door enkele biologische telers compost uit eigen restmateriaal wordt gebruikt. Wordt dit wel meegenomen, dan daalt de hoeveelheid ingekocht fosfaat en halveert de impact van de productiefactor mest op de milieucategorie vermesting (4-7% lagere score voor 'vermesting' voor de biologische teeltwijzen).

Om de impact van de teelt van paprika en tomaat op de zes milieucategorieën onderscheidend te verlagen, is het raadzaam om het primaire energieverbruik te verlagen. Ook productieverhoging of milieuvriendelijker kassen en gebouwen zullen de impact duidelijk verlagen.

Een vervolgonderzoek over de milieu-impact van de meest zichtbare verschillen tussen de teelten (namelijk het gebruikte wortelmedium, en het gebruik van mest en gewasbeschermingsmiddelen) wordt pas aanbevolen wanneer de productiefactor energieverbruik tot een minimum is beperkt. Op dit moment is de duurzaamheidsbelasting door deze productiefactoren te beperkt in verhouding tot energie.

Woord vooraf

Om onderliggend onderzoek te kunnen uitvoeren zijn veel gegevens verzameld. Uit een aantal beschikbare databases zijn emissiegegevens verzameld. Van een aantal grondstoffen en productiemiddelen ontbraken hierin cijfers voor emissie. In dat geval zijn door de onderzoekers inschattingen gemaakt, na en in overleg met een aantal experts en toeleveranciers. Hiervoor willen wij de volgende mensen bedanken: Carlijn Aalbers (Blonk Consultants), Bram Bertels (Bertels Holland), Karel de Bruijn (Van der Knaap Groep), Martine Dorais (Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC), Canada), Leen Janmaat (Louis Bolk Instituut), Bram Klapwijk (Koppert Biological Systems), Anton Kool (Blonk Consultants), Jasper Scholten (Blonk Consultants) en Wim Voogt (Wageningen UR Glastuinbouw).

Daarnaast zijn er een aantal personen die hebben deelgenomen aan de klankbordgroep, welke we om geheimhoudingsreden niet nader zullen noemen. Ook deze mensen hebben ons voorzien van waardevolle informatie, waarvoor onze dank. Het gaat hier vooral om verbruikgegevens in de biologische teelt onder glas en duurzame teelt in natuurlijk substraat (volgens methode PuraNatura).

1 Inleiding

1.1 Achtergrond van het onderzoek

De voormalige staatssecretaris Bleker van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie heeft in reactie op Kamervragen begin 2012 aangegeven de verschillende teeltwijzen onder glas te laten onderzoeken op duurzaamheid(verschillen). Naar aanleiding van deze vragen, maar ook met het oog op de politieke overleggen van de Europese commissie, is er behoefte aan inzicht in de mate van duurzaamheid van telen in natuurlijk substraat in vergelijking met duurzaam telen in de grond onder glas. Wageningen UR Glastuinbouw is gevraagd daartoe onderliggend onderzoek uit te voeren.

Op basis van gesprekken met het Ministerie over de exacte kennisbehoefte hebben het ministerie en WageningenUR Glastuinbouw uiteindelijk besloten om als invulling voor een duurzame teelt op natuurlijk substraat te kiezen voor de teeltwijze van Stichting PuraNatura. Voor duurzame glasteelt in de grond is gekozen voor de teeltwijze zoals die wordt toegepast in de biologische glastuinbouw.

1.2 Doelstelling

In deze studie is de duurzaamheid van de volledige teeltwijze van duurzame teelt in natuurlijk substraat (ns) - zoals Stichting PuraNatura- en biologische teelt in de grond onder glas (bio) in kaart gebracht. Het betreft dus niet alleen de duurzaamheid van het gebruikte teeltmedium.

Bij de biologische teelt is vanuit de SKAL regelgeving een teeltwisseling vereist. Daarom zijn in het onderzoek de teelt van twee gewassen, namelijk paprika rood en tomatomaat, in de analyse meegenomen. Dit zijn bovendien de meest voorkomende vruchtgroenteteelten in Nederland. Om onterecht algemene conclusies te voorkomen, zijn twee gewassen in de analyse opgenomen.

Dit leidde tot de volgende doelstelling van het onderzoek:

“Vaststellen van de mate van duurzaamheid van en verschillen in duurzaamheid van teelt op natuurlijk substraat¹ en biologische glasteelt in de grond. Deze duurzaamheid wordt bepaald voor de glasteelten paprika en tomaat.“

1.3 Scope van het onderzoek

Duurzaam ondernemen betekent ondernemen met aandacht voor de drie p's: people, planet en profit. Het ministerie ziet alle drie aspecten als belangrijk voor een lange-termijnwinst voor zowel ondernemers als maatschappij. In dit onderzoek is echter uitsluitend gekeken naar het planet-aspect van duurzaamheid.

1 Volgens teeltwijze Stichting Pura Natura.

2 Analyse methode en andere duurzaamheidsstudies

De mate van duurzaamheid is beide teeltwijzen van paprika en tomaat in kaart gebracht. Om een dergelijke benchmarkvergelijking te kunnen maken, wordt algemeen de Life Cycle Analysis (LCA) als de enige volledige methode beschouwd. Met LCA kan een impact analyse van bepaalde productiemethoden worden uitgerekend en worden duurzame baten en/of lasten in kaart gebracht. De milieueffecten worden daarbij van 'wieg tot graf' in kaart gebracht. Denk aan (milieu)effecten voor productie van natuurlijk substraat, aanvoer, toepassing, uitspoeling, afvoer, hergebruik e.d.

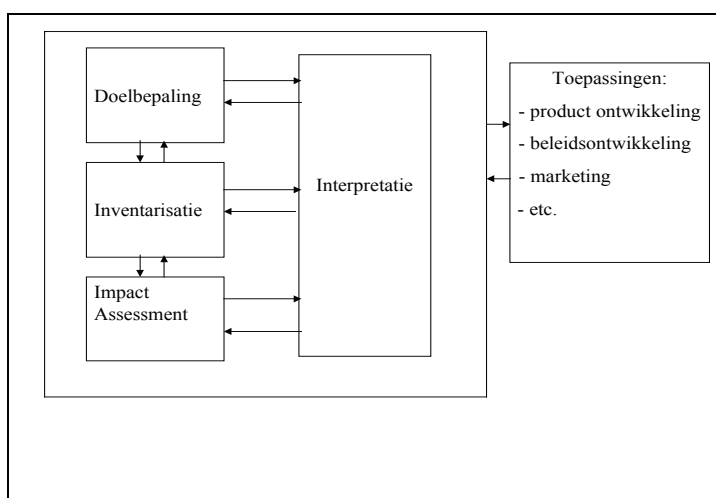
Andere duurzaamheidsmethodieken geven alleen een inzicht in de input van duurzaamheidsfactoren in de productie, zoals bijvoorbeeld het aantal kg meststof per m²; in termen van impact kan bij die methodieken geen kwantitatieve beoordeling worden gegeven. In dit hoofdstuk is eerst de LCA methode toegelicht. Daarna is de afstemming met andere duurzaamheidsstudies beschreven.

2.1 Life Cycle Analysis

Een Levens Cyclus Analyse (LCA) is een milieukundige methodologie om de potentiële milieueffecten van een product of proces in kaart te brengen. Het is een methode om te komen tot een integrale analyse van de milieueffecten van producten. Dit wil zeggen dat de milieueffecten van 'wieg tot graf' in kaart worden gebracht (Heijungs *et al.* 1992 in Raaphorst *et al.* 2001). In de methodiek wordt geen onderscheid gemaakt naar ruimte en tijd; een LCA brengt de potentiële milieueffecten van de gehele keten van een product of proces in beeld. Een LCA kan toegepast worden om producten te vergelijken op hun milieu-impact, maar ook om belangrijke schakels of activiteiten in een productketen op te sporen, waarop dan vervolgens besparingsmaatregelen losgelaten kunnen worden om de milieu-impact van de keten te verminderen. Een LCA bestaat uit een viertal fasen (Heijungs *et al.* 1992 in Raaphorst *et al.* 2001):

1. Doelbepaling
2. Inventarisatie
3. Impact Assessment
4. Interpretatie

Figuur 1. geeft een overzicht van deze vier fasen en de verschillende toepassingsmogelijkheden van een LCA. De methodologie is gestandaardiseerd door de International Standardisations for Organisation (ISO).



Figuur 1. Fasen van een LCA (ISO).

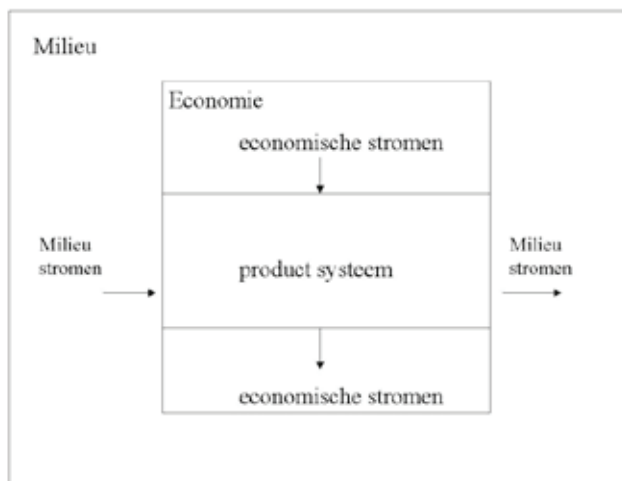
Doelbepaling

In deze eerste fase van een LCA wordt het doel van de studie bepaald en voor wie het onderzoek wordt uitgevoerd. Tevens wordt in deze fase de functionele eenheid (bijv. 1 kg tomaten of 1 ha tomaten) vastgesteld en worden afspraken gemaakt

over de te gebruiken databronnen, de systeemgrenzen van de uit te voeren LCA en op welke wijze de impact assessment wordt uitgevoerd.

Inventarisatie

In de inventarisatiefase worden de input van het milieu naar het systeem en de output van het systeem naar het milieu geïdentificeerd en gekwantificeerd. De inventarisatiefase resulteert in een zogenaamde "inventory tabel". Figuur 2. laat twee verschillende typen grenzen zien. Het definiëren van grenzen kan de uitkomst van een LCA behoorlijk beïnvloeden (bijv. de grond, onderdeel van het productsysteem, milieusysteem of beiden). In deze fase worden de grenzen tussen het milieusysteem en het productsysteem vastgesteld. Verder wordt vastgesteld hoe in- en output van en naar het milieu, gealloceerd worden tussen verschillende functionele in- en output van multisysteemprocessen (bijv. emissies van productie van meststoffen of gewasbeschermingsmiddelen, toerekenen aan kokos, kokosolie en/of kokosvezel).



Figuur 2. Productsysteem en de grenzen.

Impact Assessment

De Impact Assessment identificeert, karakteriseert en bepaalt de potentiële effecten op het milieu van de in de inventarisatie waargenomen emissies. In de classificatie worden de relevante impact-categorieën geïdentificeerd en de emissies vanuit de inventory tabel worden ingedeeld naar deze impact-categorieën. De LCA-methodiek bevat drie input gerelateerde en elf output gerelateerde impact-categorieën. In de karakterisatie worden de effecten van de emissies gekwantificeerd en geaggregeerd naar de impact-categorieën. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van de zogenaamde equivalentiefactoren (bijv. Global Warming Potential (GWP) om de bijdrage aan het broeikas effect te kwantificeren). Na de karakterisatie worden de milieueffecten in een valuatiestap kwalitatief of kwantitatief tegen elkaar afgewogen. Valuatie geeft een beeld van de politieke ideeën, maatschappelijke waarden of waardeoordelen van beleidsmakers. Er bestaan verschillende mogelijkheden om milieueffecten tegen elkaar af te wegen, bijvoorbeeld door de LCA-uitvoerder of een panel. Generieke weegfactoren kunnen opgesteld worden op basis van bijvoorbeeld monetaire eenheden (willingness to pay) of op basis van overheidsstandaarden (distance to target).

Interpretatie

Interpretatie is de fase van een LCA waarin de bevindingen van de inventarisatie en impact assessment naast het gestelde doel worden gelegd. Speciale aandacht wordt gegeven aan het interpreteren van en het communiceren over de resultaten in relatie met de doelbepaling van het onderzoek.

2.2 Diverse duurzaamheidsstudies (internationaal)

In Québec (Canada) is in 2011 door onderzoekers van Agriculture and Agri-Food Canada een vergelijkbaar onderzoek uitgevoerd waarin de duurzaamheid van biologische glastuinbouw (teelt in containers van 100 liter biologisch substraat/

m2) is vergeleken met die van conventionele teelt (teelt in kokos vezel matten). Er zijn daarbij drie scenario's vergeleken: grondteelt, container teelt en conventionele teelt.

Een van de moeilijkheden voor de Canadese onderzoekers om een LCA te kunnen uitvoeren, bleek het gebrek aan data over de gebruikte biopesticiden en de biologische meststoffen. Het kostte behoorlijk tijd om impact data te produceren/ontwikkelen/inschatten. De Canadese onderzoekers hebben tijdens hun onderzoek contact gehad met IRTA (Spanje), een organisatie waar veel expertise beschikbaar is aangaande LCA voor tuinbouwgewassen.

Tijdens onderliggend onderzoek is door de Canadese onderzoekers geadviseerd hoe om te gaan met bepaalde knelpunten en aannames bij de dataverzameling.

Behalve afstemming in de werkwijze met de Canadese aanpak, is in het onderzoek ook uitgegaan van de aannames en berekeningswijze van de PT tool voor de CO₂ footprint (Blonk, 2009). Voor de CO₂ footprint tool is gebruik gemaakt van de bedrijfsgegevens set zoals die is gebruikt in een Euphoros studie (Montero *et al.* 2009; Vermeulen, 2009) naar de duurzaamheid van onder meer de Nederlandse glastuinbouw. De CO₂ footprint tool is gebaseerd op de rekenwijze van de PAS 2050 (Anoniem 2011), een internationale norm voor de berekening van de CO₂ footprint van goederen en diensten gedurende de volledige levenscyclus.

Genoemde afstemmingen hebben bijgedragen aan uniformiteit met vergelijkbare onderzoeken wereldwijd.

3 Gebruikte gegevens: impactcategorieën en waarden

Vanwege de vertrouwelijkheid van de door de biologische glastelers en de door PuraNatura aangeleverde gegevens, zijn deze niet opgenomen in de rapportage. Hieronder worden de verschillende keuzes, afbakeningen, gebruikte databases, en andere bijzonderheden beschreven.

3.1 Gemaakte keuzes bij de analyse

In het onderzoek is gekeken naar de verschillen in duurzaamheid van de twee teeltsystemen. Bedoeld worden hier de verschillen die ontstaan door teelt in het specifieke medium. Uitkomsten op de verschillende duurzaamheidsvelden worden echter niet alleen beïnvloed door het specifieke medium, maar ook door bijvoorbeeld een verschil in gebruikte meststoffen of een ander energieverbruik (o.a. door andere teeltdata en -duur) die samenhangen met het betreffende teeltsysteem/medium.

3.1.1 Geanalyseerde teelten

Er is gekozen voor twee gewassen, namelijk paprika en tomatomaat. Dit zijn de meest voorkomende vruchtgroenteteelten in Nederland. Door een analyse voor twee gewassen uit te voeren wordt voorkomen dat onterecht algemene conclusies worden gemaakt uit dit onderzoek.

Tabel 1. Gebruikte teeltkenmerken van geanalyseerde teelten

	Eenheid	Paprika biologisch	Paprika natuurlijk substraat	Tomaat biologisch	Tomaat natuurlijk substraat
Teeltjaar		1	1	1	1
Zaaiweek		46-47	43	46-47	43
Plantweek		1	49	1	49
Oogstweek		t/m 48	t/m 46	t/m 48	t/m 46
Teeltweken		52	52	52	52
Gascapaciteit	m ³ /uur.ha	150	150	165	165
Geïnstalleerd lampvermogen belichting	watt/m ²	0	0	0	0
Belichtingsuren	uren	0	0	0	0
Elektrisch vermogen WKK	watt/m ²	50	50	60	60
Draaiuren WKK	uren	3657	3619	3551	3437
Schermuren	uren	3030	3024	2143	2339
Terug geleverde elektriciteit	kWh/m ²	183	181	213	206

Voor de berekeningen van het energieverbruik is uitgegaan van het gemiddelde buitenklimaat van ZHG van periode 2000-2009.

3.1.2 Functionele eenheid

De functionele eenheid in de geanalyseerde bedrijfssystemen is 1 kg geoogst product. Deze eenheid wordt internationaal toegepast bij LCA analyses.

3.1.3 Systeemgrenzen

De levenscyclusanalyse is uitgevoerd voor de activiteiten behorende bij teelt tot aan aflevering in een distributiecentrum. Er is gekozen voor afzet via het distributiecentrum, omdat dit wordt gezien als de meest voorkomende volgende schakel in de afzet van de twee teeltwijzen.

3.2 Impactcategorieën

Er zijn zes impactcategorieën geselecteerd waarop de milieueffecten van de twee systemen zijn beoordeeld. De keuze voor deze zes impactcategorieën is gemaakt op basis van gemaakte keuzes in een Euphoros studie (Montero *et al.* 2009), waar deze categorieën gekozen zijn als meest representatieve impactcategorieën voor de landbouw en energieprocessen. Het gaat om de volgende categorieën:

Vijf effect categorieën:

- Verzuring (Engels: Air Acidification Potential, afgekort AAP)
- Opwarming van de aarde (Engels: Global Warming Potential, afgekort GWP)
- Vermesting (Engels: Eutrophication Potential, afgekort EUP)
- Zomersmog-vorming (Engels: Photochemical Oxidant Potential, afgekort POP).
- Uitputting van abiotische grondstoffen (Engels: Abiotic Depletion Potential, afgekort ADP)

En één energiestromen indicator:

- Energieverbruik (Engels: Cumulative Energy Demand, afgekort CED)

'Uitputting van abiotische grondstoffen' en 'Opwarming van de aarde' zijn belangrijke indicatoren gerelateerd aan energieverbruik. Emissies gerelateerd aan agrarische inputs, met name meststoffen en pesticiden, hebben een belangrijke bijdrage aan de opwarming van de aarde. Ammoniak en nitraat emissie afkomstig van N-meststoffen zijn belangrijk bij de mate van 'Verzuring' en 'Vermesting'. 'Zomersmog-vorming' is een categorie die mogelijk belangrijke gevolgen kan hebben op de landbouw zelf. Hierna volgt een uitgebreidere uitleg van de betekenis en de effecten voor ieder van deze verschillende categorieën (Guinée, 2002).

Verzuring (AAP)

Verzurende stoffen hebben een lange reeks effecten op bodem, grondwater, oppervlaktewateren, biologische organismen, ecosystemen en voorwerpen (incl. gebouwen). Voorbeelden van de gevolgen van verzuring zijn vissterfte, afname van bossen en het vergaan van bouwmaterialen. De voornaamste vervuilers zijn zwaveloxide (SO₂), mono-stikstofoxiden (NO_x) en ammonium verbindingen (NH_x).

Verzuring wordt uitgedrukt in kg SO₂ equivalenten.

Opwarming van de aarde (CO₂ footprint) (GWP)

Opwarming van de aarde is gedefinieerd als het effect van menselijke emissies op het warmte-straling-absorberend vermogen van de atmosfeer. Dit kan op zijn beurt negatieve effecten hebben op de gezondheid van het ecosysteem, de volksgezondheid en materiele welvaart. De meeste van deze emissies vergroten het warmtestraling-absorberend vermogen, waardoor de temperatuur van het aardoppervlak stijgt, ook wel bekend als het 'broeikaseffect'.

Opwarming van de aarde wordt weergegeven in kg CO₂ equivalent.

Vermesting (EUP)

Vermesting beslaat alle potentiële effecten van overmatig hoge niveaus van macronutriënten. De meest belangrijke daarvan zijn stikstof (N) en fosfor (P). Nutriënt verrijking kan ongewenste verschuivingen in de soortensamenstelling en verhoogde biomassa productie teweegbrengen, in zowel aquatische als terrestrische ecosystemen. Hoge concentraties nutriënten kunnen bovendien oppervlaktewater ongeschikt maken als drinkwater. In aquatische ecosystemen kan de vergrote biomassa leiden tot verlaagde zuurstofniveaus, vanwege het extra zuurstofverbruik door biomassa-afbraak. Aangezien emissies van afbreekbare organische materie een vergelijkbaar effect hebben, worden zulke emissies ook meegenomen onder deze effectcategorie.

Vermesting wordt uitgedrukt in kg fosfaat (PO₄) equivalenten.

Zomersmogvorming / Troposferische ozonvorming (Fotochemische oxidantvorming) (POP)

Zomersmogvorming is de vorming van reactieve chemische verbindingen - zoals ozon - door de werking van zonlicht op bepaalde primaire luchtvervuilende stoffen. Deze verbindingen kunnen schadelijk zijn voor zowel de gezondheid van mensen als voor gewassen. Fotochemische oxidanten kunnen onder invloed van ultraviolet licht in de troposfeer gevormd worden, door de fotochemische oxidatie van vluchtige organische stoffen (VOS) en koolmonoxide (CO) in aanwezigheid van stikstofoxiden (NO_x). Ozon is de belangrijkste van de oxidanten, samen met peroxyacetylnitrat (PAN). Fotochemische oxidantvorming, ook wel zomersmog geheten, verschilt van wintersmog, dat gekenmerkt wordt door hoge percentages anorganische verbindingen, vooral deeltjes, koolmonoxide en zwavelverbindingen. Wintersmog valt onder humane toxiciteit, een effectcategorie die niet is meegenomen in dit onderzoek.

Smogvorming wordt weergegeven in kg ethyleen (C₂H₄) equivalenten.

Uitputting van abiotische grondstoffen (ADP)

Abiotische grondstoffen zijn natuurlijke grondstoffen (mineralen) en energiedragers (fossiele brandstoffen) die als levensloos worden beschouwd, zoals ijzererts, ruwe olie en windenergie.

Deze mate van uitputting wordt weergegeven in kg Antimonium (Sb) - equivalent

Energie verbruik (totale keten) (CED)

Energieverbruik geeft het energieverbruik gedurende de levenscyclus van een goed of dienst weer. Dit omvat zowel het directe als het indirecte gebruik van energie. Energieverbruik omvat niet-vernieuwbare, fossiele energie en nucleaire, hernieuwbare biomassa, windenergie, zonne-energie, aardwarmte en water.

Er is geen weging uitgevoerd van de verschillende milieueffecten om tot een totaalscore te komen; er wordt bewust aandacht besteed aan de scores van de verschillende teeltsystemen op de afzonderlijke impactcategorieën.

3.3 Gebruikte databases

Om tot een vergelijking van de milieu impact te komen, is voor elke productiefactor een impactwaarde nodig.

Deze impactwaarden zijn opgenomen in diverse databases. Binnen dit project is gebruik gemaakt van twee databases: de database van ECOINVENT (Ecoinvent 2010), en de verdere uitwerking van deze gegevens voor GWP die gemaakt zijn ten behoeve van de actualisatie van PAS 2050. Tijdens de bouw van de speciale rekentool van het Productschap Tuinbouw is een (glas)tuinbouw hoofdstuk geschreven voor de PAS2050.

3.3.1 ECOINVENT

Voor de berekening van de verzuring (AAP), zomersmog vorming (POP), vermesting (EUP), uitputting abiotische grondstoffen (ADP) en totale energie vraag (CED) is uitgegaan van de database van ECOINVENT versie v 2.2. De gegevens in ECOINVENT omvatten uitsluitende de impact voor de productie en levering op de productielocatie (fabriek) van de materialen en niet de bewerking van deze materialen tot onderdelen en niet het vervoer naar de tuinbouwlocatie. Ook zijn de effecten van het hergebruik van deze materialen niet meegenomen in de berekeningen.

3.3.2 PAS2050

Voor de berekening van de opwarming van de aarde (GWP) is gebruik gemaakt van de uitgangspunten zoals die gebruikt zijn bij de PT CO₂ voetafdruk rekentool (Blonk 2009). Dit is een verdere gedetailleerde uitwerking van de impactwaarden voor GWP specifiek voor de glastuinbouw. Deze uitwerking is opgenomen in de PAS 2050, een Europese standaard (Anoniem, 2009). In deze berekening is de levenscyclus van de materialen beter uitgewerkt. Er wordt rekening gehouden met de verwerking tot eindproduct, verlies, hergebruik en stort of verbranding.

Door gebruik van deze gegevens sluit deze berekening aan bij de PT tool en worden recentere gegevens gebruikt dan voor de andere impactcategorieën.

3.4 Keuzes gebruik impactwaarden

3.4.1 Productiemiddelen en materiaalverbruik

Voor de berekening van de opwarming van de aarde (GWP) is gebruik gemaakt van de gegevens zoals die gebruikt zijn voor de PT tool (Blonk 2009, tabel B2.3.3). De hierin genomen uitgangspunten voor hergebruik en afvalverwerking zijn overgenomen. Voor de andere impact categorieën zijn de gegevens van ECOINVENT gebruikt.

3.4.2 Terug leveren elektriciteit WKK

Voor de emissiefactor voor de GWP van terug leveren van elektriciteit aan het openbaar net is gerekend met verdringing van met gasturbines opgewekte elektriciteit tijdens de piekuren voor 5/7 deel en van kolencentrales in de rest van de uren voor 2/7 deel.

3.4.3 Meststoffen

Helaas waren voor de voor biologische teelt en voor de voor natuurlijke substraatteelt beschikbare meststoffen onvoldoende gegevens over emissies beschikbaar. Voor de emissies van alle meststoffen is daarom aan de hand van de samenstelling van de meststoffen eerst bepaald hoeveel kg of ton N, P en K in deze meststoffen zit. Daarna is voor de totale hoeveelheid toegediende N, P en K bij de betreffende teelt de emissie naar de verschillende milieuaspecten/milieuvelden berekend.

3.4.4 Gewasbescherming

Door het ontbreken van specifieke waarden van individuele gewasbeschermingsmiddelen of groepen zijn voor gewasbescherming de impactwaarden van pesticiden gebruikt uit ECOINVENT. Voor ingezette biologische bestrijders zijn geen impactwaarden gevonden.

3.4.5 Ontbrekende gegevens

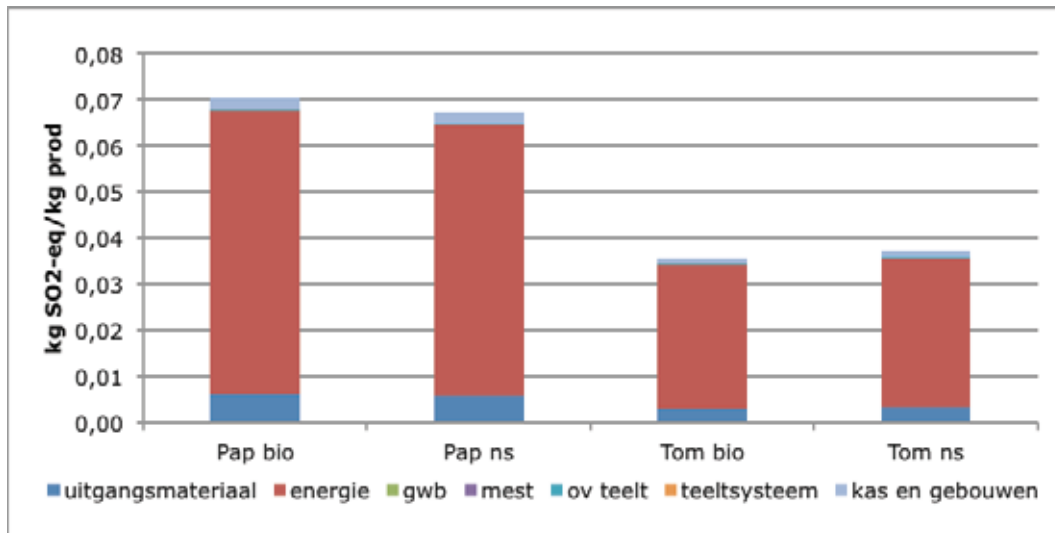
In de database van ECOINVENT ontbreken voor een aantal specifieke agrarische grondstoffen de gegevens over impactwaarden. Juist voor een aantal voor de teeltwijze specifieke producten en productiemiddelen binnen deze case. In het geval van het ontbreken van beschikbare impactwaarden, is een schatting gemaakt van de milieubelasting in overleg met de toeleverancier of andere experts of op basis van literatuur. Een voorbeeld van een op dergelijke wijze gemaakte inschatting betreft de CO₂ equivalenten voor de productie van kokos.

Waar geheel geen mogelijkheden aanwezig waren voor het inschatten van impactwaarden, zijn voor alle teeltmethoden de impacteffecten van deze grondstoffen weggelaten.

4 Resultaten

Hieronder is de berekende milieupact weergegeven van de teelten paprika en tomaat bij biologische bedrijven en op natuurlijk substraat voor de zes geselecteerde milieucategorieën. Deze impact is weergegeven per kg product.

4.1 Verzuring (AAP)



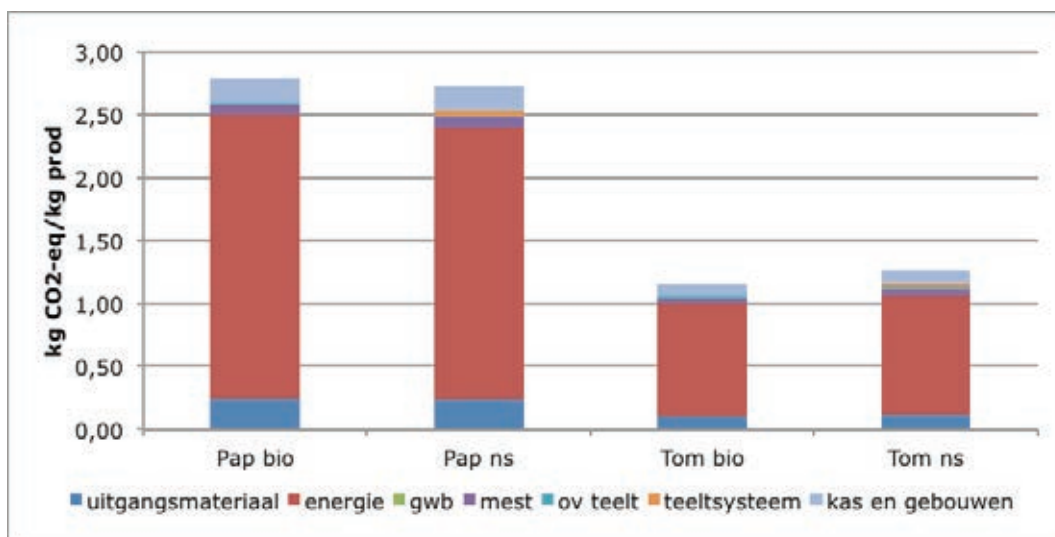
Figuur 3. Impact op de categorie verzuring (kg SO₂-eq per kg product) voor paprika (Pap) en tomatomaat (Tom) biologische teelt (bio) en op natuurlijk substraat (ns).

Verzuring (AAP) wordt voor 95-96% bepaald door het gebruik van met name energie, maar ook van kas en gebouwen (\pm 4%) bij de teelt en bij de opweek. Aangezien er relatief weinig verschillen zijn in het energieverbruik per m², hebben de teelten met een lage productie de hoogste impact per kg. Paprika heeft een veel lagere kg-productie dan tomaat, zodat de milieupact per kg voor paprika altijd hoger is dan voor tomaat.

Vooraf vanwege de productieverschillen heeft bij de paprikateelt de biologische teelt de hoogste impact op verzuring per kg en bij de tomatenteelt is dat de teelt op natuurlijk substraat. De verschillen tussen natuurlijk substraat en biologische teelt zijn echter klein.

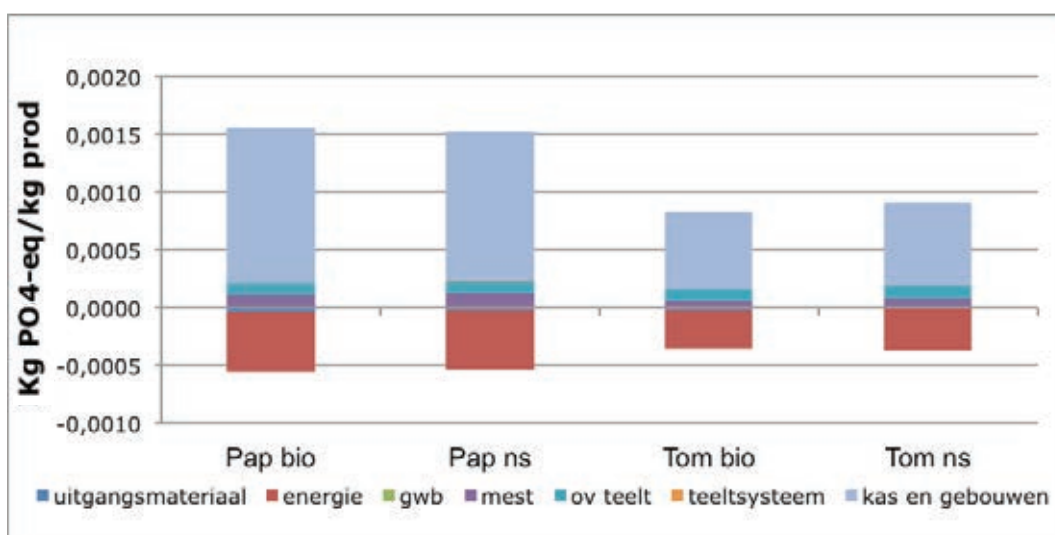
4.2 Opwarming van de aarde (GWP)

Klimaatverandering (GWP) geeft een vergelijkbaar beeld te zien. Het wordt voor een groot deel bepaald door het gebruik van energie (83-89%), kas en gebouwen (7.5-9%) bij de teelt en bij de opweek. De factor "kas en gebouwen" heeft hierin een iets groter aandeel dan bij verzuring. Aangezien de impact van kas en gebouwen per m² voor alle teelten gelijk zijn gesteld, bepaalt de productie per m² wederom welke teelt de grootste impact per kg heeft. De factoren waarin de teelten het meest verschillen (teeltsysteem, bemesting, gewasbescherming) hebben slechts een geringe impact op klimaatverandering.



Figuur 4. Impact op de categorie opwarming (kg CO₂-eq per kg product) voor paprika (Pap) en tomatomaat (Tom) biologische teelt (bio) en op natuurlijk substraat (ns).

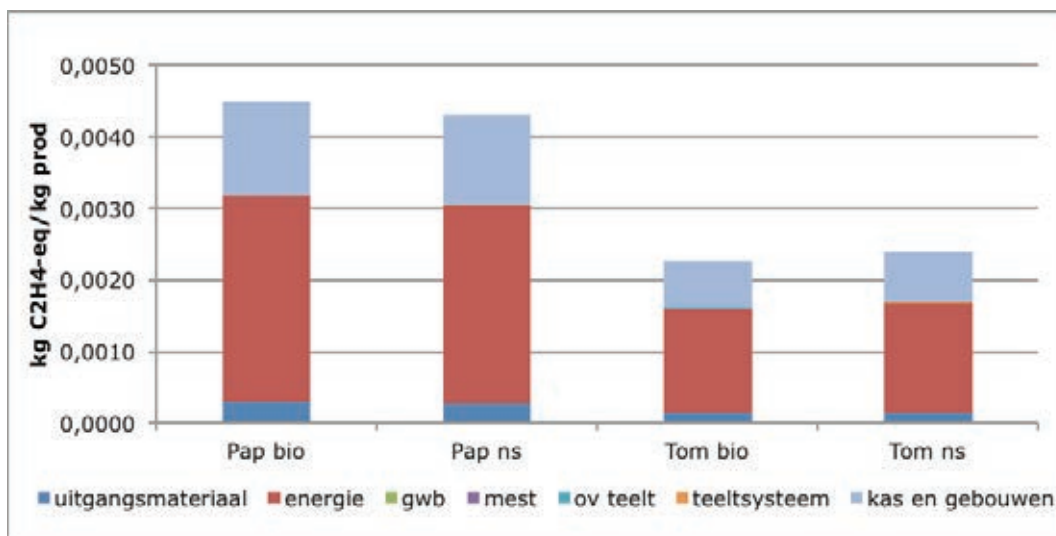
4.3 Vermesting (EUP)



Figuur 5. Impact op de categorie veresting (kg PO₄-eq per kg product) voor paprika (Pap) en tomatomaat (Tom) biologische teelt (bio) en op natuurlijk substraat (ns).

Voor de berekening van de eutrofiëring/veresting (EUP) vindt een bijzonder verschijnsel plaats: een negatieve impact van energie (-48 tot -69%). Bij alle bedrijven is namelijk gerekend met een WKK, die elektriciteit levert aan het net. Het gebruik van aardgas voor de productie van elektriciteit in een glastuinbouwbedrijf heeft minder impact op de eutrofiëring dan het gebruik van bijvoorbeeld kolen in een elektriciteitscentrale. De vermeden impact van deze centrales wordt daarmee van de totale impact van alle teelten afgetrokken. Het gebruik van energie, kas en gebouwen bij de teelt en bij de opwek zorgt gemiddeld voor 71% van de impact op veresting. Daardoor bepalen de productieverschillen ook bij EUP de verschillen in impact per kg. Overigens heeft het directe gebruik van fosfaten en andere meststoffen, slechts een relatief klein aandeel (8-14%) in de categorie veresting. Dit komt door de hoge impactwaarden voor o.a. het gebruikte staal, glas en kunststoffen die nodig zijn om een kas te bouwen.

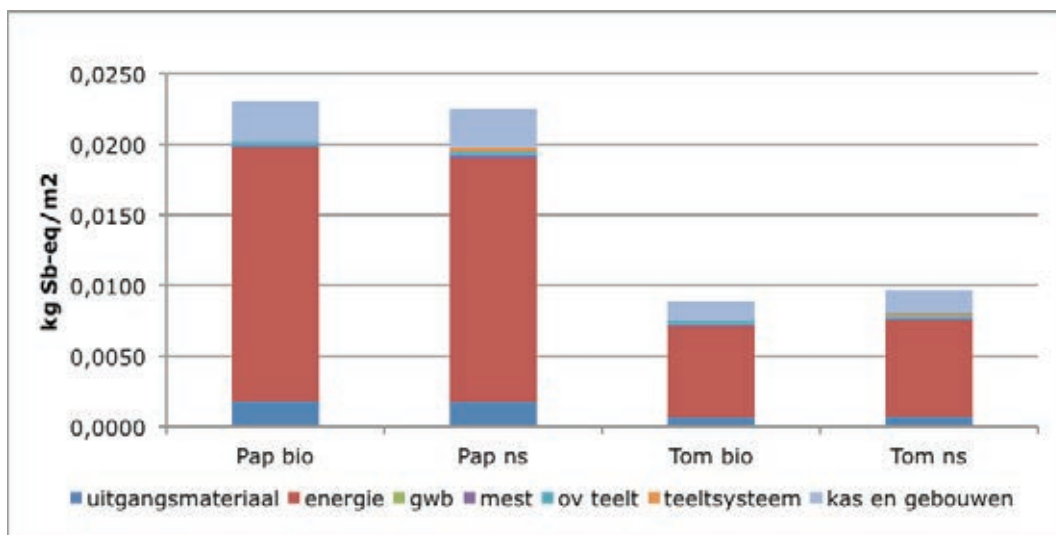
4.4 Zomersmog-vorming (POP)



Figuur 6. Impact op de categorie zomersmog (kg C₂H₄-eq per kg product) voor paprika (Pap) en tomatomaat (Tom) biologische teelt (bio) en op natuurlijk substraat (ns).

De categorie zomersmog (POP) wordt voor een groot deel bepaald door energieverbruik (±68%) en het gebruik van kasmaterialen (30-32%) tijdens teelt en opkweek.

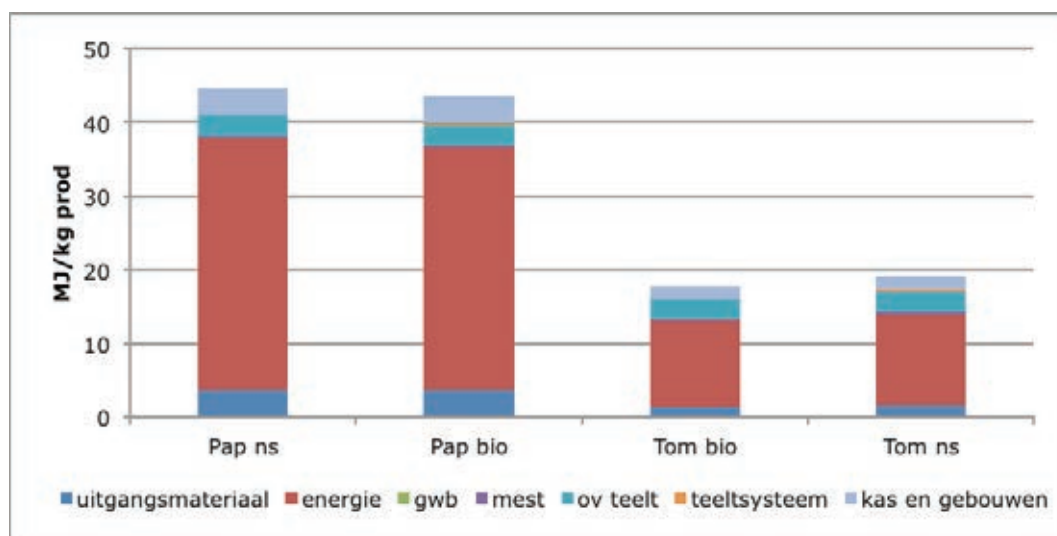
4.5 Uitputting van abiotische grondstoffen (ADP)



Figuur 7. Impact op de categorie uitputting (kg Sb-eq per kg product) voor paprika (Pap) en tomatomaat (Tom) biologische teelt (bio) en op natuurlijk substraat (ns).

Ook de uitputting van abiotische hulpbronnen (ADP) wordt (gemiddeld 95%) bepaald door energieverbruik en kasmaterialen. Aangezien de biologische teelt de bestaande grond gebruikt en de andere twee teelten een substraat nodig hebben, is voor deze laatstgenoemde twee een extra (kleine) impact te zien onder het productiemiddel "teeltsysteem".

4.6 Energieverbruik (CED)



Figuur 8. Impact op de categorie energieverbruik (MJ per kg product) voor paprika (Pap) en tomatomaat (Tom) biologische teelt (bio) en op natuurlijk substraat (ns).

De impact op de totale energievraag (CED) geeft een vergelijkbaar patroon te zien als bij de andere categorieën: de impact is hoofdzakelijk afhankelijk van de productie per kg, zodat paprika een hogere impact heeft dan tomaat, en de biologische teelt en het natuurlijk substraat onderling slechts weinig verschillen.

4.7 Impact per productiefactor

Hierboven is de impact is weergegeven per milieucategorie. In deze paragraaf wordt een overzicht gegeven van de impact per productiefactor, te weten die van energieverbruik, gewasbeschermingsmiddelen, bemesting, overige teelt, teeltsysteem, en van kas en gebouwen.

- Energieverbruik voor de verwarming van kassen is de zwaarst wegende productiefactor (68-95%) voor vrijwel alle milieucategorieën. Dit komt overeen met een Canadese studie (Dorais *et al.* 2012), waarin bovendien is gevonden dat het gebruik van biomassa (in deze studie: zaagsel) de geringe milieu impact verklaart voor alle zes milieucategorieën.
- De productiefactor bemesting heeft een relatief lage milieu-impact (0-4%). Alleen bij de categorie “vermesting (EUP)” blijkt de bemesting een aandeel te hebben van 8 tot 14% in de totale impact.
- De productiefactor “overige teelt” wordt voornamelijk bepaald door transport en verpakking en daarmee door het aantal geproduceerde kilogrammen. Hierdoor is het aandeel in de totale milieu-impact bij tomaat hoger dan bij paprika. Met name bij de categorieën “vermesting (EUP)” en “energieverbruik (CED)” kan dit aandeel oplopen tot 26% respectievelijk 21% van de totale impact. Het verschil in impact per kg tussen de teeltwijzen biologische teelt en natuurlijk substraat is gering (1-8%).
- Het gebruik van zowel kokos als steenwol (productiefactor teeltsysteem) heeft een klein (0-3%) aandeel in de scores voor de verschillende categorieën.
- Na het energieverbruik is de factor “kas en gebouwen” het meest zwaarwegend. Dit geldt met name voor de milieucategorieën “verzuring (AAP)” en “vermesting (EUP)”.
- De impact van de productiefactor uitgangsmateriaal is beschouwd als een percentage (10%) van de teelt en geeft daarmee geen relatieve verschillen tussen de teelten weer.

5 Conclusie en discussie

5.1 Conclusie

De mate van duurzaamheid van de glasteelten van paprika en tomaat geteeld op natuurlijk substraat² en biologische glasteelt in de grond is weergegeven in zes milieu-categorieën, te weten verzuring, opwarming, vermesting, zomersmogvorming, uitputting en energieverbruik. De verschillen tussen glasteelt op natuurlijk substraat² en biologische glasteelt in de grond zijn klein.

De impact per kg product van de verschillende teelten op de milieu-categorieën wordt niet zozeer bepaald door de hoeveelheid grondstoffen die voor de specifieke teelten is gebruikt, maar hoofdzakelijk door de hoeveelheid productie die per m² is gerealiseerd. Dit komt vooral doordat de verschillende teeltwijzen per m² maar weinig verschillen voor de zwaarstwegende productiefactoren (energieverbruik, kas en gebouwen).

5.2 Discussie

Duurzaam ondernemen betekent ondernemen met aandacht voor de drie p's: people, planet en profit. Het ministerie ziet alle drie aspecten als belangrijk voor een lange-termijnwinst voor zowel ondernemers als maatschappij. In dit onderzoek is echter uitsluitend gekeken naar het planet-aspect van duurzaamheid.

De hoeveelheid productie is, met name voor biologische teelt en teelt op natuurlijk substraat, een onzekere rekenfactor in de uitgevoerde berekeningen. Die onzekerheid komt voornamelijk doordat productiegegevens door veel bedrijven als bedrijfsgeheim wordt beschouwd en liever niet worden prijsgegeven. Bovendien kunnen de door de telers opgegeven productiecijfers zijn vertroebeld door het al of niet meewegen van jaren met misoogsten. Daarom is in overleg met betrokken telers in de klankbordgroep en hun adviseurs voor beide teeltwijzen een productiehoeveelheid vastgesteld.

Bij de berekeningen van het energieverbruik is uitgegaan van het gebruik van WKK's, waardoor een groot deel van het warmtegebruik wordt gecompenseerd door de levering van elektriciteit aan het landelijk net. Met de huidige prijzen voor aardgas en elektriciteit, is een WKK echter niet meer rendabel. Indien de bedrijven de WKK minder gaan gebruiken en meer aardgas gaan verstoken in een verwarmingsketel, dan zal de factor energieverbruik nog verder stijgen, hetgeen een hogere milieu belasting geeft.

Indien telers gebruik kunnen maken van duurzame warmtebronnen (bijvoorbeeld aardwarmte of biomassa), waardoor het aandeel van energie lager is, zullen de andere productiefactoren een relatief groter aandeel in de verschillende impactscores krijgen en kunnen de impact-verhoudingen tussen de teelten veranderen.

Bij enkele biologische telers wordt gebruik gemaakt van compostering uit eigen restmateriaal. Bij de berekeningen is hier geen rekening mee gehouden. Indien het groencompost bij de biologische teelt afkomstig is van restmateriaal uit het eigen bedrijf, dan zal voor die bedrijven de hoeveelheid ingekocht fosfaat en daarmee de impact van de productiefactor mest op de milieucategorie vermesting vrijwel halveren. Dit doet de milieucategorie vermesting voor de biologische teelten 4-7% lager uitkomen.

2 Volgens teeltwijze Stichting PuraNatura.

5.3 Aanbeveling

Om de impact van de teelt van paprika en tomaat op de zes milieucategorieën onderscheidend te verlagen, moeten vooral inspanningen worden gepleegd om het primaire energieverbruik te verlagen. Daarnaast kunnen productieverhoging per m² of milieuvriendelijker kassen en gebouwen de impact duidelijk verlagen.

Een vervolgonderzoek over de milieu-impact van de meest zichtbare verschillen tussen de teelten (wortelmedium, gebruik van mest en gewasbeschermingsmiddelen) wordt pas aanbevolen indien de productiefactor energieverbruik tot een minimum is beperkt. Op dit moment is de duurzaamheidsbelasting door deze specifieke productiefactoren te beperkt in verhouding tot energie. Via programma's als "Kas als Energiebron" wordt hard gewerkt aan het beperken van het energieverbruik in de glastuinbouw.

5.4 Zienswijzen vanuit de klankbordgroep

5.4.1 Reactie vanuit de biologische glastuinbouw

De reactie vanuit de biologische glastuinbouw is verwoord door Bionext, als volgt:

"De biologische landbouw streeft naar een zo duurzaam mogelijke productiemethode. Dat doet ze vanuit een aantal heldere principes en uitgangspunten, voor een groeiende groep consumenten die daar waarde aan hecht. Eén van die uitgangspunten is dat een teler uitgaat van de bodem die de plant voedt. Een ander uitgangspunt is dat een teler tracht de kringlopen te sluiten: op bedrijfsniveau door zelf compost te maken en in ruimere zin door gebruik te maken van groencompost als basis voor bodemvruchtbaarheid.

De gekozen LCA analyse toont uitsluitend de prestaties binnen de gekozen milieu categorieën. Het legt daarmee een beperkt aantal aspecten van het biologisch bedrijfssysteem vast en vergelijkt deze met die van andere bedrijfssystemen. Hierdoor is het niet mogelijk om uitspraken te doen over gehele bedrijfssystemen. Wel kan een LCA analyse nuttige informatie geven om systemen binnen de gekozen en geanalyseerde milieucategorieën te verbeteren.

Het aanvankelijke bezwaar vanuit de biologische sector tegen de gekozen vergelijking ligt in de verenging van het onderzoek. Resultaten worden al snel buiten de LCA context verabsoluteerd. Dit leidt gemakkelijk tot een eenzijdige soort conclusie als bij de plofkip: hoe meer je een gewas of dier tot productie oppompt, hoe milieuvriendelijker per geproduceerde eenheid. In deze vergelijking zal het resultaat voornamelijk worden bepaald door de energie input en de opbrengst in kilo's product. Vanuit een eerder onderzoek van het Productschap Tuinbouw over LCA's in de glastuinbouw bleek al dat het opbrengstniveau van het gewas én de energie-input voor de opwarming van het gewas voor 90 à 95% bepalend zijn.

Deze LCA analyse 'biologisch en teelt natuurlijk substraat' heeft ons inziens geen nieuwe informatie opgeleverd. De resultaten zijn bovendien verkregen op basis van een zeer beperkt areaal (in het geval van Pura Natura) en onderling behoorlijk verschillende bedrijven (biologische sector) waardoor conclusies vanuit wetenschappelijk oogpunt niet zijn te trekken. Voor het maken van beleidsbeslissingen is de LCA analyse daarom geen relevante nieuwe informatiebron."

5.4.2 Reactie vanuit de natuurlijk substraat telers (Stichting PuraNatura)

Stichting PuraNatura heeft de volgende reactie op het onderzoek uitgebracht:

“De uitkomst van uw onderzoek is bemoedigend. We konden een lichte glimlach niet onderdrukken bij het lezen van uw conclusie: Een (kennelijk) gelijkspel tussen telen-in-de-grond en telen-in-natuurlijk-substraat. Onderschrijven kunnen wij het gelijkspel echter nog niet en lichten ons “kennelijk” graag toe:

Staatsecretaris Bleker noemde Stg. PuraNatura “vertegenwoordiger van tuinders voor het toestaan van natuurlijk substraat binnen de biologische regelgeving”. (PDOC01/238082

Ondanks die uitspraak en toezeggingen inzake klankbordoverleg vooraf (dat niet plaatsvond) voelt Stg. PuraNatura zich niet betrokken bij de onderzoeksopzet; hadden geen inspraak bij de bepaling van aannames, randvoorwaarden en impact categorieën. Dat zorgt voor omissies en lacunes. De vragen daarover vind u op pagina 3 dezes en kunnen behandeld worden bij vervolgonderzoek.

Uw onderzoek bepaalt de duurzaamheid van een teeltmethode na rato van de kilo-opbrengst. Dat steunen we. De relatieve opbrengsten gededuceerd uit uw rapport zien er zo uit:

Vergeleken door MinEZ/WUR:	Gangbaar substraat	(Bio-O Telen in de grond	(PuraNatura in natuur. Substraat)	(Bio-) Telen in natuurlijk substraat
Tomaat opbrengst	100%	75%	71% (experim.)	90% (schatting)
Paprika opbrengst	100%	82%	86%	95% (schatting)

Onze betrokkenheid bij de onderzoeksopzet had ook een -althans door ons als zodanig gepercipieerde - weeffout kunnen voorkomen. Dr. Bleker schreef op 27 oktober 2011: “ ..vind ik het van belang te weten hoe duurzaam natuurlijke substraatteelt is ten opzichte van telen in de grond.”

- Steeds meer telers stappen over op natuurlijk substraat waardoor kennis voorhanden is over natuurlijke substraatteelt. Wij menen dat hun kilo-opbrengsten bij dit onderzoek niet zijn meegenomen of zijn KWIN en het Canadese onderzoek de info bronnen vwb opbrengst?
- PuraNatura maakt vanwege onder meer de voedselveiligheid geen gebruik van dierlijke meststoffen. Onze opbrengsten liggen daardoor (nog) lager dan bij natuurlijke substraatteelt en is onze teeltmethode niet representatief voor inmiddels gangbare natuurlijke substraatteelt.
- **Kennelijk is dus vooral de deels experimentele PuraNatura-opbrengst vergeleken met die van bio-telen in de grond en is niet opbrengst van “natuurlijke substraatteelt” vergeleken ten opzichte van opbrengst telen in de grond. Dat is niet conform het verzoek der Staatssecretaris:**

Verzoek Stas Bleker:	(Bio-) Telen in de grond	PuraNatura in nat. substraat	(Bio-) Telen in natuur. Substraat
Vergeleken door MinEZ/WUR	(Bio-) Telen in de grond	(PuraNatura in) natuur. substraat	(Bio-) telen in natuurlijk substraat

Zo'n “mission creep” is van invloed op de kilo-opbrengsten waardoor het eerder genoemde gelijkspel lijkt te zijn ontstaan. Gelijkspel waardeert Stichting PuraNatura zelf nu al, maar de resultaten van uw onderzoek doen door de focus op de bijzonder PuraNatura-teelt telers op natuurlijke substraten ernstig tekort. Die hebben namelijk hogere opbrengsten dan PuraNatura-telers.

We vragen ons verder af hoe het eerder door het voormalig Ministerie opgedragen en door WUR uitgevoerd onderzoek OND1343701 alsnog gekoppeld kan worden aan onderhavig onderzoek. In dat onderzoek zijn namelijk duurzaamheidskarakteristieken van verschillende teelten vergeleken met ook de teelt van PuraNatura. Dit onderzoek komt niet in de literatuurlijst voor.

We zijn het met u eens dat -nu door u de verregaande verduurzamingspotentie van substraatteelt vastgesteld is- er breder onderzoek naar de duurzaamheid van andere teeltaspecten van natuurlijk substraat wenselijk is. Zeker nu er relevante nieuwe EU wetgeving terzake op stapel staat. (Overigens sluit huidige Europese regelgeving hydrocultuur uit in gecertificeerde teelt, niet natuurlijk, plantaardig en actief substraat. Dat is er in het Nederlands taalgebied van gemaakt.)

Stichting PuraNatura werkt ook weer graag mee aan vervolgonderzoek, maar wel met een sterke betrokkenheid vooraf en zien uit naar een intensieve samenwerking met uw onderzoeksinstituut. De belangen voor de Nederlandse Tuinbouw (-en maatschappij) bij dit onderwerp zijn overigens aanzienlijk en veel groter dan die van onze Stichting en aangesloten telers.”

6 Literatuur

Anoniem, 2011.

The Guide to PAS 2050: 2011.

How to carbon footprint your products, identify hotspots and reduce emissions in your chain. BSI, London ISBN 978-0-580-77432-4

Blonk, H., T. Ponsioen & J. Scholten, 2009.

CO₂-voetafdruk: rekenmethode voor tuinbouwketens. Een nadere uitwerking van PAS 2050.

ISBN: 978-90-8615-361-9 BMA Gouda

Dorais, M., A. Anton, J. Montero & M. Torrellas, 2012.

Environmental Assessment of an Integrated Greenhouse Tomato Crop Grown Under Northern Conditions, Horticultural Research Centre, Laval University, Quebec, QC

Ecoinvent, 2010.

Ecoinvent data v 2.2 Swiss Centre for Life Cycle Inventories, url: www.ecoinvent.ch

Guinée, J.B., M. Gorrée, R. Heijungs, G. Huppes, R. Kleijn, A. de Koning, L. van Oers, A. Wegener Sleeswijk, S. Suh, H.A.

Udo de Haes, H. de Bruijn, R. van Duin & M.A.J. Huijbregts, 2002.

Levenscyclusanalyse; De ISO-normen uitgewerkt in een praktijkgerichte handleiding. Deel 2a: Handleiding. VROM, 's-Gravenhage, 2002, xii + 121 pp

Luske, Boki & Hans Blonk, 2009.

Milieu effecten van dierlijke bijproducten. Blonk Milieu Advies BV, Februari 2009, Gouda. 70 p.

Montero, J.I., M.A. Antón, M. Torrellas, M. Ruijs & P. Vermeulen, 2009.

Report on environmental and economic profile of present greenhouse production systems in Europe. Euphoros Deliverable 5. September 2009. 95 pp.

Raaphorst, M.G.M., M.N.A. Ruijs, S.C. van Woerden, R.A.F. van Paassen, E.M.F.M. Nijss & J.K. Nienhuis, 2001.

Glastuinbouwbedrijfssystemen in 2010.

Een studie naar toekomstige geïntegreerde bedrijfssystemen in de glastuinbouw in economisch en milieukundig perspectief. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving. Rapport PPO 525. 128 pp.

Vermeulen, Peter, 2009.

Materiaalinzet kas en teeltsysteem versie 10-3-09.xls

Bijlage I Resultaten per impactfactor

Paprika

AAP	Pap bio	Pap ns
Acidification Potential	kg SO₂-eq/kg	kg SO₂-eq/kg
uitgangsmateriaal	0.0062	0.0059
energie	0.0612	0.0584
gwb	0.0000	0.0000
mest	0.0002	0.0002
ov teelt	0.0002	0.0002
teeltsysteem	0.0000	0.0001
kas en gebouwen	0.0024	0.0023
Grand totaal	0.0702	0.0671

GWP	Pap bio	Pap ns
Global Warming Potential	kg CO₂-eq/kg	kg CO₂-eq/kg
uitgangsmateriaal	0.236	0.227
energie	2.261	2.167
gwb	0.000	0.000
mest	0.080	0.080
ov teelt	0.016	0.018
teeltsysteem	0.000	0.042
kas en gebouwen	0.194	0.187
Grand totaal	2.788	2.720

EUP	Pap bio	Pap ns
Eutrophication Potential	kg PO₄-eq/kg	kg PO₄-eq/kg
uitgangsmateriaal	0.0000	0.0000
energie	-0.0005	-0.0005
gwb	0.0000	0.0000
mest	0.0001	0.0001
ov teelt	0.0001	0.0001
teeltsysteem	0.0000	0.0000
kas en gebouwen	0.0013	0.0013
Grand totaal	0.0010	0.0010

POP	Pap bio	Pap ns
Photochemical Oxidation Potential	kg C₂H₄-eq/kg	kg C₂H₄-eq/kg
uitgangsmateriaal	0.0003	0.0003
energie	0.0029	0.0027
gwb	0.0000	0.0000
mest	0.0000	0.0000
ov teelt	0.0000	0.0000
teeltsysteem	0.0000	0.0000
kas en gebouwen	0.0013	0.0013
Grand totaal	0.0045	0.0043

ADP	Pap bio	Pap ns
Abiotic Depletion Potential	kg SB-eq/kg	kg SB-eq/kg
uitgangsmateriaal	0.0018	0.0018
energie	0.0179	0.0172
gwb	0.0000	0.0000
mest	0.0002	0.0002
ov teelt	0.0003	0.0003
teeltsysteem	0.0000	0.0002
kas en gebouwen	0.0029	0.0028
Grand totaal	0.0231	0.0225

CED	Pap bio	Pap ns
Cumulative Energy Demand	MJ/kg	MJ/kg
uitgangsmateriaal	3.724	3.607
energie	34.107	32.910
gwb	0.003	0.003
mest	0.398	0.402
ov teelt	2.733	2.752
teeltsysteem	0.000	0.434
kas en gebouwen	3.659	3.512
Grand totaal	44.623	43.620

Tomaat

AAP	Tom bio	Tom ns
Acidification Potential	kg SO₂-eq/kg	kg SO₂-eq/kg
uitgangsmateriaal	0.0031	0.0033
energie	0.0309	0.0321
gwb	0.0000	0.0000
mest	0.0001	0.0001
ov teelt	0.0002	0.0002
teeltsysteem	0.0000	0.0000
kas en gebouwen	0.0012	0.0013
Grand totaal	0.0356	0.0371

GWP	Tom bio	Tom ns
Global Warming Potential	kg SO₂-eq/kg	kg SO₂-eq/kg
uitgangsmateriaal	0.096	0.102
energie	0.901	0.951
gwb	0.000	0.000
mest	0.040	0.054
ov teelt	0.017	0.017
teeltsysteem	0.000	0.023
kas en gebouwen	0.097	0.104
Grand totaal	1.152	1.252

EUP	Tom bio	Tom ns
Eutrophication Potential	kg SO₂-eq/kg	kg SO₂-eq/kg
uitgangsmateriaal	0.0000	0.0000
energie	-0.0003	-0.0003
gwb	0.0000	0.0000
mest	0.0001	0.0001
ov teelt	0.0001	0.0001
teeltsysteem	0.0000	0.0000
kas en gebouwen	0.0007	0.0007
Grand totaal	0.0005	0.0005

POP	Tom bio	Tom ns
Photochemical Oxidation Potential	kg C₂H₄-eq/kg	kg SO₂-eq/kg
uitgangsmateriaal	0.0001	0.0002
energie	0.0015	0.0015
gwb	0.0000	0.0000
mest	0.0000	0.0000
ov teelt	0.0000	0.0000
teeltsysteem	0.0000	0.0000
kas en gebouwen	0.0007	0.0007
Grand totaal	0.0023	0.0024

ADP	Tom bio	Tom ns
Abiotic Depletion Potential	kg SB-eq/kg	kg SO₂-eq/kg
uitgangsmateriaal	0.0007	0.0007
energie	0.0064	0.0068
gwb	0.0000	0.0000
mest	0.0001	0.0001
ov teelt	0.0003	0.0003
teeltsysteem	0.0000	0.0001
kas en gebouwen	0.0015	0.0016
Grand totaal	0.0089	0.0096

CED	Tom bio	Tom ns
Cumulative Energy Demand	MJ/kg	MJ/kg
uitgangsmateriaal	1.455	1.542
energie	11.604	12.400
gwb	0.004	0.004
mest	0.199	0.273
ov teelt	2.743	2.743
teeltsysteem	0.000	0.241
kas en gebouwen	1.829	1.951
Grand totaal	17.833	19.155

