



Naar een klimaatneutrale regionale voedselketen

Een inventarisatie van de mogelijkheden voor gebiedscoöperatie Oregional in de regio Arnhem - Nijmegen

Marcel Vijn, Marcel van der Voort en Wijnand Sukkel

rapport 362
januari 2021



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Wetenschapswinkel

Naar een klimaatneutrale regionale voedselketen

Een inventarisatie van de mogelijkheden voor gebiedscoöperatie Oregional in de regio Arnhem - Nijmegen

Marcel Vijn, Marcel van der Voort en Wijnand Sukkel

rapport 362
januari 2021

Colofon

Titel	Naar een klimaatneutrale regionale voedselketen
Trefwoorden	klimaatneutraal, broeikasgasemissies, korte voedselketen
Keywords	climate neutral, greenhouse gas emissions, short food chain
Opdrachtgever	Gebiedscoöperatie Oregional
Projectuitvoering	Marcel Vijn, Marcel van der Voort en Wijnand Sukkel
Projectcoördinatie	Marcel Vijn
Financiële ondersteuning	Wageningen Wetenschapswinkel
Begeleidingscommissie	Lèneke Pfeiffer Marcel Vijn Wijnand Sukkel Marcel van der Voort Bas Janssens Gerard Titulaer Han Derckx Drees Peter van den Bosch René de Bruin Ton Verhoeven Marien Borgstein Gerard van Duren

Fotoverantwoording	De foto's, kaartjes en figuren zijn vervaardigd door de auteurs of de meewerkende studenten, tenzij anders aangegeven
Vormgeving	Wageningen University & Research, Communication Services
Druk	RICOH, 's-Hertogenbosch
Bronvermelding	Verspreiding van het rapport en overname van gedeelten eruit worden aangemoedigd, mits voorzien van deugdelijke bronvermelding
ISBN	978-94-6395-646-8
DOI	https://doi.org/10.18174/536793

Wageningen, Wetenschapswinkel rapport 362

Naar een klimaatneutrale regionale voedselketen

Een inventarisatie van de mogelijkheden voor gebiedscoöperatie Oregional in de regio Arnhem - Nijmegen

Rapportnummer 362

Marcel Vijn, Marcel van der Voort en Wijnand Sukkel

Wageningen, januari 2021

Gebiedscoöperatie Oregional

Oregional is een coöperatieve vereniging van boeren in de regio Arnhem - Nijmegen. Oregional verkoopt producten van de aangesloten leden rechtstreeks aan afnemers zoals horeca, zorginstellingen en bedrijfscaterers in dezelfde regio.

Wageningen Plant Research

Postbus 430
8200 AK Lelystad
0320 291111

Wageningen Plant Research is onderdeel van Wageningen University & Research. Binnen WPR doet Open Teelten onderzoek naar duurzame landbouwsystemen.

Wageningen University & Research Wetenschapswinkel

Postbus 9101
6700 HB Wageningen
(0317) 48 39 08
wetenschapswinkel@wur.nl

Maatschappelijke organisaties zoals verenigingen en belangengroepen, die niet over voldoende financiële middelen beschikken, kunnen met onderzoeksvragen terecht bij de Wageningen Wetenschapswinkel. Deze biedt ondersteuning bij de realisatie van onderzoeksprojecten. Aanvragen moeten aansluiten bij de werkgebieden van Wageningen University & Research: duurzame landbouw, voeding en gezondheid, een leefbare groene ruimte en maatschappelijke veranderingsprocessen.

Inhoud

Voorwoord	7
Samenvatting	9
Summary	11
1 Inleiding	13
1.1 Achtergrond	13
1.2 Opzet en aanpak	13
2 Leveranciers en coöperatieleden	15
2.1 Inleiding	15
2.2 Plantaardige keten	15
2.2.1 Hogere/stabiele productie per hectare	15
2.2.2 Lagere en/of alternatieve teeltinputs per hectare	16
2.2.3 Bewaring en verwerking op het bedrijf	17
2.3 Dierlijke keten	18
2.3.1 Hogere productie per dier	19
2.3.2 Lagere en/of alternatieve inputs per dier	19
2.3.3 Verwerking op het bedrijf	20
2.4 Koolstofopslag	21
2.4.1 Koolstofopslag in de bodem	21
2.4.2 Koolstofopslag in houtige gewassen	21
2.5 Certificatie en ondersteunende instrumenten	21
2.5.1 On the way to PlanetProof	21
2.5.2 Cool Farm Tool	22
3 Andere onderdelen van de keten	23
3.1 Inleiding	23
3.2 Productassortiment Oregional	23
3.2.1 Plantaardig versus dierlijk	24
3.2.2 Nederlands versus buitenlands product	24
3.2.3 Seizoensgebonden versus jaarrond	25
3.3 Opslag en verwerking	25

3.4	Verpakking	25
3.5	Transport	26
3.6	Voedselverliezen	26
4	Huidige broeikasgasemissie Oregional	27
5	Conclusies en aanbevelingen	29
5.1	Leveranciers en coöperatieleden	29
5.2	Andere onderdelen van de keten	30
5.3	Oregional	30
	Literatuur	33

Voorwoord

In hun Gebiedscoöperatie Oregional werken boeren en tuinders in de regio Nijmegen/Arnhem al ruim tien jaar samen. Oregional verkoopt producten van de aangesloten leden rechtstreeks aan afnemers binnen de regio. Tot begin 2020 leverde Oregional uitsluitend aan de B2B-markt (o.a. ziekenhuizen, zorginstellingen horeca, bedrijfsrestaurants, onderwijsinstellingen), maar sinds april 2020 ook rechtstreeks aan consumenten.



De boeren en tuinders verenigd in Oregional hebben de afgelopen jaren met succes een korte voedselketen opgezet, waarmee een goede uitgangssituatie is bereikt om stappen te zetten naar een duurzaam circulair voedselsysteem.

Oregional wil onderscheidende producten afzetten, duurzaam (klimaatneutraal) en met een eigen, met de regio verbonden identiteit, producten met een duidelijke meerwaarde.

Samen met de diverse ketenpartijen en met name met onze afnemers/consumenten willen we een klimaatneutrale circulaire voedselketen in 2025 in ons werkgebied realiseren. Oregional richt zich op een maatschappelijk en houdbaar voedselsysteem met nieuwe verbindingen tussen boeren en burgers, tussen stad en land, op een circulair voedselsysteem gebaseerd op regionale korte ketens en kringlooplandbouw.

Door middel van haar project "**Klimaatneutrale circulaire voedselketen Arnhem/Nijmegen**" wil Oregional stapsgewijs een klimaatneutrale circulaire voedselketen (voedselproductie, verwerking, distributie, retail/horeca en consumenten) in de regio Arnhem/Nijmegen realiseren.

De doelen die Oregional de komende jaren wil verwezenlijken, zijn:

1. Realisatie van een **circulaire voedselsysteem op basis van kringlooplandbouw** in de regio Arnhem/Nijmegen gericht op stapsgewijze vergaande verlaging van o.a. de uitstoot van broeikasgassen, kwaliteitsversterking natuur en landschap (natuurinclusief), verbetering biodiversiteit en bodemkwaliteit, vermindering emissies, minder verspilling en meer (her)gebruik reststromen.
2. **Versterking van de economische positie van boeren/tuinders** in de korte-voedselketen, zodat zij in de kringlooplandbouw een goed inkomen kunnen verdienen, waardoor de continuïteit van de bedrijven op langere termijn wordt gewaarborgd.
3. Door het vergroten van de onderscheidende kenmerken van regionale (Oregional) producten met betrekking tot o.a. duurzaamheid en regionale verbondenheid willen we hogere (eerlijke) prijzen realiseren, alsook afzet en marktaandeel vergroten. We willen daarbij de maatschappelijke betekenis van een duurzame voedselketen (voedsel) in beeld brengen en communiceren naar afnemers/consumenten.
4. Realisatie van **nieuwe verbindingen tussen boeren/tuinders en burgers/afnemers** gericht op herstel van de waarde(n) en waardering voor duurzaam en gezond voedsel. De afstand tussen de primaire producenten en burgers moet veel kleiner worden en burgers/afnemers moeten betrokken worden en zich medeverantwoordelijk voelen voor een houdbaar voedselsysteem.

Met het onderzoek "Naar een klimaatneutrale regionale voedselketen" zet de Gebiedscoöperatie Oregional een eerste stap in haar meerjarige aanpak. Met behulp van de resultaten van deze studie hebben we handvatten om samen met onze leden/leveranciers en andere partners in de keten te komen tot een klimaatneutrale bedrijfsvoering.

Gerard Titulaer
Voorzitter Gebiedscoöperatie Oregional

“Oregional brengt de regio op je bord”

Waarom voedsel van ver halen als dichtbij het meest vers, snel en persoonlijk is? Oregional zorgt voor verse ingrediënten rechtstreeks van het land van dichtstbijzijnde boeren rondom Arnhem, Nijmegen en de Liemers. Wij willen vers eten uit de regio makkelijk en betaalbaar maken. Oregional is het antwoord op de identiteitsloze voedselproductie. We laten zien waar, hoe en door wie de producten worden gemaakt. Onze streekproducten worden direct van het land verkocht, zonder tussenkomst van een retailer. De korte keten is eerlijk voor zowel boer als eindgebruiker. We bieden een totaalassortiment van verse groenten, fruit, maar ook vlees, zuivel, kaas en eieren. Allemaal van dichtbij, duurzaam voor een goede prijs, met gemak van snelle levering.

Samenvatting

Oregional is een coöperatieve vereniging van (biologische en gangbare) boeren in de regio Arnhem - Nijmegen. Oregional verkoopt producten van de aangesloten leden rechtstreeks aan afnemers zoals horeca, zorginstellingen en bedrijfscaterers in dezelfde regio (regionaal is hier gedefinieerd als binnen een straal van 50 km in de regio Arnhem - Nijmegen). Oregional heeft een breed assortiment verse en houdbare producten. Een deel van de producten is afkomstig van bij de gebiedscoöperatie aangesloten leden en een deel wordt bij niet-leden, zogenaamde leveranciers, ingekocht.

Het onderzoek heeft tot doel te komen tot aanbevelingen voor Oregional voor het realiseren van een klimaatneutrale regionale voedselketen.

Geconcludeerd kan worden dat de wens voor een volledig klimaatneutrale voedselketen op korte termijn niet haalbaar is. Er kan wel een aantal stappen worden gezet richting een klimaatneutrale voedselketen. Deze zijn in volgorde van effectiviteit:

1. Vermindering verkoop vleesproducten en stimuleren vleesvervangers

In samenspraak met afnemers en consumenten kan een verschuiving naar meer plantaardige producten en/of vlees vervangers worden verkend;

2. Gebruik en productie duurzame energie

Een makkelijke eerste stap is de inkoop van 100% duurzame energie en waar mogelijk zoveel mogelijk eigen productie van duurzame energie, waarbij idealiter een mix van zonne- en windenergie wordt nagestreefd. Uit een 'sigarendoosberekening' blijkt dat het plaatsen van één windturbine van 3 à 4 MW genoeg is om de totale uitstoot van broeikasgasemissies door Oregional te compenseren;

3. Maatregelen bij leveranciers en/of coöperatieleden

Oregional kan bij haar coöperatieleden of leveranciers eisen stellen aan de productiewijzen of ze gebruik laten maken van keurmerken zoals 'On the way to PlanetProof'.

4. Vermindering voedselverliezen

Beperk zoveel mogelijk de voedselverliezen in de keten door middel van korte doorlooptijd, goed voorraadbeheer, regelmatige beleving, een goede koeling in de keten en balans tussen reductie van verpakking en producthoudbaarheid door verpakking. Stimuleer het tegengaan van voedselverliezen bij afnemers. Dit kan door met klanten mee te denken over hun voorraden en samen met klanten specifiek op hen toegesneden producten te ontwikkelen;

5. Vervoer Oregional

Het verduurzamen van het vervoer van producten kan op twee manieren. Allereerst het vervangen van diesel- en/of benzine-aandrijving door elektrische aandrijving. Als tweede door in de logistiek te streven naar een zo hoog mogelijke beladingsgraad met zo min mogelijk kilometers;

6. Verpakking Oregional

Het gebruik van statiegeldverpakkingen, zoals pool-fust, zorgt voor meermalig gebruik van verpakkingen. Andere opties zijn het minimaliseren van het gebruik van (verpakkings-)materiaal, het gebruik van duurzaam materiaal en de keuze voor recyclebaar materiaal;

7. Vastlegging van koolstof in hout en in de bodem

Naast zonnepanelen en windenergie kan ook gekozen worden voor koolstofopslag via bosbouw voor bouw materiaal en voor koolstofopslag in de bodem. Elf hectare bosbouw voor bouw materiaal is genoeg om de totale uitstoot van broeikasgasemissies door Oregional te compenseren.

Summary

Oregional is a cooperative association of (organic and conventional) farmers in the Arnhem - Nijmegen region. Oregional sells products of the affiliated members directly to customers such as the catering industry, healthcare institutions and corporate caterers in the same region (regionally is defined here as within a radius of 50 km in the Arnhem - Nijmegen region). Oregional has a wide range of fresh and non perishable products. Some of the products come from members affiliated to the cooperative and some are purchased from non-members, so-called suppliers.

The aim of the research project is to make recommendations for Oregional for the realisation of a climate neutral regional food chain.

It can be concluded that the aim for a fully climate-neutral food chain is not feasible in the short term. However, a number of steps can be taken towards a climate neutral food chain. These are in order of effectiveness:

1. **Reducing sales of meat products and encouraging meat substitutes**

A shift to more vegetable products and/or meat substitutes can be explored via consultation with buyers and consumers;

2. **Use and production of sustainable energy**

An easy first step is the purchase of 100% sustainable energy and, where possible, the own production of sustainable energy, ideally aiming for a mix of solar and wind energy. A "back-of-the-envelope calculation" shows that installing one wind turbine of 3 to 4 MW is enough to offset the total greenhouse gas emissions of Oregional;

3. **Regulations for suppliers and/or cooperative members**

Oregional can impose requirements on the production methods of its cooperative members or suppliers or have them use quality marks such as 'On the way to PlanetProof';

4. **Food waste reduction**

Limit food waste in the chain as much as possible. Short lead times, good stock management, regular deliveries, cooling throughout the chain. Finding the balance between packaging reduction and increasing product shelf life through packaging. Encourage consumers to combat food waste. This can be done by listening to customers regarding their stocks and developing products specifically tailored to them together with customers;

5. **Oregional transport**

There are two ways to make the transport of products more sustainable. First of all, replace diesel and/or petrol drive with electric drive. Secondly is to strive for the highest possible load factor with as few kilometres as possible;

6. **Oregional packaging**

The use of packaging with paid-deposits on, such as with beer bottles, ensures the multiple use of packaging. Other options are minimising the use of (packaging) material, the use of sustainable material and choosing material that can be recycled;

7. **Carbon sequestration in wood and in the soil**

In addition to solar panels and wind energy, it is also possible to opt for using carbon storage via forestry for building materials and for carbon storage in the soil. Eleven hectares of forestry for construction material is enough to offset the total greenhouse gas emissions from Oregional.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Oregional is een coöperatieve vereniging van (biologische en gangbare) boeren in de regio Arnhem - Nijmegen. Oregional verkoopt producten van de aangesloten leden rechtstreeks aan afnemers zoals horeca, zorginstellingen en bedrijfscaterers in dezelfde regio (regionaal is hier gedefinieerd als binnen een straal van 50 km in de regio Arnhem - Nijmegen). Oregional heeft een breed assortiment verse en houdbare producten. Een deel van de producten is afkomstig van bij de gebiedscoöperatie aangesloten leden en een deel wordt bij niet-leden, zogenaamde leveranciers, ingekocht. Zie ook <https://www.oregional.nl/>.

In dit onderzoek gaan Wageningse wetenschappers en studenten samen op zoek naar antwoorden op de volgende vragen:

- Wat is de energie-input en de uitstoot van broeikasgassen in de verschillende schakels (productie, transport, verwerking) van de voedselketen?
- Welke verlaging van de energie-input en de uitstoot van broeikasgassen is haalbaar/realistisch bij boeren en tuinders? Welke veranderingen zijn daarvoor nodig bij de agrarische producenten?
- Welke verlaging van de energie-input en de uitstoot van broeikasgassen is haalbaar in de overige schakels van een regionale keten en wat is daarvoor nodig?
- Hoe kan aansprekend, simpel en overtuigend over een verlaging van de energie-input en de uitstoot van broeikasgassen worden gecommuniceerd met afnemers-consumenten? Wat kan de rol van een vignet/keurmerk/logo daarbij zijn?

Dit onderzoek heeft tot doel te komen tot aanbevelingen voor Oregional voor een klimaatneutrale bedrijfsvoering. Hierbij wordt zoveel mogelijk gezocht naar concrete maatregelen. Naast deze maatregelen voor leveranciers en coöperatielieden zijn er ook maatregelen voor productassortiment, opslag en verwerking, verpakking, transport en voedselverliezen uitgewerkt. Dit alles om tot een klimaatneutrale regionale voedselketen te komen.

1.2 Opzet en aanpak

De aanpak van het project en de opzet van het rapport zijn op eenzelfde wijze gedaan. De eerste stap is een verkenning van de klimaatimpact bij leveranciers en coöperatielieden. Omdat we in het kader van dit onderzoek niet de middelen hebben om voor leveranciers en coöperatielieden de broeikasemissies te berekenen, zijn we hier uitgegaan van cijfers uit de literatuur. Wel is er door studenten van Wageningen Universiteit een LC-analyse uitgevoerd voor een melkveebedrijf dat coöperatielid is van Oregional. Het is dus mogelijk dat Oregional meer of minder broeikasgasemissies veroorzaakt a.d.h.v. de wijze van produceren bij coöperatielieden en/of leveranciers. De tweede stap is een verkenning van potentiële besparingen in de broeikasgasemissies.

Dezelfde twee stappen zijn ook gevolgd voor de andere onderdelen in de keten waar Oregional invloed op kan uitoefenen. Dus tot aan de deur van de afnemer. Een uitzondering vormen het productassortiment en voedselverliezen bij afnemers waar Oregional invloed op kan hebben.

Daarna is een globale berekening (een zogenaamde sigarendoosberekening) van de huidige impact op het klimaat voor Oregional uitgevoerd.

Tot slot is een aantal aanbevelingen geformuleerd voor zowel het beperken als het compenseren van broeikasgasemissies door leveranciers en coöperatielieden en op het gebied van productassortiment, opslag en verwerking, verpakking, transport en voedselverliezen.

Uit Sukkel (2010) is de volgende definitie van klimaatneutraal overgenomen: "Klimaatneutraal betekent dat, via een transparant proces van het vaststellen van emissies, reductie van deze emissies en compensatie van de overblijvende emissies, de netto berekende broeikasgasemissies gelijk zijn aan nul".

De berekening van broeikasgasemissies (de belangrijkste zijn naast CO₂ – koolstofdioxide, methaan en lachgas) binnen de landbouw kent een aantal belangrijke kanttekeningen. De berekening van een aantal emissieposten kent een grote onnauwkeurigheid. Dit geldt bijvoorbeeld voor de berekening van methaanemissies uit koeien en mest, de berekening van lachgasemissies uit mest en bodem en de berekening van CO₂-emissies door afbraak van bodemorganische stof. Verder worden door nieuwe inzichten regelmatig aanpassingen in emissiefactoren en/of berekeningswijze voorgesteld. Wel verschaffen broeikasgasemissieberekeningen een goede basis voor inzicht in de belangrijkste emissiebronnen op het agrarisch bedrijf en in de keten (Sukkel, 2010).

2 Leveranciers en coöperatieleden

2.1 Inleiding

In een eerdere studie voor Oregional is berekend dat de primaire productie, d.w.z. de leveranciers en coöperatieleden van Oregional, circa 40% van de broeikasgasemissies veroorzaakt en 27% van het fossiel energieverbruik van de gehele voedselketen voor zijn rekening neemt (Sukkel *et al.*, 2014).

Binnen de primaire productie zijn er grote verschillen in broeikasgasemissie. Deze verschillen worden bepaald door het type product (bijvoorbeeld plantaardig of dierlijk), de productiemethode en de seizoengebondenheid (open teelt, glastuinbouw of uit bewaring) (Dutilh and Kramer, 2000)..

Ingrepen in de bedrijfsvoering, bijvoorbeeld vermindering van emissies bij bemesting, kunnen een effect hebben op de opbrengst. Een lagere opbrengst geeft dan weer een hogere emissie per eenheid product. De Haan *et al.* (2007) stellen dat er derhalve geen ideale mix aan maatregelen te benoemen is. Tevens wordt gesteld dat een aantal bronnen moeilijk te beïnvloeden is, met name veehouderij (methaanemissie) en bemesting (luchgasemissie).

De focus op klimaatneutraal kan andere duurzaamheidsaspecten als bijvoorbeeld biodiversiteit, klimaat adaptatie en diervriendelijkheid negatief beïnvloeden. Bijvoorbeeld het wat langzamer laten opgroeien en meer bewegingsruimte van slachtvarkens leidt tot een grotere voerbehoefte om tot een bepaald gewicht te komen. Dit zorgt voor een hogere broeikasgasemissie per kg vlees. Hier staat diervriendelijkheid dus op gespannen voet met een lage broeikasgasemissie per eenheid product. Een ander voorbeeld is dat het achterwege laten van de toepassing van insecticiden in de teelt, kan leiden tot een hogere biodiversiteit. Maar het achterwege laten van een insecticidebespuiting kan ook weer leiden tot opbrengstderving hetgeen de broeikasgasemissie per kg product weer verhoogt. Hiermee wordt duidelijk dat een eenzijdige focus op de reductie van broeikasgasemissies ten koste kan gaan van andere duurzaamheidsdoelstellingen als diervriendelijkheid en biodiversiteit.

Er zijn ook positieve koppelingen. Het beperken van het aantal voedselkilometers bijvoorbeeld geeft én een reductie van (fossiel) energieverbruik én tegelijkertijd een reductie van fijnstofemissie, van geluidsoverlast, verkeersongelukken etc.

2.2 Plantaardige keten

In deze paragraaf gaan we nader in op een aantal aspecten die van invloed zijn op de broeikasgasemissies van primaire producenten, d.w.z. leveranciers en coöperatieleden van Oregional.

2.2.1 Hogere/stabiele productie per hectare

De gewasopbrengsten per hectare is in grote mate bepalend voor de uitstoot aan broeikasgassen per kilogram product (Tabatabaie *et al.*, 2016 en Van der Voort *et al.*, 2012). Het effect van bijvoorbeeld misoogsten, uitval door ziektes en plagen is hierdoor groot. In Van der Voort *et al.* (2012) blijkt uit statistische analyse dat de opbrengst en de N-bemesting een grote invloed hebben op de klimaatprestaties. Het realiseren van een goede opbrengst speelt daarom een grote rol in klimaatneutrale teelten.

Een keerzijde is dat een te eenzijdige focus op opbrengsten mogelijk ongewenste effecten op andere duurzaamheidsaspecten geeft. Voorbeelden hierbij zijn emissies van nutriënten en pesticiden naar het milieu, negatieve effecten op biodiversiteit of lagere weerbaarheid en veerkracht van het productiesysteem.

Sukkel (2010) stelt dat een grotere biodiversiteit in het bedrijfssysteem zorgt dat het bedrijf beter bestand is tegen klimaatverandering. Een grotere diversiteit aan gewassen bijvoorbeeld in de vorm van agroforestry (zie ook paragraaf 2.4.2) is een vorm van risicospreiding. Agroforestry kan de ziekte- en plaagdruk verlagen, productiviteit en bedrijfsinkomen verbeteren (Lasco *et al.*, 2014). Agroforestry legt tevens CO₂ vast en draagt op die manier bij aan klimaatmitigatie.

2.2.2 Lagere en/of alternatieve teeltinputs per hectare

De uitstoot aan broeikasgassen wordt per kilogram product gemeten. De inzet van teeltinputs zoals meststoffen en gewasbescherming heeft een direct effect hierop. Een aantal maatregelen is hieronder per teeltinput benoemd.

2.2.2.1 Uitgangsmateriaal

Voor een aantal gewassen, zoals bijvoorbeeld aardappels, aardbeien, broccoli en bloemkool wordt uitgangsmateriaal ingekocht. Afhankelijk van de opkweekwijze van uitgangsmateriaal kan de bijdrage aan de broeikasgasemissie aanzienlijk zijn (Bos *et al.*, 2007). De grote verschillen worden vooral bepaald of het plantmateriaal is opgekweekt in een verwarmde kas of een koude kas.

Uitgangsmateriaal in met name vollegrondsgroententeelten levert een aanzienlijke bijdrage aan de broeikasgasemissie van deze teelten. In veel vollegrondsgroententeelten wordt aangekocht plantmateriaal gebruikt. Het uitgangsmateriaal is veelal afkomstig van externe partijen. Een aanbeveling is om klimaatvriendelijke opkweek als criteria bij inkoop op te nemen. Een andere optie is te kiezen voor een teeltwijze waarbij geen opkweek van plantmateriaal in een verwarmde kas noodzakelijk is.

2.2.2.2 Meststoffen

De inzet van meststoffen veroorzaakt naast CO₂-emissie ook broeikasgasemissies in de vorm van methaangas en lachgas. De inzet van stikstof uit zowel dierlijke mest als uit kunstmest zorgt, door afbraak in de bodem, voor lachgasemissie. Lachgas is een sterker broeikasgas dan CO₂. De inzet van dierlijke mest wordt gekenmerkt door een groot volume, waardoor transport en de transportafstand een belangrijke rol spelen (Van der Voort *et al.*, 2012). Het verhogen van de nutriëntenefficiëntie (zoveel mogelijk opbrengst per eenheid toegediend nutriënt) kan een aanzienlijke bijdrage leveren aan een klimaatneutrale teelt.

Een andere aanbeveling is de beperking van kunstmestgebruik (RVO, 2018). De productie van kunstmest, met name stikstofkunstmest, vergt veel energie (Jensen and Kongshaugh, 2003). Hierdoor is de indirecte bijdrage groot. Het toepassen van dierlijke mest draagt bij aan de opbouw van organische stof in de bodem (Sukkel, 2010). Meer organische stof in de bodem draagt bij aan vermindering van broeikasgasemissies. Toepassing van dierlijke mest is lastiger stuurbaar dan kunstmest in relatie tot vermindering van lachgasemissies. Aandacht voor duurzaam bodembeheer vormt hierin een belangrijke pijler om koolstofopbouw in de bodem te verhogen en lachgasemissie te verminderen (Sukkel, 2010).

2.2.2.3 Gewasbescherming

Uit diverse studies blijkt dat de directe impact van het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen (emissies die te maken hebben met de productie en het verspuiten van gewasbeschermingsmiddelen) op klimaat (broeikasgassen) beperkt is (Gołaszewski *et al.*, 2012 en Goossens *et al.*, 2017). Indirect kan het achterwege laten van de toepassing van gewasbeschermingsmiddelen wel voor een verhoging van broeikasgasemissies per eenheid product zorgen doordat er opbrengstderving door schade van ziekten en plagen optreedt. De verlaging van de emissie door het niet toepassen van een gewasbeschermingsmiddel weegt in de meeste gevallen bij lange na niet op tegen de verhoogde broeikasgasemissie door opbrengstderving veroorzaakt wordt. Vanuit het oogpunt van verminderen van broeikasgasemissies per eenheid product is het in de meeste gevallen dus niet verstandig om veel risico's op opbrengstderving te nemen door het achterwege laten van behandelingen met gewasbeschermingsmiddelen.

2.2.2.4 Energie

Het energieverbruik is een belangrijk onderdeel in de broeikasgasemissie. Uit Gołaszewski *et al.* (2012) blijkt dat wanneer lachgasemissie uit de bodem niet worden meegerekend het diesilverbruik de grootste bijdrage levert in broeikasgasemissies van akkerbouwteelten. Voor fruitteelt, appels en peren komt ruim 50% van de broeikasgasemissie uit energieverbruik. Voor de fruitteelt betreft dit diesel en elektriciteit (Figueiredo *et al.*, 2013). Veel energieverbruik is diesel voor mechanisatie (tractoren e.d.). Het besparen van diesel of de vervanging van elektriciteit uit kolen en gas door elektriciteit uit zon en wind zorgt voor minder broeikasgasemissies.

Voor akkerbouw geldt dat het energiegebruik vooral bestaat uit het gebruik van diesel voor mechanisatie. Elektriciteit en aardgas vormen een klein deel van het resterende energiegebruik op akkerbouw bedrijven (Van der Voort *et al.*, 2019). Uit deze studie blijkt tevens dat grondbewerking en oogstwerkzaamheden zorgen voor het grootste verbruik. Opties als niet-kerende grondbewerking kunnen daarom bijdragen aan vermindering van het energieverbruik.

Er zijn voor de plantaardige sectoren een aantal aanbevelingen voor energiebesparing vanuit RVO:

- [Energiebesparing voor u als akkerbouwer \(link\)](#)
- Energiebesparing voor u als groenteteler
- [Energiebesparing voor u als fruitteler](#)

Daarnaast zijn er een aantal aanbevelingen per plantaardige sectoren voor duurzame energie tevens vanuit RVO:

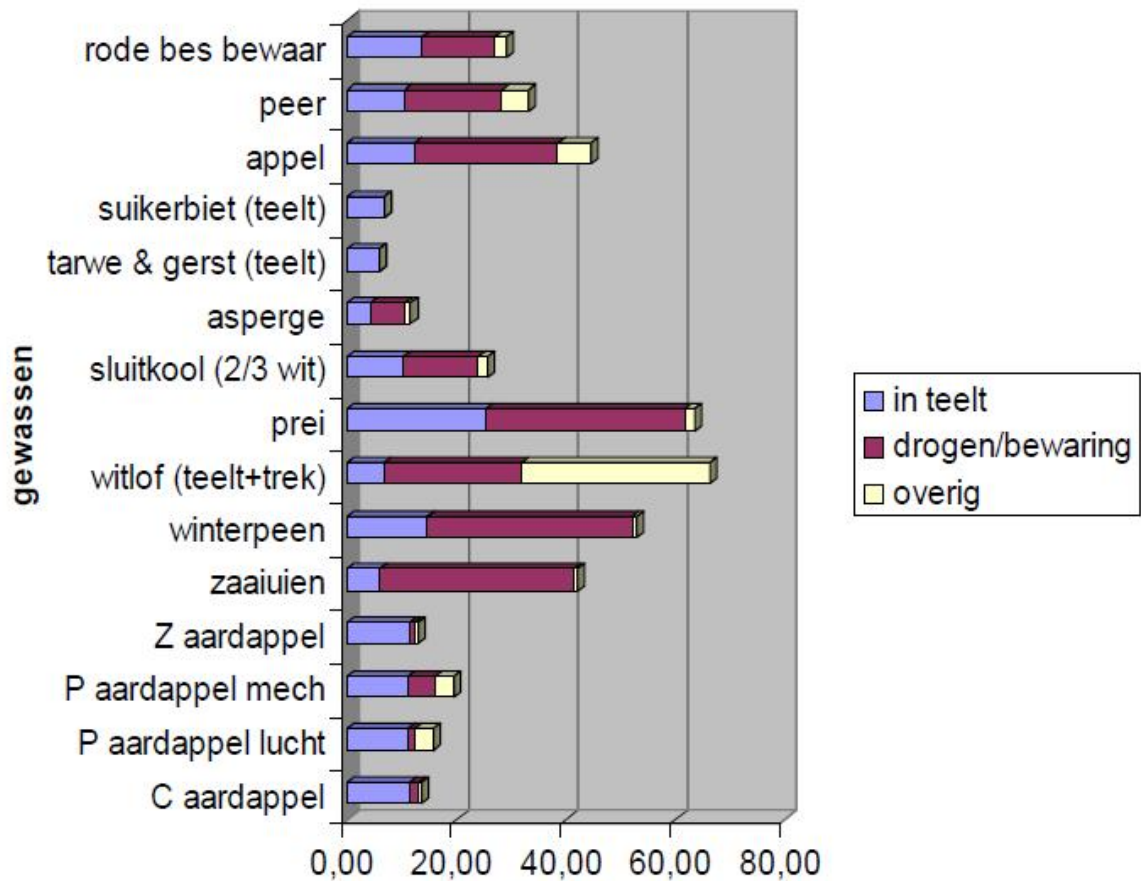
- [Duurzame energieproductie voor u als akkerbouwer \(link\)](#)
- [Duurzame energieproductie voor u als groenteteler \(link\)](#)
- [Duurzame energieproductie voor u als fruitteler \(link\)](#)

Met het zelf produceren van energie kan een grote bijdrage aan de reductie van broeikasgasemissies worden gerealiseerd omdat energieproductie het energieverbruik op het bedrijf kan compenseren en omdat bij een netto overproductie van energie dit als compensatie van andere broeikasgasemissies kan worden gebruikt. Met name in de primaire sector is ruimte beschikbaar voor zonne- en windenergie (Terbijhe *et al.*, 2010).

2.2.3 Bewaring en verwerking op het bedrijf

In Kamp *et al.* (2010) is voor verschillende gewassen uitgewerkt wat het energieverbruik per teelt is. Uit deze studie blijkt tevens welke producten op het primaire bedrijf worden bewaard en verwerkt. Met name aardappels, uien, winterpeen, witlof (pennen), sluitkool, appels, peren en klein fruit zoals rode bes worden op het agrarisch bedrijf bewaard. Verder blijkt uit Kamp *et al.* (2010) dat aardappels, witlof (trek), sluitkool en prei op het agrarisch bedrijf worden verwerkt.

De langdurige opslag van bijvoorbeeld appels en peren maar ook van uien en aardappels zorgt voor een aanzienlijk deel van het energieverbruik. Voor fruitteelten kan dit ruim 30% van de broeikasgasemissie betreffen (Figueiredo *et al.*, 2013).



Bron: Kamp et al, 2010 (Energieverbruik in teelt en naoogstfase in GigaJoule per hectare)

Uit de tabel blijkt dat het energieverbruik voor bewaring van bijvoorbeeld prei relatief hoog is t.o.v. van het energieverbruik tijdens de teelt. (In de post overig zitten bewerkingen zoals sorteren van aardappelen en het trekken van witlof.)

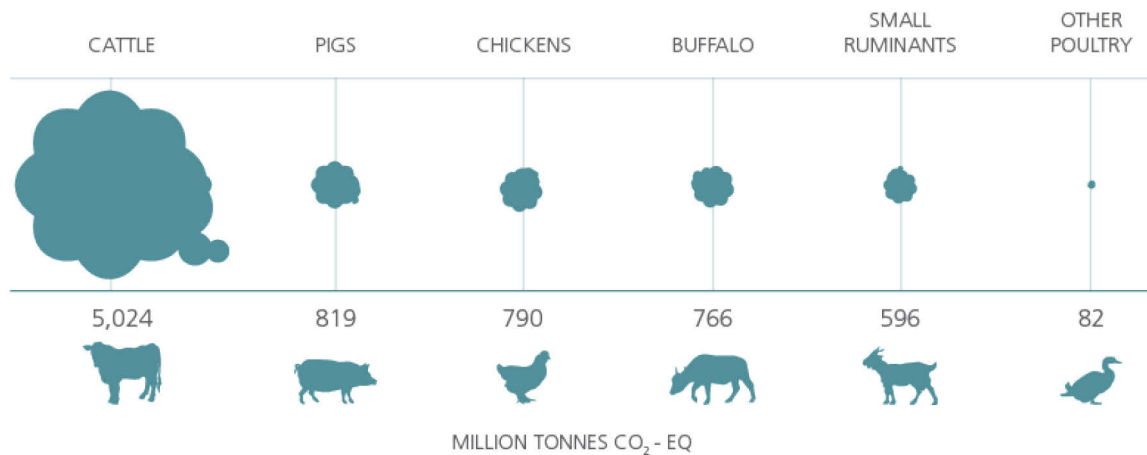
Het inkopen van duurzame energie en/of het zelf opwekken van duurzame energie zorgt voor reductie van de broeikasgasemissies. Als bewaring voornamelijk in het najaar en de winter plaatsvindt, is het logisch om voor windenergie te kiezen, bij bewaring voornamelijk in het voorjaar en zomer juist voor zonne-energie.

2.3 Dierlijke keten

Ten opzichte van plantaardige producten wordt aan dierlijke producten per kilogram meer broeikasgas toegerekend dan aan plantaardige producten (Brink *et al.*, 2016).

Het vlees van vleesvee scoort bijvoorbeeld minder goed dan gehakt op basis van melkkoeien. Bij melkkoeien wordt de broeikasgasemissie verdeeld over melk én vlees. Uit de hierboven genoemde literatuur blijkt tevens dat broeikasgasemissie afhankelijk is van de grootte van het dier. De voerbehoefte van het dier, de mestproductie en benodigd oppervlakte hangen hier nauw mee samen.

Uit FAO-publicaties blijkt dat het diersoort een grote invloed heeft op de broeikasgasemissie (Opio *et al.*, 2013).



Broeikasgasemissie per diersoort (FAO, 2013)

De bovenstaande figuur geeft een beeld van de broeikasgasemissie per diersoort. Dit zegt verder nog niets over de emissie per product, bijvoorbeeld per kilogram vlees of melk.

2.3.1 Hogere productie per dier

Het energiegebruik en de broeikasgasemissie worden veelal uitgedrukt per kilogram vlees, melk of eieren. Het verlagen daarvan kan door dieren meer te laten presteren (meer vleesaanzet, hogere melkgift). Meer vlees of melk met hetzelfde aantal dieren zorgt voor een verlaging van de broeikasgasemissies omdat er relatief minder energie gaat naar lichaamsprocessen. Bij melkkoeien is het ook mogelijk om te komen tot een hogere productie per dier door het dier langer te laten produceren, d.w.z. ouder te laten worden. Het voorkomen van klauwproblemen en mastitis (uierontsteking) speelt daarbij een grote rol.

Een hogere productie per dier bespaart ook emissies doordat er minder jongvee aangehouden hoeft te worden en bij het opfokken van dieren. De Haan *et al.* (2007) stellen dat het verlagen van het vervangingspercentage tevens bijdraagt aan verlaging van de investeringen. Deze maatregel levert dus geld op los van de vermindering van broeikasgasemissies

2.3.2 Lagere en/of alternatieve inputs per dier

2.3.2.1 Voer en rantsoen

Methaanemissie vanuit met name rundveehouderij is lastig te voorkomen. De methaanemissie uit het spijsverteringskanaal is slechts zeer beperkt te beïnvloeden (Sukkel, 2010). In Šebek *et al.* (2012) worden verschillende alternatieve opties voor het beperken van broeikasgasemissies in de melkveehouderij via het voer of rantsoen benoemd. Dit betreft onder andere:

- Minder eiwit in het rantsoen; dit zorgt voor minder mest per liter melk
- Kneuzen kuilgras; dit ter verbetering van de verteerbaarheid
- Toevoegingsmiddelen kuil; dit ter verbetering van de verteerbaarheid

In natuurinclusieve melkveehouderij is veel aandacht voor beweiden. Het goed beweiden van melkvee zorgt voor een goede grasmat en bodem, betere voeding voor de koeien en minder kosten aan kunstmest, grasoogst en bemesting (Brunia, 2020). Het meer en langer beweiden zorgt ervoor dat de koeien het gras oogsten en minder kuil en krachtvoer nodig is. Tevens blijft de mest in het land achter hetgeen kosten voor mesttoediening bespaart.

De aanvoer van voer is een grote indirecte bron van broeikasgasemissies (Sukkel, 2010). De vermindering van externe inputs draagt bij aan reductie van de broeikasgasemissies. In De Haan *et al.* (2007) worden hiervoor drie opties benoemd. Allereerst de verlaging van de krachtvoergift. Hiermee wordt het energieverbruik en de lachgasemissie verlaagd, maar stijgt de methaanemissie. Een tweede

optie is het aanpassen van krachtvoer (VEM). Dit verbetert de fermenteerbaarheid en verlaagt de methaanemissie uit de pens. Als derde optie wordt genoemd het zetmeelgehalte in het rantsoen te verhogen. Dit heeft een relatie met het verminderen van de methaanemissie.

Een aanvullend advies is om de transportafstand van veevoer te verlagen (De Haan *et al.*, 2007).

2.3.2.2 Mest

Mest zorgt via methaan of na toediening (lachgas) voor broeikasgasemissies. Het afvangen van methaanuitstoot in de stal, mestscheiding en opslag en het vergisten van mest dragen bij aan de vermindering van de broeikasgasemissie (Šebek *et al.*, 2012, Sukkel, 2010). Vergisting van mest draagt tevens bij aan de productie van duurzame energie.

Voor de aanwending van mest gelden gelijke overwegingen als voor de plantaardige sector. Deze zullen hier niet worden herhaald en kunnen worden nagelezen in paragraaf 2.1.2.2 Meststoffen.

2.3.2.3 Energie

Van de melkveehouderij is bekend dat het energiegebruik voor een aanzienlijk deel diesel betreft, gevolgd door elektriciteit en aardgas (Van der Voort *et al.*, 2019). Uit deze studie is tevens bekend dat het elektriciteitsverbruik voor melkveehouderij redelijk constant over het jaar is verdeeld, onder andere door het dagelijks melken.

Voor de mechanisatie blijkt dat met name voor op en rond het erf elektrische mechanisatie beschikbaar is, zoals shovels, voermengwagens, mestmixers, All Terrain Vehicles (ATV's), gras(zit)maaiers, voer- en/of mestschuifrobots (Van der Voort, 2019). Hierdoor is een deel van het dieselvebruik al vervangbaar.

In diverse studies wordt energiebesparing als eerste stap in vermindering van emissies genoemd (Sukkel, 2010, De Haan *et al.*, 2007). Naast energiebesparing levert het produceren van duurzame energie een bijdrage aan de vermindering van broeikasgasemissies.

Vergelijkbaar als met de plantaardige sectoren zijn er voor de veehouderij en met name de melkveehouderij diverse factsheets te vinden ([link1](#) en [link2](#)).

2.3.3 Verwerking op het bedrijf

In de veehouderij zijn zowel voor zuivel als voor vlees grotere collectieven voor verwerking. Het aandeel verwerking en bewaring op het veehouderijbedrijf is daardoor beperkt. Naast het bekende kaasmaken op de boerderij zijn er de afgelopen jaren nieuwe ontwikkelingen die kansen bieden voor veehouderijbedrijven.

Voor melkveebedrijven wordt sinds kort een mini-melkfabriek aangeboden (Lely.com). In combinatie met duurzame energieproductie kan dit een lokaal melkproduct geven. Het effect op broeikasgasemissies is nog niet bekend.

Veelal wordt door vleesveebedrijven met verkoop van eigen vlees aan huis het vee vervoerd naar het slachthuis. Voor vleesvee is er in Friesland een initiatief van een mobiel slachthuis (mobielslachthuis.nl). Dit biedt net als melk en kaas de optie om ook regionaal vlees te leveren.

2.4 Koolstofopslag

2.4.1 Koolstofopslag in de bodem

In Sukkel (2010) wordt opslag van koolstof in de bovenste meter van de landbouwgrond als belangrijke optie benoemd in het verminderen van broeikasgasemissies. Door de opslag van koolstof in de bodem neemt de hoeveelheid CO₂ in de atmosfeer af (Bos *et al.*, 2007). De koolstof in de bodem speelt tevens een rol in de afbraak van organisch materiaal en daarmee de emissie van lachgas en methaan (Bos *et al.*, 2007). De organische stof aanvoer (koolstof) moet derhalve gelijk of groter zijn dan de afbraak. Er zal sprake moeten zijn van een constante aanvoer om de afbraak te compenseren.

Uit bemestingsadvies blijkt dat voor 1% stijging in organische stof in de bovenste bodemlaag 62 ton GFT-compost per hectare nodig is (Boerderij, 2020). Het gebruik van GFT-compost wordt beperkt door de gehalten aan stikstof en fosfaat in de compost. De geldende bemestingsnormen en het type compost zijn hierin leidend. Uit het Handboek Bodem en Bemesting blijkt ook dat dierlijke mest een lager effectief organische-stofgehalte heeft dan compost en gewasresten. Hierdoor zijn meer tonnen dierlijke mest nodig voor een vergelijkbare hoeveelheid aanvoer van koolstof.

Duurzaam bodembeheer draagt bij aan vermindering van broeikasgasemissies. Uit Vermeulen *et al.* (2009) blijkt dat in teeltsystemen met vaste rijpaden de N₂O-emissie (lachgas) lager ligt dan bij reguliere teeltsystemen. Tevens wordt er meer CH₄ (methaan) vastgelegd. In deze studie is tevens een hogere N-efficiëntie en hogere en stabielere opbrengsten gevonden door verbetering van de bodemkwaliteit. Een neveneffect van de betere bodemkwaliteit is de klimaatadaptatie. Er is minder last van natte en droge omstandigheden.

De inzet van dierlijke mest in plaats van kunstmest, de teelt van groenbemesters en minder intensieve grondbewerking dragen bij aan de verbetering van koolstofopslag in de bodem (de Haan *et al.*, 2007).

2.4.2 Koolstofopslag in houtige gewassen

Een ander mogelijkheid om koolstof op te slaan is het aanplanten van houtige gewassen (bomen en struiken) op het bedrijf. Dit kan in de vorm van agroforestry. We spreken over agroforestry als houtige, meerjarige gewassen (bomen en struiken) bewust worden gemengd met akkerbouw, groenteteelt of grasland, op hetzelfde perceel. De houtige gewassen kunnen voor meerdere doeleinden geplant worden, bijvoorbeeld voor de productie van fruit, noten of hout. Bomen of houtige gewassen kunnen bijvoorbeeld in brede of smalle stroken geplant worden tussen stroken van verschillende akkerbouw of groentegewassen. Een andere vorm van agroforestry is veeteelt met buitenloop voor de dieren onder bomen of struiken. Agroforestry kan tussen de 1,7 en 7,0 ton CO₂ per ha per jaar vastleggen (Keur, Johan & Isabella Selin Norén, 2019).

2.5 Certificatie en ondersteunende instrumenten

Voor het verlagen van de broeikasgasemissies zijn certificatieschema's en instrumenten beschikbaar. Hieronder wordt het certificatieschema van On the way to PlanetProof en een ondersteunend instrument als de Cool Farm Tool kort toegelicht.

2.5.1 On the way to PlanetProof

On the way to PlanetProof is een certificatieschema waarin voor negen thema's richtlijnen zijn opgenomen. Energie en klimaat is één van deze thema's. Het registreren en beperken van broeikasgasemissies is hierin een onderdeel. De registratie helpt in de bewustwording en de beperking van emissies. Een jaarlijkse toetsing kan hier verder aan bijdragen. De aanvullende thema's zoals

dierwelzijn en -gezondheid, biodiversiteit en bodemvruchtbaarheid dragen bij aan een verdere verbetering van de duurzaamheid in algemene zin. Het certificatieschema is sectorspecifiek. Er zijn per productgroep specifieke certificatieschema's, plantaardig, zuivel, eieren, bewerkte en verwerkte producten en handel en retail. De registratie bij leden en leveranciers van de gebiedscoöperatie Oregional brengt de duurzaamheidsprestaties van de in beeld. Dit draagt tevens bij aan inzicht en beheersing van de totale prestaties van Oregional.

Door aan te sluiten bij On the way to PlanetProof kan Oregional de duurzaamheidsprestaties op het gebied van het beperken van broeikasgasemissies maar ook op andere thema's zowel inzichtelijk maken als m.b.v. een logo communiceren.

2.5.2 Cool Farm Tool

De Cool Farm Tool is een instrument voor het bepalen van broeikasgasemissies op bedrijfsniveau. Naast broeikasgassen zijn er ook rekenhulpmiddelen voor water en biodiversiteit in opgenomen. Deze Engelstalige tool is beschikbaar voor gewasteelten en voor veehouderij. In dit rapport zijn getallen opgenomen die veelal het gemiddelde van een sector weergeven. De inspanningen van individuele ondernemers en bedrijven wordt hierin niet weerspiegeld.

De inspanningen en bedrijfsspecifieke situatie komen dus wel tot uiting in een hulpmiddel als de Cool Farm Tool. Daarmee kan de Cool Farm Tool ook meer inzicht bieden in de broeikasgasemissies van de gehele gebiedscoöperatie.

3 Andere onderdelen van de keten

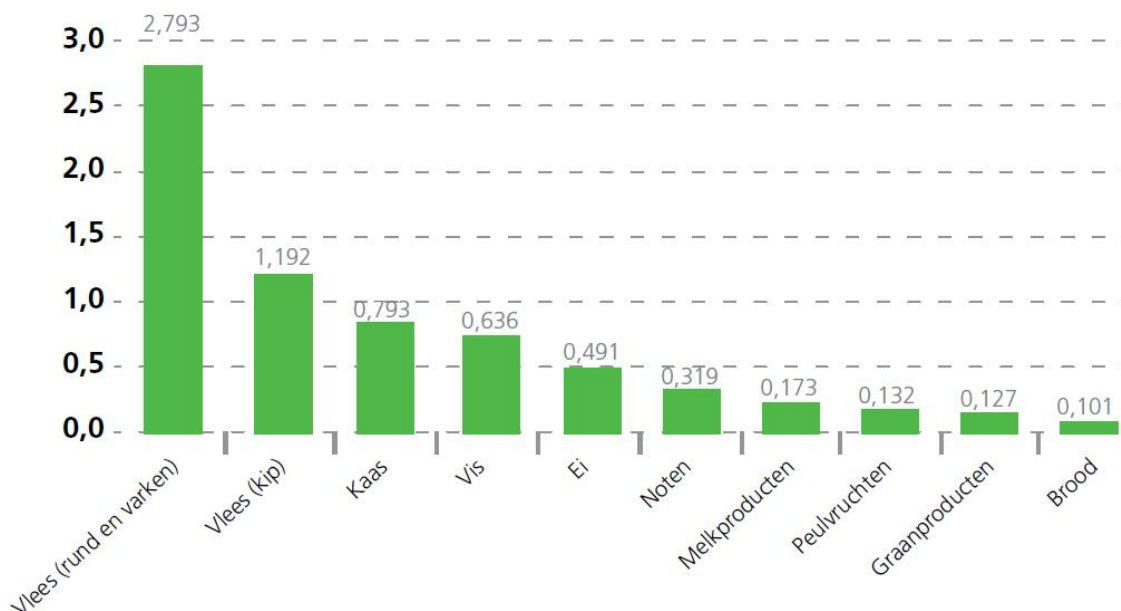
3.1 Inleiding

Zoals in paragraaf 2.1 is aangegeven wordt circa 40% van de broeikasgasemissies veroorzaakt door de leveranciers en coöperatieleden van Oregional (Sukkel et al., 2014). De overige broeikasgasemissies vinden plaats bij opslag en verwerking, verpakking, transport en bij voedselverliezen. Dit zijn de andere onderdelen in de keten waar Oregional invloed op kan uitoefenen. Dus tot aan de deur van de afnemer. Een uitzondering vormen het productassortiment en voedselverliezen bij afnemers waar Oregional invloed op kan hebben.

In paragraaf 3.7 is een globale berekening (een zogenaamde sigarendoosberekening) van de huidige impact op het klimaat voor Oregional uitgevoerd.

3.2 Productassortiment Oregional

De verschillen in broeikasgasemissie tussen producten worden mede bepaald door het type product (bijvoorbeeld plantaardig of dierlijk), de productiemethode en de seizoengebondenheid (open teelt, glastuinbouw of uit bewaring) (Dutilh and Kramer, 2000). Sukkel et al. (2014) geeft aan dat de samenstelling van het assortiment voedingsproducten sterk bepalend is voor de uitkomst van het energiegebruik en de broeikasgasemissies. Van het Voedingscentrum is de volgende figuur overgenomen.



Broeikasgasemissies per productgroep in kg CO2-eq per 100 gram product (Brink et al., 2016)

Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) rapporteert dat dierlijke producten (o.a. vlees, zuivel en eieren) op basis van de Nederlandse voedselconsumptie 60% van de broeikasgasemissie voor hun rekening nemen van de totale voedselconsumptie (van Eerd et al., 2019).

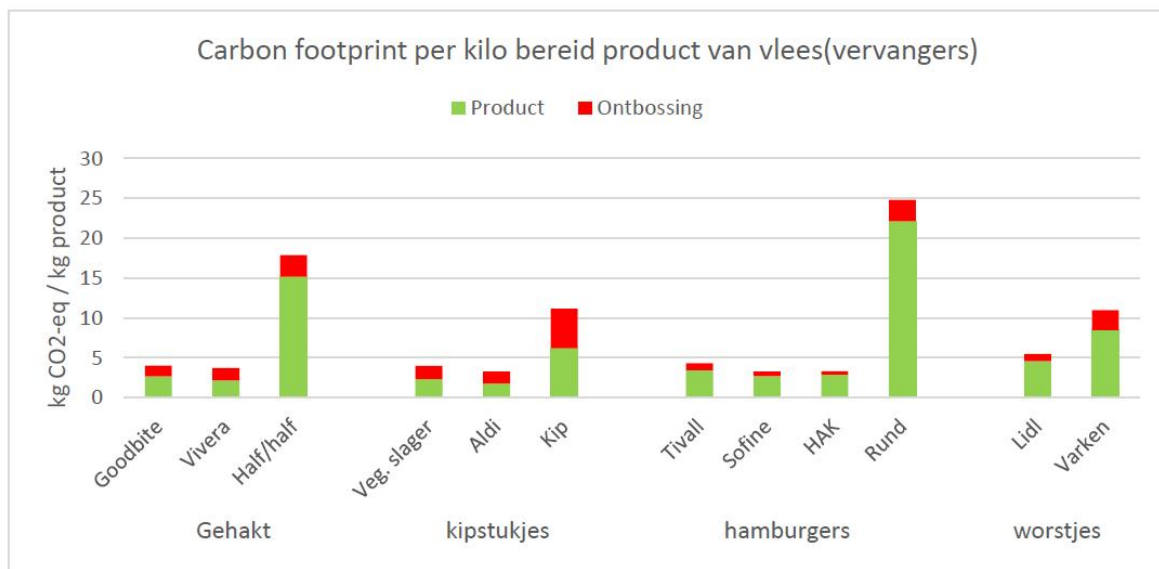
3.2.1 Plantaardig versus dierlijk

Op basis van bovenstaande figuur kan het productenpalet worden beoordeeld. Het volume per productgroep met de kengetallen voor broeikasgasemissie geven een totaal emissie op basis van het productpalet dat Oregional biedt. In overleg met afnemers kan een aanpassing van menu's worden besproken, met een andere verhouding van dierlijke en plantaardig.

Het blijkt dat veel restaurants vlees een prominente plek geven. Hierdoor is nu ongeveer 80% van het menu vlees en zijn aardappels en groenten aankleding. Een aanpassing naar minder vlees kan financieel interessant zijn voor restaurants, want dierlijke producten zijn duurder dan plantaardige producten (mondelijke mededeling Colinde de Nijs, Le Mirage).

De omschakeling naar plantaardig kan passen in een gezond eetpatroon (Brink *et al.*, 2016, Gezondheidsraad, 2015).

Naast aanpassing van het menu zijn er andere opties denkbaar, zoals vleesvervangers. Mogelijk kunnen grondstoffen regionaal door coöperatieleden worden geteeld. Deze vleesvervangers zijn milieuvriendelijker dan vleesproducten (Broekema *et al.*, 2017). In deze studie zijn verschillende producten geanalyseerd en vergeleken (zie onderstaande figuur).



Carbon footprint per kilogram vlees product en vleesvervanger (Broekema *et al.*, 2017)

Op basis van de gegevens blijkt een halvering of meer van de broeikasgasemissie per kilogram product realistisch bij vervanging van vlees door vleesvervangers (Broekema *et al.*, 2017). Een keuze voor vleesvervangers is dus een optie om een klimaatneutraler productassortiment aan te bieden.

3.2.2 Nederlands versus buitenlands product

Uit meerdere studies blijkt dat regionale producten beter scoren dan buitenlandse producten (Sukkel *et al.*, 2010, Blanke *et al.*, 2005). In Blanke *et al.* (2005) werden appels uit Duitsland vergeleken met verse import vanuit Nieuw-Zeeland. Hieruit blijkt dat de transportafstand een grotere milieu-impact heeft dande noodzakelijke opslag van Duitse appels. In Sukkel *et al.* (2010) wordt geconcludeerd dat vermindering van het transport, de voedselkilometers, de grootste bijdrage levert in de milieuwinst.

3.2.3 Seizoensgebonden versus jaarrond

In een aantal studies is gekeken naar seizoensgebonden eetpatronen en het effect hiervan op broeikasgasemissies. Uit een Zweedse studie blijkt 60% besparing aan broeikasgasemissies haalbaar, waarbij wordt aangetekend dat het sterk afhankelijk is van soort producten, productiewijze en afbakening van wat seizoensgebonden betreft (Röös *et al.*, 2013). Webb *et al.* (2013) stelt dat voor de UK de import van bijvoorbeeld nieuwe-oogst-aardappelen, ondanks de transportafstand, gunstiger kan zijn dan Britse aardappelen die lang in de opslag hebben gelegen.

Het is, in relatie tot paragraaf 3.2.2, sterk afhankelijk per product hoe de balans tussen bewaring, transport cq. import uit het buitenland uitvalt.

3.3 Opslag en verwerking

Energieverbruik voor koeling en bewaring in de gehele voedselketen kan hoog zijn (Sukkel *et al.*, 2014). In de studie wordt tevens benoemd dat koelen productverlies voorkomt. Het is hiermee een noodzakelijke voorwaarde om producten jaarrond te kunnen aanbieden.

Een aantal producten zoals aardappelen, uien, appels en peren wordt langere tijd opgeslagen. Webb *et al.* (2013) stelt dat langdurige opslag voor jaarrondlevering een substantiële bijdrage levert aan de broeikasgasemissie, zoals reeds is benoemd in paragraaf 2.2.3. voor de primaire sector. De opslag en verwerking vraagt met name elektriciteit als energiebron.

Het inkopen van duurzame energie en/of het zelf opwekken van duurzame energie zorgt voor reductie van de broeikasgasemissies. Aanvullend kan hierbij dezelfde aanbeveling worden gemaakt als bij de primaire sector. Als opslag voornamelijk in het najaar en de winter plaatsvindt, is het logisch om voor windenergie te kiezen, bij opslag voornamelijk in het voorjaar en zomer juist voor zonne-energie.

3.4 Verpakking

Verpakkingsmateriaal voor producten is veelal noodzakelijk. De keuzes in wijze van verpakken en het materiaal bepalen mede de klimaatimpact. Het weggooien van levensmiddelen heeft een zwaardere milieu-impact dan de verpakking (Grönman *et al.*, 2012). Het verpakkingsmateriaal moet het product houdbaar houden voor de gestelde periode en hiermee voedselverliezen minimaliseren. Hierdoor ontstaan tegengestelde belangen met betrekking tot productkwaliteit en milieuvriendelijkheid (Voedingsindustrie, 2020). De criteria waar aan de verpakking moet voldoen is de eerste stap. De tweede stap betreft de technische, economische en ecologische keuze voor verpakkingsmaterialen (Grönman *et al.*, 2012).

Uit verschillende bronnen zijn de volgende tips overgenomen, specifiek voor milieu-impact van verpakkingsmateriaal:

- Minimale hoeveelheid materiaal
- Keuze voor duurzame verpakkingsmaterialen
- Inzetten op hergebruik van verpakkingsmaterialen

De karton- en glasverpakkingen worden tot 90% gerecycled. De kunststofverpakkingen slechts voor 50%, met uitzondering van statiegeldverpakkingen (Voedingsindustrie, 2020).

3.5 Transport

Uit Sukkel *et al.* (2014) blijkt dat transport een relatief klein aandeel in het energieverbruik en broeikasgasemissie heeft. In deze studie worden onder andere meegenomen beladingsgraad, transportmiddel, laadvermogen, afstand en energiebron als factoren die het energieverbruik en de daarmee samenhangende broeikasgasemissies bepalen.

In Sukkel *et al.* (2014) wordt elektrificatie van het transport als optie benoemd als stap naar een klimaatneutrale keten. De kortere afstanden maken dat elektrisch vervoer een goede optie ter vervanging van bijvoorbeeld dieselveertuigen.

3.6 Voedselverliezen

De FAO (2015) geeft aan dat wereldwijd een derde van het voedsel wordt verspild. Het tegengaan van voedselverliezen is daarom onderdeel van het realiseren van een klimaatneutrale voedselketen.

Sukkel *et al.* (2014) stelt dat regionale voedselsystemen in potentie een vermindering van voedselverliezen en van verpakking kunnen opleveren. Dit heeft invloed op het energieverbruik en de broeikasgasemissies. Voedselverliezen bij zorginstellingen kunnen tot wel 50% oplopen. Door met zorginstellingen mee te denken over hun voorraden en samen specifiek op hen toegesneden producten te ontwikkelen, kunnen voedselverliezen flink naar beneden worden gebracht.

De inrichting en de organisatie van de keten bepalen in grote mate de duurzaamheid (Sukkel *et al.*, 2014). Een lange keten met een zeer goede koeling kan minder voedselverlies 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.

4 Huidige broeikasgasemissie Oregional

Om de huidige broeikasgasemissie van Oregional te berekenen is de afzet van Oregional in 2019 gekoppeld aan CO₂-equivalenten zoals die bekend zijn uit de literatuur (Brink *et al.*, 2016) Deze CO₂-equivalenten zijn berekend over de gehele keten en niet specifiek voor Oregional. Het is mogelijk dat Oregional meer of minder broeikasgasemissies veroorzaakt a.d.h.v. de wijze van produceren bij Oregional, coöperatieleden en/of leveranciers. Door studenten van Wageningen Universiteit is een LC=analyse uitgevoerd voor een melkveebedrijf dat coöperatielid is. Voor dit specifieke melkveebedrijf is een klimaatimpact van 0,95 kg CO₂-eq. per kilogram melk berekend (Groot *et al.*, 2019). Dit is op basis van 'cradle to farmgate', d.w.z. alle grondstoffen (veevoer) en de productiewijze van melk op de boerderij zijn meegenomen in de berekening, maar niet de klimaatimpact van activiteiten nadat de melk de boerderij heeft verlaten. In de literatuur (Brink *et al.*, 2016) wordt een getal van 1,73 kg CO₂-eq. per kilogram melk genoemd over de gehele keten. Omdat de meeste broeikasgasemissies veroorzaakt worden tot aan de 'farmgate' lijkt dit specifieke coöperatielid minder broeikasgasemissies per kilogram melk te veroorzaken dan een gemiddeld melkveebedrijf in Nederland. Omdat we in het kader van dit onderzoek niet de middelen hebben om voor meer coöperatieleden dan wel leveranciers de broeikasemissies te berekenen, zijn we hier uit gegaan van cijfers uit de literatuur.

Uit deze eerste berekening komt voor Oregional een broeikasgasemissie van 2.416 ton CO₂-eq. In onderstaande tabel is een verdeling over de verschillende productgroepen gemaakt.

Verdeling van broeikasgasemissies per productgroep voor Oregional

Productgroep	ton CO ₂ -eq.	Aandeel in CO ₂ -eq.
Aardappelen en groenten	244	10%
Fruit	131	5%
Vlees	1.852	76%
Kaas	139	6%
Overig	50	3%
Totaal	2.416	100%

Uit de tabel blijkt dat vlees 76% van de broeikasgasemissie van Oregional veroorzaakt. Inzetten op minder verkoop van vlees (stimuleren verkoop van vleesvervangers) kan veel opleveren wat betreft het verlagen van de broeikasgasemissies door Oregional.

Sigarendoosberekening

Om een beeld te schetsen van de benodigde inspanning die nodig is om de huidige broeikasgasemissie van Oregional te compenseren, is een aantal compensatiemaatregelen verkend. Deze maatregelen zijn berekend voor de huidige broeikasgasemissie (2.416 ton CO₂-eq) en voor een broeikasgasemissie met halvering van de vleesverkoop waarbij het volume aan overige producten gelijk is gehouden. Dat levert een daling van de broeikasgasemissie op van 38 % (1.490 ton CO₂-eq).

De uitgewerkte opties betreffen zonnepanelen, windenergie, bosbouw voor bouw materiaal en koolstofopslag in de bodem.

	Huidige omzet	Halvering vleesverkoop
Bosbouw voor bouw	11	7 hectare bosbouw
Zonne-energie	23.930	14.757 zonnepanelen
Windenergie	1,5	0,9 windturbines (2 MW)
Windenergie	0,8	0,5 windturbines (4 MW)
Koolstofopslag in de bodem	9.296	5.733 hectare

Uit de 'sigarendoosberekening' blijkt dus dat het plaatsen van één windturbine van 3 à 4 MW genoeg is om de totale uitstoot van broeikasgasemissies door Oregional te compenseren.

5 Conclusies en aanbevelingen

5.1 Leveranciers en coöperatieleden

Er zijn diverse opties voor leveranciers en coöperatieleden om hun broeikasgasemissie te beperken.

De belangrijkste knoppen om aan te draaien zijn:

- energie (beperken verbruik en zelf duurzaam produceren)
- mest / bemesting / bodemkwaliteit
- veevoederrantsoen

Voor alle primaire sectoren geldt dat energie een belangrijk onderdeel is van de broeikasgasemissie. Het zoveel mogelijk zelf duurzaam produceren van duurzame energie en het inkopen van groene elektriciteit zijn makkelijke eerste stappen. In de primaire sector is brandstof voor mechanisatie onderdeel van het energieverbruik. In de veehouderij is inmiddels enige mechanisatie beschikbaar met elektrische aandrijving. In veel gevallen gaat het om mechanisatie voor op en rond het erf. Voor met name mechanisatie die wordt ingezet voor grondbewerking geldt dat er nog geen duurzame alternatieven zijn. Door de beschikbare ruimte op daken van schuren en stallen kan er veelal meer energie worden opgewekt dan voor eigen gebruik nodig is. De extra productie kan klimaatcompensatie opleveren.

Mest en bemesting zijn voor alle agrarische sectoren een relevant thema. Zowel methaan als lachgas zijn sterkere broeikasgassen dan CO₂, respectievelijk 25 en 298 keer sterker (IPCC, 2006). Verwant aan bemesting is de koolstofopslag in de bodem. Voldoende aanvoer van organisch materiaal via mest en groenbemester, in combinatie met minimale grondbewerking, zorgt voor opbouw van koolstofopslag. Ook koolstofopslag in de vorm van de teelt van houtige gewassen (agroforestry) is een optie.

Met name de melkveehouderij zorgt voor een relatief grote broeikasgasemissie. Maatregelen om dit te beperken zijn minder eiwit in het rantsoen en het verbeteren van de verteerbaarheid van het voer. Dat kan door het kneuzen van kuilgras en het gebruik van toevoegingsmiddelen aan het kuilgras. Ook het gebruik van krachtvoer is een grote indirecte bron van broeikasgasemissies. Mogelijke maatregelen zijn hier de verlaging van de krachtvoergift en de aanpassing van het krachtvoer. Daarnaast kan het helpen om het (kracht-)voer uit de regio te betrekken waardoor de transportafstand verlaagd wordt.

Het registreren en beperken van broeikasgasemissies, als onderdeel van de bredere milieu-/duurzaamheidscertificering, helpt in de bewustwording en de beperking van broeikasgasemissies. Een jaarlijkse toetsing kan hier verder aan bijdragen. Door aan te sluiten bij On the way to PlanetProof kan Oregional de duurzaamheidsprestaties op het gebied van het beperken van broeikasgasemissies en ook op andere thema's inzichtelijk maken en bovendien m.b.v. een logo communiceren.

De Cool Farm Tool is een instrument voor het bepalen van broeikasgasemissies op bedrijfsniveau. Ook het gebruik van dit instrument kan leiden tot bewustwording en beperking van broeikasgasemissies. Deze Engelstalige tool is beschikbaar voor gewasteelten en voor veehouderij.

5.2 Andere onderdelen van de keten

De verschuiving van dierlijke naar plantaardige producten heeft een grote impact op het beperken van broeikasgasemissies. Hiervoor zou Oregional met afnemers in overleg kunnen treden. Met name in de horeca zijn voorbeelden waar succesvol de verhouding dierlijk en plantaardig eten is aangepast. Daarbij wordt tevens gewerkt met zoveel mogelijk regionale seizoensproducten. Dan kan Oregional het extern inkopen van producten buiten het seizoen zo veel mogelijk beperken.

In eerdere studies (Sukkel et al., 2014) zijn aanbevelingen gedaan over bijvoorbeeld elektrisch vervoer. Voor de benodigde energie, en dat geldt ook voor opslag en verwerking, is het advies om zoveel mogelijk zelf duurzame energie op te wekken en het resterende deel als groene elektriciteit in te kopen.

Duurzame keuzes in verpakking en het vermijden van voedselverliezen beperken in mindere mate broeikasgasemissies.

5.3 Oregional

De wens voor een volledig klimaatneutrale voedselketen is eigenlijk op korte termijn niet haalbaar. Uit literatuur blijkt dat met name de veehouderij niet of met veel moeite klimaatneutraal te krijgen is. Uiteraard kan er wel naar gestreefd worden.

Een aantal stappen zijn te nemen naar een klimaatneutraal aanbod vanuit Oregional, in volgorde van effectiviteit:

1. **Vermindering verkoop vleesproducten en stimuleren vleesvervangers**

Vlees veroorzaakt 76% van de broeikasgasemissies van Oregional. In samenspraak met afnemers en consumenten kan een verschuiving naar meer plantaardige producten en/of vleesvervangers worden verkend;

2. **Gebruik en productie duurzame energie**

Een makkelijke eerste stap is de inkoop van 100% duurzame energie en waar mogelijk zoveel mogelijk eigen productie van duurzame energie, waarbij idealiter een mix van zonne- en windenergie wordt nagestreefd. Uit de 'sigarendoosberekening' blijkt dat het plaatsen van één windturbine van 3 à 4 MW genoeg is om de totale uitstoot van broeikasgasemissies door Oregional te compenseren. De combinatie aan zonne- en windenergie zou idealiter op basis van het verbruiksprofiel van het bedrijf of de gehele gebiedscoöperatie uitgewerkt moeten worden;

3. **Maatregelen bij leveranciers en/of coöperatieleden**

Oregional kan bij haar coöperatieleden of leveranciers eisen stellen aan de productiewijzen of gebruik laten maken van keurmerken zoals 'On the way to PlanetProof';

4. **Vermindering voedselverliezen**

Beperk zoveel mogelijk de voedselverliezen in de keten. Door korte doorlooptijd, goed voorraadbeheer, regelmatige belevering, een goede koeling in de keten en balans tussen reductie van verpakking en producthoudbaarheid 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 waardeniveau in de keten. Stimuleer het tegengaan van voedselverliezen bij afnemers. Dit kan door met klanten mee te denken over hun voorraden en samen met klanten specifiek op hen toegesneden producten te ontwikkelen;

5. **Vervoer Oregional**

Het verduurzamen van het vervoer van producten kan op twee manieren. Allereerst het vervangen van diesel- en/of benzine-aandrijving door elektrische aandrijving. Als tweede door in de logistiek te streven naar een zo hoog mogelijke beladingsgraad met zo min mogelijk kilometers;

6. **Verpakking Oregional**

Het verpakkingsmateriaal moet het product houdbaar houden voor de gestelde periode en hiermee

voedselverliezen minimaliseren. Daarnaast is verpakking nodig om producten efficiënt te kunnen transporteren. Het gebruik van statiegeldverpakkingen, zoals pool-fust, zorgt voor meermalig gebruik van verpakkingen. Andere opties zijn het minimaliseren van het gebruik van (verpakkings-)materiaal, het gebruik van duurzaam materiaal en de keuze voor recyclebaar materiaal;

7. Vastlegging van stikstof in hout en in de bodem

Om een beeld te schetsen van de benodigde inspanning die nodig is om de huidige broeikasgasemissie van Oregional te compenseren, is een aantal compensatiemaatregelen verkend. Deze maatregelen zijn berekend voor de huidige broeikasgasemissie en voor een broeikasgasemissie met halvering van de vleesverkoop waarbij het volume aan overige producten gelijk is gehouden. De uitgewerkte opties betreffen naast zonnepanelen en windenergie (zie punt 2) ook bosbouw voor bouw materiaal en koolstofopslag in de bodem. Elf hectare bosbouw voor bouw materiaal is genoeg om de totale uitstoot van broeikasgasemissies door Oregional te compenseren.

Literatuur

- Blanke, M.M., Burdick, B., 2005, Food (miles) for Thought, Energy Balance of Locally-grown versus Imported Apple Fruit, *ESPR – Environ Sci & Pollut Res*, no. 12 (3), 2005.
- Boerderij, 2020, Zo krijg je meer organisch stof in de bodem, Boerderij, Achtergrond, Rundveehouderij, 19 februari 2020.
- Bos, Jules, Haan, Janjo de, Sukkel, Wijnand, 2007, Energieverbruik, broeikasgasemissies en koolstofopslag: de biologische en gangbare landbouw vergeleken, Wageningen UR, rapport 140.
- Brink, dr.ir. Lisette, Postma-Smeets, dr.ir. Astrid, Stafleu, dr.ir. Annette, Wolvers, dr. Danielle, 2016, Richtlijnen schijf van vijf, Stichting Voedingscentrum Nederland, 4^e druk, Den Haag.
- Broekema, Roline, Paassen, Mike van, 2017, Milieueffecten van vlees en vleesvervangers, Eindrapport v1.2, Blonk Consultants, Gouda, 3 augustus 2017.
- Brunia, Jaring, 2020, Gras Geven, E-book natuurinclusieve bedrijfsvoering.
- Daatselaar, Co, Hartogh, Jan den, Beldman, Alfons, Chen, Molly, 2018, Identification of best performing dairy farms in the Netherlands, Wageningen Economic Research, Van Hall Larenstein, december 2018.
- Dutilh, Chris E., Kramer, Klaas J., 2000, Energy Consumption in the Food Chain, Comparing alternative options in food production and consumption, *Ambio*, vol. 29 no. 2, p. 98-101.
- Eerdt, Martha van, Westhoek, Henk, 2019, Broeikasgasemissies door landbouwproductie en voedselconsumptie, Planbureau voor de Leefomgeving, notitie, 4 maart 2019.
- FAO, 2015, Post 2015 and SDG's, Post development agenda, May 2015.
- Figueiredo, Filipa, Castanheira, Érica G., Feliciano, Manuel, Rodrigues, M. Ângelo, Peres, António, Maia, Filipe, Ramos, António, Carneiro, João, Coroama, Vlad C., Freire, 2013, Carbon footprint of apple and pear: orchards, storage and distribution, *Energy for sustainability* 2013.
- Gezondheidsraad, 2015, Richtlijnen goede voeding, Den Haag, 4 november 2015.
- Goossens, Y., Annaert, B., Travenier, J. de, Mathijs, E., Keulemans, W., Geeraerd, A., 2017, Life Cycle Assessment for apple orchard production systems including high and low production years in conventional, integrated and organic farms, *Agricultural Systems* no. 153 (2017), p. 81-93.
- Gólaszewski, Janusz, Visser, Chris de, 2012, State of art on Energy Efficiency in Agriculture, Country data on energy consumption in different agroproduction sectors in de European countries.
- Grönman, Kaisa, Soukka, Risto Järvi-Kääriäinen, Terhen, Katajajuuri, Juha-Matti, Kuisma, Mika, Koivupuro, Heta-Kaisa, Ollila, Margareetta, Pitkänen, Marja, Miettinen, Olli, Silvenius, Frans, Thun, Rabbe, Wessman, Helena, Linnanen, Lassi, 2012, Framework for Sustainable Food Packaging Design, *Packaging Technology and Science*, 2013, No. 26, p 187-200.
- Groot, Willemien de, Jonge, Iris de, Kok, Marcel, Ros, Eva, Smits, Nynke, Tinselboer, Judith, 2019, Op weg naar een klimaatneutrale regionale voedselketen in de omgeving van Arnhem en Nijmegen, Groen Traject Consultancy (team 2346), ACT Wageningen Universiteit, 18 oktober 2019.
- Haan, Janjo de, Schooten, Herman van, Bos, Jules, Wel, Cees van der, Voort, Marcel van der, 2007, Maatregelen ter beperking van energieverbruik en broeikasgasemissies, In melkveehouderij, akkerbouw en vollegrondsgroententeelt, *Praktijkonderzoek Plant & Omgeving*, PPO 372.
- IPCC, 2006, Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 4. Agriculture, Forestry and Other Land Use. Institute for Global Environmental Strategies, on behalf of the IPCC, Hayama, Japan.
- Jenssen, T.K., Kongshaug, G., 2003, Energy consumption and greenhouse gas emissions in fertiliser production. *Proceeding 509*, p. 1–28, York, International Fertiliser Society.
- Kamp, J., Reeuwijk, P., Schoorl, F., Montsma, M., Energiebesparing op het agrarisch bedrijf, Kansen voor verhoging energie-efficiency in de akkerbouw, vollegrondsgroenten en fruitteelt, *Praktijkonderzoek Plant & Omgeving*, PPO 3250166809, maart 2010.
- Keur, Johan & Isabella Selin Norén, Klimaatcompensatie met agroforestry, wat is mogelijk? Handreiking voor agrarisch ondernemers die bomen willen planten op hun bedrijf, Wageningen University & Research, 2019.
- Lasco, Rodol D., Delfino, Rafaela Jane P., Espaldon, Marya Laya o., 2014, Agroforestry Systems: helping smallholders adapt to climate change risks while mitigating climate change, *WIREs Clim. Change*, no. 5, p. 825-833.

-
- Lesschen, J.P., Reijs, J.W., Vellinga, T.V., Verhagen, J., Kros, H., de Vries, M., Jongeneel, R.A., Slier, T., Gonzalez Martinez, A., Vermeij, I. & Daatselaar, C.H.G., 2020, Landbouw in Nederland in 2050: Effecten van ontwikkelrichtingen, Wageningen.
- Opio, C., Gerber, P., Mottet, A., Falcucci, A., Tempio, G., MacLeod, M., Vellinga, T., Henderson, B. & Steinfeld, H., 2013, Greenhouse gas emissions from ruminant supply chains – A global life cycle assessment, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome.
- Röös, Elin, Karlsson, Hanna, Effect of eating seasonal on the carbon footprint of Swedish vegetable consumption, *Journal of Cleaner production*, no. 59, 2013, p. 63-72.
- RVO, 2018, De Nederlandse landbouw en het klimaat, Inforgraphic Agroconvenant.
- Šebek, L., Verloop, J., Hilhorst, G., van der Vegte, Z., 2012, Klimaatneutrale melkveehouderij op Proefbedrijf De Marke, Wageningen UR, Livestock Research, rapportnummer 66, september 2012.
- Sukkel, Wijnand, 2010, Naar een klimaatvriendelijke biologische voedselketen, Verkenning van mogelijkheden voor de Nederlandse biologische landbouw, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving (Wageningen UR), PPO 402.
- Sukkel, Wijnand, Stilma, Eveline, Jansma, Jan Eelco, 2010, Verkenning van de milieueffecten van locale productie en distributie van voedsel in Almere, Energieverbruik, emissies van broeikasgassen en voedselkilometers, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Wageningen UR, PPO publicatie 392, Lelystad.
- Sukkel, Wijnand, Dijk, Suzanne van, Wijk, Cees van, 2014, Duurzaamheid van een regionale voedselketen, Energieverbruik, emissies van broeikasgassen en voedselkilometers voor de keten Oregional – Sint Maartenskliniek, Wageningen UR, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Business unit Akkerbouw, Groene ruimte en vollegrondsgroenten, PPO-rapport 604, maart 2014.
- Tabatabaie, S.H.M., Murthy, G.S., 2016, Cradle to farm gate life cycle assessment of strawberry production in the United States, *Journal of Cleaner Production*, vol. 127 (2016), p. 548-554.
- Terbijhe, Andrea, Voort, Marcel, Reeuwijk, Pieter, Veltman, René, Londo, Marc, Mozaffarian, Hamid, Luxembourg, Stefan, 2010, Verkenning duurzame energieproductie landbouwbedrijven, Een onderzoek naar de mogelijkheden voor energieproductie op het agrarisch bedrijf (open teelten, melkveehouder en intensieve veehouderij), ACRRES (Wageningen UR), publicatie AC2010/01.
- Voedingsindustrie, 2020, De keuze voor verpakking is een uitdaging, vakblad Voedingsindustrie, 10 februari 2020 (online).
- Venkat, Kumar, 2011, The Climate Change and Economic Impacts of Food Waste in the United States, *International Journal of Food System Dynamics*, no. 2 (4), 2011, p. 431-446.
- Voort, M.P.J. van der, Meuffels, G.J.H.M, Groten, J.A.M., 2012, Resultaten Energiemaistelers en rassenonderzoek, binnen project Energieboerderij, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, PPO 3250034803, februari 2012.
- Voort, M.P.J. van der, 2019, Naar een betere benutting van bestaande elektriciteitsnetwerken, PPS Energie & Landbouw, Wageningen University & Research, Wageningen, WPR-785, april 2019.
- Voort, M.P.j. van der, Timmermans, M., 2019, Energie & Landbouw: modelbedrijven, Wageningen University & Research, Wageningen, WPR-784, maart 2019.
- Webb, J., Williams, Adrian. J., Hope, Emma, Evans, David, Moorhouse, Ed, 2013, Do foods imported into the UK have a greater environmental impact than the same foods produced in the UK?, *International Journal of Life Cycle Assessment*, 2013, no. 18, p. 1325-1343.



Wageningen University & Research
Wetenschapswinkel
Postbus 9101
6700 HB Wageningen
T (0317) 48 39 08
E wetenschapswinkel@wur.nl

www.wur.nl/wetenschapswinkel

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.500 medewerkers (5.500 fte) en 12.500 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

