

Menu van Morgen

*Gezond en duurzaam eten
in Nederland: nu en later*



Gerard Kramer
& Hans Blonk

September 2015

Menu van Morgen

Gezond en duurzaam eten in Nederland: nu en later

Gerard Kramer
& Hans Blonk

September 2015

Blonk Consultants

Gravin Beatrixstraat 34

2805 PJ Gouda

The Netherlands

Telephone: 0031 (0)182 579970

Email: info@blonkconsultants.nl

Internet: www.blonkconsultants.nl

Blonk Consultants helps companies, governments and civil society organisations put sustainability into practice. Our team of dedicated consultants works closely with our clients to deliver clear and practical advice based on sound, independent research. To ensure optimal outcomes we take an integrated approach that encompasses the whole production chain.

Contents

Samenvatting	1
1 Inleiding	4
2 Doel & Reikwijdte	6
2.1 Doel	6
2.2 Uitgangspunten	6
3 Beschikbare gebruiksruimte in 2030 en 2050	8
3.1 Beschikbaar landbouwareaal	8
3.2 Bijdrage van het voedselsysteem aan klimaatverandering	8
3.3 Bevolkingsgroei	10
3.4 Gebruiksruimte per wereldburger	11
4 Trends in broeikaseffect-intensiteit van producten	13
4.1 Energiegebruik consument & retail	16
4.2 Voedselverspilling bij consument & retail	16
4.3 Verpakking	17
4.4 Processing	17
4.5 Veehouderij	17
4.6 Teelt	18
4.7 Productie van N- kunstmest	18
4.8 Verbeterde klimaat efficiency	18
4.9 Transport	18
4.10 Raming van klimaat-impact ontwikkeling per productgroep	19
5 Verantwoording optimalisatieberekeningen	21
5.1 Hoe werkt Optimeal®?	21
5.2 Voedingskundige aspecten	24
5.3 Milieudata	25
5.4 Vis	27
6 Resultaten	28
6.1 Pessimistisch scenario 2030	28
6.2 Menu van Morgen	31
6.3 Optimistisch scenario 2030	37
7 Discussie	39
7.1 Methodiek	39
7.2 Observaties per productgroep	42

8	Conclusies.....	46
	Referenties.....	48
	Bijlage 1 Voedingskundige grenzen.....	52
	Bijlage 2 Gedetailleerde Resultaten	54
	Bijlage 3 Verantwoording Milieuwaarden.....	60

Samenvatting

Het voedselsysteem, van productie tot consumptie en afvalverwerking, levert een grote bijdrage (20-30%) aan de mondiale uitstoot van broeikasgassen en het beslag op schaarse natuurlijke hulpbronnen. Wereldwijd staan we voor de uitdaging om in 2050 9 tot 10 miljard mensen gezond en duurzaam te voeden. Blonk Consultants heeft voor Stichting Natuur & Milieu (N&M) onderzocht hoe een gezond en duurzaam eetpatroon voor Nederland ingevuld kan worden. We gaan daarbij uit van het principe dat iedere wereldburger evenveel recht heeft op een deel van de mondiale 'gebruiksruimte', gerelateerd aan broeikasgasuitstoot en landgebruik. Vervolgens is met behulp van optimalisatieprogramma Optimeal® een Menu van Morgen (MvM) voor Nederland in 2030 ontwikkeld, dat binnen deze gebruiksruimte blijft. Ook wordt een doorkijk geboden naar 2050 en worden alternatieve scenario's onderzocht.

Vertrekpunt voor de duurzame scenario's van 2030 en 2050 is het huidige gemiddelde eetpatroon in Nederland zoals die gemeten is in de meest recente Voedsel Consumptiepeiling over de periode 2007-2010. De impact van dit eetpatroon op het milieu is berekend door per eenheid product de milieudruk over de gehele levenscyclus te bepalen en vervolgens te vermenigvuldigen met de hoeveelheden waarin de producten geconsumeerd worden.

Voor het definiëren van de scenario's gelden de volgende randvoorwaarden:

- Iedere wereldburger heeft recht op een gelijk deel van de mondiale milieugebruiksruimte (het principe van *Fair Share*).
- We moeten de emissies van broeikasgassen beperken tot een niveau waarbij de stijging van de temperatuur op aarde beneden de 2°C blijft.
- Het totaal areaal landgebruik voor voedsel mag niet stijgen ten opzichte van vandaag de dag, zodat er geen extra natuur hoeft te worden ontgonnen voor ons voedsel.
- De consumptie van vis van de Nederlandse bevolking moet van duurzame visserij komen.
- Dierlijke producten moeten worden geproduceerd in dierhouderijsystemen waarbij substantieel meer rekening wordt gehouden met dierenwelzijn.
- En uiteraard moet het eetpatroon gezond zijn en passen binnen de nutritionele randvoorwaarden zoals die door de Gezondheidsraad zijn geformuleerd.
- Tot slot wordt rekening gehouden met toekomstige ontwikkelingen in productiviteitsverbetering en afname van voedselverspilling.

Met behulp van Optimeal® is naar eetpatronen gezocht die met zo min mogelijk wijzigingen voldoen aan alle voedingsnormen en tegelijkertijd binnen de berekende milieugebruiksruimte blijven. Het meest knellend bleek hier de broeikasgasuitstoot van het Nederlandse eetpatroon. Deze zou in 2030 met 45% moeten dalen ten opzichte van 2010, en in 2050 zelfs met 67%. Qua landgebruik zitten Nederlanders nu al ruim onder hun Fair Share.

Met Optimeal® is op twee manieren geoptimaliseerd. Beide vertegenwoordigen een extreem. Door beide resultaten te presenteren maken we inzichtelijk wat de bandbreedte is in de uitkomsten. Optimeal® beoordeelt de balans tussen voedingswaarde en milieu-impact. Producten met een relatief gunstige balans zullen stijgen, terwijl producten met een relatief ongunstige balans zullen dalen. Om de voedingswaarde van het menu binnen de voedingskundige normen te houden zullen bepaalde producten in het nieuwe eetpatroon afnemen en andere producten toenemen.

Tabel 1 laat de resultaten zien voor 2030 in vergelijking met het huidige eetpatroon. Hiervoor is 2010 als ijkpunt gebruikt. De prijs van dit menu blijkt nagenoeg gelijk te blijven, als wordt uitgegaan van de huidige prijs van producten, die uiteraard in de toekomst kunnen veranderen.

Groenten, peulvruchten, groenten, noten & zaden, vis en sojaproducten & vegetarische producten zijn productgroepen die ten opzichte van 2010 toenemen in het MvM 2030. Bij de productgroep vis wordt de stijging alleen met duurzaam gevangen vissoorten ingevuld.

Tegenover bovenstaande stijgingen staat een daling van vlees, kaas, dranken en melk & melkproducten. Dit zijn alle productgroepen die een aanzienlijke bijdrage leveren aan de totale broeikasgasuitstoot van het huidige eetpatroon. Een aantal productgroepen, zoals eieren, blijft ongeveer constant.

Tabel 1 Menu van Morgen 2030 vergeleken met het huidige eetpatroon in Nederland

Groep	Huidig 2010 (gram/dag)	Menu van Morgen 2030 (gram/dag)
Aardappelen	98	99-101
Alcoholische en niet-alcoholische dranken	1957	1791-1922
Brood	154	169-225
Eieren	12	12-13
Fruit	110	104-130
Gebak en koek	48	25-52
Graanproducten en bindmiddelen	53	56-57
Groenten	127	191-419
Hartig broodbeleg	4	5-9
Kaas	36	21-24
Melk en melkproducten	373	223-346
Noten, zaden en snacks	32	34-60
Peulvruchten	3	22-32
Samengestelde gerechten	3	5-6
Soepen	61	16-42
Sojaproducten en vegetarische producten	5	10-14
Suiker, snoep, zoet beleg en zoete sauzen	35	16-40
Vetten, oliën en hartige sauzen	59	41-56
Vis	16	20-21
Vlees, vleeswaren en gevogelte	108	30-66
Broeikasgassen (kg CO ₂ eq/dag)	3.83	2.12
Prijs (€/dag)	5.02	5.00-5.30

Ook binnen productgroepen treden verschuivingen op. Zo stijgt binnen de groep dranken de hoeveelheid kraanwater, terwijl wijn, (light) frisdranken en appelsap dalen. Meest opvallend zijn de verschuivingen bij de groenten. Hier nemen groenten van de vollegrond (o.a. sommige koolsoorten, wortel, prei, ui, bieten) toe, terwijl groenten uit de kas (o.a. tomaat, paprika, courgette en komkommer) en groenten van verder weg (o.a. sperziebonen) afnemen. Dit heeft ermee te maken dat de laatste groepen veel meer fossiele energie voor de teelt (aardgas) en transport (diesel, kerosine) vergen en daarmee een hogere broeikasgasuitstoot hebben.

In de doorkijk naar 2050 neemt de gebruiksruijnte voor Nederlanders verder af door de stijgende wereldbevolking en strengere klimaateisen. Dit heeft tot gevolg dat bovengenoemde verschuivingen nog sterker doorzetten: vrijwel geen vlees, minder kaas en andere zuivel, en minder alcoholische en niet-alcoholische dranken afgezien van kraanwater.

In het MvM voor 2030 en 2050 is rekening gehouden met realistische verwachtingen over productiviteitswinst en minder verspilling. Eén van de factoren hierin is het gebruik van meer duurzame energie. Hierdoor wordt extra ruimte gecreëerd voor een gevarieerd eetpatroon. Verder vooruitkijken betekent wel dat er meer onzekerheid zit in de verwachtingen, vandaar dat we voor 2050 spreken van een doorkijk.

Concluderend kunnen we stellen dat met het Menu van Morgen in 2030 nog steeds mogelijk is om gevarieerd te eten. Met het MvM 2030 wordt dierenwelzijn beter gerespecteerd en blijven Nederlanders binnen hun deel van de mondiale gebruiksruijnte waar ze op basis van Fair Share gebruik van kunnen maken. Het meest knellend is hier de doelstelling om de uitstoot van broeikasgassen zodanig te verlagen dat de wereldwijde temperatuurstijging met 66-100% waarschijnlijkheid niet boven de 2°C komt. Qua landgebruik blijft de Nederlandse voedselconsumptie nu al ruim onder het plafond en in het Menu van Morgen 2030 daalt het landgebruik nog verder. In het MvM wordt de consumptie van duurzaam gevangen vis gestimuleerd.

In deze studie is ook nog gekeken naar een Pessimistisch en een Optimistisch scenario voor zowel 2030 als 2050. Het MvM zit qua aannames tussen beide in. Het Pessimistische scenario hield geen rekening met toekomstige ontwikkelingen in productiviteitsverbetering en afname van voedselverspilling, terwijl het Optimistische uitgaat van een lagere bevolkingsgroei en een hogere maximale emissie van broeikasgassen. Uitkomsten zijn vergelijkbaar binnen de randvoorwaarden. Pessimistisch 2030 lijkt op MvM 2050, terwijl Optimistisch 2050 lijkt op MvM 2030. Pessimistisch 2050 en Optimistisch 2030 zijn de meest extreme scenario's.

1 Inleiding

Het voedselsysteem, van productie tot en met consumptie en afvalverwerking, levert een grote bijdrage aan de mondiale uitstoot van broeikasgassen en het beslag op schaarse natuurlijke hulpbronnen, zoals fossiele energie, visbestanden, fosfaat en landbouwgrond. Wereldwijd staan we voor een uitdaging om in 2050 9 tot 10 miljard mensen gezond en duurzaam te voeden. Tegelijkertijd moet de opwarming van de aarde een halt toe worden geroepen en moeten er voldoende natuurlijke hulpbronnen overblijven voor toekomstige generaties. Naast deze wereldwijde uitdaging om voldoende voedsel binnen een duurzame gebruiksruimte te produceren vinden veel mensen in Nederland dat productie van dierlijke producten diervriendelijker moet worden.

Duurzaam én gezond eetpatroon

Stichting Natuur & Milieu (N&M) wil een duurzamer én gezond eetpatroon promoten onder Nederlanders. Aan Blonk Consultants is gevraagd om te onderzoeken hoe het eetpatroon van de Nederlandse bevolking aangepast moet worden, zodat er gezond wordt gegeten en de milieudruk past binnen duurzaamheidsgrenzen, wetende dat we uiteindelijk 9 tot 10 miljard mensen moeten voeden.

We hebben daarbij rekening gehouden met de volgende randvoorwaarden:

- Iedere wereldburger heeft recht op een gelijk deel van de milieugebruiksruimte.
- We moeten de emissies van broeikasgassen beperken tot een niveau zodat de stijging van de temperatuur beneden de 2°C blijft.
- Het totaal areaal landgebruik van het eetpatroon mag niet stijgen, zodat er geen extra natuur hoeft te worden ontgonnen.
- De consumptie van vis van de Nederlandse bevolking moet van duurzame visserij komen.
- Dierlijke producten moeten worden geproduceerd in dierhouderijsystemen waarbij meer rekening wordt gehouden met dierenwelzijn.
- En uiteraard moet het eetpatroon gezond zijn en passen binnen de nutritionele randvoorwaarden zoals door de Gezondheidsraad zijn geformuleerd.
- Tot slot wordt er rekening gehouden met toekomstige ontwikkelingen in productiviteitsverbetering en afname van voedselverspilling.

Om dit vraagstuk op te lossen hebben we gebruik gemaakt van het Optimeal® model, dat Blonk Consultants heeft ontwikkeld om gezondheids- en duurzaamheidsvraagstukken integraal te kunnen oplossen.

Uiteraard kent Optimeal®, net als elk ander model, ook zijn beperkingen. Enkele belangrijke zijn:

- Qua landgebruik wordt geen onderscheid gemaakt tussen akkerland en weidegrond.
- Producten uit één productiesysteem zijn niet gekoppeld (b.v. rundvlees en zuivel)
- Enkele belangrijke milieuthema's als verzuring en waterstress worden niet geanalyseerd
- Economische implicaties in de voedselketen vallen buiten beschouwing

Gelet op de beperkingen van een model geeft dit rapport vooral richtingen aan voor een duurzamer menu en zijn de conclusies over precieze hoeveelheden minder hard.

Menu van Morgen

Deze studie geeft de basis voor het denken over het ‘Menu van Morgen’, en zo is ook één van de scenario’s die we uitrekenen genoemd. Dit is een scenario voor 2030 dat inzicht geeft in gezond en duurzaam eten op de langere termijn. De reden om voor 2030 te kiezen als richtpunt heeft te maken met het feit dat het resultaat voor 2030 concreet is en handelingsperspectieven biedt. Ook zullen grote innovaties op deze termijn naar verwachting nog geen grote invloed hebben op de uitkomsten omdat deze dan nog niet op grote schaal ingevoerd zijn. Voor 2050 is dat veel lastiger te overzien, vandaar dat we daar spreken van een doorkijk. Daarmee wordt een duidelijke stip aan de horizon gecreëerd die belangrijk is om op de langere termijn ons eetpatroon en de productie van ons voedsel te verduurzamen.

Opbouw van het rapport

Dit rapport beschrijft de resultaten, de achtergronden en conclusies van het onderzoek. Het bevat een verantwoording van de gebruikte milieudata, de beperkingen, de aannames op het gebied van klimaatintensiteit, verspilling en de optimalisatietechniek. In hoofdstuk 2 wordt het doel en de reikwijdte van de studie besproken. Hoofdstuk 3 vertaalt de uitgangspunten die gehanteerd zijn voor wereldwijde doelen ten aanzien van klimaatverandering naar milieugebruiksruimte voor voedsel ten aanzien van klimaatemissies en ruimtebeslag voor landbouwgrond in 2030 en 2050. De milieudruk van productie en consumptie van voedsel verandert in de tijd. Veel processen worden efficiënter. Hoofdstuk 4 bevat een trendanalyse die resulteert in een schatting van de klimaatintensiteit van voedingsmiddelen per kg product voor de peiljaren 2030 en 2050. Hoofdstuk 5 bevat de verantwoording van de methodiek. Hoofdstukken 6 t/m 8 bevatten resultaten, discussie en conclusies.

Woord van dank

Met dank aan Corné van Dooren van het Voedingscentrum voor het adviseren en becommentariëren van het onderzoek.

2 Doel & Reikwijdte

2.1 Doel

Het doel van het onderzoek is het *definiëren van een geoptimaliseerd gezond en duurzaam eetpatroon voor Nederlanders anno 2030 en 2050*. Hierbij is rekening gehouden met een aantal randvoorwaarden, zoals gezondheid, milieugebruiksruimte en dierenwelzijn.

2.2 Uitgangspunten

Optimeal®

Voor dit onderzoek is gebruik gemaakt van Optimeal® 1.0 (Dooren & Aiking, 2014; Tyszler, Kramer, & Blonk, 2014a, 2014b). Optimeal® neemt het huidige eetpatroon als uitgangspunt en probeert met zo min mogelijk wijzigingen een alternatief eetpatroon te vinden dat voldoet aan alle randvoorwaarden op voedingskundig en milieukundig gebied. Het minimaliseren van de verschuivingen in het eetpatroon zorgt ervoor dat haalbaarheid van de scenario's voor de gemiddelde Nederlander zo goed mogelijk wordt geborgd.

LevensCyclusAnalyse van producten

Voor alle 207 producten in het Optimeal model is een LevensCyclusAnalyse (LCA) uitgevoerd, waarbij het broeikaseffect en het ruimtebeslag over de gehele levenscyclus van wieg tot graf is bepaald op een consistente manier (zie verder §5.3 voor een toelichting op de dataset). De broeikaseffectscores en landgebruikscores waren beschikbaar voor het peiljaar 2010.

Omdat we analyses uitvoeren voor de peiljaren 2030 en 2050 is de broeikaseffect-intensiteit van producten in Optimeal® voor die jaren aangepast, rekening houdend met een aantal trends. Er mag namelijk worden aangenomen dat allerlei processen in de voedselketen in de tussentijd efficiënter worden, wat zal leiden tot een lagere uitstoot van broeikasgassen voor dezelfde hoeveelheid product. In hoofdstuk 4 is dat verder toegelicht. We hebben deze aanpassing niet gemaakt op benodigde hoeveelheid landbouwgrond omdat het gedurende het project duidelijk werd dat ruimtebeslag van het Nederlandse menu geen beperkende factor wordt wanneer we uitgaan van de huidige waarden.

Scenario's

De volgende zes scenario's zijn onderzocht:

1. **Pessimistisch scenario** (2030): basis randvoorwaarden klimaat, landgebruik en bevolkingsgroei. Geen verbetering in klimaatintensiteit (efficiency) en voedselverspilling. Wel duurzame visserij, geen verbetering van dierenwelzijn.
2. **Pessimistisch scenario** (2050): als 1 voor 2050.
3. **Menu v/d Toekomst scenario** (2030): als 1 maar rekening houdend met realistische ontwikkelingen in klimaatintensiteit en voedselverspilling. Deze verbeteringen zijn verrekend in de milieudruk van voedingsmiddelen, waarbij een waarborg is ingebouwd voor een hoger niveau van dierenwelzijn dan in de huidige productie.
4. **Menu v/d Toekomst scenario** (2050): als 3 voor 2050.

5. **Optimistisch scenario** (2030): als 2, maar met positievere aannames qua gebruiksruimte (klimaat, bevolking).
6. **Optimistisch scenario** (2050): als 5 voor 2050.

Randvoorwaarden

In uitwerking van de scenario's zijn de volgende randvoorwaarden toegepast:

1. **Bevolkingsomvang:** we volgen hierin de VN (United Nations: Department of Social and Economic Affairs, 2013), waarbij we in het Pessimistische scenario en Menu vd Toekomst scenario uitgaan van het medium fertility scenario. In het optimistische scenario gaan we uit van het low fertility scenario.
2. **Klimaatverandering:** uitgangspunt zijn de scenario's voor mondiale broeikasgasemissies en temperatuurstijging zoals deze zijn opgesteld door het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2014). In het Menu van Morgen (MvM) scenario en het Pessimistische scenario gaan we uit van een waarschijnlijkheid van 66-100% ("likely" in IPCC terminologie) dat de temperatuurstijging beneden 2°C blijft. In het optimistische scenario gaan we uit van een kans van 33-66% ("about as likely as not") dat de temperatuurstijging beneden de 2°C blijft. We werken vanuit een top down benadering. Hierin worden allereerst de wereldwijde grenzen voor een acceptabele bijdrage van de gehele voedselketen gedefinieerd en vervolgens gedeeld door de geschatte wereldbevolking. Zo wordt de Fair Share voor wereldburgers (dus ook Nederlanders) vastgesteld. Vereisten zijn dat we de draagkracht van de aarde niet overschrijden en de klimaatdoelstellingen voor 2030 en 2050 halen.
3. **Landgebruik:** de belangrijkste randvoorwaarde is dat er geen verdere ontbossing en landconversie meer mag plaatsvinden om behoud en herstel van natuur in de toekomst mogelijk te maken.
4. **Vis:** er is een spanningsveld tussen de hoeveelheid vis die geadviseerd wordt om gezondheidsredenen en wat duurzaam beschikbaar is. Uitgangspunt in deze studie is dat uitsluitend gekozen wordt voor soorten die volgens de criteria van de Good Fish Foundation en MSC duurzaam gevangen worden en in voldoende mate voorradig zijn (haring, makreel, mosselen) om te voldoen aan de behoefte van alle Nederlanders. De overige vissoorten worden ofwel gemaximeerd op het huidige niveau of verwijderd als ze niet duurzaam worden gevangen.
5. **Dierenwelzijn:** in deze studie is het uitgangspunt dat het welzijn in dierlijke productieketens op een maatschappelijk acceptabel niveau is geborgd. In een LevensCyclusAnalyse is dit van invloed op de parameter voederconversie: de hoeveelheid voer die nodig is om een hoeveelheid vlees of zuivel te produceren. In systemen met hoger dierenwelzijn leven de dieren langer, waardoor ze meer voer nodig hebben. Dit wordt meegenomen in de prognoses van de ontwikkeling in broeikasintensiteit van producten.
6. **Voedingsnormen:** in de studie passen we de voedingsnormen toe zoals die nu in Optimeal® staan, welke ook door het Voedingscentrum worden gehanteerd. Door een gewogen gemiddelde te maken voor mannen en vrouwen van 7 tot 69 jaar, zorgen we ervoor dat de uitkomsten representatief zijn voor 'de gemiddelde Nederlander' in deze leeftijdsgroep.
7. **Huidige eetpatroon:** uitgangspunt voor de huidige voeding in Nederland is de Voedselconsumptiepeiling 2007-2010. Deze peiling is afgenomen in de leeftijdsgroep 7 tot 69 jaar onder een representatieve groep van 3919 personen.

3 Beschikbare gebruiksruimte in 2030 en 2050

In dit hoofdstuk wordt geanalyseerd wat in 2030 en 2050 de beschikbare milieugebruiksruimte is voor de scenario's. In gewone taal: hoeveel uitstoot is in 2030 en 2050 acceptabel om binnen milieugrenzen te blijven? Met hoeveel mensen moeten we het delen? En hoeveel milieu-impact is dit dan per persoon als we eerlijk delen? Hierbij houden we rekening met het beschikbare landbouwareaal, de hoeveelheid uitstoot van broeikasgassen die het IPCC toelaatbaar vindt en prognoses van de stijging in bevolkingsgroei van de VN.

3.1 Beschikbaar landbouwareaal

In dit onderzoek stellen we als randvoorwaarde dat de hoeveelheid landbouwareaal niet mag toenemen. Dit doen we om te garanderen dat er geen verdere conversie van natuurgebieden in landbouwareaal plaatsvindt. Op die manier is behoud en herstel van de natuur in de toekomst mogelijk. We nemen 2010 als referentiepunt. Het totale ijsvrije landoppervlak op aarde is 13026 Mha (miljoen hectare) (Food and Agriculture Organization (FAO), 2011). In 2010 was hiervan 2010 37,64% (4964 Mha) in gebruik voor landbouw (FAOSTAT, 2010). Zie de som van de vetgedrukte getallen in Tabel 2.

Tabel 2 Onderverdeling van het totale ijsvrije landoppervlak. Voor het bepalen van de gebruiksruimte zijn de vetgedrukte items relevant.

Type	% van totaal	Miljoen hectare	Bron
Akker	10,6%	1404,1	FAOSTAT 2010
Permanente gewassen	1,2%	155,5	FAOSTAT 2010
Weide/Grasland	25,8%	3403,9	FAOSTAT 2010
Bos	28,3%	3729,0	FAO 2011
Ander Grasland/Bos	8,9%	1181,1	FAO 2011
Schaars begroeid/Kaal	20,9%	2758,0	FAO 2011
Bewoning/Infrastructuur	1,2%	152,0	FAO 2011
Zoetwater	1,8%	243,0	FAO 2011

In Optimeal® wordt op dit moment geen rekening gehouden met het verschil in grasland en akkerland. De cijfers van FAO laten zien dat 28% ($1404,1/4964 \cdot 100\%$) van het agrarisch landgebruik bestaat uit akkerland.

3.2 Bijdrage van het voedselsysteem aan klimaatverandering

Het voedselsysteem levert een aanzienlijke bijdrage aan de totale uitstoot van broeikasgassen (BKG). In 2010 bedroeg de totale mondiale uitstoot van broeikasgassen 49,1 Gigaton CO₂-eq (IPCC, 2014; Searchinger & et al., 2013). De belangrijkste broeikasgassen zijn: CO₂ (76%), CH₄ (methaan, 16%), en N₂O (lachgas, 6,2%) (IPCC, 2014). De totale BKG-uitstoot wordt in IPCC rapporten uitgesplitst naar sectoren zoals landbouw, industrie, energie en niet naar de producten die we consumeren. Het BKG-effect van voedsel is een optelsom van de BKG-uitstoot vanuit diverse sectoren zoals landbouw, visserij industrie, transport en de energiesector. Er zijn bronnen die schattingen geven voor het broeikas effect van voedsel, maar meestal slechts voor een bepaalde regio (Nijdam & Wilting, 2003; Tukker et al., 2006) of weinig gespecificeerd (Garnett, 2011). Voor deze studie moeten we op wereldniveau weten wat het BKG-effect van voedsel is zodat we een goede vergelijking kunnen maken met de getallen die met behulp van

LCA zijn uitgerekend voor Optimeal®. Een bruikbare studie daarvoor is die van Vermeulen *et al.* (Vermeulen, Campbell, & Ingram, 2012), waarin goed onderbouwd wordt geschat welk deel van de IPCC sectoren als industrie, transport en energie is toe te rekenen aan het voedselsysteem. In totaal komt deze studie op een bijdrage van het voedselsysteem aan de wereldwijde broeikasuitstoot tussen de 19% en 29%, wat overigens goed overeenkomt met de regionale schatting van bovengenoemde studies. Ook het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) baseert zich op deze bron voor haar schatting van 25% (Westhoek *et al.*, 2013).

Landbouw en broeikasgasemissies

Binnen het voedselsysteem is de landbouw de fase die het meest bijdraagt aan het broeikaseffect, zo'n 80-86% (Vermeulen *et al.*, 2012). Landbouw heeft een directe en een indirecte bijdrage aan het broeikaseffect. De directe bijdrage bestaat uit alle emissies van CO₂, methaan en lachgas die direct plaatsvinden gedurende de teelt en de veehouderij. De indirecte emissies betreffen de omzetting van natuurgebied naar landbouwareaal of van omzettingen binnen de landbouw waarbij er verlies plaatsvindt aan koolstof in de bodem, zoals gebeurt bij de conversie van grasland naar akkerland. Zoals de omschrijvingen van IPCC en WRI in de voetnoten van Tabel 3 duidelijk maken, is zeker niet alle indirecte uitstoot met zekerheid toe te wijzen aan voedselproductie. De onzekerheid zit in posten als bosbouw, bosbranden en veenbranden - processen waarbij ook broeikasgassen bij vrijkomen.

Tabel 3 Bijdrage van landbouw aan de broeikasgasuitstoot in Gigatonnen CO₂ equivalenten (Gt)

Bron	Peiljaar	Landbouw Direct (Gt CO ₂ eq)	Landbouw Indirect/LUC (Gt CO ₂ eq)	Totaal Landbouw (Gt CO ₂ eq)
Vermeulen 2012	2008	5.6-6.7	2.2-6.6	7.8-13.3
IPCC AR5	2010	-	-	11.76 (AFOLU) ¹
WRI	2010	6.5	5.5 (LULUCF) ²	12
PBL/OECD	2010		5.5	
1) AFOLU = Agriculture, Forestry and Other Land Use, includes land-based CO ₂ emissions from forest fires, peat fires and peat decay				
2) LULUCF = Land Use, Land Use Change and Forestry				

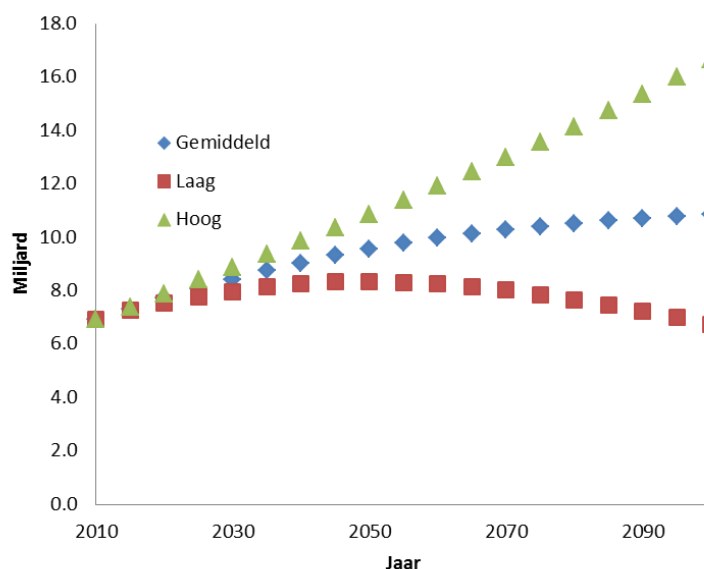
In deze studie is ervoor gekozen indirecte emissies niet mee te nemen in de berekeningen. Dit in verband met de randvoorwaarde voor het onderzoek dat er geen uitbreiding van landbouwareaal mag plaatsvinden om behoud en herstel van natuur te waarborgen.¹

¹ Daarnaast laten scenario berekeningen zien dat het belang van landconversie in 2030 en 2050 sterk afneemt, simpelweg vanwege het feit dat het merendeel van de landconversie wereldwijd in voorgaande decennia al heeft plaatsgevonden. Modellerings door PBL/OEDC (Leflaive *et al.*, 2012) laat een geleidelijke afname zien van 5.5 Gt in 2010 tot circa 2.7 Gt in 2030 en zelfs een netto opname van circa 0.8 Gt in 2050. Ook in het baseline scenario van het IPCC, laten alle projecties voor 2030, 2050 en 2100 een daling zien voor de sector AFOLU (Figuur SPM.7) (IPCC, 2014)).¹ In AFOLU (Agriculture, Forestry and Other Land Use, includes land-based CO₂ emissions from forest fires, peat fires and peat decay) neemt het IPCC een aantal emissiebronnen samen, die niet alle toe te wijzen zijn aan landbouw. Zo wordt hout uit bosbouw (forestry) niet alleen in verpakkingen gebruikt, maar ook in de bouw.

Wanneer we de gegevens uit bovenstaande bronnen combineren, kunnen we een schatting maken van de uitstoot van het gehele voedselsysteem exclusief Land Use Change (LUC) in 2010 (Tabel 4). Dit is circa 8,7 Gt, oftewel 20% van de totale uitstoot van 43,6 Gt exclusief LUC ($49,1 - 5,5 = 43,6$ Gt). Het percentage van 20% is het aandeel van het voedselsysteem in mondiale broeikasgasemissies in 2010 voor zover wij die in beschouwing nemen en die consistent is met de LCA benadering in Optimeal®. We nemen verder aan dat het voedselsysteem in vergelijking met andere sectoren evenredig moet bijdragen aan de mondiale reductiedoelstellingen, ook al is het een primaire levensbehoefte. Echter, ook andere behoeften die zorgen voor broeikasgasuitstoot zijn aan te merken als primair, bijvoorbeeld wonen. Daarom gebruiken we het percentage van 20% ook in de projecties voor 2030 en 2050 (§ 3.4), wat resulteert in doelstellingen van 45% en 67% reductie ten opzichte van ijkjaar 2010. Dit is een conservatieve keuze die tot gevolg heeft dat de gebruiksruimte per wereldburger in de scenario's op een evenredige manier kleiner wordt. Met deze wordt geen keuze gemaakt tussen het belang van verschillende menselijke behoeften. Ook zijn er geen specifieke belemmeringen te benoemen waarom de voedselketen minder zou kunnen bijdragen. Er is juist veel potentie door verandering van eetpatroon en verlaging van de emissies in meerdere sectoren, zoals primaire landbouw, industrie, transport en energiesector. Wanneer uitsluitend wordt gekeken naar de landbouw, gaat de Europese Commissie voor de periode van 1990 tot 2050 uit van 42-49% daling (European Commission, 2011). Voor de periode waarnaar we in dit onderzoek kijken (2010-2050) zou dit een daling met circa 30% impliceren (Westhoek, 2015).

3.3 Bevolkingsgroei

De wereldbevolking groeit nog steeds. Uiteraard zit er enige onzekerheid in de projecties van de groei, vandaar dat de VN verschillende scenario's presenteert: gemiddeld, laag en hoog (United Nations: Department of Social and Economic Affairs, 2013). De onzekerheid neemt toe naarmate we verder vooruitkijken.



Figuur 1 VN schattingen van de bevolkingsgroei in de komende 100 jaar.

Figuur 1 laat de projecties van de VN zien. In het lage scenario treedt er na 2050 een daling op van de wereldbevolking, terwijl deze in het gemiddelde scenario afvlakt bij ongeveer 11 miljard mensen in 2100. Bij het berekenen van de gebruiksruimte per wereldburger in 2030 en 2050 maken we in dit onderzoek gebruik van zowel het gemiddelde scenario (MvM) als het lage scenario (Optimistische scenario).

3.4 Gebruiksruimte per wereldburger

Om de temperatuurstijging van de aarde met grote zekerheid (66-100%) binnen de 2°C te houden, moet de totale uitstoot van broeikasgassen volgens het IPCC in 2050 zijn gedaald tot 21,4 Gt CO₂eq (13,7-29,0 Gt CO₂eq) (IPCC, 2014). Ten opzichte van 2010 is dit een daling van 41-72% (IPCC RCP2.6 scenario). Van deze daling is het gemiddelde genomen: 57%. Dit is het uitgangspunt voor de gebruiksruimte voor het MvM en het Pessimistische scenario. Voor de tussenliggende periode gaan we uit van een lineaire daling.

Optimistisch scenario

Het IPCC schetst ook een optimistischer scenario, waarbij de kans 33-66% is dat de temperatuurstijging binnen 2°C blijft. In dit geval is de noodzakelijke daling van de uitstoot in 2050 25-55%, oftewel 29,4 Gt CO₂-eq gemiddeld. Dit getal gebruiken we in het Optimistische scenario (Tabel 4).

Voor de projecties van de gebruiksruimte gaan we verder uit van het principe van een gelijkblijvend aandeel van het voedselsysteem in mondiale broeikasgasemissies. Dat betekent concreet dat het aandeel van het voedselsysteem tot 2050 gelijk blijft op 20% van het totaal exclusief LUC (Land Use Change) (Tabel 4). Zoals eerder genoemd worden indirecte emissies niet meegenomen omdat er geen extra landbouwgrond bij komt.

Fair Share principe en gebruiksruimte per persoon

Het principe van Fair Share passen we toe op de gebruiksruimte per persoon, waarbij we voor het scenario voor het MvM uitgaan van het gemiddelde bevolkingsscenario van de VN (§ 3.3). Voor 2010 is de gebruiksruimte per wereldburger daarmee 3,45 kg CO₂-eq/dag en 19,7 m²*jaar/dag (Tabel 4). Ter vergelijking, op basis van de Voedselconsumptiepeiling 2007-2010 (Rossum, Fransen, Verkaik-Kloosterman, Buurma-Rethans, & Ocké, 2011) berekent Optimeal® voor Nederlandse volwassen vrouwen en mannen tussen 31-50 jaar, 3,6-4,5 kgCO₂-eq/dag en 4,0-5,0 m²/p/dag. Dit komt overeen met schattingen van het RIVM (Temme et al., 2014). Qua broeikasgasuitstoot zitten we daarmee in 2010 in Nederland duidelijk te hoog, maar qua landgebruik juist erg laag, wat eerder ook werd gevonden door het PBL (Oorschot, Rood, Vixseboxse, Wilting, & Esch, 2012). Dit laatste heeft te maken met het feit dat in de landbouw die voorziet in de Nederlandse consumptie vooral hoog productieve methoden worden toegepast met een hoge opbrengst per hectare².

Voor het gemiddelde Nederlandse eetpatroon van personen van 7 tot 69 jaar berekent Optimeal® in 2010 een broeikasgasuitstoot van 3,83 kg CO₂eq/dag. Voor 2030 is daarmee in het MvM scenario een klimaatreductie van 45% ((3,83-2,12)/3,83) noodzakelijk ten opzichte van 2010, en een vermindering van de broeikasgasuitstoot van het Nederlandse eetpatroon met maar liefst 66% in 2050.

² Op andere plaatsen in de wereld kan door toepassing van betere landbouwmethoden de productiviteit nog fors worden verhoogd (van Ittersum et al., 2013). Dit wordt de yield gap genoemd (www.yieldgap.org). Voor N&M van belang dat dit op een duurzame manier gebeurt: ecologische intensivering.

Tabel 4 Gebruiksruimte en aandeel voedselsysteem in landgebruik en broeikasgasuitstoot.

		Huidig 2010	Bron	Projectie 2030	Projectie 2050	Opmerking
Pessimistisch en MvdT Scenario						
Totaal BKG	(Gt CO ₂ -eq)	49.1	IPCC	35.3	21.4	WRI, IPCC (<2°C stijging aannemelijk)
Landbouw ex LUC	(Gt CO ₂ -eq)	6.5	WRI			
Landbouw LUC	(Gt CO ₂ -eq)	5.5	WRI, OECD/PBL	2.7	-0.8	OECD/PBL
Totaal BKG min LUC	(Gt CO ₂ -eq)	43.6		32.6	22.2	
Optimistisch scenario						
Totaal GHGe	(Gt CO ₂ -eq)	49.1	IPCC	39.2	29.4	IPCC (<2°C stijging 50% kans)
Landbouw ex LUC	(Gt CO ₂ -eq)	6.5	WRI			
Landbouw LUC	(Gt CO ₂ -eq)	5.5	WRI, OECD/PBL	2.7	-0.8	OECD/PBL
Totaal GHGe min LUC	(Gt CO ₂ -eq)	43.6		36.5	30.2	
Landgebruik						
Agrarisch landgebruik	(mld ha)	4.96	FAOSTAT	4.96	4.96	Constant
Landgebruik/persoon Fair Share	(m ² /p/d)	19.7		16.1	14.2	
Wereldbevolking UN gemiddeld						
Wereldbevolking UN laag	(mld)	6.92		8.42	9.55	
	(mld)	6.92		8.00	8.30	
GHGe Voedselsysteem						
Fertilizer	(Gt CO ₂ -eq)	0.44	2008, Vermeulen			
Energie in diervoederproductie	(Gt CO ₂ -eq)	0.07	2008, Vermeulen			
Pesticide productie	(Gt CO ₂ -eq)	0.07	2008, Vermeulen			
Direct Landbouw	(Gt CO ₂ -eq)	6.50	WRI			
Indirect Landbouw	(Gt CO ₂ -eq)	uitgesloten				
Primaire&secondaire processing	(Gt CO ₂ -eq)	0.20	2008, Vermeulen			
Opslag, verpakking, transport	(Gt CO ₂ -eq)	0.41	2008, Vermeulen			
Koelen, vriezen	(Gt CO ₂ -eq)	0.55	2008, Vermeulen			
Retail	(Gt CO ₂ -eq)	0.23	2008, Vermeulen			
Catering en thuis	(Gt CO ₂ -eq)	0.16	2008, Vermeulen			
Afvalverwerking	(Gt CO ₂ -eq)	0.07	2008, Vermeulen			
Totaal Pessimistisch en MvdT Scenario	(Gt CO ₂ -eq)	8.71		6.51	4.45	20% van Totaal GHGe min LUC
Totaal Optimistisch Scenario	(Gt CO ₂ -eq)	8.71		7.30	6.04	20% van Totaal GHGe min LUC
BKG/persoon Pessimistisch en MvdT Scenario	(kg CO ₂ eq/p/dag)	3.45		2.12	1.28	bij UN gemiddeld
BKG/persoon Optimistisch Scenario	(kg CO ₂ eq/p/dag)	3.45		2.50	1.99	bij UN laag

4 Trends in broeikaseffect-intensiteit van producten

De broeikaseffect-intensiteit van een voedselproduct betreft de bijdrage aan het broeikaseffect gedurende de gehele levenscyclus van een product. De broeikaseffect-intensiteit van producten die in Nederland geconsumeerd worden, verandert in de tijd als gevolg van o.a. verbeterde landbouwmethoden, efficiëntere verwerkingsprocessen en de inzet van meer duurzame energiebronnen. Belangrijke sturende factoren hiervoor in landbouw en industrie zijn kostenreductie en milieubeleid. In dit hoofdstuk beperken we ons tot klimaatintensiteit omdat – zoals H3 laat zien – dit in vergelijking tot landgebruik het meest beperkende is voor een gezond en duurzaam eetpatroon in Nederland.

Bovengenoemde trends hebben tot gevolg dat er meer voedsel geproduceerd kan worden binnen de gebruiksruimte die in het vorige hoofdstuk is gedefinieerd. Aangezien het reëel is te veronderstellen dat ze blijven plaatsvinden, is het van belang er rekening mee te houden bij het opstellen van het MvM, omdat minder uitstoot per hoeveelheid product betekent dat het eetpatroon minder drastisch hoeft te veranderen om binnen de gebruiksruimte te blijven. Hierdoor blijft het menu gevarieerder.

Broeikaseffect-intensiteit

Op basis van historische ontwikkelingen in broeikaseffect-intensiteit is een raming gemaakt van toekomstige ontwikkelingen. Recent hebben we voor Nederlandse dierlijke producten deze ontwikkeling voor de afgelopen 22 jaar in kaart gebracht wat betreft de indicatoren broeikaseffect, fossiel energiegebruik en landgebruik (Kool, Pluimers, & Blonk, 2014a, 2014b, 2014c, 2014d)³. Het model dat we daar hebben ontwikkeld om trends in de milieudruk van de levenscyclus van producten te evalueren, hebben we hier ook toegepast.

De verbeterde broeikaseffect-intensiteitsscores zijn toegepast in het MvM-scenario en het Optimistische scenario. De verminderde klimaatbelasting van producten is berekend door per keten de parameters te bepalen die hierop van invloed zijn. Dit gebeurt vanuit de LCA-methodiek (zie §5.3) die we toepassen. Daarvoor is per productgroep een zwaartepuntanalyse (Tabel 6) uitgevoerd van de klimaatbelasting in de huidige situatie. Met andere woorden, er is nagegaan hoeveel elke fase in de keten bijdraagt aan het geheel. De volgende fasen in de levenscyclus zijn daarbij onderscheiden:

- Consument & retail;
- Verpakking;
- Processing;
- Veehouderij;
- Teelt (exclusief N-kunstmestproductie);
- N-kunstmest productie;
- Transport in de keten.

Ook zijn twee ‘plaatsen’ meegenomen waar voedselverspilling optreedt: bij de consument en bij de retail.⁴

³ Deze daling in milieu-impact van dierlijke producten ging de afgelopen 40 jaar sneller dan de stijging in consumptie van deze producten zodat de totale milieubelasting van de consumptie van dierlijke producten in Nederland afnam (Blonk & Kool, 2013).

⁴ Verspilling in de productieketen is ingerekend in de milieu-impact van de ketenprocessen en is niet gevarieerd in deze analyse van efficiency.

Het aantal productgroepen is zo gekozen dat de opbouw van de klimaatbelasting in de keten van de onderliggende producten in grote lijnen gelijk is. Vervolgens zijn voor een aantal onderdelen de onderliggende parameters gedefinieerd die de milieu-impact bepalen en hoeveel die bijdragen aan het proces. Zie onderstaande tabel, die laat zien om welke parameters het gaan en hoe sterk ze meewegen. Voor deze parameters zijn vervolgens de trends bepaald.

Tabel 5 Parameters en hun invloed op bijdrage broeikaseffect van ketenonderdeel.

Ketenonderdeel	Parameters en mate en/of wijze van bijdrage aan broeikaseffectscore
Consument en retail	Elektriciteitsketen (40%), Brandstofketen (60%)
Processing	Elektriciteitsketen (25%), Brandstofketen (75%)
Veehouderij	Pensfermentatie Rundvee (38%), Mestmanagement (5-25%) Feed Conversion Rate (FCR) bepaalt hoeveel voer nodig is. De benodigde hoeveelheid verschilt per diertype (15-70%). De FCR neemt toe bij hoger dierenwelzijn.
Teelt (exclusief N-kunstmest productie)	Direct energieverbruik, lachgasemissies vanwege mestaanwending, gewasresten en vlinderbloemigen
N-kunstmestproductie	Lachgasemissies (ca. 50%) en emissies vanwege fossiel energieverbruik (ca. 50%)

Tabel 6 Zwaartepuntanalyse: bijdragen van fasen in de levenscyclus aan het broeikaseffect van productgroepen in Optimeal®

		Consument en retail						Processing				Veehouderij			CO2e	Teelt	Teelt			Transport
			uitval											CO2e	CO2e					
		bijdrage	consu- ment	uitval retail	Elekt.	Brand- stof	Verpak- king	bijdrage	Elekt.	Brand-stof	bijdrage	FCR	CO2e vertering	mestmana- gement	bijdrage	uitval	N-bemest	brandstof en overig		
Vlees(-producten), kip																				
Rundvlees van melkveehouderij	100%	16%	6%	4%	6.4%	9.6%	3%	4%	1.00%	3.00%	57%	1	39%	18%	15%	5%	8%	7%	5%	
Rundvlees van vleesveehouderij	100%	4%	6%	4%	1.6%	2.4%	1%	6%	1.50%	4.50%	40%	1	37%	3%	45%	5%	25%	20%	4%	
Varkensvlees	100%	11%	6%	4%	4.4%	6.6%	4%	12%	3.00%	9.00%	31%	1	5%	26%	36%	5%	15%	21%	6%	
Kip	100%	23%	6%	4%	9.2%	13.8%	13%	8%	2.00%	6.00%	17%	1	0%	17%	34%	5%	11%	23%	5%	
Alcoholische en niet alcoholische dranken																				
Koffie	100%	44%	2%	1%	17.6%	26.4%	3%	6%	1.50%	4.50%	0%				44%	5%	22%	22%	3%	
Bier	100%	14%	2%	1%	5.6%	8.4%	52%	18%	4.50%	13.50%	0%				12%	5%	8%	4%	4%	
Thee	100%	73%	2%	1%	29.2%	43.8%	3%	9%	2.25%	6.75%	0%				10%	5%	6%	4%	5%	
Soft drinks	100%	17%	2%	1%	6.8%	10.2%	42%	16%	4.00%	12.00%	0%				20%	2%	8%	12%	5%	
Kass	100%	16%	3%	1%	6.4%	9.6%	3%	4%	1.00%	3.00%	57%	1	39%	18%	15%	5%	8%	7%	5%	
Melk en melkproducten	100%	16%	5%	1%	6.4%	9.6%	3%	4%	1.00%	3.00%	57%	1	39%	18%	15%	5%	8%	7%	5%	
Soepen	100%	20%	7%	1%	8.0%	12.0%	4%	11%	2.75%	8.25%	22%	1	15%	7%	38%	5%	18%	20%	5%	
Vetten, olien en hartige sauzen	100%	14%	7%	1%	5.5%	8.3%	1%	10%	2.50%	7.50%					72%	5%	30%	42%	3%	
Noten, zaden en snacks																				
Vleessnacks	100%	19%	7%	1%	7.6%	11.4%	2%	18%	4.50%	13.50%	26%	1	4%	22%	32%	5%	13%	19%	3%	
Chips	100%	4%	7%	1%	1.6%	2.4%	6%	28%	7.00%	21.00%	0%				56%	2%	20%	36%	6%	
Noten	100%	4%	7%	1%	1.6%	2.4%	7%	13%	3.25%	9.75%	0%				66%	5%	48%	18%	10%	
Overig	100%	4%	7%	1%	1.6%	2.4%	6%	28%	7.00%	21.00%	0%				56%	2%	20%	36%	6%	
Brood	100%	23%	10%	1%	9.2%	13.8%	2%	26%	6.50%	19.50%	0%				43%	2%	23%	20%	6%	
Graan en graanproducten	100%	5%	10%	1%	2.0%	3.0%	2%	35%	8.75%	26.25%	0%				52%	2%	26%	26%	6%	
Eieren	100%	23%	6%	4%	9.2%	13.8%	13%	8%	2.00%	6.00%	17%	1	0%	17%	34%	5%	11%	23%	5%	
Aardappelen	100%	66%	5%	1%	26.4%	39.6%	2%	10%	2.50%	7.50%					20%	2%	9%	11%	2%	
Hartig broodbeleg	100%	5%	7%	1%	2.0%	3.0%	14%	3%	0.75%	2.25%					62%	5%	25%	37%	16%	
Groenten	100%	40%	9%	4%	16.0%	24.0%	5%	7%	1.75%	5.25%	0%				44%	5%	15%	29%	4%	
Gebak en koek	100%	14%	9%	1%	5.6%	8.4%	16%	21%	5.25%	15.75%	14%	1	0%	14%	32%	5%	14%	18%	3%	
Suiker, snoep	100%	4%	2%	1%	1.6%	2.4%	12%	21%	5.25%	15.75%	0%				60%	2%	20%	40%	3%	
Vis	101%	10%	9%	4%	4.0%	6.0%	5%	2%	0.50%	1.50%	64%				14%	5%	4%	10%	6%	
Fruit	100%	13%	9%	4%	5.2%	7.8%	1%	1%	0.25%	0.75%	0%				75%	5%	30%	45%	10%	

In onderstaande paragrafen is per fase in de keten beschreven wat realistische schattingen zijn voor de verandering in klimaat efficiency.

4.1 Energiegebruik consument & retail

Het onderdeel ‘consument & retail’ bestaat uit het energiegebruik in de supermarkt voor koeling, verlichting en klimaatbeheersing (ventilatie en verwarming) en het energiegebruik bij de consument voor bewaren en bereiden. De meest bepalende factor voor de ontwikkeling van de klimaatintensiteit van deze processen in de periode tot en met 2050 is de emissiefactor voor elektriciteitsproductie. Hiervoor zijn de prognoses van een grote studie voor de Europese Commissie gebruikt (Capros et al., 2013). Daarin wordt verondersteld dat de broeikasgasuitstoot van elektriciteitsproductie in Europa gemiddeld zal afnemen van circa 0,58 tot 0,16 kg CO₂e/kwh (= reductie van 70%). Wij hebben een iets conservatievere schatting gemaakt en de volgende reductiepercentages gehanteerd ten opzichte van 2010. Voor brandstofgebruik en productie hebben we een reductie van 5% over alle periodes aangehouden.

Tabel 7 Trends in BKG-uitstoot van energiegebruik consument en retail. Percentages kunnen relevant zijn in beide fasen.

Periode	Reductie klimaatimpact van elektriciteitsproductie bij retail en consument (gCO ₂ e/kwh)	Brandstofverbruik bij retail en consument (gCO ₂ e/MJ)
2010-2020	20%	5%
2010-2030	30%	5%
2010-2040	40%	5%
2010-2050	50%	5%

Er vinden veel meer trends plaats zoals een verschuiving naar meer elektra ten koste van brandstoffen, een meer efficiënte inzet van energiedragers door zuiniger apparatuur zowel bij consumenten als retail maar ook meer gekoelde producten en meer diversiteit in producten. Deze trends hebben zowel positieve als negatieve impact op de klimaatimpact van de product levenscycli. Aangenomen is dat de combinatie van deze trends min of meer neutraal uitpakken op de klimaatbelasting van de fase ‘consument & retail’.

4.2 Voedselverspilling bij consument & retail

Aangenomen is dat door de inspanningen om uitval (verspilling) te beperken bij de consument en in de retail voedselverliezen zullen afnemen. De uitval bij de consument bedraagt ca. 2-10% (Van Westerhoven & Steenhuizen, 2010) en in de retail circa 1-4% afhankelijk van de productgroep. Voor specifieke producten kan de uitval overigens veel hoger zijn. In onderstaande tabel is een schatting weergegeven van hoe het nationaal en internationaal ingezette beleid leidt tot reductie van verminderde uitval. Deze ramingen zijn volledig gebaseerd op de inschatting van de auteurs van dit rapport. De effectiviteit van het beleid op reductie van voedselverspilling moet nog blijken (PBL, n.d.). Voor 2015 was een doel van 20% minder verspilling geformuleerd en dat is zeker niet gehaald.

Tabel 8 Prognose van trends in voedselverspilling consument en retail

Periode	Verminderde Uitval
2010-2020	10%
2010-2030	20%
2010-2040	25%
2010-2050	30%

4.3 Verpakking

Er vinden continu innovaties plaats in producten en hun verpakkingen. Sommige leiden tot een verbeterde klimaatimpact per eenheid verpakt product zoals minder verpakkingsmateriaal, andersoortige materialen en efficiencyverbeteringen in de levenscyclus van verpakkingsmateriaal. Aan de andere kant zijn er trends die tot een verhoogde klimaatimpact leiden: kleinere verpakkingen, minder statiegeldverpakkingen, meer diversiteit aan producten en designverpakkingen. Deze kunnen allen leiden tot een hoger materiaalgebruik per eenheid verpakt product. Tezamen zorgen deze tegengestelde ontwikkelingen voor een grote mate van onzekerheid, wat een zeer conservatieve schatting rechtvaardigt voor de trends in efficiency. We nemen hier aan dat in de gehele periode tot en met 2050 een zeer geringe reductie van de klimaatimpact plaatsvindt van 5%.

4.4 Processing

In de processingindustrie, waar agro-producten in verschillende stappen worden verwerkt tot voedingsproducten, vindt een continu proces van efficiencyverbetering plaats. Deels geïnitieerd door kostenreductie en deels door milieubeleid. We volgen hier de ramingen voor efficiencyverbetering in de voedingsmiddelenindustrie van eerder genoemde trendstudie voor de EU (Capros et al., 2013), zie onderstaande tabel.

Tabel 9 Prognose voor klimaatbelasting processing

Periode	Verbetering energie-efficiency
2010-2020	6%
2010-2030	12%
2010-2040	22%
2010-2050	27%

4.5 Veehouderij

Van alle fasen in de levenscyclus van dierlijke producten levert de veehouderijfase een grote bijdrage aan de totale uitstoot van broeikasgassen. Bij rundvlees en zuivel loopt dit op tot bijna 60% van het totaal.

Dierenwelzijn

Een belangrijke randvoorwaarde voor deze studie is dat dierenwelzijn in de komende decennia verbetert (integraal duurzame benadering), om te kunnen voldoen aan de maatschappelijke wensen op dit vlak. In de berekeningen is dit meegenomen in de vorm van een verslechtering van de voederconversie. De reden hiervoor is dat verbeterd dierenwelzijn gepaard gaat met factoren als een langere levensduur, langzamere groei en meer beweging. Dit betekent dat varkens en kippen meer voer verbruiken. Dit is in een LCA een

bepalende factor voor de uitstoot van broeikasgassen en landgebruik per eenheid product. Ten opzichte van 2010 nemen we voor zowel 2030 als 2050 een stijging van de voerconsumptie aan van 10% bij varkens en 20% bij vlees- en legkippen (Hoste, 2009; van Horne, van Harn, van Middelkoop, & Tacken, 2003). Daarbij is voor kip uitgegaan van een langere levensduur (58 i.p.v. 40 dagen) (van Horne et al., 2003). In de rest van de keten kunnen nog wel besparingen plaatsvinden, aangezien die niet afhankelijk zijn van het dierenwelzijn.

Zuivelketen

In de zuivelketen, waar ook een groot deel van het rundvlees op de Nederlandse markt uit afkomstig is, is als gevolg van beter dierenwelzijn geen noemenswaardige verslechtering van de voederconversie te verwachten. Wel zijn meerdere maatregelen denkbaar die de uitstoot van methaan en lachgas op de boerderij verder kunnen terugdringen. Ten aanzien van de methaanemissie in de rundveehouderij nemen we aan dat hier geringe verbetering optreedt van 2% in de gehele periode tot en met 2050. Ten opzichte van de methaanemissies en lachgasemissies gekoppeld aan mestmanagement nemen we aan dat er een verbetering van 5% plaatsvindt in de periode tot en met 2050. Dit zijn zeer conservatieve inschattingen.

4.6 Teelt

Bij plantaardige producten is veel winst te behalen in de teeltfase. Datzelfde geldt uiteraard voor veevoedergrondstoffen. Twee clusters van factoren zijn hier van belang: het verlagen van de uitstoot van het broeikasgas lachgas (N_2O) tijdens de productie en de toepassing van kunstmest en verbeterde klimaat efficiency op de boerderij. Onder dat laatste verstaan we diverse zaken die afhankelijk van de situatie een bijdrage kunnen leveren, zoals verbeterde gewasrotatie, lager fossiel brandstofverbruik, minder verspilling, enzovoort.

4.7 Productie van N- kunstmest

De productie van stikstofkunstmest vraagt veel fossiele energie. Daarnaast komt tijdens de productie en na toepassing op het land N_2O vrij. De potentiële winst die hier behaald kan worden, wordt ingeschat op circa 55% (Brentrup & Palliere, 2008). Als voorzichtige schattingen voor 2030 en 2050 nemen we daarom respectievelijk 30% en 50% reductie aan.

4.8 Verbeterde klimaat efficiency

Overige maatregelen op de boerderij die bijdragen aan het verlagen van de BKG-uitstoot, vatten we samen onder ‘verbeterde klimaat efficiency’. De maatregelen kunnen zeer divers zijn en verschillen per diersoort en gewas. Hier moeten we voorzichtig zijn omdat we moeten vertrouwen op onze eigen inschatting, vandaar slechts 5% (2030) en 10% (2050) verbetering.

4.9 Transport

In tegenstelling tot wat algemeen wordt aangenomen heeft transport slechts een beperkte invloed op de totale broeikasgasuitstoot van voedingsmiddelen, meestal maar 3-6%. Ten opzichte van 2010 verwachten we voor 2030 en 2050 een beperkte reductie van broeikasgasuitstoot met respectievelijk 10% en 20%. De reden hiervoor is dat er momenteel weinig zicht is op de toepassing van technologieën om wegtransport en zeetransport veel efficiënter te maken, in tegenstelling tot personenvervoer. De winst moet voorlopig

komen uit bijvoorbeeld zuinigere brandstofmotoren, betere banden en verbeterde aerodynamica van trucks (TNO, 2013).

4.10 Raming van klimaat-impact ontwikkeling per productgroep

Tabel 10 geeft een overzicht van de ontwikkeling van de klimaatimpact per productgroep waarbij alle hierboven genoemde ontwikkelingen in efficiency in de productie- en consumptieketen zijn doorgerekend.

Tabel 10 Ramingen van klimaat-efficiency per productgroep

Productgroep	2030	2050	2010-2030	2010-2050
Vlees, vleesproducten			per jaar	per jaar
<i>Rund van melkvee</i>	90%	85%	-0,50%	-0,31%
<i>Vleesrunderen</i>	87%	78%	-0,67%	-0,44%
<i>Varken</i>	90%	81%	-0,51%	-0,38%
<i>Kip</i>	93%	84%	-0,36%	-0,32%
Dranken				
<i>Koffie</i>	84%	73%	-0,81%	-0,54%
<i>Bier</i>	89%	82%	-0,56%	-0,35%
<i>Thee</i>	84%	75%	-0,78%	-0,50%
<i>Frisdranken</i>	89%	82%	-0,57%	-0,37%
Kaas	91%	86%	-0,44%	-0,27%
Overige zuivel	91%	86%	-0,46%	-0,29%
Soepen	87%	77%	-0,67%	-0,45%
Vet, olie en hartige sauzen	83%	71%	-0,84%	-0,57%
Noten, zaden, snacks				
<i>Vleessnacks</i>	86%	77%	-0,69%	-0,46%
<i>Chips</i>	85%	72%	-0,77%	-0,55%
<i>Noten</i>	79%	64%	-1,05%	-0,71%
<i>Overig</i>	85%	72%	-0,77%	-0,55%
Brood	82%	68%	-0,92%	-0,64%
Granen, graanproducten	82%	67%	-0,92%	-0,65%
Eieren	93%	84%	-0,36%	-0,32%
Aardappel	84%	74%	-0,81%	-0,52%
Hartig broodbeleg	86%	75%	-0,72%	-0,49%
Groenten	84%	74%	-0,80%	-0,53%
Gebak, koek	86%	77%	-0,68%	-0,46%
Suiker, zoetwaren, zoete sauzen	86%	76%	-0,68%	-0,48%
Vis	93%	89%	-0,34%	-0,22%
Fruit	83%	71%	-0,85%	-0,57%

In bovenstaande tabel vallen de ramingen voor ontwikkeling in klimaatefficiency van dierlijke producten lager uit dan voor veel plantaardige productgroepen. Voor melkveehouderijproducten bedroeg de

verbetering in de afgelopen 22 jaar -1,35% per jaar (Kool et al., 2014d), voor varkensvlees -0,74% per jaar (Kool et al., 2014b) en voor kippenvlees -1,48% per jaar (Kool et al., 2014c). In deze studie wordt met een lagere efficiencyverbetering gerekend vanwege de randvoorwaarde die gesteld is m.b.t. verbeterd dierenwelzijn. Zoals uitgelegd in 4.5 is verbeterd dierenwelzijn gemodelleerd door een verslechtering van de voederconversie, met een lagere efficiencyverbetering voor vleesproducten tot gevolg.

5 Verantwoording optimalisatieberekeningen

In dit hoofdstuk wordt besproken hoe Optimeal werkt, hoe het huidige eetpatroon is bepaald, welke voedingskundige normen zijn gehanteerd en hoe de milieu-impact van producten is berekend. Tot slot wordt de keuze met betrekking tot vis nader toegelicht.

5.1 Hoe werkt Optimeal®?

Optimeal® kan gezien worden als een digitale voedingsexpert die het huidige eetpatroon met zo min mogelijk wijzigingen kan laten voldoen aan alle voedingskundige normen. Daarbij kunnen ook andere aspecten worden meegenomen zoals in dit geval milieukundige doelstellingen. In beide gevallen gaat het om getalsmatige grenzen: de voeding voor één dag moet de aanbevolen dagelijkse hoeveelheden (ADH) energie, macro- en micronutriënten bevatten en daarnaast binnen de gebruikruimte blijven die in dit onderzoek is gedefinieerd. In Figuur 2 staat schematisch weergegeven hoe Optimeal® werkt en welke data het programma bevat.

Figuur 2 Schematische weergave van Optimeal®



Milieukundige en voedingskundige profielen

Het programma bevat een voedingswaardetabel waaraan de milieukundige impacts van elk product zijn toegevoegd. Deze zijn op basis van de Levenscyclus Analyse (LCA) methode berekend. Optimeal® past het eetpatroon aan door producten met verschillende milieukundige en voedingskundige profielen tegen elkaar uit te ruilen en het menu zo aan te passen dat het voldoet aan gezondheid en duurzaamheidsrandvoorwaarden. Het huidige eetpatroon, op basis van de VCP 2007-2010, is hierbij het startpunt. Omdat we er vanuit gaan dat consumenten liefst zo weinig mogelijk aan hun eetpatroon veranderen, is Optimeal® zo geprogrammeerd dat er zo min mogelijk wordt uitgeruild.

Om te begrijpen wat we verstaan onder 'zo min mogelijk uitruilen' zijn twee zaken van belang: wat wordt precies uitgeruild en hoe?

Eenheid van de hoeveelheid voeding

De eerste vraag gaat over de eenheid van de hoeveelheid voedingsproducten die Optimeal® met elkaar vergelijkt en uitruilt. Een voor de hand liggende keuze is hier grammen product zoals we die consumeren: bijvoorbeeld een gram cola, een gram biefstuk of een gram bruine bonen. Stel, de BKG-uitstoot van het eetpatroon moet omlaag. Optimeal® verlaagt dan bij gelijke nutritionele waarde het product dat per gram

de hoogste BKG-uitstoot heeft: bijvoorbeeld biefstuk. Nu is biefstuk ook rijk aan ijzer. Als er grammen biefstuk uit het eetpatroon worden gehaald, daalt de ijzerinname. Als dit onder de ADH komt, moet compensatie worden gezocht. Dit kan door de hoeveelheid van een andere goede ijzerbron te verhogen. Ook dit is een wijziging en telt op bij de vorige wijziging. Optimeal® bepaalt welke combinatie van wijzigingen tot de laagste som van alle verschuivingen leidt.

Wanneer grammen product als eenheid voor hoeveelheid wordt gebruikt wordt er sneller geschoven met geconcentreerde producten, zoals knäckebröd, peulvruchten en ontbijtgranen, dan met waterrijke producten, zoals dranken en groenten, bij gelijk nutriëntenprofiel. Namelijk, om hetzelfde voedingskundige of milieukundige doel te bereiken moeten van waterrijke producten veel meer grammen worden verschoven, of dat nu omhoog is of omlaag. Dit creëert een bepaalde voorkeur (bias) voor het ongemoeid laten van dranken, zoals frisdrank en koffie, in het eetpatroon. Er zal minder snel mee worden geschoven, omhoog of omlaag, dan met genoemde geconcentreerde producten. Het is lastiger ze uit het menu te krijgen, maar ook lastiger ze flink te verhogen. Typerend is bijvoorbeeld dat knäckebröd sneller stijgt dan volkorenbrood, terwijl ze eigenlijk dezelfde grondstoffen bevatten, afgezien van het water.

Drogestofgewicht

Er is een alternatieve eenheid die het even makkelijk maakt om met verdunde als met geconcentreerde producten te schuiven bij gelijk nutriëntenprofiel, namelijk het drogestofgewicht (grammen droge stof). Hierbij wordt de hoeveelheid water in een product buiten beschouwing gelaten; het drogestofgewicht is wat van een product overblijft als al het water eruit zou worden verdampt. Dit kan geïllustreerd worden met het volgende voorbeeld: stel je hebt een frisdrank die bestaat uit 10% suiker en 90% water. Deze drank bevat dus 10% droge stof. In een vergelijking is 10 gram frisdrank dan equivalent aan 1 gram suiker. Als verder alle eigenschappen per gram suiker gelijk zijn, schuift Optimeal® net zo makkelijk met het 10 gram frisdrank als met 1 gram pure suiker.

Het gevolg van het gebruik van drogestofgewicht als eenheid is dat de resultaten niet meer afhangen van de hoeveelheid water in een product. Het gebruik van drogestofgewicht bij het optimaliseren, heeft tegelijkertijd een nadeel. Er kunnen bijzonder veel waterrijke producten in het menu komen in hoeveelheden die normaliter boven onze gewone consumptie uitkomen. Een voorbeeld van een dergelijke bias zijn hier de groenten, die veel nuttige nutriënten met een relatief lage broeikasgas-intensiteit per eenheid droge stof maar ook veel water bevatten. Uit de optimalisaties op basis van droge stof komen soms hoeveelheden van boven de 400 gram per dag, wat veel is ten opzichte van de huidige consumptie van 127 gram per dag.

Beide eenheden geven, qua invloed van water, een extreem weer. Aangezien we op het moment niet weten welke benadering het beste de minste verandering meet, of dat we uit mogen gaan van het gemiddelde, presenteren we de uitkomsten van beide benaderingen⁵. Hiermee laten we zien wat de bandbreedte/variatie is waarbinnen de resultaten zich kunnen bevinden.

⁵ Dit is een lastig vraagstuk dat van twee kanten benaderd moet worden. Aan de ene kant, kan de hoeveelheid voeding en de nutritionele waarde van ons eetpatroon begrepen worden vanuit het productiesysteem van voeding en water. Voeding wordt geproduceerd vanuit biogene productiesysteem en komt vanaf land of uit het water (enkele toegevoegde mineralen uitgezonderd). De bulk van ons water (in Nederland ca. 70%) krijgen we niet binnen via de producten van landbouw en visserij. Ons voedingsproductiesysteem is dus niet essentieel voor de productie van water maar voor de nutritionele waarde van de droge stof die ons voedt. Water wordt gedurende de productie van voeding er ook weer uitgehaald en bijgemengd (denk aan sinaasappelconcentraat en sinaasappelsap, pasta en gekookte pasta, etc.). Puur redenerend vanuit de veranderingen in het productiesysteem zijn de veranderingen in droge stof productie die geleverd moeten worden door productie op land of water het meest essentieel. Aan de

Wijzigingen in eetpatroon

De tweede belangrijke vraag bij het optimaliseren gaat over hoe Optimeal® de pakketjes voeding uitruilt. Dit definieert de manier waarop Optimeal® wijzigingen aan het menu meet. Wat we hiermee willen bereiken is dat het eetpatroon zo min mogelijk wordt gewijzigd. Hiervoor zijn twee mogelijke benaderingen, in het ene geval leidt dit tot veel kleine verschuivingen in een groot aantal producten (Kwadratisch Programmeren) en in het andere geval tot enkele grote verschuivingen in een beperkt aantal producten (Lineair Programmeren).

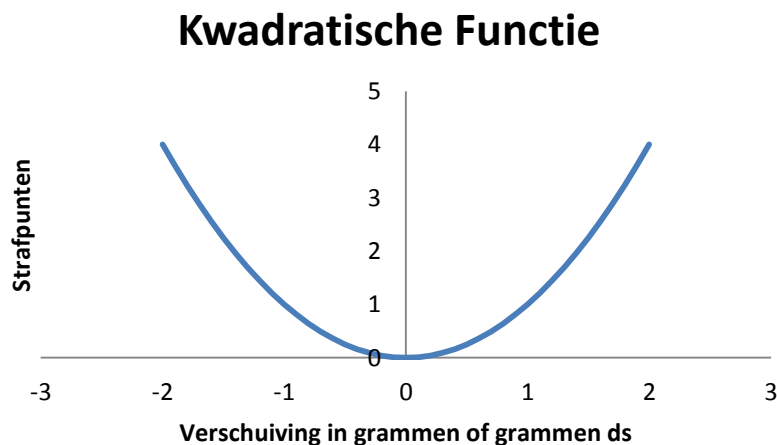
In deze studie is gekozen voor de eerste benadering (Kwadratisch Programmeren), omdat we er vanuit gaan dat op het niveau van de Nederlandse populatie het aannemelijker is dat het eetpatroon met kleine stapjes verandert dan met grote sprongen. De veronderstelling is dat de inspanning die nodig is om te veranderen onevenredig toeneemt naarmate de verschuivingen groter worden. In wiskundige terminologie spreekt men dan van een kwadratische functie. Om een bepaalde doelstelling te halen zal Optimeal® sneller een klein beetje schuiven met een groot aantal producten, dan heel veel met een beperkt aantal producten.

Strafpunten

Het MvM willen we zo min mogelijk laten afwijken van het huidige eetpatroon. Wanneer er wordt geschoven met de hoeveelheid van een product ten opzichte van het huidige menu, deelt Optimeal® hiervoor per wijziging strafpunten uit. Het huidige eetpatroon in Optimeal® bestaat uit een groot aantal producten. Het doel van de optimalisatie is het vinden van de laagste som van alle strafpunten, onder de voorwaarde dat aan alle gestelde voedingskundige en milieukundige grenzen wordt voldaan.

Kwadratische functie

Onderstaande figuur maakt duidelijk hoe de kwadratische functie werkt bij verschuiving van een product in de huidige voeding. Dit laat zien dat naarmate er meer wordt geschoven, de lijnen steeds steiler worden.



Bij de lineaire functie zijn de lijnen recht en neemt het aantal strafpunten evenredig toe met de mate van verschuiving.

andere kant consumeren wij geen droge stof maar droge stof gemengd met water. In onze ervaring van consumptiehoeveelheden is de hoeveelheid water in het product wel degelijk van belang. Ervaar het verschil tussen het consumeren van een 100 gram rauwe andijvie of 100 gram peulvruchten.

Een verschuiving van 1 gram levert met beide functies 1 strafpunt op, terwijl een verschuiving met 2 gram bij de kwadratische functie 4 strafpunten oplevert en maar 2 bij de lineaire functie. Kijkend naar de resultaten van het hele menu, veroorzaakt de kwadratische functie kleine verschuivingen in een groot aantal producten, tegenover grote verschuivingen met een klein aantal producten bij de lineaire functie.

De resultaten van de lineaire functie zijn wel bekend, maar worden vanwege de overzichtelijkheid niet gerapporteerd, te meer omdat er geen afwijkende trends uit naar voren komen.

5.2 Voedingskundige aspecten

Voor het MvM gaan we uit van een gemiddelde persoon van 7 tot 69 jaar. Hier is voor gekozen vanwege de beschikbaarheid van consumptiegegevens, gebaseerd op de Voedselconsumptiepeiling 2007-2010.

5.2.1 Huidig menu

We baseren ons op de Voedselconsumptiepeiling 2007-2010 (VCP) (Rossum et al., 2011) en de bijbehorende brondata (RIVM, 2012). Hieruit is een representatieve gemiddelde weekvoeding berekend voor de hele VCP-steekproef. Deze bestond uit 3819 personen (jongens, meisjes, mannen en vrouwen) verdeeld over 11 groepen. Door het toepassen van weegfactoren is de steekproef en het gemiddelde menu representatief voor de Nederlandse bevolking van 7 tot 69 jaar.

Weekvoeding

Tijdens de VCP werd de consumptie van 1600 producten (NEVO-codes) geregistreerd. Daarvan zijn er 207 beschikbaar in Optimeal®. Deze selectie is gemaakt op basis van de rangorde van geconsumeerd gewicht tijdens de VCP. Samen vertegenwoordigen ze 77% van al het geconsumeerde gewicht tijdens de VCP. Het ontbrekende deel bestaat uit minder geconsumeerde producten. Er is gecorrigeerd voor het ontbrekende deel door de beschikbare producten in Optimeal elk evenveel te verhogen (schalen), zodanig dat de geconsumeerde hoeveelheid energie (kcal) weer gelijk is aan het waargenomen gemiddelde in de VCP. Uit een vergelijking blijkt dat deze weekvoeding ook qua voedingswaarde goed overeenkomt met het gemiddelde. Zo bevat de gecorrigeerde versie van de uitgangspositie in Optimeal net als de VCP te veel zout en verzadigd vet en te weinig voedingsvezel.

5.2.2 Voedingskundige grenzen

De voedingskundige normen in Optimeal® (Bijlage 1 Voedingskundige grenzen) zijn in overleg met het Voedingscentrum vastgesteld. Ze komen overeen met de normen die op de website van het Voedingscentrum zijn te vinden, met een paar aanvullingen; microvoedingsstoffen (Voedingscentrum, 2014), macronutriënten (Gezondheidsraad, 2001), visvetzuren (Gezondheidsraad, 2006) en essentiële aminozuren (WHO, FAO, & UNU, 2007). Voor microvoedingsstoffen wordt de Aanbevolen Dagelijkse Hoeveelheid (ADH) gehanteerd. Deze dekt de behoefte van 95% van de populatie.

Gelijkwaardige voedingswaarde

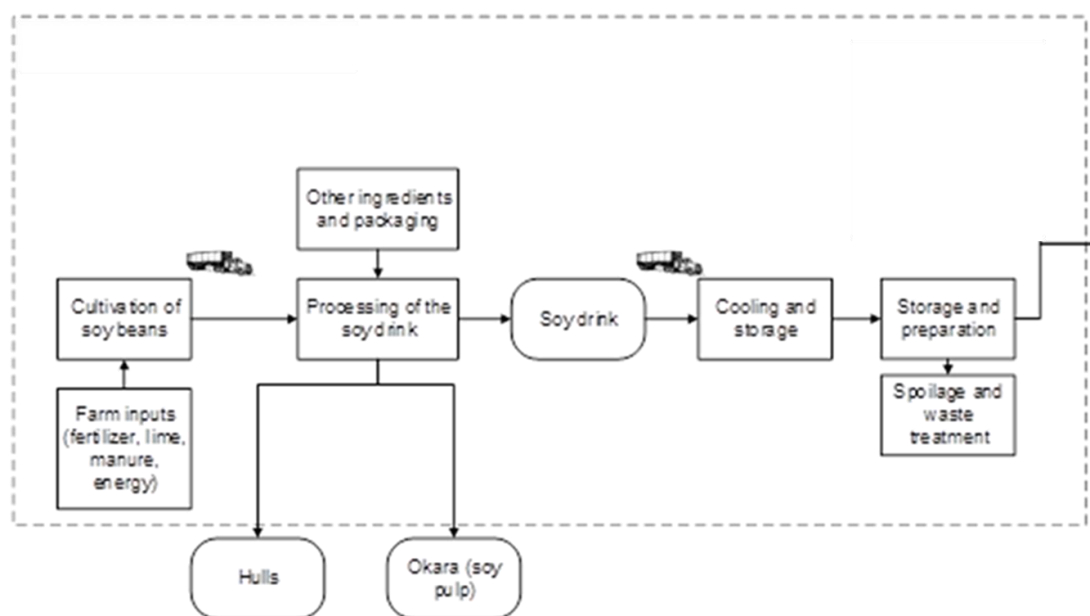
Voor elke voedingsstof is een onder- en een bovengrens opgenomen. Optimeal® zoekt naar oplossingen die binnen de onder- en bovengrenzen vallen. De resultaten van een optimalisatie voldoen dus altijd aan de normen, waardoor verschillende optimalisaties op een eerlijke manier met elkaar kunnen worden vergeleken: ze zijn gelijkwaardig qua voedingswaarde.

Omdat we voor het MvM uitgaan van een gemiddelde Nederlander van 7 tot 69 jaar, is ook een gemiddelde voedingskundige behoefte bepaald. Ook hiervoor is met behulp van weegfactoren een gewogen gemiddelde gemaakt van alle 11 groepen uit de VCP.

In dit onderzoek zijn geen ondergrenzen gesteld aan bepaalde productgroepen, ook niet aan groente en fruit. Wel is gekeken of de hoeveelheden niet te laag werden. Daarbij is gelet op de som van beiden. De hoeveelheid groente was in de meeste gevallen zelfs ruim boven de 200 gram, terwijl de hoeveelheid fruit zo rond de huidige inname bleef schommelen.

5.3 Milieudata

Van elk product in Optimeal® is de milieudruk berekend via een LevensCyclusAnalyse (LCA). In zo'n analyse wordt over de gehele levenscyclus, van 'wie tot graf', in kaart gebracht wat de stromen grondstoffen, overige hulpbronnen en emissies waren (Figuur 3).



Figuur 3 Voorbeeld van een "Wie tot Graf" Levenscyclus: sojadrink

In de LCA's van de producten in Optimeal® is gekeken naar emissies die van belang zijn om de BKG-uitstoot te berekenen en naar Landgebruik en Fossiel Energiegebruik. Over andere mogelijk relevante milieu-indicatoren kunnen daarom op dit moment geen kwantitatieve uitspraken worden gedaan.

5.3.1 Productmixen (herkomst en productiemethode)

Veel van de 207 meegenomen producten zijn een mix van verschillende productietechnieken en landen van herkomst. Bijvoorbeeld aardbeien zijn deels afkomstig vanuit Spanje en deels uit Nederland, en daarnaast deels van de vollegrond, deels uit plastic kassen en deels uit glazen kassen. We hebben het dus over een gemiddelde aardbei die in NL wordt geconsumeerd, rekening houdend met de gemiddelde herkomst van producten in de retail. Rundvlees is deels afkomstig van oude melkveekoeien en deels van vleesrassen, en komt deels uit Nederland en deels uit het buitenland.

Zie bijlage 3 voor de verdere verantwoording

5.3.2 Primaire agrarische productie

De meeste gegevens over primaire agrarische productie zijn afkomstig uit eerdere onderzoeken van Blonk Consultants die o.a. in het kader van projecten voor het RIVM (Biesbroek et al., 2014; Temme et al., 2014) zijn verzameld, geactualiseerd en uitgebreid. Voor een deel is gebruik gemaakt van data over stromen hulpbronnen en emissies uit de literatuur.

Zie bijlage 3 voor de verdere verantwoording.

5.3.3 Verwerking

Ook hier is gebruik gemaakt van data over verwerkingsprocessen uit zowel de wetenschappelijke literatuur als uit studies die eerdere zijn uitgevoerd door Blonk Consultants (zie bijlage 3 voor verdere verantwoording).

5.3.4 Verpakking

Gegevens over het type en de hoeveelheid verpakking zijn op verschillende manieren verzameld. Wanneer beschikbaar, zijn primaire data uit specifieke onderzoeken voor bedrijven of branches gebruikt. Van producten waar dit ontbrak, is een typisch product ingekocht, waarna de schone verpakking werd gewogen.

Zie bijlage 3 voor de verdere verantwoording.

5.3.5 Retail

Nadat producten de poort bij de fabrikant verlaten, worden ze via een distributiecentrum (DC) van een supermarktketen verspreid over de filialen. In de retailfase wordt elektriciteit gebruikt voor verlichting, koelen en vriezen. Ook wordt aardgas gebruikt om de winkel te verwarmen. Voor de retailfase is informatie gecombineerd uit diverse bronnen (o.a. Albert Heijn, 2013; Ligthart, 2006).

Tabel 11 Aannames Retailfase

	Aanname
Verlichting	0.076 kWh
Koelen/vriezen	0.33 kWh
Verwarming	0.29 MJ
Transport	0.1 ton*km

Er is aangenomen dat de transportafstand tussen zowel fabrikant en DC, als van DC naar filiaal 50 km bedroeg.

5.3.6 Bewaren en bereiden thuis

Per product is beoordeeld hoe dit bij de consument wordt opgeslagen. Voor koelen is elektriciteit nodig (0.047 kWh/kg). Voor bereiding werd data gebruikt uit diverse onderzoeken (Carlsson-Kanyama & Boström-Carlsson, 2001; Dutilh, Velthuisen, & Blonk, 1996; Van Elburg, 2008). Dit is geverifieerd met

eigen metingen. Hierbij is aangenomen dat in 75% van de huishoudens op gas wordt gekookt en 25% op elektriciteit (Van Elburg, 2008).

Tijdens het bereiden kan een product slinken of zwellen. De conversiefactoren die hiervoor zijn gebruikt zijn ons ter beschikking gesteld door het RIVM (RIVM, 2012; Rossum et al., 2011) voor diverse studies.

5.3.7 Verspilling

Een deel van het ingekochte voedsel wordt verspild. Hiervoor zijn gegevens gebruikt uit een sorteeraanlyse van huishoudelijk afval uitgevoerd door CREM (Van Westerhoven & Steenhuizen, 2010). Alle producten in Optimeal® zijn ingedeeld in de groepen zoals die in de CREM studie zijn gedefinieerd, waarna per productgroep het corresponderende percentage verspilling is verrekend.

5.4 Vis

In Optimeal® is het advies van gemiddeld 450 mg gezonde visvetzuren (DHA en EPA) uit de Richtlijnen Goede Voeding 2006 (RGV 2006) overgenomen. Om deze aanbeveling te kunnen halen zou de consumptie van vette vis moeten stijgen. Zoals de Gezondheidsraad (GR) zelf ook al heeft aangegeven, zal een hogere visconsumptie per definitie leiden tot een hogere ecologische belasting (Gezondheidsraad / Health Council of the Netherlands, 2011). Voor dat dilemma draagt de GR zelf een oplossing aan, namelijk om te kiezen voor duurzame soorten.

De oplossing is dat we selectief zijn in de soorten vis waarvan de consumptie in deze studie iets mag stijgen en dat we niet meer vis toelaten dan strikt genomen noodzakelijk om de 450 mg/dag te halen. Ook wordt de behoefte zoveel mogelijk verdeeld over de beschikbare soorten. Dit is overlegd met de Good Fish Foundation (Absil, 2015).

Concreet zijn de volgende regels toegepast:

- Haring, makreel en mosselen; MSC gecertificeerde soorten: mogen elk stijgen tot 40 gram/week;
- Zalm en pangasius; kweekvissen met vismeel/visolie in het voer: consumptie mag niet stijgen;
- Tonijn en kabeljauw; magere soorten, waarvan wel zeer beperkt MSC beschikbaar is: consumptie mag niet stijgen;
- Noordzeegarnaal en lekkerbekje (mix van pangasius, heek en kabeljauw); meestal niet of niet herkenbaar duurzaam gevangen volgens Viswijzer: maximum op 0 gram/week.

6 Resultaten

In de volgende paragrafen worden de resultaten voor de zes scenario's besproken. Hierbij wordt zowel gekeken naar verschuivingen in hoeveelheden per productgroep als naar de individuele producten waarvan de consumptie stijgt, daalt of gelijk blijft.

6.1 Pessimistisch scenario 2030

In dit scenario zijn de basis randvoorwaarden met betrekking tot BKG-uitstoot, landgebruik en bevolkingsgroei aangenomen. Verder is geen verbetering voorzien in klimaatintensiteit en voedselverspilling. In dit scenario wordt ook geen rekening gehouden met verbeterd dierenwelzijn, maar wel met aannames m.b.t. verantwoorde visconsumptie. Ten opzichte van 2010 moet in dit scenario de BKG-uitstoot dalen met respectievelijk 45% (2030) en 67% (2050). De resultaten staan weergegeven in Tabel 12.

Tabel 12 Hoeveelheden per product groep (gram/dag) en milieu-impacts van de twee Pessimistische scenario's met twee maten voor de hoeveelheid product: gram (gr) en grammen drogestof (ds)

Groep	Huidig	Pessim 2030 gr	Pessim 2030 ds	Pessim 2050 gr	Pessim 2050 ds
Aardappelen	98	99	102	16	103
Alcoholische en niet-alcoholische dranken	1957	1888	2418	1522	2222
Brood	154	233	177	336	246
Eieren	12	10	11	0	0
Fruit	110	86	117	0	28
Gebak en koek	48	13	54	0	14
Graanproducten en bindmiddelen	53	45	56	26	32
Groenten	127	179	374	355	368
Hartig broodbeleg	4	8	6	0	12
Kaas	36	17	23	0	0
Melk en melkproducten	373	344	198	14	14
Noten, zaden en snacks	32	84	34	103	84
Peulvruchten	3	29	25	0	26
Samengestelde gerechten	3	8	6	62	16
Soepen	61	24	22	26	58
Sojaproducten en vegetarische producten	5	11	16	276	285
Suiker, snoep, zoet beleg en zoete sauzen	35	4	43	0	45
Vetten, oliën en hartige sauzen	59	36	60	9	31
Vis	16	19	21	17	19
Vlees, vleeswaren en gevogelte	108	11	50	0	0
Broeikasgassen (kg CO ₂ eq/dag)	3,83	2,12	2,12	1,28	1,28
Fossiele Energie (MJ/dag)	33,85	23,98	23,64	17,00	17,46
Landgebruik (m ² *jaar/dag)	4,24	2,89	2,53	2,55	2,20
Prijs (€/dag)	5,02	4,97	5,17	6,02	4,93

Wijzigingen in het menu

Belangrijke groeiers in het Pessimistische menu voor 2030 zijn groenten, peulvruchten en brood. De mate waarin hangt af van de gebruikte gewichtsmaat (gram of droge stof). Verder is de voeding voor 2030 in dit scenario nog behoorlijk gevarieerd. Zo is er nog ruimte voor een beperkte hoeveelheid frisdranken, alcoholische dranken, gebak en koek, en wat zoetigheid.

Met de huidige efficiency in de keten kan in 2030 nog een beperkte hoeveelheid vlees (11-50 gram/dag) en kaas (17-23 gram/dag) worden gegeten, terwijl de consumptie van melk(producten) zou moeten dalen van 373 gram/dag naar 198-344 gram/dag. De mate van daling is afhankelijk van de maat waarin verandering wordt gemeten (droge stof versus gewicht), met name bij vlees en (melk)producten. Bij de daling van kaas en vlees spelen ook voedingskundige normen een rol: in het huidige eetpatroon zit te veel verzadigd vet en zout, waarvan beide een belangrijke leverancier zijn.

Doorkijk naar 2050

De doorkijk naar 2050 in dit scenario laat zien dat er een zeer karig menu overblijft met veel brood, groente, kraanwater en verrijkte sojadrink.

Naast een afname in de uitstoot van broeikasgassen (met 45% in 2030 en 67% in 2050) neemt ook het landgebruik af. Wel iets minder hard, maar nog steeds zeer ruim binnen de gebruiksruimte die we op basis van Fair Share hebben vastgesteld (16,1 m²*jaar/dag in 2030 en 14,2 m²*jaar/dag in 2050). Er is ook een afname van het fossiel energiegebruik (met 49% in 2050), wat voor een deel bijdraagt aan de verlaging van de BKG-emissies.

Verschuivingen in productgroepen

In het scenario voor 2030 zijn binnen productgroepen aanzienlijke verschuivingen opgetreden. De veranderingen in hoeveelheid product die voor gram en gram droge stof in dezelfde richting wijzen, noemen we consistent. Het gaat in dat geval om uitkomsten waarbij er zowel voor gram als voor droge stof sprake is van de richting dalend, stijgend of gelijkblijvend. Onder niet-consistente veranderingen verstaan we uitkomsten waarbij beide benaderingen niet dezelfde kant op wijzen, wat resulteert in combinaties van als dalend en gelijkblijvend of stijgend en dalend. Bij gelijkblijvend is een marge van 5% aangehouden ten opzichte van de hoeveelheid in het huidige menu. De resultaten staan voor het pessimistische scenario in 2030 staan in Tabel 13.

Tabel 13 Consistente verschuivingen binnen productgroepen in 2030 Pessimistische scenario.

Groep	Dalend (-, -)	Gelijk (0, 0)	Stijgend (+, +)
Aardappelen		Gekookte aardappelen	
Alcoholische en niet-alcoholische dranken	Wijn, zwaar bier >7%, meeste (light) frisdranken, appelsap, cappuccino, limonade, vers sinaasappelsap		
Brood			Alle soorten, m.n. volkorenvarianten en knackebröd
Eieren	Gekookt ei		

Fruit	Aardbei, druif, ananas, meloen, appelmoes, kiwi		peer, mandarijn
Gebak en koek	Stroopwafel		Volkoren biscuit
Graanproducten en bindmiddelen	Witte rijst		Muesli
Groenten	Champignons, sperziebonen, broccoli, bloemkool, witlof en kasgroenten (o.a. tomaat, paprika, courgette en komkommer)		Sommige koolsoorten (o.a. spruit, boerenkool, zuurkool), taugé, rucola en overige vollegrondsgroenten (o.a. ui, prei, biet, andijvie, wortel, spinazie, doperwt, selderij)
Hartig broodbeleg			Pindakaas
Kaas	alle soorten m.u.v. 30+		
Melk en melkproducten	Meeste volle en halfvolle producten, magere vruchtenyoghurt		
Noten, zaden en snacks	Vleessnacks (o.a. kroket, frikadel, saucijzenbroodje)		Noten en zaden, chips
Peulvruchten			Alle soorten
Samengestelde gerechten			Pannenkoek
Soepen	Rest		Erwtensoep
Sojaproducten en vegetarische producten		Sojadrink	Verrijkte producten (sojadrink light, hamburger)
Suiker, snoep, zoet beleg en zoete sauzen	Jam zonder suiker		
Vetten, oliën en hartige sauzen	Boter, ketchup, tomatensaus		Vloeibare margarine, halvarine
Vis	Pangasius, tonijn, lekkerbekje, garnaal	Zalm, kabeljauw	Haring, makreel, mossel
Vlees, vleeswaren en gevogelte	Rund, kip en vet varkensvlees		Mager varkensvlees

Hieronder volgt voor enkele productgroepen een nadere toelichting op de resultaten:

- **Dranken:** In de dranken, zoals wijn en lightfrisdranken wordt fors gesneden. Ter compensatie wordt er kraanwater toegevoegd. Bier, sinaasappelsap uit een pak en cola dalen iets of blijven gelijk, afhankelijk van de benadering.
- **Noten, brood en peulvruchten:** Noten, brood en peulvruchten komen in deze en veel andere geoptimaliseerde menu's terug als stijgend. Dit zijn producten met een hoge nutriëntendichtheid.
- **Groenten:** Bij groenten dalen kasgroenten en champignons, terwijl sommige koolsoorten en andere groenten van de vollegrond stijgen. Deze trends zijn ook in de overige scenario's zichtbaar. Opmerkelijk is dat consumptie sterk stijgt van 127gram/dag tot 179-474gram/dag.

- **Zuivel:** Met uitzondering van 30+ kaas worden alle soorten kaas verlaagd. De overige volle en halfvolle zuivelproducten dalen ook, met uitzondering van magere vruchtenyoghurt. Dit laatste komt waarschijnlijk door de natuurlijke ‘verrijking’ met voedingsstoffen uit de vruchten.
- **Vlees:** Veel vlees verdwijnt, waaronder rundvlees, kip en vet varkensvlees. Mager varkensvlees lijkt buiten schot te blijven, wat opvallend is, omdat varkensvlees qua milieu-impact tussen rund (hoog) en kip (laag) inzit. Waarschijnlijk heeft dit met voedingskundige aspecten te maken, bijvoorbeeld het hogere ijzergehalte t.o.v. kip.
- **Vis:** De stijging in haring, mossel en makreel is het gevolg van de norm voor visvetzuren (DHA en EPA). Aangezien de inname vanuit het huidige menu er ver onder ligt, moet de hoeveelheid vette vis in het menu altijd omhoog. De overige trends, o.a. in zalm (gelijk) en pangasius (dalend), in de groep vis zijn hoofdzakelijk het gevolg van de strikte bovengrenzen die aan deze producten zijn gesteld. Ze zijn hetzelfde in alle geoptimaliseerde menu’s.

6.2 Menu van Morgen

In de scenario’s voor het MvM is in vergelijking met het pessimistische scenario naast BKG-uitstoot en landgebruik ook rekening gehouden met autonome verbeteringen in efficiency in de keten, zoals het gebruik van meer duurzame energiebronnen, en met verbetering van het dierenwelzijn. Door de verbeteringen in efficiency ontstaat meer ruimte voor een gevarieerd menu en zijn minder verschuivingen nodig in vergelijking met het pessimistische scenario. Wel moet dezelfde broeikasgasreductie van 45% worden behaald in 2030 en 67% in 2050.

Met betrekking tot de trends in productgroepen zijn de overeenkomsten met het pessimistische scenario voor 2030 vrij groot (Tabel 14). Echter, de aandelen in grammen verschillen wel.

Tabel 14 Hoeveelheden per productgroep (gram/dag) en milieu-impacts van de twee MvM scenario’s. Twee maten voor hoeveelheid product, grammen (gr) en grammen droge stof (ds). De getallen in rood zijn een overschatting, omdat hierin efficiency verbeteringen niet zijn verrekend.

Groep	Huidig	MvM 2030 gr	MvM 2030 ds	MvM 2050 gr	MvM 2050 ds
Aardappelen	98	99	101	90	103
Alcoholische en niet-alcoholische dranken	1957	1922	1791	1677	2250
Brood	154	225	169	265	196
Eieren	12	13	12	0	9
Fruit	110	104	130	31	79
Gebak en koek	48	25	52	0	48
Graanproducten en bindmiddelen	53	56	57	32	53
Groenten	127	191	419	229	389
Hartig broodbeleg	4	9	5	0	8
Kaas	36	21	24	9	13
Melk en melkproducten	373	346	223	264	157
Noten, zaden en snacks	32	60	34	108	48
Peulvruchten	3	32	22	16	22
Samengestelde gerechten	3	6	5	32	11
Soepen	61	42	16	9	39

Sojaproducten en vegetarische producten	5	14	10	30	68
Suiker, snoep, zoet beleg en zoete sauzen	35	16	40	8	43
Vetten, oliën en hartige sauzen	59	41	56	28	60
Vis	16	20	21	16	19
Vlees, vleeswaren en gevogelte	108	30	66	0	10
Broeikasgassen (kg CO ₂ eq/dag)	3,83	2,12	2,12	1,28	1,28
Fossiele Energie (MJ/dag)	33,85	27,16	26,42	19,92	19,71
Landgebruik (m ² *jaar/dag)	4,24	3,05	2,71	2,77	2,37
Prijs (€/dag)	5,02	5,03	5,32	5,07	4,96

Ook hier dalen zowel het gebruik van fossiele energie als het landgebruik, maar dit gaat zeker niet parallel met het broeikas-effect. Wel is sprake van een overschatting van zowel Fossiel Energiegebruik als Landgebruik in 2030 en 2050, aangezien te verwachten efficiencyverbeteringen zoals voor BKG-uitstoot besproken in Hoofdstuk 4, hierin niet zijn verrekend. Voor een deel zijn ze zelfs gekoppeld aan BKG-uitstoot. Qua landgebruik is het totaal zonder deze correcties al lager dan de 28% die wereldwijd beschikbaar is als akkerland (Gebruiksruimte akkerland: 4.5 m²*jaar/dag in 2030 en 3.9 m²*jaar/dag in 2050). Dus, zelfs als de hoeveelheid landgebruik die Optimeal berekent voor 100% uit akkerland zou bestaan, is er voldoende. In werkelijkheid zal een deel van het benodigde land in Tabel 14 bestaan uit weidegrond, waardoor er zelfs sprake is van een zekere marge. Hoeveel is niet precies gekwantificeerd. We mogen dus veilig stellen dat in het MvM scenario landgebruik, zelfs van akkerland, niet verder toeneemt.

Invloed van water

Evenals in het Pessimistische scenario is er bij bepaalde productgroepen een vrij groot verschil tussen beide maten voor producthoeveelheid: gram droge stof of gram. Dit heeft te maken met specifieke producteigenschappen. Het treedt vooral op bij heel vochtrijke producten als dranken, melkproducten, fruit en groenten, maar ook bij vlees, de productgroep met de hoogste milieu-impact per gram. Dit illustreert de invloed van water in de producten op de uitkomsten. Het verschil tussen beide maten geeft de bandbreedte aan in de uitkomsten.

Vergelijking met pessimistische scenario

In het MvM scenario voor 2030 blijft in vergelijking met het pessimistische scenario meer kaas en vlees over en ook iets meer van productgroepen als gebak/koek, graanproducten en suikerrijke producten. Daartegenover staat dat productgroepen als brood, noten/zaden en soja/vegetarische producten minder sterk stijgen. De sterke stijging in peulvruchten en groenten is nagenoeg gelijk. Fruit blijft iets dichterbij huidige inname. Wat opvalt is dat veranderingen in fruit duidelijk afwijken van die in groente en peulvruchten. Dit zou erop kunnen duiden dat in fruit de balans tussen nutriëntenrijkdom en BKG-uitstoot minder gunstig is dan in beide andere groepen.

Doorkijk naar 2050

De doorkijk naar 2050 in het scenario van het MvM levert een menu op met nog maar weinig dierlijke producten. Zo is het meeste vlees verdwenen, terwijl ook de hoeveelheden kaas en ei fors zijn gereduceerd. Wel blijft nog steeds een aanzienlijke hoeveelheid melkproducten over, 223-346 gram/dag, ten opzichte van 373 gram/dag in 2010. Duidelijke “winnaars” zijn plantaardige producten zoals groente, brood, noten/zaden, peulvruchten en soja/vegetarische producten. Alhoewel de stijging van de laatste groep wordt veroorzaakt door de toegevoegde vitamines en mineralen als calcium, B2, B12 en D. Wie dit uit natuurlijke bronnen wil halen zal meer zuivel, vette vis of lever moeten consumeren. Uiteraard betekent dit dat elders meer moet worden bespaard om binnen de gebruiksruimte te blijven.

6.2.1 Menu van Morgen 2030

Ook wanneer we meer in detail kijken naar productgroepen zijn de overeenkomsten met het pessimistische scenario voor 2030 groot (**Bijlage 2 Resultaten**). De veranderingen in hoeveelheid product die zowel bij optimalisatie o.b.v. gram als gram droge stof in dezelfde richting wijzen, noemen we consistent. Tabel 15 laat de consistente trends zien op productniveau. Bij Dalend en Stijgend is een marge van 5% aangehouden ten opzichte van de hoeveelheid in het huidige menu.

Tabel 15 Consistente verschuivingen binnen productgroepen in 2030: Menu van Morgen.

Groep	Dalend (-, -)	Gelijk (0, 0)	Stijgend (+, +)
Aardappelen		Gekookte aardappel	
Alcoholische en niet-alcoholische dranken	Wijn, meeste (light) frisdranken, appelsap, zwaar bier, limonade	Sinaasappelsap	
Brood			Alle soorten, m.n. volkorenbescuit, roggebrood en knackebröd
Eieren		Gekookt ei	
Fruit	Aardbei, druif, ananas, meloen		peer, citrusvruchten, kiwi
Gebak en koek			Volkoren biscuit
Graanproducten en bindmiddelen	Witte rijst	Pasta	Zilvervliesrijst, muesli
Groenten	Champignons, sperziebonen, broccoli, witlof en kasgroenten (o.a. tomaat, paprika, courgette en komkommer)		Sommige koolsoorten (o.a. spruit, bloemkool, boerenkool, zuurkool), taugé, rucola, meeste vollegrondsgroenten (o.a. ui, prei, biet, andijvie, wortel, spinazie, doperwt, selderij)
Hartig broodbeleg			Pindakaas
Kaas	alle soorten		
Melk en melkproducten	Meeste producten m.u.v. halfvolle melk, magere melk, magere yoghurt en volle vruchtenyoghurt		
Noten, zaden en snacks	Vleessnacks (o.a. kroket, frikadel, saucijzenbroodje)		Noten en zaden
Peulvruchten			Alle soorten
Samengestelde gerechten			Pannenkoek
Soepen	Rest		Erwtensoepp

Sojaproducten en vegetarische producten		Sojadrank	Verrijkte vleesvervangers
Suiker, snoep, zoet beleg en zoete sauzen	Jam zonder suiker		Appelstroop, pure chocolade
Vetten, oliën en hartige sauzen	Boter, ketchup, tomatensaus		Vloeibare margarine en halvarine
Vis	Pangasius, tonijn, lekkerbekje, garnaal	Zalm, kabeljauw	Haring, makreel, mossel
Vlees, vleeswaren en gevogelte	Rund en kip		Mager varkensvlees en ham

Hieronder volgt voor enkele productgroepen een nadere toelichting op de resultaten:

- **Dranken:** In de categorie blijft sinaasappelsap gelijk. Er wordt gesneden in bijvoorbeeld wijn, waar de vaak zware glazen fles verantwoordelijk is voor een aanzienlijk deel van de broeikasgasuitstoot. Ook bij (light)frisdranken is de verpakking een belangrijke factor, terwijl dat bij koffie en thee juist het verwarmen van water is. Bij koffie en thee zijn de trends echter niet consistent: in het ene geval (gram) blijven ze gelijk, terwijl ze in het andere geval (droge stof) compleet worden verwijderd. Ook bij bier zijn de trends niet consistent: het blijft gelijk of er is een kleine daling. Bij kraanwater blijft de hoeveelheid in het ene geval gelijk (grammen) en stijgt in het andere geval sterk (droge stof).
- **Brood:** Volkorenbeschuit (3-15 gr/dag), roggebrood (4-10 gr/dag) en knackebröd (2-18 gr/dag), allen volkorenproducten, zijn de stijgers bij brood. Dit is niet verrassend, gezien het hoge vezelgehalte. Dat is ook de reden dat volkoren biscuit, muesli en zilvervliestrijst toenemen en witte rijst daalt. Doordat natte rijstvelden methaan produceren, is rijst relatief ongunstig ten opzichte van aardappelen en pasta. Daarbij komt dat van rijst relatief meer onnodig wordt weggegooid, waar in de LCA ook rekening mee is gehouden.
- **Fruit:** Bij fruit zijn er zowel stijgers als dalers. Citrusvruchten, kiwi en peer hebben een gunstig profiel, zowel qua voedingswaarde als broeikasgasuitstoot.
- **Groenten:** De trend bij groente is ook hier een forse toename, met minder kasgroenten en meer groenten van de vollegrond, die vaak geassocieerd worden met de traditionele Hollandse pot. Peulvruchten, die met een factor 7 tot 10 in hoeveelheid toenemen, lijken een vergelijkbaar pakket aan voedingsstoffen te leveren als groenten, maar afhankelijk van de maat voor hoeveelheid, zit er iets meer van de een en iets minder van de ander in de menu's.
- **Zuivel en Vlees:** In het MvM voor 2030 blijft, in vergelijking tot het pessimistische scenario, meer kaas en vlees over. Bij kaas dalen alle varianten, terwijl bij vlees het profiel van (mager) varkensvlees gunstiger lijkt dan van kip en rund. Naast varken blijft ook wat kip over. Ook de zuivel daalt, met uitzondering van halfvolle melk en een paar yoghurtvarianten. Wel is de daling in vergelijking met kaas wat beperkter (zie Tabel 14). Ook de hoeveelheid boter daalt. In vergelijking met margarine heeft het een hogere broeikasgasuitstoot en bevat het meer verzadigd vet.
- **Soja/vegetarische producten:** Deels vervangen soja/vegetarische producten vlees en zuivel. Dit kan echter alleen maar wanneer ze verrijkt zijn met voedingsstoffen waarvan vlees en zuivel belangrijke bronnen zijn, zoals ijzer, calcium en B12. Vandaar dat het Voedingscentrum ook

richtlijnen hanteert voor goede vervangers (Voedingscentrum, 2011). Ondanks de lagere milieu-impact moeten ze voedingskundig wel een volwaardig alternatief zijn. Ook de stijging van appelstroop heeft te maken met een specifieke voedingsstof: ijzer.

6.2.2 Menu van Morgen 2050

Voor 2050 kan de verbetering in efficiency de daling in gebruiksruijnte evenals in 2030 niet compenseren. Dat betekent dat er meer moet worden gesneden ten opzichte van het 2030 MvM scenario, wat slechts met een beperkt aantal producten wordt aangevuld. Ter vergelijking: in het scenario voor 2030 daalden 82 producten consistent, tegenover 126 in 2050. Opvallende verschillen met het scenario voor 2030 zijn o.a. dat alle soorten brood stijgen en dat bij bepaalde vollegrondsgroenten preferent voor de rauwe variant wordt gekozen, wat uiteraard energie voor het bereiden uitspaart.

In de meeste productgroepen blijven maar enkele producten over, bij de dranken bijvoorbeeld bier, cola, sinaasappelsap, thee en kraanwater. Bij fruit: banaan, mandarijn, appel en sinaasappel.

Tabel 16 Consistente verschuivingen binnen productgroepen in 2050: Menu van Morgen.

Groep	Dalend (-, -)	Gelijk (0, 0)	Stijgend (+, +)
Aardappelen			
Alcoholische en niet-alcoholische dranken	alles		Kraanwater
Brood			Alle soorten
Eieren	Gekookt ei		
Fruit	Alles behalve banaan, mandarijn, peer (waar trends niet consistent zijn: stijgend & dalend)		
Gebak en koek	Appeltaart, cake, gevulde koek en stroopwafel		
Graanproducten en bindmiddelen	Witte rijst		Muesli
Groenten	Kasgroenten (o.a. tomaat, paprika, courgette en komkommer), champignons, sperzieboontjes, broccoli, bloemkool, spitskool, spinazie, gekookte ui, witlof, gekookte wortel		Sommige koolsoorten (spruit, boerenkool, zuurkool), rucola, taugé, (rauwe) vollegrondsgroenten (o.a. ui, prei, andijvie, wortel, selderij)
Hartig broodbeleg			
Kaas	Alle soorten, behalve 30+		
Melk en melkproducten	Alles behalve halfvolle en magere melk, magere vruchtenyoghurt		Volle vruchtenyoghurt

Noten, zaden en snacks	Vleessnacks (o.a. kroket, frikadel, saucijzenbroodje)		Noten en zaden, chips
Peulvruchten	Rest		Kapucijners
Samengestelde gerechten			Pannenkoek
Soepen	Rest		Erwtensoep
Sojaproducten en vegetarische producten	Vegetarisch gehakt	Sojadrink	Sojadrink light
Suiker, snoep, zoet beleg en zoete sauzen	Jam, honing		Bonbon, duopasta
Vetten, oliën en hartige sauzen	Boter, ketchup, margarine, tomatensaus		Vloeibare margarine
Vis	Panga, tonijn, lekkerbekje, garnaal	Zalm	Haring, makreel, mossel
Vlees, vleeswaren en gevogelte	Alles, behalve mager varkensvlees		

6.3 Optimistisch scenario 2030

In dit scenario is aangenomen dat de efficiency op dezelfde manier stijgt als in het MvM scenario en dat daarnaast ook de gebruikruimte groter is door een lagere groei in de wereldbevolking en doordat de uitstoot van broeikasgassen minder ver hoeft te dalen om binnen de 2 graden temperatuurstijging te blijven. De vereiste daling in broeikasgasuitstoot is 35% respectievelijk 45% voor 2030 en 2050, ten opzichte van 45% in 2030 en 67% in 2050 in beide vorige scenario's.

Beide aannames hebben tot gevolg dat het menu minder drastisch aangepast hoeft te worden, wat vooral in de doorkijk naar 2050 merkbaar is (Tabel 17). Dit is vooral goed zichtbaar in de productgroepen eieren, kaas en vlees. Zo blijft in 2050 de hoeveelheid ei op het huidige niveau.

Tabel 17 Hoeveelheden per productgroep (gram/dag) en milieu-impacts in de twee Optimistische scenario's. Twee maten voor hoeveelheid product, grammen (gr) en grammen droge stof (ds). De getallen in rood zijn een overschatting, omdat hierin efficiency verbeteringen niet zijn verrekend.

Groep	Huidig	Optim 2030 gr	Optim 2030 ds	Optim 2050 gr	Optim 2050 ds
Aardappelen	98	99	101	99	101
Alcoholische en niet-alcoholische dranken	1957	1942	1187	1928	1389
Brood	154	210	164	221	167
Eieren	12	13	13	13	13
Fruit	110	124	132	112	133
Gebak en koek	48	33	49	27	51
Graanproducten en bindmiddelen	53	59	57	58	58
Groenten	127	230	468	201	435
Hartig broodbeleg	4	9	5	9	5
Kaas	36	22	27	21	25
Melk en melkproducten	373	352	276	346	234
Noten, zaden en snacks	32	49	33	58	34
Peulvruchten	3	34	18	32	20
Samengestelde gerechten	3	3	4	5	4
Soepen	61	59	14	48	14
Sojaproducten en vegetarische producten	5	15	14	15	12
Suiker, snoep, zoet beleg en zoete sauzen	35	25	36	19	39
Vetten, oliën en hartige sauzen	59	41	55	42	57
Vis	16	21	22	20	21
Vlees, vleeswaren en gevogelte	108	50	76	36	68
	,				
Broeikasgassen (kg CO ₂ eq/dag)	3,83	2,50	2,50	1,99	1,99
Fossiele Energie (MJ/dag)	33,85	31,18	30,17	28,29	27,51
Landgebruik (m ² *jaar/dag)	4,24	3,25	3,11	3,11	2,81
Prijs (€/dag)	5,02	5,26	5,63	5,11	5,44

De resultaten laten ook zien dat de productgroepen die sterk stegen in het MvM scenario, zoals brood, noten/zaden en soja/vegetarische producten dit hier in mindere mate doen. Groente en peulvruchten blijven wel sterke stijgers. Groente net als in de andere scenario's met een factor twee tot vier, en peulvruchten met een factor zes tot tien.

Wederom zijn de in rood weergegeven waarden in Tabel 17 voor Landgebruik en Fossiele Energie een overschatting, omdat hierin de verbetering in efficiency die verrekend is in de BKG-uitstoot niet is meegenomen. De afnamen in de tabel zullen daarom in de praktijk sterker uitvallen. Ook hier blijft het landgebruik zeer ruim binnen de tolerabele gebruiksruijnte uitgaande van uitsluitend akkerland (Gebruiksruijnte akkerland: 4,5 m²*jaar/dag in 2030 en 3,9 m²*jaar/dag in 2050).

7 Discussie

In deze discussie zullen we ons vooral richten op het MvM scenario voor 2030. Dit scenario gaat uit van een veilige schatting van de gebruiksruimte en realistische aannames qua verbetering van klimaatintensiteit en voedselverspilling. Ook is het eetpatroon nog voldoende gevarieerd om acceptabel te zijn voor veel Nederlanders.

De belangrijkste vraag is hoe robuust de uitkomsten zijn, gezien de aannames in gebruiksruimte en efficiency, de gekozen opties in de afstandsmaat, de beschikbare producten in het model en de beperkingen die ontstaan door het niet meenemen van relaties tussen producten. Dit laatste punt is niet eerder aan de orde gekomen, maar wel belangrijk. Hiermee wordt bijvoorbeeld bedoeld dat bijproducten uit de ene productieketen weer nuttig gebruikt worden in een andere keten, of dat een productieketen meerdere producten oplevert, zoals bij de productie van zuivel: vlees en melk. Ook wordt in deze discussie getracht bepaalde trends in stijgende en dalende producten te verklaren.

Globaal kunnen we stellen dat de resultaten plausibel zijn en dat de gevonden trends in grote lijnen overeenkomen met literatuur waarin Lineair Programmeren (LP) is toegepast (Macdiarmid et al., 2012; Wilson et al., 2013) bij het onderzoek naar gezonde en duurzame eetpatronen. In grote lijnen gaan de trends richting meer plantaardige voeding en minder vlees. Ook voor kaas en ei zijn de trends eenduidig. Alleen bij melk zijn er verschillen, afhankelijk van de maat voor gewicht (gram en gram droge stof) blijft de hoeveelheid melk-en melkproducten nagenoeg constant of daalt.

7.1 Methodiek

De maat voor afstand tussen menu's

Beide bovengenoemde studies, van MacDiarmid en Wilson, passen geen maat toe voor de afstand tussen menu's, maar minimaliseren simpelweg op broeikasgasuitstoot, waarbij door grenzen te stellen aan productgroepen op een vrij simplistische manier rekening wordt gehouden met voorkeuren voor producten van de bevolking. In onze benadering is de doelstelling voor broeikasgasuitstoot en landgebruik een restrictie in het model, en wordt in de optimalisatie de afstand tussen beide menu's geminimaliseerd. Dit is een verbetering ten aanzien van het realiteitsgehalte van de veranderingen. We hebben laten zien dat watergehalte van producten een bepaalde bias geeft in de uitkomsten. Door twee benaderingen (gram en gram droge stof) te kiezen hebben we laten zien wat de bandbreedte is in de uitkomsten als gevolg van watergehalte. Ook dit is een verbetering ten opzichte van eerdere studies.

De resultaten laten duidelijk zien dat de uitkomsten gevoelig zijn voor de maat voor de hoeveelheid product (gram of gram droge stof). Beide zijn op te vatten als een extreem, met betrekking tot het effect van water op de uitkomsten. In de gram benadering wordt al het water in producten in de optimalisatie meegenomen, in de droge stof benadering is het water in producten juist geen onderdeel van het gewicht van de uitgeruilde producten in de optimalisatie. Hiervan maken we gebruik door de overeenkomsten te zoeken in beide resultaten, zowel bij dalende als stijgende trends. Dit geeft inzicht in de spreiding en legt de focus op robuuste trends. Bij veranderingen waar de uitkomsten tussen de gram product en de droge stof benadering in tegenspraak zijn, is het te vroeg om conclusies te trekken. Kijkend naar de resultaten, zijn de verschillen tussen beide benaderingen allereerst goed zichtbaar bij waterrijke producten als dranken, groenten en melkproducten.

De consumptie van broodproducten groeit in beide gevallen, maar bij de eenheid gewicht groeit knäckebröd veel harder omdat daar, doelen m.b.t. nutriënten sneller bereikt kunnen worden door te schuiven met grammen knäckebröd dan met grammen brood (waterrijker).

Koek en gebak dalen niet bij droge stof als eenheid maar wel op gewichtsbasis. Deze producten zijn al vrij droog, waardoor de balans tussen voedingswaarde en milieu-impact niet veel verandert wanneer water buiten beschouwing wordt gelaten. Relatief is de balans gerekend in droge stof gunstiger. Zowel granen als suiker, belangrijke bestanddelen van koek en gebak, zijn milieu-efficiënte energieleveranciers. In ieder geval efficiënt genoeg om ze in het menu te houden. Per eenheid gewicht verschuift de balans in het menu en worden er andere energieleverende producten in het menu gehouden waardoor het aandeel koek en gebak daalt.

Opvallend is natuurlijk de forse toename van (vollegrondse) groenten bij het toepassen van droge stof als eenheid (factor 4), en in mindere mate bij grammen als eenheid (factor 2). Dit is terug te voeren op de relatief gunstige milieudruk van groenten in relatie tot de droge nutriënten die groente levert. Wanneer gerekend wordt met grammen als eenheid verdubbelt de hoeveelheid nog steeds. In dat geval groeit het aandeel peulvruchten, die gemiddeld genomen meer droge stof leveren, wat meer. Ook voor het aandeel vlees is de keuze van eenheid belangrijk. Bij de keuze voor droge stof als maat blijft er meer vlees in het menu dan met grammen als eenheid.

Door beide benaderingen als gelijkwaardig te benaderen en naast elkaar te presenteren, is goed te zien wat de bandbreedte is in de resultaten en welke trends robuust zijn.

Kwadratisch programmeren

Kwadratisch Programmeren (KP) is recent eerder toegepast op het vinden van duurzamere menu's (Arnoult et al., 2010; Jalava, Kummu, Porkka, Siebert, & Varis, 2014). Met KP wordt op een andere manier met producten geschoven dan met Lineair Programmeren (LP): kleine verschuivingen in een groot aantal producten verdienen de voorkeur. Bij LP gaat het meestal om grote verschuivingen in een klein aantal producten, waarbij er geen boven of ondergrens is. Met behulp van KP komt de hoeveelheid peulvruchten in het MvM 2030 uit op 22-32 gram/dag (154-224 gram/week), terwijl de huidige inname op circa 3 gram/dag ligt. Met behulp van LP zou het stijgen naar 77 gram/dag. Vanuit het oogpunt van veranderingen in het eetpatroon van een populatie geeft KP daarom realistischere resultaten. In een eetpatroon van een bevolking zie je over de jaren heen namelijk geen grote sprongen, maar geleidelijke trends. De implicatie van de KP uitkomst is dat Nederlanders één keer per week peulvruchten gaan eten. Dat lijkt haalbaar. Echter, de veronderstelling dat er onbeperkt met een product kan worden geschoven (LP) is niet realistisch.

Gebruiksruimte

Wat betreft de gebruiksruimte gaan we in het MvM uit van een voorzichtig scenario. Op basis van Fair Share blijft de bijdrage van het voedselsysteem binnen grenzen waarin maximaal 2°C stijging van de temperatuur door IPCC als waarschijnlijk wordt beoordeeld (66-100% kans). De aanname was verder dat de bijdrage van het voedselsysteem aan broeikasgasemissies gelijk moet blijven over de periode, namelijk 20% wanneer de uitstoot van broeikasgassen door LUC wordt uitgezonderd. Het zou ook verdedigbaar zijn om de bijdrage van het voedselsysteem in absolute termen gelijk te laten op 8,7 GtCO₂eq., aangezien het om een primaire levensbehoefte gaat. De gebruiksruimte zou dan uitsluitend kleiner worden doordat we nu in Nederland al meer eten dan nodig en omdat de wereldbevolking blijft groeien. Deze keuze om de bijdrage op 20% te houden lijkt gerechtvaardigd omdat hiermee geen keuze wordt gemaakt tussen het belang van verschillende menselijke behoeften. Ook zijn er geen specifieke belemmeringen te benoemen waarom de voedselketen minder zou kunnen bijdragen.

Qua landgebruik is de Nederlandse voedselconsumptie al veel lager dan de gebruiksruimte. In het MvM gaat het landgebruik verder omlaag, voornamelijk omdat de hoeveelheid dierlijke producten afneemt. Hierdoor zal in dit scenario ook het gebruik van veevoedergrondstoffen van buiten Europa afnemen. Overigens moet hierbij worden opgemerkt dat bij de berekening van beslag op landgebruik geen rekening is gehouden met een verhoogde efficiency van voedselproductie per hectare. In werkelijkheid zou het landgebruik nog lager uit kunnen vallen.

Aan de andere kant willen we benadrukken dat in onze berekeningen landgebruik niet is uitgesplitst naar verschillende typen landgebruik, zoals bijvoorbeeld intensief/extensief grasland of akkerland en de mate waarin Nederland beslag legt op hoger productieve landbouwgronden. Mogelijk legt de Nederlandse consumptie een onevenredig beslag op hoogproductieve bodems, in Nederland zelf en elders. Daarom is het des te beter dat het landgebruik in het MvM-scenario verder daalt. Toch kunnen er qua landgebruik knelpunten zijn die we niet in beeld hebben gebracht..

Overige milieu-impacts

Er is in deze studie gekozen voor een integrale duurzaamheidsbenadering waarbij broeikasgassen, fossiele energie, landgebruik, overbevissing en dierenwelzijn kwantitatief zijn meegenomen. Op basis van de resultaten kan in kwalitatieve zin ook worden gekeken naar de effecten van het MvM op andere milieuthema's zoals biodiversiteitsverlies, nutriëntenoverschotten, waterstress en andere vervuilingsaspecten, zoals door pesticidegebruik.

Naast klimaatverandering is biodiversiteitsverlies één van de grote mondiale milieuproblemen. Belangrijke oorzaken hiervan zijn landgebruik (agrarisch landgebruik i.p.v. natuur) en klimaatverandering. Beide zijn in deze studie meegenomen, en geven een gunstige trend aan.

Een belangrijk lokaal effect in Nederland is het overschot aan nutriënten, m.n. emissies van stikstof (N) naar lucht en water. Op dit punt pakt het MvM goed uit, want zoals een studie van het PBL heeft laten zien, is te verwachten dat bij een lagere consumptie van dierlijke producten het N-overschot in Nederland daalt (Westhoek et al., 2014).

70% van het mondiale waterverbruik is voor landbouw (Oorschot et al., 2012). Het milieueffect dat hiermee samenhangt is waterstress (Oorschot et al., 2012). Qua effecten van het MvM op waterstress, is het helaas niet mogelijk om conclusies te trekken. Dit wordt mede veroorzaakt door het feit dat de meest gebruikte methodiek, de water footprint (Chapagain & Hoekstra, 2003), uitsluitend kijkt naar waterstromen en niet naar de mate van milieuschade veroorzaakt door waterschaarste, waterstress (Ridoutt, Sanguansri, Freer, & Harper, 2011). Het zou een uitgebreide studie vergen om systematisch in kaart te brengen welke producten in Optimeal® afkomstig zijn uit waterschaarse gebieden.

Ook voor andere vervuilingsaspecten van de voedingsmiddelenketen zoals gerelateerd aan het gebruik van pesticiden is een diepgaandere analyse noodzakelijk.

Relaties tussen producten

Vergeleken met vergelijkbare studies gaat dit onderzoek uit van een veel uitgebreidere set producten. Hierdoor zijn ook gedetailleerde adviezen per productgroep mogelijk. Deels hebben deze wel een voedingskundige achtergrond, zoals de keuze tussen volle en halfvolle melk. Deze mate van detail kan overigens leiden tot verschuivingen die niet reëel zijn omdat onderliggende verhoudingen in het productiesysteem vastliggen. Zo wordt uit rauwe melk naast halfvolle melk ook melkvet geproduceerd.

Dergelijke relaties zouden in een gesloten economie leiden tot overschotten, maar in de huidige open economie leert de praktijk dat er altijd toepassingen worden gevonden, zowel binnen als buiten de voedselketen.

Een ander voorbeeld is de vaste verhouding tussen melk en rundvlees die de Nederlandse melkveehouderij opbrengt. Echter, in het MvM 2030 is alle rundvlees verdwenen, terwijl er in werkelijkheid circa 6.2 gram/dag/per persoon rundvlees geproduceerd wordt bij de hoeveelheden melk en kaas in dit scenario. Dit rundvlees, van zowel melkkoeien als afgemeste kalveren, zou eenvoudig zijn in te passen zonder grote effecten op de samenstelling van het MvM.

Onderrapportage

De schatting van de impact van het huidige eetpatroon in Nederland op basis van de VCP is hoogstwaarschijnlijk een onderschatting. Dit wordt veroorzaakt door onderrapportage: de proefpersonen rapporteren minder kilocalorieën dan ze daadwerkelijk hebben geconsumeerd. Het verschil met de verwachte energiebehoefte was in de VCP ongeveer 16%. Met het MvM gaan Nederlanders daarom niet alleen gezonder eten, maar vallen ze ook af. Onderrapportage heeft geen effect op de uitkomsten, uitsluitend op de uitgangssituatie. Het leidt namelijk tot een onderschatting van de impact van het huidige voedingspatroon.

Overige beperkingen op voedingskundig gebied

Op voedingskundig gebied zijn de volgende punten niet meegenomen:

- De huidige productgroepadviezen (Voedingscentrum, 2011) voor bijvoorbeeld groenten en fruit en het onderscheid tussen basisproducten en extra's. Het instellen van een ondergrens aan groenten (200g) en fruit (200g) is getest en had weinig invloed op de uitkomsten voor andere productgroepen.
- In de voedingsnormen zit geen beperking voor de hoeveelheid suikers of toegevoegde suikers (mono- en disacchariden), omdat Nederland in vergelijking met andere landen en de WHO hiervoor geen advies heeft. Potentieel kan een dergelijke norm wel aanzienlijke invloed hebben op de uitkomsten, wat echter niet getest kon worden omdat de NEVO-tabel toegevoegde suikers niet apart specificeert.

7.2 Observaties per productgroep

Aardappelen

In de meeste scenario's is de hoeveelheid (gekookte)aardappelen zeer constant. Dit duidt erop dat de balans tussen voedingswaarde en broeikaseffect redelijk gemiddeld is en in ieder geval geen aanleiding geeft om er meer of minder van op te nemen in het menu om de uitstoot van broeikasgassen te reduceren. Het broeikaseffect van de productie van aardappelen heeft een relatief kleine bandbreedte. Bij het bereiden kunnen er grote verschillen ontstaan door de bereidingswijze.

Dranken

De productgroep dranken is zeer divers. Veel producten blijven aanwezig in het MvM, zelfs bier, cola en wijn. Dat duidt erop dat ze geen uitgesproken negatief profiel hebben. Wanneer er aan alle voedingskundige criteria is voldaan, is er nog ruimte over om extra energie (kilocalorieën) te consumeren, bijvoorbeeld in de vorm van drank, suiker of snacks, de zogenaamde vrije ruimte. Wanneer droge stofgehalte als maat voor de hoeveelheid product wordt gebruikt kan er met dranken gemakkelijk worden

geschoven. In dat geval verdwijnen koffie en thee uit het MvM. Dranken zijn verantwoordelijk voor 13% van de broeikasgasuitstoot van het huidige menu. Bij koffie en thee zit dat met name in de hoeveelheid energie die wordt gebruikt bij het bereiden. De optimalisaties laten zien dat kraanwater het duurzame en gezonde alternatief is.

Brood

Eigenlijk alle soorten brood, maar met name volkorenproducten, doen het goed en blijven in het menu. Hieronder vallen bijvoorbeeld knackebröd, roggebrood en volkorenbrood. De grondstoffen, graangewassen, hebben een hoge opbrengst per hectare, en een lage uitstoot van broeikasgassen. Door ontwikkelingen in de teelt en energie-efficiency tijdens het bakken, is hierin ook nog volop winst te behalen.

Eieren

In 2030 blijft de hoeveelheid eieren in het MvM gelijk t.o.v. 2010. Dit duidt erop dat ze in vergelijking met bijvoorbeeld rund- en kippenvlees een gunstigere balans hebben tussen voedingswaarde en klimaatbelasting. De efficiency in de keten neemt niet veel toe, vanwege de vereiste van hoger dierenwelzijn. Een belangrijke bijdrage kan nog komen uit een efficiëntere teelt van voedergrondstoffen.

Fruit

Het verschil tussen fruit en groente is opvallend. In het MvM 2030 blijft de hoeveelheid in vergelijking met de huidige hoeveelheid nagenoeg gelijk. Kennelijk levert fruit minder van de voedingsstoffen waaraan het meest behoefte is. Zoals eerder opgemerkt, van belang is de balans tussen voedingsstoffen en BKG-uitstoot. In de menu's waar de gebruiksruimte beperkender is, komt steeds minder fruit voor. Binnen deze groep bestaat er vrij veel variatie in de verhouding tussen broeikasimpact en voedingswaarde. De laagste impact hebben soorten als appels en peren. Daarna komen soorten die per vrachtwagen of schip worden getransporteerd, zoals sinaasappels, bananen, mandarijnen, druiven en meloenen. Aardbeien vormen een uitzondering. Deze worden veelal in Nederland geproduceerd, maar dat gebeurt deels buiten het seizoen in verwarmde systemen, wat ervoor zorgt dat ze gemiddeld een hoge carbon footprint hebben. Producten die per vliegtuig worden getransporteerd zijn niet opgenomen in Optimeal®, maar zouden nog ongunstiger zijn.

Voor zowel fruit als groente verdient het voor consumenten aanbeveling de 'Groente- en Fruitkalender' van Milieucentraal te raadplegen voor de beste keuze op ieder moment van het jaar, omdat productiemethode en transportwijze niet op het etiket staan.

Gebak en koek

Afgezien van volkorenbiscuit zijn dit meestal producten die veel verzadigd vet en suiker leveren. Daardoor kunnen ze eenvoudig worden gemist in de voeding. Het Voedingscentrum ziet ze niet als basisvoeding maar als extraatjes. In het MvM blijven ze overigens grotendeels in het menu omdat ze op een relatief milieuvriendelijke manier energie leveren.

Graanproducten en bindmiddelen

Hieronder worden zowel producten voor de warme maaltijd ingedeeld als ontbijtgranen. Evenals in de categorie brood passen vezelrijke producten in het MvM. Rijst heeft in vergelijking met andere granen en aardappelen een hoge klimaatbelasting. Dit is de reden waarom witte rijst afneemt. Vanwege de vezels neemt zilvervriesrijst toe.

Groente

Groente neemt als categorie met een factor 2 tot 4 toe. Uit de optimalisatie komen de soorten met een lage carbon footprint en een hoge voedingswaarde als favoriet naar voren. Al deze groenten, waaronder veel koolsoorten, worden geteeld op de vollegrond. Voor producten als boerenkool en spinazie geldt dat ook varianten uit de diepvries mogen worden gekozen. Het invriezen direct na de oogst zorgt ervoor dat de voedingswaarde minstens zo goed is als van het verse product uit de winkel.

De broeikasgasuitstoot van producten uit de kas, zoals tomaten, komkommers en paprika's is daarentegen vaak erg hoog. Wel is hier door toepassing van verschillende technologieën met betrekking tot warmte en elektriciteitsproductie sprake van een forse spreiding. Het streven van de glastuinbouwsector is dat vanaf 2020 klimaatneutraal produceren mogelijk moet zijn. Dat zou een verschil kunnen maken voor de positie in gezonde en duurzame menu's. Enige voorzichtigheid is hier wel op zijn plaats, aangezien de productie van alle benodigde technische systemen voor klimaatneutraal produceren een belangrijke factor kunnen worden in de BKG-berekeningen, terwijl die nu in de LCA's mogen worden verwaarloosd. Uit de resultaten valt verder op te maken dat het eten van verse groenten uit het lokale groeiseizoen, zeker een goed advies is. Dit blijkt bijvoorbeeld uit de selectie van vollegrondsgroenten als boerenkool, uien en prei.

Melkproducten

In het MvM is nog een ruime hoeveelheid melkproducten aanwezig: 223 – 346 gram/dag in 2030 t.o.v. 373 gram/dag in 2010. Dit toont aan dat zuivel relatief veel essentiële voedingsstoffen levert. Vervanging is lastig, tenzij gebruik wordt gemaakt van verrijkte producten. Gezien de te hoge inname van verzadigd vet is het logisch dat volle melkproducten als eerste worden verlaagd.

Kaas

Er verdwijnt veel meer kaas dan melk uit het menu. Kaas is weliswaar een geconcentreerd melkproduct, er is ruwweg 10 liter melk nodig voor een kilo kaas, maar is voedingskundig niet hetzelfde. Bij de productie van kaas komt wei vrij als bijproduct wat waardevolle eiwitten en lactose bevat. Ook zijn de meeste geconsumeerde kaassoorten volvet en bevatten extra zout. Per eenheid droge stof is het broeikaseffect van kaas vergelijkbaar met melk maar het verschil in voedingswaarde verklaart dat dat de hoeveelheid kaas in het MvM zo laag is en relatief veel harder is gedaald dan melk..

Noten, zaden, snacks

Binnen deze groep zijn met name de noten interessant. Een belangrijke reden hiervoor is hun gunstige vetzuursamenstelling, bijdrage aan de consumptie van eiwit en mineralen. Zo bevatten walnoten relatief veel alfa-linoleenzuur (ALA), waarvan de huidige inname onder de aanbeveling is. Naast pinda's en cashewnoten, neemt ook pindakaas toe.

Peulvruchten

In Nederland worden tegenwoordig erg weinig peulvruchten gegeten, terwijl het vroeger basisvoedsel was. De resultaten van het MvM laten zien dat een aanzienlijke toename in consumptie wenselijk is: van 3 gram/dag in 2010 naar 22 – 32 gram/dag in 2030, een toename met een factor 7 tot 10. Dit is mede vanwege de hoge voedingswaarde. Peulvruchten hebben ook een gunstig milieuprofiel, want ze worden doorgaans geteeld op de vollegrond en hebben weinig N-bemesting nodig omdat het vlinderbloemigen zijn, die zelf stikstof (N) binden uit de lucht.

Soja- en vegetarische producten

Tot deze groep behoren zowel verrijkte sojadrink als verrijkte vleesvervangers. Dankzij toevoegingen als calcium, B12 en ijzer worden deze producten in het MvM geselecteerd als alternatief voor dierlijke

producten. Een supplement met deze essentiële voedingsstoffen zou ook voldoen, maar dat raadt het Voedingscentrum niet aan..

Suiker, snoep, zoetwaren en zoet beleg

Deze productgroep levert hoofdzakelijk energie in de vorm van suiker. Qua broeikaseffect, is suiker echter wel een vrij klimaat efficiënte bron van energie, als we uitgaan van Nederlandse suiker (suikerbiet i.p.v. suikerriet). Er zijn twee producten in deze groep waarvan consumptie stijgt in het MvM, pure chocolade en appelstroop.

Vetten, oliën

In deze groep hebben producten met toegevoegde vitamines (A, D en E) en weinig verzadigd vet de voorkeur. Dit zijn vloeibare margarines en producten in een kuipje (bijv. halvarine). Ze leveren daarnaast essentiële onverzadigde vetzuren als linolzuur en alfa-linoleenzuur (ALA). Plantaardige oliën hebben over het algemeen een aanzienlijke carbon footprint ($>2 \text{ kgCO}_2\text{eq/kg}$), maar niet zo hoog als die van boter.

Vis

Zoals eerder genoemd zit er vanwege de richtlijn voor 450 mg omega-3 visvetzuren (DHA en EPA) gedwongen een hoeveelheid vis in alle menu's. De vraag is echter of deze richtlijn uit 2006 stand zal houden in een nieuwe Richtlijnen Goede Voeding. Dat het eten van 1 portie vette vis per week beschermt tegen hart- en vaatziekten is vrij goed onderbouwd, maar dat dit direct gerelateerd kan worden aan genoemde visvetzuren daarentegen niet (Kromhout, 2015). Doordat hierdoor op losse schroeven staat welke componenten uit vis verantwoordelijk zijn voor de risicoverlaging, is niet duidelijk wat goede alternatieven zouden kunnen zijn. Dat leidt er ook toe dat opnieuw twijfel bestaat over de effectiviteit van visoliesupplementen (of algenolie).

Vlees

Binnen de groep vlees zijn er zowel in broeikas effect als voedingswaarde grote verschillen. Zo bevat rundvlees aanzienlijk meer ijzer dan kip en varken, terwijl varken juist veel meer B1 bevat dan beide andere typen (RIVM, 2013). Vlees is een belangrijke eiwitbron, maar eiwit is zeer ruim aanwezig in het huidige Nederlandse eetpatroon, ook als rekening wordt gehouden met de eiwitkwaliteit. Bij rundvlees heeft de oorsprong grote invloed op de hoeveelheid broeikasgassen. De impact van vlees afkomstig van vleesrunderen is 3-4 hoger dan van uitgemolken melkkoeien (uitstootkoeien) uit de melkveehouderij. De milieu-impact van melkvee is echter nog steeds twee keer zo hoog als van varkensvlees. Kippenvlees zit daar nog iets onder. Door het verlagen van de hoeveelheid vlees kan de klimaatimpact van het menu snel worden verlaagd. Niet het eiwit, maar selenium, ijzer, en vitamines B1 en B12 moeten daarbij worden vervangen, omdat daarvan een adequate voorziening eerder in gevaar komt. Het aanzienlijke verschil in voedingswaarde (o.a. ijzer) is ervoor verantwoordelijk dat de hoeveelheid kippenvlees sneller daalt dan de hoeveelheid varkensvlees ondanks de betere broeikas effectscore voor kip. In veel andere studies krijgt kip de voorkeur boven varkensvlees, mogelijk omdat ze naar een beperkter pakket nutriënten kijken.

8 Conclusies

Wereldwijd hebben voedselproductie en -consumptie een grote impact op het milieu. Verandering van eetpatroon is één van de manieren om hier iets aan te doen. Op dit moment ligt de uitstoot van broeikasgassen door Nederlandse voedselconsumptie 45% hoger dan wat aanvaardbaar is in 2030 als we de milieugebruiksruimte eerlijk zouden delen met de rest van de wereldbevolking. Ook op veel natuurlijke hulpbronnen doen we een te groot beslag. Voor landgebruik geldt dit echter niet. De oorzaak hiervan is dat er in de landbouw die Nederland van voedsel voorziet, zowel in binnen- als buitenland hoge opbrengsten per hectare worden gerealiseerd, m.a.w. het land wordt zeer efficiënt gebruikt.

In dit onderzoek is rekening gehouden met toekomstige ontwikkelingen op het gebied van voedselverspilling bij de supermarkt en consument en de uitstoot van broeikasgassen per eenheid product door stijging in efficiency. Volgens onze conservatieve schatting kan in 2030 hierdoor de uitstoot per eenheid product met 20-30% dalen.

De vraagstelling in dit onderzoek was om een Menu van Morgen te ontwikkelen dat Nederlanders in staat stelt om op een gezonde manier binnen hun eerlijke deel van de gebruikruimte te blijven. Het bleek met alle randvoorwaarden goed mogelijk een gevarieerd menu met zo min mogelijk wijzigingen ten opzichte van het huidige menu te vinden dat hieraan voldeed.

In het programma Optimeal® zijn meerdere instellingen mogelijk voor het bepalen van de hoeveelheid wijzigingen ten opzichte van het huidige eetpatroon. Door hierin twee benaderingen te kiezen (grammen product en grammen droge stof) werd inzichtelijk wat de bandbreedte was in de uitkomsten en zo ook de robuuste veranderingen te identificeren. De grootste verschillen ontstaan bij producten die heel geconcentreerd zijn of juist heel waterrijk.

Gevarieerd menu blijft mogelijk

Met het Menu van Morgen is het in 2030 nog steeds mogelijk om gevarieerd te eten, zelfs met nog een aandeel dierlijke producten, zoals vlees, zuivel, kaas en ei in het menu. Dit aandeel ligt wel lager dan het huidige niveau. Vanwege de randvoorwaarde met betrekking tot dierenwelzijn betreft het hier diervriendelijker geproduceerd voedsel ten opzichte van het huidige niveau van dierenwelzijn.

Stijgers: voordelen voor klimaat én gezondheid

In het Menu van Morgen 2030 stijgt de consumptie van groenten van de vollegrond, volkoren graanproducten, noten, peulvruchten en verrijkte sojaproducten. Dit heeft voordelen voor het klimaat en de gezondheid.

Dalers: hoge klimaatbelasting, verzadigd vet en toegevoegd zout

Om meerdere redenen is verlaging van de hoeveelheid vlees in het eetpatroon aan te bevelen. Met name rundvlees heeft een hoge klimaatbelasting. Daarnaast is vlees een belangrijke bron van verzadigd vet. Om dezelfde reden is een verlaging van de hoeveelheid kaas aan te bevelen. Dit heeft te maken met zowel broeikasgasuitstoot als de aanwezigheid van verzadigd vet en toegevoegd zout.

Hoeveelheid vis

De hoeveelheid vis in het Menu van Morgen is hoger dan de huidige consumptie. Het lijkt vanuit ecologisch perspectief verstandig om visconsumptie te beperken tot 1 keer in de week vette vis. Vissoorten met een MSC label als haring en makreel hebben daarbij de voorkeur.

Doorkijk 2050: veel onzekerheden

De doorkijk naar 2050 laat in het scenario van het Menu van Morgen zien dat nog meer moet worden geschoven om onder het plafond voor broeikasgasuitstoot te blijven. De vereiste verlaging is maar liefst 67% ten opzichte van 2010, wat een enorme uitdaging met zich meebrengt voor alle schakels in de voedselketen. Omdat 2050 nog erg ver weg is zijn er ook veel onzekerheden in dit scenario, bijvoorbeeld met betrekking tot de efficiency van productiemethoden. In de tussentijd zal er nog heel veel ontwikkeling zijn op het gebied van technologie en voedselaanbod, zelfs zeer radicale innovaties zijn niet uit te sluiten. Echter, wanneer we vanuit het huidige perspectief kijken, is er in 2050 nog minder ruimte voor producten zoals vlees, zuivel en dranken.

Referenties

- Absil, C. (2015). *Persoonlijke mededeling*.
- Albert Heijn. (2013). Personal communication - energy use cooling cabinets. Zaandam.
- Arnoult, M. H., Jones, P. J., Tranter, R. B., Tiffin, R., Traill, W. B., & Tzanopoulos, J. (2010). Modelling the likely impact of healthy eating guidelines on agricultural production and land use in England and Wales. *Land Use Policy*, 27(4), 1046–1055. doi:10.1016/j.landusepol.2010.02.001
- Biesbroek, S., Bueno-de-Mesquita, B. H., Peeters, P. H. M., Verschuren, M. W. M., van der Schouw, Y. T., Kramer, G. F. H., ... Temme, E. H. M. (2014). Reducing our environmental footprint and improving our health: greenhouse gas emission and land use of usual diet and mortality in EPIC-NL: a prospective cohort study. *Environmental Health : A Global Access Science Source*, 13(1), 27. doi:10.1186/1476-069X-13-27
- Blonk, H., & Kool, A. (2013). Ontwikkeling van de milieu-impact van dierlijke voeding in Nederland. In C. E. Dutilh (Ed.), *De duurzame voedingsketen* (pp. 103–109). Academic Service.
- Brenttrup, F., & Palliere, C. (2008). GHG EMISSIONS AND ENERGY EFFICIENCY IN EUROPEAN NITROGEN FERTILISER PRODUCTION AND USE. In *International Fertiliser Society Conference Cambridge 11th december 2008* (Vol. 2, p. 14). York, United Kingdom: International Fertiliser Society.
- Capros, P., Vita, A. De, Tasios, N., Papadopoulos, D., Siskos, P., Apostolaki, E., ... Kouvaritakis, N. (2013). *EU ENERGY, TRANSPORT AND GHG EMISSIONS TRENDS TO 2050 REFERENCE SCENARIO 2013*. Brussels.
- Carlsson-Kanyama, A., & Boström-Carlsson, K. (2001). *Energy Use for Cooking and Other Stages in the Life Cycle of Food. Group* (Vol. 01). Stockholm: Stockholm University.
- Chapagain, A. K., & Hoekstra, A. Y. (2003). *Virtual water flows between nations in relation to international trade in livestock and livestock products. Value of Water Research Report Series No.13*.
- Dooren, C. Van, & Aiking, H. (2014). Defining a nutritionally healthy , environmentally friendly , and culturally acceptable Low Lands Diet. *Proceedings of the 9th International Conference on Life Cycle Assessment in the Agri-Food Sector*, (October). Retrieved from <http://lcafood2014.org/papers/78.pdf>
- Dutilh, C. E., Velthuisen, S., & Blonk, H. (1996). Besparingen mogelijk bij consument. *Voeding*, 57(10), 4.
- European Commission. (2011). *A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050*. Brussels.
- FAOSTAT. (2010). Inputs, Land, Area World. Retrieved from <http://faostat3.fao.org/browse/R/RL/E>
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2011). *The State of the World's land and water resources for Food and Agriculture, Managing systems at risk*. Rome, Italy. doi:978-1-84971-326-9
- Garnett, T. (2011). Where are the best opportunities for reducing greenhouse gas emissions in the food system (including the food chain)? *Food Policy, Volume 36*, (January), S23–S32.

- Gezondheidsraad. (2001). *Health Council of the Netherlands. Dietary reference intakes: energy, proteins, fats, and digestible carbohydrates; publication no. 2001/19R; The Hague, The Netherlands*. The Hague, The Netherlands. Retrieved from <http://www.gezondheidsraad.nl/sites/default/files/0119nR2.pdf>
- Gezondheidsraad. (2006). *Health Council of the Netherlands. Guidelines for a healthy diet 2006/Richtlijnen Goede Voeding 2006; publication no. 2006/21*. The Hague, The Netherlands.
- Gezondheidsraad/Health Council of the Netherlands. (2011). *Richtlijnen goede voeding ecologisch belicht/Guidelines for a healthy diet: the ecological perspective; publication no. 2011/08*. Gezondheidsraad, Den Haag.
- Hoste, R. (2009). *Kostprijsberekening biologische varkensbedrijven 2009*.
- IPCC. (2014). *Summary for Policymakers, In: Climate Change 2014, Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, UK and New York, NY, USA.
- Jalava, M., Kummu, M., Porkka, M., Siebert, S., & Varis, O. (2014). Diet change—a solution to reduce water use? *Environmental Research Letters*, 9(7), 074016. doi:10.1088/1748-9326/9/7/074016
- Kool, A., Pluimers, J., & Blonk, H. (2014a). *Fossiel energiegebruik en broeikasgasemissie in de kalfsvleesketen trends en innovaties*. Gouda, the Netherlands.
- Kool, A., Pluimers, J., & Blonk, H. (2014b). *Fossiel energiegebruik en broeikasgasemissie in de varkensvleesketen trends en innovaties*. Gouda, the Netherlands.
- Kool, A., Pluimers, J., & Blonk, H. (2014c). *Fossiel energiegebruik en broeikasgasemissie in de vleeskuikenketen trends en innovaties*. Gouda, the Netherlands.
- Kool, A., Pluimers, J., & Blonk, H. (2014d). *Fossiel energiegebruik en broeikasgasemissies in de zuivelketen trends en innovaties*. Gouda, the Netherlands.
- Kromhout, D. (2015). Epidemiologisch voedingsonderzoek moet doorgaan ondanks gebrek aan financierin. Retrieved May 11, 2015, from <http://www.wageningenur.nl/nl/nieuws/Epidemiologisch-voedingsonderzoek-moet-doorgaan-ondanks-gebrek-aan-financiering.htm>
- Leflaive, X., Witmer, M., Martin-Hurtado, R., Bakker, M., Kram, T., Bouwman, L., ... Kim, K. (2012). *OECD Environmental Outlook to 2050. Outlook*. Paris. doi:<http://dx.doi.org/10.1787/9789264122246-en>
- Ligthart, M. (2006). Onderzoek haalbaarheid afdekking koel- en vriesmeubelen in supermarkten.
- Macdiarmid, J. I., Kyle, J., Horgan, G. W., Loe, J., Fyfe, C., Johnstone, A., & McNeill, G. (2012). Sustainable diets for the future: Can we contribute to reducing greenhouse gas emissions by eating a healthy diet? *The American Journal of Clinical Nutrition*, 96(3), 632–9. doi:10.3945/ajcn.112.038729
- Nijdam, D. S., & Wilting, H. C. (2003). *Mileudruk consumptie in beeld-dataverwerking en resultaten* (Vol. 5).
- Oorschot, M. van, Rood, T., Vixseboxse, E., Wilting, H., & Esch, S. van der. (2012). *De Nederlandse voetafdruk op de wereld: hoe groot en hoe diep?* Netherlands Environmental Assessment Agency (PBL), The Hague.

- PBL. (n.d.). Voedselverspilling vooral bij huishoudens. Retrieved from <http://themasites.pbl.nl/balansvandeleeftomgeving/2014/voedsel-en-landbouw/voedselverspilling>
- Ridoutt, B. G., Sanguansri, P., Freer, M., & Harper, G. S. (2011). Water footprint of livestock: comparison of six geographically defined beef production systems. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 17(2), 165–175. doi:10.1007/s11367-011-0346-y
- RIVM. (2012). consumption_food_nut.dat Version 20111125, part of the Dutch National Food Consumption Survey 2007-2010. Bilthoven, the Netherlands.
- RIVM. (2013). NEVO-online versie 2013/4.0. Retrieved from <http://nevo-online.rivm.nl/>
- Rossum, C. T. M. Van, Fransen, H. P., Verkaik-Kloosterman, J., Buurma-Rethans, E., & Ocké, M. C. (2011). Dutch National Food Consumption Survey 2007-2010. Bilthoven: RIVM.
- Searchinger, T., & et al. (2013). *Creating a Sustainable Food Future - World Resources Report 2013–14: Interim Findings*. Washington, USA.
- Temme, E. H. M., Toxopeus, I. B., Kramer, G. F. H., Brosens, M. C. C., Drijvers, J. M. M., Tyszler, M., & Ocké, M. C. (2014). Greenhouse gas emission of diets in the Netherlands and associations with food, energy and macronutrient intakes. *Public Health Nutrition*, 7. doi:10.1017/S1368980014002821
- TNO. (2013). *DE TRUCK TOEKOMST VAN DE BRANDSTOF- EN CO₂ -BESPARING ANNO 2013*.
- Tukker, A., Huppes, G., Guinée, J., Heijungs, R., Koning, A. de, Oers, L. van, ... Nielsen, P. H. (2006). Environmental Impact of Products (EIPRO). EC Joint Research Centre.
- Tyszler, M., Kramer, G., & Blonk, H. (2014a). Comparing apples with oranges: on the functional equivalence of food products for comparative LCAs. *The International Journal of Life Cycle Assessment*. doi:10.1007/s11367-014-0762-x
- Tyszler, M., Kramer, G. F. H., & Blonk, H. (2014b). Just eating healthier is not enough: studying the environmental impact of different diet scenarios for the Netherlands by Linear Programming. In *9th International Conference LCA of Food San Francisco, USA 8-10 October 2014*. Retrieved from <http://lcafood2014.org/papers/191.pdf>
- United Nations: Department of Social and Economic Affairs. (2013). World population prospects: The 2012 revision, DVD edition. *Population Division 2013*. Retrieved from <http://esa.un.org/unpd/wpp/Excel-Data/population.htm>
- Van Elburg, M. (2008). *Elektrische apparatuur in Nederlandse huishoudens Overzicht 1980-2005 Scenario 's 2010-2020*. Delft.
- Van Horne, P. L. M., van Harn, J., van Middelkoop, J. H., & Tacken, G. M. L. (2003). *Perspectieven voor een alternatieve kuikenvleesketen; Marktkansen voor een langzaam groeiend vleeskuiken*. Wageningen. Retrieved from <http://edepot.wur.nl/31736>
- Van Ittersum, M. K., Cassman, K. G., Grassini, P., Wolf, J., Titttonell, P., & Hochman, Z. (2013). Yield gap analysis with local to global relevance—A review. *Field Crops Research*, 143, 4–17. doi:10.1016/j.fcr.2012.09.009
- Van Westerhoven, S., & Steenhuizen, F. (2010). *Bepaling voedselverliezen bij huishoudens en bedrijfs catering in Nederland*. Amsterdam: CREM.

- Vermeulen, S. J., Campbell, B. M., & Ingram, J. S. I. (2012). Climate Change and Food Systems. *Annual Review of Environment and Resources*, 37, 195–222. doi:10.1146/annurev-environ-020411-130608
- Voedingscentrum. (2011). Richtlijnen voedselkeuze 2011. Voedingscentrum.
- Voedingscentrum. (2014). Aanbevelingen voor vitamines , mineralen en spoorelementen/Recommendations for vitamins, minerals and trace elements. The Hague, The Netherlands: Netherlands Nutrition Centre. Retrieved from <http://www.voedingscentrum.nl/Assets/Uploads/voedingscentrum/Documents/Professionals/Per s/Factsheets/Factsheet Aanbevelingen voor vitamines, mineralen en spoorelementen.pdf>
- Westhoek, H. (2015). Persoonlijke mededeling. PBL Netherlands Environmental Assessment Agency.
- Westhoek, H., Lesschen, J. P., Rood, T., Wagner, S., De Marco, A., Murphy-Bokern, D., ... Oenema, O. (2014). Food choices, health and environment: Effects of cutting Europe's meat and dairy intake. *Global Environmental Change*, 5–14. doi:10.1016/j.gloenvcha.2014.02.004
- Westhoek, H., Rood, T., Eerdt, M. van, Gelder, M. van, Grinsven, H. van, Reudink, M., ... Nijdam, D. (2013). *De macht van het menu - Opgaven en kansen voor duurzaam en gezond voedsel*. Den Haag.
- WHO, FAO, & UNU. (2007). *Protein and amino acid requirements in human nutrition - Report of a joint FAO/WHO/UNU expert consultation (WHO Technical Report Series 935)*.
- Wilson, N., Nghiem, N., Ni Mhurchu, C., Eyles, H., Baker, M. G., & Blakely, T. (2013). Foods and dietary patterns that are healthy, low-cost, and environmentally sustainable: a case study of optimization modeling for New Zealand. *PloS One*, 8(3), e59648. doi:10.1371/journal.pone.0059648

Bijlage 1 Voedingskundige grenzen

Tabel 18 Onder- en bovengrenzen voor energie, macro- en micronutrienten voor gemiddelde Nederlander tussen 8-70. Daarbij ook de waarden voor het huidige menu en het MvM. In groen de parameters die binnen de grenzen zijn.

Eigenschap	Onder	Boven	Huidig Menu	MvM
kcal (kcal)	2272.0	2273.0	2262.1	2272.0
eiwit totaal (g)	47.7	142.1	89.3	81.1
vet totaal (g)	50.5	101.0	88.9	85.3
verz vetzuren (g)	0.0	25.3	31.1	25.3
mrsv onv vetzuren (g)	0.0	30.3	18.0	21.3
linolzuur (g)	5.0	-	15.2	17.6
ALA (g)	2.5	-	2.0	2.5
trans vetzuren (g)	0.0	2.5	1.0	0.7
DHA+EPA (mg)	450.0	451.0	152.8	450.0
cholesterol (mg)	0.0	300.0	209.7	156.7
koolh totaal (g)	230.3	-	244.1	262.1
voedingsvezel (g)	32.6	-	19.8	32.6
water (g)	2258.1	3743.9	2818.5	2763.1
alcohol (g)	0.0	12.3	11.5	7.3
retinol act eq (ug)	790.3	2874.1	768.0	1063.8
vit B1 (mg)	1.1	-	0.8	1.1
vit B2 (mg)	1.3	-	1.5	1.3
nicotine zuur (mg)	14.4	-	19.7	18.2
vit B6 (mg)	1.5	24.1	1.5	1.6
folz equiv (ug)	289.2	949.6	241.6	358.9
vit B12 (ug)	2.7	-	4.7	4.0
vit C (mg)	71.0	-	89.5	138.2
vit D (ug)	3.3	89.0	3.1	3.3
vit E (mg)	8.8	286.2	14.0	16.0
vit K (ug)	97.8	-	128.0	557.7
calcium (mg)	1039.3	2500.0	1091.2	1039.3
fosfor (mg)	621.3	3000.0	1636.0	1541.4
ijzer (mg)	11.1	25.0	10.4	12.1
natrium (mg)	0.0	2400.0	2624.1	2400.0
kalium (mg)	3240.9	-	3471.5	3561.3
magnesium (mg)	308.6	550.6	345.7	370.9
zink (mg)	8.5	24.1	11.4	9.8
selenium (ug)	51.2	290.3	47.9	51.9
koper (mg)	0.9	4.9	1.1	1.3
jodium (ug)	148.9	578.5	175.1	179.4
tryptophan (g)	0.3	-	1.0	0.9
threonine (g)	1.1	-	3.1	2.7
isoleucine (g)	1.5	-	3.7	3.3

leucine (g)	2.9	-	6.8	5.8
lysine (g)	2.2	-	6.1	5.0
methionine (g)	0.8	-	2.0	1.6
cystine (g)	0.3	-	1.1	1.0
valine (g)	1.9	-	4.5	3.8
histidine (g)	0.7	-	2.6	2.2

Bijlage 2 Gedetailleerde Resultaten

Tabel 19 Resultaten in detail met trends (-, 0 of +) bij twee modi van optimaliseren (grammen of grammen droge stof) en de bandbreedte (minimum-maximum). De bandbreedte is in grammen en betreft de optimalisatie in grammen of grammen droge stof. De penalty voor wijzigingen is kwadratisch.

		Pessimistisch	MvM	MvM	Optimistisch
	Huidig	2030	2030	2050	2030
Product	g/dag	g/dag	g/dag	g/dag	g/dag
Aardappelen z schil gekookt gem	98	00(99-102)	00(99-101)	+(90-103)	00(99-101)
Bier pils	147	-0(124-143)	-0(137-145)	--(53-123)	00(143-146)
Bier zwaar >7 vol% alcohol	6	--(0-3)	--(2-4)	--(0-0)	--(5-6)
Bronwater gem	50	-0(0-49)	-0(0-50)	--(0-39)	-0(0-50)
Cappuccino vers bereid	17	--(0-15)	-0(0-16)	--(0-5)	-0(0-17)
Frisdrank	15	--(5-12)	--(10-14)	--(0-0)	--(12-14)
Frisdrank cola	72	-0(62-69)	-0(67-71)	--(28-56)	00(70-72)
Frisdrank light m cafeine	76	-0(0-73)	-0(0-75)	--(0-57)	-0(0-76)
Frisdrank light z cafeine	8	--(0-4)	--(0-6)	--(0-0)	-0(0-7)
IJsthee	27	--(11-24)	--(19-26)	--(0-9)	-0(23-27)
Koffie bereid	450	-0(0-448)	-0(0-449)	-0(0-436)	-0(220-450)
Limonade vruchten-	31	--(13-26)	--(22-29)	--(0-0)	-0(27-30)
Limonade vruchten- light	10	--(0-6)	--(0-8)	--(0-0)	-0(0-10)
Sap appel-	12	--(7-10)	--(9-11)	--(0-0)	--(11-11)
Sap sinaasappel- gepasteuriseerd	37	-0(35-35)	00(36-37)	--(9-15)	00(37-38)
Sap sinaasappel- vers geperst	12	--(10-10)	+(11-13)	--(0-0)	0+(12-13)
Siroop Roosvicee Original	0	+(0-1)	+(0-0)	--(0-0)	+(0-0)
Siroop vruchtenlimonade-	2	+(0-2)	+(0-2)	--(0-1)	-0(0-2)
Thee bereid	354	-0(0-353)	-0(0-353)	-0(0-349)	-0(0-354)
Thee kruiden- oplos gezoet bereid	4	+(3-6)	+(3-4)	0+(3-17)	-0(3-4)
Water gem	583	0+(583-2143)	0+(583-1456)	0+(585-2143)	00(583-591)
Whisky	1	--(0-0)	--(0-0)	--(0-0)	--(0-0)
Wijn rode	29	--(0-18)	--(12-24)	--(0-0)	--(20-27)
Wijn witte droge	14	--(0-4)	--(1-9)	--(0-0)	--(8-12)
Beschuit	1	++(2-3)	++(2-3)	++(4-13)	+(1-2)
Beschuit volkoren/meergranen	1	++(4-20)	++(3-15)	++(6-20)	++(2-10)
Bol krenten-	6	++(8-10)	++(7-10)	++(10-20)	++(7-9)
Brood rogge- donker	2	++(5-10)	++(4-10)	+(0-6)	++(4-11)
Brood tarwe-	58	0+(60-63)	0+(59-63)	0+(59-62)	0+(59-62)
Brood volkoren- gem v fijn en grof	48	++(51-57)	0+(50-57)	++(53-53)	0+(49-55)
Brood wit- water	13	0+(13-15)	++(14-14)	0+(13-16)	0+(13-14)
Broodje tarwe- hard	5	++(7-11)	++(6-10)	++(9-24)	++(5-9)
Broodje wit zacht	21	++(23-24)	++(22-25)	++(25-30)	0+(21-23)
Knackebrod gem	0	++(3-22)	++(2-18)	++(5-34)	++(2-15)
Ei kippen- gekookt gem	12	--(10-11)	00(12-13)	--(0-9)	0+(13-13)
Aardbeien	7	--(0-0)	--(0-0)	--(0-0)	--(0-6)

Ananas	3	--(0-0)	--(0-1)	--(0-0)	0+(3-4)
Appel m schil gem	28	0+(27-31)	0+(29-33)	--(12-15)	++(30-33)
Appelmoes blik/glas	5	--(1-3)	+(4-6)	--(0-0)	++(6-6)
Banaan	25	0+(26-28)	0+(26-28)	+(14-34)	++(27-28)
Druiven m schil gem	6	--(0-0)	--(4-5)	--(0-0)	++(7-7)
Kiwi	5	--(4-5)	++(6-8)	--(0-0)	++(8-9)
Mandarijn	11	++(11-16)	++(11-17)	+(4-18)	++(11-16)
Meloen net-	3	--(0-0)	--(0-0)	--(0-0)	--(0-3)
Olijven blik/glas	1	+(0-1)	+(0-3)	--(0-0)	+(0-2)
Peer m schil	3	++(4-12)	++(4-11)	+(0-7)	++(5-9)
Sinaasappel	14	0+(14-21)	++(15-23)	--(1-5)	++(16-22)
Biscuit	2	+(0-2)	+(0-2)	+(0-2)	+(0-2)
Biscuit fruit-	4	+(0-5)	+(2-5)	+(0-5)	+(4-5)
Biscuit tarwe-/volkoren-	2	++(4-6)	++(3-7)	+(0-5)	++(3-6)
Cake z roomboter	3	+(0-4)	+(0-4)	--(0-3)	-0(1-3)
Koek eier-	3	+(0-4)	+(1-4)	+(0-4)	+(1-3)
Koek gevulde gem	4	-0(0-4)	-0(0-4)	--(0-2)	-0(1-4)
Koek ontbijt-	10	+(6-11)	0+(10-10)	+(0-11)	0+(10-11)
Koekje chocolate chip cookie	2	+(0-2)	+(0-2)	-0(0-2)	-0(0-2)
Koekje gem	3	+(0-3)	+(0-3)	+(0-3)	-0(1-3)
Speculaas gem	3	+(0-4)	+(0-4)	+(0-4)	-0(1-3)
Taart appel- van zandtaartdeeg z roomboter	8	+(1-8)	+(5-8)	--(0-6)	-0(7-8)
Wafel stroop- gem	3	--(0-3)	-0(0-3)	--(0-1)	--(0-3)
Muesli krokante naturel/m fruit	2	++(4-12)	++(4-10)	++(6-17)	++(3-8)
Ontbijtproduct Cornflakes	0	+(0-1)	+(0-1)	+(0-1)	+(0-1)
Pasta witte gem gekookt	29	+(27-31)	00(29-30)	+(16-31)	00(29-30)
Rijst witte gekookt	19	--(6-15)	--(13-18)	--(0-7)	-0(17-18)
Rijst zilervlies- gekookt	2	+(0-5)	++(4-5)	+(0-8)	++(4-5)
Andijvie gekookt	3	++(6-9)	++(5-19)	+(0-4)	++(6-22)
Andijvie rauw	1	++(7-30)	++(5-30)	++(18-30)	++(4-30)
Bieten gekookt	3	++(3-10)	++(5-14)	--(0-0)	++(6-14)
Bonen sperzie- gekookt	9	--(0-2)	--(0-8)	--(0-0)	++(11-12)
Broccoli gekookt	8	--(0-1)	--(0-7)	--(0-0)	++(10-11)
Champignons gekookt	4	--(0-0)	--(0-0)	--(0-0)	+(0-5)
Courgette gekookt	2	--(0-0)	--(0-0)	--(0-0)	+(0-3)
Doperwtten diepvries gekookt	1	++(6-10)	++(8-9)	+(0-8)	++(7-8)
Doperwtten m wortelen blik/glas	3	+(2-4)	++(6-10)	--(0-0)	++(8-11)
Komkommer m schil rauw	7	--(0-2)	--(0-5)	--(0-0)	-0(0-7)
Kool bloem- gekookt	10	--(0-7)	++(10-10)	--(0-0)	++(12-25)
Kool boeren- gekookt	3	++(16-19)	++(10-14)	++(54-57)	++(8-13)
Kool spits- gekookt	2	-0(0-2)	++(4-18)	--(0-0)	++(5-28)
Kool zuur- gekookt	3	++(10-57)	++(8-46)	++(23-57)	++(8-38)
Paprika gekookt gem	1	--(0-0)	--(0-0)	--(0-0)	+(0-3)
Paprika groene gekookt	1	--(0-0)	--(0-0)	--(0-0)	+(0-2)
Paprika rode gekookt	1	--(0-0)	--(0-0)	--(0-0)	+(0-2)

Paprika rode rauw	1	--(0-0)	--(0-0)	--(0-0)	--(0-2)
Prei gekookt	4	++(5-6)	++(6-24)	--(0-0)	++(7-29)
Prei rauw	0	++(6-9)	++(4-9)	++(9-9)	++(4-9)
Puree tomaten- geconcentreerd blik	3	--(0-0)	--(0-1)	--(0-0)	0+(3-6)
Selderij knol- gekookt	1	++(7-24)	++(7-22)	++(7-28)	++(7-20)
Sla gem rauw	4	--(0-4)	--(3-5)	--(0-0)	++(5-22)
Sla rucola rauw	1	++(18-30)	++(9-24)	++(30-30)	++(5-21)
Spinazie diepvries gekookt	4	++(9-11)	++(9-26)	--(0-2)	++(9-36)
Spruitjes gekookt	3	++(13-42)	++(11-32)	++(20-57)	++(10-25)
Tauge gekookt	1	++(8-33)	++(5-22)	++(13-57)	++(2-13)
Tomaat gekookt gem	6	--(0-0)	--(0-1)	--(0-0)	-0(0-7)
Tomaat rauw gem	10	--(0-2)	--(0-8)	--(0-0)	--(0-11)
Ui gekookt	11	++(13-21)	++(13-24)	--(7-10)	++(14-23)
Ui rauw	2	++(7-17)	++(6-17)	++(17-17)	++(6-15)
Witlof gekookt	5	--(0-0)	--(0-4)	--(0-0)	--(0-6)
Wortelen gekookt gem	8	++(12-14)	++(12-22)	--(0-6)	++(13-23)
Wortelen rauw gem	3	++(9-28)	++(7-24)	++(19-29)	++(7-20)
Pindakaas	4	++(6-8)	++(5-9)	--(0-8)	++(5-9)
Kaas 20+	1	--(0-0)	--(0-0)	--(0-0)	--(0-0)
Kaas 30+ gem	4	--(0-5)	--(0-2)	--(0-9)	--(0-1)
Kaas Edammer 40+	1	--(0-0)	--(0-0)	--(0-0)	--(0-0)
Kaas Goudse 48+ gem	29	--(12-23)	--(19-24)	--(0-13)	--(22-26)
Kaas smeer- volvet 48+	1	--(0-0)	--(0-0)	--(0-0)	--(0-0)
IJs room/vanille-	7	--(0-0)	--(0-3)	--(0-0)	--(3-5)
IJs water-	2	--(0-0)	--(0-0)	--(0-0)	--(0-0)
Kwark vruchten- halfvolle	3	--(0-0)	--(0-0)	--(0-0)	--(0-0)
Melk chocolade- halfvolle	9	--(7-8)	--(8-10)	--(0-0)	0+(9-10)
Melk chocolade- volle	5	--(0-3)	--(1-4)	--(0-0)	--(3-5)
Melk halfvolle	176	-0(159-176)	-0(163-175)	-0(142-174)	00(168-175)
Melk karne-	32	--(0-29)	--(0-30)	--(0-7)	-0(13-31)
Melk koffie- halfvolle	6	-0(1-6)	--(2-6)	--(0-1)	--(3-5)
Melk koffie- volle	1	--(0-0)	--(0-0)	--(0-0)	--(0-0)
Melk magere	13	--(0-14)	-0(0-13)	--(0-19)	-0(6-13)
Melk volle	16	--(0-14)	--(4-15)	--(0-1)	--(8-15)
Vla chocolade- volle	2	--(0-0)	--(0-0)	--(0-0)	--(0-1)
Vla vanille- volle	12	--(7-9)	--(8-10)	--(0-0)	--(9-11)
Vla volle overige smaken	11	--(5-8)	--(7-8)	--(0-0)	--(8-9)
Yoghurt halfvolle	9	--(0-9)	--(0-9)	--(0-3)	--(0-8)
Yoghurt magere	33	-0(8-35)	-0(12-33)	--(7-41)	-0(22-33)
Yoghurt magere m vruchten	8	--(0-6)	--(2-7)	--(0-0)	--(5-7)
Yoghurt volle	9	--(0-8)	--(0-9)	--(0-1)	--(0-9)
Yoghurt volle m vruchten	3	--(3-4)	-0(2-3)	++(4-6)	--(2-2)
Yoghurtdrink	15	-0(10-14)	--(11-14)	--(4-12)	--(13-14)
Broodje saucijzen-	2	--(0-0)	--(0-0)	--(0-0)	--(0-1)
Chips gem	8	++(9-12)	0+(8-8)	++(11-17)	--(7-8)

Frikandel bereid	11	--(0-7)	--(3-8)	--(0-0)	--(7-9)
Kroket bereid	8	--(0-3)	--(0-5)	--(0-0)	--(5-6)
Noten cashew- ongezouten	1	++(5-23)	++(3-15)	++(11-34)	++(2-6)
Noten gemengd ongezouten	0	++(3-17)	++(2-12)	++(8-20)	++(1-7)
Noten pinda's ongezouten	2	++(5-15)	++(4-12)	++(9-10)	++(3-8)
Noten wal- ongezouten	1	++(3-16)	++(2-10)	++(8-26)	++(2-10)
Bonen bruine blik/glas	2	++(6-8)	++(8-10)	--(0-0)	++(7-13)
Erwten kikker- gekookt	0	++(3-4)	++(4-6)	--(0-0)	++(4-8)
Kapucijners gekookt	0	++(13-19)	++(10-16)	++(16-22)	++(7-13)
Pannenkoek	3	++(6-8)	++(5-6)	++(11-32)	-(3-4)
Bouillon van blokje bereid	8	--(0-0)	--(0-0)	--(0-0)	--(0-5)
Soep heldere m vlees en groente	21	--(0-7)	--(0-16)	--(0-0)	--(0-20)
Soep heldere m vlees/vermicelli/groente	12	--(0-5)	--(0-9)	--(0-0)	-0(2-12)
Soep maaltijd- m peulvruchten en vlees	4	++(11-22)	++(10-16)	++(9-39)	++(8-12)
Soep op groentebasis bereid pakje	15	--(0-0)	--(0-8)	--(0-0)	--(0-13)
Drink soja- diverse smaken	0	00(0-0)	00(0-0)	00(0-0)	00(0-0)
Drink soja- Fresh Light	5	++(11-11)	0+(5-8)	++(30-62)	++(7-9)
Gehakt fijn- vegetarisch onbereid	0	-(0-2)	++(3-3)	--(0-0)	++(3-6)
Hamburger vegetarisch onbereid	0	++(0-4)	++(2-2)	-(0-6)	++(2-2)
Bonbon	2	-(0-3)	-(0-2)	++(3-4)	-(0-2)
Chocolade melk-	2	-(0-3)	-(0-2)	-0(0-2)	--(0-2)
Chocolade puur	1	-(0-2)	++(2-2)	-(0-2)	++(1-5)
Drop gem	4	-(0-4)	-(1-4)	-(0-4)	-0(2-4)
Hagelslag chocolade- gem	0	-(0-1)	-(0-1)	-(0-1)	++(0-2)
Honing	1	-(0-1)	-(0-1)	--(0-1)	-0(0-1)
Jam	6	-(0-7)	-0(2-7)	--(0-6)	-0(4-7)
Jam z suiker	0	--(0-0)	--(0-0)	--(0-0)	--(0-0)
Pasta chocolade- hazelnoot	2	-(0-3)	-(1-3)	-(0-4)	-(0-2)
Pasta duo- m chocolade	1	-(0-2)	-(0-2)	++(4-5)	-(0-2)
Stroop appel-	2	-(0-3)	++(3-3)	-0(0-2)	++(3-5)
Suiker kristal-	13	-0(4-13)	-0(7-13)	-(0-14)	-0(8-13)
Bak- en braadvet vloeib 97% vet <17g verz vetz	2	-(2-3)	-(2-3)	-(0-4)	-(1-2)
Boter gezouten	1	--(0-0)	--(0-0)	--(0-0)	--(0-0)
Boter ongezouten	3	--(0-0)	--(0-1)	--(0-0)	--(0-1)
Boterproduct halfvolle	1	--(0-0)	--(0-0)	--(0-0)	--(0-0)
Halvarine 40% vet <17 g verz vetz	12	++(12-18)	++(12-17)	-(10-16)	0+(12-14)
Ketchup curry-	3	--(0-2)	--(0-2)	--(0-0)	--(0-2)
Ketchup tomaten-	3	--(0-1)	--(1-2)	--(0-0)	--(2-2)
Margarine 80% vet 17-24 g verz vetz	2	-(0-3)	-(0-3)	--(0-2)	-0(1-2)
Margarine vlb 80% vet< 17 g verz vetz ongezouten	1	++(2-3)	++(1-2)	++(1-2)	++(1-2)
Margarine vloeibaar 80% vet <17 g verz vetz	1	++(2-4)	++(2-3)	++(3-12)	++(2-2)
Margarineproduct 60% vet <17 g verz vetz ongezet	1	-(1-2)	++(2-3)	--(0-0)	++(2-3)
Mayonaise	7	-(0-8)	-0(0-7)	-0(0-7)	-0(2-7)
Olie olijf-	3	-(0-4)	-(0-3)	-(0-4)	-0(0-3)

Olie soja-	3	--(0-4)	--(0-3)	--(0-5)	--(0-3)
Olie zonnebloem-	1	--(0-2)	--(0-2)	--(0-4)	--(0-1)
Saus frites- 25% olie	3	--(0-5)	--(0-3)	--(0-6)	--(0-3)
Saus sate- op basis potje bereid	7	0+(7-10)	++(8-9)	--(0-13)	0+(7-8)
Saus tomaten- kant-en-klaar glas	6	--(0-1)	--(2-5)	--(0-0)	--(4-7)
Garnalen Hollandse gekookt	2	--(0-0)	--(0-0)	--(0-0)	--(0-0)
Haring gezouten	2	++(6-6)	++(6-6)	++(6-6)	++(6-6)
Kabeljauw gekookt	2	00(2-2)	00(2-2)	-0(0-2)	00(2-2)
Lekkerbekje gefrituurd	4	--(0-0)	--(0-0)	--(0-0)	--(0-0)
Makreel gestoomd	0	++(6-6)	++(6-6)	++(6-6)	++(6-6)
Mosselen gekookt	0	++(2-4)	++(3-4)	++(1-2)	++(3-4)
Pangasius bereid in magnetron z toev	1	--(0-0)	--(0-0)	--(0-0)	-0(0-1)
Tonijn in olie blik	2	--(0-0)	--(0-0)	--(0-0)	--(0-1)
Zalm gerookt	1	00(1-1)	00(1-1)	00(1-1)	00(1-1)
Zalm kweek- bereid in magnetron z toev	3	00(3-3)	00(3-3)	00(3-3)	00(3-3)
Filet americain	4	--(0-0)	--(0-0)	--(0-0)	--(0-0)
Gehakt hoh rul gebakken	13	--(0-0)	--(0-6)	--(0-0)	--(5-10)
Gehakt runder- rul gebakken	12	--(0-0)	--(0-0)	--(0-0)	--(0-4)
Ham achter-	5	--(3-11)	++(7-9)	--(0-4)	++(5-7)
Ham schouder-	7	--(0-5)	-0(4-7)	--(0-0)	-0(6-7)
Kip m vel bereid	5	--(0-0)	--(0-0)	--(0-0)	--(0-2)
Kipfilet (vleeswaar)	3	--(0-0)	--(0-0)	--(0-0)	--(1-1)
Kipfilet bereid	21	--(1-13)	--(10-17)	--(0-0)	--(19-20)
Pastei lever-	1	--(0-0)	--(0-0)	--(0-0)	--(0-0)
Runderbaklappen bereid	2	--(0-0)	--(0-0)	--(0-0)	--(0-0)
Runderbiefstuk bereid	5	--(0-0)	--(0-0)	--(0-0)	--(0-0)
Runderrookvlees	1	--(0-0)	--(0-0)	--(0-0)	--(0-0)
Spek ontbijt-	1	--(0-1)	--(0-1)	--(0-0)	--(0-0)
Varkensbraadworst bereid	5	--(0-0)	--(0-3)	--(0-0)	--(2-4)
Varkenshaas bereid	3	++(5-10)	++(7-9)	--(0-5)	++(6-7)
Varkenschouderkarbonade bereid	6	--(0-5)	--(0-6)	--(0-0)	--(5-6)
Worst boterham-	3	--(0-0)	--(0-0)	--(0-0)	--(0-1)
Worst cervelaat-	4	--(0-3)	--(0-3)	--(0-0)	--(0-3)
Worst gekookte	2	--(0-0)	--(0-0)	--(0-0)	--(0-0)
Worst rook- gekookt gem	3	--(0-2)	--(0-3)	--(0-0)	--(0-2)
Worst salami	3	--(0-0)	--(0-1)	--(0-0)	--(0-1)
Worst smeerlever-	2	--(0-2)	--(0-2)	--(0-0)	--(0-2)

Bijlage 3 Verantwoording Milieuwaarden

Apart document