



Duurzaamheid van een regionale voedselketen

Energieverbruik, emissie van broeikasgassen en voedselvoertuigkilometers voor de keten Oregional – Sint Maartenskliniek

Wijnand Sukkel, Suzanne van Dijk en Kees van Wijk



Duurzaamheid van een regionale voedselketen

Energieverbruik, emissie van broeikasgassen en
voedselvoertuigkilometers voor de keten Oregional – Sint Maartenskliniek

Wijnand Sukkel, Suzanne van Dijk en Kees van Wijk

© 2014 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier 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

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

PPO Publicatienr.604

PPO projectnummer: 3250235700, Duurzame catering

Deze studie is uitgevoerd in opdracht van het Ministerie van EZ in het kader van BO-23.03-002-005 (Duurzame Plantaardige Productiesystemen) en is mede gefinancierd door Oregional.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR Business Unit Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroenten

Adres : Postbus 430, 8200 AK Lelystad
: Edelhertweg 1, Lelystad
Tel. : +31 320 291 111
Fax : +31 320 230 479
E-mail : info.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

	pagina
Samenvatting	5
1 Achtergrond en doel van de studie	7
1.1 Aanleiding en achtergrond.....	7
1.2 Doelen.....	7
2 Achtergrond en Literatuur	9
2.1 Het huidige voedselsysteem.....	9
2.2 Regionale voedselsystemen	10
2.3 Indicatoren voor klimaateffecten van voedselsystemen.....	11
2.3.1 Voedseltransport en voedselkilometers	12
2.3.2 Fossiel energieverbruik	13
2.3.3 Emissie van broeikasgassen ('carbon footprint')	14
2.4 Klimaateffecten van de landbouw in Nederland.....	14
2.5 Klimaateffecten van verschillende ketenonderdelen	15
2.5.1 Primaire productie	15
2.5.2 Transport.....	16
2.5.3 Verwerking, bewerking en verpakking.....	16
2.5.4 Bewaring en koeling.....	16
2.5.5 Consumptie.....	17
2.5.6 Voedselverspilling en afval.....	17
2.6 Klimaateffecten van regionale voedselsystemen.....	18
3 Methodiek en berekeningen	21
3.1 Life Cycle Analysis (LCA)	21
3.2 Beschrijving scenario's	21
3.3 Uitgangspunten en aannames.....	22
3.3.1 Systeemanalyse en aannames	22
3.3.2 Systeemgrenzen	24
3.4 Gebruikte indicatoren.....	25
3.4.1 Fossiel energieverbruik	25
3.4.2 Emissie van broeikasgassen ('Carbon Footprint')	25
3.4.3 Voedselvoertuigkilometers	25
3.5 Dataverzameling	25
3.6 Berekeningen.....	26
3.6.1 Voedselmandje	26
3.6.2 Transport.....	26
3.6.3 Onzekerheden en gevoeligheden bij de berekeningen	28
4 Resultaten.....	31
4.1 Voedselmandje.....	31
4.2 Voedselvoertuigkilometers	31
4.3 Energieverbruik en Broeikasgasemissies.....	33
5 Discussie	37
5.1 Invloed van de samenstelling van de voedselmand	37
5.2 Gevoeligheid van de uitkomst op aannames bij transport.....	38
5.3 Gevoeligheid van de uitkomst op aannames bij overige ketenonderdelen.	39
5.4 Afwentelingen.....	40
5.5 Overige duurzaamheidsaspecten van regionale voedselsystemen	42

6 Conclusies en Aanbevelingen.....	43
Literatuur en andere bronnen.....	47

Samenvatting

Dit rapport laat zien dat regionale voedselsystemen een vermindering van fossiel energieverbruik en broeikasgasemissie kunnen opleveren ten opzichte van landelijke/mondiale voedselsystemen. Wanneer de logistiek goed georganiseerd is en er een voldoende volume gerealiseerd kan worden, is ook een vermindering van het aantal voedselvoertuig kilometers praktisch goed haalbaar. De omvang van de vermindering in verbruik, emissies en kilometers is zeer sterk afhankelijk van de lokale/regionale omstandigheden en van de samenstelling van het productpakket in de specifieke keten.

Stichting Landwaard is samen met het ministerie van Economische zaken opdrachtgever voor deze studie. Onderdeel van Stichting Landwaard is Oregional, een boeren coöperatie. Oregional bestaat uit een diverse groep (biologische en gangbare) boeren die een breed assortiment aan verse en houdbare producten kan leveren. De vraag is of deze regionale voedselketen qua duurzaamheid beter scoort dan een voedselketen waarbij gebruik gemaakt van het huidige landelijke/mondiale voedselsysteem waarbij niet specifiek rekening wordt gehouden met de herkomst van producten. Voor een berekening van de milieueffecten is de levering van regionale producten door Oregional aan een zorginstelling in Nijmegen, de Sint Maartenskliniek als case genomen.

Voor de beantwoording van bovengenoemde vraag is een beknopte literatuurverkenning gedaan en zijn een aantal scenario's doorgerekend op hun effect op voedselvoertuig kilometers, fossiel energieverbruik en broeikasgas emissies. De volgende scenario's werden doorgerekend:

- Scenario 1: Huidig regionaal voedselpakket zoals via Oregional geleverd aan de Sint Maartenskliniek
- Scenario 0: Gangbaar voedselpakket van landelijke/mondiale herkomst, zoals die voor de omschakeling naar S1 door een landelijke distributeur geleverd werd aan de Sint Maartenskliniek
- Scenario 2: Sint Maartenskliniek betreft ook gesneden groentes van Oregional en Oregional maakt voor haar logistiek gebruik van een elektrische bestelbus.

Uit de literatuurverkenning blijkt dat transport een relatief beperkt aandeel heeft in het energieverbruik en de broeikasgasemissies in de totale voedselketen. Transport beïnvloedt echter naast energieverbruik en broeikasgasemissie nog vele andere aspecten van duurzaamheid zoals luchtkwaliteit (emissie fijnstof), lawaai, files etc. Primaire productie (teelt) en consumptie (boodschappen doen, bewaring, bereiding) hebben de grootste impact op energieverbruik en broeikasgasemissies in de voedselketen. Voedselverlies heeft verder een grote invloed op energieverbruik en bkg-emissie in de totale keten.

Er zijn grote verschillen tussen producten in hun carbon footprint en hun energieverbruik in de keten. In grote lijnen hebben dierlijke producten, geïmporteerde producten, intensief bewerkte producten, kasproducten een hoger energieverbruik en bkg-emissie dan resp. plantaardige producten, regionale producten, verse producten en vollegrondspakketen. Dit algemene beeld kent echter vele nuanceringen en uitzonderingen.

In onderzoek naar regionale voedselsystemen wordt in meer theoretische verkenningen en modelberekeningen vrijwel altijd een positieve potentie van regionale voedselsystemen beschreven. Wanneer daadwerkelijke cases bestudeerd worden, dan is het beeld wat meer wisselend.

De resultaten van de berekeningen voor de verschillende scenario's laten zien dat het huidige regionale voedselsysteem van Oregional (S1) een vermindering oplevert van fossiel energieverbruik en emissie van

broeikasgassen ten opzichte van het gangbare (landelijke) voedselsysteem (S0). Het energieverbruik neemt in S1 met 4.375 MJ per jaar (30%) af ten opzichte van S0. De emissie van broeikasgassen neemt in S1 met 325 kg CO₂ equivalenten per jaar (30%) af ten opzichte van S0. Het gebruik van een klein transportvoertuig met een laag laadvermogen, leidt in S1 en S2 tot ca 30% meer vervoersbewegingen (voedselvoertuig kilometers) ten opzichte van S0. De voedselvoertuig kilometers in S1 en S2 worden voornamelijk in de regio afgelegd.

De uitkomst van de berekeningen wordt sterk beïnvloed door de vele aannames die gemaakt moesten worden met betrekking tot de verschillen in het landelijke (S0) en de regionale scenario's (S1 en S2). Om deze reden is van een aantal van deze aannames een bepaalde variatie gesimuleerd. Het effect van variatie in deze aannames op het eindresultaat is doorgerekend.

Bij een verhoging van het gemiddelde vervoerd gewicht in de Oregional keten van 500 kg naar 740 kg is het aantal voertuigkilometers voor S0 en S1/S2 ongeveer gelijk en is er in S1/S2 ongeveer een verdubbeling van de besparing op energieverbruik en bkg-emissies ten opzichte van S0. Gaat het gemiddeld vervoerd gewicht naar 1500 kg, dan is het aantal voertuigkilometers in S1/S2 de helft van dat van S0.

Uit de simulaties blijkt verder dat een vermindering van voedselverlies in de keten en verduurzaming van de primaire productie potentieel een veel groter effect op de berekende indicatoren heeft dan vermindering van transport. Een meer duurzame primaire productie, minder voedselverlies en ook vermindering van verpakking kunnen een sterke combinatie vormen met regionale productie en afzet.

De verschillen in de berekende broeikasgasemissies en energieverbruik tussen de scenario's zijn in hun absolute omvang zeer klein. Dit komt door het kleine volume in deze regionale keten en door de relatief lage bijdrage van transport in energieverbruik en broeikasgasemissie van de totale keten. De analyse van de Oregional regionale voedselketen dient dan ook als 'case study' te worden opgevat waaruit lering getrokken kan worden. Deze 'case study' geeft samen met de uitgevoerde simulaties en de bestaande literatuur wel de potentie van regionale voedselsystemen aan als het gaat om vermindering van energieverbruik, bkg-emissies en voedselvoertuig kilometers. Daarnaast zijn er ook op andere terreinen van duurzaamheid voordelen te behalen. In de vergelijking van praktijkcases van landelijke en regionale voedselsystemen moet wel in aanmerking genomen worden dat de landelijke/mondiale voedselsystemen in hun logistiek al sterk zijn geoptimaliseerd, terwijl de regionale voedselsystemen qua logistiek nog in de pioniersfase zitten.

Op hoofdlijnen zijn uit deze verkenning de volgende aanbevelingen te destilleren voor verdere verduurzaming van regionale voedselketens:

- Transport en logistiek: Zorg voor voldoende volume in de logistiek en afzet en zorg voor een professionele organisatie in de logistiek. Verken de mogelijkheden voor elektrisch transport.
- Totale voedselketen: Focus niet alleen op logistiek en op klimaatindicatoren maar werk aan meerdere aspecten van duurzaamheid in de gehele keten. Wees hierbij alert op afwentelingen. Beperk het aantal schakels in de keten zoveel mogelijk.
- Voedselverliezen: Beperk zoveel mogelijk de voedselverliezen in de keten. Bezuinig bijvoorbeeld niet op een goede koeling maar kies liever voor hernieuwbare energie voor de koeling.
- Duurzaamheid van primaire productie: Bevorder in samenwerking met de toeleveranciers de duurzaamheid van de primaire productie en verwerking. Denk hierbij bijvoorbeeld aan hernieuwbare energie (zonnepanelen, windmolens, energiezuinige kas)

1 Achtergrond en doel van de studie

1.1 Aanleiding en achtergrond

Stichting Landwaard is samen met het ministerie van Economische zaken opdrachtgever voor deze studie. Onderdeel van Stichting Landwaard is Oregional, een boeren coöperatie. Oregional bestaat uit een diverse groep (biologische en gangbare) boeren die een breed assortiment aan verse en houdbare producten kan leveren. De coöperatie voorziet horeca, zorginstellingen, bedrijfscaterers, winkels en consumenten van regionaal geproduceerd voedsel (regionaal is hier gedefinieerd als binnen een straal van 50 km in de regio Nijmegen, Arnhem en Kleve). Zowel de producenten, als ook de afnemers en ondernemers die diensten voor Oregional verrichten, voldoen aan deze definitie van regionaliteit.

Een van de afnemers is de Sint Maartenskliniek. De Sint Maartenskliniek wil haar voedsel zoveel mogelijk betrekken uit de regio (via bijv. Oregional). Naast de potentiële voordelen rond verlaging van de voertuig-vervoerskilometers neemt de Sint Maartenskliniek ook een duidelijke vermindering van de verliezen in hun keten waar. Daarnaast vindt er (deels) ook een verschuiving plaats in het menu, van bewerkt naar onbewerkt, van langdurig bewaard naar vers en van exotische producten naar regionaal geproduceerde producten.

De vraag is of deze regionale voedselketen in voertuig-vervoerskilometers, (fossiel) energieverbruik en broeikasgasemissies, beter scoort dan een voedselketen waarbij geen rekening wordt gehouden met de herkomst van producten. Naast energieverbruik, voertuig-vervoerskilometers en broeikasgasemissies zijn er mogelijk andere effecten van de regionale voedselketen voor de Sint Maartenskliniek, zoals overige ecologische effecten en sociaal economische effecten.

Inzicht in de effecten van de huidige voedselketen van de Sint Maartenskliniek (case study) in vergelijking met geen specifieke aandacht voor regionaal voedsel, levert verder inzicht in de verbeterpunten van de huidige ketenorganisatie. Een scenario waarbij een maximaal aandeel van het voedsel van de Sint Maartenskliniek regionaal wordt geproduceerd kan verder inzicht geven in de potentie van regionale catering voor de Sint Maartenskliniek en andere regionale voedselketens.

1.2 Doelen

De doelen van deze studie zijn:

- Kwantitatief inzicht in de huidige prestatie van de Sint Maartenskliniek catering op de indicatoren energieverbruik, voertuig-vervoerskilometers en broeikasgasemissies, in vergelijking met een standaard scenario (geen specifieke aandacht voor regionale herkomst) en in vergelijking met een 'maximaal' scenario waarbij een maximaal aandeel van het voedsel van de Sint Maartenskliniek uit de regio wordt betrokken;
- Kwalitatief inzicht in 'bijkomende' voordelen en afwentelingen;
- Op basis van het verkregen inzicht, aanbevelingen voor verdere verbetering van de prestatie op de indicatoren (fossiel) energieverbruik, broeikasgasemissies en voertuig-vervoerskilometers;
- Beschikbaarheid van communiceerbare informatie voor diverse stakeholders (afnemers, consumenten, beleidsmakers).

2 Achtergrond en Literatuur

2.1 Het huidige voedselsysteem

Gedurende de laatste vijf tot acht decennia is ons voedselsysteem enorm veranderd. Van kleinschalige productie, korte regionale ketens en een nauwe band tussen productie en consumptie, naar een mondiaal, complex en dynamisch voedselsysteem gericht op massa productie en –consumptie (Yakovleva, 2007). Met (o.a.) hoge kwaliteit zaden, het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen, moderne apparatuur en transport, produceert de mondiale agrarische sector een grote hoeveelheid aan voedsel voor de groeiende wereldbevolking (McNeely en Scherr, 2003, genoemd in Yakovleva, 2007). Met deze intensivering en specialisatie is de agrarische sector dus ook mondiaal geworden; agrarische producten worden tegenwoordig over de gehele wereld vervoerd.

Deze mondiale productie en consumptie van voedsel zorgt voor toenemende zorgen om de duurzaamheid van ons voedselsysteem, en de mogelijke effecten op het milieu en onze gezondheid. De belangrijkste publieke zorgen bestaan uit (1) de impact op de kwaliteit en voorraad van (voedsel)productiemiddelen, (2) de impact op het natuurlijke milieu (zoals erosie, verlies van biodiversiteit, vergroting van het broeikas effect), (3) de impact op de gezondheid en het welzijn van de mens (voedselveiligheid, voedselzekerheid), (4) ethische kwesties zoals dierenwelzijn en (5) inkomen, werkgelegenheid en eerlijke handel en productie in ontwikkelingslanden (Yakovleva, 2007).

Eén van de millennium-ontwikkelingsdoelen is het verduurzamen van ons voedselsysteem, zowel mondiaal, als nationaal. In de Nota Duurzaam Voedsel (Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, 2009) wordt de visie hiervoor beschreven; de productie in Nederland zou in 2024 bestaan uit voedselsystemen die in alle opzichten gericht zijn op verduurzaming en die passen binnen gestelde EU marktkaders en WTO verband. Deze voedselsystemen zouden zowel grootschalig en mondiaal, als ook kleinschalig en lokaal kunnen zijn.

Het type duurzaamheidsaspecten en de wijze van beïnvloeding hiervan kan per onderdeel van de keten sterk verschillen. Onderstaande tabel geeft voor de verschillende onderdelen van de keten van voedselproducten een kwalitatieve indicatie van de impact op een aantal Planet en duurzaamheidsindicatoren. Meer kruisjes in een vak betekent een hogere invloed van het betreffende ketenonderdeel op een bepaald duurzaamheidsaspect.

Tabel 2.1 **Directe Planet duurzaamheidseffecten per ketenonderdeel**

Ketenschakel	Productie middelen & voedsel productie	Verwerking, bewaring & verpakking	Transport, distributie & handel	Consument	Restromen Afval
indicator					
Grondgebruik/kwaliteit	xxx	-	-	-	-
Milieuverontreiniging nutriënten/pesticiden	xxx	-	-	x	x
Mineralen ophoping/verlies	xx	x	-	-	xxx
Biodiversiteit	xxx	-	-	-	-
Afvalproductie ¹⁾	x	x	-	xxx	xxx
Watergebruik	xxx	x	-	xx	x
Broeikasgas emissie	xxx	xx	x	xx	x
Fossiele energie	xx	xx	x	xx	x
Voedselkilometers	x	x	xxx	xxx	x

- - = geen of relatief zeer gering aandeel in de impact
 - x = relatief klein aandeel in de totale impact
 - xxx = groot aandeel in de totale impact
- 1) gedefinieerd als de productie van afvalstromen die weer elders moeten worden verwerkt

Uit tabel 2.1. blijkt dat het zwaartepunt van de invloed op de genoemde Planet duurzaamheidsaspecten voor een belangrijk deel bij de primaire productie en iets mindere mate bij de consument ligt. Biodiversiteit in de voedselketen wordt bijvoorbeeld vooral beïnvloed door de primaire productie en nauwelijks door de andere ketenschakels. Kijkend naar bijvoorbeeld broeikasgasemissies, fossiele energie en voedselkilometers dan spelen vrijwel alle schakels in de voedselketen een relevante rol. ook de schakels tussen primaire productie en consument een belangrijke rol.

Naast de directe invloed is er ook een belangrijke indirecte invloed. De primaire productie bepaalt weliswaar direct een groot aantal Planet invloeden, maar de andere ketenschakels hebben een sterke indirecte invloed op de duurzaamheid van de primaire productie door eisen aan het product en productieproces.

2.2 Regionale voedselsystemen

Zorgen om de druk van het mondiale voedselsysteem op ons ecosysteem, resulteren in een toenemende belangstelling voor lokale productie en afzet van voedsel. Lokale of regionale voedselsystemen, waarbij voedsel 'in de nabije omgeving' geproduceerd is, worden vaak geassocieerd met een positieve bijdrage aan het milieu. Een belangrijke motivatie is hierbij de reductie van afgelegde afstand voor het voedseltransport en de veronderstelling dat hiermee een reductie van fossiel energieverbruik gepaard gaat.

Lokale voedselsystemen omvatten de gehele keten van de primaire producent tot aan de consument, en bestaan vaak uit 'kortere' ketens dan het gangbare voedselsysteem (zowel geografisch als in het aantal schakels in de keten).

Lokale voedselsystemen geven daarom consument en producent de kans direct contact te hebben en een lange termijn relatie met elkaar op te bouwen (Van Hauwermeieren et al., 2007). Volgens Van Hauwermeieren et al. (2007) is de consument zelfs één van de meest belangrijke factoren in het ontstaan van lokale voedselsystemen, omdat de voorkeur van bepaalde consumenten wegens sociale en milieutechnische redenen uitgaat naar lokaal voedsel. Deze groep consumenten hecht waarde aan de herkomst en productiewijze van hun voedsel, kwaliteit, gezondheid en authenticiteit en ondersteuning van de lokale boerengemeenschap.

Lokale voedselsystemen zouden zorgen voor een reductie in voedselkilometers en uitstoot van broeikasgasemissies, een verhoging van voedselveiligheid en – kwaliteit en versterking van de lokale economie (Edwards-Jones et al., 2008).

Pretty et al. (2005) bestudeerden diverse scenario's (biologische landbouw, lokale voedselsystemen en duurzaam transport) om de potentiële reductie in milieukosten in kaart te brengen. Uit deze studie concluderen Pretty et al. (2005) dat lokaal voedsel belangrijker voor het milieu zou zijn dan bijvoorbeeld biologisch voedsel. Daarnaast zou voedsel binnen een straal van 20 kilometer verkocht, kunnen zorgen voor een reductie in factor 10 van de milieu- en infrastructuurkosten (Pretty et al., 2005).

2.3 Indicatoren voor klimaateffecten van voedselsystemen

Zoals genoemd hebben voedselsystemen effect op een breed scala van duurzaamheidsaspecten. Voor deze verkenning focussen we ons op een aantal klimaat gerelateerde indicatoren.

Gezien de toenemende belangstelling voor de klimaateffecten van ons voedselsysteem, is er ook meer belangstelling voor methodes om deze effecten in kaart te brengen. Galli et al. (2012) benadrukken dat geen enkele indicator alleen geschikt is om de klimaateffecten van menselijk gedrag in kaart te brengen. Daarnaast is er overlap en interactie in indicatoren en kunnen verschillende indicatoren elkaar complementeren. Galli et al. (2012) ontwikkelden daarom een definitie van de 'Footprint Family' en adviseren indicatoren gezamenlijk te gebruiken én te interpreteren.

Galli et al. (2012) hanteren drie indicatoren: (1) de ecologische footprint, (2) de koolstof (Carbon) footprint en (3) de water footprint. De ecologische footprint is een indicator die de directe en indirecte humane vraag naar hernieuwbare bronnen en CO₂ assimilatie in kaart brengt en vergelijkt met de ecologische middelen ('biocapaciteit') van de aarde (Monfreda et al., 2004; Wackernagel et al., 1999b; genoemd in Galli et al., 2012). De ecologische voetafdruk wordt uitgedrukt in het grond oppervlak in hectare dat nodig is voor de menselijke consumptie.

De emissie van broeikasgassen wordt door Galli et al. (2012) uitgedrukt in de koolstof (Carbon) footprint: een indicator die de directe en indirecte uitstoot van broeikasgassen voor een activiteit of levenscyclus van een product in kaart brengt.

De water footprint brengt zowel direct als indirect waterverbruik door producent en consument in kaart en bestaat uit drie componenten: (1) gebruik van grond- en oppervlaktewater, (2) gebruik van regenwater dat is opgeslagen in de bodem ('bodemwater'), en (3) vervuiling, uitgedrukt in het volume zoet water dat nodig is om vervuiling te assimileren (gebaseerd op bestaande water kwaliteit standaarden) (Galli et al., 2012).

Sukkel, Stilma en Jansma (2010) gebruiken in hun studie naar de milieueffecten lokale productie en distributie van voedsel in Almere vier indicatoren: (1) aantal hectare nodig voor agrarische productie, (2) fossiel energieverbruik, (3) carbon footprint (uitgedrukt in CO₂ equivalenten en (4) voedselkilometers ('food miles).

In deze studie hebben we ons gericht op klimaat gerelateerde aspecten. Voor de kwantitatieve analyse werd gebruik gemaakt van drie nauw gerelateerde indicatoren: voedsel(voertuig)kilometers, (fossiel) energieverbruik, en de emissie van broeikasgassen. Voedsel(voertuig)kilometers als indicator voor de milieu- en maatschappelijke druk van verkeer en als belangrijke verbruiker van fossiele brandstof; verbruik van fossiele energie als indicator voor het verbruik van een eindige grondstof en als belangrijke bron van

CO₂ emissie; de emissie van broeikasgassen voor de invloed op de opwarming van de aarde (zie ook paragrafen 2.3.1 tm 2.3.3.).

De indicatoren zijn berekend met behulp van een Life Cycle Analysis (LCA).

2.3.1 Voedseltransport en voedselkilometers

Voedselkilometers zijn de kilometers die een voedselproduct aflegt van producent tot en met winkel of consument. De impact van voedseltransport op duurzaamheid is complex, hangt af van (1) het type transport (vliegtuig, vrachtschip, vrachtwagen, bestelbusje of auto), (2) transport efficiëntie (beladingsgraad, routes), (3) locatie van transport (in stedelijke of rurale omgeving) Voedseltransport veroorzaakt naast milieubelasting ook economische en sociale effecten (Smith et al., 2005). De effecten van transport omvatten o.a.:

- Het gebruik van eindige fossiele brandstoffen;
- Klimaatverandering door CO₂ uitstoot;
- Watervervuiling door het lekken of dumpen van brandstoffen, olie or afval (voornamelijk in het geval van transport over zee);
- Luchtvervuiling (fijnstof, NO_x etc.)
- Filevorming (voornamelijk in stedelijke omgeving);
- Geluidoverlast;
- Het gebruik van ruimte voor infrastructuur en indirect voor de bouw en het onderhoud van transportmedia;
- Verspreiding van contaminatie met pathogenen;
- Verkeersongelukken
- Productverliezen en verlies van productkwaliteit (Smith et al., 2005).

Voedselkilometers worden gebruikt als een indicator die met name indirect iets zegt over energieverbruik en de effecten van transport.

Er zijn verschillende varianten voedselkilometers in gebruik. In de meest eenvoudige definitie is het simpel de afstand die een product aflegt tussen productie en verkooppunt of consumptie. Bijvoorbeeld voedsel wordt rechtstreeks van de producent naar de winkel getransporteerd over 100 kilometer. Hierbij is het aantal voedselkilometers 100. Deze wijze van berekening zegt echter niet zoveel over de effecten van het voedseltransport. Het is hiervoor belangrijk om te weten welk type vervoermiddel en hoeveel product er met dat type vervoermiddel vervoerd is. Het maakt nogal wat uit of de 100 km uit het voorbeeld met een bakfiets of met een grote vrachtwagen zijn afgelegd. Er dient onderscheid gemaakt te worden in het type voertuig (vrachtvliegtuig, zeecontainerschip, goederentrein, vrachtwagen > 20 ton; kleine vrachtwagen, bestelbus etc.) dat de kilometers aflegt. De maatschappelijke en milieu impact van een vliegtuig, schip, vrachtwagen of zelfs fiets kunnen zeer sterk verschillen.

Een andere variant is het aantal kilometers die een (gewichts)eenheid product aflegt (km/ton). Hierbij is rekening gehouden met het laadvermogen van het voertuig. Bijvoorbeeld het vervoer van 20 ton voedsel over 100 km met een vol geladen vrachtwagen van 20 ton, geeft 5 voedselkilometers per ton. Eenzelfde afstand afgelegd met een volgeladen bestelbus van 1 ton laadvermogen, geeft 100 voedselkilometers per ton. Het gaat over de afstand die een voedselvoertuig aflegt voor een ton product.

Voor de berekening van deze voedsel-voertuig-kilometers en energieverbruik en broeikasgasemissies van transport, wordt met een aantal aspecten rekening gehouden:

- Laadvermogen: Het gewicht dat een bepaald transportmiddel wettelijk maximaal mag laden.
- Beladingsgraad: het actueel vervoerde gewicht als percentage van het laadvermogen
- Percentage productieve kilometers: De beladen afstand als percentage van de totale beladen plus onbeladen afstand
- Omwegpercentage: Het percentage extra afgelegde afstand ten opzichte van de rechtstreekse afstand tussen startpunt en bestemming

De beladingsgraad is belangrijk omdat voor het meeste voedseltransport vrijwel nooit het volledige laadvermogen gebruikt wordt. Bijvoorbeeld sla heeft een relatief hoog volume en een laag soortelijk gewicht. Voor een vrachtwagen vol sla zal nooit het volledige laadvermogen benut worden. Wanneer de beladingsgraad in het voorbeeld van de bestelbus met een laadvermogen van 1 ton, 50% (0,5 ton) is, dan wordt het aantal voedselvoertuigkilometers in het voorbeeld 200 km/ton.

Ook wordt vaak niet altijd met vracht gereden, een gedeelte van of de gehele retourafstand van het voertuig is vaak zonder lading. Dit gebeurt vaak bij het meer specialistische bulktransport van bijvoorbeeld aardappels, melk of uien van producent naar verwerker. Wanneer in het voorbeeld van de 100 km afstand tussen productie en consumptie het transport uitgevoerd met een bestelbus waarin een ton voedsel geladen wordt maar waarbij de bestelbus leeg naar het startpunt terugrijdt dan wordt het aantal voedselvoertuigkilometers 200 km/ton.

Ook wordt er vaak niet rechtstreeks van vertrekpunt naar bestemming gereden. Dit is het geval wanneer relatief kleine hoeveelheden voedsel op verschillende adressen moet worden afgeleverd. Het voedsel dat van punt A naar punt B moet, gaat hierbij vaak niet rechtstreeks maar via verschillende andere adressen van A naar B. Het voedsel legt dus een bepaalde omweg af. Hiervoor wordt een omwegpercentage in rekening gebracht bij de berekening van voedselvoertuigkilometers.

Voor deze verkenning is gebruik gemaakt van voedselvoertuigkilometers. Dit zowel per ton als voor het totale transport van voedsel naar de Sint Maartenskliniek. Hierbij is dus rekening gehouden met het type transportmiddel, het laadvermogen van het transportmiddel en ook beladingsgraad, percentage productieve kilometers en omwegpercentage.

2.3.2 Fossiel energieverbruik

Het gebruik van fossiele brandstoffen (aardolie, aardgas en steenkool) is een belangrijke bron voor de benodigde energie voor onze samenleving. Niet alleen het gebruik, maar ook de winning, het transport en de verwerking van fossiele brandstoffen veroorzaakt schade aan bodem, lucht en water. Met name de verbranding van fossiele brandstoffen leidt tot aanzienlijke klimaat- en milieueffecten door het vrijkomen van kooldioxide (CO₂), stikstofoxiden (NO_x), zwaveldioxide (SO₂) en fijn-stof. Het vrijkomen van deze gassen versterkt het broeikaseffect, veroorzaakt verzuring en vergroot de fijnstof problematiek. Daarnaast is de voorraad fossiele brandstoffen die de aarde herbergt niet onuitputtelijk en zijn fossiele brandstoffen daarom eindige grondstoffen.

Fossiel energieverbruik kan bestaan uit direct en indirect verbruik. Direct verbruik wordt gedefinieerd als de som van de energiedragers (aardolie, aardgas, steenkool en elektriciteit opgewerkt uit fossiele brandstoffen) die direct tijdens het productieproces wordt gebruikt. Indirect energieverbruik is de som van fossiele energiedragers die wordt verbruikt tijdens de productie van productiemiddelen, zoals voor het produceren van brandstof en vervoersmiddelen, onderhoud van productiemiddelen etc.

2.3.3 Emissie van broeikasgassen ('carbon footprint')

Naast de uitstoot van CO₂ door vooral het gebruik van fossiele brandstoffen en door opslag en afbraak van organische stof (in planten en bodem), veroorzaakt ons voedselsysteem de uitstoot van twee andere belangrijke broeikasgassen: lachgas (N₂O) en methaangas (CH₄). De emissie van lachgas wordt vooral veroorzaakt door de productie, het gebruik en de opslag van synthetische en organische stikstof houdende meststoffen in de landbouw. Methaan emissie wordt vooral veroorzaakt door de spijsvertering van dieren (vooral herkauwers) en bij de anaerobe opslag van mest en organisch materiaal. Alle drie broeikasgassen zijn (mede) verantwoordelijk voor het broeikaseffect en daarmee gepaard gaande klimaatveranderingen. Mondiaal worden effecten zoals zeespiegelstijging, overstromingen, veranderende neerslagpatronen (wateroverlast en droogte), stormen en misoogsten verwacht.

De 'carbon footprint' van een product of systeem wordt vaak gedefinieerd als de totale hoeveelheid broeikasgassen uitgestoten gedurende de productie, verwerking en het transport van een product of systeem. De carbon footprint wordt uitgedrukt in CO₂ equivalenten wat de optelsom is van het broeikasgaseffect van de verschillende broeikasgassen.

Evenals bij energie is er sprake van directe en indirecte emissie. De directe emissie is bijvoorbeeld de CO₂ emissie die vrijkomt bij de verbranding van fossiele brandstof of de N₂O die vrijkomt bij de toepassing van kunstmest. De indirecte emissie is de emissie die o.a. wordt veroorzaakt door de productie van productiemiddelen.

2.4 Klimaateffecten van de landbouw in Nederland

Gedurende de laatste eeuw is de wereldbevolking verviervoudigd en zijn het gebruik van eindige bronnen en de productie van afval enorm toegenomen. De landbouw maakt gebruik van fossiele energie, en draagt hiermee dus bij aan het verbruik van een eindige bron en de uitstoot van CO₂.

In 2011 was het energieverbruik in de landbouw in Nederland 142,4 PJ, ten opzichte van het totale energieverbruik van 3.245,45 PJ (CBS, 2012). Het energieverbruik in de landbouw is dus met 4.4% ten opzichte van het totale energieverbruik in Nederland relatief klein. Het energieverbruik van de productie van landbouwproductiemiddelen (zoals machines of bestrijdingsmiddelen), de bewerking en verwerking van landbouwproducten en de logistiek van het voedselcomplex zijn hierin echter niet meegerekend. Het totale energieverbruik van het agro-voedselcomplex bedraagt circa 15% van het totale energieverbruik in Nederland (exclusief energieverbruik door de consument (Sukkel, Stilma en Jansma, 2010).

De totale emissie van broeikasgassen wordt weergegeven in CO₂ equivalenten, een maat voor de potentiële broeikaswerking. In 2010 was de Nederlandse land- en tuinbouw verantwoordelijk voor de uitstoot van 26.2 miljard kilogram CO₂ equivalenten, ten opzichte van 234 miljard kilogram CO₂ equivalenten in heel Nederland. De land- en tuinbouw levert dus een bijdrage van 11.2% aan de totale broeikasgasemissie in Nederland. Emissies veroorzaakt door de voedsel industrie, chemische industrie en transport werden in deze berekeningen niet opgenomen (CBS en LEI, 2012).

Inschattingen voor de mondiale broeikasgas emissies voor primaire voedselproductie lopen uiteen van 17 tot 32% van de totale mondiale broeikasgasemissie (Bellarby et al 2008). De onzekerheid in de schattingen zitten vooral in de veranderingen in de voorraden opgeslagen koolstof in de bodem en in vegetatie. Deze hoeveelheid opgeslagen koolstof in vegetatie en bodem is ongeveer 4x zo groot als de hoeveelheid koolstof in de atmosfeer. Veranderingen in deze voorraden kunnen daarom grote invloed hebben op de jaarlijkse

emissie. Er wordt nog steeds bos gekapt voor landbouw en ook het organische stof gehalte (C voorraad) van de bodem neemt in veel bodems af.

Geredeneerd vanuit consumptie waarbij alle broeikasgasemissies van het voedselsysteem worden toegerekend aan de voedselconsumptie, neemt voedsel met 30% het grootste deel van alle broeikasgasemissies door de Nederlandse consumptie voor haar rekening. Op de 2^e plaats komt ontspanning met 22% en de derde plaats wonen met 17% (Nijdam en Wiltng 2003).

2.5 Klimaateffecten van verschillende ketenonderdelen

Kramer (2000) onderzocht het energiegebruik en de emissie van broeikasgassen voor de verschillende ketenonderdelen van het voedselsysteem in Nederland (Tabel 2.2.)

Tabel 2.2: **Direct energieverbruik en emissie van broeikasgassen per ketenonderdeel (Kramer, 2000)**

	Direct energieverbruik (%)	Directe emissie van broeikasgassen (%)
Landbouw	26,5	39
Industrie	21,5	17
Verpakking	5,5	5
Transport	6,5	6
Handel	12	10
Consumptie	28,5	23,5
Afval	-0,5	-0,5
Totaal	100	100

Uit de tabel blijkt dat het directe energieverbruik en directe emissie van broeikasgassen het hoogste zijn voor de ketenonderdelen landbouw (primaire productie), industrie, en consumptie. Consumptie wordt hier gedefinieerd als het halen van boodschappen, het bewaren en het bereiden ervan. Verwerking van voedselproducten (industrie) vraagt ook relatief veel energie. Verpakking, transport en handel vormen volgens Kramer (2000) relatief kleine posten.

De procentuele verdeling over de verschillende ketenonderdelen van Kramer (2000) is gebaseerd op getallen uit midden jaren 90. Inmiddels maken import en bewerking een groter deel uit van ons voedselsysteem, waardoor het energieverbruik voor de ketenonderdelen industrie, transport en verpakking naar verwachting zijn gegroeid.

2.5.1 Primaire productie

Primaire productie is één van de belangrijkste ketenonderdelen als het gaat om het energieverbruik van een totale voedselketen. Voor zowel de primaire productie van verse lokale plantaardige producten als van dierlijke producten is het energieverbruik, exclusief consumptie, gemiddeld meer dan 50% van het totale energieverbruik (Sukkel, Stilma en Jansma, 2010). Volgens Dutilh en Kramer (2000) verschilt het energieverbruik voor primaire productie niet alleen per voedselcategorie, maar ook binnen voedsel categorieën. Verschillen worden o.a. bepaald door het type product (plantaardig of dierlijk) en de productiemethode/ seizoensgebondenheid (open teelt, glastuinbouw of uit bewaring). Tabel 2.3 geeft voorbeelden voor enkele productgroepen

Tabel 2.3: **Enkele indicaties van energieverbruik per kg product in primaire productie (Dutilh en Kramer 2000 en vd Voort 2008)**

	energieverbruik MJ/kg
Groenten vollegrond	1 - 4
Groenten kas	20-40
Fruit	2 - 5
melk	5 - 10
Boter/kaas	50 – 60
Vlees	30 - 70

Naast het energieverbruik, is ook de emissie van broeikasgassen voor een totale voedselketen voor een groot deel bepaald door de primaire productie. De emissie (zowel direct als indirect) van de belangrijkste broeikasgassen methaangas en lachgas worden voor het allergrootste deel door de primaire productie bepaald (Sukkel, Stilma en Jansma, 2010).

2.5.2 Transport

Globalisatie van ons voedselsysteem heeft geleid tot een toename in de handel en transport van voedselproducten. De meeste van deze voedselproducten worden tegenwoordig via distributiecentra naar supermarkten vervoerd, waarbij voor afstanden tot circa 2000 km binnen Europa, in toenemende mate gebruik wordt gemaakt van vrachtwagens.

Smith et al. (2005) concluderen in hun studie voor DEFRA dat in 2002 voedseltransport verantwoordelijk was voor 30 biljoen transportkilometers, waarvan 82% in het Verenigd Koninkrijk, resulterende in 19 miljoen ton CO₂ uitstoot (1.8% van de totale CO₂ uitstoot van het Verenigd Koninkrijk). Volgens Smith et al. (2005) heeft voedseltransport een significante en groeiende impact, niet alleen milieutechnisch (middels CO₂ uitstoot, luchtvervuiling) maar ook sociaal-economisch (geluidsoverlast, benodigde infrastructuur en kosten).

De bijdrage van transport aan het energieverbruik en de emissie van broeikasgassen van een totale voedselketen, hangt af van de herkomst van het product, het aantal bewerkings- en distributiefasen en de distributiewijze naar de consument (Foster et al., 2006, genoemd in Sukkel, Stilma en Jansma, 2010).

2.5.3 Verwerking, bewerking en verpakking

De globalisatie van ons voedselsysteem en de toename in handel en transport van voedselproducten vereisen verwerking, bewerking en verpakking. Verse producten en lichte bewerkingen (zoals sorteren en schonen) vragen beperkt energie, terwijl intensievere bewerkingen (zoals drogen, blancheren maar ook invriezen) meer energie vragen (Dutilh and Kramer, 2000). Een deel van het energieverbruik voor verwerking, bewerking en verpakking kan later in de keten door minder productverlies of kortere bereiding worden bespaard (Sukkel, Stilma en Jansma, 2010). Daarnaast kan het houdbaar maken door steriliseren, blancheren of invriezen ook zorgen dat er buiten het seizoen geen verse producten over grote afstanden behoeven te worden aangevoerd.

Het type verpakking is tevens van belang voor het energieverbruik: aluminium, plastic en staal vragen meer energie dan bijvoorbeeld papier of glas. Recycling van verpakkingsmaterialen kan een reductie in energieverbruik opleveren (Dutilh and Kramer, 2000).

2.5.4 Bewaring en koeling

Voor een betere houdbaarheid of lange bewaring moeten veel voedselproducten geconditioneerd bewaard worden. Koeling wordt voor veel voedselproducten op diverse onderdelen van de gehele voedselketen toegepast (bewaring bij de teler, tijdens transport, door retail en consument) en kan daardoor leiden tot een hoog energieverbruik. Bewaring bij de teler veroorzaakt indirect energieverbruik (voor de bouw van de

opslagruimte) en direct energieverbruik (voor geforceerde luchtopslag en mechanische koeling). Lange bewaring (bijvoorbeeld voor aardappels of appels) kan leiden tot een hoog energieverbruik. Koeling tijdens transport verhoogt het energieverbruik tijdens transport met gemiddeld 20%. Koeling in de supermarkt is het belangrijkste onderdeel van het totale energieverbruik in de retailfase (FRPERC, The Grimsby Institute and University of Bristol, 2013).

Energieverbruik voor koeling en bewaring in de gehele voedselketen kan hoog zijn en daardoor een belangrijke bijdrage leveren aan de totale Carbon Footprint. Dit energieverbruik voorkomt echter productverlies wanneer geen koeling zou worden toegepast (Sukkel, Stilma en Jansma, 2010). Vooral voor lange bewaring van Nederlandse producten als appels, uien en aardappels kan het energieverbruik hoog zijn. Hier zal een afweging moeten worden gemaakt: energieverbruik en emissies door (lange) bewaring, of door import van producten uit landen met een ander groeiseizoen. Van Wijk en Stilma (2011) vergeleken de lange bewaring van Nederlandse pompoenen en aardappels met het geïmporteerde product. Hieruit kwam naar voren dat lange bewaring van Nederlands product beduidend minder energieverbruik en broeikasgasemissie veroorzaakte dan het geïmporteerde product. Blanke (2008) vond vergelijkbare resultaten voor in Duitsland vanuit Nieuw Zeeland geïmporteerde appels in vergelijking met in Duitsland geproduceerde en bewaarde appels.

2.5.5 Consumptie

Consumptie wordt gedefinieerd als het halen van boodschappen, het bewaren en het bereiden ervan. De impact van het gebruik van een auto om boodschappen te gaan doen wordt vaak onderschat. De afstand tot de winkel is vaak relatief groot (67% is langer dan 7 km) (Hubert en Toint, 2002, genoemd in Sukkel, Stilma en Jansma, 2010). In België wordt gemiddeld per consument 2.500 kilometer per jaar afgelegd om boodschappen te gaan doen (Sukkel, Stilma en Jansma, 2010). In Nederland gebruikt ongeveer 47% van alle consumenten een auto om boodschappen te gaan doen. Gemiddeld levert dit een energieverbruik van 1 – 2 MJ per kilogram product op, er van uitgaande dat per rit ongeveer 20 kilogram boodschappen wordt gehaald (Dutilh en Kramer, 2000).

In huis bestaat consumptie uit de bewaring van voedselproducten (gekoeld in de koelkast of diepvries, of ongekoeld) en de bereiding van voedselproducten (gebruik makende van gas of elektriciteit). Volgens Marinussen et al. (2012) maakt 83% van alle huishoudens in Nederland gebruik van gas, ten opzichte van 17% van elektriciteit. Gemiddeld wordt in een Nederlands huishouden 52 m³ gas per jaar verbruikt, en resulteert het gebruik van elektriciteit voor koken tot een energieverbruik van 324 MJ per huishouden per jaar. Koelen en vriezen verbruiken respectievelijk 913 en 1210 MJ per huishouden per jaar. Het grootste deel van het energieverbruik voor bewaring wordt veroorzaakt door een basislast voor het aan hebben staan van deze apparaten (Marinussen et al., 2012).

2.5.6 Voedselverspilling en afval

Voedselverspilling en afval komen in de gehele voedselketen voor. Voedselverspilling of voedselverlies wordt door Parfitt et al. (2010, genoemd in Gustavsson et al., 2011) gedefinieerd als “de afname in eetbare voedselmasse in een onderdeel van de voedselketen dat specifiek leidt tot eetbaar voedsel voor humane consumptie.” Voedselverspilling komt voor bij de primaire productie, na het oogsten en bij de verwerking (Parfitt et al., 2010, genoemd in Gustavsson et al., 2011). Afval daarentegen wordt gedefinieerd als “de hoeveelheid voedsel verloren of verspild in een onderdeel van de voedselketen dat zou moeten leiden tot eetbare producten voor humane consumptie.” Strikt gesproken wordt hier dus ook het gebruik van voedsel voor veevoer of bio-energie mee bedoeld (Gustavsson et al., 2011).

Het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (nu: Ministerie van Economische Zaken) hanteert de volgende definitie van voedselverspilling: “er is sprake van voedselverspilling wanneer voedsel in principe

door de mens kan worden genuttigd, maar wanneer dat niet gebeurt. Daardoor is er niet alleen sprake van voedselverspilling als het door consumenten en in de voedselketen wordt weggegooid, maar ook wanneer voedselresten niet worden hergebruikt voor, bij voorkeur, menselijk gebruik” (2010).

Voedselverspilling en afval komen voor bij de primaire productie (door schade en/of verlies tijdens de oogst, scheiding van oogstbare en niet-oogstbare producten), na-oogst en bewaring (verlies van productkwaliteit), verwerking (verlies van productkwaliteit, afval door bijvoorbeeld de productie van sappen, bewaring in potten, snijden van producten), distributie en consumptie (Gustavsson et al., 2011). Het aantal schakels in de keten en/of de tijdsduur waarop een product de keten doorloopt heeft in principe een relatie met de hoeveelheid voedselverlies in de keten. Hoe meer schakels of hoe meer tijd, hoe meer verliezen. Veel bepalender is echter de inrichting en organisatie van de keten. Een lange keten met een zeer goede koeling kan minder verlies geven dan een korte keten met slechte koeling. Wanneer een product verduurzaamd wordt in een bepaalde keten (steriliseren, pasteuriseren) dan kan dat minder verliezen opleveren dan bij een vers of bewaard product.

Consumptie (zowel in huishoudens als in restaurants of bedrijven) genereert een significante hoeveelheid afval. Uit een analyse van CREM (2010) blijkt dat per inwoner het voedselverlies in Nederland ongeveer 73 kilogram per jaar bedraagt, waarvan 60% vermijdbaar is (eetbaar en dus verspilling). Het voedselverlies bij bedrijfscatering bedraagt naar schatting ongeveer 5 à 10% van de inkoop. In sommige gevallen (zoals in verzorgingstehuizen) kan dit oplopen tot 15% van de inkoop. In het Maxima Medisch Centrum werd tot de invoering van het voedingsconcept 'Máx maaltijdservice à la Carte' 36 tot wel 48% van de maaltijden weggegooid (Snels en Wassenaar, 2010).

De twee belangrijkste oorzaken voor voedselverlies in bedrijfscatering zijn het weggooien van niet verkochte producten (vaak bereide producten) en etens- en drankresten (CREM, 2010).

Voedselverspilling en afval zijn volgens Milieu Centraal verantwoordelijk voor ongeveer 3.5% van de totale jaarlijkse emissie van broeikasgassen van de gemiddelde consument in Nederland (Milieu Centraal, 2013). Voedselverspilling en afval zijn verantwoordelijk voor een belangrijk aandeel in de totale emissie van broeikasgassen veroorzaakt door ons gehele voedselsysteem. Beperking van voedselverspilling en afval kunnen dus een aanzienlijke milieuwinst opleveren.

2.6 Klimaateffecten van regionale voedselsystemen

Van Hauwermeieren et al. (2007) berekenden het energieverbruik gedurende de levenscyclus van diverse voedselproducten in verschillende voedselsystemen en de resulterende emissie van broeikasgassen. Men gebruikte voor de berekening een aantal actuele product-cases. Uitgaande van een volledig zomer seizoen en alleen binnenlandse 'open-air' productie, concluderen Van Hauwermeieren et al. (2007) dat het energieverbruik en de emissie van broeikasgassen van de lokale voedselsystemen matig hoger zijn dan van het gangbare voedselsysteem. Het hogere energieverbruik en de hogere emissies bij het lokale voedselsysteem wordt veroorzaakt door een lagere logistieke efficiëntie door de kleinere volumes en door een suboptimale logistiek. De prestatie van het lokale voedselsysteem kan sterk verbeterd worden wanneer de logistieke organisatie verbeterd wordt én er grotere volumes in omgaan.

Sukkel, Stilma en Jansma (2010) berekenden de milieueffecten van lokale productie en distributie van voedsel in Almere. Voor drie scenario's werden de indicatoren samenstelling voedselmand voor regionale productie, benodigd regionaal landbouwareaal, fossiel energieverbruik, broeikasgasemissies (Carbon Footprint) en voedselkilometers vastgesteld en berekend. Het eerste scenario was het referentiescenario en

bestond uit gangbare productie, distributie en gebruik van energiebronnen. Het tweede scenario bestond uit 20% lokale productie en distributie, gebruik van een geïntegreerde teeltwijze en 20% gebruik van hernieuwbare energiebronnen. Scenario 3 bestond uit 20% lokale productie en distributie, geheel biologische voedselproductie en 100% gebruik van hernieuwbare energiebronnen.

Scenario 1 en 2 zorgden beiden voor een reductie in fossiel energieverbruik en emissie van broeikasgassen. Deze reductie werd voornamelijk veroorzaakt door het gebruik van hernieuwbare energiebronnen; energieverbruik en emissie van broeikasgassen veroorzaakt door producttransport maakte slechts een klein onderdeel uit van de besparing. Ook biologische productie droeg slechts in beperkte mate bij aan de besparing. Scenario 1 en 2 zorgden ook beiden voor een forse reductie in het aantal voedselkilometers. Deze besparing wordt voornamelijk veroorzaakt door het geheel vermijden van personenautovervoer van voedseltransport, welke niet door lokale productie, maar door een fijnmazig distributiesysteem wordt veroorzaakt. Sukkel, Stilma en Jansma (2010) benadrukken in hun conclusies dat naast beperking van energieverbruik, emissie van broeikasgassen en voedselkilometers, lokale voedselproductie ook sociale, economische en (andere) milieuaspecten kunnen veranderen.

De diversiteit aan claims rondom milieueffecten van lokaal voedsel kan door verschillende factoren worden uitgelegd. Allereerst kan het concept 'lokaal voedsel' op meerdere manieren worden geïnterpreteerd. Of de producten uit een gebied van 20 kilometer (met een straal van 10 kilometer) of een groter gebied (met een straal van 30 kilometer) komen, kan grote gevolgen hebben voor de transportkilometers en milieueffecten (Pilkens en Vogelzang, 2005).

Daarnaast wordt het 'voedselsysteem' op verschillende manieren gedefinieerd. Welke systeemgrenzen worden gehanteerd is dus belangrijk om in beschouwing te nemen. Zo kan er alleen naar de milieueffecten van de productie van voedselproducten worden gekeken, of kan ook verwerking, bereiding en consumptie worden meegenomen (Edward-Jones et al., 2008).

Ook de methodologie van diverse studies varieert, wat soms verschillende resultaten en conclusies oplevert. Wanneer dus verschillende voedselsystemen worden vergeleken, is het belangrijk vergelijkbare methodieken en systeemgrenzen te hanteren (Edward-Jones et al., 2008).

Tot slot kunnen de milieueffecten van lokaal voedsel beïnvloedt worden door de productieschaal. Een grotere productieschaal zou kunnen resulteren in een hogere energie efficiëntie (Röös et al., 2010; Schlich en Fleissner, 2005, genoemd in Edward-Jones et al., 2008). Wanneer echter ook andere milieueffecten worden meegenomen in de berekening of andere beslissingen in de analyse worden gemaakt, blijken de milieueffecten toch anders te zijn voor lokale en globale productiesystemen (Andersson en Ohlsson, 1998 en Jungbluth en Demmeler, 2005, beide genoemd in Edward-Jones et al., 2008).

Aangezien de methoden voor het kwantificeren van milieueffecten zich ontwikkelen, adviseren Pluimers en Blonk (2011) een geïntegreerde en dynamische database op te zetten, waarin de data kan worden bijgewerkt. Daarnaast adviseren Pluimers en Blonk (2011) de onzekerheid van data te vermelden en een inschatting te maken hoe deze onzekerheid de conclusies zou kunnen beïnvloeden.

3 Methodiek en berekeningen

Om een kwantitatief inzicht te verkrijgen in de duurzaamheidsprestatie van de Sint Maartenskliniek catering, zijn de volgende stappen doorlopen: (1) beschrijving van scenario's, (2) systeemanalyse en definitie van systeemgrenzen, (3) definitie van indicatoren, (4) dataverzameling (5) berekeningen van de indicatoren met behulp van een LCA analyse.

3.1 Life Cycle Analysis (LCA)

Een LCA is een methode om de milieu impact van een systeem dat een product of dienst levert te vergelijken. Een LCA omhelst alle emissies en verbruik van bronnen van elke schakel in de keten inclusief achtergrond emissies van ondersteunende of externe productieprocessen (ISO-14040, 2006). In deze studie willen we de veranderingen in milieubelasting berekenen van bepaalde scenario's ten opzichte van een referentie of 0-scenario. Om die reden hebben we ons in de berekeningen gericht op de veranderingen ten gevolge van de scenario's. Deze benadering wordt ook wel een verandering georiënteerde of 'consequential' LCA genoemd (Finnveden et al., 2009).

Voor de vergelijking is een zogenaamde functionele eenheid gebruikt. Deze eenheid is gebaseerd op de emissie/verbruik per gewichtseenheid voedsel en is vermenigvuldigd met de totale voedselafname van de Sint Maartenskliniek.

3.2 Beschrijving scenario's

In overleg met de opdrachtgever zijn voor de voedselketen van de Sint Maartenskliniek drie voedselsystemen doorgerekend:

- Scenario 0 : gangbaar voedselpakket, zonder aandacht voor regionaal en vers;
- Scenario 1: huidig regionaal voedselpakket zoal via Oregional geleverd aan de Sint Maartenskliniek
- Scenario 2: maximaal regionaal voedselpakket, met gesneden groentes en gebruik van een elektrisch bestelbusje.

In scenario 0 wordt het gangbare productie- en distributiepatroon gevolgd zoals de Sint Maartenskliniek die voor de omschakeling naar inkoop van lokale producten hanteerde. Producten zijn deels van buitenlandse en deels van Nederlandse afkomst. Via distributiecentra van landelijk werkende groothandels en distributeurs worden de producten naar de Sint Maartenskliniek getransporteerd. In de gehele keten wordt gebruik gemaakt van fossiele energie.

In scenario 1 wordt het huidige regionale productie- en distributiepatroon gevolgd van de Oregional – Sint Maartenskliniek keten. Dit betekent dat de producten lokaal (in een straal van 50 kilometer rondom Nijmegen) worden geproduceerd, gedistribueerd en verwerkt. De producten worden (indien noodzakelijk na verwerking) rechtstreeks of via het distributiecentrum van Oregional naar de Sint Maartenskliniek getransporteerd. In de gehele keten wordt gebruik gemaakt van fossiele energie.

In scenario 2 worden (1) ook gesneden groentes (bloemkool, broccoli en peen) geleverd aan de Sint Maartenskliniek. Daarnaast (2) wordt gebruik gemaakt van een elektrische bestelbus. Beide aanpassingen in het scenario worden in de berekeningen apart behandeld. De producten worden lokaal (in een straal van 50 kilometer rondom Nijmegen) gedistribueerd en verwerkt. De producten worden (indien noodzakelijk na

verwerking, inclusief snijderij) rechtstreeks of via het distributiecentrum van Oregional naar de Sint Maartenskliniek getransporteerd. In de gehele keten wordt voor de opwekking van stroom uitgegaan van de landelijke gemiddelde mix aan fossiele en alternatieve energiebronnen van Nederlandse energiecentrales.

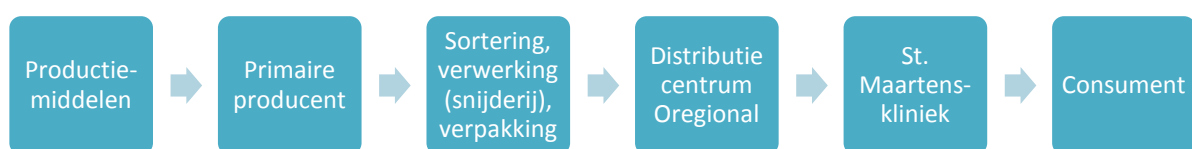
De voedselsystemen (scenario's) verschillen in het ontwerp in de herkomst van het voedsel (lokale en globale productie en bijbehorende transportafstanden) en gebruik van energiebronnen voor transport. Deze keuzes kunnen consequenties hebben voor andere aspecten van de keten zoals verpakking, productverlies of energieverbruik bij verwerking door een andere schaalgrootte. Mogelijke consequenties van de scenario's moeten blijken uit de inventarisatie en dataverzameling bij de Sint Maartenskliniek en Oregional (par. 3.3).

3.3 Uitgangspunten en aannames

3.3.1 Systemanalyse en aannames

Het regionale voedselsysteem in deze studie betekent voedsel dat binnen een straal van 50 km rondom Nijmegen wordt geproduceerd, verwerkt en gedistribueerd. De analyse richt zich op de verschillen tussen de Oregional keten en de gangbare keten. De verschillen waarmee wordt gerekend dienen goed onderbouwd of beredeneerd te worden op basis van de ter beschikking gestelde gegevens van Oregional en de Sint Maartenskliniek. De ketenaspecten waarbij geen onderbouwde verandering plaatsvindt, worden voor de verschillende scenario's als onveranderd beschouwd en worden niet doorgerekend.

In figuur 3.1 wordt weergegeven hoe de keten (bijvoorbeeld voor aardappel) er uit kan zien van productie tot consumptie. In principe worden alle veranderingen in de keten van productiemiddelen tot en met de Sint Maartenskliniek doorgerekend, tenzij de verandering een verwaarloosbaar effect heeft op de te berekenen indicatoren.



Figuur 3.1: **Ketenweergave voor aardappel van productie tot consumptie**

Veranderingen in transport tussen de ketenschakels

Veranderingen in transportafstanden tussen producent en afnemer zijn een direct gevolg van de te vergelijken lokale en gangbare systemen. Ook blijkt uit de analyse dat de ingezette transportmiddelen, en mogelijk de beladingsgraad en extra (lege) kilometers veranderen. De effecten van verandering van transport afstand, transportmiddelen en beladingsgraad worden daarom meegenomen in de berekening van de indicatoren. In het transport van productiemiddelen naar de primaire producent zijn geen aanwijzingen voor veranderingen. Daarnaast levert dit transport een veelal zeer geringe bijdrage aan de hoogte van de indicatoren. Om deze redenen is dit deel van het transport niet in de berekeningen meegenomen.

Samenstelling voedselmand

Veranderingen in het productsortiment kunnen vrij grote invloed hebben op de berekende waarde van de indicatoren. Een verschuiving van minder vlees naar meer groente kan bijvoorbeeld een aanzienlijk lagere broeikasgasemissie opleveren. Mogelijk zijn door het grotere aandeel lokaal voedsel ook verschuivingen in het productsortiment opgetreden. Uit de interviews kunnen echter geen harde conclusies worden getrokken ten aanzien van verschuivingen in het productpakket. In de verkenning is dan ook aangenomen dat door meer lokaal voedsel er geen verschuivingen in de samenstelling van het door de Sint Maartenskliniek afgenomen productpakket optreden.

Veranderingen in primaire productie

De wijze van primaire productie kan grote invloed hebben op de hoogte van de indicatoren. Oregional vraagt bij zijn toeleveranciers aandacht voor de duurzaamheid van de primaire productie. Uit de interviews en de analyse blijkt echter geen goed onderbouwd verschil in de wijze van primaire productie tussen de verschillende voedselsystemen. Er is dan ook aangenomen dat de wijze van primaire productie en daarmee samenhangende het energieverbruik en de broeikasgasemissies, niet verschillen tussen de voedselsystemen. Wel is het effect van 10% verlaging van energieverbruik en de emissie van broeikasgas in de primaire productie doorgerekend.

Veranderingen in schaalgrootte bewerking

Er zijn enkele bewerkte producten in het door Sint Maartenskliniek van Oregional afgenomen productpakket (zuivel en gesneden groenten). Potentieel kan de schaalgrootte van de verwerking invloed hebben op het energieverbruik per eenheid product. Door gebrek aan data over de invloed van schaalgrootte op de uitgevoerde verwerkingen wordt echter verondersteld dat het energieverbruik en de daarmee samenhangende broeikasgasemissies voor de verschillende voedselsystemen gelijk zijn.

Veranderingen in verpakking

Potentieel kan bij kortere ketens het gebruik van verpakkingen afnemen. Groothandelsverpakkingen zijn in de regel echter relatief gering of worden hergebruikt (fust). Ook vanuit de interviews kwamen geen indicaties naar voren dat er grote verschillen zijn in de hoeveelheid verpakking tussen de voedselsystemen. Voor de berekeningen wordt dan ook aangenomen dat er geen verschil is in verpakkingshoeveelheid tussen de voedselsystemen. Wel is het effect van 20% vermindering van verpakking op energieverbruik en bkg emissie doorgerekend.

Veranderingen in koeling en bewaring

Energieverbruik voor bewaring kan een relatief groot aandeel hebben in het totale energieverbruik van de voedselketen. In korte ketens is mogelijk minder koeling nodig. Daarnaast kunnen in het voedselpakket mogelijk verse geïmporteerde producten vervangen worden door lokaal geproduceerd (lang) bewaarbare producten zoals appels en aardappels. Uit de interviews blijkt er geen grond voor deze aanname. Er is dan ook voor beide voedselketens gerekend met in Nederland geproduceerde én bewaarde producten. Verschillen in koeling tijdens transport zijn wel meegenomen door een extra brandstofverbruiksfactor per ton km.

Voedselverliezen in de keten

Veranderingen in voedselverliezen in de keten kunnen een relatief grote invloed hebben op het energieverbruik en de broeikasgasemissies in de voedselketen. Kortere ketens kunnen potentieel leiden tot een verlaging van de voedselverliezen vanwege een kortere doorlooptijd in de keten. Uit de interviews met de Sint Maartenskliniek kwam naar voren dat men sinds de omschakeling naar meer lokaal, inderdaad veel minder voedselverliezen heeft. Dit wordt echter naar verwachting vooral veroorzaakt door een gelijktijdige verandering in de wijze waarop de cliënt in de kliniek zijn of haar menu kan samenstellen c.q. kan bestellen. In hoeverre lokaal voedsel invloed heeft op de vermindering van voedselverliezen is niet duidelijk. Veranderingen in voedselverliezen zijn daarom niet standaard in de berekeningen meegenomen. Wel is als extra variant het effect van vermindering van voedselverlies doorgerekend.

3.3.2 Systeemgrenzen

De gekozen systeemgrenzen kunnen van grote invloed zijn op de uitkomst van de verkenning. Elementen die de systeemgrenzen in deze verkenning bepalen zijn o.a. de keuze voor een 'consequential LCA' (alleen veranderingen ten gevolge van de scenario's worden doorgerekend, zie par 3.1.) en de (eenvoudige) beschikbaarheid van data. Ook de invloed van een gekozen systeemgrens op de uitkomst van de verkenning heeft soms een rol gespeeld. Wanneer deze naar verwachting (literatuur) zeer klein is kunnen sommige onderdelen van het systeem buiten beschouwing worden gelaten. Zo is bijvoorbeeld het transport van productiemiddelen voor de productie van voedsel (kunstmest, compost etc.) buiten beschouwing gelaten omdat hierin a: naar verwachting geen verschil is tussen de scenario's; b: uit literatuur blijkt dat de bijdrage hiervan aan de hoogte van de indicatoren zeer gering is.

De berekeningen richten zich op de verschillen tussen de scenario's in de keten van primaire producent tot de keuken van de Sint Maartenskliniek. Daarnaast is het effect van verschillen in voedselverliezen vanaf keuken tot consument doorgerekend.

Door de afhankelijkheid van beschikbare data is er niet altijd één consequente systeemgrens gehanteerd. Wel is altijd voor ieder scenario's dezelfde systeemgrens gehanteerd. Voor bijvoorbeeld het brandstofverbruik is het energieverbruik en de CO₂ emissie van 'Well to Wheel' gebruikt. Voor de berekeningen voor energieverbruik en emissie voor transport zijn niet de productie en onderhoud van het vervoermiddel en de aanleg en onderhoud van de wegen meegenomen. Deze emissies bedragen naar schatting 20% van het totale verbruik/emissie. (L.C. den Boer et al, 2008; gebaseerd op Ecoinvent).

In een aantal gevallen zijn de systeemgrenzen zelfs niet bekend omdat van de gehanteerde literatuur gegevens niet geheel duidelijk is welke systeemgrenzen men gehanteerd heeft. Dit geldt bijvoorbeeld voor de berekening van de consequenties van 10 % reductie van energieverbruik en bkg-emissies in de primaire productie. Ook hier geldt dat voor ieder scenario dezelfde (onbekende) systeemgrenzen zijn gehanteerd.

3.4 Gebruikte indicatoren

Op basis van de verschillen tussen de vastgestelde voedsel systemen worden (1) fossiel energieverbruik, (2) emissie van broeikasgassen en (3) voedselkilometers per product berekend.

3.4.1 Fossiel energieverbruik

Fossiel energieverbruik wordt gedefinieerd als het totale energieverbruik uit niet hernieuwbare fossiele bronnen. Deze niet hernieuwbare fossiele bronnen kunnen zowel directe fossiele bronnen zijn (zoals diesel, aardgas) als indirecte bronnen (elektriciteit uit fossiele bronnen).

3.4.2 Emissie van broeikasgassen ('Carbon Footprint')

Emissie van broeikasgassen ('carbon footprint') wordt gedefinieerd als de totale hoeveelheid broeikasgassen uitgestoten gedurende de productie, verwerking en het transport van een voedselproduct. De totale emissie van broeikasgassen voor de agrarische sector bestaat uit koolstofdioxide (CO₂), methaan (CH₄) en lachgas (N₂O) (Edward-Jones et al., 2008). Aangezien deze gassen allen een andere uitwerking hebben op de radiatie en dus het potentiële verwarmende effect (broeikaswerking), worden deze omgerekend in koolstofdioxide equivalenten (IPCC, 2007).

3.4.3 Voedselvoertuigkilometers

Voedselvoertuigkilometers (voertuigkilometers per eenheid product) zijn de kilometers die door voertuigen worden afgelegd voor het transport van een gedefinieerde hoeveelheid voedsel. Voedselvoertuigkilometers kunnen uitgedrukt worden in kilometers per eenheid voedsel (bijv per ton) of in het aantal kilometers dat moet worden afgelegd voor het transport van het voedsel voor een gedefinieerd voedselsysteem (stad, land, winkel etc.). Het begrip voedsel voertuig kilometers geeft de intensiteit en de gevolgen van het voedseltransport beter weer dan bijvoorbeeld alleen voedselkilometers (zie ook par. 2.3.1.).

Voedselvoertuigkilometers zijn voor de 3 scenario's in beeld gebracht voor de totale hoeveelheid jaarlijks getransporteerd voedsel per vervoerstype (grote, kleine vrachtwagen, diesel bestelbus en elektrische bestelbus). Uiteraard verschillen ze niet voor scenario 1 en 2 omdat het dezelfde hoeveelheden product en dezelfde afstanden betreffen, alleen de energiebron voor het transport verschilt tussen beide scenario's.

Bij de berekening van de voedselvoertuig kilometers is rekening gehouden met beladingsgraad, extra kilometers voor lege (retour) afstanden en omwegkilometers.

3.5 Dataverzameling

Uit de interviews met Oregional en de Sint Maartenskliniek en de ingevulde vragenlijsten is voor elk voedselsysteem een door Sint Maartenskliniek afgenomen voedselpakket en bijbehorende hoeveelheden per product vastgesteld (producten en volumes).

Er wordt vanuit gegaan dat de samenstelling van het voedselpakket in soorten producten dat de Sint-Maartenskliniek afneemt, gelijk blijft. Verschuivingseffecten zouden kunnen optreden, bijvoorbeeld omdat bepaalde regionale producten verser en smaakvoller zijn. Er waren vanuit de Sint Maartenskliniek geen gegevens beschikbaar over mogelijke veranderingen van de samenstelling van het voedselpakket ten gevolge van een hoger aandeel regionaal geproduceerd voedsel.

De informatie voor een representatief voedselmandje en de bijbehorende hoeveelheden zijn verkregen van de Sint Maartenskliniek, evenals de productherkomst in het gangbare voedselsysteem. Deze analyse is gebaseerd op informatie van de Sint Maartenskliniek en gegevens van de leverancier die aan de Sint

Maartenskliniek leverde voor de omschakeling naar meer lokaal product. De ketenschakels en de bijbehorende afstanden voor het gangbare voedselsysteem zijn vastgesteld op basis van de toeleveranciers van de hoofdleverancier.

Voor scenario 1 en scenario 2 zijn de ketengegevens afkomstig van Oregional en zijn toeleveranciers. Hierbij zijn de transportafstanden, transportmiddelen, de beladingsgraad en de extra (lege) kilometers vastgesteld.

De kengetallen en omrekenfactoren voor energie en emissies per vervoerssoort en brandstof zijn afkomstig van verschillende bronnen (zie literatuur en bronnen). De benodigde energie en bijbehorende emissie voor productie van Nederlandse stroom, nodig voor het elektrisch vervoer (scenario 2) zijn afkomstig komen van CBS (Update 2011).

3.6 Berekeningen

3.6.1 Voedselmandje

In overleg met de opdrachtgever is voor enkele belangrijke productgroepen (zoals vlees, aardappels, fruit, groenten en zuivel) één representatief voorbeeld- of rekenproduct geselecteerd. Dit rekenproduct staat model voor de producten in deze productgroep. Het resultaat van de berekening voor het modelproduct wordt toegepast op het totale volume van de gehele productgroep. Deze werkwijze geeft o.i. een goede inschatting omdat de verschillen tussen de scenario's voornamelijk de transportafstand en transportwijze betreft. De selectie van voorbeeld- of rekenproducten is bepaald op basis van de producten die Oregional momenteel (in de grootste volumes) levert aan de Sint Maartenskliniek. Voor deze studie bestaat het voedselmandje met voorbeeldproducten uit aardappel, appel, eieren, komkommer, rundvlees, sla en yoghurt/vla/(karne)melk. Voor scenario 2 is ook een variant van verwerkte peen, bloemkool en broccoli opgenomen en doorgerekend.

3.6.2 Transport

Voor de berekening van het energieverbruik, de emissie van broeikasgassen en de voedselvoertuigkilometers is een verdeling gemaakt in de verschillende transportfasen (zie ook figuur 3.1). De transportfase voor het vervoer van productiemiddelen naar de primaire producent is buiten beschouwing gelaten.

In de keten van primaire productie tot de eindgebruiker (Sint Maartenskliniek) zijn de volgende transportfasen onderscheiden: (1) van de primaire producent naar de verwerking/verpakking, (2) van de verwerking/verpakking naar het distributiecentrum van Oregional/gangbare distributeur, en (3) van het distributiecentrum naar de Sint Maartenskliniek. Per voorbeeldproduct en per voedselsysteem worden niet altijd dezelfde fasen doorlopen en worden soms verschillende vervoersmiddelen ingezet.

In deze studie zijn zes typen vervoersmiddelen gebruikt in de berekeningen:

- vrachtauto > 20 ton, bulkvervoer met een gemiddelde belading van 23 ton en 50% productieve kilometers,
- vrachtauto > 20 ton, niet bulkvervoer, gemiddelde belading 12 ton en 67% productieve kilometers
- vrachtwagen 10-20 ton, gemiddelde belading 4,2 ton en 73% productieve kilometers
- vrachtauto 3,5 – 10 ton, gemiddelde belading 1,7 ton en 74% productieve kilometers
- bestelauto Oregional, gemiddelde belading 500 kg en 67% productieve kilometers
- elektrische bestelauto gemiddelde belading 500 kg en 67% productieve kilometers.

Deze modaliteiten en de verbruiks en emissiecijfers zijn gebaseerd op “Stream: Studie naar TRansport Emissies van Alle Modaliteiten. Versie 2.0 TU Delft” (L.C. den Boer et al, 2008). Er is gebruik gemaakt van de data voor de best cases en de verwachte verbruik- en emissiecijfers voor 2010. Voor het verbruik en emissie cijfers van de Oregional bestelauto zijn de Stream data gecorrigeerd voor het aantal productieve kilometers (67% i.p.v. standaard 61%). De belading van de Oregional bestelauto is ongeveer gelijk aan die in de Stream data. Voor het brandstofverbruik is het energieverbruik en de CO₂ emissie van Well to Wheel gebruikt. In de berekeningen voor energieverbruik en emissie zijn niet de productie en onderhoud van het vervoermiddel en de aanleg en onderhoud van de wegen meegenomen. Deze emissies bedragen naar schatting 20% van het totale verbruik/emissie. (L.C. den Boer et al, 2008; gebaseerd op Ecoinvent).

Verder is vooral in de laatste distributiefase, van distributiecentrum naar klant, vaak sprake van een omwegpercentage doordat er niet één volle vracht naar één klant gebracht wordt maar een route wordt gereden met verschillende afleveradressen. Hierdoor legt het voedsel een extra afstand af. Dit omwegpercentage speelt vooral een rol voor de distributie vanaf het Oregional regionaal distributie centrum in scenario 1 en scenario 2 voor de distributie vanaf het landelijke distributiecentrum in Gangbaar.

De voedselvoertuigkilometers zijn gebaseerd op de afstanden tussen de verschillende ketenschakels en op de standaard beladingsgraad en productieve kilometers uit de genoemde Streamstudie (met uitzondering van de bestelauto's). Voor het transport verzorgd door Oregional zijn de door Oregional opgegeven waarden gebruikt.

Voor het energieverbruik per type vervoersmiddel verwijzen zie tabel 3.1.

Tabel 3.1: **Kengetallen voor verbruik en emissie per type vervoersmiddel die voor de berekeningen zijn gebruikt**

Type vervoer	Gemiddeld gewicht per rit(kg)	Energieverbruik (MJ ton ⁻¹ km ⁻¹)	CO ₂ emissie (kg ton ⁻¹ km ⁻¹)	Bron kengetallen
Grote vrachtwagen bulk	23.000	1,306	0,097	Stream studie
Grote vrachtwagen	17.000	1,507	0,112	Stream studie
Middelgrote vrachtwagen	4.200	3,392	0,252	Stream studie
Kleine vrachtwagen	1.700	5,505	0,409	Stream studie
Bestelauto diesel	500	8,847	0,657	Stream studie
Elektrische bestelauto	500	3,411	0,214	divers

Als pilot elektrische bestelbus is genomen de Ampere 2,3 T met een door de fabrikant opgegeven verbruik van 150 Wh/km en een laadvermogen van 800 kg. Het door de fabrikant opgegeven verbruik lijkt echter vrij optimistisch. Agentschap NL geeft een gemiddeld verbruik voor personen auto's van 160 Wh/km. Om deze reden is een verbruik van 250 Wh/km gebruikt als verbruik van een elektrische bestelauto. Voor de elektrische bestelbus is uitgegaan van het gebruik van reguliere stroom. Het energiegebruik voor de opwekking van deze stroom is 7 MJ/kWh. De omrekening van stroomenergiegebruik naar CO₂ emissie is gebaseerd op een referentie kengetal: 0,44 kg CO₂/Kwh. (Rendementen en CO₂-emissie van elektriciteitsproductie in Nederland, update 2011, (Reinoud Segers, 21-1-2013). De basis voor deze kengetallen is een mix van energiebronnen (olie, kolen aardgas, kernenergie, windenergie, zonnepanelen, etc.) waarmee de Nederlandse stroom is opgewekt in het jaar 2011.

Met uitzondering van het product aardappel, dat ongekoeld vervoerd wordt in de 1e ketenschakel, is voor alle transport uitgegaan van gekoeld transport. Voor gekoeld transport is een 10% hoger brandstofverbruik en daarmee samenhangende emissie van broeikasgassen berekend.

Per voorbeeldproduct is uitgerekend hoeveel kilometers nodig zijn per vervoersmiddel, hoeveel energieverbruik en hoeveel emissie van broeikasgassen dit oplevert. Voor alle producten zijn deze waarden bij elkaar opgeteld.

3.6.3 Onzekerheden en gevoeligheden bij de berekeningen

Op basis van de interviews is voor zowel S0 als voor S1/S2 uitgegaan van eenzelfde **samenstelling van de voedselmand**. Er is niet goed te achterhalen of er door de levering van regionale producten ook veranderingen in de samenstelling van de voedselmand zijn opgetreden door bijvoorbeeld (beleefde) kwaliteitsverschillen tussen de verschillende herkomsten en producten. Vooral verschuivingen tussen dierlijke en plantaardige of tussen kas en vollegrondproducten kunnen vrij grote invloed hebben op het resultaat op energieverbruik en broeikasgasemissies.

De **herkomst** van het gangbaar (S0) geleverde product was niet in alle gevallen goed te achterhalen. In de verkenning is er in alle gevallen vanuit gegaan dan het voor de betreffende voedselmand om producten van Nederlandse herkomst ging. Voor appels en aardappels is er in S0 mogelijk voor enkele maanden per jaar ook geïmporteerd product geleverd. Dit kan een onderschatting van het energiegebruik, de broeikasgasemissies en de voedselvoertuig kilometers in S0 opleveren. Deze onderschatting is naar verwachting relatief beperkt omdat appels en aardappels een relatief klein deel van het totale volume uitmaken en omdat er naar verwachting slechts een drietal maanden geïmporteerd product geleverd zal worden.

Voor de **beladingsgraad** en het aantal productieve kilometers in scenario 1 en scenario 2 is een inschatting gemaakt door Oregional. Op basis van deze schatting is uitgegaan van een gemiddeld vervoerd gewicht van 500 kg en 67% productieve kilometers. De cijfers uit de eerder aangehaalde Stream studie geven echter een gemiddelde beladingsgraad voor een bestelauto (uitgaande van een gemiddeld laadvermogen van 1500 kg) van 35% en een aantal productieve kilometers van 61%. Om deze reden is ook een indicatie uitgerekend voor enkele verschillende beladingsgraden cq gemiddeld vervoerd gewicht.

In de berekeningen is niet uitgegaan van een eventueel verschil in **voedselverliezen** in de keten tussen de scenario's omdat in alle ketens het transport waar nodig gekoeld is en het product goed verpakt is. De Sint Maartenskliniek spreekt wel van minder voedselverlies door een beter eetpatroon bij de patiënten (er komen minder maaltijden onaangeroerd, of half opgegeten retour) maar dat komt vooral door een verbeterd keuzemenu voor de patiënt, aldus de Sint Maartenskliniek. Maar mogelijk spelen herkomst en smaak ook een rol. Om het potentiële effect van een vermindering van voedselverlies door een kortere keten aan te geven, is een indicatie uitgerekend voor een verlaging van 5% in de voedselverliezen bij de Sint Maartens kliniek. Bij zorginstellingen kan het voedselverlies oplopen tot wel 50% (Snels et al, 2010)

Uit de literatuur blijkt dat **verpakking** een bijdrage levert in energieverbruik en broeikasgasemissie die in dezelfde orde van grootte ligt als de bijdrage van transport. Er zijn in deze case geen harde gegevens beschikbaar voor vermindering van verpakking door de korte keten. Om een inzicht te krijgen in het potentiële effect is ook voor verpakking het effect van vermindering door de Oregional keten indicatief doorgerekend. Hierbij is er vanuit gegaan dat er 20% minder, niet recycle-bare verpakking nodig is voor de Oregional keten. Van het geleverde productgewicht aan de Sint Maartenskliniek is in het Gangbare voedselsysteem, 6% van het geleverde gewicht verpakkingsmateriaal. De helft van dit verpakkingsmateriaal is als herbruikbaar beschouwd (fust etc). Voor de ander helft wordt er vanuit gegaan dat deze bestaat uit 50% plastic en 50% karton.

Uit de literatuur blijkt dat in de **primaire productie** (zie paragraaf 2.5) een groot deel van het energieverbruik en de broeikasgasemissie plaatsvindt. Om deze reden is voor het Sint Maartenskliniek

productpakket ook een indicatie uitgerekend waarbij in de primaire productie 10% bezuinigd wordt op het fossiel energieverbruik en de broeikasgasemissie. Deze reductie is volgens Sukkel (2010) relatief eenvoudig haalbaar. Voor de berekening van het effect van 10% bezuiniging in de primaire productie zijn emissie- en gebruikscijfers uit de literatuur gebruikt. Voor melkproducten en producten uit de akkerbouw cq vollegrondsgroententeelt zijn deze kengetallen afkomstig uit Bos et al (2007) Voor appel zijn deze kengetallen gebaseerd op Bos et al (2010).

Het belangrijkste energieverbruik voor **koeling/bewaring** ligt in de retail en in de koeling tijdens transport. Koeling tijdens de retail is voor deze verkenning niet relevant. Koeling tijdens transport is in de studie meegenomen als een 10% extra verbruik van het transportmiddel. Voor specifieke producten kan energieverbruik voor lange bewaring (aardappel, appel) of tijdelijke koeling (melk) een rol spelen. Voor koeling van melk op het productiebedrijf wordt aangenomen dat deze gelijk is voor de verschillende voedselsystemen. Lange bewaring van aardappel en appel kan een rol spelen wanneer geïmporteerde appels en aardappel (in een gangbaar systeem) vervangen worden door in Nederland geproduceerde en bewaarde appels of aardappels (in een lokaal systeem). In Nederland geproduceerde en bewaarde aardappels en appels hebben meestal een lager energieverbruik, een lagere bkg emissie en een lager aantal voedsel(voertuig)kilometers (Wijk en Stilma 2011; Blanke 2008). In de studie is aangenomen dat in beide voedselsystemen (S0 en S1/S2) gebruik gemaakt wordt van in Nederland geproduceerde aardappels en appels. Wanneer daadwerkelijk geïmporteerde aardappels en appels in het doorgerekende gangbare voedselsysteem gebruikt worden, dan zal het voedselvoertuigkilometers, het energieverbruik en de bkg emissie in het gangbare scenario hoger uitvallen dan in dit rapport berekend. Deze onderschatting is naar verwachting relatief beperkt omdat: A. het aandeel appels en aardappels een beperkt aandeel heeft in het totale productepakket van de Sint Maartenskliniek, en B. de mogelijke import van appels en aardappels slechts een beperkt deel (ca. 3 maanden) van het jaar zal plaatsvinden.

4 Resultaten

4.1 Voedselmandje

De exacte samenstelling van het voedselmandje wat door Oregional aan de Sint Maartenskliniek wordt geleverd wordt vanwege privacy c.q. concurrentiegevoeligheid niet weergegeven. De jaarlijks totaal geleverde hoeveelheid voedsel is echter relatief klein en ligt in de orde van grootte van enkele tientallen tonnen. Verder heeft zuivel een relatief groot aandeel in het voedselmandje. Ook is er in het beoordeelde voedselmandje voor zowel S0 als S1/S2 geen sprake van geïmporteerd product zoals geïmporteerde appels of aardappels.

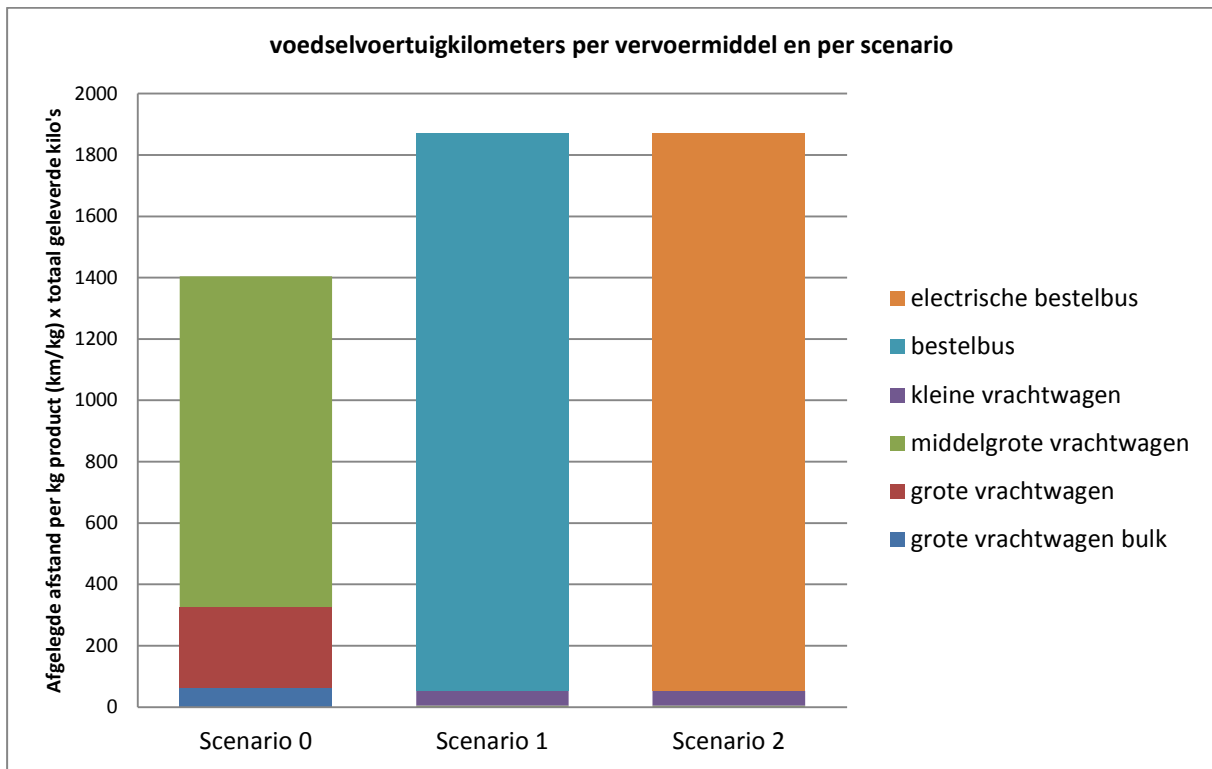
Het toevoegen van gesneden groenten aan het productpakket in scenario 2 bleek door het lage te leveren volume een zeer geringe bijdrage te leveren in de hoogte van de indicatoren. Daarom is voor scenario 2 in de getoonde resultaten alleen het effect van de toepassing van elektrisch transport meegenomen.

4.2 Voedselvoertuigkilometers

Het aantal voedselvoertuigkilometers voor het gehele voedselmandje staat per scenario en per voertuigtype weergegeven in figuur 4.1. In de berekeningen zijn de kilometers voor het transport van productiemiddelen niet meegenomen. Het aandeel hiervan is relatief zeer klein en de waarde is voor alle scenario's gelijk.

Figuur 4.1 laat zien dat het jaarlijkse aantal voedselvoertuigkilometers voor het voedselpakket van de Sint-Maartenskliniek in scenario 1 en 2 toeneemt ten opzichte van scenario 0. Dit kan worden verklaard doordat in scenario 1 en 2 gebruik wordt gemaakt van een kleiner voertuig met minder laadvermogen, waardoor per gewichtseenheid voedsel meer vervoersbewegingen moeten plaatsvinden. Het (gewogen) gemiddeld vervoerd gewicht per voertuig in scenario 0 is 6 527 kg en in scenario 1 en 2, 540 kg. Het type voertuig in scenario 0 is een grote vrachtwagen bulk (> 20 ton), een grote vrachtwagen niet bulk (>20 ton) en een middelgrote vrachtwagen (10-20 ton). Voor S1 is dat voor meer dan 90% een dieselbestelauto < 3,5 ton en voor S2 een elektrische bestelauto < 3,5 ton. De effecten van de voertuigkilometers verschillen per type voertuig (zie ook volgende paragraaf). Het elektrische voertuig geeft lokaal een geringe milieubelasting in aspecten als geluidsoverlast en luchtverontreiniging. Verder vinden de voedselvoertuigkilometers in S1 en S2 vrijwel uitsluitend in de regio en op secundaire wegen plaats.

Het aantal voedselvoertuigkilometers is sterk afhankelijk van het gemiddeld vervoerd gewicht per scenario. In de scenario's 1 en 2 zit hier nog veel rek in. Wanneer bijvoorbeeld het gemiddeld vervoerd gewicht van de bestelauto toeneemt van 500 naar 740 kg dan is het aantal voertuigkilometers voor S0 en S1 en S2 ongeveer gelijk. Gaat het gemiddeld vervoerd gewicht van de bestelauto naar 1500 kg (waarbij het type vervoermiddel richting grote bestelauto of kleine vrachtwagen gaat), dan is het aantal voertuigkilometers in S1 en S2 de helft van dat van S0.



Figuur 4.1: Voedselvoertuigkilometers per vervoermiddel en per scenario

Het aantal voedselvoertuigkilometers (km per ton) per scenario en per voedselproduct is weergegeven in tabel 4.1.. Bij elk product ligt het aantal voedselkilometers bij de regionale scenario's S1 en S2 hoger dan bij het 0 scenario. Dit wordt veroorzaakt door het grote verschil tussen de scenario's in type voertuig en hiermee het gemiddeld vervoerd gewicht per vervoerseenheid. Bij S0 is dit een middelgrote tot grote vrachtwagen en bij S1 en S2 vooral een bestelauto.

Tabel 4.1. laat zien dat verschillen tussen S0 en S1/S2 in voedselkilometers per ton voor een bepaald product vaak kleiner worden als er minder schakels in de keten zitten bij de regionale scenario's. Dit is het geval bij de zuivelproducten, eieren, rundvlees en sla waarbij regionale keten een schakel minder heeft. Het grote verschil in voedselkilometers per ton product bij de aardappel wordt veroorzaakt doordat er in de eerste schakels van de landelijke keten van efficiënte grote vervoerseenheden gebruikt gemaakt wordt (grote vrachtwagen bulk en grote vrachtwagen).

Tabel 4.1: Aantal schakels in de keten en Voedselkilometers in afgelegde afstand per ton product per scenario en per voedselproduct

	Scenario 0		Scenario 1 en 2	
	Aantal schakels	Voedselvoertuig kilometers km ton ⁻¹	Aantal schakels	Voedselvoertuig kilometers km ton ⁻¹
Aardappel	3	43	3	129
Appel	2	38	2	90
Eieren	3	67	2	94
Komkommer	2	55	2	83
Rundvlees	4	114	3	164
Sla	3	64	2	83
Zuivel	3	103	2	126

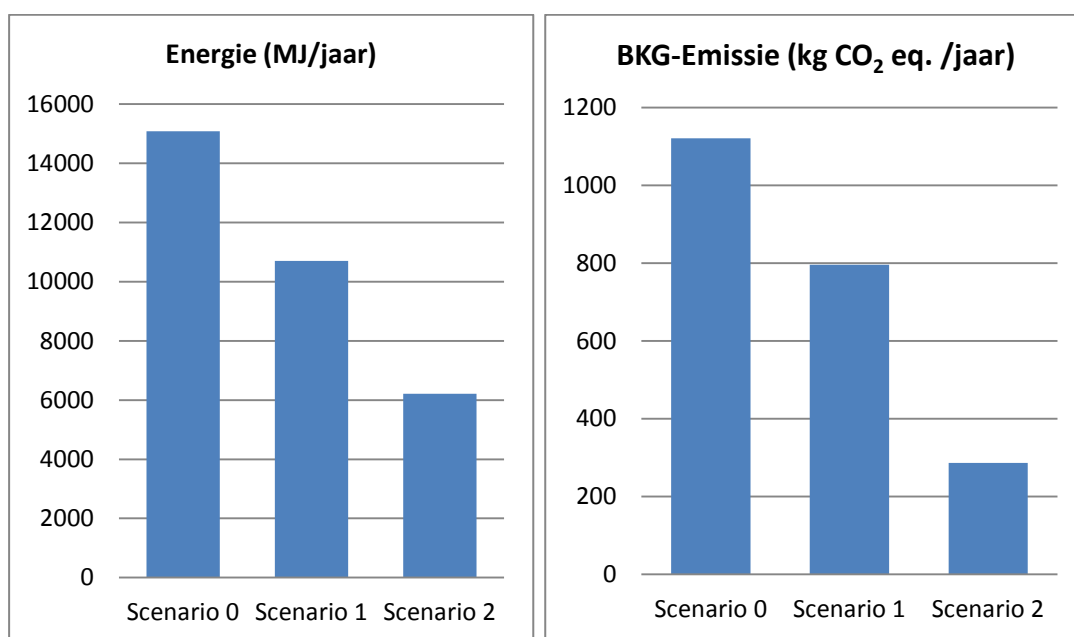
4.3 Energieverbruik en Broeikasgasemissies

Het energieverbruik en de broeikasgasemissie is per scenario voor het gehele voedselmandje uitgerekend. De resultaten staan weergegeven in figuur 4.2a en 4.2b. In deze berekening is alleen het energieverbruik voor het ketenonderdeel transport berekend; de overige ketenonderdelen zijn buiten beschouwing gelaten omdat hiervoor geen goede gegevens beschikbaar waren over mogelijke verschillen tussen de scenario's. Behalve voor transport is het energieverbruik en broeikasgasemissie voor alle scenario's verondersteld gelijk te zijn. Wel zijn er indicaties uitgerekend voor de effecten van mogelijke verschillen tussen de scenario's in verpakking, voedselverlies, primaire productie en een andere beladingsgraad in de regionale scenario's

Voor scenario 1 en 2 is uitgegaan van een beladingsgraad van de bestelauto van 58%, van 67% productieve kilometers en van 30% omwegpercentage. Voor scenario 0 zijn de standaard praktijkgetallen voor beladingsgraad en productieve kilometers gebruikt (par. 3.6.2.). Voor Het uitleveren van het product vanaf het landelijk distributiecentrum naar de klant in S0 is evenals in S1 en S2 een omwegpercentage van 30% aangehouden. In scenario 2 is het gebruik van een elektrische bestelbus meegenomen. Voor het energieverbruik en de broeikasgasemissie per type vervoersmiddel verwijzen wij naar de tabel in bijlage 1.

De figuren 4.2 a en b laten zien dat in het regionale scenario (scenario 1) ten opzichte van scenario 0, het energieverbruik en de broeikasgasemissie ca 30% lager ligt. In scenario 2 (gebruik van een elektrische bestelbus) neem het energieverbruik en de broeikasgasemissie ten opzichte van scenario 1 verder af. Dus ondanks een toename in het aantal voedsel voertuigkilometers (paragraaf 4.1), neemt het energieverbruik en de bkg emissie af. Dit komt omdat de bestelauto in S1 en S2 per voertuigkilometer een veel lagere emissie heeft dan de vrachtauto's in S0.

De daling in emissie in S2 ten opzichte van S1 is relatief sterker dan de daling in energiegebruik. Dit wordt veroorzaakt doordat de verbranding van fossiele brandstof in een auto meer emissie per MJ energie oplevert dan via de centrale elektriciteit opwekking. Voor het elektrische vervoer moet hierbij wel opgemerkt worden dat het energieverbruik en de emissie die optreedt bij het maken van de auto niet is meegerekend. Dit onderdeel weegt voor de elektrische auto veel zwaarder mee dan bij een gangbare auto. Uit een studie van Hawkins et al. (2013) blijkt dat, bij een levensduur van 155.000 km, de productie van een elektrische auto een uitstoot van 85-97 g CO₂-eq/km veroorzaakt, in vergelijking met 43 g CO₂-eq/km voor de productie van een gangbare auto.



Figuur 4.2a en 4.2b: **Energieverbruik in MJ per jaar en broeikasgasemissies in CO₂ equivalenten per scenario**

Tabel 4.3. geeft een indicatie weer van de besparingen in fossiel energieverbruik en bkg emissies ten opzichte van S0 bij verschillende maatregelen of bijkomende voordelen, die gerelateerd kunnen zijn aan regionale voedselvoedselsystemen. Hiermee is een inzicht te verkrijgen in welke maatregelen welk effect kunnen sorteren. Doorgerekend zijn:

- De effecten van een andere beladingsgraad
- De effecten van vermindering van voedselverlies bij de Sint Maartenskliniek
- De effecten van vermindering van energieverbruik en bkg- emissies in de primaire productie
- De effecten van vermindering van verpakking in de Oregional- Sint Maartenskliniek keten

De berekende effecten van bovengenoemde veranderingen betreffen indicaties en geven de orde van grootte van een maatregel cq. bijkomend voordeel aan.

Tabel 4.3: **Afname van energieverbruik en broeikasgasemissies ten opzichte van S0 of S1 bij verschillende maatregelen**

	Afname t.o.v. Scenario 0	
	Gebruik fossiele energie (MJ)	Bkg emissies (kg CO ₂ eq)
regionale productie en afzet oregional (= Scenario 1)	4,375	325
Scenario 1 + elektrisch vervoer (= Scenario 2)	8,872	834
Scenario 1 bij gemiddeld 350 kg lading	245	18
Scenario 1 bij gemiddeld 650 kg lading	7,433	552
5% minder voedselverlies st M kliniek	10,397	2,024
10% besparing verbruik en emissie in primaire productie	14,293	3,764
20% vermindering verpakking	4,571	176

Uit tabel 4.3 blijkt dat het gemiddeld vervoerd gewicht (lading) een relatief groot effect heeft op de besparingen. Bij een daling van 500 naar 350 kg presteert S1 vrijwel gelijk aan S0. Ook veranderingen (ten opzichte van de aannames) in het aantal productieve kilometers en het omwegpercentage zijn factoren die een relatief grote invloed hebben op het resultaat. Een goede organisatie en planning van de logistiek en voldoende volume is daarom cruciaal.

Om de potentie van grotere volumes in te kunnen schatten is ook gekeken naar mogelijke uitbreidingen van het productpakket dat door Oregional aan de Sint Maartenskliniek geleverd kan worden. Sint Maartenskliniek wil graag ook de gesneden groenten uit de regio betrekken. De effecten op de besparing in energieverbruik en emissies zijn echter zeer klein vanwege de relatief kleine volumes die van deze producten geleverd kunnen worden (toename van ca 2,5 % van het geleverd gewicht). Een veel grotere bijdrage zou het leveren van melk hebben met een uitbreiding van bijna 40% van het geleverde gewicht.

Regionale voedselsystemen kunnen in potentie een vermindering van voedselverliezen en verpakking opleveren. Dit heeft op heeft invloed op het energieverbruik en de broeikasgasemissies. Voedselverliezen bij zorginstellingen kunnen tot wel 50% oplopen (Snels et al, 2010). Uit tabel 4.3 blijkt dat 5% afname van voedselverlies bij de Sint Maartenskliniek al een twee keer zo hoge besparing geeft in energieverbruik en een ruim 5x zo hoge besparing in bkg emissies in vergelijking met de besparing in de emissies van transport (S1 t.o.v S0). De besparingen ten gevolge van minder verpakking liggen in dezelfde orde van grootte als de besparingen ten gevolge van vermindering van transport (S1 t.o.v. S0)

Een relatief geringe beperking van 10% energieverbruik en broeikasgasemissie in de primaire productie levert een flinke reductie op in vergelijking met de reducties die behaald worden met regionale afzet. Tien procent reductie in energieverbruik en bkg-emissie in de primaire productie levert voor het fossiel energieverbruik een reductie op die vergelijkbaar is met alle energie die nodig is voor het transport (zie ook S0 in figuur 4.2.a) . De emissiebeperking is zelfs ruim 3 maal zo hoog als de totale emissie veroorzaakt door transport. De besparing in bkg-emissies is veel hoger omdat bij primaire productie naast de emissies die veroorzaakt worden door energieverbruik er ook methaan en lachgasemissies optreden door pensfermentatie en het gebruik van dierlijke en synthetische (kunst)mest.

5 Discussie

De resultaten van deze studie laten zien dat het huidige regionale voedselsysteem van Oregional (S1) een vermindering oplevert in fossiel energieverbruik en emissie van broeikasgassen ten opzichte van het gangbare (landelijke) voedselsysteem (S0). Het energieverbruik neemt in S1 met 4.375 MJ per jaar (30%) af ten opzichte van S0. De emissie van broeikasgassen neemt in S1 met 325 kg CO₂ equivalenten per jaar (30%) af ten opzichte van S0. Voor energieverbruik en emissie van broeikasgassen levert het huidige regionale voedselsysteem dus een milieuwinst op.

Het gebruik van een klein transportvoertuig met een laag laadvermogen, leidt in S1 en S2 tot meer vervoersbewegingen ten opzichte van S0. De voedselvoertuig kilometers in S1 en S2 worden voornamelijk in de regio afgelegd. Voedselvoertuig kilometers, energieverbruik en broeikasgasemissies kunnen in S1 en S2 snel afnemen bij een vergroting van het volume van het regionale voedselsysteem.

Deze verkenning heeft betrekking op een specifiek voedselsysteem (belevering aan een instellingskeuken) van een kleine omvang (enkele tientallen tonnen voedsel per jaar). Vanwege de kleine omvang van de volumes in deze keten is ook de absolute grootte van de effecten klein. De berekende 4.375 MJ vermindering energiegebruik in S1 is ongeveer gelijk aan het dagelijks fossiel energieverbruik van 8 Nederlanders of de energie-inhoud van 100 liter diesel. Resultaten zijn niet zonder meer te vertalen naar een landelijke situatie. De verkenning moet gezien worden als een 'case study' die inzicht geeft in de effecten van regionale voedselsystemen op enkele milieu indicatoren en de mogelijkheden om dergelijke systemen te optimaliseren.

De verkenning geeft samen met de kennis uit de literatuur aan dat regionale voedselsystemen een vermindering van fossiel energieverbruik en broeikasgasemissie kunnen opleveren ten opzichte van landelijke scenario's. Wanneer de logistiek goed georganiseerd is en er een voldoende volume gerealiseerd kan worden, is ook een vermindering van het aantal voedselvoertuig kilometers praktisch goed haalbaar. De omvang van de vermindering in verbruik, emissies en kilometers is zeer sterk afhankelijk van de lokale/regionale omstandigheden en van de samenstelling van het productpakket in de specifieke keten. De volgende paragrafen gaan verder in op de bepalende factoren voor de te behalen besparingen in voedselkilometers, energieverbruik en bkg-emissies.

5.1 Invloed van de samenstelling van de voedselmand

De samenstelling van het pakket voedingsproducten is sterk bepalend voor de uitkomst van deze verkenning. Het pakket producten dat Oregional aan Sint Maartenskliniek levert, wijkt vrij sterk af van de gemiddelde voedselmand van een Nederlander. Het gaat in deze verkenning voornamelijk om verse producten en licht bewerkte zuivelproducten. Er is in het door Oregional geleverde voedselpakket een vrij sterk accent op zuivelproducten. Juist deze zuivelproducten hebben een relatief grote invloed op de verschillen in transport tussen de scenario's doordat er in de Oregional keten een relatief groot aandeel zuivelproducten zit en er voor zuivel in de Oregional keten een ketenschakel minder is dan in de landelijke keten.

Een ander aspect dat mede bepalend is voor de uitkomst, is dat er in het vastgestelde voedselmandje geen producten zitten die geïmporteerd worden in S0 en regionaal geleverd worden in S1/S2. Zowel voor S0 als voor S1/S2 komen alle producten jaar rond uit Nederland. Er zijn bijvoorbeeld geen geïmporteerde

vollegronds(vrucht)groenten vervangen door in Nederland geteelde kas(vrucht)groenten of geïmporteerde appels of aardappels in S0 vervangen door in de regio geteelde appels/aardappels in S1/S2. Het resultaat van vervanging van geïmporteerde producten door in de regio geteelde producten is o.a. afhankelijk van het type product, de herkomst en de teeltwijze. Ook kan het effect van de vervanging voor voedselkilometers anders uitpakken dan voor energieverbruik en voor broeikasgasemissies. Vervanging van geïmporteerde appels en aardappels door in Nederland geproduceerde en lang bewaarde appels en aardappels zou het aantal voedselkilometers maar ook het energieverbruik en bkg emissies in S1/S2 verlaagd hebben t.o.v. S0 (van Wijk en Stilma 2011). De vervanging van geïmporteerde vollegronds vruchtgroenten (tomaat, komkommer) door regionaal geteelde vruchtgroenten zou naar verwachting een verlaging van de voedselkilometers hebben opgeleverd maar een verhoging van het energieverbruik en de broeikasgasemissies. Dit laatste vanwege het hoge energieverbruik in de Nederlandse kasteelt in vergelijking met de teelt in landen als Spanje. De effecten van vervanging van geïmporteerde groenten en fruit in

Ook de samenstelling in het soort producten in de voedselmand is voor S0 en S1/S2 niet verschillend. Er worden bijv. geen dierlijke producten voor plantaardige producten vervangen of geïmporteerde fruitproducten als banaan en sinaasappel, voor lokale fruitproducten als appel en peer. Dit soort vervangingen kunnen zeer sterke invloed hebben op de verschillen tussen de scenario's in de berekende indicatoren. (zie ook par. 2.5. tabel 2.2.)

Samenvattend heeft de samenstelling van de Oregional voedselmand en de aannames m.b.t. verschillen tussen S0 en S1/S2 in de samenstelling en herkomst van de voedselmand, grote invloed op de uitkomst van de berekeningen. De Oregional voedselmand is bijvoorbeeld niet representatief voor de gemiddelde Nederlandse consument. Elk regionaal productie/afzet systeem voor voedsel heeft zijn eigen specifieke samenstelling van het pakket producten. Dit is afhankelijk van o.a. de karakteristieken van de afnemende en toeleverende partijen maar ook van de regionale beschikbaarheid van producten. Deze verkenning van de Sint Maartenskliniek- Oregional keten moet dan ook beschouwd worden als een case studie en resultaten kunnen niet zonder meer vertaald worden naar andere voedselketens.

5.2 Gevoeligheid van de uitkomst op aannames bij transport.

Bij de berekeningen zijn een aantal aannames gemaakt die een meer of minder grote invloed kunnen hebben op het resultaat van de berekeningen. De berekeningen hebben zich uitsluitend gericht op de verschillen in transport. Voor de overige aspecten van de voedselketen is aangenomen dat er geen verschillen tussen de scenario's zijn.

Ook voor de verschillen in **transport** zijn een aantal aannames gedaan die relatief grote invloed op het resultaat kunnen hebben. De aannames voor beladingsgraad en productieve kilometers zijn afgeleid van de indicaties die Oregional heeft afgegeven. Deze indicaties zijn echter niet gebaseerd op metingen. In vergelijking met de gemiddelde beladingsgraad (35%) en productieve kilometers (61%) van een bestelbus in Nederland (den Boer et al, 2008), steken de aannames voor de Oregional logistiek vrij gunstig af. De resultaten van de berekeningen zijn sterk afhankelijk van de daadwerkelijke beladingsgraad, productieve kilometers en omwegpercentage. Het uitgerekende voorbeeld bij een gemiddelde belading van 350 kg laat zien dat bij deze belading er geen verschil meer is in bkg-emissie en energieverbruik tussen het Oregional scenario (S1) en het landelijk scenario (S0). Bij een gemiddelde belading van 740 kg of hoger valt ook het aantal voedselvoertuig kilometers in S1 lager uit dan in S0.

De gevoeligheid van de uitkomst voor beladingsgraad, productieve kilometers en ook omwegpercentage, laat zien dat volume en de organisatie van de logistiek zeer belangrijke factoren zijn voor de transportmilieuwinst van regionale voedselsystemen. De beladingsgraad in combinatie met het laadvermogen heeft een sterke invloed op het energieverbruik en de emissie van broeikasgassen (Den Boer et al. 2008; Smith et al., 2005). De prestatie op indicatoren als energieverbruik, voedselkilometers en broeikasgasemissies van een regionaal voedselsysteem is dus sterk afhankelijk van de verhandelde voedselvolumes en de efficiëntie van de logistiek.

Dit gegeven komt ook naar voren in andere studies bij bijvoorbeeld de Hofwebwinkel (van de Voort en Luske 2009) en bij een verkenning voor Almere (Sukkel et al, 2010). Transport volumes kunnen vergroot worden door uitbreiding van de eigen omzet of samenwerking met andere regionale of landelijke logistieke partners. Ook voor de organisatie van de logistiek is samenwerking aan te bevelen. De instrumenten die nodig zijn voor een efficiënte planning van logistiek vereisen de nodige kennis en professionaliteit. Verschillende initiatieven voor regionale productie en afzet hebben dan ook de keuze gemaakt om met sterke logistieke partners samen te werken. Samenwerking met initiatieven als 'vers 24/7' van DeliXL zou hierbij overwogen kunnen worden.

Elektrisch transport lijkt een optie om een verdere vermindering van energieverbruik en broeikasgasemissies te bewerkstelligen. Regionale voedselsystemen zijn speciaal geschikt voor elektrisch transport vanwege de korte transportafstanden. Hierbij dient te worden opgemerkt dat in deze verkenning het indirecte energieverbruik voor het produceren van de elektrische transport niet is meegerekend. Dit indirecte energieverbruik weegt voor elektrisch vervoer zwaarder mee dan voor vervoermiddelen met een verbrandingsmotor. Voor personenauto ligt het omslagpunt hierbij op ca. 150 000 km (Hawkins et al. (2013). De lokale milieubelasting bij elektrisch transport (o.a. fijnstof en lawaai) nemen wel sterk af. Verder is bij gebruik van elektrisch vervoer ook een goede koppeling te maken met regionale of lokale energie opwekking door bijv. zonnepanelen, anaerobe vergisting of windmolen. Hiermee wordt het systeem meer zelfvoorzienend en kan verder besparen op het gebruik van fossiele energie.

5.3 Gevoeligheid van de uitkomst op aannames bij overige ketenonderdelen.

De belangrijkste aannames voor ketenaspecten anders dan transport is dat in alle scenario's de primaire productie, productbewerking, verpakking, koeling/bewaring, voedselverliezen en bereiding in de keten hetzelfde zijn. Het is niet uitgesloten dat regionale productie en afzet ook een invloed heeft op hiervoor genoemde aspecten. Om deze reden is voor een aantal van deze ketenonderdelen een indicatie gegeven van de effecten van veranderingen op dit ketenonderdeel.

Primaire productie bepaalt landelijk een belangrijk deel van de bkg-emissies (ca 40%) en het fossiel energieverbruik (ca 27%) in de voedselketen (zie ook hfst 2.5). Besparingen in de primaire productie hebben daarom een grote impact op de prestatie van de gehele keten. De indicatie van 10% besparing in de primaire productie die hiervoor voor de Oregional - Sint Maartenskliniek keten is berekend geeft een ruim hogere reductie van bkg-emissie en fossiele energie dan de besparingen op transport. Dierlijke producten als vlees en melk en in de verwarmde kas geteelde producten veroorzaken verreweg de hoogste emissies en energieverbruik. De Oregional - Sint Maartenskliniek keten bestaat voor 70 gewichtsprocenten uit vlees en kasproducten. Verschillen in de primaire productie kunnen de besparingen door minder transport al snel teniet doen. Voor de regionale Oregional keten is het daarom ook aan te bevelen om in samenwerking met

de producenten ruim aandacht te hebben voor de beperking van energieverbruik en broeikasgasemissies in de primaire productie.

Productverwerking kan een belangrijk aandeel hebben in het energieverbruik en bkg-emissie van de voedselketen. Landelijk is dit ongeveer resp. 22 en 17%, (Kramer 2000). Vooral bewerkingen als koken, geforceerd drogen, blancheren, diepvriezen etc. kosten veel energie. De Oregional keten levert meest verse of licht bewerkte producten als bewerkte aardappel, zuivel en vlees. Voor de Oregional keten ligt daardoor het aandeel van de bewerking in het energieverbruik en bkg-emissie naar schatting in dezelfde orde van grootte dan het aandeel van transport. Bij kleinschalige verwerking zoals in de Oregional keten, is het niet uitgesloten dat per producteenheid meer energie voor de bewerking nodig is dan bij grootschalige verwerking. Dit extra energiegebruik en de hiermee samengaannde emissies kan de besparingen in energieverbruik en bkg-emissies door vermindering transport, voor een deel teniet doen.

Het aandeel van **verpakking** in het energieverbruik en de bkg-emissie in de totale voedselketen ligt landelijk in dezelfde orde van grootte als het aandeel van transport (Kramer 2000). Voor de Oregional keten zal dit mogelijk minder zijn omdat voor instellingskeukens met relatief grote verpakkingseenheden wordt gewerkt. Potentieel kunnen korte regionale ketens met minder verpakking toe. Een indicatie voor minder verpakking is uitgerekend. Circa 6% van het geleverde gewicht aan de Sint Maartenskliniek is verpakking. Uitgaande van 50% niet herbruikbare verpakking in het productpakket van de Sint Maartenskliniek en 20% vermindering van de niet herbruikbare verpakkingen geeft een besparing op het energieverbruik die in dezelfde orde van grootte is als de besparingen op transport. Met deze aannames kan een beperking van verpakking dus een relevante bijdrage leveren. Hierbij dient een juiste balans gevonden te worden tussen vermindering van verpakking en o.a. hygiëne-eisen, gebruiksgemak en houdbaarheid.

Voedselverliezen kunnen in lokale of regionale voedselsystemen door de korte keten en de nauwere binding tussen consument en producent theoretisch lager uitvallen dan in landelijke of mondiale voedselsystemen. Er is echter geen literatuur gevonden die deze hypothese ook daadwerkelijk onderbouwen. De Sint Maartenskliniek geeft wel aan de voedselverliezen sterk teruggebracht te hebben maar dit valt niet rechtstreeks te koppelen aan het overgaan op regionaal gereproduceerde producten en de daarmee samenhangende korte keten. Het rekenvoorbeeld laat zien dat voedselverliezen in de keten grote invloed hebben op het energieverbruik en bkg-emissie van het totale voedselsysteem. Het effect hiervan is al snel groter dan bijvoorbeeld het effect van vermindering van transportafstand, minder koeling en minder verpakking. Andersom hebben ingrepen in koeling, verpakking en doorlooptijd van het product invloed op de houdbaarheid en hiermee op mogelijke verliezen. De winst die een bezuiniging op deze koeling of verpakking oplevert kan al snel teniet gedaan worden door hogere voedselverliezen.

5.4 Afwentelingen

Bij een gekozen systeemafbakening kunnen er afwentelingen voorkomen op keten onderdelen die buiten de systeemafbakening vallen. Dit kunnen afwentelingen zijn op de berekende indicatoren voedselkilometers, fossiel energieverbruik en broeikasgasemissies maar kunnen ook afwentelingen zijn op andere duurzaamheidsindicatoren. Ook kunnen er bijkomende voordelen optreden binnen en buiten de systeemafbakening. De potentiële invloed van de scenario's op andere duurzaamheidsaspecten wordt in de volgende paragraaf (5.5.) behandeld.

Een afwenteling binnen de systeemgrenzen is de toename van het aantal voedselvoertuigkilometers zoals berekend, tegenover de afname van energieverbruik en broeikasgasemissies. Het toegenomen aantal voedselvoertuigkilometers vindt meer geconcentreerd in de regio plaats en wordt met een lichter

transportvoertuig uitgevoerd. In S0 is dit een middelgrote of grote vrachtauto en in S1/S2 is dit een bestelbus. Voor S2, het scenario met het elektrisch vervoer is er, naast een lager energieverbruik en bkg emissie, regionaal ook een afname van luchtvervuiling en lawaai.

Het is lastig om alle mogelijke afwentelingen te benoemen en het effect hiervan in te schatten. Enkele mogelijk relevante afwentelingen zijn:

- a) Veranderingen in voedselverliezen vanaf keuken tot consument door regionaal productpakket
- b) Veranderingen in energieverbruik door andere bereiding c.q. bewaring in de keuken van de Sint Maartenskliniek,
- c) Minder efficiënte logistiek bij de andere toeleveranciers aan de Sint Maartenskliniek door lager volume
- d) Indirect energieverbruik en broeikasgasemissies voor productie en onderhoud van wegen en productie en onderhoud van de transportmiddelen

Ad a. De potentiële effecten hiervan zijn doorgerekend (tabel 4.3) en kunnen grote invloed hebben op het resultaat.

Ad b. Bewaring en bereiding heeft een relatief grote bijdrage in het energieverbruik en de broeikasgasemissies in een voedselketen. Er kwamen uit de interviews geen duidelijke aanwijzingen dat verandering van leverancier tot verandering geleid heeft in de wijze van bereiding of de lengte van gekoelde bewaring. Wel is het gebruik van regionaal voedsel bij de Sint Maartenskliniek een onderdeel van een voedingsaanpak die volgens de Sint Maartenskliniek geleid heeft tot een grote reductie van de voedselverliezen bij de cliënt. Minder voedselverlies betekent naar verwachting dat er minder voedsel klaar gemaakt hoeft te worden en er minder energieverbruik voor de bereiding nodig is.

Ad c. Het voedsel dat niet door Oregional aan de Sint Maartenskliniek geleverd kan worden, wordt van de gangbare leverancier betrokken. Mogelijk is hierdoor een minder efficiënte 'gangbare' logistiek ontstaan. De effecten hiervan zijn echter zeer moeilijk in te schatten

Ad d. Energiegebruik voor en broeikasgasemissies voor de aanleg en het onderhoud van de vervoersmiddelen en de wegen zijn niet meegerekend. Gemiddeld is dit de bijdrage hiervan ongeveer 20% van het directe energieverbruik cq broeikasgasemissie. (L.C. den Boer et al, 2008; gebaseerd op Ecoinvent). Het is mogelijk dat deze bijdrage verschilt per scenario doordat er per scenario verschillende typen vervoersmiddelen worden gebruikt en doordat de gebruiksintensiteit van het vervoermiddel verschilt per scenario. Het totaal effect hiervan is lastig door te rekenen en ook niet meegenomen in deze verkenning. Voor elektrisch vervoer is wel een uitspraak te doen. Het energieverbruik en de emissie die optreedt bij het maken van de auto weegt voor de elektrische auto zwaarder mee dan voor een gangbare auto. Uit een studie van Hawkins et al. (2013) blijkt dat, bij een levensduur van 155.000 km, de productie van een elektrische auto een uitstoot van 85-97 g CO₂-eq/km veroorzaakt, in vergelijking met 43 g CO₂-eq/km voor de productie van een gangbare auto. De besparingen in energieverbruik en broeikasgasemissies zoals berekend in S2 t.o.v. S1 worden hiermee dus voor een deel teniet gedaan door afwenteling op de productie van de auto.

5.5 Overige duurzaamheidsaspecten van regionale voedselsystemen

Deze verkenning richt zich op een zeer beperkt aantal milieutechnische duurzaamheidsaspecten gerelateerd aan regionale voedselsystemen. Het zou onjuist zijn om de waarde van deze systemen alleen maar af te wegen aan de prestatie op broeikasgasemissie energieverbruik en voedsel voertuig kilometers. Ook andere milieuaspecten, sociaal-maatschappelijke en economische aspecten behoren in de beoordeling te worden meegenomen.

Milieuaspecten die direct of indirect aan regionale voedselsystemen zijn gerelateerd, zijn het sluiten van (regionale) kringlopen, watergebruik, biodiversiteit, emissie van pesticiden, landgebruik, maar ook voedselveiligheid en gezondheid.

De directe relatie en potentie ligt in de mogelijkheid van het verder regionaal sluiten van kringlopen. Regionale rest en afval stromen kunnen in dezelfde regio weer worden ingezet voor voedselproductie waardoor de noodzaak voor externe inputs verkleind wordt. Er valt hierbij te denken aan voedselresiduen voor veevoeder, organisch afval voor compost en bemesting, maar zelfs aan het gebruik van nutriënten en organische stof uit riool afval. Ook kan regionaal opgewekte energie weer rechtstreeks ingezet worden voor het voedselsysteem zoals elektriciteit voor koeling, verwerking en transport.

Een andere potentie ligt in het bewaren van diversiteit in de regio. Economisch zowel als ecologisch. Specialisatie en productie voor een landelijke of mondiale markt leidt vaak tot schaalvergroting en meer mono culturen. Voor regionale afzet dient ook het productaanbod divers te zijn wat leidt tot een grotere gewasdiversiteit en een ander type productiebedrijf.

Er zijn ook potentieel negatieve effecten van regionale voedselsystemen te noemen. Landgebruik voor voedselproductie kan mogelijk toenemen omdat de producten niet daar geproduceerd worden waar de hoogste opbrengst behaald kan worden en/of waar de productie het meest efficiënt en duurzaam kan plaatsvinden. De suboptimale productie en kleinere schaal kan ook weer invloed hebben op de (kost)prijs van productie en producten. De schaalgrootte van productie, verwerking en distributie kan verder ook leiden tot inefficiënt gebruik van inputs als (fossiele) energie.

Naast de mogelijk positieve beleving die gekoppeld is aan een nauwere band tussen productie en consumptie, ligt hier ook een indirecte relatie met duurzaamheid. Produceren voor je buurman geeft een groter gevoel van verantwoordelijkheid voor duurzame productie dan het produceren voor een anonieme markt.

Kortom verschillende bijkomende potentiële voordelen en kansen maar ook enkele mogelijke nadelen die moeilijk zijn af te wegen en waar ook de wetenschap geen eensluidend antwoord op heeft. Het is echter goed om te realiseren dat deze verkenning met de focus op enkele indicatoren inzicht geeft in slechts een deel van het gehele plaatje. Bij het nemen van maatregelen om de klimaatprestatie van het Oregonal voedselsysteem te verbeteren dienen ook de overige aspecten in aanmerking te worden genomen.

6 Conclusies en Aanbevelingen

De analyse laat zien dat de Oregional - Sint Maartenskliniek voedselketen een lager fossiel energieverbruik, lagere broeikasgasemissies en een hoger aantal voedselvoertuig kilometers oplevert ten opzichte van een landelijke voedselketen. Voedselvoertuig kilometers in de Oregional - Sint Maartenskliniek voedselketen worden vnl. afgelegd door een middelgrote bestelauto en in de landelijke keten door middelgrote en grote vrachtwagens. Deze uitkomst richt op de verschillen in voedseltransport tussen de regionale en landelijke keten en is gebaseerd op de aangeleverde gegevens van Oregional en Sint Maartenskliniek en op de aannames met betrekking tot ontbrekende gegevens.

De milieuwinst wordt snel groter bij een toenemend volume in de regionale keten. Bij een stijging van het gemiddeld vervoerd gewicht in deze specifieke keten van 500 kg naar >740 kg, wordt ook het aantal voedselvoertuigkilometers in het regionale scenario lager dan in het landelijke scenario.

De verschillen in de berekende broeikasgasemissies en energieverbruik tussen de scenario's zijn in hun absolute omvang zeer klein. Dit komt door het kleine volume in deze regionale keten en door het relatief lage bijdrage van transport in energieverbruik en broeikasgasemissie van de totale keten. Daarnaast gaat het om een specifieke samenstelling van het productpakket (voedselmandje), onbewerkte of licht bewerkte versproducten met een stevig accent op zuivel. Er is in de regionale scenario's geen vervanging van geïmporteerd product door nationaal geproduceerd product en zijn er geen veranderingen in soort producten in de verschillende scenario's. De analyse van de Oregional regionale voedselketen dient dan ook als 'case study' te worden opgevat waaruit lering getrokken kan worden voor uitbreiding van het Oregional regionale voedselsysteem en voor de opzet en organisatie van andere regionale voedselketens.

Deze 'case study' samen met de uitgevoerde simulaties en de bestaande literatuur geven wel duidelijk de potentie van regionale voedselsystemen weer als het gaat om vermindering van energieverbruik, bkg-emissies en voedselvoertuig kilometers. Daarnaast zijn er ook op andere terreinen van duurzaamheid voordelen te behalen. In de vergelijking tussen praktijkcases van landelijke en regionale voedselsystemen moet wel bedacht worden dat de landelijke/mondiale voedselsystemen in hun logistiek al sterk zijn geoptimaliseerd, terwijl dit regionale voedselsystemen qua logistiek nog in de pioniersfase zitten.

De uitkomst van de berekeningen wordt sterk beïnvloed door de vele aannames die gemaakt moesten worden met betrekking tot de verschillen in het landelijke (S0) en de regionale scenario's (S1 en S2). Om deze reden is van een aantal van de aannames een bepaalde variatie gesimuleerd. Het effect van variatie in deze aannames op het eindresultaat is doorgerekend. Deze simulaties geven inzicht in welke maatregelen hout snijden voor het verder verbeteren van de prestatie op de gekozen indicatoren. Meer nog dan het absolute resultaat van de berekeningen is het inzicht in het effect van bepaalde maatregelen van belang.

De verkenning heeft zich in eerste instantie gericht op de verschillen in transport. Hierbij hebben het gemiddeld vervoerd gewicht, het percentage productieve kilometers, het omwegpercentage en het aantal ketenschakels grote invloed op de verschillen tussen de scenario's in de berekende indicatoren. De betere prestatie van de Oregional keten ten opzichte van de landelijke keten wordt niet alleen veroorzaakt door de kortere transportafstanden tussen de ketenschakels maar ook door een lager aantal schakels in de keten. Een verhoging van het gemiddelde vervoerd gewicht in de Oregional keten leidt al snel tot betere prestaties op zowel voedselvoertuig kilometers als op energieverbruik en bkg-emissies. Wanneer het gemiddeld vervoerd gewicht toeneemt van de huidige 500 kg naar 740 kg dan is het aantal voertuigkilometers voor S0 en S1/S2 ongeveer gelijk en is er ongeveer een verdubbeling van de besparing op energieverbruik en

bkg-emissies. Gaat het gemiddeld vervoerd gewicht naar 1500 kg, dan is het aantal voertuigkilometers in S1/S2 de helft van dat van S0.

Die verhoging van het gemiddeld vervoerd gewicht kan bereikt worden door verhoging van het volume dat Oregional omzet. Maar ook door samenwerking met transporteurs of uitbesteding van de logistiek kan dit worden bereikt. Verhoging van het eigen volume door uitbreiding van het sortiment van Oregional leidt potentieel tot een complexere logistiek door meer producten, meer toeleveranciers en meer afnemers. Deze complexere logistiek vraagt om een meer professionele organisatie van de logistiek die gerealiseerd kan worden door o.a. samenwerking of uitbesteding.

De korte transportafstanden in de Oregional regionale keten bieden verder mogelijkheden voor elektrisch transport. Dit leidt tot een verdere verlaging van energieverbruik en broeikasgasemissies en tot een verlaging van de lokale overlast van vervoer zoals de emissie van fijnstof en het verkeerslawaaï.

Uit de simulaties blijkt dat een aantal ketenaspecten een veel grotere invloed hebben dan transport op de berekende waarde van de indicatoren fossiel energieverbruik en broeikasgasemissie. Vermindering van voedselverlies in de keten en verduurzaming van de primaire productie hebben potentieel een veel groter effect op de berekende indicatoren dan vermindering van transport. Een meer duurzame primaire productie, minder voedselverlies en ook vermindering van verpakking kunnen gerelateerd zijn aan regionale productie en afzet. Er was voor de Oregional keten echter geen informatie beschikbaar die deze relatie te kunnen onderbouwen. Vermindering van verpakking heeft een effect dat in dezelfde orde van grootte kan liggen als vermindering van transport. Wel dient bij verpakking rekening gehouden te worden op de effecten op houdbaarheid en daarmee op mogelijke voedselverliezen.

Aanbevelingen

De resultaten van de verkenning leidt tot de volgende aanbevelingen voor verdere verduurzaming van het Oregional voedselsysteem:

Transport en logistiek

- Vergroot het gemiddeld vervoerd gewicht per transportmiddel door groei in het eigen volume of door samenwerking met logistieke partners.
- Professionalisering logistiek: zorg voor een professionele organisatie van de logistiek, dit kan door professionalisering in de eigen organisatie of door samenwerking met andere logistieke partners of door uitbesteding van de logistiek
- Elektrisch vervoer: Verken de mogelijkheden voor het gebruik van elektrisch aangedreven transportmiddelen
- Aantal schakels in de keten: Beperk zoveel mogelijk het aantal schakels in de keten

Keten benadering:

- Focus niet alleen op logistiek maar werk aan duurzaamheid in de gehele keten. Primaire productie, verwerking, koeling, bewaring, transport, consumptie (bereiding) en de verwerking van de reststromen hebben allen hun eigen invloed op de duurzaamheid van het totale voedselsysteem. De keuzen en maatregelen in een van de schakels hebben vaak invloed op de rest van de schakels. Afstemming, samenwerking en communicatie in de totale keten draagt bij aan de verduurzaming van de totale keten
- Wees alert op afwentelingen zoals bijvoorbeeld besparing in verpakking en koeling kan hogere productverliezen opleveren

Voedselverliezen:

- Beperkt zoveel mogelijk de voedselverliezen in de keten. Door korte doorlooptijd, goed voorraadbeheer, regelmatige belevring, een goede koeling in de keten en balans tussen reductie van verpakking en product houdbaarheid door verpakking. Bezuinig bijvoorbeeld niet op een goede koeling maar kies liever voor hernieuwbare energie voor de koeling.
- Wanneer voedselverliezen in de keten optreden, zorg dat ze kunnen worden hergebruikt. Zet de voedselverliezen dan weer in op een zo hoog mogelijk waarde niveau in de keten.

Duurzaamheid van primaire productie.

- Bevorder in samenwerking met de toeleveranciers de duurzaamheid van de primaire productie en verwerking. De winst hiervan op klimaat aspecten en andere duurzaamheidsindicatoren is al snel groter dan als gevolg van vermindering van transport. Denk hierbij aan hernieuwbare energie (zonnepanelen, windmolens, energiezuinige kas), maar ook aan andere aspecten van duurzaamheid als pesticiden emissie, biodiversiteit, duurzaam bodembeheer etc.

Overige aspecten van duurzaamheid

- Focus niet alleen op energieverbruik, broeikasgasemissie en voedselkilometers. Duurzaamheid zit niet alleen in de milieu aspecten maar ook in sociaal-maatschappelijke en welzijns-aspecten. Een eenzijdige oriëntatie op klimaat indicatoren kan ten koste gaan van de prestatie op andere indicatoren.

Literatuur en andere bronnen

- Bellarby, J., Foereid, B., Hastings, A., Smith, P. 2008: Cool Farming: Climate impacts of agriculture and mitigation potential, Greenpeace International, Amsterdam (NL). 44 p.
- Blanke, M.M. 2008. Life Cycle Assessment (LCA) and food miles - an energy balance for fruit imports versus home-grown apples. *Acta Hort.* (ISHS) 767:59-64
- Bos, J., J. de Haan, W. Sukkel, 2007. Energieverbruik, broeikasgasemissies en koolstofopslag: de biologische en de gangbare landbouw vergeleken. Rapport 140, Plant Research International, pp. 1-75.
- Bos, J. en S. Dekker. 2010. Energieverbruik en broeikasgasemissies in biologische fruitteelt en legpluimveehouderij. *Plant Research International*, 2010 - 43 pages
- CBS, 2012. Industrie en energie; energieverbruik; land- en tuinbouw. [http://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/?DM=SLNL&PA=80382ned&D1=a&D2=a&D3=\(I-2\)I&VW=](http://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/?DM=SLNL&PA=80382ned&D1=a&D2=a&D3=(I-2)I&VW=) (bezoekt op 27 maart 2013).
- CREM, 2010. Bepaling voedselverliezen bij huishoudens en bedrijfscatering in Nederland. Amsterdam: CREM B.V.
- Boer, L.C. den, F. Brouwer, H. van Essen. 2008. STREAM Studie naar Transport Emissies van Alle Modaliteiten. Versie 2.0. CE Delft:
- Dutilh, C.E. and K.J. Kramer. 2000. Energy consumption in the food chain. Comparing alternative options in food production and consumption. *Ambio* (29): 2: 98 – 101.
- Edwards-Jones, G., Canals, L.M., Hounsome, N., Truninger, M., Koerber, G., Hounsome, B., Cross, P., York, E.H., Hospido, A., Plassmann, K., Harris, I.M., Edwards, R.T., Day, G.A.S., Tomos, A.D., Cowell, S.J. and D.L. Jones. 2008. Testing the assertion that 'local food is best': the challenges of an evidence-based approach. *Trends in Food Science & Technology* 19: 265 – 274.
- Finnveden, G, Hauschild, MZ, Ekvall, T, Guinée, J, Heijungs, R, Hellweg, S, Köhler, A, Pennington, D & Sangwon, S 2009, 'Recent developments in Life Cycle Assessment' *Journal of Environmental Management*, vol 91, no. 1, pp. 1-21., <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2009.06.018>
- Galli, A., Wiedmann, T., Ercin, E., Knoblauch, D., Ewing, B. and S. Giljum. 2012. Integrating ecological, carbon and water footprint into a "Footprint Family" of indicators: definition and role in tracking human pressure on the planet. *Ecological indicators* 16: 100 – 112.
- Gustavsson, J., Cederberg, C., Sonesson, U., Van Otterdijk, R. and A. Meybeck. 2011. Global food losses and food waste. Rome: Food and Agriculture Organisation (FAO) of the United Nations.
- Harmelink, M., Bosselaar, L., Gerdes, J., Boonekamp, P., Segers, R., Pouwelse, H. en M. Verdonk. 2012. Berekening van de CO₂-emissies, het primair fossiel energieverbruik en het rendement van elektriciteit in Nederland. Een gezamenlijke publicatie van Agentschap NL, Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN) en Planbureau voor de Leefomgeving (PBL).
- Hawkins, T.R., Singh, B. Majeau-Bettez, G. and A.H. Strømman. 2013. Comparative Environmental Life Cycle Assessment of Conventional and Electric Vehicles. *Journal of Industrial Ecology* Volume 17, Issue 1, pages 53–64, February 2013.
- IPCC. 2007. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, Cambridge University Press.
- Kramer, K.J. 2000. Food matters : on reducing energy use and greenhouse gas emission from household food consumption. PhD dissertation, University of Groningen.

- Marinussen, M., Kramer, G., Pluimers, J. en H. Blonk. 2012. De milieudruk van ons eten. Een analyse op basis van de voedselconsumptiepeiling 2007 – 2010. Gouda: Blonk Milieu Advies.
- Milieu Centraal, 2013. Thema's; Milieubewust eten; voedselverspilling voorkomen; milieubelasting van voedselverspilling. <http://www.milieucentraal.nl/thema's/thema-1/milieubewust-eten/voorkom-voedselverspilling/> (bezoekt op 17 april 2013).
- Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. 2009. Nota Duurzaam Voedsel. Naar een duurzame consumptie en productie van ons voedsel. Den Haag, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.
- Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. 2010. Factsheet Voedselverspilling: Mei 2010. Den Haag, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.
- Mombarg, H.F.M., Kool, A., Corré, W.J., Langeveld, J.W.A. en W. Sukkel. 2003. De Telen met Toekomst Energie- en Klimaatmeetlat. Methodiek en rekenregels. Wageningen, Plant Research International B.V.
- Nijdam, .D.S. and H.C. Wilting. 2003. Environmental load due to private consumption; Milieudruk consumptie in beeld (RIVM rapport 7714040004), 78 p in Dutch.
- Olino Duurzame Energie. 2008. Overzicht elektrische bedrijfswagens. <http://www.olino.org/articles/2008/06/01/elektrische-bedrijfswagens> (bezoekt op 03 juli 2013).
- Pilkes, J. en T. Vogelzang. 2005. Transportbesparing en verminderde milieubelasting bij de productie en distributie van streekproducten. Rapportage Koepelproject Streekproducten (ACB/ACD 03.045), bijlage 5.
- Pluimers, J. and H. Blok. 2011. Methods for quantifying the environmental and health impacts of food consumption patterns. Gouda: Blonk Milieu Advies.
- Pretty, J.N., Ball, A.S., Lang, T. and J.I.L. Morison. 2005. Farm costs and food miles: An assessment of the full cost of the UK weekly food basket. Food Policy (2005).
- Röös, E., Sundberg, C. and P. Hansson. 2010. Uncertainties in the carbon footprint of food products: a case study on table potatoes. International Journal of Life Cycle Assessment 15: 478 – 488.
- Smith, A., Watkiss, P., Tweddle, G., McKinnon, A., Browne, M., Hunt, A., Treleven, C., Nash, C. and S. Cross. 2005. The Validity of Food Miles as an Indicator of Sustainable Development: Final report produced for DEFRA. ED50254, Issue 7. Oxfordshire, AEA Technology Environment.
- Snels, J. en N. Wassenaar. 2010. Maaltijdservice Máx à la Carte. Objectivering van de wijze van uitserveren van maaltijden binnen Máxima Medisch Centrum. Wageningen: Agrotechnology and Food Sciences Group.
- Sukkel 2010. Naar een klimaatvriendelijke biologische voedselketen. Verkenning van mogelijkheden voor de Nederlandse biologische landbouw 42 pagina's. Uitgave Lelystad: Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Business Unit Akkerbouw, Groene ruimte en Vollegrondsgroenten, 2010
- Sukkel, W., Stilma, E. en J.E. Jansma. 2010. Verkenning van de milieueffecten van lokale productie en distributie van voedsel in Almere. Energieverbruik, emissie van broeikasgassen en voedselkilometers. Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO), PPO Publicatienummer 392.
- Voort, M. van der. 2008. Energiegebruik en broeikasgasemissies in de biologische keten. Een literatuuronderzoek naar verschillen in prestaties tussen biologische en gangbare landbouw. Wageningen: Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, PPO Publicatienummer 32500744.
- Voort, M van de en B. Luske. 2009. Energie en broeikasgasemissies in de keten - Quick Scan energie en broeikasgasemissies; - Supermarkt vs. Webwinkel. Lelystad PPO agv. PPO 3250117808, 21 pp
- Van Hauwermeieren, A., Coene, H., Engelen, G. and E. Mathijs. 2007. Energy Lifecycle Inputs in Food Systems: A Comparison of Local versus Mainstream Cases. Journal of Environmental Policy & Planning 9 (1), 31 – 51.

Van Wijk, K. en E. Stilma. 2011. LCA-analyse aardappel en pompoen. Vergelijking duurzaamheid en milieuvriendelijkheid van biologische aardappel en pompoen. Nederlandse teelt & bewaring versus import. Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO), PPO Publicatienummer 32501961.

Ykovleva, N. 2007. Measuring the sustainability of the food supply chain: a case study of the UK. *Journal of Environmental Policy & Planning* 9 (1), 75 – 100.

InternetBron:

<http://www.grimsby.ac.uk/documents/defra/sectrep-transport.pdf>

