



BIO-KANSEN

**Consequenties voor economie, milieu en gezondheid
van brede transitie naar biologische landbouw
in Fryslân, Groningen en Drenthe**

Juli 2018



BIO-KANSEN

Consequenties voor economie, milieu en gezondheid van brede transitie naar biologische landbouw in Fryslân, Groningen en Drenthe

Auteur:

Darko Znaor

**Avalon Foundation
van Burmaniawei 8
8733 EP Iens**

T: +31 (0)515 331975

E: office@avalon.nl

Juli 2018

Omslagfoto: Omrop Fryslân

Deze studie is uitgevoerd in opdracht van de provincies Fryslân, Groningen en Drenthe

INHOUD

DANKWOORD	5
SAMENVATTING	6
VERKLARING VAN EENHEDEN EN AFKORTINGEN	10
1. ACHTERGRONDINFORMATIE.....	11
2. ONDERZOEKSKADER EN METHODOLOGIE.....	13
2.1 Doelstellingen en relevantie	13
2.2 Beoordeling van duurzaamheidsaspecten en indicatoren	13
2.3 Begrenzing van het onderzoek.....	14
2.4 Meegenomen externaliteiten	17
2.5 Benadering van de economische, milieukundige en menselijke gezondheid	23
2.6 Vergelijking van basisscenario en biologische scenario's.....	27
3. OPBOUW VAN HET BASISSCENARIO	30
3.1 FarmDesign model.....	30
3.2 Werkgelegenheid	32
3.3 Bruto toegevoegde waarde (BrTW).....	33
3.4 Schade aan lucht	33
3.5 Schade aan klimaat.....	40
3.6 Schade aan water	43
3.7 Schade aan bodem	47
3.8 Publieke uitgaven.....	47
4. OPBOUW VAN DE BIOLOGISCHE SCENARIO'S	48
4.1 Werkgelegenheid	48
4.2 Bruto toegevoegde waarde (BrTW).....	48
4.3 Schade aan lucht	49
4.4 Schade aan klimaat.....	51
4.5 Schade aan water	52
4.6 Schade aan bodem	53
4.7 Biodiversiteit	53
4.8 Antibioticaresistentie	56
4.9 Biologische voedselkwaliteit en de mogelijke voordelen voor de gezondheid	57
4.10 Publieke uitgaven.....	62
5. RESULTATEN EN DISCUSSIE.....	63
5.1 Basisscenario	63
5.2 Biologische scenario's.....	75

5.3	Samenvatting: milieuprestaties.....	87
5.4	Samenvatting: reële toegevoegde waarde.....	89
5.5	Milieuschade door toepassing van CE-milieuprijzen	95
6.	BELANGRIJKSTE RESULTATEN EN CONCLUSIES	101
7.	BELEIDSAANBEVELINGEN	104
7.1	Wetgevingsinstrumenten.....	104
7.2	Economische instrumenten	104
7.3	Informatieve instrumenten – opbouw van menselijk en sociaal kapitaal	105
8.	EEN POST-FESTUM OPMERKING	112
	BIJLAGE I: DENKTANK DEELNEMERS	115
	BIJLAGE II: SPIEGELGROEP DEELNEMERS.....	116
	BIJLAGE III: LIJST VAN DE EXTERNALITEITEN DIE WEL EN NIET ZIJN MEEGENOMEN IN HET ONDERZOEK.....	117
	BIJLAGE IV: VEEVOEDERFABRIKANTEN.....	119
	BIJLAGE V: BRUTO TOEGEVOEGDE WAARDE VAN LANDBOUW.....	121
	BIJLAGE VI: SCHADE AAN LUCHT.....	123
	BIJLAGE VII: SCHADE AAN KLIMAAT	136
	BIJLAGE VIII: MINERALENBALANS.....	138
	BIJLAGE IX: VERSCHIL IN SAMENSTELLING VAN NUTRIËNTVERBINDINGEN TUSSEN BIOLOGISCH EN CONVENTIONEEL.....	141
	REFERENTIES.....	149

DANKWOORD

De auteur wil graag iedereen bedanken die heeft meegeholpen met de uitvoering van dit project en bij het verzamelen van de vele elementen benodigd voor deze studie:

- Wijnand Sukkel, Kees van Veluw en Izak Vermeij van Wageningen University & Research voor het aanleveren van diverse informatie en gegevens.
- Pier Vellinga van Wageningen University & Research voor de informatie over de verbanden tussen de kwaliteit van biologisch eten en volksgezondheid.
- Gerard Velthof van Wageningen University & Research en Jan Willem Erisman (Louis Bolk Instituut) voor de inzichten over ammoniakemissies.
- Mike Holland van Ecometrics Research and Consulting voor de gegevens over milieuprijzen van luchtvervuilende stoffen.
- Wytze Brandsma (Brandsma's Pleats) voor diverse informatie over biologische veehouderij en ammoniakemissie in de biologische landbouw.
- Foppe Nijboer (Denktank lid) voor verschillende constructieve opmerkingen, met name over biologische veehouderij en ammoniakemissies in de biologische landbouw.
- Kees Water (Denktank lid) voor diverse informatie over biologische landbouw in Regio Noord.
- Peter Brul (Denktank lid) voor diverse informatie over biologische landbouw en de impact ervan op het milieu.
- Alle Denktank leden voor hun constructieve opmerkingen en steun gedurende het proces.
- De vertegenwoordigers van de opdrachtgevers voor hun ondersteuning en vertrouwen in dit project.

Hans van Grinsven van het Planbureau voor de Leefomgeving verdient een speciaal bedankje voor de zeer gedetailleerde opmerkingen over de conceptversie van deze studie, en voor het leveren van waardevolle informatie en inzichten over milieukosten en de methodologie van hun beoordeling.

Zeer speciale dank gaat uit naar Jeroen Groot van Wageningen University & Research voor het in kaart brengen van de prestaties van het basisscenario en de biologische scenario's in de FarmDesign-software. Zijn expertise en toewijding waren van onschatbare waarde voor verbeteren van de kwaliteit en de betrouwbaarheid van de studieresultaten.

Tenslotte: veel dank aan het Avalon-team voor hun geweldige ondersteuning. Allereerst aan Martien Lankester zonder wie deze studie niet gerealiseerd zou zijn. Hij heeft eerst de opdrachtgevers overtuigd van het nut van dit onderzoek en daarna het proces met de opdrachtgevers en belanghebbenden begeleid. Tevens heeft hij geholpen om de puntjes op de i te zetten in deze rapportage. Daarnaast ben ik Sietske de Jong dankbaar voor het leveren van organisatorische steun en Tom van den Hove voor de ondersteuning bij datamining en vertaling en als vraagbaak bij problemen.

SAMENVATTING

Achtergrond- informatie

Deze studie werd uitgevoerd in opdracht van de drie Noordelijke Nederlandse provincies: Fryslân, Groningen en Drenthe. Ze wilden dieper inzicht verkrijgen in de verwachte gevolgen van een potentiële grootschalige omschakeling naar biologische landbouw in het noorden als geheel, met name in termen van economie, milieu en menselijke gezondheid.

Aanpak

Om dit te beantwoorden hebben we de resultaten van de huidige situatie (gebaseerd op de meest recente gegevens, voornamelijk uit 2015) vergeleken met de verwachte resultaten die voortkomen uit negen scenario's voor de biologische landbouw. De biologische scenario's omvatten een verschillend aandeel van de landbouwgrond onder biologisch beheer (20%, 50% en 100%) en verschillende meerprijsniveau's (0%, 10% en 25%). De combinatie van verschillende oppervlaktes onder biologisch beheer samen met de meerprijsniveau's leidt tot in totaal negen biologische scenario's. De prestaties van zowel het basisscenario als de negen biologische scenario's worden beoordeeld op twee benchmarkindicatoren: werkzame beroepsbevolking (banen) en reële toegevoegde waarde (RTW).

Een zoektocht naar een uniek landschap

De RTW bestaat uit de bruto toegevoegde waarde (BrTW) die wordt "gezuiverd", gecorrigeerd, voor "verborgen" kosten en baten die voortvloeien uit het creëren van BrTW. Verborgen kosten en baten bestaan uit milieukosten en -baten en publieke uitgaven voor landbouwsubsidies. Met behulp van verschillende milieuboekhoudmethoden en milieuprijzen hebben we de milieuschade aan lucht, klimaat, water en bodem gemonetariseerd. Deze schade is van invloed op de menselijke gezondheid en ecosysteemdiensten en leidt tot kosten voor de samenleving. Ze worden uitgedrukt in een virtuele valuta genaamd Futuro. Publieke uitgaven worden uitgedrukt in een virtuele valuta genaamd Maturo en RTW in Puro ("gezuiverde" Euro). Deze valuta hebben dezelfde waarde als Euro. De economische sectoren waarvoor we de RTW hebben beoordeeld, zijn landbouw en de twee toeleverende sectoren van de landbouw waarvan we verwachtten dat deze beïnvloed zouden worden door grootschalige omschakeling naar biologische landbouw: productie van kunstmest en veevoer.

Kwalitatieve beoordeling voor voedselkwaliteit en biodiversiteit

Naast de monetaire beoordeling van RTW hebben we ook een kwalitatieve beoordeling uitgevoerd van de impact van biologische landbouw op de voedselkwaliteit en biodiversiteit. Vanwege het gebrek aan gegevens konden we de schade die wordt veroorzaakt door de antibioticaresistentie als gevolg van het gebruik van antibiotica in vee niet monetariseren – noch voor het basisscenario noch voor biologische scenario's.

Iets meer banen in biologische landbouw

Alle biologische scenario's creëren meer banen dan het basisscenario. Deze bijdrage is echter klein (tot 2%) vanwege de structuur van de landbouwsector in Regio Noord. Grasgevoerde melkveehouderij heeft de overhand. Deze productie vertoont niet veel verschil in termen van arbeidsbehoefte tussen biologische en conventionele productie.

BrTW in biologische landbouw: 55-110% van basisscenario

BrTW in biologische scenario's hangt voornamelijk af van de meerprijs. In het geval van volledige omschakeling zonder premie, creëert biologische landbouw een BrTW van 55% van het basisscenario. Echter, met een meerprijs van 10% stijgt het BrTW tot 77% van het basisscenario, terwijl een meerprijs van 25% resulteert in een BrTW die 10% hoger ligt dan het basisscenario. In het geval van een volledige omschakeling naar biologische landbouw, zou een meerprijs van 21% nodig zijn om dezelfde BrTW te krijgen als in het basisscenario.

Biologische landbouw is beter voor het milieu

Alle biologische scenario's zijn beter voor het milieu dan het basisscenario. Een totale omschakeling naar biologische landbouw resulteert in de laagste emissies. Vergeleken met het basisscenario varieert de reductie van luchtverontreinigende stoffen van 92% voor SO₂ tot 8% voor NH₃. Het verzurende potentieel wordt met 10% verminderd en broeikasgassen emissies met 12%. Het N-verlies van bodem in het geval van totale omschakeling naar biologische landbouw is 41% lager dan in het basisscenario. Het totale N-verlies is 31% lager en P-verlies 50% lager. Zowel het basisscenario als de biologische scenario's slaan koolstof op in de bodem. Het basisscenario is hier 7% beter in dan het scenario dat uitgaat van een volledige omschakeling naar biologische landbouw.

...en maakt minder milieukosten

Vanwege lagere emissies resulteren alle biologische scenario's in lagere milieukosten dan het basisscenario. Milieukosten zijn echter zowel in het basisscenario als organisch scenario enorm. Onze eigen beoordeling, die in grotere mate gebaseerd is op de milieuprijzen van het Europees Milieuagentschap, suggereert dat de milieukosten 62% van BrTW vertegenwoordigen in het basisscenario en 46-91% van BrTW in geval van totale omschakeling naar biologische landbouw. Een aanvullende beoordeling op basis van de onderwaarde en de centrale waarde van de berekening van de milieuprijzen door CE Delft resulteert echter in veel hogere milieukosten, variërend van 100-160% van de BrTW in het basisscenario tot 73-240% van de BrTW in het scenario van totale omschakeling naar biologische landbouw. Schade aan lucht is verreweg de grootste milieukostenpost. In onze eigen berekening is die goed voor 65% van alle milieukosten in het basisscenario en 70% in het scenario uitgaande van een volledige omschakeling naar biologische landbouw. In de beoordeling op basis van de CE-milieuprijzen is het aandeel van de schade aan de lucht zelfs nog hoger. In het basisscenario is dit goed voor 76-81% van alle milieukosten en in het geval van totale omschakeling naar biologische landbouw 80-87%.

Ammoniak-gerelateerde kosten blijven een puzzel

Met een aandeel van ongeveer de helft van de totale milieukosten is ammoniak veruit de grootste bron van schade, ongeacht welke beoordelingsmethodiek wordt toegepast. Er is echter een grote onzekerheid wat betreft de ammoniakemissie in de biologische landbouw. Momenteel zijn er diverse standpunten over de hoeveelheid N in de uitwerpselen van dieren gehouden in de biologische landbouw. De discussie hierover is nog volop gaande. Bij de berekeningen in dit onderzoek zijn we steeds uitgegaan van de meest conservatieve actuele standpunten, dus die met het minste voordeel voor de biologische landbouw. Het is goed mogelijk dat in de toekomst blijkt dat een ander standpunt gerechtvaardigder is. In dat geval zal dat onmiddellijk gevolgen hebben voor de uitkomsten van dit onderzoek. Het is goed voor te stellen dat daardoor de balans (sterk) in het voordeel van de biologische landbouw zal verschuiven.

Verborgene kosten

Publieke uitgaven voor landbouw zijn gelijk in zowel het basisscenario als alle negen biologische landbouw scenario's. Als de publieke uitgaven worden toegevoegd aan de milieukosten dan zijn de verborgen kosten volgens onze eigen berekeningen goed voor 83% van de BrTW in het basisscenario en 65-129% van de BrTW in het geval van volledige omschakeling naar biologische landbouw. Het gebruik van de CE-milieuprijzen resulteert in hogere verborgen kosten. Die zijn goed voor 121-181% van de BrTW in het basisscenario en 92-277% van de BrTW in geval van volledige omschakeling naar biologische landbouw. Als de verborgen kosten zouden worden geïnternaliseerd dan zou de prijs van landbouwproducten omhoog moeten gaan. In het basisscenario zou die stijging variëren van 24% (eigen berekening) tot 35-53% (CE-milieuprijzen). Vrijwel dezelfde stijging zou nodig zijn in het geval van volledige omschakeling naar biologische landbouw zonder meerprijs: 26% (eigen berekening) en 37-56% (CE-milieuprijzen).

Reële toegevoegde waarde

Volgens onze eigen berekening vertegenwoordigt de RTW van het basisscenario slechts 17% van de BrTW. Echter, als de CE-milieuprijzen worden gebruikt dan wordt de RTW van het basisscenario negatief, variërend van 21% tot 81% van het BrTW. De RTW van volledige omschakeling naar biologische landbouw varieert in onze eigen berekening van een negatieve waarde van -29% van het BrTW (zonder meerprijs) tot een positieve waarde van 8% van het BrTW (10% meerprijs) en 35% van het BrTW (25% meerprijs). Een volledige omschakeling naar biologische landbouw, gebruikmakend van de CE-milieuprijzen, resulteert in een RTW van -83% tot -177% van het BrTW (zonder meerprijs); -31% tot -99% van het BrTW (10% meerprijs) en -40% tot 8% van het BrTW (25% meerprijs). Onze eigen berekening suggereert dat volledige omschakeling naar biologische landbouw een meerprijs van 25% nodig zou hebben om dezelfde RTW te behalen als in het basisscenario. In de berekening gebaseerd op de CE-milieuprijzen is een meerprijs vereist van 8-12% om dezelfde RTW te behalen als in het basisscenario.

Niet-gemonetariseerde voordelen van biologische landbouw

Uit ons onderzoek blijkt ook dat biologische landbouw verschillende voordelen heeft die zeer moeilijke in geld uit te drukken zijn. Deze zouden eigenlijk moeten worden toegevoegd aan de positieve “vergelijkingszijde” van de biologische landbouw en omvatten het volgende:

1. Biodiversiteit: biologische landbouwbedrijven hebben doorgaans een hogere biodiversiteit dan conventioneel.
2. Biologische veehouderij gebruikt veel minder antibiotica dan conventionele veehouderij, wat antibioticaresistentie vermindert en sociale kosten verlaagt.
3. De kwaliteit van biologisch voedsel is in meerdere opzichten superieur aan conventioneel.
4. Biologisch voedsel kan bepaalde gezondheidsvoordelen bieden.
5. Aan biologisch vee wordt geen GMO-voer gevoed.

Wanneer in de toekomst een of meer van deze aspecten wel monetariseerbaar zal zijn, zal dit de balans in het voordeel van de biologische landbouw doen verschuiven.

Een kader voor de discussie

Deze studie pretendeert niet het sluitende antwoord te hebben geleverd op de complexe vraag of biologische landbouw beter is voor de maatschappij in Regio Noord, of niet. De bevindingen die hier gepresenteerd worden, moeten worden gezien als eerste benaderingen die waarschijnlijk in de toekomst verdere verbetering vereisen. Het was niet het uiteindelijke doel van dit onderzoek om diepgaande berekeningen te leveren. Wij zijn van mening dat de meest waardevolle bijdrage van de bevindingen in dit onderzoek is om een kader voor de discussie te leveren over de haalbaarheid van een grootschalige omschakeling naar biologische landbouw in Regio Noord – in plaats van een sluitende en foutloze berekening. Het verstrekken van het kader voor deze discussie is hopelijk een belangrijk beginpunt voor verder analyse en bijdrage aan een dialoog die leidt tot effectieve beleidsbeslissingen. We hopen dat wat in deze studie wordt gepresenteerd de beleidsmakers in Regio Noord, alsmede andere geïnteresseerde partijen, zal helpen in hun zoektocht naar duurzame landbouw.

VERKLARING VAN EENHEDEN EN AFKORTINGEN

EUR	1 Euro
FUTURO	1 Euro
Gg	1 gigagram = 10^9 g = 1 kiloton (kt)
ha	1 hectare = 10^4 m ²
kt	1 kiloton = 10^3 t
MATURO	1 Euro
MEUR	1 miljoen Euro
PURO	1 Euro
t	1 ton = 10^3 kg
AJE	arbeidsjaareenheid
BKG	broeikasgassen
BrTW	bruto toegevoegde waarde (niet te verwarren met BTW=Belasting Toegevoegde Waarde)
C	koolstof
CH ₄	methaan
CO ₂	kooldioxide
CO ₂ -eq	kooldioxide-equivalent
EU	Europese Unie
ExternE	External Costs of Energy (een EU gefinancierd onderzoeksprogramma)
GHG	broeikasgassen
GVE	grootvee-eenheid
MEUR	miljoen euro's
N	stikstof
N ₂ O	distikstofmonoxide (lachgas)
NH ₃	ammoniak
NMVOS	niet-methaan vluchtige organische stoffen
NO ₃	nitraat
NO _x	stikstofoxiden
RTW	reële toegevoegde waarde
SO ₂	zwaveldioxide
TAN	totaal ammoniakaal stikstof
WUR	Wageningen University & Research

1. ACHTERGRONDINFORMATIE

- Inleiding** De drie Noordelijke provincies Groningen, Friesland en Drenthe hebben de Avalon Foundation opdracht gegeven om een studie te doen die de mogelijkheden in kaart brengt voor grootschalige omschakeling naar biologische landbouw in Noord-Nederland.
- Het probleem** Biologische landbouw is een groeiende sector in deze regio. In de komende jaren is het waarschijnlijk dat meer boeren voor deze methode zullen kiezen. Het is echter nog niet duidelijk wat een bredere overgang naar biologische landbouw de maatschappij in het noorden als geheel kan brengen. De kosten en de voordelen van deze ontwikkeling, en de ermee samenhangende nadelen, zijn grotendeels onbekend en nog nauwelijks onderzocht. Er is een grote hoeveelheid bewijsmateriaal die laat zien dat biologische landbouw in de meeste gevallen betere resultaten op milieugebied heeft dan de niet-biologische systemen. De biologische landbouw wordt echter ook geassocieerd met lagere opbrengsten. Verdere groei ervan zou dus kunnen leiden tot banenverlies in andere sectoren zoals bijvoorbeeld die van de agrarische inputs. Tot de dag van vandaag is er nog geen onderzoek uitgevoerd dat de transversale effecten van de biologische landbouw op de noordelijke economie beschrijft. Het ontbreekt de beleidsmakers aan materiaal dat een gedetailleerd inzicht geeft in de samenhangende economische en milieugevolgen van scenario's waarbij de biologische landbouw zich op grote schaal uitbreidt.
- De analyse** De analyse tracht vast te stellen wat de milieu- en economische consequenties zijn van een grootschalige omschakeling naar biologische landbouw in Fryslân, Groningen en Drenthe. Gekeken wordt naar opbrengsten, werkgelegenheid en milieu- en economische prestatie. Om de werkelijke meerwaarde van de landbouw te verkrijgen wordt haar bruto meerwaarde gecorrigeerd voor de ermee samenhangende milieukosten. Deze milieukosten treden bijvoorbeeld op wanneer een landbouwbedrijf water vervuult maar daar niets voor betaalt. Het gevolg is dat de landbouwer zijn producten tegen een prijs verkoopt waarin de kosten van de vervuiling niet zijn meegenomen. De kosten van de vervuiling schuiven door naar gebruikers verderop in de keten, omdat zij of het vervuilde water moeten gebruiken (met het risico voor negatieve gezondheidseffecten) of voor het schoonmaken moeten betalen. Het wordt de laatste tijd in toenemende mate duidelijk dat we niet rechtstreeks de volledige prijs voor voedsel betalen. We betalen ons voedsel drie keer: als klant in de winkel, als belastingbetaler die boeren en landbouwontwikkeling subsidieert en via publieke middelen die gebruikt worden om de milieu- en gezondheidseffecten van landbouw te bestrijden.
- Denktank en Spiegelgroep** Gedurende het project heeft Avalon verscheidene adviesbijeenkomsten georganiseerd met afgevaardigden van de provincies. Om een breder draagvlak te verwezenlijken is er ook een Denktank opgezet. De zeventien leden waren vertegenwoordigers van verschillende belangenbehartigers waaronder de provinciale autoriteiten, boeren,

landbouwadviseurs, natuur- en milieuorganisaties, academici en het zakenleven (zie Appendix I). Het onderzoeksconcept, de bevindingen, conclusies en aanbevelingen zijn tijdens meerdere bijeenkomsten uitvoerig met de Denktank besproken. De methodologische aanpak en wetenschappelijke kwaliteit van het onderzoek zijn verzekerd door evaluatie met de Spiegelgroep, bestaande uit vertegenwoordigers van academia en bedrijfsleven (zie Appendix II).

2. ONDERZOEKSKADER EN METHODOLOGIE

2.1 Doelstellingen en relevantie

Onderzoeksdoelstellingen

De algemene doelstelling van dit onderzoek is om de beleidsmakers van Noord-Nederland¹ een gedegen inschatting te geven van de gevolgen voor het milieu en de economie van een brede omschakeling naar biologische landbouw. De specifieke onderzoeksdoelstellingen zijn:

1. De impact beoordelen van de huidige landbouwmethoden in Noord-Nederland op de economie, het milieu en de volksgezondheid.
2. De resultaten vergelijken van de huidige situatie (basisscenario) met die van de biologische landbouwscenario's.
3. Conclusies en suggesties leveren voor beleidsacties die de invoering van biologische landbouw in Noord-Nederland vergemakkelijken – mits de beoordeling aantoont dat een omschakeling naar biologische landbouw een haalbare optie is voor ontwikkeling.

2.2 Beoordeling van duurzaamheidsaspecten en indicatoren

Drie beoordelingsaspecten

De beoordeling behandelt drie belangrijke aspecten die vaak aan bod komen in de discussies rondom duurzame landbouw:

1. Werkgelegenheid;
2. Economische prestatie
3. Milieuprestaties (inclusief de impact op de volksgezondheid)

Basisscenario en biologische scenario's

Deze drie duurzaamheidsaspecten zijn onderzocht voor zowel het basisscenario (gebaseerd op de meest recente gegevens, voornamelijk uit 2015) en negen ontwikkelingsscenario's van de biologische landbouw, die een verschillend aandeel van het landbouwareaal onder biologisch beheer en variërende prijsverschillen omvatten (zie Tabel 2).

Beoordeeld aan de hand van twee benchmark-indicatoren

De prestaties van zowel het basisscenario als de negen biologische scenario's worden beoordeeld op twee benchmarkindicatoren (Figuur 1):

1. Werkzame beroepsbevolking – Deze indicator geeft ons informatie over het aantal banen dat gegenereerd wordt door de economische sectoren die meegenomen zijn in dit onderzoek. Het is een niet-monetaire indicator dus wordt de waarde niet uitgedrukt in euros maar in arbeidsjaareenheden (AJE)
2. Reële toegevoegde waarde (RTW) – zoals de naam al aangeeft, laat deze indicator zien hoeveel “echte” toegevoegde waarde wordt gecreëerd. De Reële toegevoegde waarde bestaat uit de bruto toegevoegde waarde (BrTW)² die wordt “gezuiverd”, gecorrigeerd voor “verborgen” kosten en baten die voortvloeien uit het creëren van BrTW. Deze indicator wordt vastgesteld in monetaire termen en de waarde ervan uitgedrukt in miljoenen euro's (MEUR) per jaar.

¹ Omvat de provincies Fryslân, Groningen and Drenthe.

² Zie Box 1 voor meer informatie over het BrTW-concept.



Figuur 1: Twee benchmarkindicatoren: Werkzame beroepsbevolking en reël toegevoegde waarde

2.3 Begrenzing van het onderzoek

Sectorbegrenzing

De sectoren waar dit onderzoek zich toe beperkt zijn landbouw en bepaalde toeleveranciers van de landbouw (Figuur 2). Met landbouw wordt hier alleen de primaire productie van gewas en vee bedoeld. De toeleverende sectoren van de landbouw bestaan uit de volgende economische activiteiten:

- Energieproductie en -distributie (olie- en gaswinning en productie en distributie van elektrische energie)
- Transport (vervoer via weg, trein, rivier en zee, vervoer via pijpleidingen en overslag van goederen)
- Vervaardiging landbouwinputs (bemesters, pesticiden, veevoeder, diergeneesmiddelen)
- Verkoop landbouwinputs (groot- en detailhandel)
- Publiek onderzoek, educatie, advies, ontwikkeling en bestuur
- Financiële sector – bank- en verzekeringssector.

Selectie van toeleverende sectoren aan de landbouw

Door de vergelijking tussen het huidige landbouwsysteem in Noord-Nederland en de biologische scenario's uit te breiden naar alle toeleveranciers van de landbouw zou een vollediger beeld ontstaan. Echter, van alle toeleveranciers aan de landbouw (Figuur 2) omvat het onderzoek om de volgende redenen alleen de vervaardiging van kunstmeststoffen en veevoeder:

- Een mogelijke brede omschakeling naar biologische landbouw heeft waarschijnlijk een significante invloed op zowel het verbruik van kunstmest en industriële veevoeder als op de impact op het milieu en economische welvaart die het gebruik ervan met zich meebrengt. Hetzelfde geldt voor conventionele pesticiden en diergeneesmiddelen. Echter, eerder vergelijkbaar onderzoek¹⁻⁴ suggereert dat de vervaardiging van deze laatste een verwaarloosbare impact heeft in vergelijking met de vervaardiging van kunstmest, die duidelijk de significantste economische activiteit van de toeleverende sectoren blijkt te zijn zowel vanuit milieukundig als economisch perspectief.
- Een brede omschakeling naar biologische landbouw beïnvloedt waarschijnlijk ook andere toeleverende sectoren zoals energie en transport, groot- en detailhandel van landbouwinputs, financiële sector, publiek onderzoek, educatie, advies, ontwikkeling en bestuur. De verwachte veranderingen in deze sectoren lijken echter niet significant

vanuit een milieukundig en economisch perspectief ^{3,4} omdat de biologische landbouw ook uitvoerig gebruik maakt van de producten en diensten uit deze sectoren.

- Beoordeling van de potentiële gevolgen van een brede omschakeling naar biologische landbouw van alle (of de meerderheid van) toeleverende sectoren is een tijdrovende taak waarvoor een groter team van experts en veel meer middelen nodig zijn dan welke beschikbaar zijn voor dit onderzoek. Gezien het feit dat de verwachte impact van een brede omschakeling naar biologische landbouw op de meeste toeleverende sectoren marginaal is^{3,4}, is deze beoordeling in het kader van dit onderzoek achterwege gelaten.

Afnemende sectoren van de landbouw...

Afnemende sectoren van de landbouw (Figuur 2):

- Voedselverwerking
- Voedselopslag
- Voedseltransport
- Voedsel-groot- en detailhandel
- Voedselconsumptie³
- Afvalverwerking

...niet inbegrepen

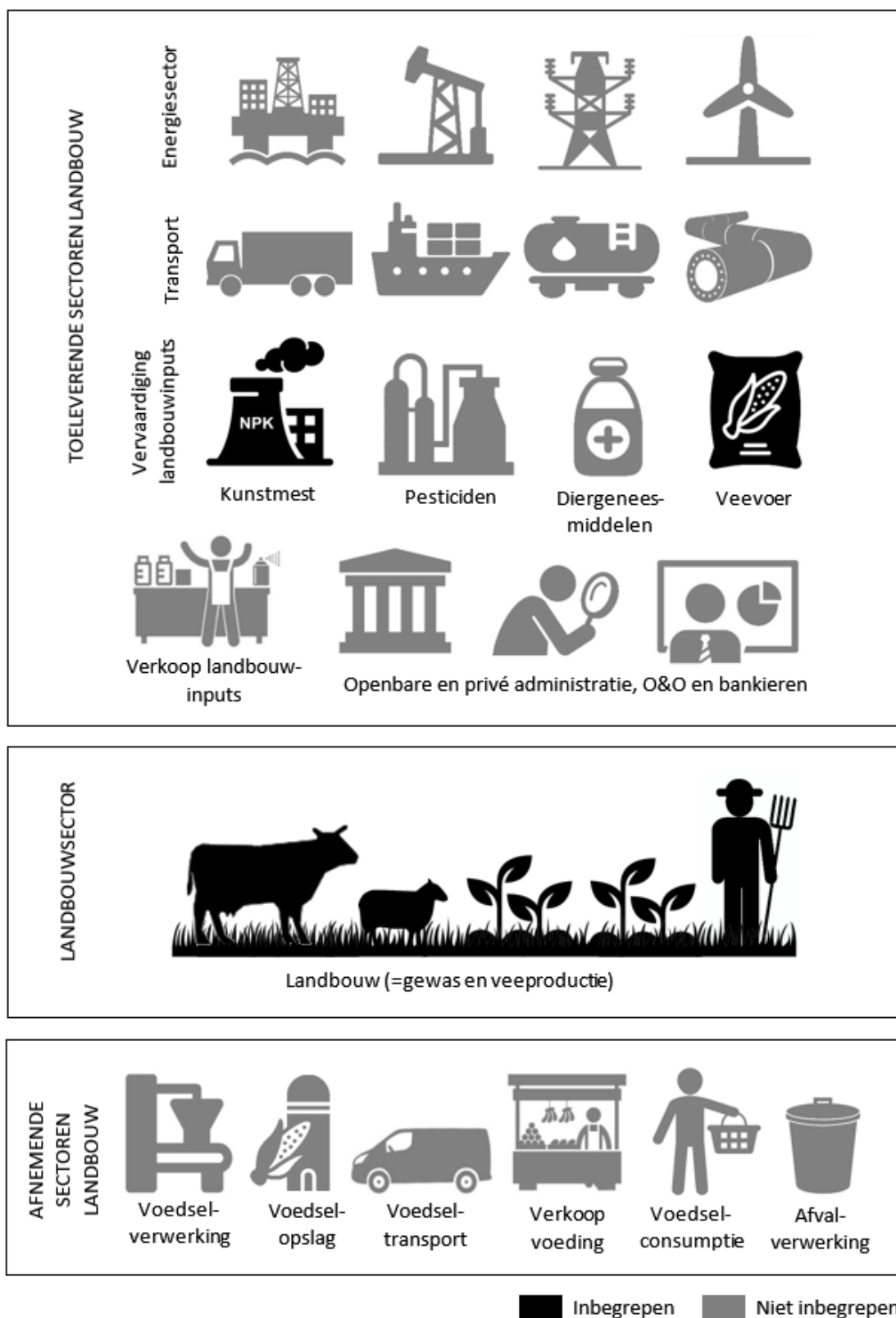
Besloten is om de beoordeling van de mogelijke impact van een brede omschakeling naar biologische landbouw op de afnemende sectoren niet mee te nemen. Dit is gebaseerd op de overtuiging dat de omschakeling naar biologische landbouw slechts een beperkte milieukundige en economische impact op deze sectoren zou hebben. Bijvoorbeeld – voor een chipsfabriek maakt het weinig verschil of het biologische of conventionele aardappelen verwerkt. Hetzelfde geldt voor voedselopslag, transport, handel, consumptie en afvalverwerking. Hier worden geen grote verschillen verwacht – en als ze al bestaan spelen ze waarschijnlijk een verwaarloosbare rol vergeleken met de milieu- en economische effecten van de toeleverende sectoren en de landbouw zelf.

Geografische begrenzingen

Naast sectoraal, heeft het onderzoek ook geografische grenzen. Het richt zich exclusief op de effecten van de Noord-Nederlandse landbouw en geselecteerde toeleveranciers⁴ en meer specifiek die in de drie noordelijke provincies Fryslân, Groningen en Drenthe.

³ Dit is geen economische sector. Het is echter wel een menselijke activiteit die te maken heeft met voorkeur/keuze, inkopen, bereiding en consumptie van eten. Daarom is het toegevoegd aan de afnemende sectoren.

⁴ In het geval van kunstmest- en veevoederproductie is de beoordeling uitgebreid naar kunstmestproductie buiten de drie provincies en de productie van soja en grondstoffen van andere voedermiddelen naar het verre buitenland. Voor meer details zie hoofdstuk 3.4.



Figuur 2: Sectorbegrenzing: Economische sectoren die wel en niet zijn inbegrepen in deze studie.

2.4 Meegenomen externaliteiten

Wat is een externaliteit?

De economie definieert een externaliteit als een last of baat die voortvloeit uit een activiteit of transactie waarbij een derde partij wordt beïnvloed die anders niet betrokken zou zijn en er niet voor heeft gekozen om die lasten of baten op zich te nemen. Ze wordt niet meegenomen in de eindprijs die de consument betaalt en staat los van de normale boekhouding van productiekosten. Ook al zijn ze niet altijd duidelijk “zichtbaar”, externaliteiten zijn echte lasten en baten die extra, vaak verborgen, economische baten of lasten voor individuen en de samenleving veroorzaken. Hun economische waarde is niet altijd duidelijk. Het is vaak “verborgen” en moeilijk te beoordelen. Klassieke boekhouding houdt geen rekening met externaliteiten. In tegenstelling tot de bruto toegevoegde waarde, “omvat” de reële toegevoegde waarde wel de economische waarde die voortvloeit uit de externe effecten op het milieu, de volksgezondheid en overheidsinvesteringen.

We betalen ons voedsel drie keer

De markt ziet de externe lasten en baten van de landbouwmethodes niet in en houdt er dus ook geen rekening mee. De huidige voedselprijzen bevatten geen externaliteiten. Het wordt vandaag de dag steeds meer duidelijk dat we niet de volledige prijs van ons voedsel betalen. Als consument betalen we ons voedsel drie keer: als klanten in de winkel, als belastingbetalers die boeren en landbouwontwikkeling subsidiëren en via overheidsmiddelen die worden ingezet om milieu- en gezondheidseffecten van de landbouw te compenseren. Als de externe kosten van landbouw volledige zouden worden meegenomen, zouden de voedselkosten stijgen. De huidige ramingen voor conventionele landbouw suggereren een toename van ongeveer 50% vergeleken met de huidige marktprijzen^{3,5}. Bij het vergelijken van de prestaties van conventionele en biologische methodes is het daarom van het grootste belang dat de externaliteiten worden meegenomen. De resultaten van een dergelijke analyse worden verondersteld een nuttig beleidsinstrument te zijn – een maatstaf om de echte economische prestatie van de twee landbouwmethodes te meten en vergelijken.

Externaliteiten kunnen positief en negatief zijn

Externaliteiten kunnen zowel positief (baten) als negatief (lasten) zijn. Ecosysteemdiensten worden soms aangeduid als positieve externaliteiten. Het effect van extensieve graslandssystemen op biodiversiteit, landschappen en koolstofvastlegging in landbouwbodems zijn voorbeelden van positieve externaliteiten ten gevolge van landbouw. Negatieve externaliteiten zijn lasten die voortvloeien uit economische activiteiten waarbij de natuurlijke bronnen worden uitgeput of waarbij het milieu dient als afvoerput voor vervuiling. Een voorbeeld is wanneer een boerderij water vervuult zonder dat de producent er kosten voor betaalt. Vervolgens kan de boer (vervuiler) zijn of haar producten tegen een (goedkopere) prijs verkopen die de kosten van de vervuiling niet omvat. De vervuilingskosten worden doorgeschoven naar degenen stroomafwaarts van de vervuiler, aangezien zij dit vervuilde water moeten gebruiken (en de negatieve gevolgen voor hun gezondheid moeten riskeren) of moeten betalen om het schoon te maken.

Milieukosten – de belangrijkste externaliteiten

Eerdere vergelijkbare studies¹⁻⁴ suggereren dat milieuvervuiling het belangrijkste externe effect van landbouw-gerelateerde activiteiten is. Deze komen voort uit milieuschade die de kwaliteit van lucht, klimaat, water en bodem vermindert. Ze verslechteren de gezondheid van de mens en verhogen de kosten voor gezondheidszorg (zie Kader 1). Luchtvervuiling heeft bijvoorbeeld niet alleen invloed op de gezondheid van de mens. Zure lucht en regen beschadigen ook materialen (gebouwen, monumenten enz.) en ecosystemen (bijvoorbeeld door water en bodem zuurder te maken). In sommige gevallen vergroot milieuschade de benodigde publieke investeringen (bijvoorbeeld schoonen van wegen van geërodeerde grond). In de meeste waarderingsstudies neemt de schade aan de menselijke gezondheid een groot deel (meestal > 80%) van de milieukosten voor zijn rekening, terwijl schade aan ecosystemen, gewassen en materialen slechts een klein deel vertegenwoordigt^{3,6-9}. Milieukosten zijn moeilijk toe te wijzen en in geld uit te drukken, omdat de eerlijke "prijs" van verontreinigende stoffen en andere verwerkingen die schade veroorzaken, moeilijk te bepalen is. Dit zijn echter de werkelijke kosten die de maatschappij en haar burgers nu (via bijvoorbeeld gezondheidszorgkosten, milieutaken, enz.) of in de toekomst zullen betalen (bijvoorbeeld door hogere prijzen van water vanwege extra schoonmaakkosten als gevolg van nitraatvervuiling, of behandeling van toekomstige door vervuiling veroorzaakte ziekten enzovoorts).

Kader 1: De echte ziektekosten – gedecodeerd

Bovenop het menselijk leed van ernstige ziektes, zijn de financiële kosten ervan aanzienlijk, met inbegrip van directe, indirecte en verborgen kosten.

De directe kosten omvatten:

1. Betalingen en middelen die worden gebruikt voor de behandeling.
2. Kosten van zorg en revalidatie in verband met de ziekte.

De indirecte kosten omvatten het verlies aan economische output door:

1. Gemiste werkdagen (morbiditeitskosten)
2. Vroegtijdig overlijden (sterftkosten)

De verborgen kosten omvatten kosten zoals:

1. Ziektekostenverzekeringpremies
2. Niet-medische uitgaven (vervoer, kinder- of ouderenzorg, huishoudhulp, pruiken, enz.)

Type beoordeelde externaliteiten

Momenteel bestaan er voor relatief weinig landen studies over de externe kosten van de landbouw. Dit komt vooral door het feit dat externe factoren in de landbouw moeilijk in te schatten zijn. In veel landen ontbreken de betrouwbare fysieke gegevens die hiervoor vereist zijn en er is nog geen gemeenschappelijke rekenmethode ontwikkeld. Een specifiek probleem is de beoordeling van positieve externaliteiten, die in veel studies

onderbelicht blijven. Ons onderzoek richt zich voornamelijk op negatieve externaliteiten (lasten). Er wordt geen rekening gehouden met positieve externaliteiten, zoals ecosysteemdiensten⁵, met uitzondering van koolstofopslag in de bodem. Deze zijn weggelaten vanwege het ontbreken van betrouwbare gegevens en/of methodieken die een goede waardering onder de Noord-Nederlandse omstandigheden mogelijk maken. Bovendien is het voor sommige positieve externaliteiten erg moeilijk om te beargumenteren dat ze voornamelijk landbouwgerelateerd zijn of dat de voordelen die eruit voortvloeien, kunnen worden toegeschreven aan een bepaalde landbouwmethode⁶. De validiteit van een beoordeling op basis van twijfelachtige gegevens en waarderingsmethoden zou zeer discutabel zijn en zou tevens de betrouwbaarheid van de algehele beoordeling verminderen. Vanwege het ontbreken van betrouwbare gegevens of methodieken die hun kwantificering en waardering mogelijk maken, zijn ook enkele negatieve externaliteiten uitgesloten van de beoordeling. De lijst met positieve en negatieve externaliteiten die zijn opgenomen en uitgesloten van de beoordeling is te vinden in Bijlage III.

Kader 2: Beperkingen van het gebruik van externaliteiten

Deze studie hanteert een benadering die de economische waardering van externaliteiten omvat. De auteurs zijn zich bewust van de beperkingen van deze benadering. Sommige dingen hebben intrinsieke kwaliteiten die niet goed - of helemaal niet - in geld kunnen worden uitgedrukt. Hoeveel is een mensenleven bijvoorbeeld waard? Hoeveel is het bestaan van een soort waard? Hoeveel is schoon water en schone lucht waard? Hoewel de studie waarderungen van sommige van deze problemen bevat, betekent dit niet dat de auteurs beweren en geloven dat deze waarden als zodanig juist zijn. In plaats daarvan laat het onderzoek zien hoe groot de schaal van externe factoren is die momenteel volledig ontbreken bij het bespreken van de economische prestaties van de landbouwsector en de potentiële grootschalige omschakeling naar biologische landbouw in Noord-Nederland.

⁵ Zoals het leveren van vezels, genetische bronnen, bio-chemicaliën, natuurlijke medicijnen en geneesmiddelen; regulering van luchtkwaliteit, klimaat, water (incl. hoogwaterbeheersing), regulering van erosie, pest en ziekte; bestuiving; bodemvorming, fotosynthese, N-fixatie, water- en voedingscyclus; culturele diensten (cultureel erfgoed en diversiteit, spirituele en religieuze waarden, kennissystemen, esthetische waarden van agrarische landschappen, sociale relaties, gevoel voor plaats, recreatie en ecotoerisme), enz.

⁶ Bijvoorbeeld: het handhaven van een hoger niveau van het waterpeil is gunstig voor de Noord-Nederlandse biodiversiteit, en veel biologische boeren in de regio hanteren deze. Het zou echter heel moeilijk zijn om aan te tonen dat de praktijk specifiek biologisch is, met name omdat wetgeving omtrent biologische landbouw dit niet vereist.

Overheidsuitgaven In onze benadering hebben we de BrTW niet alleen gecorrigeerd voor milieu-externaliteiten, maar ook voor overheidsuitgaven in de landbouw. Strikt genomen zijn overheidsuitgaven geen externaliteiten omdat ze niet toevallig als gevolg van een economische activiteit ontstaan, maar het resultaat zijn van een doelbewuste beleidskeuze (bijvoorbeeld een reeks directe en indirecte landbouwsubsidies en overheidsuitgaven voor openbare landbouwdiensten, zoals onderzoek, onderwijs, uitbreiding, bestuur enz.). Landbouwsubsidies zijn echter op een bepaalde manier "extern" voor de landbouwsector (en inkomsten) en vertegenwoordigen vanuit het oogpunt van maatschappelijke welvaart een kostenpost van "netto" overheidsgeld die ook had kunnen worden gebruikt voor de financiering van overheidsinvesteringen in andere sectoren (Figuur 6). Dit is, samen met het feit dat landbouwsubsidies de werkelijke toegevoegde waarde in de landbouw "maskeren", de reden dat we ze in onze beoordeling hebben opgenomen.

Kader 3: Wat is de bruto toegevoegde waarde (BrTW)?

BrTW is een indicator van economische welvaart. Het is een sleutelement bij het meten van de bijdrage aan de economie van elke afzonderlijke producent, bedrijfstak of sector in een land, en is een belangrijke maatstaf voor de schatting van het bruto nationaal product (BNP). BrTW staat conceptueel dicht bij het BNP, maar in tegenstelling tot het BNP is het beschikbaar per uitgesplitste bedrijfstak. BrTW is de marktwaarde van de productie (= omzet) minus de kosten van de grond- en hulpstoffen en de diensten van derden¹⁰ (Figuur 3). Aftrek van het vaste kapitaal (afschrijving) van bruto toegevoegde waarde geeft de netto toegevoegde waarde (Figuur 3).



Figuur 3: Omzet, bruto en netto toegevoegde waarde (Bloemers, 2018¹¹)

Hoewel BrTW een nuttige economische indicator is, zegt het niets over externe kosten en/of voordelen die mogelijk zijn opgetreden bij het creëren van BrTW. Het zegt ook niets over de overheidsuitgaven (bijvoorbeeld subsidies, gratis openbare diensten, enz.) die mogelijk hebben bijgedragen aan de totstandkoming van BrTW – middelen die voor andere doeleinden kunnen worden gebruikt.

Vier gebruikte valuta's

Om onderscheid te maken en de oorsprong aan te geven van de verborgen kosten en baten die voortvloeien uit de economische sectoren die we hebben onderzocht, hebben we vier verschillende "valuta's" gebruikt (Figuur 4). Verborgene kosten en baten zijn opgebouwd uit milieu- en gezondheidstechnische kosten en baten en de bijbehorende publieke uitgaven (Figuur 4).

Voor BrTW (Kader 3) gebruiken we de standaard Euro-valuta.

Futuro

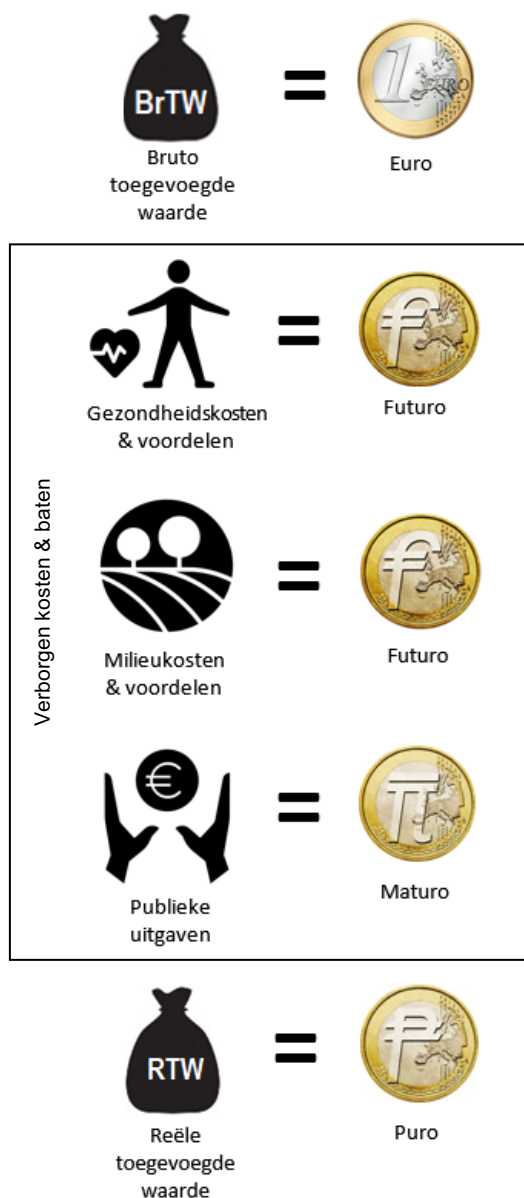
Voor kosten en baten in verband met het milieu en de menselijke gezondheid gebruiken we een virtuele valuta genaamd Futuro, waarbij 1 Futuro gelijk is aan 1 Euro. De term Futuro dient te suggereren dat (de meeste) van deze kosten/baten, hoewel deze op dit moment worden gegenereerd, in de toekomst moeten worden betaald.

Maturo

Op dezelfde manier worden publieke uitgaven uitgedrukt in een virtuele valuta genaamd Maturo – wat enerzijds een afkorting is van het Nederlandse woord "maatschappij" en anderzijds associeert met het Engelse woord "mature" - wat suggereert dat dit maatschappelijke kosten zijn die al eerder zijn betaald. Eén Maturo is ook gelijk aan 1 Euro.

Puro

De vierde valuta die we gebruiken, wordt Puro genoemd. We gebruiken het om reële toegevoegde waarde uit te drukken. De naam suggereert dat het een "gezuiverde" toegevoegde waarde vertegenwoordigt – de variant die gecorrigeerd is voor externaliteiten uitgedrukt in Futuro en publieke investeringen uitgedrukt in Maturo (Figuur 5). Net zoals Futuro en Maturo is de waarde van 1 Puro ook gelijk aan 1 euro.



Figuur 4: Euro, en drie virtuele valuta's (Futuro, Maturo en Puro) zijn gebruikt om de oorsprong van de beoordeelde kosten en baten aan te geven.

$$\text{Puro} = \text{Euro} - (\text{Futuro} + \text{Maturo})$$

Figuur 5: Reële toegevoegde waarde wordt uitgedrukt in Puro en is gecorrigeerde voor externaliteiten en overheidsuitgaven gemeten in Futuro en Maturo.

2.5 Benadering van de economische, milieukundige en menselijke gezondheid

Landbouwmethodes en maatschappelijk welzijn

Om de impact van de huidige landbouwmethodes in Noord-Nederland en het potentieel van organische ontwikkelingsscenario's holistisch te kunnen beoordelen, hebben we een raamwerk geschetst dat de economische sectoren die binnen het onderzoek vallen (Figuur 2) verbindt met maatschappelijk welzijn (Figuur 6). Vanuit het perspectief van deze studie wordt het maatschappelijk welzijn bepaald door de economische gezondheid, de milieutechnische gezondheid en de menselijke gezondheid die gegenereerd wordt door de economische sectoren die onder de studie vallen:

Economische gezondheid

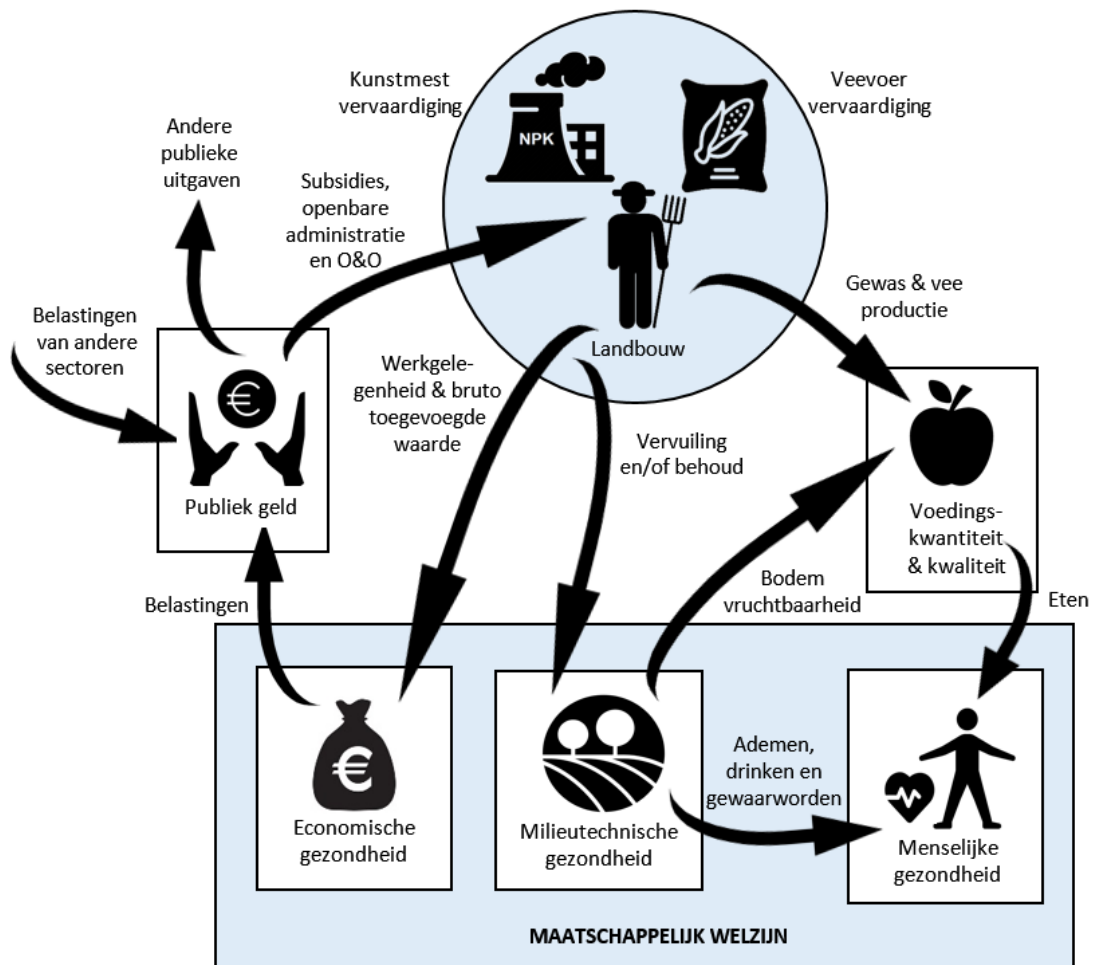
Economische gezondheid omvat het aantal banen en de omvang van de bruto toegevoegde waarde. Een deel van de inkomsten gegenereerd door landbouw-, kunstmest- en veevoederproductie is door middel van belastingen teruggegeven aan de samenleving. Dit publieke geld wordt gebruikt voor de financiering van een reeks openbare diensten en investeringen, waaronder landbouwsubsidies en openbaar onderzoek, onderwijs, advies, ontwikkeling en bestuur ten dienste van de landbouw. In ons onderzoek hebben we alle grote overheidsuitgaven die voor ons beschikbaar waren opgenomen.

Milieutechnische gezondheid

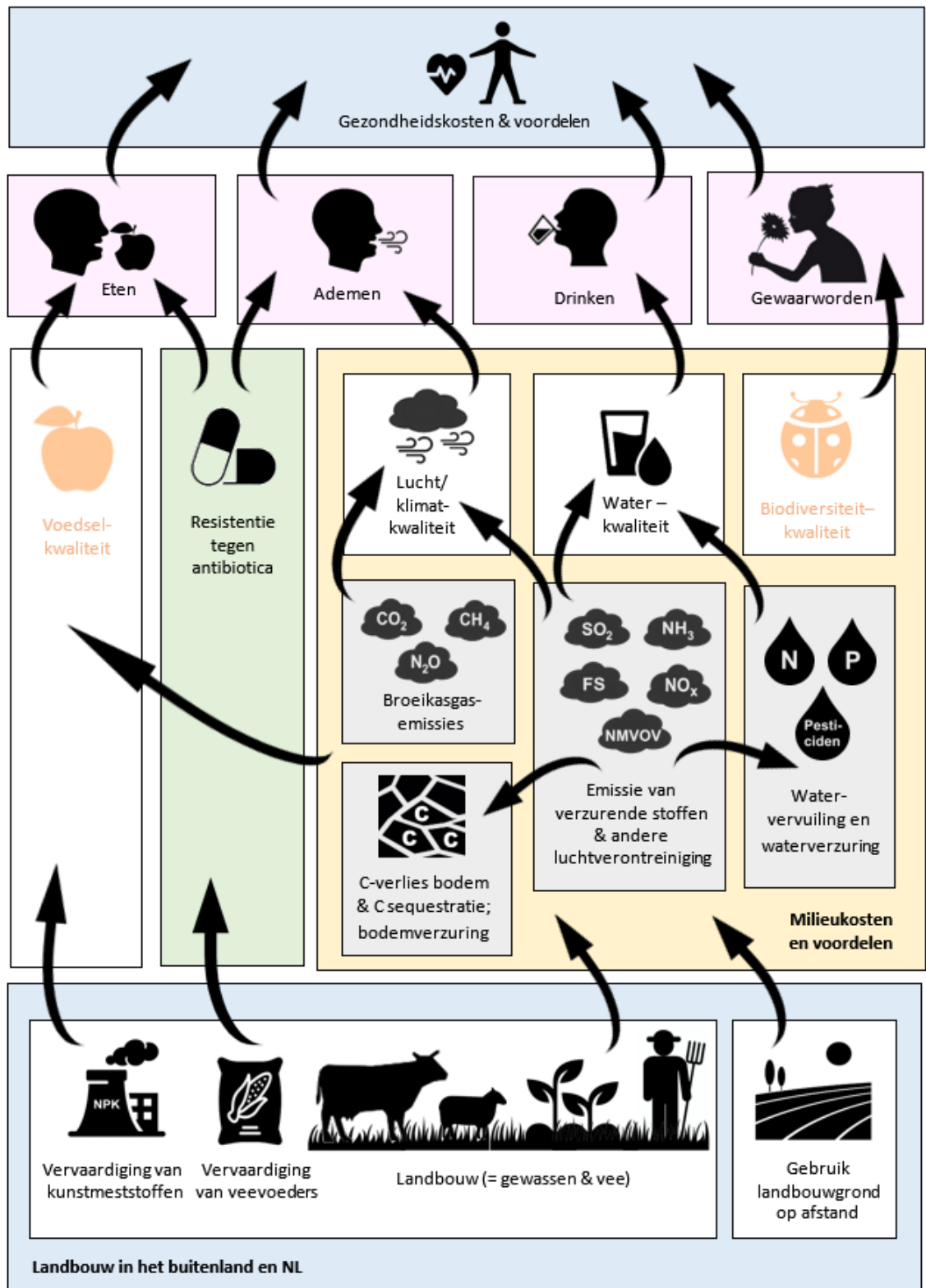
Milieutechnische gezondheid wordt bepaald door de staat van lucht/klimaat, bodem, water en biodiversiteit. De kwaliteit van lucht/klimaat die we inademen, water dat we drinken en biodiversiteit die we ervaren beïnvloedt onze fysieke en mentale gezondheid (Figuur 7). Daarnaast bepaalt de kwaliteit van bodem, water, lucht en klimaat de gewasopbrengst en de kwaliteit ervan. In onze beoordeling hebben we alle grote externe milieueffecten opgenomen die belangrijk leken voor de studie, waarvan we dachten dat er een grote kans was dat we betrouwbare gegevens over hun hoeveelheden en geldwaarden zouden verkrijgen (Figuur 7). Deze omvatten de uitstoot van belangrijke luchtverontreinigende stoffen, broeikasgassen en waterverontreinigende stoffen die voortkomen uit de landbouw en de productie van kunstmest en veevoeder, evenals de verandering in koolstof in de bodem (Tabel 1). We hebben al deze verontreinigende stoffen en de verandering in koolstof in de bodem gekwantificeerd en de overeenkomstige schadewaarden (bijvoorbeeld Euro per ton emissie) toegeschreven met behulp van verschillende milieukundige boekhoudmethoden. In het geval van biodiversiteit hebben we, vanwege het ontbreken van regio-specifieke gegevens en betrouwbare methoden voor het genereren van inkomsten, slechts een kwalitatieve beoordeling gegeven, verwijzend naar bevindingen uit relevante onderzoeken die de prestaties van biologische en conventionele landbouw op biodiversiteit vergeleken.

Menselijke gezondheid

De menselijke gezondheid wordt mede bepaald en beïnvloed door de gezondheid van het milieu en de kwantiteit en kwaliteit van het voedsel dat we eten (Figuur 6 en Figuur 7). In onze analyse hebben we ook de impact van veehouderij op resistentie tegen antibiotica meegenomen (Figuur 7).



Figuur 6: Het verband tussen de economische sectoren die onder de studie vallen en het maatschappelijk welzijn.



Figuur 7: Kosten en baten voor de menselijke gezondheid onder invloed van landbouw, kunstmest en veevoederproductie

Tabel 1: Beoordelingsaspecten, criteria/parameters en meeteenheden die worden gebruikt om de benchmarkindicatoren te beoordelen.

Beoordelings aspect	criterium/parameter	Meeteenheid	Benchmark indicator	
Werk-gelegenheid	Mensen in dienst	AJE per jaar	Arbeidskracht in dienst	
Economische en milieu-prestaties	Bruto toegevoegde waarde geproduceerd	MEUR per jaar	Reële toegevoegde waarde Geproduceerd	
	Schade aan klimaat	Uitgestoten koolstofdioxide		Kilo-ton (kt) CO ₂ per jaar omgerekend naar MEUR per jaar
		Uitgestoten methaan		kt CH ₄ per jaar omgerekend naar MEUR per jaar
		Uitgestoten distikstofmonoxide		kt NO ₂ per jaar omgerekend naar MEUR per jaar
		Uitgestoten koolstofdioxide-equivalent		kt CO _{2eq} per jaar omgerekend naar MEUR per jaar
	Schade aan lucht	Uitgestoten zwaveldioxide		kt SO ₂ per jaar omgerekend naar MEUR per jaar
		Uitgestoten ammoniak		kt NH ₃ per jaar omgerekend naar MEUR per jaar
		Uitgestoten stikstofoxide		kt NO _x per jaar omgerekend naar MEUR per jaar
		Fijnstof 2.5		kt FS 2.5 per jaar omgerekend naar MEUR per jaar
		Fijnstof 10		kt FS 2.5 per jaar omgerekend naar MEUR per jaar
		Niet-methaan vluchtige organische stoffen		kt NMVOS per jaar omgerekend naar MEUR per jaar
	Schade aan water	Stikstof lading		kt N per jaar omgerekend naar MEUR per jaar
		Fosfor lading		kt P per jaar omgerekend naar MEUR per jaar
		Pesticide lading		kt actieve ingrediënten per jaar omgerekend naar MEUR per jaar
	Schade aan bodem	Uitgestoten C van gemineraliseerd OS		kt C per jaar omgerekend naar MEUR per jaar
	Baat aan bodem	Vastgelegde C in bodem		kt C per jaar omgerekend naar MEUR per jaar
	Bio-diversiteit	Verscheidene parameters		Kwalitatieve beoordeling
		Voedselkwaliteit (verschillende parameters)		Kwalitatieve beoordeling
		Antibioticaresistentie		MEUR per jaar
		Publieke uitgaven		MEUR per jaar

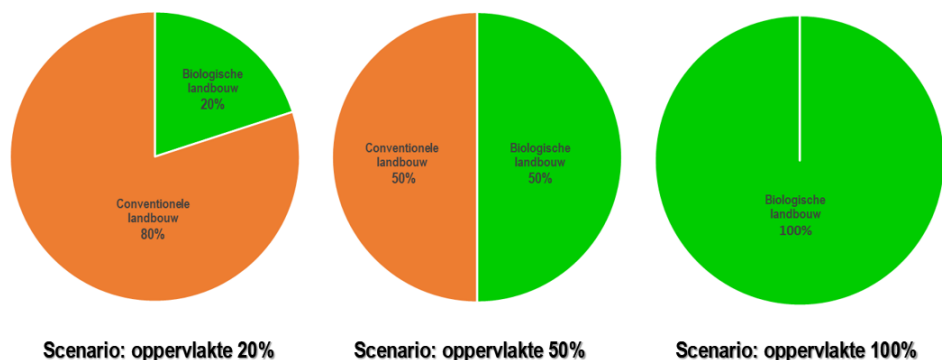
2.6 Vergelijking van basisscenario en biologische scenario's

Waarom een basisscenario?

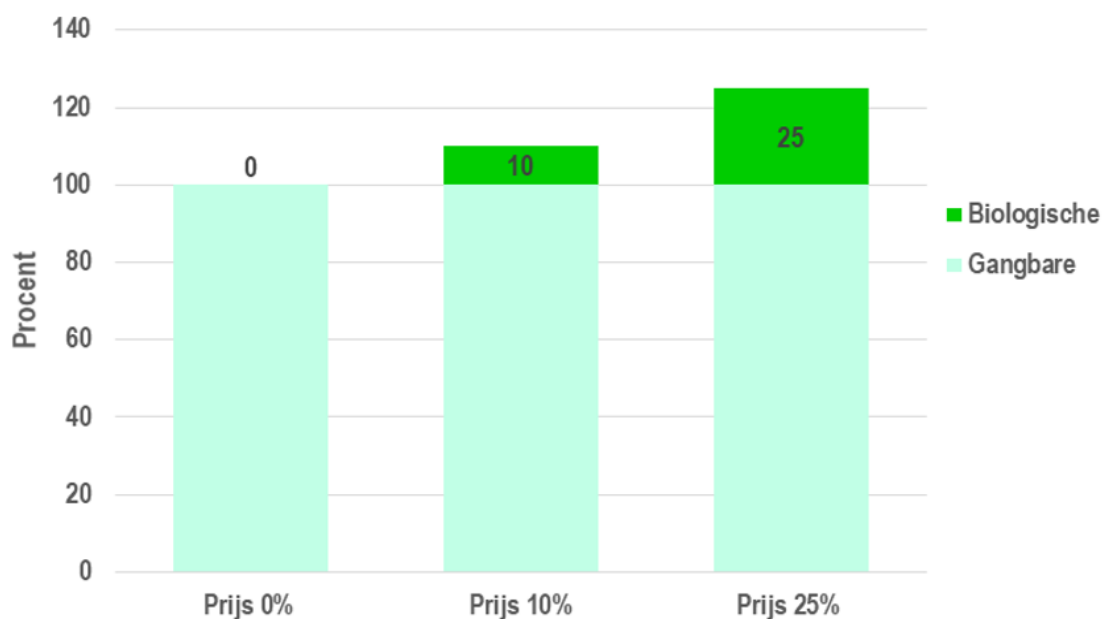
De beoordeling is zowel voor het basisscenario als voor negen ontwikkelingsscenario's uitgevoerd. Er wordt een beginsituatie opgesteld om informatie te verschaffen over de huidige milieu- en economische prestaties van de landbouw, kunstmest en veevoederindustrie in de drie Noord-Nederlandse provincies. Dit basisscenario is essentieel om een vergelijking te kunnen maken tussen de huidige situatie en scenario's van biologische landbouw. Het jaar 2015 wordt als basisscenario genomen (indien mogelijk). Dit is een jaar met de nieuwste volledige statistieken die voor de studie vereist zijn en vanuit het oogpunt van de landbouw "normaal" was – zonder grote weersinvloeden, wat resulteerde in vrij goede opbrengsten.

Negen biologische scenario's

Het basisscenario (2015) biedt een referentie die wordt gebruikt om de haalbaarheid van de biologische landbouwscenario's te beoordelen. We kozen voor negen scenario's waarmee we dezelfde economische, ecologische en gezondheidseffecten verkenden. Net als in het basisscenario hebben we voor elk van deze scenario's hun impact op de twee benchmarkindicatoren die in de baseline werden gebruikt, beoordeeld: de werkzame beroepsbevolking en de reële toegevoegde waarde gegenereerd door landbouw, kunstmest en veevoeder in de drie Noord-Nederlandse provincies. De biologische scenario's omvatten een verschillend aandeel van de landbouwgrond onder biologisch beheer (20%, 50% en 100%) (Figuur 8) en verschillende meerprijsniveau's (0%, 10% en 25%) voor de eerste afnemer (verwerker of supermarkt of soms consument) (Figuur 9). De combinatie van verschillende oppervlaktes onder biologisch beheer samen met de meerprijsniveau's leidt tot in totaal negen biologische scenario's (Tabel 2).



Figuur 8: Verschillende oppervlaktes onder biologisch beheer in de biologische scenario's.

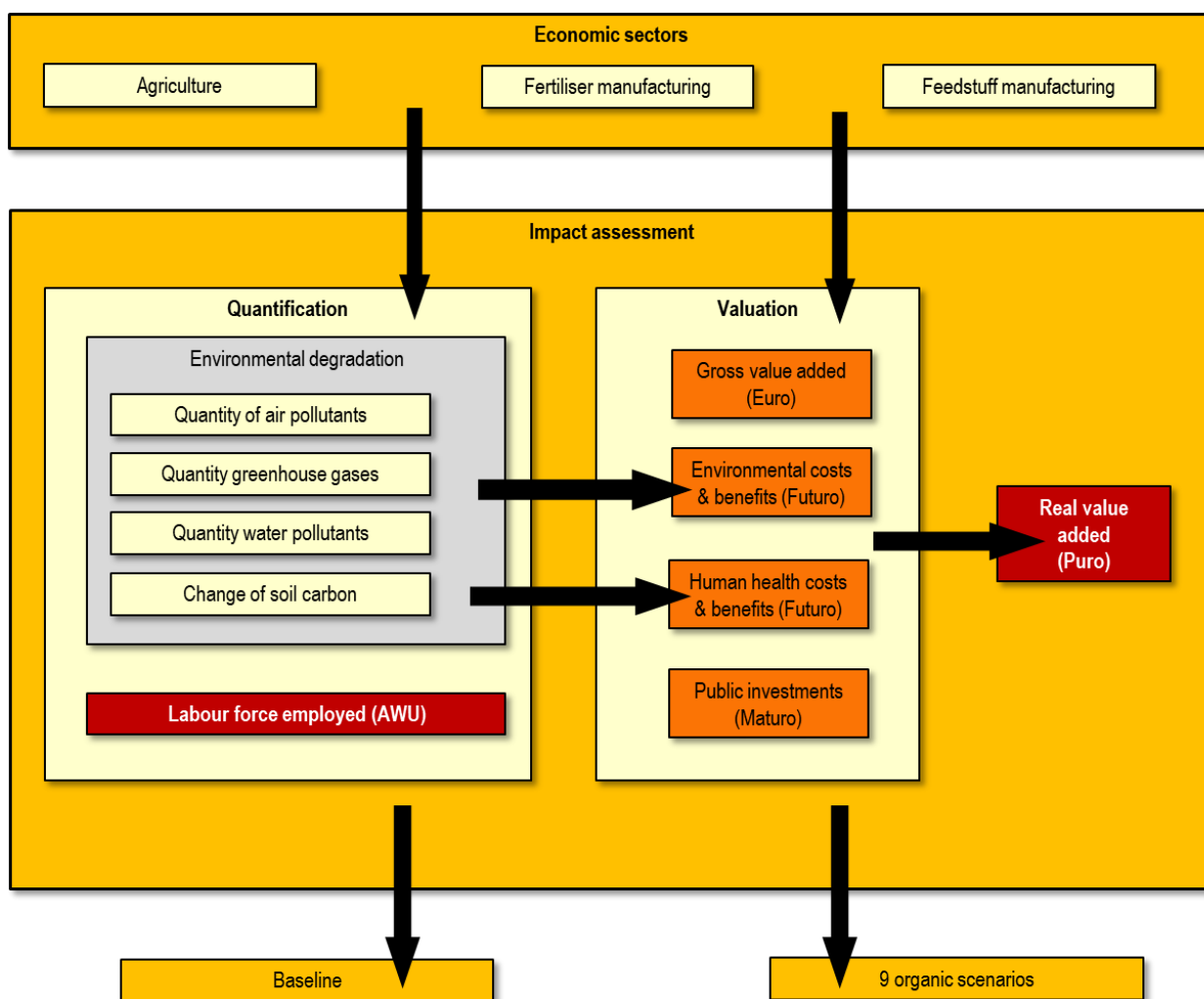


Figuur 9: Verschillende meerprijsniveau's gebruikt in de biologische scenario's.

Tabel 2: Negen biologische scenario's, bestaande uit verschillende aandelen van de oppervlakte onder biologisch beheer en verschillende meerprijsniveau's.

Scenario #	Oppervlakte	Prijsverschil
BIO scenario 1:	20%	0%
BIO scenario 2:	20%	10%
BIO scenario 3:	20%	25%
BIO scenario 4:	50%	0%
BIO scenario 5:	50%	10%
BIO scenario 6:	50%	25%
BIO scenario 7:	100%	0%
BIO scenario 8:	100%	10%
BIO scenario 9:	100%	25%

De routekaart voor het onderzoek die aangeeft hoe we de twee benchmarkindicatoren – reële toegevoegde waarde en werkzame beroepsbevolking – willen beoordelen, wordt weergegeven in Figuur 10.



Figuur 10: De routekaart voor het onderzoek

3. OPBOUW VAN HET BASISSCENARIO

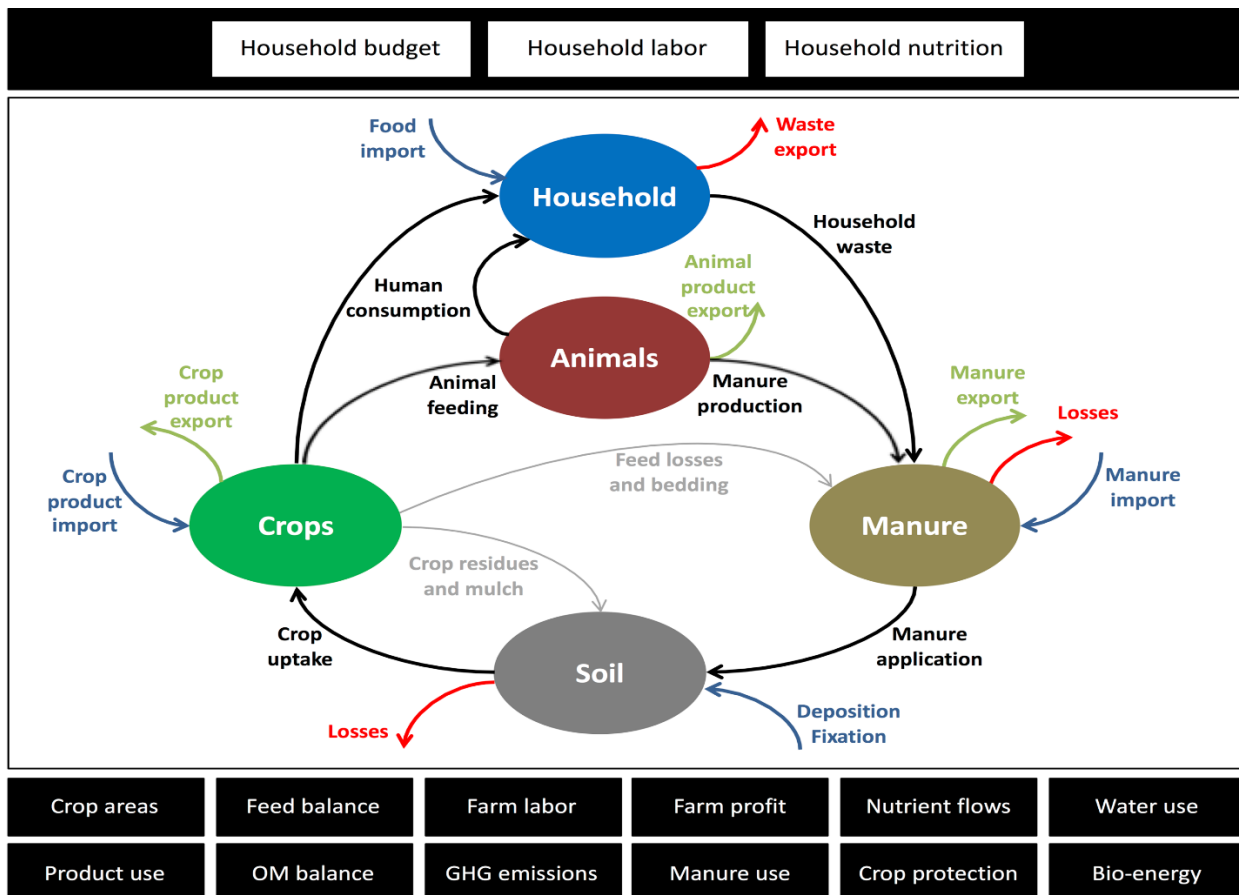
3.1 FarmDesign model

Hulp van FarmDesign

Zowel het basisscenario als de bioscenario's zijn grotendeels geconstrueerd met behulp van het FarmDesign-model. Het is een software die is ontworpen door de Farming Systems Ecology Group van de WUR. Een gedetailleerde beschrijving van het model dat wordt gebruikt in FarmDesign, de aannames, formules en inputwaarden zijn te vinden in de handleiding¹².

Een bio-economisch model

FarmDesign is een bio-economisch model dat prestaties van akkerbouwbedrijven, veehouderijen en gemengde landbouwsystemen berekent. Elementen van landbouwbedrijven zoals gewassen en dieren met hun karakteristieken en productiviteit worden gekwantificeerd. Dit wordt gerelateerd aan bodemeigenschappen en het gebruik van input in de vorm van meststoffen en gewasbescherming. Centraal in het model staat de nutriëntenkringloop. Dit wordt gecombineerd met een breed scala aan indicatoren van sociaaleconomische en milieutechnische prestaties (Figuur 11).

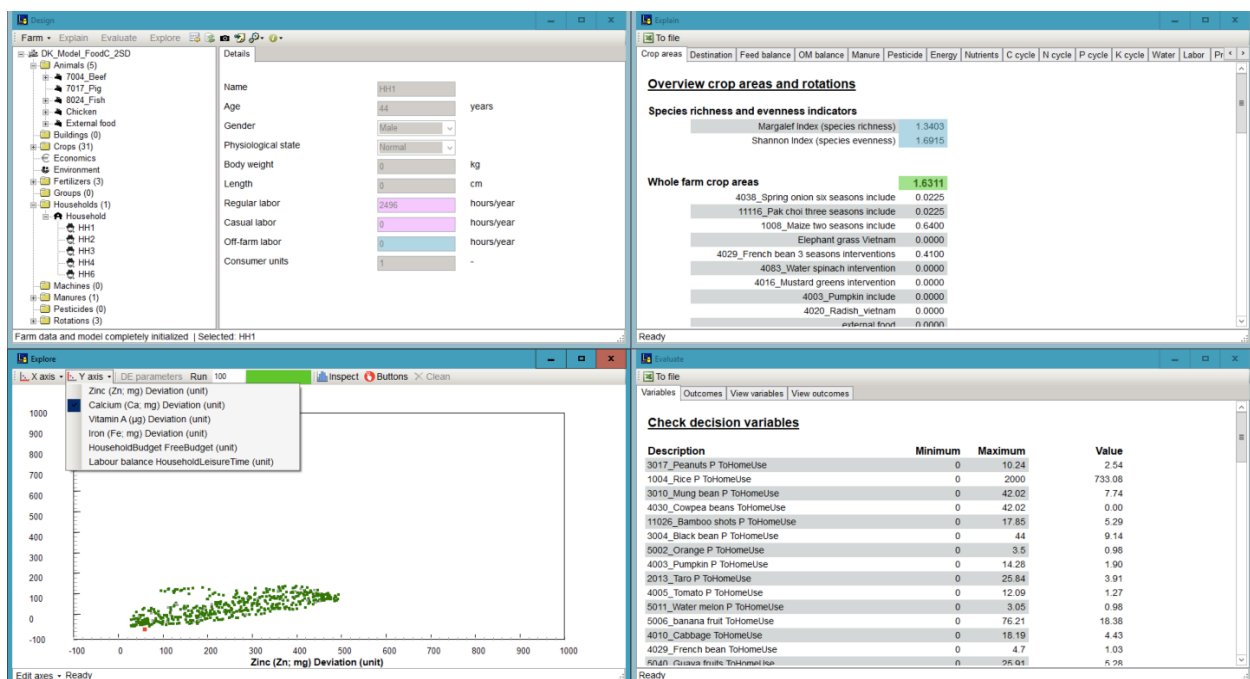


Figuur 11: Het FarmDESIGN-model met de nutriëntenkringloop en modules voor de berekening van diverse indicatoren

Het model-concept

Het model-concept en de userinterface volgen een ontwikkel- en leerproces met vier fasen die bestaan uit Beschrijven (Describe), Verklaren (Explain), Verkennen (Explore) en Ontwerpen (Design), die samen de DEED-cyclus vormen (Figuur 12).

- In Beschrijven worden de eigenschappen van het landbouwsysteem gedefinieerd en worden gegevens over elementen van het bedrijf ingevoerd (gewassen, dieren, bemesting, gewasbescherming, gebouwen, machines, etc.).
- In Verklaren worden de biofysische en sociaaleconomische prestaties van het bedrijf berekend en getoond. De indicatoren zijn gegroepeerd in modules, zoals 'Voerbalans', 'Mest management', 'Organische stof balans', 'Inkomen', 'Arbeid', 'Nutriëntenstromen' en 'Broeikasgassen'.
- Bij het Verkennen genereert het model alternatieve configuraties van het bedrijf door gewasoppervlakten, dieraantallen en gebruik van producten (incl. voeders, strooisel, groenbemesters) te variëren. Er wordt gezocht naar mogelijkheden voor het verbeteren van de prestaties voor meerdere indicatoren tegelijk, zoals verhogen van de organische stof balans, verlagen van de stikstofverliezen, verhogen van het inkomen, en verlagen van de arbeidsbehoefte. De systematische verkenning biedt ook inzicht in de uitruilmogelijkheden en synergieën tussen doelstellingen. De genereerde opties kunnen in detail gevisualiseerd worden.
- In de Ontwerpfase wordt een van de opties uit de verkenning geselecteerd en verder verfijnd. Zodoende wordt de optie geschikt gemaakt voor implementatie op een bedrijf.



Figuur 12. Grafische userinterface van het FarmDESIGN model met schermen voor Beschrijven (Describe; linksboven), Verklaren (Explain; rechtsboven), en Verkennen (Explore; onder)

Het model is vrij beschikbaar en wordt gebruikt voor landbouwbedrijven van 0.2 tot 3000 ha in meer dan 30 landen op vier continenten.

3.2 Werkgelegenheid

Gemeten in AJE

De werkkraft wordt gemeten aan de hand van de arbeidsjaareenheid (AJE). Eén arbeidsjaareenheid komt overeen met het werk van één persoon die full-time werkt¹³.

SBI-codes

Om de werkgelegenheid in 2015 te kunnen bepalen, moesten we eerst de economische sectoren definiëren die we in de beoordeling wilden opnemen. We hebben de volgende economische sectoren opgenomen volgens de SBI-codes (Standaard Bedrijfsindeling) gepubliceerd door het CBS¹⁴.

Tabel 3: SBI codes en bijbehorende economische sector

SBI code	Economische sector
01.1	Teelt van eenjarige gewassen
01.2	Teelt van meerjarige gewassen
01.3	Teelt van sierplanten
01.4	Fokken en houden van dieren
01.5	Akker- en/of tuinbouw in combinatie met het fokken en houden van dieren
10.91	Vervaardiging van veevoerders
20.15	Vervaardiging van kunstmeststoffen en stikstofverbindingen

Landbouw- arbeiders

De primaire agrarische productie in de Regio Noord (SBI codes 01.1–01.5) is beoordeeld aan de hand van het FarmDesign-model, waarbij gebruik is gemaakt van de standaard Nederlandse arbeidsinzet, vereist voor productie van gewassen en veeteeltproducten, die op zijn beurt weer is gebaseerd op KWIN-publicaties voor de productie van gewassen¹⁵ en vee^{16,17}.

Veevoeder- fabrikanten

Onder de bijna honderd leden van de Nederlandse Vereniging voor de Diervoederindustrie (Nevedi)¹⁸ zijn er slechts enkele gevestigd in de Regio Noord. De Emissieregistratie van Het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM)¹⁹ somt 24 voedermiddelenfabrikanten op, waarvan er negen afkomstig zijn uit Regio Noord. Uit openbaar beschikbare gegevens van Kamer van Koophandel (KvK)²⁰ schatten we dat deze negen ondernemingen 263 AJE in dienst hebben (Tabel 27).

Kunstmest- fabrikanten

Van de 19 kunstmestfabrikanten in Nederland blijkt er geen gevestigd te zijn in de Regio Noord¹⁹. De meeste van hen bevinden zich in het zuidwestelijke deel van het land, dicht bij de haven van Rotterdam en gasbevoorradingspijpleidingen.

3.3 Bruto toegevoegde waarde (BrTW)

Veevoeder-fabrikanten

Gegevens over bruto toegevoegde waarde (BrTW) of omzet op het niveau van individuele bedrijven zijn niet openbaar beschikbaar via de KvK²⁰. We hebben daarom een schatting gemaakt van de BrTW van de voedingsindustrie Regio Noord, ervan uitgaande dat de door elke AJK gegenereerde inkomsten gemiddeld 100.000 EUR per jaar bedragen. Verder hebben we op basis van onze ervaring met de vorige vergelijkbare berekeningen^{1,3,4} aangenomen dat BrTW ongeveer 35% van de omzet bedraagt.

Landbouw-arbeiders

De primaire agrarische productie in de Regio Noord is beoordeeld aan de hand van het FarmDesign-model, gebruikmakend van de standaard Nederlandse bruto marge berekening voor de productie van gewassen en veeteeltproducten, die vervolgens weer is gebaseerd op KWIN-publicaties voor de productie van gewassen¹⁵ en vee^{16,17}.

Veevoeder-industrie

Gegevens over de bruto toegevoegde waarde (BrTW) of omzet op het niveau van individuele bedrijven zijn niet openbaar beschikbaar via de KvK²⁰. We hebben daarom de BrTW van de veevoederindustrie Regio Noord gebaseerd op de aanname dat de inkomsten van elke AJK gemiddeld 100.000 EUR per jaar bedragen. Verder hebben we op basis van onze ervaring met de vorige vergelijkbare berekeningen^{1,3,4} aangenomen dat BrTW ongeveer 35% van de omzet maakt.

3.4 Schade aan lucht

3.4.1 Selectie en kwantificering van luchtvervuilende stoffen

Inbegrepen hoofdvervuilvers van lucht

De luchtverontreinigende stoffen die in dit onderzoek worden behandeld, zijn de drie belangrijkste verontreinigende stoffen die onder de EU-richtlijn nationale emissieplafonds (NECD)²¹ vallen: SO₂, NO_x, NH₃; evenals de NMVOS (niet-methaan vluchtige organische stoffen) en fijnstof (PM 2,5 en PM 10). Deze verontreinigende stoffen worden beschouwd als uitzonderlijk schadelijk voor de menselijke gezondheid en ecosystemen²²⁻²⁴.

Negatieve impact van lucht-verontreiniging

Luchtverontreinigende stoffen zijn schadelijk voor de menselijke gezondheid, gezondheid van vee en ecosystemen en kunnen ook landbouwgewassen, gebouwen, culturele monumenten en materialen beschadigen^{22,23}. Verzurende stoffen dragen bij aan de depositie van zuren, wat leidt tot mogelijke veranderingen in bodem- en waterkwaliteit, schade aan de vegetatie en negatieve effecten op aquatische ecosystemen in rivieren en meren²⁴. Omdat verzurende verontreinigers ook bijdragen tot de vorming van fijne deeltjes in de atmosfeer, dragen ze ook indirect bij aan menselijke aandoeningen van de luchtwegen²⁴.

Inbegrepen NFR codes

- B_Industry, NFR Code 2B1: Productie van ammoniak; en NFR-code 2B2: Salpeterzuurproductie;
- C_OtherStationaryComb, NFR Code 1A4ci: Landbouw / Bosbouw / Visserij: Stationair;
- I_Offroad, NFR Code 1A4cii: Landbouw / Bosbouw / Visserij: Off-road voertuigen & machines;

- K_AgriLivestock, NFR Codes 3B1a-3Bf: Mestbeheer;
- L_Overige agrarische emissies, NFR-codes: 3Da1-3De, inclusief anorganische meststoffen, dierlijke mest en urine afgezet door grazende dieren; gewasresten; opslag, handling en transport van agrarische producten buiten het bedrijf; en gecultiveerde gewassen.

Het aandeel van de emissies afkomstig van de landbouwsector en het deel dat aan Noord-Nederland is toegewezen voor elke NFR-code, wordt bepaald zoals hieronder beschreven.

**Kunstmest-
productie:
NFR 2B1 en 2B2**

Luchtverontreinigende emissies die voortkomen uit de productie van meststoffen, bestaande uit NFR-code 2B1: ammoniakproductie en NFR Code 2B2: de productie van salpeterzuur wordt niet beoordeeld omdat Regio Noord geen meststoffen produceert.

**Krachtvoer
industrie**

De voedingsmiddelenindustrie stoot nauwelijks luchtverontreinigende stoffen uit. In het RIVM Emissieregistratie¹⁹ worden emissies van luchtverontreinigende stoffen alleen gemeld voor één fabrikant van voedermiddelen van Regio Noord (Sonac Burgum BV). In 2015 heeft dit bedrijf zeer kleine hoeveelheden SO₂ (0.14 Gg) en NO_x (0.12 Gg) uitgestoten. We hebben deze uitstoot niet gerapporteerd omdat we ze als triviaal en irrelevant beschouwden voor de algehele emissie en beoordeling.

**Stationaire
verbranding in de
landbouw:
NFR Code 1A4ci**

De sector "1A4ci Landbouw/bosbouw/visserij (stationaire verbranding)" omvat stationaire verbranding van landbouw, bosbouw en visserij. De landbouwemissie omvat uitstoot van stationaire bronnen in de gewasproductie en veeteelt (bijvoorbeeld broeikassen, stallen, bedrijfsgebouwen, enz.). De luchtverontreinigende emissies voor Regio Noord voor code "1A4ci", afkomstig van de landbouw, worden geëxtrapoleerd uit de nationale emissies gerapporteerd door CBS6. We hebben deze met 0,29 vermenigvuldigd omdat Regio Noord 29% van het totale Nederlandse landbouwareaal uitmaakt.

**Landbouwkundige
off-road
voertuigen:
NFR code 1A4cii**

De sector "1A4cii Landbouw / bosbouw / visserij: terreinvoertuigen en andere machines omvatten terreinmachines (bijv. Vorkheftrucks, schaarlifters, grasmaaiers) en terreinvoertuigen (trekkers, maaidorsers, enz.) die in landbouw, bosbouw en groene gebieden gebruikt worden. Hier hebben we dezelfde beoordelingsmethode toegepast als voor code "1A4ci", met dezelfde bron voor de nationale emissies en het aandeel van Regio Noord.

**Mestmanagement:
NFR-codes 3B1a-
3Bf**

De emissies van luchtverontreinigende stoffen afkomstig van mestbeheer zijn berekend voor melkvee (NFR Code 3B1a), niet-melkvee (NFR Code 3B1b), varkens (NFR Code 3B3), leghennen (NFR Code 3B4gi), slachtkuikens (NFR Code 3B4gii), schapen (NFR-code 3B2) en geiten (NFR-code 3B4d) gebruikmakend van de cijfers uit 2015, gerapporteerd door CBS7. De beoordeling is gebaseerd op een geavanceerde methodologie voor het schatten van luchtverontreinigende emissies van de landbouw in Nederland, volgens het Nationale Emissiemodel voor Landbouw (NEMA). Deze methodiek wordt in detail beschreven in verschillende recente rapporten van een team van WUR-wetenschappers²⁵⁻²⁷. Bij afwezigheid van Regio Noord-specifieke parameters en factoren hebben we aangenomen dat de parameters en

factoren die op nationaal niveau worden gebruikt ook gelden voor Regio Noord, zoals:

- Excretie van N en totaal ammoniakaal stikstof (TAN);
- Verdeling van de excretie van melkkoeien en jongvee over stal en weide;
- N-mineralisatie en immobilisatie;
- Huisvesting van landbouwhuisdieren (inclusief mesttypen en stalsystemen);
- Emissiefactoren voor ammoniak uit huisvesting;
- Emissiefactoren voor N₂O, NO en N₂ uit stallen;
- Mestopslag buiten de stal;
- Enz.

Overige agrarische emissies: NFR-codes 3Da1-3De

Luchtverontreinigende emissies die voortkomen uit andere landbouwactiviteiten NFR-codes: 3Da1-3De worden berekend volgens dezelfde methodologie als voor mestbeheer (NFR-codes 3B1a-3Bf). Bij afwezigheid van Regio Noord-specifieke parameters en factoren hebben we aangenomen dat de parameters en factoren die op nationaal niveau worden gebruikt ook gelden voor Regio Noord, zoals:

- Mesttoediening;
- Beweiding;
- Overige N-verliezen tijdens toediening van dierlijke mest en bij beweiden;
- Directe stikstofverliezen uit kunstmest, afrijpende gewassen, gewasresten en graslandvernieuwing.

We hebben echter ook enkele regiospecifieke cijfers gebruikt die we hebben verkregen uit de berekeningen die zijn uitgevoerd met behulp van FarmDESIGN-model:

- Kunstmest: toepassing van 68,534 t N van kalkammonsalpeter kunstmest op aarde;
- Dierlijke mest: toepassing van 78.851 t N van dierlijke mest naar bodem;
- Urine en mest afgezet door grazende dieren: afzetting van 20.499 t N.

Zuur-equivalenten

Voor verzurende luchtverontreinigende stoffen (SO₂, NO_x, NH₃) hebben we ook hun zuurequivalent (zuur-eq.) waarde berekend door zuur-eq. omrekeningsfactoren van het Europees milieubureau (EEA) toe te passen²⁴.

“Landbouwinputs schuld”

De economische welvaart van de landbouw in Regio Noord is grotendeels gebaseerd op een intensief gebruik van landbouwinputs, met name minerale meststoffen, pesticiden en krachtvoer. Alle meststoffen en pesticiden die in Regio Noord worden gebruikt, worden buiten de regio geproduceerd, evenals een overgrote meerderheid van de grondstoffen die nodig zijn voor het produceren van krachtvoer (soja, voedergranen, palmolie, enz.). De productie van pesticiden is relatief milieuvriendelijk, wat resulteert in een geringe uitstoot van broeikasgassen en onbeduidende lucht-, water- en bodemverontreiniging. Dit is echter niet het geval bij de productie van meststoffen en de productie van gewassen die worden gebruikt als grondstof voor de krachtvoerproductie. De milieuschade die wordt gegenereerd tijdens hun productie en transport

vindt elders plaats⁷, maar de oorzaak is de vraag naar, en het verbruik van, deze landbouwinputs in Regio Noord. Met andere woorden, alle meststoffen en krachtvoer die in Regio Noord worden gebruikt, hebben een soort geërfde milieuschuld. Wij vinden het eerlijk om deze "landbouwinputschuld" - hoewel buiten de regio gegenereerd – toe te schrijven aan de agrarische sector van Regio Noord. In onze beoordeling hebben we, waar mogelijk, geprobeerd om het volgende in de "landbouwinputschuld" op te nemen:

1. "Kunstmest schuld" - schade veroorzaakt door aantasting van het milieu als gevolg van productie en transport van meststoffen toegepast in Regio Noord;
2. "Krachtvoer schuld" - schade veroorzaakt door aantasting van het milieu ten gevolge van de productie en toepassing van meststoffen en pesticiden die worden gebruikt in de teelt van gewassen voor krachtvoer bestemd voor Regio Noord inclusief het bijbehorende transport ervan naar Regio Noord.

... en hun emissies

De uitstoot van luchtverontreinigende stoffen die voortkomt uit de productie van "landbouwinputschuld" is op de volgende manier geschat:

- Productie van N-meststoffen - de emissies worden geschat door de verontreinigingsemissiefactoren voor kunstmestfabrieken^{28-32, 33, 34} te vermenigvuldigen met het geschatte gebruik van meststoffen (zie hieronder);
- Productie van gewassen gebruikt voor krachtvoer - de emissies worden geschat door gegevens te verzamelen over de opbrengsten³⁵⁻³⁹, meststofgebruik⁴⁰⁻⁴² en de emissiefactoren per hectare/ton^{30,43-47} voor de productie van gewassen die worden gebruikt voor krachtvoer. De schatting houdt voornamelijk rekening met emissies als gevolg van bemesting, omdat bij de intensieve teelt van de meeste gewassen dit de grootste emissiebron is^{30,43}. Echter, daar waar gegevens beschikbaar waren over emissies van bodembewerking, pesticidegebruik en oogst, zijn deze ook meegenomen. De schattingen van het kunstmestverbruik en de opbrengsten voor soja en maïs zijn voornamelijk gebaseerd op de gegevens voor de VS en Argentinië, omdat deze twee landen veruit de belangrijkste exporteurs van deze grondstoffen zijn en hun cijfers ook representatief worden geacht voor andere landen. De VS en Argentinië zijn goed voor 51% van de wereldwijde maïsexport⁴⁸ en ongeveer 60% van de wereldwijde export van alle sojaproducten (sojabonen, sojameel en sojaolie)⁴⁹. Bijna 80% van alle in de VS en Argentinië geproduceerde maïs en soja zijn GM-gewassen⁵⁰. Voor tarwe worden gegevens voor Frankrijk en Duitsland gebruikt, omdat Nederlands voertarwe komt vooral uit Frankrijk en Duitsland⁵¹.

⁷ Een overgrote meerderheid van het krachtvoer dat in Nederland wordt gebruikt, is afkomstig uit Zuid-Amerika en de VS.

Kader 4: Pesticiden in grondwater in Regio Noord

Teelt van krachtvoer gewassen is schadelijk voor het milieu. Soja is daar waarschijnlijk een goed voorbeeld van. Een grote meerderheid van soja komt uit Zuid-Amerika, voornamelijk uit Argentinië en Brazilië, waar soja een belangrijke oorzaak is van:

- Verlies van biodiversiteit: de meeste soja in Zuid-Amerika wordt geteeld in regenwouden. Boeren ontruimen bomen in de zogenaamde "slash and burn-techniek" door de bomen om te hakken en te verbranden. Dit veroorzaakt een verlies aan biodiversiteit. Regenwouden zijn de thuisbasis van ongeveer 50 procent van 's werelds soorten⁵², waarvan bijna de helft nergens anders voorkomt. Hiermee vertegenwoordigt het regenwoud een onvervangbare wereldwijde genetische rijkdom. Zowel de inheemse flora en fauna als de landschappen zijn van enorm cultureel en spiritueel belang voor een breed scala van inheemse en traditionele gemeenschappen en bieden waardevolle mogelijkheden voor toerisme en recreatie⁴⁹. De enorme transportinfrastructuur die nodig is om soja te transporteren, zorgt tevens voor verwoesting van natuurlijke habitats over grote gebieden⁵³.
- Koolstof: regenwouden zijn een van de grootste koolstofreservoirs ter wereld.
- Wateruitputting: gebieden die zijn vrijgemaakt voor de productie van soja zijn enorme wateropslagplaatsen en vormen een vitale bron van zoet water⁴⁹.
- Gebruik van GM-technologie: bijna alle soja en maïs die Nederland importeert vanuit Zuid-Amerika en de VS is genetisch gemodificeerd. Het is buiten het bestek van dit onderzoek om uit te wijden over gezondheidsgevolgen van diervoeders die worden gevoerd aan het vee van Regio Noord en hoe/of melk, vlees en eieren geproduceerd met GM-soja (negatief) van invloed zijn op het vee en de menselijke gezondheid in de regio. Maar van een bepaalde invalshoek bekeken, zou men kunnen zeggen dat bijna alle dierlijke producten uit de regio "GGO-voedsel" (GMO) zijn omdat het afkomstig is van vee dat wordt gevoed met GGO's. Wetenschappelijke studies suggereren dat GM-voer op dezelfde manier door de organen wordt opgenomen en de gezondheid van dieren en mensen die hun producten eten, niet kan beïnvloeden. Er zijn echter ook weinig studies die hiernaar vragen⁵⁴⁻⁵⁷.
- Landroof: het grootste deel van het land dat bestemd is voor krachtvoer in Zuid-Amerika, en elders in de wereld, wordt gecontroleerd door enkele grote eigenaren, waaronder veel bedrijven van gemiddeld 1,000 ha en sommige met een oppervlakte van 50.000⁵⁸. De Nederlandse pensioenfondsen bezitten ook aanzienlijke oppervlaktes land die worden gebruikt voor het produceren van krachtvoer en worden beschouwd als behorende tot de belangrijkste mondiale spelers op dit gebied⁵⁹.

Schatting landbouwinput verbruik

Om de uitstoot van luchtvervuiling en schade door "landbouwinputs schuld" te beoordelen, is het essentieel om de hoeveelheid van deze inputs te bepalen. Het type en de hoeveelheid kunstmest die wordt gebruikt in Regio Noord wordt berekend door het aantal hectaren onder

elk gewas te vermenigvuldigen met het aanbevolen gebruik minerale meststoffen per hectare, verkregen uit de KWIN-publicatie¹⁵. Het verbruik van krachtvoer wordt bepaald aan de hand van het aantal dieren in Regio Noord en de standaard jaarlijkse hoeveelheid krachtvoer per dier, verkregen uit de KWIN-publicaties voor de veehouderij^{16,17}. De samenstelling van krachtvoer is gebaseerd op de KWIN en beschikbare cijfers van de Duurzame Zuivelketen⁶⁰ - een samenwerking tussen de zuivelondernemingen (NZO) en de melkveehouders (LTO Nederland).

3.4.1 Schade aan lucht in monetaire waarde

ExternE project methodologie

De schade aan de lucht veroorzaakt door luchtverontreinigende stoffen wordt beoordeeld aan de hand van de methodologie en de schadefactoren voor luchtverontreinigende stoffen die zijn ontwikkeld door het door de EU gefinancierde ExternE-onderzoeksprogramma. Het ExternE (externe kosten van energie) programma^{8,9,61,62} was het grootste en het duurste (> 15 miljoen EUR) bekende onderzoeksprogramma voor de beoordeling van atmosfeer-gerelateerde externaliteiten. De ExternE-schadefactoren voor luchtverontreinigende stoffen worden ook gebruikt door het Europees Milieuagentschap in evaluatiestudies ter beoordeling van luchtvervuiling in Europa^{23,63}.

Een "last" koppelen aan een "impact"

ExternE methodologie koppelt een "last" aan een "impact" en door middel van economische waarderingstechnieken, vertaalt het deze uiteindelijk in monetaire termen. De effectcategorieën die onder het ExternE-model vallen, omvatten de effecten op de menselijke gezondheid (mortaliteit en morbiditeit), effecten op gewassen, bouwmaterialen en het broeikas-effect^{22,61,64}. Hiervan bleken de effecten op de gezondheid van de mens het meest significant, omdat ze meer dan 95% van alle schade uitmaken^{61,65}. Effecten op de menselijke gezondheid zijn onder meer astma-aanvallen, ziekenhuisopnames, chronische bronchitis, beperkte actieve dagen en sterfte.

Beprijzing schade luchtverontreinigingen

De schade veroorzaakt door luchtverontreinigende stoffen wordt getaxeerd (in geld uitgedrukt) door de hoeveelheid emissies die wordt geproduceerd door de landbouwsector en de bedrijfstak van de boerderij te vermenigvuldigen met de schadefactoren die worden toegepast door het Europees Milieuagentschap⁶³. Het Agentschap levert land-specifieke schadefactoren voor elke verontreinigende stof, waarbij het zowel een hogere als een lagere schadeprijs aangeeft. De hogere prijs is gebaseerd op de waarde van de statistische levensduur (WSL), terwijl de lagere prijs is gebaseerd op de waarde van een levensjaar (WVLJ) (Tabel 4). De WSL-benadering wordt bepaald door het aantal sterfgevallen in verband met luchtvervuiling, terwijl de WVLJ-benadering is gebaseerd op het verlies van de levensverwachting (uitgedrukt als verloren jaren van het leven, of VJVL's). Zowel de WSL- als de WVLJ-aanpak heeft een lage-hoge prijsklasse voor schade, die de schadewaarden weergeeft die zijn afgeleid van de alternatieve benaderingen van de mortaliteitswaardering voor de regionale luchtverontreinigende stoffen. We hebben onze waardering van luchtvervuiling gebaseerd op schadefactoren die de EEA Nederland biedt. De WSL-schadefactoren voor Nederland zijn echter ongeveer drie keer hoger dan de schadefactor van de WVLJ. Om conservatief te zijn, hebben we de lage WVLJ-waarden voor Nederland

toegepast. Deze benadering wordt als redelijk beschouwd, hoewel sommige opinieleiders, zoals de Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling⁶⁶, pleiten voor het gebruik van WSL in plaats van WWLJ-waarden.

Tabel 4: Schadefactoren voor Nederland: verschil tussen laag WWLJ en hoog WSL (2005 waarde)⁶³

Stof	Schadefactor laag WWLJ (EUR per t)	Schadefactor hoog WSL (EUR per t)	Vershil laag WSL/ hoog WWLJ
Zwavel dioxide (SO ₂)	25,269	74,414	2.9
Ammoniak (NH ₃)	12,199	35,859	2.9
Stikstofoxiden (NO _x)	4,854	14,770	3.0
Fijn stof (PM10)	35,413	100,156	2.8
Fijn stof (PM 2,5)	54,535	154,240	2.8
NMVOS	2,364	5,722	2.4

Binnen en buitenlandse schade

De door het Europees Milieuagentschap opgestelde land-specifieke schadefactoren voor elke luchtverontreinigende stof worden verder opgesplitst in "binnen- en buitenlandse" schadelijkheidsfactoren, omdat luchtvervuiling een langdurige verontreiniging is die zich buiten de grenzen van het land van herkomst verspreidt. De binnenlandse schade is de schade aan menselijke gezondheid, gewassen en bouwmaterialen die binnen het land veroorzaakt wordt. De buitenlandse schade omvat de schade die buiten het land is veroorzaakt. In het geval van Nederland bestaat tot wel 57% van de schade veroorzaakt door de emissie van FS2.5 en FS10, 26% veroorzaakt door SO₂, 25% veroorzaakt door NH₃, 16% met NMVOS en 6% met NO_x - uit binnenlandse schade⁶⁷ (zie Tabel 5). De rest van de schade gebeurt buiten Nederland. Hetzelfde principe geldt als we deze factoren in Regio Noord willen toepassen. Hier is echter een zekere wijziging voor nodig. Deze schadefactoren worden grotendeels bepaald door de dichtheid van de bevolking. De bevolkingsdichtheid in Regio Noord is ongeveer 2,4 keer lager dan het gemiddelde van het land. Bijgevolg zou men zeggen dat voor Regio Noord deze factoren 2,4 keer lager zouden zijn. Luchtverontreinigende stoffen hebben echter de meeste impact op middellange afstand⁶⁷ (enkele honderden km), wat betekent dat luchtverontreiniging afkomstig van Regio Noord vooral de rest van (dichtbevolkte) Nederland en de omliggende landen treft. Vanwege deze complexe, niet-lineaire relatie tussen binnenlandse/in de regio en buitenlandse/buiten de regio gemaakte schadekosten zijn we door de leider⁶⁷ van het onderzoek van het Europees Milieuagentschap geadviseerd om de schadefactoren in Nederland met 60% te verminderen voor de schade die ontstaat in Regio Noord en de originele schadefactoren van Nederland aan te houden voor de schade die zich buiten de regio voordoet. De toegepaste schadefactoren per verontreinigende stof en het aandeel van schade in

en buiten de regio zijn weergegeven in Tabel 5. Deze zijn gebaseerd op de lage WVLJ-waarde voor Nederland in 2005, maar zijn aangepast voor de waarde in 2015 door gebruik te maken van de "waarde van de gulden/euro" calculator van het Internationaal Instituut voor Sociale Geschiedenis⁶⁸ (Tabel 5).

Tabel 5: Toegepaste schadefactoren voor Regio Noord (2015 waarde)

Stof	Binnen Regio Noord		Buiten Regio Noord	
	Schadefactor (EUR per t)	Binnen de regio delen (%)	Schadefactor (EUR per t)	Buiten de regio delen (%)
Zwavel dioxide (SO ₂)	11,920	26	29,801	74
Ammoniak (NH ₃)	5,755	25	14,387	75
Stikstofoxiden (NO _x)	2,290	6	5,725	94
Fijn stof (PM10)	16,707	57	41,767	43
Fijn stof (PM 2,5)	25,727	57	64,317	43
NMVOS	1,115	16	2,788	84

“Doping schuld” schadefactoren

Vrijwel alle kunstmest geconsumeerd in Regio Noord wordt geproduceerd in het zuiden van Nederland⁶⁹. Voor de schade aan lucht gegenereerd door de kunstmestproductie hebben we daarom de schadefactoren voor buiten Regio Noord gebruikt. Voor de schade aan de lucht ten gevolge van de productie en toepassing van meststoffen, gebruikt bij de productie van krachtvoergewassen buiten Regio Noord, hebben we de schadefactoren voor buiten Regio Noord met 90% verlaagd. Dit komt omdat bijna al deze gewassen worden geteeld in Zuid-Amerika en de VS. Deze regio's hebben een veel lagere bevolkingsdichtheid dan Nederland en, met uitzondering van de VS, een veel lager BBP per capita. Het is daarom zeer waarschijnlijk dat de schade aan de menselijke gezondheid door luchtvervuiling veel lager is dan in Nederland. Omdat we niet precies kunnen zeggen hoeveel lager dit zou zijn, hebben we, om conservatief te zijn, hun schadebepalende factoren op één tiende gesteld van die gebruikt voor buiten Regio Noord.

3.5 Schade aan klimaat

Nadruk op BKG die onder het UNFCCC vallen

Schade aan het klimaat wordt veroorzaakt door de uitstoot van broeikasgassen (BKG). We hebben emissies van de drie belangrijkste broeikasgassen gedekt: kooldioxide (CO₂), stikstofoxide (N₂O), methaan (CH₄) opgenomen in het United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). Andere broeikasgassen worden uitgesloten van de beoordeling omdat de landbouw en de landbouw-toeleverende

	<p>sectoren deze niet uitstoten. De hoeveelheid BKG-emissie is bepaald door het FarmDESIGN-model te gebruiken.</p>
Geen BKG-emissies bij de toeleveranciers van de landbouw	<p>De emissie van broeikasgassen voor de toeleveranciers van de landbouw (kunstmestproductie en krachtvoerproductie) is op nul gesteld omdat Regio Noord geen kunstmestfabrikant heeft en de krachtvoer-industrie in de regio nauwelijks vervuilende stoffen produceert¹⁹, wat we triviaal en irrelevant vonden voor de algehele BKG-emissie en schadebeoordeling.</p>
BKG-emissies van de landbouwsector	<p>De BKG-emissies in de landbouwsector worden berekend met behulp van het FarmDesign-model en omvatten de emissies van de volgende bronnen:</p> <ul style="list-style-type: none">• Atmosferische N-depositie;• Gewasproductie, incl. symbiotische N-binding;• Veehouderij;• Opslag en beheer van mest;• Toepassing van minerale meststoffen;• Toepassing van dierlijke mest;• Toepassing van gewasresten;• Verbranding van gewasresten. <p>Een gedetailleerde beschrijving van hoe het FarmDesign-model BKG-emissies berekent, is te vinden in de handleiding¹².</p>
Factoren van aardopwarmingsvermogen (GWP)	<p>Alle berekende BKG-emissies worden uitgedrukt in kooldioxide-equivalent (CO₂-eq) in Giga gram (Gg), door weging van hun 100-jaar aardopwarmingsvermogen (GWP) met behulp van waarden die consistent zijn met rapportage onder de UNFCCC: 1 GWP voor CO₂, 21 GWP voor CH₄ en 310 GWP voor N₂O⁷⁰. De BKG-emissies van de landbouwsector worden uitgedrukt in totale emissie (in Gg CO₂-eq) en in emissie per oppervlakte-eenheid (in Gg CO₂-eq per ha).</p>
BKG-emissies van "landbouwinputs schuld"	<p>Net als bij de beoordeling van de schade aan lucht hebben we een poging gedaan om (een deel van) de BKG-emissies (en aanverwante schade aan het klimaat) te beoordelen die verband houden met de "landbouwinputs schuld" ("kunstmest schuld" en "krachtvoer schuld"). Deze zijn op dezelfde manier geschat als beschreven in het hoofdstuk over luchtschade (zie paragraaf 3.4.1). Voor de raming van BKG-emissies die voortkomen uit de productie en toepassing van meststoffen, die worden gebruikt in groeiende krachtvoer gewassen, wordt enige hulpinformatie gebruikt op de BKG-emissiefactoren^{71,72}. Daarnaast hebben we ook rekening gehouden met de volgende bronnen van BKG-emissies:</p> <ul style="list-style-type: none">• <u>Koolstof verloren door inheemse vegetatie op te ruimen</u> om land vrij te maken voor krachtvoer gewassen. Een vast tarief van 3000 kg per ha per jaar wordt toegepast op basis van de berekeningen van Farigone et al.⁷³• <u>Mineralisatie van organische stof in de bodem</u>: koolstof verloren door de mineralisatie van organisch materiaal in de bodem wordt berekend met een vast tarief van 500 kg C-verlies per hectare, dat conservatief genoeg zou moeten zijn⁷³.• <u>Transport</u>: emissietoename door transport van kunstmest en krachtvoer van de plaats van productie naar Noord Nederland wordt geschat met behulp van afstandberekenaars voor zee⁷⁴ en weg⁷⁵ en transport- en broeikasgasemissiefactoren voor schepen en

vrachtwagens^{30,76,77} vereist om 1 ton vracht 1 km te vervoeren. We veronderstelden dat alle kunstmest die wordt verbruikt in Regio Noord geproduceerd werd in Nederland, en dat de gemiddelde lengte van de transportroute 250 km is. Voor het krachtvoer veronderstelden we een mariene route van 12.000 km en 230 km wegtraject.

Kader 5: Landconversie voor de productie van krachtvoer creëert een “koolstofschild” en dodelijke brandnevels

Argentinië is goed voor 55% van de totale wereldwijde uitvoer van sojaolie en bijna een derde van de uitvoer van sojabonen en sojameel⁴⁹. Indonesië is goed voor 52% van de wereldwijde export van palmolie – een ander belangrijk krachtvoeringrediënt⁷⁸. Zowel in Argentinië als in Indonesië worden soja en palmolie grotendeels geteeld op veengrond, na hak en brand-praktijken die inheemse habitats (voornamelijk regenwoud) in akkerland omzetten. Bij het verbranden of microbiëel afbreken van organische koolstof, die ligt opgeslagen in plantaardige biomassabodem (met name veen), ontsnapt CO₂. Nadat de vegetatie is verwijderd en verbrand, is er een langdurige periode van CO₂-afgifte (die enkele decennia duurt), doordat grove wortels en takken ontbinden, en houtproducten vergaan of verbranden, waardoor een "koolstofschild" van landconversie ontstaat⁷³. Bosbranden in Indonesië blijven wekenlang branden en de nevel verspreidt zich over duizenden kilometers. In 2015 veroorzaakte fijnstof in nevel afkomstig van bosbranden en turfbranden op Sumatra en Kalimantan de dood van 100.000 mensen, waarvan ongeveer 20% kan worden toegeschreven aan de landbouwontwikkeling voor palmolie⁷⁹.

Waarderen van schade door de uitstoot van broeikasgassen

De schade veroorzaakt door broeikasgassen wordt gewaardeerd (gemonetariseerd) door de hoeveelheid emissies geproduceerd door de landbouw- en de landbouw-toeleverende industrie te vermenigvuldigen met 33,6 EUR voor elke geproduceerde ton CO₂-eq. Deze waarde van de schadecoers wordt door het Europees Milieuagentschap gebruikt in haar beoordelingen²³. Het wordt beschouwd als een correcte weerspiegeling van een centrale, op korte termijn verhandelde prijs van koolstof, maar ook van de sociale kosten en marginale kosten van emissiebeperking. De prijs van 33,6 EUR per ton uitgestoten CO₂-eq is ook ongeveer gemiddeld van het door de IPCC voorgestelde bereik van 3-70 EUR per ton CO₂-eq⁸⁰. De EEA²³ gebruikt dezelfde BKG-schadefactor (prijs) voor alle landen aangezien de schade in verband met broeikasgassen wordt gemaakt op een globale, in plaats van een individuele land basis.

3.6 Schade aan water

Vijf soorten kosten We hebben de schade aan water berekend door de volgende kostenposten te beoordelen:

- 1) Kosten om drinkwater te zuiveren van nitraat boven de maximaal toelaatbare concentratie (50 mg NO₃ per liter);
- 2) Kosten samenhangend met kanker van de dikke darm, veroorzaakt door nitraat in drinkwater boven de wettelijk aanbevolen concentratie (25 mg NO₃ per liter);
- 3) Eutrofiëringskosten;
- 4) Pesticidegerelateerde gezondheidskosten;
- 5) Pesticidegerelateerde externe kosten in verband met de productie van krachtvoer buiten Regio Noord.

Kader 6: De invloed van stikstof op de mens

Overmatige stikstofconcentraties in drinkwater worden beschouwd als schadelijk voor de volksgezondheid. Hoge nitraatconcentraties in water zijn geassocieerd met een risico op coronaire hartziekten en kankersterfte^{7,81}. Nitraten blijken een positieve correlatie te hebben met de ontwikkeling van verschillende vormen van kanker (zoals maagkanker⁸², slokdarmkanker⁸³, rectale kanker⁸⁴, dikkedarmkanker⁸⁵, schildklierkanker⁸⁶, zaadbalkanker⁸⁷ en verschillende andere soorten kanker), non-Hodgkin lymfoom en hersentumoren bij kinderen, intra-uteriene groeivertraging en vroeggeboorte⁸⁸. Het risico op darmkanker verdubbelt bij een blootstelling (van 10 jaar of langer) aan drinkwater met meer dan 25 mg/L nitraat⁶. Een verhoogd risico op dikkedarmkanker is vooral geassocieerd met nitraat in drinkwater van meer dan 25 mg/L NO₃^{6,89,90}. De hypothese dat de aanwezigheid van stikstof in drinkwater boven de EU-aanbevolen concentratie van 25 mg/L NO₃ gezondheidsproblemen kan veroorzaken, is ook beschreven in een recent 600 pagina's tellend rapport, afkomstig van een groot EU-onderzoeksprogramma over stikstofgebruik in Europa, op basis van experts uit 21 EU-landen en van 89 organisaties⁷; en ook in een recente Deense publicatie⁹¹.

Kosten voor het onttrekken van nitraten uit drinkwater

De nitraatgerelateerde kosten voor drinkwaterbehandeling voor Regio Noord in 2015 worden op de volgende manier beoordeeld:

1. De gemiddelde Nederlandse jaarlast van 146 miljoen EUR⁹² voor het zuiveren van stikstof uit drinkwater in de periode 2005-2012 is gecorrigeerd voor de waarde in 2015 met behulp van de calculator 'de waarde van de gulden/euro' van het Internationaal Instituut voor Sociale Geschiedenis⁶⁸.

2. De waarde in 2015 voor drinkwaterzuiveringskosten werd gedeeld door 16.9 miljoen Nederlandse inwoners om de kosten per hoofd van de bevolking te verkrijgen. We veronderstelden dat de nationale gemiddelde kosten per hoofd van de bevolking ook representatief zijn voor Regio Noord.
3. De kosten voor waterzuivering per hoofd van de bevolking in Nederland werden vermenigvuldigd met 1.7 miljoen inwoners van Regio Noord.

**Nitraat en
dikkedarmkanker**

In Nederland wordt ongeveer 4% van de bevolking blootgesteld aan openbare drinkwatervoorziening die de aanbevolen concentratie van 25 mg/L NO₃ overschrijdt⁶. De aan dikkedarmkanker gerelateerde kosten worden op de volgende manier berekend:

1. De geldwaarde van het verlies van gezonde levensjaren en levensjaren van vroegtijdige sterfte door dikkedarmkanker in de periode 1993-1997 in verband met overschrijding van 25 mg/L nitraat in drinkwater in Nederland wordt geschat op 20 miljoen EUR per jaar⁶. We hebben deze kosten bijgewerkt naar de waarde van 2015 met behulp van de calculator "de waarde van de gulden/euro"⁶⁸.
2. De 2015-waarde van de kosten van dikkedarmkanker werd gedeeld door 16,9 miljoen Nederlandse inwoners om de kosten per hoofd van de bevolking te berekenen. We veronderstelden dat de nationale gemiddelde kosten per hoofd van de bevolking ook representatief zijn voor Regio Noord.
3. De kosten per hoofd van de dikkedarmkanker in Nederland werden vermenigvuldigd met 1.7 miljoen inwoners van Regio Noord.

**Eutrofiërings-
kosten**

Een strategisch beleidsdocument⁹³ uit 2006 van de Minister van Verkeer en Waterstaat schat dat de kosten van maatregelen om de eutrofiëring tegen te gaan in de periode 2009-2027 5.014 miljoen EUR zullen bedragen. Op basis van dit cijfer schatten andere auteurs de gemiddelde jaarlijkse kosten van eutrofiëring, veroorzaakt door de Nederlandse landbouw, op 218,7 miljoen EUR⁹². Omdat Regio Noord 27,4% (Bijlage IV) van het Nederlandse grondgebied, en ongeveer hetzelfde aandeel grootvee-eenheden vertegenwoordigt, nemen we aan dat 27,4% van de kosten van maatregelen om de eutrofiëring tegen te gaan voor Nederland toe te schrijven zijn aan Regio Noord.

Kader 7: Eutrofiëring in Nederland

In rivieren, meren, estuaria en kustwateren kan een overmaat aan stikstof en fosfor eutrofiëring veroorzaken, wat meestal blijkt uit een massa van wateronkruiden (fytobenthon), vrij zwevende plantorganismen (fytoplankton) en hogere plantvormen (macrofyten). Dit verstoort de natuurlijke wateromgeving. Het is schadelijk voor in het water levende organismen (in de zin van het doden van vissen en andere organismen door uitputting van zuurstof en/of productie van giftige stoffen). Eutrofiëring verandert de voorraad van een soort en de balans tussen soorten en vermindert de recreatieve waarde van het water⁷.

Maar liefst 60% van de zoete oppervlaktewateren in Nederland is eutroof en nog eens 13% is mogelijk eutroof⁹⁴. Uit de officiële gegevens⁹⁴⁻⁹⁶ blijkt dat het meeste oppervlaktewater in Nederland niet voldoet aan de EU-normen voor het bereiken van Goed Ecologisch Potentieel (GEP).

Gebruikte pesticiden en hun externe effecten

Hoeveelheden en soorten pesticiden (herbiciden, fungiciden, insecticiden, enz.) die in 2015 door Regio Noord zijn gebruikt, worden op de volgende manier geschat:

1. Het areaal (aantal hectare) van elk in 2015 gekweekt gewas wordt bepaald aan de hand van statistische gegevens van de drie provincies⁹⁷.
2. Het areaal waarop elk gewas wordt geteeld, wordt vermenigvuldigd met het gebruik per hectare van afzonderlijke pesticiden voor elk gewas, met behulp van informatie over pesticiden in de KWIN-publicatie voor plantaardige productie¹⁵. Dit stelde ons in staat de totale hoeveelheid van elk gebruikt pesticide te berekenen.
3. Aan elk toegepast pesticide is een DALY-factor (Disability Adjusted Life Years)⁸ toegekend, waarbij DALY-factoren zijn toegepast in een recente studie⁹⁸ die DALY-waarden van 875 pesticiden heeft bepaald.
4. De geldwaarde van 1 DALY is vastgesteld op 80.000 EUR volgens schattingen van andere auteurs^{99,100} voor Nederland en wordt verondersteld ook representatief te zijn voor Regio Noord.
5. De hoeveelheid van elk bestrijdingsmiddel werd vermenigvuldigd met zijn 'per kg DALY-factor en de DALY-geldwaarde voor Regio Noord. Bijvoorbeeld: 100 ton van een pesticide met een DALY-factor van $3,37^{-7}$ per kg pesticiden wordt vermenigvuldigd met 80.000 EUR, wat resulteert in een externe kost van 2.700 EUR.

⁸ Eén DALY vertegenwoordigt één verloren jaar of een equivalent hiervan in het geval van morbiditeitseffecten (ziekte) als gevolg van blootstelling aan pesticiden via inhalatie en voedsel- en waterinname.

Kader 8: Pesticiden in grondwater in Regio Noord

Metingen van pesticiden in grondwater in Noordoost-Nederland zijn uitgevoerd in het kader van het project 'Strategie verminderen risico's bestrijdingsmiddelen Noordoost Nederland'. Hierbij zijn de metingen gebruikt van de provincies Drenthe, Friesland, Groningen en Overijssel. Bijna de helft van de gevallen (413 van de 890 bemonsterde filters) bevatten bestrijdingsmiddelen of metabolieten van bestrijdingsmiddelen op of boven hun kwantificeringslimiet (LOQ)¹⁰¹.

Helaas hebben we geen informatie kunnen vinden over pesticideverwijdering van drinkwater en de bijbehorende kosten.

Schade veroorzaakt door het gebruik van pesticiden buiten Regio Noord

Krachtvoer geïmporteerd naar Regio Noord wordt meestal in de VS en Zuid Amerika geproduceerd met pesticiden. Deze praktijk veroorzaakt schade aan de menselijke gezondheid en ecosystemen in de regio's waar krachtvoer wordt geproduceerd. Een gedetailleerde beoordeling van deze kosten zou veel verder gaan dan het bereik en de middelen die beschikbaar zijn voor deze studie. Wij vinden het echter van belang om op zijn minst een indicatie te geven van de omvang van deze kosten. We hebben daarom hun voorlopige beoordeling met de volgende aanpak toegepast:

1. Het landoppervlak (hectare) onder elk gewas dat wordt gebruikt voor krachtvoerproductie dat wordt verbruikt in Regio Noord, wordt op dezelfde manier bepaald als beschreven in het hoofdstuk over de schade aan lucht (zie hoofdstuk 3.4.1).
2. De hoeveelheid pesticidegebruik per gewas (kg pesticide werkzame stof per hectare) wordt geschat aan de hand van gegevens over pesticidegebruik in de VS^{102,103}. Deze lijken relatief vergelijkbaar met de pesticidecijfers per hectare die in Zuid-Amerika worden gebruikt¹⁰⁴.
3. De gemiddelde externe kosten, per kg werkzame stof, van bestrijdingsmiddelen die in de VS worden gebruikt, wordt berekend door de hoeveelheid van het totale pesticidegebruik^{102,103} te delen door hun totale externe kosten, berekend op basis van een uitgebreide studie¹⁰⁵ die naast de gevolgen voor de gezondheid ook een reeks andere met pesticidengerelateerde verborgen milieu- en sociale kosten omvatte. Het delen van de hoeveelheid pesticidegebruik in de VS met hun totale externe kosten resulteerde in externe kosten van 55.6 EUR per kg pesticide werkzame stof. Het bbp per capita in de VS is echter ongeveer 4 keer zo hoog als bijvoorbeeld in Brazilië of Argentinië. De gezondheids- en overige kosten in deze landen zijn dus waarschijnlijk goedkoper (niet noodzakelijkerwijs vier keer) dan in de VS. Om conservatief genoeg te zijn maar tegelijkertijd ook rekening te houden met de hoge externe prijs van het pesticide dat in de VS wordt gebruikt, hebben we de externe prijs voor pesticiden, die worden gebruikt bij de productie van

gewassen bestemd voor krachtvoer dat geconsumeerd wordt in Regio Noord, gesteld op 20,0 EUR per kg werkzame stof.

3.7 Schade aan bodem

Bodembalans organische stof mbv FarmDesign

Schade aan de bodem wordt beoordeeld terwijl rekening wordt gehouden met het verlies van koolstof in de bodem door mineralisatie van organische stof in de landbouwgrond. De hoeveelheid C-verlies van de bodem is bepaald met behulp van het FarmDesign-model. Het FarmDesign-model kwantificeert het verschil tussen de invoer van organische stoffen in de bodem en afvoer of verliezen¹². Invoer van organische stof in de bodem is afkomstig van gewasresten zoals wortels en stoppels, groenbemester die achterblijft op het veld en dierlijke mest die wordt toegepast. De afbraaksnelheid van organisch materiaal in de bodem wordt geschat met NL-specifieke factoren voor bodemtextuur, beschikbaarheid van vocht en de gemiddelde temperatuur. Het FarmDesign-model berekent de balans van organische stof in de bodem in termen van de totale hoeveelheid (kilogrammen) organische stof in de bodem en in termen van kilogram organische stof in de bodem per hectare. Organische stof in de bodem bestaat voor ongeveer 58% uit koolstof¹⁰⁶. We hebben daarom de veel gebruikte conversiefactor van 0,58¹⁰⁶ toegepast om organische stof in de bodem in bodem-koolstof om te zetten.

Prijs koolstofschaade

De overeenkomstige schadekosten voor koolstof in de bodem, die verondersteld wordt gelijk te zijn aan de "milieuwaarde" van koolstof, worden vastgesteld op 123 EUR per ton koolstof. Deze schadeprijs is gebaseerd op de prijs van 33,6 EUR per t CO₂⁹, die we ook hebben toegepast bij de waardering van schade aan het klimaat (zie hoofdstuk 3.5) en is tevens in overeenstemming met de aanpak van het Europees Milieuagentschap²³.

3.8 Publieke uitgaven

In 2015 ontvingen Nederlandse boeren 720 miljoen EUR aan directe betalingen¹⁰⁷. We gingen ervan uit dat het aandeel van Regio Noord in deze subsidies gelijk is aan het aandeel in het Nederlandse landbouwareaal, ofwel 29%.

⁹ De toevoeging van twee zuurstofatomen (O₂) aan elk koolstofatoom (C) vormt kooldioxide (CO₂), dat een atoomgewicht van 44 heeft – ongeveer 3,67 maal het atoomgewicht van koolstof. Als de schadekosten voor kooldioxide (CO₂) 33,6 EUR per ton bedragen, zou de schadeprijs van koolstof (C) dus 3.67 hoger (= 123 EUR per ton) moeten zijn.

4. OPBOUW VAN DE BIOLOGISCHE SCENARIO'S

4.1 Werkgelegenheid

Methodologie als die van het basisscenario

De werkgelegenheid van de biologische scenario's wordt beoordeeld volgens dezelfde methodologie als die van het basisscenario. Gezien het kleine aantal mensen dat werkzaam is in de productie van veevoerders, en het feit dat biologische productie ook gebruik maakt van deze producten, zijn we ervan uitgegaan dat het aantal mensen dat in deze sector werkt gelijk zal blijven bij een totale omschakeling naar biologische landbouw.

4.2 Bruto toegevoegde waarde (BrTW)

Methodologie vergelijkbaar met die van het basisscenario

De Bruto toegevoegde waarde (BrTW) van de biologische scenario's wordt beoordeeld volgens dezelfde methodologie als die van het basisscenario. Omdat de productie van voedermiddelen een triviaal aandeel van BrTW vertegenwoordigt, en omdat biologische producenten deze producten ook gebruiken, hebben we aangenomen dat BrTW van deze sector hetzelfde zal blijven bij een totale omschakeling naar biologische landbouw.

Ontbrekende KWIN-gegevens

Helaas bevatten de KWIN-publicaties voor de productie van gewassen¹⁵ en vee^{16,17} geen brutomargeberekeningen voor de volgende producten:

- Aardappelen zetmeel
- Wintergerst (korrels + stro)
- Winterkoolzaad (zaad + hooi)
- Wintertarwe (korrels + stro)
- Suikerbiet
- Grasland (begraasd en kuil)
- Graszaad (zaad + hooi)
- Snijmais
- Vezelhennep
- Lelies
- Varkens
- Vleeskuikens

De brutomarges van deze producten zijn berekend op basis van schattingen van hun opbrengsten, prijzen en productiekosten onder biologisch beheer, met behulp van verschillende niet-gepubliceerde cijfers die beschikbaar zijn bij de WUR, evenals de mening van haar experts.

4.3 Schade aan lucht

Verskil met het basis-scenario	Schade aan de lucht van het biologische scenario wordt beoordeeld volgens dezelfde methodologie als die van het basis-scenario. In termen van emissiebronnen en emissiehoeveelheden hebben we echter de volgende aannames en/of wijzigingen gemaakt:
Stationaire en off-road uitstoot	Er wordt verondersteld dat emissies van luchtverontreinigende stoffen afkomstig van stationaire en off-road bronnen, en van off-farm opslag en teelt van gewassen hetzelfde zijn als in het basis-scenario.
Ammoniak-emissies	Een meta-analyse van ammoniakemissies (NH ₃) in de biologische landbouw ¹⁰⁸ suggereert dat, als gevolg van een lagere N-inname in voeding, de gemiddelde ammoniakuitstoot in biologische systemen 18% lager is per oppervlakte-eenheid dan in conventionele landbouw - waarbij vee verreweg de grootste bron van uitstoot is. Recente Nederlandse studies ¹⁰⁹⁻¹¹³ trekken de superioriteit van biologisch vee echter in twijfel wat betreft de ammoniakuitstoot. Volgens deze onderzoeken scheidt biologisch vee, met uitzondering van melkkoeien, meer N (en TAN) uit en stoot meer ammoniak (en andere N-gassen) uit dan conventioneel vee. Dit komt door een lagere N-voerefficiëntie in biologische veehouderij, veroorzaakt door lagere opbrengsten en soms een hogere dagelijkse voeropname en beperkingen in het gebruik van fytase en synthetische aminozuren ¹¹⁰ . We hebben daarom NL-specifieke N-excretiecijfers voor biologisch vee toegepast en hebben onze berekening voor ammoniak (en andere verontreinigende stoffen) in het biologische scenario op deze cijfers gebaseerd. Waar mogelijk hebben we de meest recente en bijgewerkte cijfers uit de NL-rapporten gebruikt en de N-excretie vastgesteld zoals weergegeven in Tabel 6.

Kader 9: N-uitscheiding bij biologisch vee: belangrijkste bevindingen

Het eerste en meest uitgebreide rapport over de verschillen tussen N-uitscheiding door conventioneel en biologisch vee is gepubliceerd door Bikker et al., In 2013¹⁰. Vanwege het belang ervan voor onze studie citeren we de belangrijkste bevindingen:

Melkvee

“Bij melkvee is de opname van vers gras en kuilvoer niet precies bekend, waardoor het bepalen van de excretie aanzienlijk moeilijker is dan bij varkens en pluimvee. De excretie van biologisch en gangbaar gehouden melkvee is afgeleid van de gemiddelde melkproductie en het ureumgehalte in de melk volgens de forfaitaire methode. Daarnaast is de bedrijfsspecifieke excretie (BEX) berekend volgens de hiervoor opgestelde handreiking met behulp van de digitaal beschikbare excretiewijzer.”

“De berekende N- en P-excretie per melkkoe per jaar is bij biologisch gehouden melkvee circa 12% lager dan bij gangbaar gehouden melkvee. De berekende excretie per kg melk is circa 12% hoger bij biologische melkkoeien. Deze verschillen kunnen verklaard worden door de lagere melkproductie en daarmee samenhangend de lagere VEM-behoefte en berekende voeropname en mineralenexcretie per koe.”

Varkens

“Ten opzichte van gangbaar gehouden dieren zijn de berekende N- en P-excretie per dier per jaar circa 25% hoger bij biologisch gehouden vleesvarkens en respectievelijk circa 60 en 75% hoger voor biologisch gehouden zeugen met bijbehorende biggen. De belangrijkste oorzaken zijn een hogere voederconversie bij biologische vleesvarkens, een hoger voerverbruik van biggen en zeugen en hogere N- en P-gehalten in het voer doordat geen gebruik gemaakt wordt van fytase en zuivere aminozuren.”

Leghennen en vleeskuikens

“De N- en P-excretie per dier per jaar van biologisch gehouden leghennen zijn respectievelijk 22 en 17% hoger dan in gangbare scharrelsystemen en 35 en 26% hoger dan in gangbare verrijkte kooi /kolonie gehouden leghennen. De verschillen in excretie tussen gangbaar en biologisch gehouden dieren worden veroorzaakt door de hogere voerconversie en de hogere N- en P-gehalten in het voer bij biologisch gehouden dieren.” “De verschillen in excretie tussen gangbaar en biologisch gehouden dieren worden veroorzaakt door de hogere voerconversie en de hogere N- en P-gehalten in het voer bij biologisch gehouden dieren. De N- en P-excretie per vleeskuikenplaats per jaar van biologisch gehouden vleeskuikens zijn in vergelijking met gangbaar gehouden vleeskuikens respectievelijk 62 en 105% hoger. De verschillen in excretie tussen gangbaar en biologisch worden veroorzaakt door de lagere groei en hogere voerconversie en door de hogere N- en P-gehalten in het voer bij biologisch gehouden dieren. De lagere groei en hogere voerconversie wordt met name veroorzaakt doordat in de biologische sector een ander type kuiken wordt gebruikt.”

Tabel 6: N-uitscheiding door conventioneel en biologisch vee

Vee type	Gangbaar		Biologisch		Biologisch / gangbaar (% N)
	kg N per dier per jaar	Bron	kg N per dier per jaar	Bron	
Koeien (melk)	131,3	Vonk et al., 2016	117,5	Vonk, 2016 en Bikker, 2013	89,5
Jongvee 0_1 jaar	40,5	Vonk et al., 2016	40,5	Vonk, 2016 en Groenstein, 2015	100,0
Jongvee 1_2 jaar	85,8	Vonk et al., 2016	85,8	Vonk, 2016 en Groenstein, 2015	100,0
Vleeskalveren	20,4	Vonk et al., 2016	20,4	Vonk, 2016 en Groenstein, 2015	100,0
Vleesstieren	42,8	Vonk et al., 2016	42,8	Vonk, 2016 en Groenstein, 2015	100,0
Leghennen	0,8	Bikker, 2017	0,9	Bikker, 2017	116,0
Vleeskuikens	0,5	Vonk et al., 2016	0,8	Vonk, 2016 en Bikker, 2013	162,0
Fokzeugen	28,9	Vonk et al., 2016	37,0	Bikker, 2017	128,0
Vleesvarkens	11,9	Bikker, 2017	16,1	Bikker, 2017	135,3
Schapen	9,2	LRTAP, 2016	9,2	Eigen schatting	100,0
Geiten	9,2	LRTAP, 2016	9,2	Eigen schatting	100,0

“Doping schuld”

Kunstmest schuld in de biologische productie staat op nul omdat in de biologische landbouw geen kunstmest wordt gebruikt. De krachtvoerschuld wordt echter verondersteld hetzelfde te zijn als in het basisscenario. Hoewel biologische landbouw minder krachtvoer gebruikt en bij de productie daarvan geen kunstmest wordt toegepast, wordt er nog steeds dierlijke mest, compost en andere biologische mest gebruikt. Veebehuizing en toepassing van deze mest stoten ook luchtverontreinigende stoffen uit, met name ammoniak. We veronderstelden daarom dat in termen van de emissie van luchtverontreinigende stoffen er geen significante verschillen zijn tussen biologische productie en het basisscenario.

4.4 Schade aan klimaat

Dezelfde methodologie als het basisscenario

Schade aan het klimaat in de biologische landbouwsenario's wordt beoordeeld volgens dezelfde methodologie als toegepast op het basisscenario, en met behulp van het FarmDesign-model. Van biologische landbouwsenario's wordt verondersteld dat ze dezelfde gewas- en veemix hebben als het basisscenario, maar de BKG-emissies worden berekend met inachtneming van enkele managementtechnieken die specifiek zijn voor biologische productie:

- De N-binding door gras-klavermengsels en alfalfa in biologische scenario's wordt verondersteld hoger te zijn dan in het basisscenario. Dit komt omdat de Nederlandse biologische landbouw sterk afhankelijk is van N-binding door vlinderbloemigen en moet compenseren voor het vermijden van N-kunstmest. De N-binding in klaverbloemmengsels is vastgesteld op 122 kg N per ha per jaar en

voor alfalfa op 250 kg N per ha per jaar. Dit zijn de standaard N-bindingswaarden voor klavermengsels en alfalfa die FarmDesign gebruikt voor biologische productie in Nederland. Let op dat dezelfde N-bindingswaarden voor grasklavermengsels en alfalfa worden gebruikt in alle andere agronomische, milieu- en economische berekeningen voor biologische scenario's in deze studie.

- Diervoeding en opbrengsten worden aangepast volgens de KWIN-gegevens¹⁶ voor de biologische veehouderij.
- Opbrengsten in gewasproductie zijn ontleend aan KWIN-gegevens voor de productie van biologische gewassen¹⁵.
- Er wordt geen gebruik gemaakt van N-kunstmest.

**BKG emissie door
"doping schuld"**

De "doping schuld" (= "landbouwinputs schuld") in biologische scenario's verschilt van het basisscenario. De kunstmestschuld die voortvloeit uit de productie van kunstmest, verbruikt in Regio Noord, is op nul gesteld. De krachtvoerschuld wordt echter verondersteld hetzelfde te zijn als in het basisscenario, om dezelfde redenen die zijn toegelicht in het hoofdstuk over luchtschade (zie hoofdstuk 4.3).

4.5 Schade aan water

**Geen schade door
pesticiden**

In het basisscenario wordt schade aan water veroorzaakt door de aanwezigheid van N, P en pesticiden in water. De schade die het 100% biologische landbouwscenario veroorzaakt door het gebruik van pesticiden zowel in Regio Noord als in het buitenland ('krachtvoer schuld'), wordt op nul gesteld omdat biologische landbouw geen gebruik maakt van synthetische pesticiden. De aan pesticiden gerelateerde schade van de BIO50% en BIO20% biologische scenario's wordt berekend op basis van hun aandeel in het gebied onder biologisch beheer.

**Eutrofiërings-
potentieel**

De eutrofiëringschade van het 100% biologische landbouwscenario wordt bepaald door zijn eutrofiëringspotentieel, dat gebruikt maakt van fosfaat (PO_4) equivalentiefactoren voor N en P. Deze benadering stelt ons in staat om een eutrofiëringspotentieel te bepalen dat voortvloeit uit de aanwezigheid van zowel N als P in water^{1,2}. De fosfaatequivalentie (PO_4 -eq) factor voor N is 0.3869 en voor P is 3.06611. De berekening wordt op de volgende manier uitgevoerd:

1. We hebben eerst het eutrofiëringspotentieel van het basisscenario bepaald. Uit het FarmDesign-model, en onze berekeningen met betrekking tot de uitstoot van luchtverontreinigende stoffen en broeikasgassen, blijkt dat de hoeveelheid N en P, die onder het basisscenario in het water kan belanden, 26.097 t N en 2.125 t P bedraagt. Bij omzetting naar het fosfaatequivalent resulteert dit in 16.603 t PO_4 -eq (Tabel 7).
2. Met dezelfde aanpak hebben we het eutrofiëringspotentieel van de biologische scenario's onder de 20%, 50% en 100% conversie berekend.
3. Uit de bovengenoemde berekeningen blijkt dat het eutrofiëringspotentieel van het BIO100%-scenario 37% van

basisscenario is. Het eutrofiëringspotentieel van BIO50% en BIO25% scenario's is respectievelijk 69% en 87% van de baseline (Tabel 7).

- We hebben de eutrofiëringschade die wordt veroorzaakt door alle drie de biologische scenario's berekend op basis van hun eutrofiëringspotentieel zoals hierboven aangegeven, ervan uitgaande dat er een lineair verband bestaat tussen de schade en het eutrofiëringspotentieel.

Tabel 7: Eutrofiëringspotentieel van het basisscenario en de biologische scenario's

Stof	PO ₄ faktor	Basisscenario N en P die in het water kan belanden			BIO scenario's N en P die in het water kan belanden						
					BIO oppervlakte 20%		BIO oppervlakte 50%		BIO oppervlakte 100%		
		t	t	%	t	% van basislijn	t	% van basislijn	t	t	% van basislijn
Stikstof (N)	0.3869	26,097	10,097	61	8,672	86	6,534	65	7,681	2,972	29
Fosfor (P)	3.0661	2,125	6,516	39	5,864	90	4,887	75	1,063	3,258	50
Totaal	-	-	16,613	100	14,536	87	11,421	69	-	6,230	37

4.6 Schade aan bodem

Dezelfde methodologie als in het basisscenario

Schade aan water en bodem van de biologische scenario's wordt beoordeeld volgens dezelfde methodologie als die van het basisscenario (Hoofdstuk 3.7). Van biologische landbouwscenario's wordt verondersteld dat ze dezelfde gewas- en veemix hebben als het basisscenario, maar met verschillende managementtechnieken die specifiek zijn voor biologische productie, hetgeen wordt uitgelegd in hoofdstuk 4.4.

4.7 Biodiversiteit

Voordelen voor biodiversiteit moeilijk in geld uit te drukken

Talrijke studies (zie hieronder) suggereren dat biologische landbouw gunstig is voor biodiversiteit¹⁰. De impact van biologische landbouw op biodiversiteit is echter notoir moeilijk in geld uit te drukken. Vooral omdat de voordelen van biodiversiteit niet alleen betrekking hebben op ecosysteemdiensten (zoals bestuiving, bestrijding van ongedierte en

¹⁰ In de context van deze studie verwijst de term biodiversiteit naar genen, soorten, habitats en landschapsdiversiteit. We zijn ons er volledig van bewust dat het landschap in Regio Noord een zeer belangrijk element van biodiversiteit is – waarschijnlijk belangrijker dan in andere delen van het land. Het specifieke landschap van Regio Noord is niet alleen een essentieel onderdeel van haar culturele en visuele identiteit, maar speelt ook een belangrijke rol in haar biodiversiteit. Het apart uitwerken van de landschappelijke waarde en gerelateerde problemen in Regio Noord gaat echter verder dan dit onderzoek.

ziekten, enz.). Ze zijn erg complex en gevoelig. Biodiversiteit beïnvloedt onder meer rechtstreeks het welzijn van de mens en de volksgezondheid^{114,115} en bepaalt grotendeels de welvaart van sommige economische sectoren, zoals het toerisme (toeristen geven meer de voorkeur aan verschillende habitats en landschappen). We konden geen enkele publicatie vinden die biodiversiteitsvoordelen van biologische landbouw omzet in geldwaarden, waarvan de methodologie gemakkelijk in dit onderzoek kon worden toegepast. We hebben daarom afgezien van het benoemen van voordelen van biologische landbouw voor Regio Noord. In plaats daarvan bieden we een overzicht van studies waarin de prestaties van biodiversiteit in conventionele en biologische landbouw worden vergeleken.

Biologische landbouw is beter voor biodiversiteit

Een meta-data-analyse over dit onderwerp¹¹⁶, gepubliceerd in 2011, dat 766 wetenschappelijke artikelen doorlichtte, concludeerde dat biologische landbouw in 87% van de documenten een betere impact op de biodiversiteit bleek te hebben. In 14% van de onderzoeken werd geen verschil gevonden, terwijl slechts 3% concludeerde dat biologische landbouw leidt tot minder biodiversiteit (54% daarvan ging over bodem-ongewervelden). Bijna identieke resultaten (biologische landbouw beter in 80% gevallen, hetzelfde in 16% en slechter in 4% gevallen) werden verkregen door een andere beoordeling¹¹⁷ in 2014, die was gebaseerd op de resultaten van 463 onderzoeken over de periode van 30 jaar. Vergelijkbare resultaten werden ook gevonden in de eerdere meta-data analysestudies, zoals een onderzoek dat alle onderzoeken vóór 2003¹¹⁸ doorlichtte.

Hogere soortenrijkdom en talrijkheid van organismen

Verschillende synthesestudies¹¹⁷⁻¹¹⁹ concluderen dat de biologische landbouw, in vergelijking met de conventionele praktijk, gemiddeld een 30% hogere soortenrijkdom heeft¹¹. Deze trend is gedocumenteerd voor meer dan 30 jaar onderzoek en vertoont geen tekenen van afname¹²⁰. Bovendien zijn organismen gemiddeld 50% talrijker¹² in biologische landbouwsystemen¹¹⁸. De superioriteit van de biologische landbouwmethode wat betreft de biodiversiteit geldt voor planten (met name onkruid), fauna (insecten, bodemfauna en microben, vogels, enz.), habitats en landschapsdiversiteit¹²¹. Biologische landbouwbedrijven lijken ook een meer diverse functionele groepen te hebben, zoals herbivoren, bestuivers, roofdieren en planten¹²¹. Biologische landbouw is niet alleen gunstig voor "populaire" soorten, zoals vogels en vlinders¹¹⁷⁻¹¹⁹, maar ook voor de "onzichtbare" soorten, zoals schimmelsoorten met ziekte-onderdrukkende werking, die zich voeden met een reeks verwekkers van plantziekten¹²². Het is ook van belang te noemen dat vogels, roofinsecten, bodemorganismen en planten positief reageren op biologische landbouw, terwijl niet-roofzuchtige insecten en ongedierte dat niet doen¹¹⁸. Rijkdom en overvloed aan bestuivende insecten en natuurlijke vijanden van

¹¹ Soortenrijkdom is synoniem voor soortendiversiteit en verwijst naar het aantal soorten dat voorkomt in een gemeenschap of ecosysteem.

¹² Talrijkheid verwijst naar het aantal individuen van één soort (bijvoorbeeld het aantal vogels van één soort).

schadelijke insecten zijn hoger in biologische dan in conventionele landbouw¹²³. In feite vertoont biologische landbouw sterke, positieve effecten op bestuivers en predatoren, waardoor ze hun ecosysteemdiensten kunnen leveren¹²⁴. De biologische methode bleek ook een groter effect te hebben op de biodiversiteit in intensieve (met name akker-) landbouwgebieden¹²⁰.

Kader 10: Dalende Nederlandse insectenpopulatie

Na een recente studie¹²⁵ die suggereert dat in een periode van 27 jaar de totale vliegende insectenbiomassa in beschermde natuurgebieden in Duitsland met 75% is gedaald, heeft het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit voor Nederland een vergelijkbaar onderzoek laten uitvoeren. Deze studie concludeert dat langetermijnafname van insectpopulaties in Nederland mogelijk kan worden verklaard door factoren die met ontwikkelingen in de landbouw samenhangen:

1. De intensivering en homogenisering van het agrarisch landgebruik;
2. Het gebruik van meer stikstof en fosfaat dan het landbouwkundig systeem kan vasthouden;
3. Het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen (vooral insecticiden);
4. versnippering van natuurlijke leefgebieden.

Deze bevindingen zijn relevant voor het beleid en het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit concludeert¹²⁶: "De trend van de achteruitgang van de insecten in Nederland is zorgelijk. Niet alleen vanwege de natuurwaarde van de insecten zelf, maar ook omdat zij een essentiële schakel vormen in de natuurlijke voedselketens en de landbouw, zoals voor de bestuiving van gewassen en afbraak van organische stof in de landbouwbodems". Een ander recent onderzoek¹²⁷ laat ook een afnemend aantal insecten zien in de Nederlandse beschermde natuurgebieden. Het aantal loopkevers dat geteld is bij Wijster (natuurgebieden Drenthe) in de afgelopen 22 jaar kelderde met 72%. Het aantal nachtvlinders in De Kaaistoep (natuurgebied Noord-Brabant) nam in 20 jaar af met 54%. Deze twee insectengroepen bevatten in totaal zo'n 1.100 soorten, ongeveer 6% van alle in Nederland voorkomende insectensoorten¹²⁸.

Oorzaken van superieure biodiversiteit

Uit de resultaten van de bovengenoemde studies kan worden geconcludeerd dat de voordelen voor biodiversiteit van biologische landbouw worden veroorzaakt door:

- Afzien van synthetische pesticiden en minerale meststoffen (een lagere nutriëntenbelasting);

- Een bredere vruchtwisseling en/of gemengde teeltmethoden (bijvoorbeeld gemengde variëteiten, onderzaaien, begeleiden van planten, enz.);
- Inrichting van bufferstroken (bijvoorbeeld "keverbanken", bufferstroken, enz.)
- Plaatsen en/of onderhoud van habitats/landschapselementen (stenen muren, hagen, solitaire bomen, sloten, vijvers, enz.);
- Lagere veebezetting (minder dieren per hectare);
- Bewustzijn van boeren en affiniteit met het waarborgen van de biodiversiteit.

4.8 Antibioticaresistentie

Het probleem

In de veehouderij worden antibiotica routinematig preventief toegepast. Deze praktijk draagt bij aan het vergroten van de gezondheidsproblemen van de mens omdat het de weerstand tegen antibiotica in bacteriën versterkt¹²⁹. Veel van de antibiotica die in de veehouderij worden toegepast, worden ook in de menselijke geneeskunde gebruikt. Wanneer bacteriën routinematig worden blootgesteld aan antibiotica, overleven en vermenigvuldigen alleen de resistente stammen zich, waarbij zich geleidelijk een bacteriepopulatie ontwikkelt die resistent is tegen een antibioticum. Wanneer dit gebeurt, worden de middelen om bacteriën te bestrijden aan mensen ontnomen. In Nederland is de veehouderij goed voor 81% van de totale consumptie van de werkzame stof van antibiotica, en verbruikt 4,1 keer meer antibiotica dan mensen¹³⁰. Boerderijdieren kunnen fungeren als belangrijke reservoirs van resistente genen in bacteriën^{131,132}. Het is waarschijnlijker dat landbouwers bepaalde resistente bacteriën met zich meedragen dan de rest van de bevolking, waaronder methicilline-resistente *Staphylococcus aureus* (MRSA)¹³³. Eigenlijk dragen ze vergelijkbare MRSA-stammen als die op varkenshouderijen worden aangetroffen¹³⁴. Het Europees Centrum voor ziektepreventie en -bestrijding (ECDC) waarschuwt dat antimicrobiële resistentie een van de grootste bedreigingen voor de volksgezondheid in Europa is en dat antimicrobiële resistentie ook veel voorkomt in zoönotische bacteriën (waarbij infecties van dieren naar mensen worden overgedragen)¹³⁵. Volgens dezelfde organisatie is er een continue toename van de gecombineerde resistentie tegen meerdere antibioticagroepen, wat zeer zorgwekkend is, omdat patiënten met deze multiresistente bacteriën zeer beperkte behandelingsmogelijkheden hebben¹³⁶. In Nederland werd vastgesteld dat resistente bacteriën via de voedselketen van boerderijdieren naar mensen kunnen worden overgedragen¹³⁷, waaronder bacteriën die menselijke infecties kunnen veroorzaken¹³⁸.

Biologische landbouw gebruikt minder antibiotica

Een routinematig, preventief gebruik van antibioticum in de biologische landbouw is niet toegestaan. Antibiotica worden alleen gebruikt in de therapie om dierenleed te voorkomen. In Nederland is het gebruik van antibiotica bij biologische melkkoeien 3 keer lager dan bij conventionele productie¹³⁹. Bij de biologische vleeskuikenproductie worden antibiotica nauwelijks gebruikt vanwege de lange voorgeschreven uitwerkperiode

... en veroorzaakt minder resistentie	voor de slacht en de economische onhaalbaarheid om afzonderlijke dieren in een toom slachtkuikens te behandelen ¹²⁹ .
Kosten uitdrukken in geld is niet mogelijk	Verwacht wordt dat een verschuiving naar biologische landbouw het risico van ontwikkeling van resistentie tegen antibiotica ^{129,140} zal verminderen, waaronder resistentie tegen twee bijzonder wijdverspreide bacteriën - <i>Escherichia coli</i> bij de varkensproductie ¹⁴¹ en Salmonella bij de pluimveehouderij ¹⁴² . Methicilline-resistente <i>Staphylococcus aureus</i> (MRSA) komen minder voor in de biologische productie ^{143,144} . Bovendien hebben biologisch kippen- en varkensvlees een veel lager (33%) risico op besmetting met bacteriën die resistent zijn tegen 3 of meer antibiotica in vergelijking met conventionele voedingsmiddelen ¹⁴⁵ . Antibioticaresistentie veroorzaakt immense maatschappelijke kosten. Het verhoogt het aantal sterftegevallen, waardoor de werkende bevolking en hun bijdrage aan het bbp afneemt. Het verhoogt ook de morbiditeit. Langdurige perioden van ziekte verminderen tijdelijk de omvang van het personeelsbestand en de arbeidsproductiviteit terwijl ze de sociale en individuele gezondheidsrekening vergroten. Ten slotte, maar daarom niet minder belangrijk, raken sommige mensen vergiftigd door het opnemen van bacteriën in voedsel (bijvoorbeeld Salmonella), wat bijdraagt aan de morbiditeitsrekening. Wereldwijd wordt verwacht dat de resistentie van antibiotica leidt tot een maatschappelijke kostenpost van \$2,1 biljoen per jaar, met de neiging om te groeien tot \$124,5 biljoen per jaar in een paar decennia ¹⁴⁶ . Een Britse studie ¹⁴⁷ suggereert dat de kosten van antimicrobiële resistentie in het VK £10 miljard per jaar bedragen. Helaas konden we geen vergelijkbare berekening voor Nederland vinden.
...maar biologische landbouw zou de microbiële antibiotica-resistentie verminderen	Rekening houdend met het feit dat veehouderij in Nederland maar liefst 81% van het totale antibioticagebruik verbruikt ¹³⁰ en dat biologische veeteelt in Nederland veel minder antibiotica gebruikt dan conventionele veeteelt ¹³⁹ , zal een wijdverbreide omschakeling naar biologische landbouw waarschijnlijk de antibioticaresistentie aanzienlijk verminderen en de gerelateerde maatschappelijke kosten verlagen. Omdat er echter geen gegevens zijn die ons in staat stellen om een monetaire beoordeling van de resistentie tegen antibiotica uit te voeren voor het basisscenario, kunnen we de positieve bijdrage van biologische scenario's in het voorkomen en verminderen van resistentie tegen antibiotica niet beoordelen op basis van geld.

4.9 Biologische voedselkwaliteit en de mogelijke voordelen voor de gezondheid

Biologische voedselkwaliteit – de meest recente wetenschappelijke bevindingen	In de periode 2000-2014 zijn tenminste 15 wetenschappelijke beoordelingen of meta-analyses gepubliceerd van de wetenschappelijke literatuur waarin voedingsverschillen worden vergeleken tussen biologisch en conventioneel geproduceerd voedsel ¹²¹ . Twaalf hiervan vonden aanwijzingen dat biologisch voedsel voedzamer was, terwijl drie concludeerden dat er geen consistente voedingsverschillen waren tussen biologisch en conventioneel voedsel ¹²¹ . De meest recente
--	--

wetenschappelijke artikelen (gepubliceerd in 2014^{148,149}, 2016^{121,150,151} en 2017^{129,152,153}, waarin wetenschappelijke beoordelingen of meta-analyses worden samengevat op basis van ongeveer 600 afzonderlijke studies over de kwaliteit van biologisch voedsel, concluderen dat in vergelijking met conventioneel, biologisch voedsel over het algemeen gesproken een superieure voedingswaarde laat zien.

Belangrijkste bevindingen in samenstelling van biologisch eten

In vergelijking met conventioneel voedsel bevat biologisch voedsel meer gewenste en minder ongewenste voedingssamenstellingen, die als volgt kunnen worden samengevat¹⁵³.

- Biologische gewassen hebben een hogere antioxidant niveaus en tussen de 18 en 69% hogere concentraties van een reeks individuele antioxidanten (wenselijk);
- Biologische vlees-, melk- en zuivelproducten hebben hogere concentraties omega-3-vetzuren (gewenste verbindingen);
- Biologische melk bevat hogere niveaus van totaal geconjugeerd linolzuur, hogere ijzer- en α -tocoferolconcentraties (gewenste verbindingen);
- Conventionele gewassen hebben hogere gehalten van het giftige metaal cadmium (ongewenste bestanddelen) en hebben vier keer meer kans om detecteerbare residuen van bestrijdingsmiddelen (ongewenste verbinding) te bevatten;
- Conventionele gewassen hebben hogere concentraties aan eiwit en stikstof (zowel gewenste als ongewenste verbindingen, afhankelijk van de omstandigheden), maar ook van nitraat en nitriet (ongewenste verbindingen);
- Conventioneel vlees heeft hogere concentraties van de verzadigde vetzuren myristine- en palmitinezuur (ongewenste verbindingen);
- Biologische melk heeft lagere concentraties jodium en selenium (gewenste verbindingen, hoewel melk geen belangrijke bron is van selenium in menselijke voeding).

Een overzicht van deze bevindingen is te vinden in Tabel 56 en Tabel 57.

Gevolgen voor volksgezondheid

Hoewel de bovengenoemde studies aangeven dat biologisch voedsel de neiging heeft om nutritioneel meer wenselijke en minder ongewenste verbindingen te bevatten, is de potentiële gunstige invloed ervan op de gezondheid van de mens nog steeds erg moeilijk te rechtvaardigen^{123,129,152,153}. Ook al suggereert een gezond verstand dat het nuttigen van meer antioxidanten en onverzadigde vetzuren, vergezeld van minder bestrijdingsmiddelen, toxische metalen en nitraten - gezond is/moet zijn, een degelijk wetenschappelijk bewijs ontbreekt. De consumptie van voedsel met een hoge voedingswaarde is namelijk niet de enige factor die bepalend is voor de gezondheid van de mens. Levensstijlen, stress, lichamelijke activiteit, opvoeding, rookstatus, alcoholgebruik, energie-inname, beperkende voeding, gebruik van medicijnen, gezondheidssupplementen en vaccinaties, evenals naleving van openbare voedingsrichtlijnen spelen ook een rol bij de gezondheid van de mens^{153,154}. Bovendien komt de kwaliteit van sommige conventionele voedingsmiddelen dicht in de buurt van die van biologisch¹⁵².

Resultaten van cohortstudies bij mensen

Menselijke cohortstudies en dieetinterventies bij dieren die de potentiële impact van biologische voeding op de menselijke gezondheid bestuderen, zijn schaars^{129,152,153}. Enkele recente studies suggereren het volgende:

- Consumptie van biologische voeding heeft een negatieve associatie met de prevalentie van het metabool syndroom, een geclusterde aandoening - een van de beste voorspellers van cardiovasculaire ziekten^{153,155}.
- Consumptie van biologische melk vermindert het risico op eczeem bij zuigelingen¹⁵⁶.
- Er is een positieve relatie tussen consumptie van biologische groenten/of zuivelconsumptie en risico's van pre-eclampsie bij moeders^{152,157}.
- Regelmatige consumenten van biologische voeding hebben een aanzienlijk lager risico op overgewicht of obesitas, terwijl kinderen een lager risico op kinderallergieën hebben (resultaten van een recent Frans cohortonderzoek met 62.224 personen)^{154,158}.
- Consumenten van biologische voeding hebben lagere concentraties organofosfaat-metabolietmetabolieten in hun urine¹⁵⁹.
- Er is een zwak verband tussen de consumptie van biologische voeding en een verminderde incidentie van non-Hodgkin-lymfoom¹⁶⁰.
- Blootstelling aan landbouwpesticiden levert mogelijk een bijdrage aan het stijgende aantal gevallen van obesitas, diabetes type 2 en andere kenmerken van metabole aandoeningen^{129,153,155,161,162}.
- Landbouwers die werken met pesticiden hebben een verhoogd risico om de ziekte van Parkinson te ontwikkelen¹⁶³⁻¹⁶⁵, type 2 diabetes^{166,167} en bepaalde soorten kanker, waaronder non-Hodgkin lymfoom¹⁶⁸ en kinderleukemie of lymfomen, b.v. na beroepsmatige blootstelling tijdens zwangerschap^{163,169} of residentieel gebruik van pesticiden tijdens zwangerschap^{163,170} of kinderjaren¹⁷¹. Deense studies over kinderen van broeikasarbeiders¹⁷²⁻¹⁷⁶ suggereren dat zelfs een korte beroepsmatige blootstelling tijdens de eerste weken van de zwangerschap, voordat vrouwen weten dat ze zwanger zijn, de groei van kinderen (inclusief lager geboortegewicht en verhoogd lichaamsvet op schoolleeftijd), hersenfuncties en seksuele ontwikkeling (inclusief kleinere geslachtsdelen op schoolleeftijd bij jongens en vroege borstontwikkeling bij meisjes). Zwangere vrouwen en kinderen hebben de neiging om meer metabolieten te metaboliseren in vergelijking met volwassenen¹²⁹.

...niet genoeg om te bewijzen dat biologisch voedsel gezonder is

Hoewel de bevindingen van de bovengenoemde (en ook enkele andere onderzoeken) bemoedigend zijn voor consumenten en pleitbezorgers van biologische voeding, bestaat er onder de wetenschappelijke gemeenschap consensus dat het beschikbare bewijsmateriaal beperkt is en daarom onvoldoende om te concluderen dat (reguliere) consumptie van biologisch voedsel de gezondheid van mensen positief kan beïnvloeden^{129,152,153}. Geen van de studies over de gezondheid van de mens rapporteerde echter negatieve gevolgen voor de gezondheid van de consumptie van biologisch voedsel in vergelijking met conventionele voedingsmiddelen¹²³. Nutritionele superioriteit van biologisch voedsel is hoogstwaarschijnlijk niet van praktische relevantie in goed gevoede populaties¹⁵². Een ander probleem is dat alle huidige onderzoeken gebaseerd zijn op zeer kleine populaties en korte looptijden¹²⁹.

Cohortstudies voor de lange termijn die zich richten op biologische voeding en chronische ziekten bestaan niet, evenals gecontroleerde studies met interventiestudies door de mens die de effecten van organische en conventionele diëten vergelijken¹⁵³.

Kader 11: Biologische melk helpt Nederlandse kinderen

De KOALA-geboortecohortstudie in Nederland¹⁵⁶ (n=2764) beoordeelde de correlatie tussen biologische voedselconsumptie, eczeem en piepende ademhaling bij zuigelingen tot de leeftijd van 2 jaar. Veneuze bloedmonsters, afgenomen bij 815 baby's op de leeftijd van 2 jaar, toonden aan dat eczeem aanwezig was bij 32% van de zuigelingen, recidiverende piepende ademhaling bij 11% en verlengde piepende ademhaling bij 5%. Op 2-jarige leeftijd was 27% van de kinderen gevoelig voor ten minste één allergeen. Uit het onderzoek bleek dat kinderen die matig of strikt biologische melk consumeerden, minder last hadden van eczeem¹⁵⁶. Dit kan veroorzaakt zijn door de hogere n-3 meervoudig onverzadigde vetzuren concentraties en lagere n-6:n-3 meervoudig onverzadigde vetzuren verhouding in biologische melk¹⁵⁰, omdat er steeds meer aanwijzingen zijn voor antiallergische effecten van n-3 vetzuren¹⁷⁷.

Andere humane cohortstudies suggereren dat een overstap naar biologische melkconsumptie het risico op hypospadie bij jongens kan verminderen^{178,179} - een aangeboren aandoening van de urethra waarbij de urinaire opening zich niet op de gebruikelijke locatie op het hoofd van de penis bevindt, wat ongeveer 0,7% veroorzaakt Nederlandse mannen bij geboorte¹⁸⁰.

Verlaging van de uitgaven voor voedings-supplementen?

Een overschakeling van conventionele naar biologische gewasconsumptie zou resulteren in een stijging van 20-40% (en voor sommige verbindingen meer dan 60%) in gewas-gebaseerde antioxidant/(poly)fenolniveaus zonder een gelijktijdige toename van energie, die in lijn zou zijn met de voedingsaanbevelingen¹⁴⁸. Deze geschatte omvang van het verschil zou equivalent zijn aan de hoeveelheid antioxidanten/(poly)fenolen die aanwezig is in een tot twee van de vijf porties groenten en fruit waarvan wordt aanbevolen dagelijks te worden geconsumeerd en die daarom significant/zinvol zou zijn in termen van menselijke voeding¹⁴⁸. Bijgevolg kan worden verwacht dat regelmatige consumptie van biologisch voedsel de uitgaven van consumenten voor het gebruik van voedingssupplementen, met name antioxidanten en onverzadigde vetzuren (zoals omega-vetzuren), zou kunnen verminderen.

Maatschappelijke kosten van organofosfaat-pesticiden in de EU

Zoals eerder al is opgemerkt, bevat biologisch voedsel veel minder residuen van bestrijdingsmiddelen dan conventioneel. Deze eindigen in biologisch voedsel door drift van conventionele velden in de buurt of door regen, sneeuw of fijnstof in de lucht. Sommige groepen bestrijdingsmiddelen kunnen meer gezondheidsproblemen veroorzaken dan andere. Een daarvan zijn zogenaamde organofosfaatpesticiden. De ziektelast en de kosten van blootstelling aan organofosfaatpesticiden in de EU worden geraamd op 146 miljard euro per jaar, goed voor ongeveer 1.2% van het bbp^{181,182} van de EU. De berekening houdt rekening met sociale kosten gerelateerd aan IQ-verlies en de bijbehorende verstandelijke beperking; autisme; aandachtstekortstoornis met hyperactiviteit; endometriose; fibromen; obesitas bij kinderen; volwassen obesitas; volwassen diabetes; cryptochisme; mannelijke onvruchtbaarheid en mortaliteit geassocieerd met verminderd testosteron. De bevindingen van deze studie worden echter zwaar bekritiseerd en bestempeld als speculatief omdat de hypothese, resultaten en conclusies niet gebaseerd zijn op de onderliggende diertoxicologie en epidemiologische gegevens^{183,184}.

...en Nederland

Urine van zwangere vrouwen in Nederland bleek een aanzienlijk gehalte aan metabolieten van organofosfaatpesticiden te bevatten, hoger dan in de VS of Noorwegen¹⁸⁵⁻¹⁸⁷. De bovengenoemde EU-brede studie^{181,182} schatte de maatschappelijke kosten van organofosfaatpesticiden in Nederland op ongeveer 5,5 miljard EUR per jaar. In een studie van de Universiteit van Utrecht¹⁸⁷, die een andere beoordelingsmethode toepaste, werd echter geschat dat de sociaal-economische kosten van prenatale blootstelling van Nederlandse pasgeborenen aan organofosfaatpesticiden, resulterend in het verlies van IQ-punten (van 2,0 tot 8,2 IQ-punten) 2,7 miljard EUR per jaar bedraagt.

Het gebruik van organofosfaatpesticiden in Regio Noord veroorzaakt nauwelijks maatschappelijke kosten

Regio Noord huisvest 10% van de Nederlandse bevolking. Theoretisch gezien, zouden we 10% van de maatschappelijke kosten in Nederland, veroorzaakt door de metabolieten van organofosfaatpesticiden in voedsel, kunnen toewijzen aan Regio Noord. Deze kosten zouden in de orde van 270-550 miljoen EUR per jaar liggen. Dit zou echter oneerlijk en methodologisch onjuist zijn omdat:

1. Deze kosten vloeien voort uit het verbruik van alle voedingsmiddelen - en niet uitsluitend uit het voedsel dat wordt geproduceerd in Regio Noord.
2. Fruit en groenten¹⁸⁵ of fruit alleen^{186,188} zijn de belangrijkste bron van residuen van organofosfaat-bestrijdingsmiddelen in het menselijk lichaam. De meeste groenten en fruit geconsumeerd in Regio Noord komen van buiten de regio, dus de landbouw in de regio kan niet verantwoordelijk worden gesteld voor de kosten die deze pesticiden kunnen veroorzaken.
3. Groenten en fruit uit de EU-landen, waaronder Nederland, bevatten waarschijnlijk nauwelijks detecteerbare residuen van organofosfaatpesticiden omdat het gebruik van bijna alle organofosfaatpesticiden in de EU-landbouw is verboden en hun consumptie marginaal is.
4. Tropische en subtropische vruchten en groenten, evenals die geproduceerd in andere landen waar het gebruik van

organofosfaatpesticiden is toegestaan, zijn waarschijnlijk de belangrijkste bron van residuen van organofosfaatbestrijdingsmiddelen in groenten en fruit die in Nederland worden geconsumeerd, waaronder Regio Noord.

5. Volgens onze Farm Design-berekening van pesticidegebruik in Regio Noord (op basis van KWIN-gegevens¹⁵), is dimethoaat de enige organofosfaatpesticide die in Regio Noord wordt gebruikt, goed voor slechts 0,02% van het totale gebruik van pesticide-actieve ingrediënten in Regio Noord.

Om de hierboven genoemde redenen zijn wij van mening dat de landbouwproductie in Regio Noord nauwelijks maatschappelijke kosten met zich meebrengt door het gebruik van organofosfaatpesticiden.

4.10 Publieke uitgaven

We hebben dezelfde uitgaven aangenomen als in het baseline-scenario.

5. RESULTATEN EN DISCUSSIE

5.1 Basisscenario

5.1.1 Werkgelegenheid

22.664 AJE

In 2015 creëerden de landbouw en de productie van diervoeders 22.664 AJE, waarvan de landbouw alleen goed was voor 98.8% van de totale werkgelegenheid van de onderzochte economische sectoren (Tabel 8).

Tabel 8: Werkgelegenheid in 2015

Vervaardiging van kunstmest (AJE)	Vervaardiging van veevoeders		Landbouw		Totaal (AJE)
	AJE	%	AJE	%	
0	263	1.2	22,401	98.8	22,664

5.1.2 Bruto toegevoegde waarde (BrTW)

BrTW 1.016 mln. EUR

De onderzochte economische sectoren creëerden in 2015 een totale bruto toegevoegde waarde (BrTW) van 1.016 miljoen EUR (Tabel 9). De BrTW in de voedermiddelenindustrie bedroeg in 2015 slechts € 9 miljoen. De primaire landbouwproductie in Regio Noord creëerde een BrTW van 1.007 miljoen EUR, goed voor 99,1% van het totale BrTW-bedrag van de onderzochte economische sectoren (Tabel 9). Een gedetailleerde berekening van omzet, kosten en BrTW van landbouw is te vinden in Tabel 30.

Tabel 9: Bruto toegevoegde waarde (BrTW) in 2015

Vervaardiging van kunstmest (mln. EUR)	Vervaardiging van veevoeders		Landbouw		Totaal (mln. EUR)
	mln. EUR	%	mln. EUR	%	
0	9.2	0.9	1,007	99.1	1,016

5.1.3 Schade aan lucht

Emissies van luchtverontreinigende stoffen

Tabel 10 geeft de hoeveelheid emissies weer die in 2015 door regio Noord landbouw werd gegenereerd. Het produceerde 25.6 Gg NH₃, 10.3 Gg NO_x, 0.4 Gg SO₂, waarvan het verzuringspotentieel 1.74 Gg zuur-eq is. Een gedetailleerdere berekening van het verzuringspotentieel van het basisscenario is beschikbaar in Tabel 32, waaruit kan worden afgeleid dat ammoniak 86% van het totale verzuringspotentieel van deze drie

verontreinigende stoffen uitmaakt. Maar liefst 83% van de totale ammoniakemissie komt van het vee, terwijl het gebruik van minerale meststoffen 8% vertegenwoordigt en overige bronnen 9%. Mestmanagement is de grootste bron van NH₃-, NO_x-, FS10- en NMVOC-emissies (zie Tabel 33 tot Tabel 50). Meststoffen stoten het meeste SO₂ uit, terwijl landbouwmachines de meeste FS2.5 produceren (zie Tabel 33 tot Tabel 50).

Tabel 10: Emissies van verzurende stoffen en andere luchtverontreiniging (basisscenario)

Stof	Emissie (Gg)	Schade	
		mln. EUR	%
Ammoniak (NH ₃)	25.6	294	72
Stikstofoxiden (NO _x)	10.3	55	14
Zwavel dioxide (SO ₂)	0.40	9	2
Zuur-eq	1.74	358	88
Fijnstof (FS10)	1.35	37	9
Fijnstof (FS2,5)	0.28	12	3
NMVOS	0.61	2	0
Totaal	-	409	100
Schade als % van BrTW		40	
Schade binnen Regio Noord (%)		15	
Schade buiten Regio Noord (%)		85	
Schade per AJE (EUR)		18,056	
Schade per ha (EUR)		762	
Schade per capita (EUR)		238	

Schade aan lucht

De schade aan lucht in 2015 wordt geschat op 409 miljoen EUR, wat gelijk is aan 40% van de BrTW die door de onderzochte economische sectoren werd gecreëerd (Tabel 10). Slechts 15% van deze schade kwam echter voor in Regio Noord. Luchtverontreinigende stoffen hebben de meeste impact in het middellange bereik (enkele honderden km van de bron). Daarom wordt 80% van de schade toegeschreven aan de gezondheidsgerelateerde kosten van de mensen die buiten Regio Noord wonen (Tabel 10). Ammoniak is de grootste bron van de schade, goed voor 72% van de totale schade. Het wordt gevolgd door NO_x, (14%), FS10 (9%), FS2.5 (3%), SO₂, (2%) en NMVOS (0,4%) (Tabel 10).

Schade aan gezondheid ecosystem door ammoniak

Uit onze berekening blijkt dat, met 86% van het totale verzurende potentieel, ammoniak verreweg de belangrijkste bron van verzuring is. Echter, vanwege methodologische uitdagingen in verband met het genereren van inkomsten hebben we bij onze beoordeling alleen rekening gehouden met de schade die ammoniak aan de menselijke gezondheid

veroorzaakt. We hebben geen beoordeling gemaakt van de schade die ammoniak aan de gezondheid van ecosystemen veroorzaakt door verzuring van landbouwgrond of aquatische en terrestrische ecosystemen. De beschikbare cijfers voor Nederland^{189,190} suggereren dat dit enorm zou kunnen zijn. De schade die ammoniak uit de landbouw aan de gezondheid van ecosystemen veroorzaakt, wordt geschat op 0.3 tot 3,5 miljard EUR per jaar^{189,190}.

Kader 12: Nederlandse ammoniakemissie schattingen – een grote leugen?

Een rapport van de drie Nederlandse wetenschappers¹⁹¹ had ernstige kritiek op de manier waarop de ammoniakemissie in Nederland wordt gemeten, gerapporteerd en wetenschappelijk onderbouwd. Hun uitgebreide analyse bevraagt de transparantie, nauwkeurigheid en validiteit van het nationale monitoring- en rapportagesysteem voor ammoniak op een fundamenteel niveau. Dit bleek slechts gedeeltelijk toegankelijk en onvolledig te zijn, gebaseerd op dubieuze en slecht onderbouwde veronderstellingen en ongemelde onzekerheden. Over het algemeen werd geconcludeerd dat het nationale monitoring- en meldingssysteem voor ammoniak en de cijfers ervan verkeerd worden geïnterpreteerd, onbetrouwbaar zijn en niet aan de wetenschappelijke normen voldoen. Vergelijkbare kritiek werd door hen gericht aan de NEMA-databank (National Emission Model for Agriculture). De NEMA-databank diende als basis voor het bepalen van de TAN-cijfers voor biologisch vee die zijn gerapporteerd in de bovengenoemde publicaties¹⁰⁹⁻¹¹³, waarop ook onze berekeningen zijn gebaseerd. De belangrijkste instellingen die betrokken zijn bij monitoring, rapportage en wetenschappelijke back-up van het Nederlandse ammoniakbeleid, RIVM en WUR, hebben gereageerd^{192,193} op de bevindingen gepresenteerd in het rapport van de drie Nederlandse wetenschappers. Ze erkennen bepaalde inconsistenties en verbeterpunten in hun werk, maar bleven in principe achter de geldigheid en nauwkeurigheid staan van de gegevens die ze publiceerden. Dit alles leidde ook tot een ronde tafel over de kwestie georganiseerd door de Tweede Kamer¹⁹⁴. Ook hier werd geconcludeerd dat het huidige monitoring- en rapportagesysteem over ammoniakemissie verdere verbetering behoeft en om meer onderzoek vraagt.

We hebben het bovengenoemde rapport en de reacties op de bevindingen grondig bestudeerd. We hebben echter besloten dat dit rapport geen praktische meerwaarde heeft voor onze studie omdat:

1. Het de methodiek bespreekt en bevraagt van hoe ammoniakemissies worden gemonitord en gerapporteerd in de conventionele landbouw. Het rapport verwijst helemaal niet naar het potentiële verschil in ammoniakemissie tussen biologische en conventionele landbouwproductie. Het levert geen concrete cijfers op die we in onze studie zouden kunnen gebruiken.
2. Verschillende hoofdpunten van kritiek en bevindingen uit dit rapport zijn zeer twijfelachtig en zijn zowel door het RIVM als door de WUR verworpen.

Bereidheid (of niet) om te betalen

Opgemerkt moet worden dat de bovengenoemde geschatte ammoniakschade aan ecosystemen niet de waarde is van de werkelijke economische schade, maar een cijfer dat de bereidwilligheid van de Nederlandse burgers weergeeft om te voorkomen dat ecosysteemschade wordt veroorzaakt door ammoniak. Hiervoor zijn waarderingenquêtes onder burgers gebruikt: met vragen in de trant van " Welk bedrag heeft u per maand over ter bestrijding van luchtverontreiniging als u daardoor zes maanden extra mag leven?" Of " Hoeveel belastinggeld heeft u over voor ecologisch herstel van de Oostzee?" ¹⁸⁹. We hebben bewust geen inschattingen voor het monetariseren gebruikt die gebaseerd zijn op de bereidheid om te betalen. Daar zijn drie redenen voor:

1. De meeste van onze andere berekeningen, met name over de schade aan de lucht, zijn gebaseerd op de daadwerkelijke (geschatte) schade aan de gezondheid van de mens – maar niet op een hoeveelheid geld die een persoon aangeeft te willen betalen om vervuiling te vermijden (bijv. nitraten in drinkwater) of het aanbieden van een ecosysteemdienst (bijvoorbeeld bestuivingsdiensten van bijen). We zijn van mening dat het gebruik van betalingsbereidheid methodologisch inconsistent, of zelfs onjuist zou zijn.
2. Resultaten verkregen uit enquêtes op basis van de bereidheid van burgers om te betalen, staan erom bekend twijfelachtige resultaten te produceren vanwege de aanzienlijke verschillen tussen de hypothetisch vastgestelde betalingsbereidheid die in de enquêtes wordt gerapporteerd en de prijs wanneer de betaling echt plaatsvindt ^{195,196}, vooral als het vragen betreft over een mogelijke verlenging van het leven in plaats van verbetering van de kwaliteit van leven¹⁹⁷.
3. Het is de vraag of de verklaarde betalingsbereidheid van een in 2010 uitgevoerd onderzoek in 2015 vergelijkbaar of hetzelfde zou zijn.

5.1.4 Schade aan klimaat

Emissies gelijk aan 5.323 Gg CO₂-eq.

De BKG-emissies van het basisscenario zijn gelijk aan 5.323 Gg CO₂-eq (Tabel 11). Met een aandeel van 42% in de totale uitstoot is darmfermentatie de grootste bron van BKG-uitstoot, gevolgd door mestmanagement (27%) en 'doping schuld'. Andere emissiebronnen vertegenwoordigen minder dan 10% van de totale BKG-uitstoot (Tabel 11). Een gedetailleerd overzicht van BKG-emissies is te vinden in Tabel 53.

Schade aan klimaat

De schade aan het klimaat in 2015 wordt geschat op 179 miljoen EUR, wat overeenkomt met 17,6% van de BrTW die door de onderzochte economische sectoren werd gecreëerd (Tabel 11). Maar liefst 78% van deze schade deed zich voor in Regio Noord¹³. Het aandeel van

¹³ In tegenstelling tot andere milieuschade, die een lokaal of regionaal karakter heeft, is de schade aan het klimaat een wereldwijd fenomeen. Vanuit het oogpunt van milieuboekhouding is het dus niet helemaal correct om een hard onderscheid te maken tussen schade afkomstig van binnen en buiten Regio Noord. Omwille van de eenvoud en een beter begrip van de omvang van de schade, afkomstig uit Regio Noord, hebben we echter de volledige schade aan het klimaat uit Regio Noord als "lokaal" betiteld.

afzonderlijke emissiebronnen in de totale schade is hetzelfde als in de totale emissie omdat een uniforme schadekost voor CO₂-eq (33.6 EUR per t) wordt toegepast op alle bronnen van BKG-emissie. De schade aan het klimaat in 2015 bedroeg 7.892 EUR per AJE, 333 EUR per hectare en 104 EUR per capita (Tabel 11).

Tabel 11: Emissies van broeikasgassen door de landbouw en milieukosten in 2015

Emissiebron	Emissie (Gg)	Schade	
		mln. EUR	%
Doping schuld	1,184	40	22
Vervaardiging van landbouwinp.	0	0	0
Pens- en darmfermentatie	2,242	75	42
Mestmanagement	1,423	48	27
Weidemest van graasdieren	100	3	2
Kunstmest	334	11	6
Symbiotische N-fixatie	2	0	0
Atmosferische N-depositie	39	1	1
Totaal	5,323	179	100
Schade als % van BrTW		17.6	
Schade binnen Regio Noord (%)		22	
Schade buiten Regio Noord (%)		78	
Schade per AJE (EUR)		7,892	
Schade per ha (EUR)		333	
Schade per capita (EUR)		104	

Emissie per gas

Methaan (CH₄) en stikstofoxide (N₂O) dragen in gelijke mate bij aan de totale BKG-emissies (uitgedrukt als CO₂-eq.) (Tabel 12). Darmfermentatie is de enige bron van methaanemissie en mestmanagement is verreweg de grootste bron van uitstoot van stikstofoxide. Vrijwel de gehele BKG-emissie is afkomstig van vee (Tabel 12).

Tabel 12: Emissies van CH₄ en N₂O broeikasgassen

Emissiebron	Gg CH ₄	Gg N ₂ O	CO ₂ -eq	
			Gg	%
Darmfermentatie	107	-	2,239	50
Mestmanagement	-	6.0	1,861	42
Groenbemesting	-	0.0	0	0
Symbiotische N-fixatie	-	0.0	2	0
Atmosferische N-depositie	-	0.1	39	1
Kunstmest	-	1.1	334	7
Totaal	107	7.2	4,474	100
CO ₂ -eq (Gg)	2,239	2,236	4,474	
CO ₂ -eq (%)	50	50	100	

CO₂-uitstoot door veengronden buiten beschouwing gelaten

Onze inschatting van de BKG-emissies in Regio Noord heeft geen rekening gehouden met de CO₂-emissies van veengrond (een dergelijke verfijning was niet haalbaar binnen de tijd en middelen die we hadden voor deze opdracht). Regio Noord heeft behoorlijk wat veengrond en deze stoot een aanzienlijke hoeveelheid CO₂ uit. Ze wordt gebruikt voor landbouw door kunstmatig het oppervlaktewaterniveau te verlagen, met waterniveaus van 30 tot 90 cm onder het oppervlak¹⁹⁸. Als gevolg daarvan oxideert de veengrond, wat leidt tot CO₂-emissies en een gestage afname van de bodemdpte van ongeveer 0,8 cm per jaar⁹².

Is de toegepaste prijs eerlijk?

De prijs van 33.6 EUR per t CO₂-eq die we hebben toegepast, is bijna 50% lager dan de prijs van 62.7 EUR per t CO₂-eq die wordt gebruikt in andere klimaatschade-evaluaties voor Nederland¹⁹⁹. Het is echter bijna hetzelfde als de prijs van 31 EUR per t CO₂-eq die in weer andere berekeningen wordt gebruikt²⁰⁰. Aangezien de door ons gebruikte schadekosten zijn voorgesteld door het Europees Milieuagentschap, zijn wij van mening dat dit geloofwaardig genoeg is.

Dopingschuld

Het is interessant om op te merken dat dopingschuld (kunstmest- en krachtvoerschuld) maar liefst 22% van de totale schade aan het klimaat uitmaakt (Tabel 11). Dit is niet verrassend gezien de enorme hoeveelheid kunstmest en krachtvoer die in de regio wordt geconsumeerd. Krachtvoer-emissie en -schuld is bijna 3,5 keer zo hoog als die van kunstmest (Tabel 54). Het is ook interessant om te zien dat de productie van krachtvoer voor Regio Noord een extra 187.250 ha landbouwgrond buiten de regio vereist. Dit gebied komt overeen met 35% van huidige landbouwgrond in Regio Noord of 50% van het huidige grasland & voedergewassenland in Regio Noord.

5.1.5 Schade aan water

**Schade aan water:
70,5 mln. EUR**

De totale schade aan water in 2015 wordt geschat op 70,5 miljoen EUR, goed voor 6,9% van de BrTW van de bestudeerde economische sectoren. Eutrofiëring maakt 85% uit van de kosten, pesticidegerelateerde 'krachtvoer schuld' 12% en aan pesticidegerelateerde gezondheidskosten 3% (Tabel 13). De schade aan het water in 2015 bedroeg 3.111 EUR per AJE, 131 EUR per hectare en 41 EUR per capita (Tabel 13).

Tabel 13: Schade aan water

Kosten	mln. EUR	%
Drinkwaterzuivering van nitraten	0.0	0
Nitraten - darmkanker kosten	0.0	0
Eutrofiëringsschade	60.0	85
Schade door pesticiden - gezondheid	2.1	3
"Doping schuld" pesticiden	9	12
Totaal	70.5	100
Schade als % van BrTW	6.9	
Schade binnen Regio Noord (%)	88	
Schade buiten Regio Noord (%)	12	
Schade per AJE (EUR)	3,111	
Schade per ha (EUR)	131	
Schade per capita (EUR)	41	

**Kosten van
drinkwater-
behandeling voor
nitraat**

De kosten voor de onttrekken van nitraten uit drinkwater afkomstig van de landbouw, in Regio Noord in 2015, bedragen 16,8 miljoen EUR. Maar toen we deze kosten eens nader gingen bekijken, begonnen we eraan te twifelen of ze überhaupt wel voorkwamen in Regio Noord. De meeste landbouwgronden in Regio Noord zijn niet vatbaar voor nitraatuitspoeling (klei en veen)⁹⁵. Sommige gebieden op zandgrond zijn echter geclassificeerd als licht gevoelig, matig gevoelig en gevoelig (zeer klein gebied) voor nitraatuitspoeling. Een grote meerderheid van deze gronden bevindt zich in Drenthe. Uit de beschikbare gegevens blijkt dat de nitraatconcentratie in klei en veenregio's, zowel in het grondwater^{94,95,201,202} als in oppervlaktewater⁹⁴, lager is dan het aanbevolen niveau voor drinkwater van 25 mg per liter. Zandgronden in het noorden hebben een gemiddelde nitraatconcentratie van 34 mg per liter²⁰², wat nog steeds lager is dan de maximaal toegestane concentratie van 50 mg per liter. We concludeerden daarom dat er in Regio Noord geen nitraatgerelateerde kosten voor drinkwaterreiniging zijn en besloten om deze waarde op nul te zetten.

**Kosten van
dikkedarmkanker**

De kosten van dikkedarmkanker geassocieerd met verhoogde nitraten in drinkwater bedroegen in 2015 3,0 miljoen EUR. Zoals hierboven al is uitgelegd, lijkt Regio Noord geen problemen te hebben met nitraten in drinkwater, ongeacht of het afkomstig is van grond- of oppervlaktewater¹⁴. Een deel van het water in Drenthe zal de aanbevolen nitraatconcentratie van 25 mg per liter waarschijnlijk overschrijden. De gemiddelde nitraatconcentratie in dit water ligt echter net iets hoger - 34 mg per liter²⁰². Dat, in combinatie met het feit dat de mogelijke kosten van

¹⁴ In Nederland is 66% van het drinkwater afkomstig van de grondwatervoorziening⁶.

Eerlijke kosten voor eutrofiëring?	<p>dikkedarmkanker in Drenthe waarschijnlijk onbeduidend zijn¹⁵, heeft tot de conclusie geleid dat er in Regio Noord geen aan dikkedarmkankergerelateerde kosten optreden die veroorzaakt worden door nitraten in drinkwater. Daarom hebben we besloten deze waarde op nul te zetten.</p> <p>Uit onze berekening blijkt dat de landbouwgerelateerde eutrofiëringskosten van Regio Noord in 2015 60,0 miljoen EUR bedroegen. De geschatte eutrofiëringskosten op nationaal niveau van 218,7 miljoen EUR⁹², die we hebben genomen als basis voor onze berekening voor Regio Noord, komt redelijk goed overeen met het laagste bereik (250 miljoen EUR) van de kostenraming²⁰³ op basis van de bereidheid om te betalen ter voorkoming van de gevolgen van landbouw die N vervuiling veroorzaakt aan de aquatische ecosystemen. Het is echter bijna tien keer lager dan de hoogste waarde van 2 miljard EUR per jaar. Maar we hebben bewust gekozen voor een dergelijke lage kostprijs omdat wij daarmee aan de conservatieve kant blijven.</p>
Regio Noord is niet eutrofisch?	<p>Men zou kunnen stellen dat het niet eerlijk is om 27,4% van de nationale eutrofiëringskosten toe te rekenen aan Regio Noord, omdat, in het geval van nitraten in drinkwater, de kosten op nul zijn gezet, met het argument dat er in Regio Noord nauwelijks sprake is van een buitensporige nitraatconcentratie in drinkwater. We zijn ons hier volledig van bewust maar we hebben geconcludeerd dat de afwezigheid van buitensporige nitraten in drinkwater geen goede eutrofe waterstatus geeft, omdat:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Eutroof water verwijst naar oppervlaktewater, terwijl het meeste drinkwater afkomstig is van grondwater⁶;2. Eutrofiëringcriteria en drempelwaarden verschillen van die voor nitraten in drinkwater²⁰⁴;3. Eutrofiëring wordt veroorzaakt door zowel stikstof als fosfor. Maar in zoet water is fosfor de hoofdoorzaak van eutrofiëring²⁰⁵.4. De meeste bodems in Regio Noord zijn niet vatbaar voor uitspoeling⁹⁵ en N en P worden via drainagebuizen, greppels en sloten afgevoerd naar het oppervlaktewater⁹⁴.5. De gemiddelde N- en P-concentraties in het oppervlaktewater overschrijden de maximaal toelaatbare niveaus, ook in de bodemtypen die veel voorkomen in Regio Noord (klei, veen en noordelijk zand)^{94-96,204}, wat hoogstwaarschijnlijk zal leiden tot eutrofiëring.
Pesticiden – lage externe kosten	<p>In 2015 heeft Regio Noord 1,0 miljoen kg pesticiden verbruikt. Maar liefst 93 pesticiden werden afzonderlijk of in combinatie gebruikt (zie bijlage X). Hun gezondheidsschade wordt geschat op 2,05 miljoen EUR, wat neer komt op 2,05 EUR per kg werkzame stof. In vergelijking met andere externe kosten lijken deze kosten laag te zijn. Men zou verwachten dat de toepassing van 1 miljoen kilogram giftige stoffen waarschijnlijk een grotere schade zou veroorzaken, met name rekening houdend met de schadekosten voor pesticiden die in andere onderzoeken zijn gemeld. De</p>

¹⁵ In Drenthe woont minder dan 3% van de Nederlandse bevolking en 28,4% van de bevolking in Regio Noord. Dus, hypothetisch, zouden de darmkankerkosten in Drenthe in 2015 slechts 0,85 miljoen EUR kunnen bedragen.

EXIPOL - een multi-miljoen en meerjarig, door de EU gefinancierd, onderzoeksproject over externe kostenberekening, vond dat de gezondheidskosten (kanker en niet-kankereffecten) geassocieerd met herbicidegebruik in Nederland 22,3 EUR¹⁶ per kg werkzame stof bedragen^{206,207}. Een gemiddelde waarde voor pesticideschade, verkregen uit onderzoeken naar pesticidenexternaliteiten uit Duitsland, het VK en de VS²⁰⁸, wordt geschat op 8,78 EUR per kg werkzame stof. Waarom is de pesticideschade in Regio Noord slechts 2,05 EUR per kg werkzame stof, en is dit cijfer betrouwbaar?

**Oorzaken voor
lage
pesticideschade**

We zijn er vrij zeker van dat onze beoordeling van de externe effecten van pesticiden in Regio Noord eerlijk, betrouwbaar en volgens de norm is. De volgende aspecten zorgden ervoor dat de pesticidegerelateerde schade zo laag is:

1. Maar liefst 70% van het landbouwareaal in Regio Noord bestaat uit grasland, waar nauwelijks pesticiden worden gebruikt.
2. Maar liefst 62% van alle pesticiden die in 2015 werden geconsumeerd, werden op aardappelen toegepast. De opname van pesticiden is bijvoorbeeld veel hoger op sla of tomaat dan op aardappelen als gevolg van verschillen in gebruikstijden vóór de oogst en de grond als extra barrière voor opname in aardappelknollen⁹⁸. Aldus hebben pesticiden die op aardappelen worden gespoten een veel lagere DALY-waarde (en schadekoers) dan die op andere gewassen worden gespoten⁹⁸.
3. Onze beoordeling is gebaseerd op de meest recente wetenschappelijke bewijzen, gepubliceerd in 2016 door de leidende experts van de bovengenoemde EXIPOL-studie. Hun berekeningen in 2016 zijn veel geavanceerder en nauwkeuriger dan de EXIPOL-schattingen^{206,207}, of veel eerdere berekeningen van pesticidenexternaliteiten voor Duitsland, het VK en de VS²⁰⁸.
4. Insecticiden zijn goed voor slechts 16% van alle pesticiden die in Regio Noord worden gebruikt. Insecticiden lijken veel hogere schadekosten te veroorzaken dan andere pesticiden. In de meeste landen is de EXIPOL-schadeprijs voor insecticiden een aantal malen hoger dan voor herbiciden. België heeft bijvoorbeeld een zeer vergelijkbare EXIPOL-schadeprijs voor herbiciden als Nederland (25 tegenover 22 EUR per kg werkzame stof). De Belgische schadeprijs voor insecticiden is echter bijna tien keer zo hoog als voor herbiciden: 229 EUR per kg werkzame stof.
5. In de publicatie die we als basis voor onze berekening gebruikten⁹⁸, zijn gegevens over het effect van kanker slechts beschikbaar voor 20% en gegevens over niet-kankereffecten alleen voor 45% pesticiden. Het bevat geen DALY-gegevens voor 33% van de pesticiden die in Regio Noord worden gebruikt. Onze schadekosten worden dus berekend op basis van DALY voor 67% van de pesticiden die in Regio Noord worden gebruikt.

¹⁶ De EXIPOL levert ook schadekosten voor insecticiden, maar voor Nederland is geen cijfer beschikbaar.

Uitgesloten externe effecten van pesticiden

Het is belangrijk op te merken dat DALY-factoren voor pesticiden alleen schade aan de menselijke gezondheid omvatten. Onze berekening van bestrijdingsmiddelengerelateerde externaliteiten dekt dus niet de volgende kostencategorieën:

1. Schade aan terrestrische en aquatische organismen en ecosystemen;
2. Onderhoud van waterwingebieden;
3. Monitoring en verwijdering van pesticiden uit drinkwater;
4. Handhaving van wetgeving inzake pesticiden;
5. Bestrijdingsmiddelengerelateerd onderwijs, onderzoek en uitbreiding.

DALY factoren beslaan meer dan water

Voedselconsumptie, niet water, is de belangrijkste manier voor mensen om blootgesteld te worden aan pesticiden⁹⁸. Dus vanuit het oogpunt van 'milieuboekhouding' is het niet helemaal correct om alle DALY-effecten toe te wijzen aan de schade aan water. Echter, om alle gezondheidsgerelateerde kosten van het gebruik van pesticiden vast te leggen en tegelijkertijd de boekhouding eenvoudig te houden, hebben we besloten om alle DALY-effecten toe te wijzen aan de schade aan water.

5.1.6 Schade aan bodem

Een positieve bodembalans voor koolstof

Het basisscenario toont een positieve balans van organische stof (OS)/koolstof (C) in de bodem: 362 kt organische stof of 210 kt C (Tabel 14). Uitgedrukt in waardes per hectare is dit samengevoegd gelijk aan 680 kg OS en 394 kg C. Dierlijke mest is goed voor 70% van het totaal aan aanvoer en afvoer van organische stof/koolstof in de bodem. Een gedetailleerd overzicht van de gehele koolstofcyclus is weergegeven in Bijlage IX).

Tabel 14: Balans van organische stof in de bodem en schade aan bodem – basisscenario

Aanvoer - afvoer	Organische stof (OS)		Koolstof (C)		Schade aan bodem	
	kt OS	kg OS per ha	kt C	kg C per ha	mln. EUR	%
Aanvoer						
Dierlijke mest	1,353	2,546	785	1,477	-96	374
Gewasresten	574	1,081	333	627	-41	159
Totaal aanvoer	1,927	3,627	1,118	2,104	-137	533
Afvoer						
Dierlijke mest vermindering	1,088	2,048	631	1,188	78	-301
Bodem-organische stof vermindering	477	899	277	521	34	-132
Totaal afvoer	1,565	2,947	908	1,709	112	-433
Balans (= aanvoer - afvoer)	362	680	210	394	-26	100
Schade als % van BrTW					-2.5	
Schade binnen Regio Noord (%)					100	
Schade buiten Regio Noord (%)					0	
Schade per AJE (EUR)					-1,139	
Schade per ha (EUR)					-48	
Schade per capita (EUR)					-15	

Schade aan bodem

Omdat er in 2015 sprake was van een positieve balans (accumulatie) van organische stof/koolstof in de bodem, is er geen enkele schade aan de bodem te benoemen (Tabel 14). Integendeel zelfs: de uiteindelijk opeenstapeling van 210 kt C leverde een positieve externaliteit van 26 miljoen EUR op (Tabel 14). Dit is gelijk aan 2,5% van de BrTW die door de onderzochte economische sectoren werd gecreëerd en het bleef allemaal in de regio. De positieve externaliteit van 26 miljoen EUR in 2015 kwam overeen met 1.139 EUR per AJE, 48 EUR per hectare en 15 EUR per capita (Tabel 14).

Beoordelingsbeperkingen schade aan bodem

Het moet worden opgemerkt dat de schade aan de bodem die in deze studie gepresenteerd wordt slechts een deel van de schade omvat die landbouw aan de bodem berokkent. Het verlies (of in dit geval de ophoping) van koolstof in de bodem heeft veel bredere implicaties dan hier weergegeven. Het koolstofgehalte in de bodem bepaalt de algehele bodemvruchtbaarheid, het waterhoudend vermogen, de bodemstructuur, enz. Een uitgebreidere beoordeling van de schade aan de bodem moet ook rekening houden met de waarde van de verloren/geaccumuleerde bodemkoolstof (en plantnutriënten) op toekomstige opbrengsten evenals de gevolgen van bodemverdichting. In Nederland bleek dat 43% van de ondergronden oververdicht zijn²⁰⁹. De situatie in Regio Noord is ook problematisch. Resultaten van een recente driejarige studie laten zien dat maar liefst 80% van het bouwland en 20% van het grasland in Regio Noord lijdt aan bodemverdichting²¹⁰.

5.1.7 Publieke uitgaven

We schatten dat Regio Noord in 2015 210 miljoen EUR aan directe betalingen ontving.

Kader 13: Van Pharmacy naar Farmacy – de boer wordt de dokter van de toekomst

In Nederland begonnen mensen ook te denken aan verborgen kosten van de landbouw en over hoe landbouw en voedsel de gezondheid van de mens beïnvloeden. Zij pleiten voor het concept "boerderijen de apotheken van de toekomst". In Nederland wordt maar liefst 20 miljard euro uitgegeven aan medicijnen. Meer dan tweederde van deze kosten gaat naar de farmaceutische industrie. Tegelijkertijd wordt ongeveer 30 miljard euro uitgegeven aan voedsel. Maar slechts ongeveer 10% daarvan gaat naar boeren. Als boeren meer betaald zouden krijgen voor hun producten, zouden ze ons betere en voedzamere voeding kunnen bieden. Dit zou waarschijnlijk bijdragen aan onze gezondheid en de gezondheidsrekening verminderen. Op die manier worden boeren de gezonde apothekers.

Bron: Symphony of Soils²¹¹

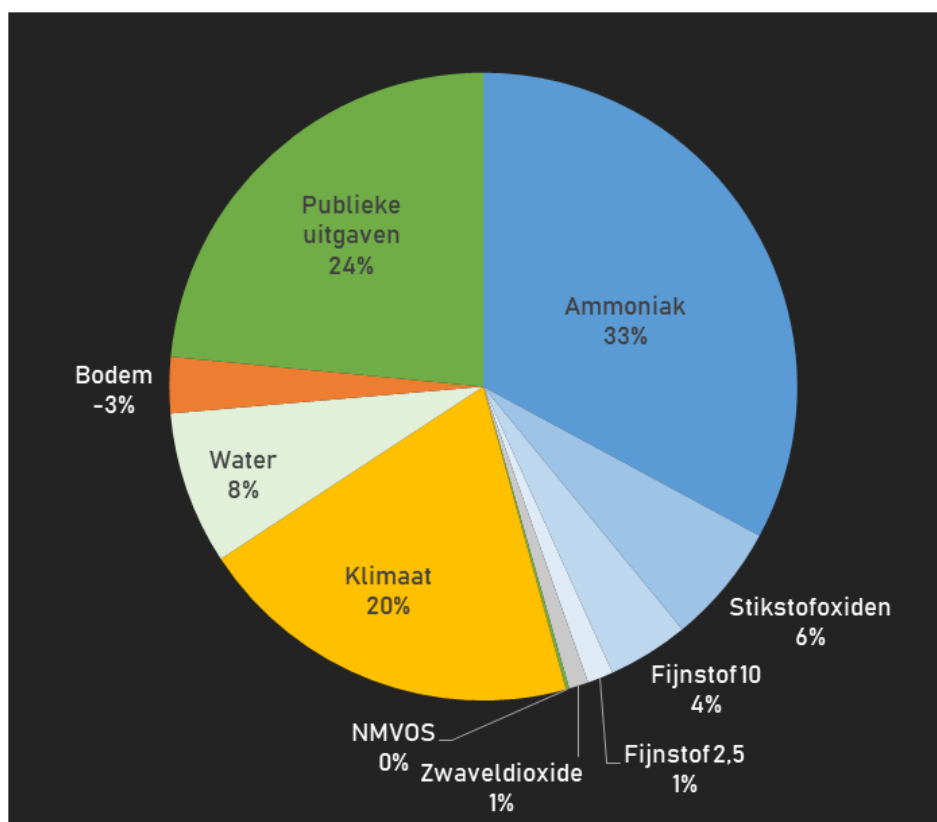
**Basisscenario
RTW is gelijk aan
83% van BrTW**

5.1.8 Reële toegevoegde waarde

De totale milieuschade in 2015, bestaande uit schade aan de lucht, schade aan het klimaat, schade aan het water en bodemschade, bedraagt 633 miljoen FUTURO en is gelijk aan 62% van de BrTW die door de onderzochte economische sectoren wordt gecreëerd (Tabel 15). Echter, slechts 20% van de totale milieuschade vindt plaats in Regio Noord (Tabel 58). Een overgrote meerderheid van de milieuschade (65% van het totaal) wordt veroorzaakt door luchtverontreinigende stoffen. Met een aandeel van 46% in de totale schade aan het milieu is ammoniak veruit de grootste bron van schade. De uitstoot van broeikasgassen is goed voor 28% van de totale schade aan het milieu. De schade aan water vormt 11% van de schade, terwijl de schade aan de bodem -4% van alle milieuschade is. Wanneer publieke investeringen worden toegevoegd aan de milieukosten, bedragen de totale kosten 843 mln. EUR (Tabel 15). Dit komt overeen met 83% van BrTW, 37.187 EUR per AJE, 1.569 EUR per ha en 490 EUR per capita (Tabel 15). Figuur 13 toont het aandeel van de verschillende kostensoorten van de totale verborgen kosten. De reële toegevoegde waarde (RTW) van het basisscenario is 174 mln. EUR, wat overeenkomt met slechts 17% van de BrTW (Tabel 15).

Tabel 15: Basisscenario: reële toegevoegde waarde

Parameter	Meeteenheid	Waarde	%	% van BrTW
Bruto toegevoegde waarde		1,016	100	100
Schade aan lucht				
Ammoniak (NH ₃)	mln. FUTURO	294	35	29
Stikstofoxiden (NO _x)	mln. FUTURO	55	7	5
Zwavel dioxide (SO ₂)	mln. FUTURO	9	1	1
Fijnstof (FS10)	mln. FUTURO	37	4	4
Fijnstof (FS2,5)	mln. FUTURO	12	1	1
NMVOS	mln. FUTURO	2	0	0
Schade aan lucht, totaal	mln. FUTURO	409	49	40
Schade aan klimaat	mln. FUTURO	179	21	18
Schade aan water	mln. FUTURO	71	8	7
Schade aan bodem	mln. FUTURO	-26	-3	-3
Totaal milieukosten	mln. FUTURO	633	75	62
Publieke uitgaven	mln. MATURO	210	25	21
Verborgen kosten	mln. FUT./MAT.	843	100	83
Reële toegevoegde waarde	mln. PURO	174	-	17
Totaal milieukosten	EUR per AJE	37,187		
	EUR per ha	1,566		
	EUR per capita	490		



Figuur 13: Basisscenario: aandeel kostensoorten van de totale verborgen kosten

5.2 Biologische scenario's

5.2.1 Werkgelegenheid

Slechts 2% meer arbeidskracht onder totale omschakeling

De totale omschakeling naar biologische landbouw resulteert in slechts 2,1% meer arbeidskracht dan het basisscenario (Tabel 16). De andere twee scenario's: BIO20% en BIO50% creëren 1,5% en 0,5% meer banen dan het basisscenario.

Tabel 16: Werkgelegenheid

Scenario	BIO oppervlakte (%)	Vervaa-rdiging van kunstmest	Vervaa-rdiging van veevoeders	Landbouw	Totaal	% van basis-scenario
Basisscenario	-	0	263	22,401	22,664	100.0
BIO scenario's	20%	0	263	22,518	22,781	100.5
BIO scenario's	50%	0	263	22,634	22,897	101.0
BIO scenario's	100%	0	263	22,867	23,130	102.1

Banen in productie van veevoeder

Je zou kunnen stellen dat ons biologische scenario het aantal banen in de sector van producenten overschat omdat biologische producten minder van deze producten gebruiken. Zoals eerder vermeld, is het aandeel van deze sector in de totale werkgelegenheid onbeduidend. Bovendien gebruiken biologische boeren ze ook. In het licht van deze discussie is het belangrijk op te merken dat een totale omschakeling naar biologische landbouw waarschijnlijk nieuwe banen zal ontwikkelen in sommige andere industrieën. Gewasbeschermingsmiddelen (bijvoorbeeld botanische pesticiden, pesticiden op basis van propolis, enz.) en organische meststoffen (bijvoorbeeld biologische mestkorrels, composteren, enz.) zijn voorbeelden van producten waar meer vraag naar zal zijn.

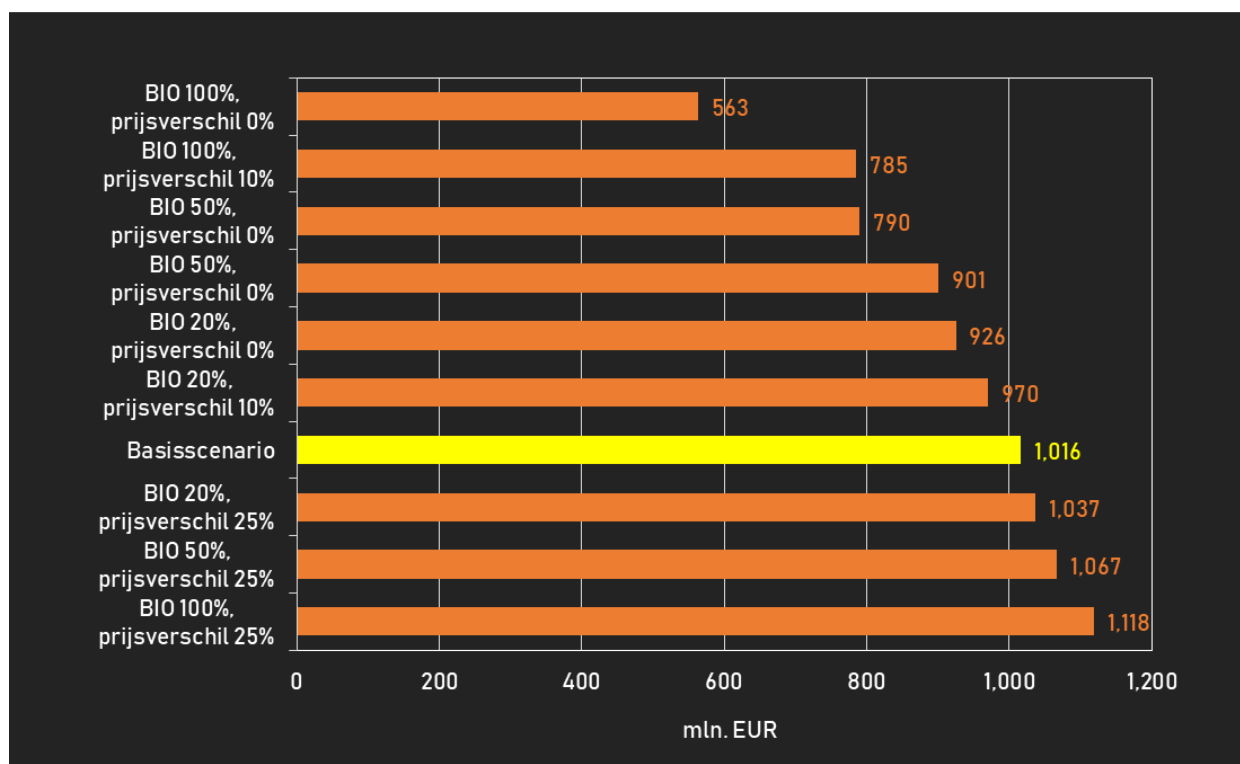
Hogere vraag naar arbeid in biologische landbouw

De biologische landbouw biedt over het algemeen 10% tot 20% meer arbeid dan de conventionele landbouw.²¹²⁻²¹⁷ en onze resultaten op arbeidskrachten lijken misschien te laag voor biologische scenario's. Men moet echter rekening houden met het feit dat Regio Noord in de eerste plaats een regio van grasgevoede melkveehouderij is. In deze productie is het verschil in arbeidsbehoeften tussen biologische en conventionele productie klein. In andere regio's, met name die met arbeidsintensieve gewassen die meer handmatig werk vereisen (d.w.z. onkruidbestrijding, ongediertebestrijding, handmatig oogsten, intensieve gewasmonitoring, reiniging en sortering) zal dit verschil waarschijnlijk veel hoger zijn²¹⁸.

5.2.2 Bruto toegevoegde waarde (BrTW)

Lagere BrTW dan in het basisscenario

Alle drie de biologische landbouwsenario's creëren een lagere BrTW dan het basisscenario. Afhankelijk van het areaal in de biologische landbouw en de behaalde meerprijs, kunnen biologische scenario's van 55% tot bijna 110% BrTW van het basisscenario bereiken (Figuur 14 en Tabel 31). Productiekosten in de biologische landbouw lijken 30% lager te zijn dan in het basisscenario (Tabel 30). In het geval van een volledige omschakeling naar biologische landbouw, zou een premieprijs van 21% nodig zijn om dezelfde BrTW te krijgen als in het basisscenario. Een gedetailleerde berekening van omzet, kosten en BrTW van landbouw is te vinden in Tabel 30.



Figuur 14: Bruto toegevoegde waarde verkregen door het basisscenario en de BIO-scenario's

Box 14: De biologische landbouw in Nederland haalt bijna dezelfde opbrengsten en is milieuvriendelijker dan conventioneel.

Een recente studie²¹⁹ die 13 jaar aan gegevens van de WUR Vredepeel proefboerderij analyseert, toont aan dat het verschil in opbrengst tussen biologische en conventionele productie bijna volledig is verdwenen na 10 jaar biologisch management. Biologische productie bleek ook lagere N-inputs te vereisen, betere bodemstructuur en hogere organische stof in de bodem te hebben en beter te presteren dan conventionele systemen voor milieuprestaties. Echter, sommige wetenschappers twifelen aan de bevindingen van deze studie waardoor het debat nog steeds doorgaat²²⁰.

Productiekosten in 100% BIO-scenario gelijk aan 2015

Het is belangrijk op te merken dat het scenario van totale omschakeling naar biologische landbouw dezelfde productiekosten in de biologische landbouw aanneemt als in 2015 (basisjaar). Dit is een vrij conservatieve veronderstelling, omdat een massale omschakeling naar biologische landbouw waarschijnlijk tot allerlei innovatieve oplossingen zal leiden, zowel bij de gewas- als bij de veeteelt. Samen met het effect van de schaaconomie (goedkopere productiemiddelen als gevolg van een enorm aanbod, efficiëntere logistiek, enz.), zullen deze innovaties de biologische productie waarschijnlijk goedkoper maken dan in 2015, toen slechts ongeveer 3% van het landbouwgebied in Regio Noord onder biologisch beheer viel.

5.2.3 Schade aan lucht

Biologische scenario's hebben lagere uitstoot van luchtverontreinigende stoffen

Vergeleken met de nulmeting resulteren alle drie de biologische scenario's in lagere emissies van elk van de zes beoordeelde verontreinigende stoffen (Tabel 17). Een totale omschakeling naar biologische landbouw resulteert in de laagste emissies. Vergeleken met het basisscenario varieert de reductie van 92% voor SO₂ (vanwege de niet-kunstmest productie) tot 8% voor NH₃. Het verzurende potentieel wordt met 10% verminderd. Net als in het basisscenario veroorzaakt ammoniak bijna de gehele (80-85%) verzuring in alle drie de biologische scenario's (Tabel 32). Mestbeheer is de belangrijkste bron van de meeste verontreinigende stoffen, ook in de biologische scenario's (zie Tabel 33 tot Tabel 50).

Tabel 17: Emissies van verzurende stoffen en andere luchtverontreiniging

Stof	Basis-scenario	BIO scenario's					
		BIO oppervlakte 20%		BIO oppervlakte 50%		BIO oppervlakte 100%	
	Gg	Gg	% van basis-scenario	Gg	% van basis-scenario	Gg	% van basis-scenario
Ammoniak (NH ₃)	25.6	25.2	98	24.6	96	23.6	92
Stikstofoxiden (NO _x)	10.3	9.8	95	9.1	89	7.9	77
Zwavel dioxide (SO ₂)	0.40	0.33	82	0.22	54	0.03	8
Zuur-eq	1.74	1.71	98	1.65	95	1.56	90
Fijnstof (FS10)	1.35	1.31	98	1.27	94	1.19	88
Fijnstof (FS2,5)	0.28	0.26	96	0.25	89	0.22	79
NMVOS	0.61	0.61	100	0.61	99	0.60	98

Schade lager dan in het basisscenario

Een totale omschakeling naar biologische landbouw veroorzaakt de minste schade aan de lucht: 359 miljoen EUR, wat 12% lager is dan het basisscenario (Tabel 18). Het BIO50%-scenario creëert een schade van 384 miljoen EUR (6% lager) en BIO20%-scenario een schade van 399 miljoen EUR (2% lager). De schade aan lucht per AJE varieert van 15,507 EUR in BIO100% tot 17,520 EUR in BIO25%. Op dezelfde manier varieert de schade per hectare en per hoofd van de bevolking van 608 EUR en 209 EUR in BIO 100% tot 743 EUR en 232 EUR in BIO 25% (Tabel 29).

Tabel 18: Milieuschade van verzurende stoffen en andere luchtverontreiniging

Stof	Basisscenario		BIO scenario's					
			BIO oppervlakte 20%		BIO oppervlakte 50%		BIO oppervlakte 100%	
	mln. EUR	%	mln. EUR	% van basis-scenario	mln. EUR	% van basis-scenario	mln. EUR	% van basis-scenario
Ammoniak (NH ₃)	294	72	290	98	283	96	271	92
Stikstofoxiden (NO _x)	55	14	53	96	49	89	43	78
Zwavel dioxide (SO ₂)	9	2	7	82	5	55	1	9
Fijnstof (FS10)	37	9	36	97	35	94	33	87
Fijnstof (FS2,5)	12	3	11	95	11	89	9	77
NMVOS	2	0	2	100	2	99	2	98
Totaal	409	100	399	98	384	94	359	88
Schade als % van BrTW	40.3		-		-		-	
Schade binnen Regio Noord (%)	15		15		15		15	
Schade buiten Regio Noord (%)	85		85		85		85	
Schade per AJE (EUR)	18,056		17,520		16,769		15,507	
Schade per ha (EUR)	762		743		715		668	
Schade per capita (EUR)	238		232		223		209	
Ammoniak als% van totale schade	72		73		74		76	

Begrip van de ammoniakuitstoot in biologische en conventionele landbouw is doorslaggevend

Uit de bovenstaande resultaten blijkt dat een goed begrip van het verschil in ammoniakemissie tussen conventionele en biologische landbouw bepalend is, niet alleen voor de beoordeling van de schade aan de lucht, maar ook voor de uitkomst van de gehele studie (omdat ammoniak verreweg de grootste oorzaak van milieuschade is). Met andere woorden, ammoniak is de ruggengraat van de hele beoordeling. Als we de ammoniakemissies en gerelateerde (gezondheids-)schade verkeerd inschatten in het basisscenario en/of de biologische scenario's - zouden de algehele studieresultaten, conclusies en aanbevelingen minder relevant en betrouwbaar zijn. Het is dus van het grootste belang om te bepalen of biologische landbouw minder of meer ammoniak uitstoot dan conventionele landbouw. Studies uit andere landen suggereren dat de

TAN is lager in de biologische landbouw?

gemiddelde ammoniakemissie in de biologische landbouw 18% lager is per oppervlakte-eenheid¹⁰⁸. Maar berekeningen voor Nederland¹⁰⁹⁻¹¹³, die we in onze beoordeling hebben gebruikt, suggereren dat biologisch vee, met uitzondering van melkkoeien, meer N uitscheidt en waarschijnlijk meer ammoniak zal uitstoten.

Onze berekening is gebaseerd op NL-specifieke TAN-cijfers voor zowel conventioneel als biologisch vee (zie Tabel 6). Het TAN-gehalte van de excreta (urine) is gevoelig voor ammoniakemissie. Het andere deel, organische stikstof, kan niet direct worden omgezet in ammoniak. De TAN-cijfers voor biologisch vee, die worden vermeld in de publicaties voor Nederland¹⁰⁹⁻¹¹³, kunnen echter twijfelachtig zijn en moeten met de nodige voorzichtigheid worden genomen. Het zijn schattingen, een wiskundige berekening van een input-outputmodel. Ze zijn niet gebaseerd op de daadwerkelijke laboratoriumanalyse van uitwerpselen van biologisch vee of op het meten van ammoniakemissies in biologische dierenverblijven. Het is niet onwaarschijnlijk dat de TAN-fractie van de stikstofuitscheiding lager is in biologisch vee (vanwege het lagere N-gehalte in het voer), maar de exacte NL-cijfers hierover lijken niet te bestaan²²¹.

Kader 15: Een Fries biodynamisch melkveebedrijf met een lage TAN

Een 2017 Kringloopwijzer van het Friese biodynamische melkveebedrijf Brandsma's Pleats uit Bolsward²²² toont een TAN-waarde van slechts 61,6 kg TAN/GVE. Dit is ongeveer 30% lager dan de TAN-waarde voor zuivelproductie die kan worden geëxtrapoleerd uit de gegevens gepresenteerd in Vonk et al.²⁵ – en die we in dit rapport hebben gebruikt als een startpunt voor de berekening van het TAN-gehalte van biologisch vee. Bovendien is de TAN van Brandsma's Pleats ook ongeveer 20% lager dan de TAN die we voor biologisch vee hebben gebruikt. Als dit een typische TAN-waarde voor biologische zuivel uit Regio Noord zou zijn, zou de schade aan lucht in de drie biologische scenario's veel lager zijn en de algemene studieresultaten veel gunstiger uitvallen voor de biologische landbouw. Er moeten echter veel meer biologische boerderijen uit de regio een vergelijkbare TAN-waarde bereiken voordat een dergelijke conclusie kan worden getrokken.

Bepalende factoren voor ammoniakuitstoot

Ammoniak (en andere N-gassen) zijn afhankelijk van een aantal factoren. Dierverspreiden en mesttoepassingen zijn de twee belangrijkste elementen die de ammoniakemissie bepalen, maar ook andere factoren kunnen een rol spelen:

- Krachtvoerhoeveelheid en samenstelling van het voedsel – met name het N-gehalte. In de biologische landbouw wordt minder krachtvoer gebruikt (bijvoorbeeld ongeveer 40% minder bij melkkoeien).

- Type stal – met name het ventilatie- en wassysteem¹⁷. Biologische landbouw heeft geen speciale regels met betrekking tot ventilatie en wassysteem in stallen. Het is ook niet duidelijk in hoeverre biologische landbouwers deze gebruiken.
- De dichtheid van dieren per vierkante meter – biologisch vee heeft over het algemeen meer ruimte ter beschikking, wat leidt tot een groter oppervlak voor emissie van verontreinigende stoffen.
- Type vloer;
- Type en hoeveelheid beddingmateriaal;
- Mestopslagsysteem – vaste mest stoot over het algemeen meer gasvormig N uit dan andere systemen, met name die worden belucht en afgedicht/afgedekt met een deksel. In de biologische landbouw wordt mest vaak opgeslagen als vaste mest, omdat de dieren op stro worden gehouden. In conventionele landbouw is een op gier gebaseerd systeem meer gebruikelijk. De totale gasvormige stikstofverliezen ($\text{NH}_3 + \text{N}_2 + \text{N}_2\text{O} + \text{NO}_x$) zijn meestal hoger uit vaste mest dan uit slurry, maar hoogstwaarschijnlijk is dit te wijten aan hogere N_2 -, N_2O - en NO_x -verliezen²²¹. Het verschil in ammoniakemissie tussen bodemmest en gier is echter kleiner. Hoewel er enorme variaties kunnen optreden, is de ammoniakemissie waarschijnlijk hoger voor op gier gebaseerde systemen dan op vaste mest gebaseerde systemen²²¹.
- Beweidingsduur – in de biologische melkveehouderij worden koeien langer buiten gehouden om te beweiden dan in conventionele systemen. Begrazing leidt tot lagere emissies dan behuizing²²¹.
- Mesttoepassingstechniek – injectie in aarde resulteert in een veel lagere emissie dan verspreiding in de open lucht. Gier moet worden geïnjecteerd (lage ammoniakemissie), maar vaste mest kan aan de oppervlakte worden aangebracht (hoge ammoniakemissie). Gier bevat echter veel meer TAN dan vaste mest (hoger risico op ammoniakemissie)²²¹. De gerapporteerde onzekerheid in de Nederlandse ammoniakemissie-factoren voor mest op bodems wordt geschat op 31-149%²⁵.
- Gewicht en ras van een dier.

Het is belangrijk op te merken dat veel van deze factoren niet specifiek zijn voor de productiemethode (conventioneel versus biologisch), maar van louter technische aard zijn, vaak onderhevig aan de investeringskracht van een boer.

5.2.4 Schade aan klimaat

Biologische scenario's hebben lagere BKG-emissies

Vergeleken met het basisscenario resulteren alle drie de biologische scenario's in een lagere BKG-emissie (Tabel 19). Een totale overstap naar biologische landbouw resulteert in de laagste emissies. Vergeleken met het basisscenario varieert de afname van 12% in BIO100% tot slechts

¹⁷ Sommigen van hen verschillen met factor 10²²³.

2% in BIO20%. Net als in het basisscenario komt vrijwel alle BKG-emissie van de veehouderij – darmfermentatie en mestmanagement.

Tabel 19: BKG emissies

Emissiebron	Basisscenario		BIO scenario's					
			BIO oppervlakte 20%		BIO oppervlakte 50%		BIO oppervlakte 100%	
	Gg CO ₂ -eq	%	Gg CO ₂ -eq	% van basislijn	Gg CO ₂ -eq	% van basislijn	Gg CO ₂ -eq	% van basislijn
Doping schuld	1,184	22	1,130	21	1,050	20	915	17
Vervaardiging van landbouwinp.	0	0	0	0	0	0	0	0
Pens- en darmfermentatie	2,242	42	2,242	42	2,242	42	2,242	42
Mestmanagement	1,423	27	1,380	26	1,314	25	1,205	23
Weidemest van graasdieren	100	2	97	2	92	2	84	2
Kunstmest	334	6	267	5	167	3	0	0
Symbiotische N-fixatie	2	0	41	1	99	2	197	4
Atmosferische N-depositie	39	1	39	1	39	1	39	1
Totaal	5,323	100	5,195	98	5,003	94	4,683	88

Schade lager dan in het basisscenario

Een totale overstap naar biologische landbouw veroorzaakt de minste schade aan het klimaat: 157 miljoen EUR, wat 12% lager is dan in het basisscenario (Tabel 20). Het BIO50%-scenario creëert een schade van 168 miljoen EUR (6% lager) en BIO20%-scenario een schade van 175 miljoen EUR (2% lager). De schade aan het klimaat per AJE varieert van 6.802 EUR in BIO100% tot 7.663 EUR in BIO25%. Op een vergelijkbare manier varieert de schade per hectare en per capita van 293 EUR en 92 EUR in BIO100% tot 325 EUR en 105 EUR in BIO25% (Tabel 20).

Tabel 20: Schade aan klimaat

Emissiebron	Basisscenario		BIO scenario's					
			BIO oppervlakte 20%		BIO oppervlakte 50%		BIO oppervlakte 100%	
	mln. EUR	%	mln. EUR	% van basislijn	mln. EUR	% van basislijn	mln. EUR	% van basislijn
Doping schuld	40	22	38	21	35	20	31	17
Vervaardiging van landbouwinp.	0	0	0	0	0	0	0	0
Pens- en darmfermentatie	75	42	75	42	75	42	75	42
Mestmanagement	48	27	46	26	44	25	40	23
Weidemest van graasdieren	3	2	3	2	3	2	3	2
Kunstmest	11	6	9	5	6	3	0	0
Symbiotische N-fixatie	0	0	1	1	3	2	7	4
Atmosferische N-depositie	1	1	1	1	1	1	1	1
Totaal	179	100	175	98	168	94	157	88
Schade als % van BrTW	17.6		-		-		-	
Schade binnen Regio Noord (%)	22		22		21		20	
Schade buiten Regio Noord (%)	78		78		79		80	
Schade per AJE (EUR)	7,892		7,663		7,342		6,802	
Schade per ha (EUR)	333		325		313		293	
Schade per capita (EUR)	104		102		98		92	

5.2.5 Schade aan water

N en P balans

Uit de FarmDesign-softwareberekening blijkt dat het basisscenario een invoer van 208.789 t N en 18.063 t P ontvangt (Tabel 55). Hiervan raakt 29.698 t N verloren via de lucht (N vervluchtiging) en 48.452 t N en 2.125 t P spoelt uit via de grond en wordt vastgehouden in de grond. Dit resulteert in een verlies (balans) van 147,1 kg N per ha en 4,2 kg P per ha (Tabel 55). Bij totale omschakeling naar biologische landbouw is er een invoer van 159.912 t N en 15.407 t P (Tabel 55). Hiervan raakt 24.970 t N verloren via de lucht (N vervluchtiging) en 28.689 t N en 1.063 t P spoelt uit via de grond en wordt vastgehouden in de grond. Met een balans van 101,2 kg N per ha en 1,9 kg P per ha is zowel de N- als P-balans onder biologisch beheer veel beter dan in basisscenario (Tabel 55). De N- en P-cyclus voor het basisscenario worden weergegeven in Figuur 23 en Figuur 24, en die voor het scenario met volledige omschakeling naar biologische landbouw zijn te zien in Figuur 25 en Figuur 26.

Biologische scenario's veroorzaken minder schade aan water

Alle drie de biologische scenario's resulteren in een lagere schade aan water dan het basisscenario. Een totale overschakeling naar biologische landbouw veroorzaakt de minste schade aan water: 22 miljoen EUR, wat overeenkomt met 6,9% van de BrTW die door de onderzochte economische sectoren wordt opgewekt (Table 21). Het BIO50%-scenario veroorzaakt een schade van 46 miljoen EUR (4,6% BrTW) en BIO 20%-scenario een schade van 61 miljoen EUR (6,0% BrTW). Eutrofiëringsschade is de enige watergerelateerde schade in alle drie de biologische scenario's.

Table 21: Schade aan water

Kosten	Basis-scenario		BIO scenario's					
			BIO oppervlakte 20%		BIO oppervlakte 50%		BIO oppervlakte 100%	
	mln. EUR	%	mln. EUR	% van basislijn	mln. EUR	% van basislijn	mln. EUR	% van basislijn
Drinkwaterzuivering van nitraten	0	0	0	0	0	0	0	0
Nitraten - darmkanker kosten	0	0	0	0	0	0	0	0
Eutrofiëringsschade	60	85	52	74	41	58	22	37
Schade door pesticiden - gezondheid	2	3	2	2	1	1	0	0
"Doping schuld" pesticiden	9	12	7	10	4	6	0	0
Totaal	71	100	61	86	46	66	22	37
Schade als % van BrTW	6.9		-		-		-	
Schade binnen Regio Noord (%)	88		89		91		100	
Schade buiten Regio Noord (%)	12		11		9		0	
Schade per AJE (EUR)	3,111		2,687		2,052		992	
Schade per ha (EUR)	131		113		87		42	
Schade per capita (EUR)	41		35		27		13	

5.2.6 Schade aan bodem

Biologische scenario's accumuleren 1-7% minder koolstof in de bodem

Vergeleken met het basisscenario resulteren alle drie de biologische scenario's in een iets lagere ophoping van organische stof/koolstof in de bodem (Tabel 22). Een totale omschakeling naar biologische landbouw accumuleert 7%, BIO50% 4% en BIO20% 1% minder organische stof/koolstof in de bodem. Volgens het BIO100%-scenario is dierlijke mest verantwoordelijk voor 66% van de totale aan- en afvoer van organische stof/koolstof in de bodem (vergeleken met 70% in het basisscenario). Dit komt waarschijnlijk omdat dit scenario meer klaver bevat in het grasklavermengsel, dat waarschijnlijk de bijdrage van gewasresten aan de opbouw van organische stof/koolstof in de bodem zal vergroten. Mest van biologisch vee bevat minder koolstof dan die van conventioneel vee (678 kiloton C tegen 785 kiloton C). Dit komt omdat conventioneel vee meer voer krijgt om de productie te ondersteunen en daardoor meer mest

produceert. Dit is niet het geval als gewasresten in de bodem worden teruggebracht. De biologische productie heeft een iets lagere productie van verhandelbare gewasdelen, die voornamelijk bovengronds zijn. De ondergrondse biomassa van biologische gewassen (en koolstof die erin is opgeslagen), die in de bodem achterblijft, is waarschijnlijk hetzelfde als in conventionele landbouw. Dit geldt met name omdat grasland, waarvan de bovengrondse productie in de biologische landbouw zeer dicht bij de conventionele komt, goed is voor de overgrote meerderheid van de biomassa onder de grond in Regio Noord.

Kader 16: Niet-verantwoorde fosfaatrechtenkosten van 240 mln. EUR?

Het P-saldo van de biologische landbouw is 50% beter dan in het basisscenario (2 kg P per ha tegenover 4 kg P per ha). Ervan uitgaande dat landbouwers, voor het P-overschot van meer dan 2 kg P per ha, ofwel een groene belasting zouden moeten betalen of fosfaatrechten moeten kopen gelijk aan 225 EUR per kg P²²⁴, creëert het basisscenario een extra kostenpost van 240 miljoen EUR per jaar, terwijl 100% BIO-scenario in dit opzicht geen extra kosten met zich meebrengt. Als we deze kosten aan onze monetaire beoordeling toevoegen, zou de totale omschakeling naar biologische landbouw een ongeveer 30 miljoen EUR hogere RTW opleveren dan het basisscenario. Aangezien de markt voor fosfaatrechten pas recent is ontstaan, en omdat de implementatie van fosfaatregels in de toekomst nog ter discussie staat, hebben we besloten deze berekening uit te sluiten van onze monetaire beoordeling. Bij een dergelijke follow-upbeoordeling moet echter opnieuw worden bekeken of aan fosfaatrechten gerelateerde kosten moeten worden toegevoegd aan de lijst van milieukosten. Dit kan een belangrijke "game changer" zijn voor scenario's van biologische landbouw.

Schade aan de bodem vergelijkbaar met die van het basisscenario

Vanwege de kleine verschillen (1%-7%) in de koolstofbalans van de bodem, tussen biologische scenario's en het basisscenario, is de positieve externaliteit voor de bodem ook klein, variërend van 24 tot 25 miljoen EUR (tegenover 26 in basisscenario). Daarom is er ook niet veel verschil tussen het basisscenario en de drie biologische scenario's wat betreft de gemeten impact per AJE, hectare of per capita bodem (Tabel 22).

Tabel 22: Balans van organische stof in de bodem en schade aan bodem

Aanvoer - afvoer	Basisscenario		BIO scenario's					
			BIO oppervlakte 20%		BIO oppervlakte 50%		BIO oppervlakte 100%	
	kt C	mln. EUR	kt C	mln. EUR	kt C	mln. EUR	kt C	mln. EUR
Aanvoer								
Dierlijke mest	785	-96	763	-94	731	-90	678	-83
Gewasresten	333	-41	333	-41	333	-41	333	-41
Totaal aanvoer	1,118	-137	1,096	-135	1,064	-131	1,011	-124
Afvoer								
Dierlijke mest vermindering	631	78	613	75	585	72	540	66
Bodem-organische stof vermindering	277	34	277	34	277	34	277	34
Totaal afvoer	908	112	890	109	862	106	817	100
Balans (= aanvoer - afvoer)	210	-26	207	-25	202	-25	195	-24
Schade als % van BrTW		-2.5		-		-		-
Schade binnen Regio Noord (%)		100		100		100		100
Schade buiten Regio Noord (%)		0		0		0		0
Schade per AJE (EUR)		-1,139		-1,116				
Schade per ha (EUR)		-48		-47		-46		-45
Schade per capita (EUR)		-15		-15		-14		-14

Vergelijking met resultaten van andere studies

Onze beoordeling van de koolstofbalans in de bodem suggereert dat in Regio Noord zowel conventionele als biologische landbouw bodemkoolstof accumuleert. Dit is in overeenstemming met enkele andere studies voor Nederland, die ook een toename van bodemkoolstof vonden²²⁵. Onze resultaten zijn echter in tegenspraak met studies die een afname van koolstof in de grond aantonen, zowel in organisch als conventioneel management²²⁶⁻²²⁹. Geen van deze studies richtte zich echter specifiek op Regio Noord. De verschillen worden waarschijnlijk veroorzaakt door de verschillende grondsoorten en landbouwproductiesystemen (Regio Noord bestaat voornamelijk uit melkveehouderij op gras). Onze resultaten op de schade aan de bodem (en het klimaat) zijn in overeenstemming met die van een recente studie van Eosta²³⁰, die geen significante verschillen aantroef in termen van bodem- en klimaatgerelateerde externe kosten tussen Nederlandse biologische en conventioneel geproduceerde wortelen.

Kader 17: Oorzaken van een lage dopingschuld

De milieuschade als gevolg van dopingschuld (gebruik van kunstmest en krachtvoer geproduceerd buiten Regio Noord) is vrij laag in alle scenario's (variërend van 2%-5% van het BrTW). Op het eerste gezicht lijkt dit disproportioneel (laag) in vergelijking met andere milieukosten. De redenen hiervoor zijn als volgt:

1. Vanwege de ruim beschikbare hoeveelheid dierlijke mest verbruikt Regio Noord relatief weinig kunstmest (129 kg N per ha vs. 187 kg N per ha uit dierlijke mest).
2. De overgrote meerderheid van de kunstmest die in Regio Noord wordt gebruikt, komt uit Nederland. De milieunormen voor kunstmestproductie in Nederland zijn vrij streng. Alle producenten van kunstmest passen de best beschikbare technologie toe en emissies naar het milieu worden tot een minimum beperkt. Het gevolg hiervan is dat de milieuschade die voortkomt uit de productie van kunstmest relatief laag blijft.
3. Het gros van het in Regio Noord gebruikte krachtvoer komt uit het buitenland, voornamelijk uit landen met een veel lagere bevolkingsdichtheid per vierkante kilometer en lagere gezondheidszorgkosten per hoofd van de bevolking dan Regio Noord. De milieukosten waarmee we rekening hebben gehouden bij de productie en het transport van het krachtvoer hebben betrekking op de gezondheid van de mens. Aangezien de emissies die voortvloeien uit de productie en transport van krachtvoer een dunbevolkte populatie treffen met lage gezondheidszorgkosten per hoofd van de bevolking, zijn ook de overeenkomstige milieukosten laag.

5.2.7 Publieke uitgaven

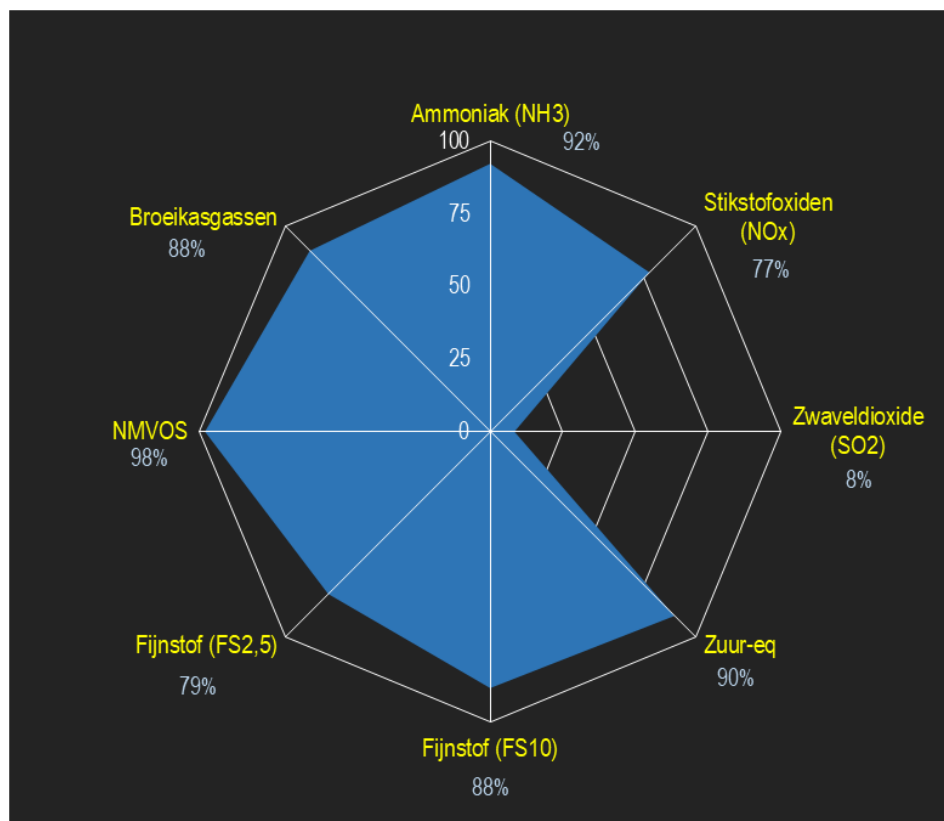
De biologische landbouw ontvangt hetzelfde bedrag voor de direct betalingen als het basisscenario: 210 miljoen EUR per jaar.

5.3 Samenvatting: milieuprestaties

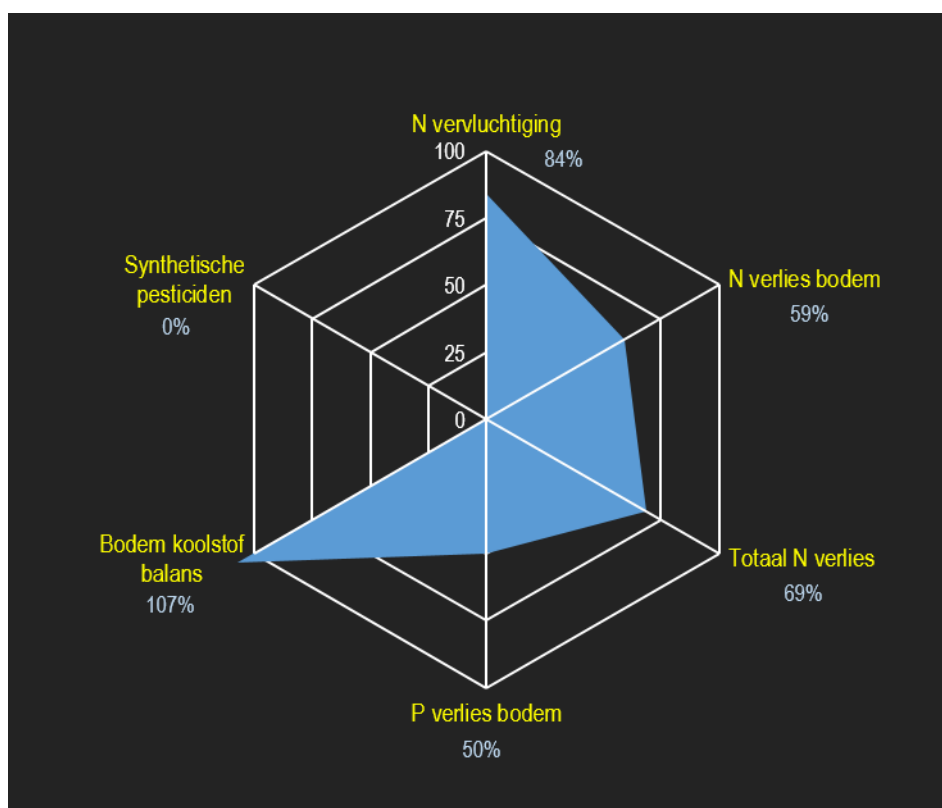
Biologische landbouw heeft een betere milieuprestatie

Alle biologische landbouwscenario's hebben betere milieuprestaties dan het basisscenario. Dit komt met name tot uiting bij een scenario waarin de totale omschakeling naar biologische landbouw wordt aangenomen (Figuur 15 and Figuur 16). De koolstof in de bodem is de enige omgevingsparameter die iets slechter (1%-7%) presteert in biologische scenario's dan in het basisscenario. Echter, de bodemkoolbalans is ook positief (=koolstof wordt in de bodem opgehoopt) in alle biologische

scenario's, dus dit is niet problematisch. Een gedetailleerde weergave van milieuprestatiegegevens is te vinden in de Bijlagen.



Figuur 15: Emissies van luchtverontreinigende stoffen en broeikasgassen bij totale omschakeling naar biologische landbouw (basisscenario =100)



Figuur 16: N en P-verlies, bodemkoolstofbalans en pesticidegebruik bij totale omschakeling naar biologische landbouw (basisscenario =100)

5.4 Samenvatting: reële toegevoegde waarde

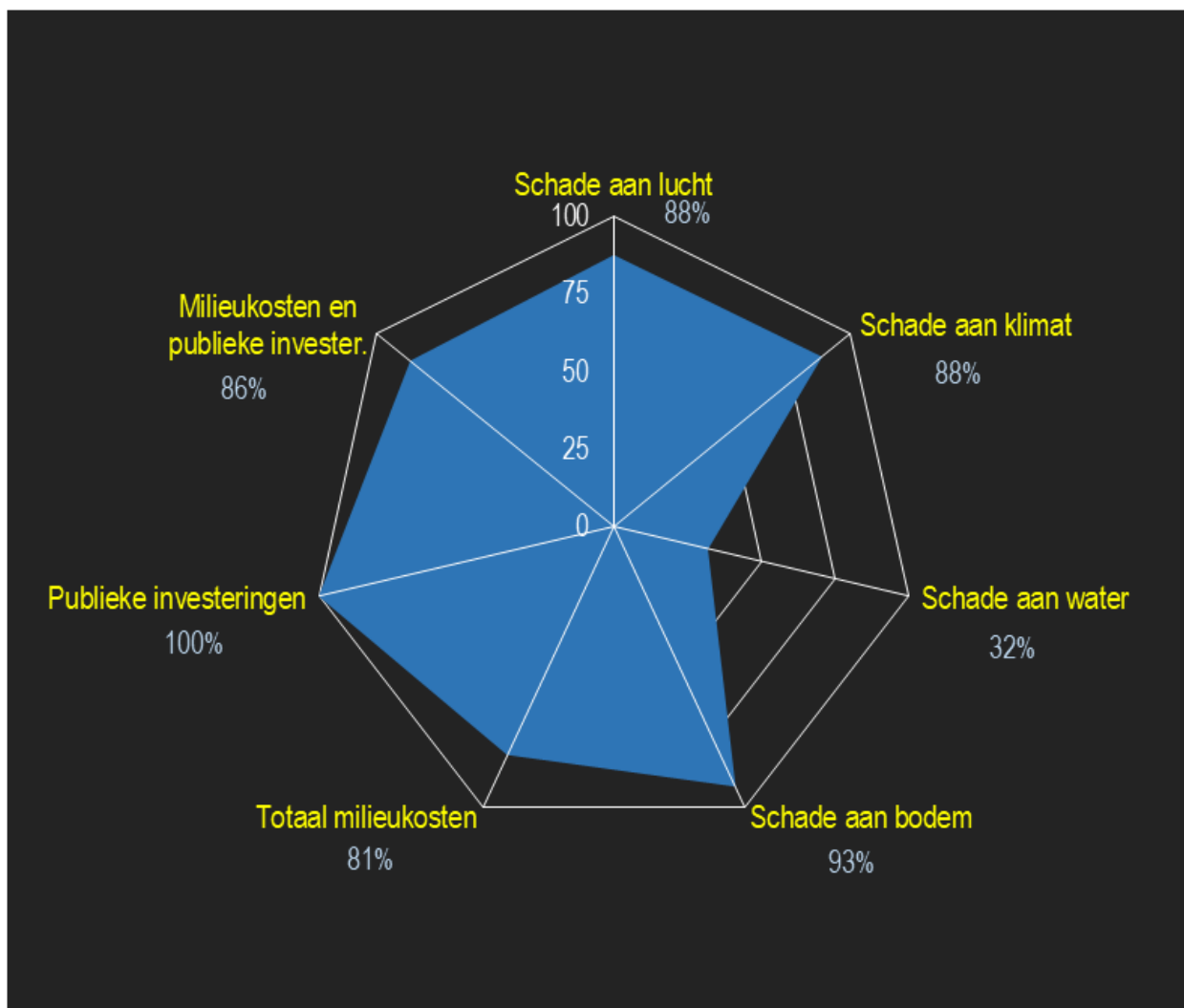
Biologische scenario's hebben een lagere milieuschade

Tabel 23 geeft een samenvatting van het type verborgen kosten dat in deze studie is meegenomen; waar ze door worden veroorzaakt; hun transmissiewegen; en hoe de schade/kosten optreden (zich manifesteren). Alle drie de biologische scenario's (BIO20%, BIO50% en BIO100%) resulteren in een lagere milieuschade dan het basisscenario (Figuur 17 en Tabel 59). De structuur van de milieukosten in biologische landbouwscenario's is vergelijkbaar met het basisscenario. Ammoniak is ook in beide gevallen verantwoordelijk voor ongeveer de helft van alle milieukosten. Slechts 15% van de totale milieuschade vindt plaats in Regio Noord (Tabel 58). Wanneer publieke uitgaven worden toegevoegd, wordt het verschil tussen de basis- en de biologische scenario's kleiner, van 3% in het scenario dat 20% van het gebied onder biologisch beheer valt - tot 14% in het scenario uitgaande van een totale omschakeling naar biologische landbouw. Zo zijn de kosten per AJE, hectare en per capita ook 3% tot 14% lager (Tabel 59). Figuur 18 toont RTW, verborgen kosten

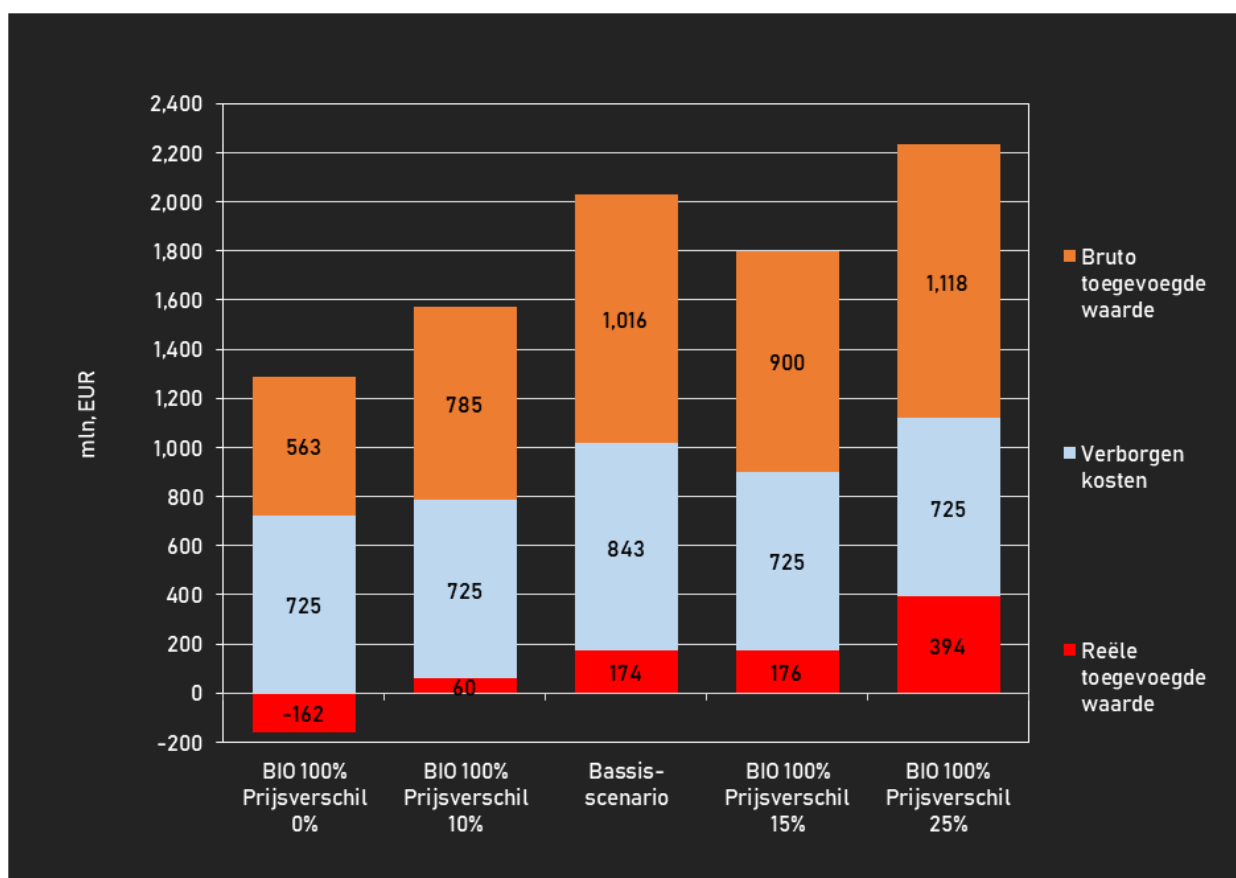
en BrTW in het basisscenario en in de drie scenario's uitgaande van een totale omschakeling naar biologische landbouw.

Tabel 23: Oorzaken van de verborgen kosten en waar de kosten optreden (ontstaan)

Verborge schade/kostentype	Verborgene schade/kosten veroorzaakt door	Transmissieweg	Schade/kosten uit zich in
Schade aan lucht	Emissies van luchtverontreinigende stoffen	Inademen	Menselijke gezondheid
Schade aan klimaat	Broeikasgasemissies	Klimaat Klimaat	Menselijke gezondheid Ecosysteemdiensten
Schade aan water	Meststoffen & pesticidebelasting in water	Drinken Water	Menselijke gezondheid Ecosysteemdiensten
Schade aan bodem	Verlies van koolstof in de bodem	Bodem/lucht	Ecosysteemdiensten
Biodiversiteit	Fragmentatie en verlies van habitats; gebruik van een klein aantal plantenrassen en dierenrassen; gebruik van meststoffen & pesticiden	Gewaarworden Gewaarworden	Ecosysteemdiensten Menselijke gezondheid
Antibiotica-resistentie	Gebruik van antibiotica bij vee	Inademen Eten	Menselijke gezondheid Menselijke gezondheid
Dalende voedselkwaliteit	Agrarische productiemethodes	Eten	Menselijke gezondheid
Publieke uitgaven	Directe betalingen (subsidies) voor landbouw	Geld overschrijving	Publiek geld (overheidsbegroting) uitgaven



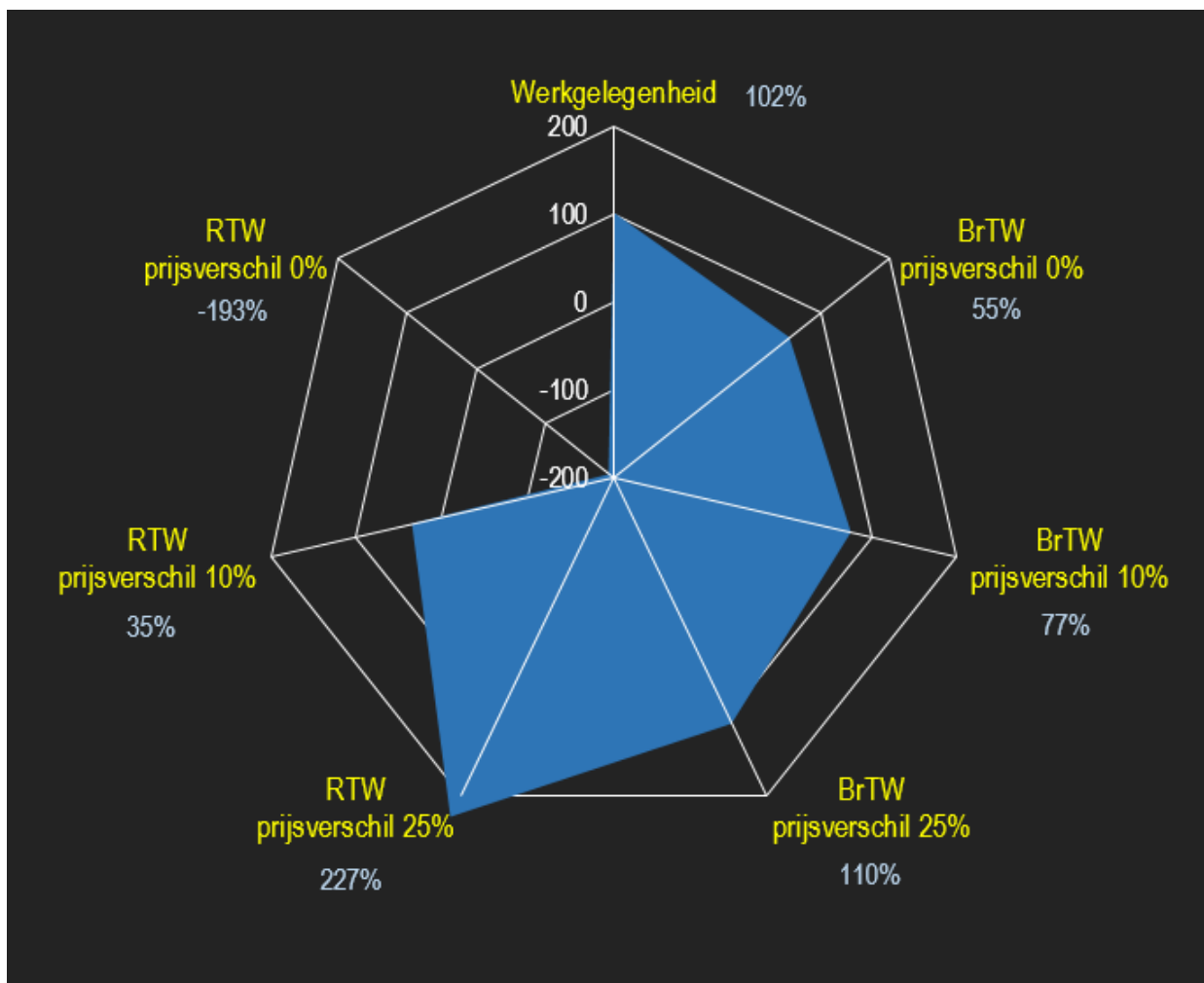
Figuur 17: Milieukosten en publieke investeringen bij totale omschakeling naar biologische landbouw (basisscenario =100)



Figuur 18: Reële toegevoegde waarde, verborgen kosten en bruto toegevoegde waarde in het basiscenario en in de scenarios onder volledige omschakeling naar biologische landbouw.

In het geval van 100% biologisch is een meerprijs van 15% nodig om dezelfde RTW te behalen.

De reële toegevoegde waarde (RTW) van de biologische scenario's is afhankelijk van de behaalde meerprijs. Het scenario uitgaande van een totale omschakeling naar biologische landbouw zonder meerprijs resulteert in een negatieve RTW, -162 mln EUR, dat is -193% van het basisscenario. Aan de andere kant resulteert het scenario onder totale omschakeling met een meerprijs van 25% in een RTW van 394 mln. EUR; dat is 227% beter dan in het basisscenario (Figuur 19 en Tabel 59). Onder totale omschakeling naar biologische landbouw zou een meerprijs van 15% nodig zijn om dezelfde RTW te behalen als in het basisscenario (Figuur 21).



Figuur 19: Economische prestatie van een totale omschakeling naar biologische landbouw (basisscenario =100)

Kader 18: Een mogelijke aanpak voor het monetiseren van biodiversiteit?

Zoals eerder vermeld – zijn de kosten en baten die verband houden met biodiversiteit notoir moeilijk in geld uit te drukken. Sommige auteurs stellen voor om de zogenaamde PDF-benadering^{190,231,232} te gebruiken. PDF staat voor Potentially Disappeared Fraction (van soorten). Een PDF van bijvoorbeeld 0,2 PDF per m² per jaar betekent het verlies van 20% van de soorten op 1 m² aardoppervlakte gedurende 1 jaar. De waarde van 1 PDF in Nederland wordt geschat¹⁹⁰ tussen de 0,158 EUR per m² tot 1,240 EUR per m² te liggen, met een centrale waarde van 0,635 EUR per m². Uitgaande van een theoretische PDF-waarde, van het basiscenario, van 0,2 per m² per jaar, en met toepassing van de bovengenoemde schadefactoren, zou het basiscenario een schade veroorzaken tussen 168 en 1.318 mln. EUR, met een centrale waarde van 675 mln. EUR (Tabel 6). Dit komt overeen met 17%-130% van de BrTW. Tevens nemen we aan dat biologische landbouw een 30% hogere biodiversiteit oplevert, waardoor het scenario van totale omschakeling naar biologische landbouw 118-922 mln. EUR schade zou veroorzaken. Deze schatting is echter zeer speculatief omdat de PDF-aanpak veel complexer is dan hier wordt beschreven. Naast de verandering in landgebruik houdt deze ook rekening met de gevolgen van verzuring, eutrofiëring en klimaatverandering op de biodiversiteit. Daarom, en ook omdat we geen regiospecifieke gegevens hebben over agrobiodiversiteit onder conventioneel en biologisch beheer, hebben we de berekening uit Tabel 6 niet meegenomen in de monetaire beoordeling gepresenteerd door deze studie. De berekening in Tabel 6 is zeer simplistisch en kan niet worden verantwoord. Toch presenteren we deze om de lezer een idee te geven van de potentiële omvang van de monetaire waarde van biodiversiteitsverlies onder conventioneel en biologisch beheer in Regio Noord.

Tabel 24: Theoretische schatting van de biodiversiteitsschade door landbouw in Regio Noord*

Prijs / schade	Eenheid	Theoretisch PDF waarde van basiscenario	Basis-scenario	100% BIO*
Prijs, onderwaarde	EUR per PDF per m ²	-	0.158	0.158
Prijs, centrale waarde	EUR per PDF per m²	-	0.635	0.635
Prijs, bovenwaarde	EUR per PDF per m ²	-	1.240	1.240
Schade, onderwaarde	Mln. EUR	0.20	168	118
Schade, centrale waarde	Mln. EUR	0.20	675	472
Schade, bovenwaarde	Mln. EUR	0.20	1,318	922
Schade, onderwaarde	Als % van BrTW	0.20	17	12
Schade, centrale waarde	Als % van BrTW	0.20	66	46
Schade, bovenwaarde	Als % van BrTW	0.20	130	91

* Ervan uitgaande dat biologische landbouw een 30% hogere biodiversiteit oplevert dan het basiscenario

5.5 Milieuschade door toepassing van CE-milieuprijzen

PBL-beoordeling van milieukosten NL landbouw

In juni 2018, een paar weken nadat een geaccentueerd concept van ons rapport al aan de opdrachtgevers en de Denktank was voorgelegd, presenteerde het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) een beoordeling van de milieukosten voor Nederland²³³. Het is gebaseerd op milieuprijzen voorgesteld door het CE (Centrum voor Energiebesparing en Schone Technologie)¹⁹⁰. Het PBL schat de milieukosten van de Nederlandse landbouw in 2015 op 6,5 miljard EUR. Luchtvervuiling is goed voor 74%.

Onze beoordeling met behulp van de CE-milieuprijzen

Op basis van deze berekening, en van suggesties van Hans van Grinsven²³⁴, een van de toonaangevende experts van Nederland op het gebied van milieukosten van de landbouw en ook lid van onze Spiegelgroep, hebben we een extra oefening uitgevoerd en de milieukosten van Regio Noord-landbouw beoordeeld aan de hand van de CE-milieuprijzen. De CE-milieuprijzen hebben drie niveaus: onderwaarde, centrale waarde en bovenwaarde. Omdat we in onze eigen berekeningen hebben gekozen voor een conservatieve benadering, is onze beoordeling met CE-milieuprijzen alleen gebaseerd op de onderwaarde en centrale waarde. In beide gevallen hebben we de CE-milieuprijzen vermenigvuldigd met dezelfde hoeveelheid verontreinigende stoffen die we in onze eigen berekening gebruikten.

Milieukosten hoger dan in de eigen beoordeling

De milieukosten die gebaseerd zijn op de onderwaarde van de CE-milieuprijzen resulteren in een bedrag van 1,017 mln. EUR voor het basisscenario en 819 mln. EUR voor het scenario uitgaande van een totale omschakeling naar biologische landbouw en geen premieprijs (Tabel 25 en Tabel 60). Dit is 61% en 59% hoger dan in onze eigen berekeningen. De beoordeling op basis van de centrale waarde van de CE-milieuprijzen leidt tot een milieuschade van 1,626 mln. EUR voor basisscenario en 1,351 mln. EUR (Tabel 26 en Tabel 61) voor het scenario uitgaande van een volledige omschakeling naar biologische landbouw zonder premieprijs. Dit is 157% en 163% hoger dan in onze eigen berekeningen. Vanwege de hoge milieukosten verkregen bij de beoordeling op basis van de CE-milieuprijzen, is de RTW in deze berekeningen lager dan in onze eigen berekening – zowel in het basisscenario als in het scenario uitgaande van een volledige omschakeling naar biologische landbouw zonder premieprijs (Figuur 20).

Hoge CE-milieuprijzen

Ongeacht of we de onderwaarde of de centrale waarde van de CE-milieuprijzen gebruiken, de milieuschade is aanzienlijk hoger dan in onze eigen berekening. Dit komt omdat alle CE-milieuprijzen veel hoger zijn dan die we in onze eigen berekening gebruikten. Alle milieuprijzen die we toepasten, zijn oorspronkelijk afkomstig van het Europees Milieuagentschap, met uitzondering van de milieuprijzen die worden gebruikt voor het beoordelen van de schade veroorzaakt door pesticiden en eutrofiëring (zie hoofdstuk 3).

Milieukosten zijn enorm

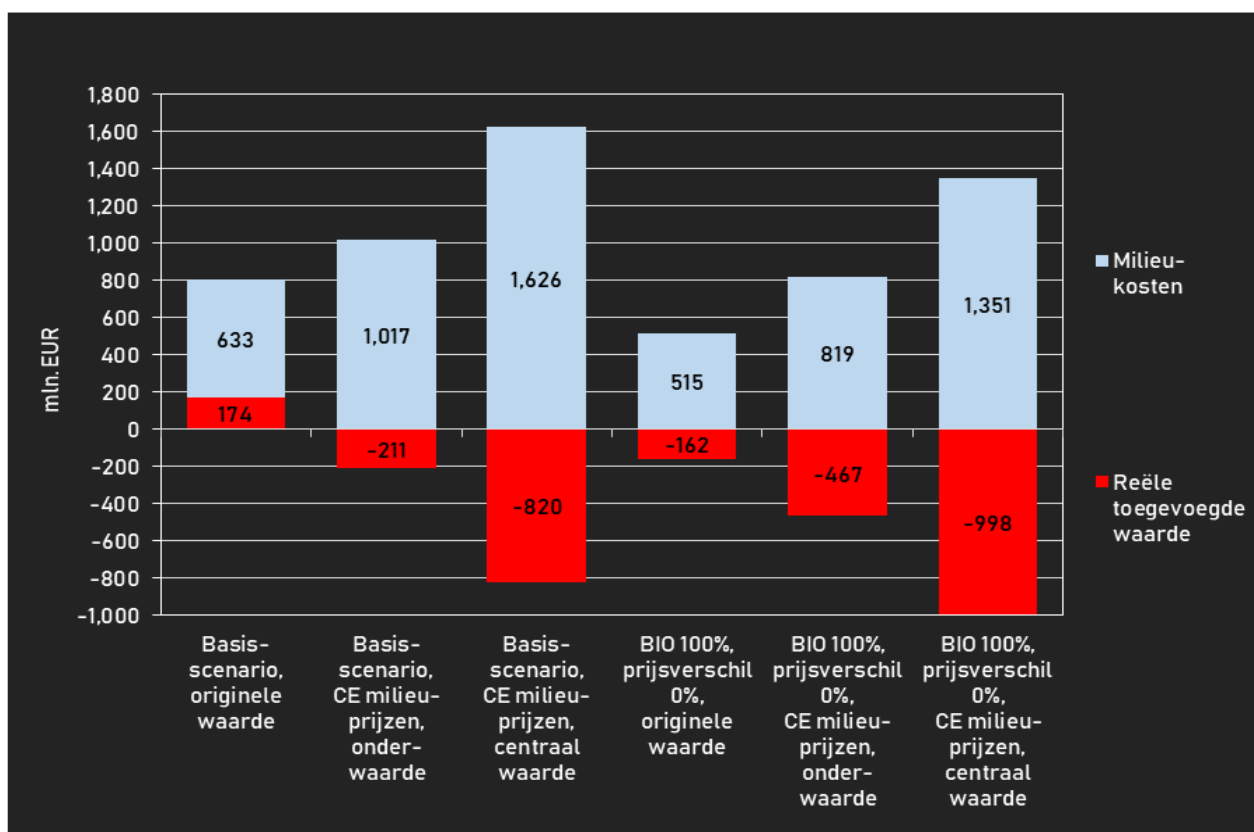
Ongeacht welke methodologie en milieuprijzen we hebben toegepast, de milieukosten zijn behoorlijk substantieel in vergelijking met de BrTW. In onze eigen berekening waren ze gelijk aan 62% van BrTW in het basisscenario en 46-91% in de biologische scenario's. In de berekeningen op basis van de CE-milieuprijzen is dit 100-160% voor het basisscenario en 73-240% in de biologische scenario's.

Tabel 25: Milieukosten gebruikmakend van de onderste CE-milieuprijzen

Schade	Meeteenheid	Basisscenario			100% BIO		
		Originele waarde	Waarde volgens CE milieuprijzen, onderwaarde	Vershil (%)	Originele waarde	Waarde volgens CE milieuprijzen, onderwaarde	Vershil (%)
Milieukosten							
Schade aan lucht	mIn. FUTURO	409	828	202	359	717	200
Schade aan klimaat	mIn. FUTURO	179	75	42	157	66	42
Schade aan water	mIn. FUTURO	71	85	120	22	26	115
Schade aan bodem	mIn. FUTURO	-26	30	-115	-24	11	-46
Totaal milieukosten	mIn. FUTURO	633	1,017	161	515	819	159
Publieke uitgaven	mIn. MATURO	210	210	100	210	210	100
Verborgen kosten	mIn. FUT./MAT.	843	1,227	146	725	1,029	142
Reële toegevoegde w. prijsv. 0%	mIn. PURO	174	-211	-121	-162	-467	288
Reële toegevoegde w. prijsv. 10%	mIn. PURO				60	-244	-404
Reële toegevoegde w. prijsv. 25%	mIn. PURO				394	89	23

Tabel 26: Milieukosten gebruikmakend van de centrale CE-milieuprijzen

Schade	Meeteenheid	Basisscenario			100% BIO		
		Originele waarde	Waarde volgens CE milieuprijzen, centraal waarde	Vershil (%)	Originele waarde	Waarde volgens CE milieuprijzen, centraal waarde	Vershil (%)
Milieukosten							
Schade aan lucht	mIn. FUTURO	409	1,240	303	359	1,077	300
Schade aan klimaat	mIn. FUTURO	179	303	170	157	267	170
Schade aan water	mIn. FUTURO	71	85	120	22	26	115
Schade aan bodem	mIn. FUTURO	-26	-2	8	-24	-18	77
Totaal milieukosten	mIn. FUTURO	633	1,626	257	515	1,351	263
Publieke uitgaven	mIn. MATURO	210	210	100	210	210	100
Verborgen kosten	mIn. FUT./MAT.	843	1,836	218	725	1,561	215
Reële toegevoegde w. prijsv. 0%	mIn. PURO	174	-820	-473	-162	-998	617
Reële toegevoegde w. prijsv. 10%	mIn. PURO				60	-776	-1,284
Reële toegevoegde w. prijsv. 25%	mIn. PURO				394	-443	-112



Figuur 20: Milieukosten en reële toegevoegde waarde – verschil tussen het origineel en de berekeningen volgens de CE-milieuprijzen

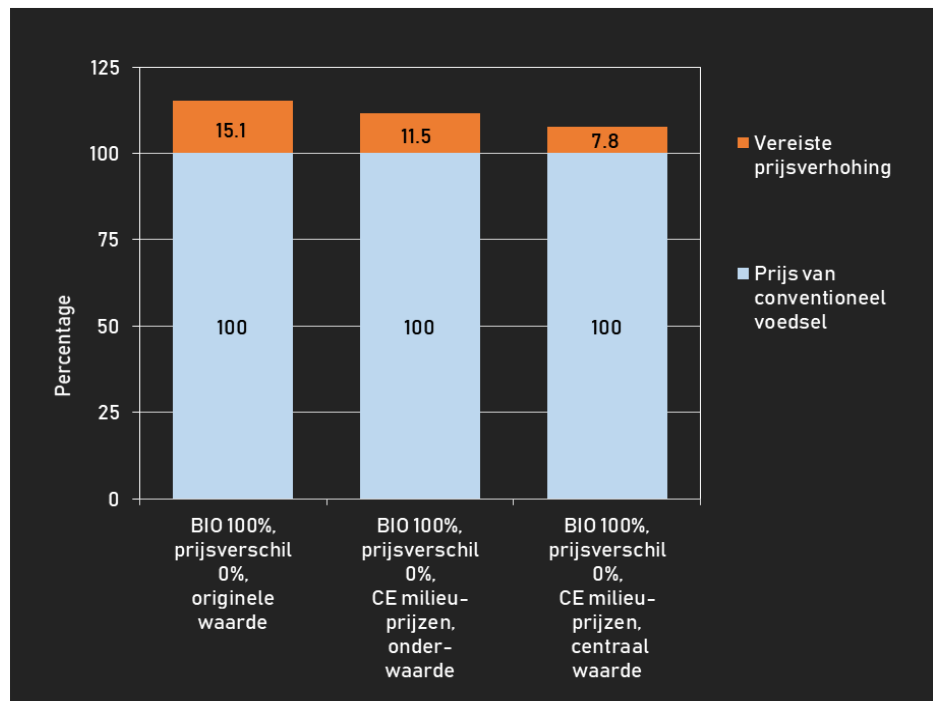
Kader 19: Onze schatting van milieukosten in Regio Noord op basis van de centrale waarde van de CE-milieuprijzen zit slechts 2% naast de hypothetische streefwaarde afgeleid van de PBL-beoordeling

Het PBL schat de milieukosten van de Nederlandse landbouw in 2015 op 6,5 miljard EUR²³³. Aangezien Regio Noord in 2015 goed was voor 29% van de totale Nederlandse landbouwgrond en ongeveer hetzelfde aandeel vee had (berekend op basis van GVE), zou de overeenkomstige hypothetische milieuschade veroorzaakt door de landbouw van Regio Noord 1,89 mln miljard moeten bedragen. EUR. De milieukosten van het basisscenario uit ons onderzoek, gebruikmakend van de centrale waarde van de CE milieuprijzen is 1,84 miljard EUR – slechts 2% lager dan de hypothetische milieukosten die zijn afgeleid van de PBL-schatting.

Vergelijkbaar patroon van resultaten ongeacht de toegepaste methode

Het is heel interessant dat, ondanks de verschillende methodologische benaderingen bij het bepalen van de milieukosten, zowel ons origineel als de berekening met behulp van de CE-milieuprijzen een vergelijkbaar patroon vertonen:

1. In beide gevallen veroorzaakt luchtschade verreweg de grootste milieukosten. In onze eigen berekening is schade aan lucht verantwoordelijk voor 65% van alle milieukosten in het basisscenario en 70% in het scenario uitgaande van een totale omschakeling naar biologische landbouw. Bij de beoordeling op basis van de CE-milieuprijzen is het resultaat vergelijkbaar. Schade aan lucht is verantwoordelijk voor 76-81% van alle milieukosten in het basisscenario en 80-87% in het 100% BIO-scenario (Tabel 60 en Tabel 60).
2. In beide gevallen is een relatief lage meerprijs vereist voor biologische producten om dezelfde RTW te behalen als in het basisscenario. Onze eigen berekening suggereert dat bij volledige omschakeling naar biologische landbouw een meerprijs van 15% vereist zou zijn om dezelfde RTW te behalen als in het basisscenario. In de berekening op basis van de CE-milieuprijzen varieert deze meerprijs van 8% (onderste milieuprijzen) tot 12% (centrale milieuprijzen). Die laatste komt zeer dicht bij onze eigen berekening van 15% (Figuur 21).



Figuur 21: Vereiste prijsverhoging benodigd om dezelfde reële toegevoegde waarde te krijgen in het BIO 100% scenario zonder meerprijs

Welke methodologie is nauwkeuriger en geloofwaardiger?

Het bovengenoemde in het achterhoofd houdend, is het legitiem om te vragen welke methodiek en milieukosten nauwkeuriger en betrouwbaarder zijn: die uit onze eigen berekening of die gebaseerd op de CE-milieuprijzen. Er is geen sluitend antwoord op deze vraag. Het verschil in resultaten is aanzienlijk. Ze demonstreren heel goed hoe moeilijk en onzeker het is om de "exacte" milieukosten te bepalen. Beide benaderingen zijn gebaseerd op geloofwaardige bronnen en kunnen vanuit wetenschappelijk oogpunt goed worden verdedigd. Het argument dat men meer geschikt en nauwkeuriger is zou hetzelfde zijn als ruzie maken of appels lekkerder smaken dan peren. Beide zijn heerlijk en beide zijn fruit. Bovendien omvatten beide talrijke variëteiten waarvan de smaak van de ene aanzienlijk van de andere verschilt.

Waarom hebben we geen uitgebreidere beoordeling gegeven op basis van de CE-milieuprijzen?

We hebben de CE-milieuprijzen niet in onze eigen berekeningen gebruikt om de volgende redenen:

- De CE-publicatie over milieuprijzen verscheen medio 2017 en bleef grotendeels onbekend en ongebruikt. Het is niet geregistreerd in Google Scholar (vanaf juli 2018) – de grootste openbaar beschikbare wetenschappelijke database ter wereld. Daar verschijnt het alleen als een citaat in slechts twee papers²³⁵ (waarvan er één door CE wordt geproduceerd). Volgens Google Scholar is geen van deze twee artikelen ooit genoemd. Hierdoor bleef de CE-publicatie ook voor ons lange tijd onbekend.
- De PBL-publicatie²³³, die kan worden beschouwd als een soort "erkenning" van de CE-milieuprijzen, werd medio juni 2018 gepubliceerd. In die tijd hadden we de definitieve versie van onze studie al voltooid en waren we te laat voor het uitwerken van een meer uitgewerkte berekening op basis van de CE-milieuprijzen.
- De CE-milieuprijzen zijn voornamelijk gebaseerd op de betaalmethode "willingness to pay", terwijl de prijzen van het European Environmental Agency zijn gebaseerd op de daadwerkelijke kosten voor de menselijke gezondheid¹⁸. De laatste lijkt geschikter voor ons, met name omdat betalingsbereidheid een methode is die de milieukosten overschat (zie hoofdstuk 3).
- In tegenstelling tot de CE-aanpak zijn de milieuprijzen van het Europees Milieuagentschap voor luchtverontreinigende stoffen (veruit de grootste milieukosten!) zowel gebaseerd op de lokaal optredende schade als op de schade die zich op middellange afstand voordoet. Dit onderscheid stelde ons in staat om de Nederlandse milieukosten voor luchtvervuiling aan te passen aan Regio Noord, die een veel lagere bevolkingsdichtheid heeft dan Nederland (zie hoofdstuk 3). Deze benadering levert waarschijnlijk een nauwkeuriger schatting op dan de CE-aanpak.

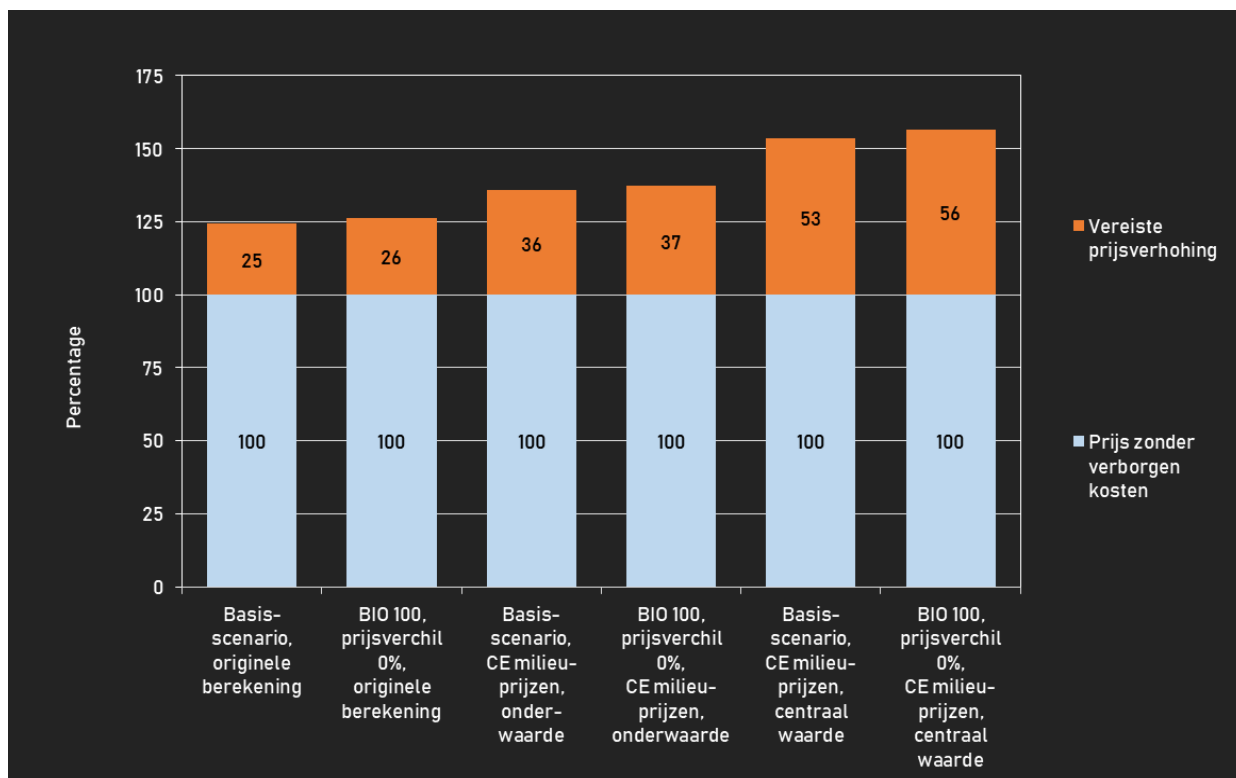
¹⁸ In beide gevallen omvat de milieuprijs voor klimaatverandering de volksgezondheid, maar ook andere effecten, zoals op ecosystemen, grondstoffen enz.

- Het Europees Milieuagentschap is de grootste Europese denktank en autoriteit op het gebied van milieu en we hechten veel waarde aan haar werk en beoordelingsvermogen.

Vanwege dit alles stellen wij voor om de resultaten behaald in onze eigen berekening als de belangrijkste referentie voor deze studie te behouden, en alleen aan te vullen met de resultaten op basis van de CE-milieuprijzen.

Internalisering verborgen kosten

Onze resultaten suggereren dat als de verborgen kosten van landbouwproducten zouden worden geïnternaliseerd, hun prijs zou moeten stijgen. In het basisscenario zou deze stijging variëren van 24% (eigen berekening) en 35% (onderwaarde CE-milieuprijzen) tot 53% (centrale waarde CE-milieukosten) (Figuur 22). Bijna dezelfde stijging zou nodig zijn in het geval van totale omschakeling naar biologische landbouw zonder premieprijs: 26% (eigen berekening), 37% (onderwaarde CE-milieuprijzen) en 56% (centrale waarde CE-milieuprijzen) (Figuur 22).



Figuur 22: Vereiste prijsverhoging als de verborgen kosten geïnternaliseerd worden

6. BELANGRIJKSTE RESULTATEN EN CONCLUSIES

Slechts 2% meer banen	Resultaat #1: Biologische landbouw levert een kleine bijdrage aan het creëren van banen. Alle biologische scenario's creëren meer banen dan het basisscenario. Deze bijdrage is echter klein (tot 2%) vanwege de structuur van de landbouwsector in Regio Noord. Grasgevoede melkveehouderij heeft de overhand. Deze productie vertoont niet veel verschil in termen van arbeidsbehoefte tussen biologische en conventionele productie.
Een 8-21% premie is vereist	Resultaat #2: Consumenten moeten meer betalen voor biologische producten, zelfs als de milieukosten en publieke investeringen geïnternaliseerd zijn. Als er geen milieukosten en publieke investeringen geïnternaliseerd zouden worden in de prijs van biologische producten, zouden ze een premie van 21% moeten krijgen om dezelfde BrTW te behalen als het basisscenario. Als deze zouden worden geïnternaliseerd, zou een premie van 8-15% nog steeds vereist zijn om dezelfde RTW te behalen als in het basisscenario.
Beter voor het milieu	Resultaat #3: Biologische landbouw creëert een veel schoner milieu Alle biologische scenario's zijn beter voor het milieu dan het basisscenario (met uitzondering van de C-balans, die tot 7% beter is in het basisscenario, maar nog steeds positief in alle biologische scenario's). Dit is zeer relevant en belangrijk voor het bereiken van milieudoelstellingen die zijn vastgesteld door de Europese Commissie (bijvoorbeeld Nitraatrichtlijn) en internationale verdragen (bijvoorbeeld LRTAP Convention en UNFCCC).
Landbouw is de ruggengraat	Resultaat #4: Landbouw is de sleutelsector Landbouw - en niet de landbouw-inputsector (kunstmest, veevoer, enz.) is de belangrijkste speler die de economische en ecologische prestaties van de onderzochte sectoren bepaalt. Het is goed voor meer dan 98% van alle beoordeelde economische en milieuparameters.
Vee bepaalt alles	Resultaat #5: Vee is de belangrijkste bron van schade aan het milieu Vee is verreweg de belangrijkste bron van milieuvervuiling en milieuproblemen. Ongeacht of het gaat om lucht, water, klimaat of bodemkwaliteit – vee springt er altijd bovenuit en is verantwoordelijk voor de overgrote meerderheid van de emissies – direct of via mest.

Ongeveer 50% van alle milieuschade	Resultaat #6: Ammoniak van vee is verreweg de schadelijkste vervuiler
	Ammoniak veroorzaakt in alle scenario's ongeveer 50% van alle milieuschade. Als het gaat om de milieuschade (weerspiegeld in menselijke gezondheidskosten) zou men kunnen zeggen dat ammoniak "volksvijand nr. 1" is. Het terugdringen van de ammoniakemissie is de sleutel voor het verlagen van milieuschade.
Hoe hoger het aandeel biologische landbouw, des te beter voor het milieu	Resultaat #7: Elke toename in oppervlakte onder biologisch beheer levert een positief milieueffect op
	Alle biologische scenario's leveren een positieve bijdrage aan de bescherming van het milieu. Hoewel de meest verstrekkende gevolgen worden bereikt in het geval van volledige omschakeling, resulteren scenario's met 20% of 50% biologisch oppervlakte ook in milieuwinst. Als beleidsmakers ernaar streven om een positief effect op het milieu te hebben, moet het beleid gericht zijn op het vergroten van het gebied onder biologisch beheer, omdat elke toename in het biologische oppervlakte positieve milieubijdragen zal opleveren: lagere milieukosten en verhoogde biodiversiteit. Dit is natuurlijk niet de fout van boeren en zij zouden hier ook niet de schuld van moeten krijgen. Het is eerder een gevolg van ontoereikende marktregels en imperfecte marktmechanismen die geen rekening houden met externaliteiten.
Dopingschuld is laag	Resultaat #8: Dopingschuld is geen significante bron van schade
	Vergeleken met andere bronnen is dopingschuld, die voortkomt uit de productie van kunstmest en krachtvoer buiten Regio Noord, geen belangrijke bron van schade aan het milieu.
Biodiversiteit, antibiotica-resistentie, voedselkwaliteit enz.	Resultaat #9: Biologische landbouw heeft verschillende "verborgen" voordelen die niet gemonetariseerd zijn
	Biologische landbouw vertoont verschillende voordelen die zeer moeilijk monetariseerbaar zijn. Deze zouden eigenlijk moeten worden toegevoegd aan de positieve "vergelijkingszijde" van de biologische landbouw en omvatten het volgende: <ol style="list-style-type: none">1. Biodiversiteit: biologische landbouwbedrijven hebben doorgaans een hogere biodiversiteit dan conventioneel.2. Biologische veehouderij gebruikt veel minder antibiotica dan conventionele veehouderij, wat antibioticaresistentie vermindert en sociale kosten verlaagt.3. De kwaliteit van biologisch voedsel is in meerdere opzichten superieur aan conventioneel (zie hoofdstuk 4.9).4. Biologisch voedsel kan bepaalde gezondheidsvoordelen bieden (zie hoofdstuk 4.9).5. Aan biologisch vee wordt geen GMO-voer gevoed.

Wanneer in de toekomst een of meer van deze aspecten wel monetariseerbaar zal zijn, zal dit de balans in het voordeel van de biologische landbouw doen verschuiven.

Resultaat #10: Discussie over stikstof en ammonia in de biologische landbouw nog volop gaande

Stikstof, ammonia

Momenteel zijn er diverse standpunten over de hoeveelheid N in de excrementen van dieren gehouden in de biologische landbouw. De discussie hierover is nog volop gaande. Bij de berekeningen in dit onderzoek zijn we steeds uitgegaan van de meest conservatieve actuele standpunten, dus die met het minste voordeel voor de biologische landbouw (zie hoofdstuk 5.2.3). Het is goed mogelijk dat in de toekomst blijkt dat een ander standpunt gerechtvaardigd is. In dat geval zal dat onmiddellijk gevolgen hebben voor de uitkomsten van dit onderzoek. Het is zeer wel denkbaar dat daardoor de balans (sterk) in het voordeel van de biologische landbouw zal verschuiven.

7. BELEIDSAANBEVELINGEN

Type beleidsinstrumenten

Beleidsmakers kunnen kiezen voor verschillende strategieën om de ontwikkeling van biologische landbouw te stimuleren. Deze kunnen het hele scala van beleidsinstrumenten omvatten, met zowel afschrikkende (voorschriften, "groene belastingen", sancties, enz.) als stimulerende maatregelen (subsidies, onderwijs, onderzoek, publicaties, opbouw van institutionele structuren, enz.). Uiteindelijk behoren al deze instrumenten tot een van de drie groepen: wetgevingsinstrumenten, economische instrumenten en informatieve instrumenten.

7.1 Wetgevingsinstrumenten

Geen manoeuvreerruimte voor regionale overheden

In het kader van het huidige gemeenschappelijke landbouwbeleid van de EU (GLB) hebben regionale overheden nauwelijks manoeuvreerruimte voor het invoeren van wetgevingsinstrumenten, zoals wetten, richtlijnen, verordeningen, enz., die de ontwikkeling van biologische landbouw zouden ondersteunen. In de huidige GLB-regeling zijn alle wetgevingsinstrumenten in handen van de Europese Commissie en de centrale regeringen.

Strategie en actieplan voor biologische landbouw

Het is echter mogelijk dat de drie provincies gezamenlijk een strategie en een actieplan voor biologische landbouw ontwikkelen. Strikt genomen is dit geen klassiek wetgevingsinstrument, maar een strategisch beleidsdocument. Het is aanbevolen dat de drie provincies van Regio Noord een gezamenlijke strategie en een actieplan voor biologische landbouw ontwikkelen. Dit moet op een coöperatieve manier worden voorbereid, waarbij de belangrijkste belanghebbenden worden betrokken. De voorbereiding moet goed gecoördineerd zijn. Het document moet duidelijk gedefinieerde doelstellingen en doelen hebben, uit te voeren acties, mechanismen voor monitoring en evaluatie, en een groot genoeg budget.

7.2 Economische instrumenten

Beperkte actie mogelijk

Het GLB en de regels van de Wereld Handels Organisatie (WTO) geven de regionale overheden ook niet veel manoeuvreerruimte voor het introduceren van economische instrumenten zoals subsidies voor landbouwproductie, belastingen, sancties, enz. De drie provincies kunnen echter samen lobbyen bij de centrale overheid om subsidies in te voeren voor de omschakeling naar biologische landbouw, of voor soortgelijke economische instrumenten die de biologische productie ondersteunen (bijv. financiering van opslag- en verwerkingsfaciliteiten uit het programma voor plattelandsontwikkeling).

7.3 Informatieve instrumenten – opbouw van menselijk en sociaal kapitaal

Focus op informatieve instrumenten

Informatieve beleidsinstrumenten zoals onderzoek, onderwijs, voorlichting, demonstraties, steun voor innovatie, bewustmakingscampagnes, enz. – zijn de gebieden waarin de drie provincies de vrij spel hebben en initiatieven kunnen nemen om de ontwikkeling van biologische landbouw te stimuleren.

Hoog sociaal en menselijk kapitaal

Informatieve beleidsinstrumenten ontwikkelen menselijk en sociaal kapitaal dat een voorwaarde is voor de ontwikkeling van biologische landbouw. Dit omvat verbetering van vaardigheden, kennis, visie, innovatie en motivatie – niet alleen door boeren, maar ook door bedrijfsadviseurs, trainers, onderzoekers, beleidsmakers en consumenten.

Verband tussen brede omschakeling naar biologische landbouw en SDG

Biologische landbouw kan een belangrijk hulpmiddel zijn bij het bereiken van beleidsdoelstellingen voor het milieu en duurzame ontwikkeling. Het kan worden gekoppeld aan bredere duurzaamheidsinitiatieven voor duurzame productie en consumptie, evenals aan de bijdrage van Regio Noord aan het bereiken van de VN-doelstellingen voor duurzame ontwikkeling die Nederland ook wil bereiken tegen 2030²³⁶. Een wijdverbreide omschakeling naar biologische landbouw zou helpen bij het realiseren van de volgende duurzame ontwikkelingsdoelen:

SDG 3: Gezondheid en welzijn;

SDG 6: Schoon drinkwater;

SDG 12: Duurzame consumptie en productie;

SDG 13: Klimaatverandering aanpakken;

SDG 14: Bescherming van zeeën en oceanen;

SDG 15: Herstel ecosystemen en behoud biodiversiteit.

7.3.1 Onderzoek

Aanbevolen onderzoeks- onderwerpen

Er wordt de drie provincies geadviseerd een onderzoeksprogramma op te zetten voor biologische landbouw. Dit zou moeten helpen met het aanvullen van de gegevens en om informatie- en kennislacunes te overbruggen die in deze studie zijn geïdentificeerd. Een regionaal onderzoeksprogramma dat de volgende onderwerpen belicht, die in dit onderzoek als kernpunten naar voren komen, wordt aanbevolen:

Hoofdstuk 7: Beleidsaanbevelingen

Onderwerp	#	Onderzoeksonderwerp	Beredenering
Economische prestatie en instrumenten voor economisch beleid	1.	Opbrengsten van biologische productie om regiospecifieke gegevens te verkrijgen.	De economische prestatie van biologische productie wordt voornamelijk bepaald door de opbrengsten. Betrouwbare gegevens over de opbrengsten van biologische landbouw in Regio Noord bestaan niet. In deze studie hebben we de KWIN-gegevens ¹⁵ gebruikt, die mogelijk afwijken van die voor Regio Noord.
	2.	Regiospecifieke berekeningen van de brutomarge van biologische productie	Hetzelfde als hierboven voor opbrengsten.
	3.	Het potentieel van biologische landbouw om bij te dragen aan de ontwikkeling van het toerisme in Regio Noord	Grootschalige omschakeling naar biologische landbouw zou in Regio Noord kunnen leiden tot hogere biodiversiteit en een verbeterd landschap. Dit groenere beeld van de regio zou op zijn beurt meer toeristen kunnen aantrekken.
	4.	Kan een "groene openbare aanbesteding" de consumptie van biologisch voedsel in Regio Noord bevorderen?	De verkoop van biologische voeding aan publieke instellingen, zoals kleuterscholen, scholen, universiteiten, medische instellingen, openbare instellingen enz., zou een interessante strategie kunnen zijn voor het verhogen van de biologische voedselconsumptie in Regio Noord. Dit vereist echter een grondige kosten-batenanalyse naast een analyse van de juridische implicaties (het bevoordelen van biologisch voedsel bij openbare aanbestedingen kan vanuit juridisch oogpunt een uitdaging zijn).

Hoofdstuk 7: Beleidsaanbevelingen

Onderwerp	#	Onderzoeksonderwerp	Beredenering
	5.	Wettelijke mogelijkheden en haalbaarheid van de invoering van economische beleidsinstrumenten op regionaal of nationaal niveau.	Hoewel regionale regeringen beperkte manoeuvreerruimte hebben voor het introduceren van economische instrumenten, is het de moeite waard om dit onderwerp verder te onderzoeken. De zogeheten " <i>de minimis-regel</i> " van de EU definieert het bedrag aan steun (subsidies) dat kan worden uitbetaald zonder als staatssteun te worden beschouwd. Mogelijke introductie van, bijvoorbeeld, een nationale of regionale groene belasting op pesticiden en kunstmest zou de conventionele productie onmiddellijk duurder maken en biologische landbouw aantrekkelijker en concurrerender maken.
Milieuprestaties en milieuschade	6.	Onderzoek naar het bepalen van het N-gehalte in de uitwerpselen van biologisch vee in Regio Noord	Of uitwerpselen van biologisch vee minder of meer TAN bevatten dan conventioneel vee, blijft een open vraag. Deze informatie is cruciaal voor de beoordeling van stikstofgerelateerde emissies en gerelateerde schade (met name ammoniakemissie en ammoniakschade).
	7.	Regio Noord schade-invloeden voor de schade aan de lucht.	Onze resultaten suggereren dat de schade aan lucht verreweg de belangrijkste verborgen kosten zijn die voortvloeien uit de landbouwsector in Regio Noord. De door ons gebruikte schadefactoren worden geëxtrapoleerd uit de schadefactoren voor heel Nederland. Een verfijnder onderzoek is nodig om deze factoren nader te bepalen en de schade aan de lucht nauwkeuriger te beoordelen.
	8.	Kwantificeren van N- en P-schade aan ecosystemen in Regio Noord	De kosten van eutrofiëring en bodemverzuring zijn moeilijk in te schatten. Vanwege het ontbreken van regiospecifieke gegevens over eutrofiëring en bodemverzuring, evenals de complexiteit van het

Hoofdstuk 7: Beleidsaanbevelingen

Onderwerp	#	Onderzoeksonderwerp	Beredenering
			monetariseren van de gerelateerde kosten, konden we geen gedetailleerdere en nauwkeurigere beoordeling geven van de schade aan ecosystemen veroorzaakt door eutrofiëring en bodemverzuring.
	9.	N-managementstrategie door biologische boeren in Regio Noord	Er zijn geen systematische gegevens over hoe biologische landbouwers in Regio Noord stikstof beheren. Dit is belangrijke informatie om de milieuprestaties en gerelateerde kosten van de landbouwsector in Regio Noord te kunnen beoordelen. Enkele belangrijke vragen zijn: Hoeveelheid N gefixeerd in grasklaver en alfalfa; krachtvoer samenstelling, herkomst en hoeveelheid van N geleverd door krachtvoer; technieken die worden gebruikt bij de toediening van drijfmest en vaste meststoffen enz.
	10.	Drinkwaterzuiveringskosten voor nitraat en pesticiden in Regio Noord	Gegevens over drinkwaterzuiveringskosten voor nitraat en pesticiden voor Regio Noord zijn niet (gemakkelijk) verkrijgbaar. Uit onze beoordeling blijken deze vrij laag te zijn. Een systematisch onderzoek onder bedrijven die drinkwater leveren, zou echter meer inzicht in dit onderwerp opleveren.
	12.	Vergelijking van biodiversiteit op conventionele en biologische landbouwbedrijven in Regio Noord	Eerder onderzoek (zie hoofdstuk 4.7) suggereert dat biologische landbouw een hogere biodiversiteit behoudt. Er zijn echter geen gegevens om deze bewering te bevestigen voor Regio Noord.
	13.	Biodiversiteit gerelateerde schade en voordelen van conventionele en	Eerder onderzoek (zie hoofdstuk 4.7) suggereert dat biologische landbouw een hogere biodiversiteit verwezenlijkt. Dit is echter erg

Hoofdstuk 7: Beleidsaanbevelingen

Onderwerp	#	Onderzoeksonderwerp	Beredenering
		biologische landbouw in Regio Noord	moeilijk om in geld uit te drukken vanwege het gebrek aan gegevens over biodiversiteit op biologische landbouwbedrijven in Regio Noord (dit probleem kan worden opgelost door het hierboven voorgestelde project) en het gebrek aan methoden om hier een monetaire waarde aan te geven. Een mogelijke methodologie zou de zogenaamde PDF-benadering ^{190,231,232} zijn. PDF staat voor Potentially Disappeared Fraction (van het totaal aantal soorten). Een PDF van bijvoorbeeld 0,2 PDF per m ² per jaar betekent het verlies van 20% van de soorten op 1 m ² aardoppervlakte gedurende 1 jaar.
Gezondheidsproblemen	14.	Het gebruik van antibiotica, zowel bij conventionele als biologische productie in Regio Noord	Biologische landbouw gebruikt minder antibiotica en zal waarschijnlijk minder resistentie tegen antibiotica ontwikkelen. Betrouwbare gegevens over het gebruik van antibiotica in biologische en conventionele landbouw in Regio Noord zijn er niet.
Overigen	15.	Stuwende krachten en de belangrijkste obstakels die boeren ervan weerhouden om over te schakelen naar biologische productie en consumenten om biologische levensmiddelen te consumeren	Begrip van de stuwende krachten achter omschakeling naar biologische landbouw is erg belangrijk omdat dit inzicht relevante belanghebbenden in staat stelt om gebruik te maken van die drijvende krachten.
	16.	Eiwitrijke diervoeders die soja (GMO) kunnen vervangen in de	Een toegepast onderzoek dat de mogelijkheden test voor het telen en/of gebruiken van krachtvoer en krachtvoergewassen die soja (deels)

Hoofdstuk 7: Beleidsaanbevelingen

Onderwerp	#	Onderzoeksonderwerp	Beredenering
		biologische en conventionele landbouw	zouden kunnen vervangen, zou meer duidelijkheid geven over de vraag of er voor Regio Noord haalbare alternatieven zijn voor soja. In Regio Noord wordt soja (GMO) grotendeels gebruikt in krachtvoer (met name in de conventionele veehouderij). De productie en consumptie van dit product werpt een reeks milieu- en andere, met name ethische, vragen op.
	17.	Bijdrage van biologische landbouw aan dierenwelzijn	Dierenwelzijn is een belangrijk aspect van zowel conventionele als biologische landbouw. Hoewel biologische landbouw in veel opzichten betere leefomstandigheden biedt (meer ruimte, licht, begrazing, enz.) kan het ook enig ongemak of zelfs lijden van boerderijdieren veroorzaken – met name vanwege het vermijden van profylactische synthetische diergeneesmiddelen. We hebben in de studie bewust vermeden om deze kwestie verder uit te werken vanwege uiteenlopende opvattingen of biologische landbouw goed of slecht is voor dierenwelzijn. Dit onderwerp is echter wel de moeite waard om verder te bestuderen, omdat een studie uit 2008 ²³⁷ suggereert dat de Nederlandse consument dierenwelzijn als een van de belangrijkste voordelen van biologische landbouw beschouwt en bereid is er 41 miljoen euro voor te betalen.

Sommige van deze studies zouden kunnen worden ontwikkeld in het kader van bredere EU-onderzoeksprogramma's, zoals grensoverschrijdende samenwerking, Horizon 2020, enz.

Zonder de in de bovenstaande tabel vermelde vragen te behandelen en regio-specifieke invoergegevens en -resultaten te verkrijgen, zou het waarschijnlijk niet veel zin hebben om nog een onderzoek van deze aard uit te voeren.

7.3.2 Allianties opbouwen

Een breder sociaal platform

Het is raadzaam om transitiepaden uit te werken, voorwaarden te veranderen, een breder sociaal platform op te bouwen en allianties aan te gaan tussen gelijkgestemde individuen en organisaties die bereid zijn om biologische landbouw te promoten. Deze allianties zouden (onder andere) samenwerking kunnen omvatten met:

- Initiatieven voor natuurinclusieve landbouw;
- Initiatieven voor landschap/weidevogels zoals 'Kening fan 'e Greide';
- Koks;
- Zorginstellingen en zorgverzekeraars;
- Regionale programma's voor het verminderen van risico's van pesticiden, b.v. "Bepaling van bestrijdingsmiddelen Noordoost-Nederland";
- Milieuorganisaties. Een recente studie van Royal Haskoning²³⁸, in opdracht van de drie provincies in Regio Noord, concludeert "de biologische landbouw is de meest ideale vorm van landbouw voor voedselproductie zonder residuen van bestrijdingsmiddelen en dus zonder aantasting van milieu, grond- en oppervlaktewater";
- Andere regionale initiatieven gericht op duurzame ontwikkeling van Regio Noord, zoals initiatieven voor slimme steden, circulaire economie, klimaatverandering, enz.;
- Toeristenindustrie. Bijvoorbeeld: "Drenthe - een provincie met het beste bewaarde beek- en esdorpenlandschap van West-Europa²³⁹";
- Enz.

Ontwikkeling van sociaal en menselijk kapitaal

Een grootschalige omschakeling naar biologische landbouw in Regio Noord moet worden beschouwd als een strategisch proces voor de lange termijn. Het is een ambitieuze doelstelling waarvoor een brede maatschappelijke consensus nodig is. Het zal een lang proces zijn dat niet in één generatie kan worden bereikt.

7.3.3 Ethische debatten

GMO-voer

Biologisch vee wordt niet gevoed met GMO-voer. Regio Noord is een GMO-vrije regio. Maar alleen in de zin dat het geen GMO-gewassen verbouwt. De regio is echter een zware gebruiker van GMO-voer. Hoewel er op dit moment geen wetenschappelijk bewijs is dat zuivelproducten, eieren en vlees afkomstig van dieren gevoed met GMO-voer – wat het geval is met bijna alle dieren in Regio Noord – de menselijke gezondheid negatief kunnen beïnvloeden, blijft het feit dat alle dierlijke productie in Regio Noord is gebaseerd op GMO-voer een interessante discussie. Voor sommige consumenten kan dit een reden zijn om over te stappen naar biologisch voedsel.

8. EEN POST-FESTUM OPMERKING

Pionierswerk

Deze studie is een poging om meer licht te werpen op de vraag over de haalbaarheid van biologische landbouw in Regio Noord. Het is pionierswerk omdat het de eerste beoordeling is van de bredere maatschappelijke gevolgen van grootschalige omschakeling naar biologische landbouw in Regio Noord, en ook de eerste poging om landbouwexternaliteiten van Regio Noord te monetariseren.

Onpartijdige analyse

Het is goed mogelijk dat sommigen, zowel tegenstanders als voorstanders van biologische landbouw, niet tevreden zullen zijn met de belangrijkste bevindingen van dit onderzoek. Ze kunnen ze te zwak vinden om hun zaak te ondersteunen, wat een begrijpelijke zorg is. Ons werk, en onze intentie, was echter niet om resultaten te produceren die een bepaalde partij zouden behagen of aan bepaalde verwachtingen zouden voldoen. We hebben een onpartijdige en waarde vrije analyse uitgevoerd en geproduceerd. Niets in dit onderzoek is "voorgekookt" om biologische of conventionele landbouw te bevorderen. We hebben een oprechte inspanning geleverd om zo objectief mogelijk te zijn en om een evenwichtige, onpartijdige uitkomst te bieden. Daarbij hebben we ongeveer 20 experts geraadpleegd en hebben we onze analyse ondersteund met 240 recente referenties. Om potentieel extreme en spectaculaire resultaten te voorkomen, hebben we bewust gebruikgemaakt van een conservatieve benadering wat betreft de invoergegevens die zijn gebruikt om de berekeningen uit te voeren en de beoordelingsmethoden die we hebben toegepast. In sommige gevallen kan deze aanpak hebben geleid tot onderschatte cijfers. We hebben ook geprobeerd om ongefundeerde claims te voorkomen en hebben onze berekeningen gebaseerd op de nieuwste wetenschappelijke bewijzen (een goed voorbeeld hiervan is de ammoniakemissie van biologische landbouw). Helaas waren we niet in staat om twee zeer belangrijke voordelen van biologische landbouw te monetariseren: biodiversiteit en potentiële gezondheidsvoordelen die voortvloeien uit het eten van bepaalde, qua voedingswaarde superieure, voedingsmiddelen. Helaas konden we geen betrouwbare boekhoudmethoden vinden die een relatief eenvoudige monetarisering van deze voordelen mogelijk maken. Als we in staat waren geweest om deze te monetariseren dan zou de uitkomst voor biologische landbouwscenario's gunstiger zijn geweest dan onze huidige resultaten suggereren.

Moeizaam werk

Eventuele critici van deze studie moeten in gedachten houden dat dit werk werd uitgevoerd in het kader van een project met beperkte middelen en een budget waarin slechts 70 betaalde dagen konden worden geacomodeerd. Binnen de toegewezen dagen voor deze opdracht was het onmogelijk om een diepere en meer nauwkeurige analyse te geven. Een ander obstakel was de beschikbaarheid van gegevens. Heel wat gegevens die nodig waren om deze studie uit te voeren, waren niet

beschikbaar of waren niet relevant voor Regio Noord. Daarom moest het onderzoek worden uitgevoerd in een data-arme context. Heel wat berekeningen moesten vanuit niets worden opgebouwd. Deze berekeningen zijn niet alleen tijdrovend, maar vereisen ook een breed veld van agronomische, economische en milieutechnische expertise. Meestal worden ze uitgevoerd door een team van experts. Hier zijn ze uitgevoerd door slechts één persoon en ondanks oprechte pogingen om ze zo nauwkeurig mogelijk te maken, is de kans op enkele fouten aanwezig.

Verminderen van onzekerheden

We zijn ons er volledig van bewust dat de aanpak en bevindingen die in deze studie worden gepresenteerd een verdere verbetering verdienen. We pretenderen niet dat onze resultaten volkomen accuraat zijn. Maar we denken dat zelfs resultaten met enige onzekerheid beter zijn dan geen resultaten of volledige onzekerheid, met name als het gaat om landbouwexternaliteiten. De implicatie van een beslissing is vaak duidelijk, zelfs in het licht van onzekerheid. De meest ernstige fout die kan worden gemaakt met betrekking tot externaliteiten in de landbouw is ze volledig negeren; erger dan enige fout die in hun berekeningen kan worden gemaakt. We hopen dat dit werk een belangrijke bijdrage zal leveren aan het verminderen van onzekerheden over de haalbaarheid van een brede omschakeling naar biologische landbouw. We geloven dat we "het onbekende hebben opgezocht" en een nieuw venster hebben geopend voor discussie over duurzame landbouw in Regio Noord. We hebben volledig nieuwe, voorheen niet-bestaande informatie, gegevens en bewijzen verstrekt. We hebben ook een nieuwe, innovatieve methodologie geïntroduceerd die correctie van BrTW voor externaliteiten (inclusief "doping schuld") mogelijk maakt en uitdrukingskosten en reële toegevoegde waarde in nieuwe valuta's (FUTURO, MATURO en PURO) mogelijk maakt.

Resultaten uitgedrukt als vaste waarden

Alle resultaten in deze studie worden uitgedrukt als vaste waarden in plaats van als waarden met een minimum- en maximumbereik. Dit was een bewuste keuze aangezien de studie honderden variabelen omvat. Sommige hiervan hebben slechts een centrale waarde, terwijl het voor de anderen mogelijk is om de potentiële minimum- en maximumwaarde te bepalen. Door de resultaten uit te drukken in het bereik van minimum- en maximumwaarden zouden ze niet alleen onleesbaar en moeilijk te presenteren zijn in tabellen en figuren, maar ook minder overtuigend. Een breed scala aan waarden neigt ertoe conclusies te 'verdunnen' door te veel (teggengestelde) mogelijkheden aan te bieden en resulteert vaak in meer open vragen dan antwoorden.

Beperkingen van milieu-boekhouding

De beoordeling in dit onderzoek is sterk afhankelijk van het concept van milieukosten. Vanwege het ontbreken van fysieke of economische gegevens kon de beoordeling van externe kosten niet volgens reguliere methoden worden uitgevoerd. Deze moeten per geval worden ontwikkeld. Milieukosten zijn berekend met behulp van verschillende milieu-

boekhoudmethoden, die ondanks hun holistische benadering nog steeds niet in staat zijn om de "echte waarde" van milieugoederen en -diensten vast te leggen. Bovendien is het de vraag of deze "echte waarde" in geld uitgedrukt kan worden. De aanpak die we hebben gebruikt, is nog steeds afhankelijk van, en gebonden aan, conventionele economische methoden die beperkt zijn in het bepalen van de waarde van veel milieugoederen en -diensten. Dit geldt met name voor niet-gebruik en intrinsieke waarden. In dit opzicht kan het gebruik van externaliteiten bij de beoordeling van landbouwprestaties een conceptuele valstrik zijn omdat holistische concepten (zoals milieudiensten) nauwelijks kunnen worden begrepen, of correct kunnen worden beoordeeld, door conventionele (reductionistische) onderzoeksmethoden toe te passen. Ondanks deze tekortkomingen wordt een schatting van de hier gepresenteerde milieukosten nog steeds als een nuttig hulpmiddel beschouwd voor het vergroten van onze perceptie en begrip van duurzame landbouw. We zijn ons er ook volledig van bewust dat feiten en cijfers alleen niet tot een gewenste verandering zullen leiden. Emoties en het gevoel van gedeeld eigendom ("poldermodel") motiveren mensen meer dan feiten en cijfers. Maar de juiste stappen kunnen ook worden gestimuleerd door emotioneel te worden wanneer we begrijpen dat negatieve externaliteiten slecht zijn voor ons allemaal – en letterlijk dodelijk kunnen zijn – en dat positieve externaliteiten bijdragen aan ons welzijn en ons letterlijk kunnen genezen. Omschakeling naar biologische landbouw en voeding vereist een hoog menselijk en sociaal kapitaal en moet vanuit inwendige overtuiging komen, in plaats van via opgelegde maatregelen.

**Een raamwerk
voor discussie**

Deze studie pretendeert niet het sluitende antwoord te hebben gegeven op de complexe vraag of biologische landbouw beter is voor de samenleving in Regio Noord of niet. De bevindingen in dit onderzoek moeten worden beschouwd als eerste benaderingen, die waarschijnlijk verdere verbeteringen vereisen. Het uiteindelijke doel van dit onderzoek was niet om zorgvuldige berekeningen te maken. Wij zijn van mening dat de meest waardevolle bijdrage van de bevindingen in dit onderzoek een raamwerk is voor discussie over de haalbaarheid van grootschalige omschakeling naar biologische landbouw in Regio Noord – in plaats van vergankelijke en foutloze berekeningen. De verstrekking van dit discussiekader wordt hopelijk een belangrijk startpunt voor verdere analyse en een significante bijdrage aan een dialoog die leidt tot effectieve beleidsbeslissingen. We hopen dat dit onderzoek beleidsmakers in Regio Noord en alle andere geïnteresseerde partijen op weg zal helpen in hun zoektocht naar duurzame landbouw.

BIJLAGE I: DENKTANK DEELNEMERS

Naam	Organisatie
Jaap Boer	Bioboer
Renze Brouwer	Ministerie Economische zaken
Peter Brul	Agro-eco Advisors
Sietske de Jong	Avalon
Haryt Dijkman	Provincie Fryslan projectverwerver L&V
Margot Faber	Provincie Groningen
Henk Folmer	Rijksuniversiteit Groningen (RUG)
Ali-Jetske Hoogland	Hogeschool van Hall Larenstein
Goaitske Iepema	Feriening Biologyske Boeren Fryslan/Van Hall Larenstein
Martien Lankester	Avalon
Theo Mulder	Mulder Agro
Foppe Nijboer	Feriening Biologyske Boeren Fryslan
Jan Willem Straatsma	Friesland Campina
Anneke Twijnstra	Provincie Drenhte
Wiebren van Stralen	Living Lab
Tom van den Hove	Avalon
Jeltje van der Meer	Rijksuniversiteit Groningen (RUG)
Hans van der Werf	Milieufederatie Fryslan
Hanna van Vonderen	Provincie Overijssel
Kees Water	Eko-Part
Tineke Witteveen	Provincie Fryslan communicatie
Darko Znaor	Avalon

De regionale afdeling van LTO (Land- en Tuinbouworganisatie) is uitgenodigd te participeren in de werkzaamheden van de Denktank. Na een aanvankelijke toezegging heeft LTO zich later teruggetrokken.

BIJLAGE II: SPIEGELGROEP DEELNEMERS

- Prof Pier Vellinga (WUR)
- Dr Hans van Grinsven (Planbureau voor de Leefomgeving)
- Volkert Engelsman (Eosta)
- Bavo van den Idsert (Bionext)
- Prof Jan Willem Erisman (Louis Bolk Instituut)
- Kees van Zelderer (LTO vakgroep bio)
- Dr Adriaan de Groot Ruiz (True Price)
- Anne Jan Zwart (Ecostyle)

BIJLAGE III: LIJST VAN DE EXTERNALITEITEN DIE WEL EN NIET ZIJN MEEGENOMEN IN HET ONDERZOEK

Schade/kost	Type schade/kost	Type schade/kost	Door de studie gedekt
Schade aan natuurlijk kapitaal – BODEM	Bodemerosie op locatie	Verloren gewaswaarde	-
		Schadeherstelkosten	-
	Uitputting organische stof in de bodem	Verloren gewaswaarde	+ -
		Gemineraliseerde koolstof	+
Bodemverontreiniging	Pesticiden	-	
	Zware metalen	-	
Schade aan natuurlijk kapitaal – WATER	Zoetwaterverontreiniging	Verslechterde gezondheid van aquatische ecosystemen (pesticiden)	+ -
	Eutrofiëring	Economische verliezen voor de toeristen-, vis- en waterkrachtindustrie, brouwerijen, navigatiebeperkingen, verminderde waarde van gebouwen aan de waterzijde en algemene achteruitgang van de waterkwaliteit.	+ -
	Zeeverontreiniging	Afvoer van rivierverontreinigingen naar kustgebieden	-
Schade aan KLIMAAT	Veranderend klimaat	Klimaatverandering en bijbehorende gevolgen	+
Schade aan volksgezondheid	Ziekte- en sterftegevallen	Luchtvervuilers	+
		Pesticiden (water)	+
		Nitraten (water)	+
		Bacterieën en virussen in voeding	-
		Antibioticaresistentie	+
		Landbouwgerelateerde allergieën	-
		BSE & CJD & Boezemfibrileren	-
		Radioactiviteit in bodem en water	-
		Potentiële GMO effecten	-
Algemene afname van voedselkwaliteit	+		
Afvalproductie	Afvalverwerking	Verwerking van organisch afval	-
		Verwerking van verouderde pesticiden	-
Overlast	Geur	Veedieren, pesticiden enz.	-
	Lawaai	Machines	-
Gebruik van hulpbronnen	Uitputting van hulpbronnen	Uitputting van niet-hernieuwbare hulpbronnen, met name fosfaat	-
Welzijn	Dierenwelzijn	Algemeen productiesysteem	-
Schade aan natuurlijk kapitaal – BIODIVERSITEIT	Verloren of afgenomen biodiversiteit	Genetische diversiteit	-
		Soortenrijkdom	-
		Diversiteit van ecosystemen	-
		Landschapsdiversiteit	-
SOCIALE kosten	Off-site bodemerrosie	Verwijdering van geërodeerde grond van wegen	-
		Verwijdering van geërodeerde grond uit water	-
		Navigatiebeperkingen vanwege geërodeerde grond	-

Bijlage III: Lijst van de externaliteiten die wel en niet zijn meegenomen in het onderzoek

Schade/kost	Type schade/kost	Type schade/kost	Door de studie gedekt
		Verhoogde risico's/gevolgen van overstromingen	-
	Landbouwsubsidies	Directe betalingen	+
		Overige landbouwsubsidies (bijv. plaatselijke autoriteiten)	+ -
		Openbaar bestuur, onderzoek en ontwikkeling	Openbaar bestuur gekoppeld aan landbouw
		Agrarisch onderzoek	-
		Agrarische adviesdiensten	-
		Landbouwonderwijs	-

+ gedekt

- niet gedekt

+ - gedeeltelijk gedekt

BIJLAGE IV: VEEVOEDERFABRIKANTEN

Tabel 27: Regio Noord – veevoederfabrikanten in 2015

#	Naam	Provincie	Plaats	Opmerking
1.	Grasdrogery Workum E.O	Friesland	Workum	Hardly any information on the Internet available
2.	Coöperatieve Groenvoederdrogerij Gaasterland	Friesland	Harich	Hardly any information on the Internet available
3.	Coöperatieve Groenvoederdrogerij	Friesland	Oosterwolde	-
4.	Fribecoh BV Drogerij	Friesland	Loenga	Afgemeld van KvK
5.	Groenvoer Opeinde Friesland BV	Friesland	Opeinde	100% dochteronderneming van B.V. Oldambt
6.	Sonac Burgum BV	Friesland	Sumar	-
7.	Koopmans Meel BV	Friesland	Leeuwarden	-
8.	Coöperatieve Grasdrogerij Ruinerwold	Drenthe	Ruinerwold	-
9.	Oldambt BV	Groningen	Oostwold	-

Tabel 28: Regio Noord – veevoederfabrikanten, geschatte BrTW in 2015

#	Naam	Geschatte werkkraft (AJE)	Geschatte omzet per werkende (EUR)	Geschatte omzet (EUR)	Geschatte BrTW (EUR)
1.	Grasdrogery Workum E.O	5	100,000	500,000	175,000
2.	Coöperatieve Groenvoederdrogerij Gaasterland	5	100,000	500,000	175,000
3.	Coöperatieve Groenvoederdrogerij	20	100,000	2,000,000	700,000
4.	Fribecoh BV Drogerij	5	100,000	500,000	175,000
5.	Groenvoer Opeinde Friesland BV	1	100,000	100,000	35,000
6.	Sonac Burgum BV	96	100,000	9,600,000	3,360,000
7.	Koopmans Meel BV	84	100,000	8,400,000	2,940,000
8.	Coöperatieve Grasdrogerij Ruinerwold	22	100,000	2,200,000	770,000
9.	Oldambt BV	25	100,000	2,500,000	875,000
	Totaal	263	100,000	26,300,000	9,205,000

**Tabel 29: Regio Noord – veevoederfabrikanten – emissies van verzurende stoffen in 2015
(bron: RIVM¹⁹)**

#	Naam	Eenheid	SO ₂	NO _x	NH ₃	PM 2.5	PM 10
1.	Grasdrogery Workum E.O	kt	-	-	-	-	-
2.	Coöperatieve Groenvoederdrogerij Gaasterland	kt	-	-	-	-	-
3.	Coöperatieve Groenvoederdrogerij	kt	-	-	-	-	-
4.	Fribecoh BV Drogerij	kt	-	-	-	-	-
5.	Groenvoer Opeinde Friesland BV	kt	-	-	-	-	-
6.	Sonac Burgum BV	kt	0.136	0.115	-	-	-
7.	Koopmans Meel BV	kt	-	-	-	-	-
8.	Coöperatieve Grasdrogerij Ruinerwold	kt	-	-	-	-	-
9.	Oldambt BV	kt	-	-	-	-	-
Totaal			0.136	0.115	0	0	0

BIJLAGE V: BRUTO TOEGEVOEGDE WAARDE VAN LANDBOUW

Tabel 30: Omzet, kosten en BrTW van landbouw in Regio Noord

Omzet, kosten en BrTW	Eenheid	Basisscenario (EUR)	BIO oppervlakte 100% (EUR)		
			Prijsverschil 0%	Prijsverschil 10%	Prijsverschil 25%
Omzet, dierhouderij					
Jongvee 0-1 jaar, vlees, kalveren	kg vlees	42,482,588	42,482,588	46,730,847	53,103,236
Jongvee 1-2 jaar, vlees, vaarsen	kg vlees	33,297,164	33,297,164	36,626,881	41,621,455
Melk koeien, melk	liter melk	1,565,602,207	1,249,794,037	1,374,773,440	1,562,242,546
Melk koeien, vlees	kg vlees	42,154,454	42,154,454	46,369,900	52,693,068
Varkens vleesvarkens, varkensvlees	kg vlees	32,762,893	32,762,893	36,039,182	40,953,616
Varkens fokzeugen, vlees, biggen	kg vlees	46,260,463	46,260,463	50,886,509	57,825,578
Pluimvee vleeskuikens, kippenvlees	kg vlees	30,417,939	30,417,939	33,459,733	38,022,424
Leghennen, eieren	een ei	86,950,435	86,950,435	95,645,479	108,688,044
Schape, vlees	kg vlees	21,319,650	21,319,650	23,451,615	26,649,563
Geiten, melk	kg vlees	24,037,221	17,547,171	19,301,888	21,933,964
Geiten, vlees	kg vlees	932,213	932,213	1,025,434	1,165,266
Vleesstiere, vlees, stieren	kg vlees	5,802,117	5,802,117	6,382,329	7,252,646
Vleeskalveren, vlees, kalveren	kg vlees	66,193,995	66,193,995	72,813,394	82,742,493
Omzet, dierhouderij		1,998,213,340	1,675,915,119	1,843,506,631	2,094,893,899
Omzet, gewas					
Consumptieaardappelen	kg	52,265,347	30,602,880	33,663,168	38,253,600
Snijmais DS 240-280 g/kg	kg	130,941,360	95,745,910	105,320,501	119,682,387
Gras vers_Juni_Normaal	kg	123,054,000	104,595,900	104,595,900	104,595,900
Graskuil_Juni_3000 kg DS/ha	kg	492,216,000	418,383,600	418,383,600	418,383,600
Pootaardappelen	kg	186,178,530	139,247,101	153,171,811	174,058,876
Zetmeelaardappelen	kg	110,095,801	74,614,589	82,076,048	93,268,236
Suikerbiet	kg	83,765,441	50,109,075	55,119,982	62,636,343
Wintertarwe	kg	76,681,777	57,313,166	63,044,483	71,641,458
Wintertarwe, tarwestro	kg	16,324,920	12,356,151	12,356,151	12,356,151
Wintergerst	kg	27,314,400	20,468,728	22,515,601	25,585,911
Wintergerst, gerststro	kg	6,469,200	4,903,654	4,903,654	4,903,654
Triticale	kg	2,983,306	2,298,780	2,528,658	2,873,475
Triticale, triticaestro	kg	681,120	567,600	567,600	567,600
Graszaad Lp	kg	2,751,840	2,099,999	2,309,998	2,624,998
Graszaad hooi Lp	kg	286,650	216,039	216,039	216,039
Zaaiuien	kg	20,586,720	14,784,000	16,262,400	18,480,000
Lelies	-	76,416,000	38,208,000	42,028,800	47,760,000
Tulpen	-	11,460,000	9,168,000	10,084,800	11,460,000
Luzerne	kg	1,445,500	1,239,000	1,239,000	1,239,000
Grove peen	kg	15,092,000	8,624,000	9,486,400	10,780,000
Vezelhennep	kg	1,616,549	1,213,740	1,335,114	1,517,176
Winterkoolzaad	kg	2,022,516	1,534,570	1,688,027	1,918,213
Winterkoolzaad, koolzaadstro	kg	184,200	139,992	139,992	139,992
Omzet, gewas		1,440,833,177	1,088,434,473	1,143,037,727	1,224,942,608
Omzet landbouw, totaal		3,439,046,517	2,764,349,592	2,986,544,358	3,319,836,507
Kosten					
Veeproductie		1,488,214,063	1,278,661,263	1,278,661,263	1,278,661,263
Gewas		514,848,978	484,543,596	484,543,596	484,543,596
Arbeidskosten (ingehuurd)		428,844,000	447,490,000	447,490,000	447,490,000
Kosten, totaal		2,431,907,041	2,210,694,859	2,210,694,859	2,210,694,859
BrTW (= omzet minus kosten)		1,007,139,476	553,654,733	775,849,499	1,109,141,648

Tabel 31: BrTW bij verschillende percentages van het areaal onder biologische landbouw en bijbehorende premies.

Scenario	BIO oppervlakte (%)	Prijsverschil (%)	Vervaa-rdiging van kunstmest (mln. EUR)	Vervaa-rdiging van veevoeders (mln. EUR)	Landbouw (mln. EUR)	Totaal (mln. EUR)	% van basis-scenario
Basisscenario	-	-	0	9	1,007	1,016	100
BIO scenario 1	20%	0%	0	9	916	926	91
BIO scenario 2	20%	10%	0	9	961	970	95
BIO scenario 3	20%	25%	0	9	1,028	1,037	102
BIO scenario 4	50%	0%	0	9	780	790	78
BIO scenario 5	50%	10%	0	9	891	901	89
BIO scenario 6	50%	25%	0	9	1,058	1,067	105
BIO scenario 7	100%	0%	0	9	554	563	55
BIO scenario 8	100%	10%	0	9	776	785	77
BIO scenario 9	100%	25%	0	9	1,109	1,118	110

BIJLAGE VI: SCHADE AAN LUCHT

Tabel 32: Emissies van verzurende stoffen als zuurequivalent (Zuur-eq.)

Stof	Basisscenario		BIO scenario's					
			BIO oppervlakte 20%		BIO oppervlakte 50%		BIO oppervlakte 100%	
	Zuur-eq	%	Zuur-eq	% van basislijn	Zuur-eq	% van basislijn	Zuur-eq	% van basislijn
Ammoniak (NH ₃)	1.508	86	1.484	85	1.449	83	1.389	80
Stikstofoxiden (NO _x)	0.223	13	0.213	12	0.198	11	0.173	10
Zwavel dioxide (SO ₂)	0.013	1	0.010	1	0.007	0	0.001	0
Totaal	1.743	100	1.707	98	1.653	95	1.563	90

Tabel 33: Ammoniak (NH₃) – emissie

	Emissiebron	Basis-scenario		BIO scenario's					
				BIO oppervlakte 20%		BIO oppervlakte 50%		BIO oppervlakte 100%	
		Gg NH ₃	%	Gg NH ₃	% van basislijn	Gg NH ₃	% van basislijn	Gg NH ₃	% van basislijn
Buiten RN	"Doping schuld"								
	Kunstmest	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0
	Veevoeder	1.8	7	1.8	7	1.7	7	1.6	6
	Totaal "doping schuld"	1.8	7	1.8	7	1.7	7	1.6	6
Binnen Regio Noord	Vervaardiging van landbouwinputs								
	Kunstmest	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0
	Veevoeder	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0
	Totaal vervaardiging van landbouwinp.	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0
	Landbouw								
	Stal en opslag	11.3	44	11.5	45	11.7	46	12.0	47
	Weiden	0.4	2	0.4	2	0.4	2	0.4	2
	Mesttoediening	8.8	34	8.8	34	8.8	34	8.7	34
	Kunstmest	2.1	8	1.7	6	1.0	4	0.0	0
	Afrijping gewassen en gewasresten	1.2	5	1.1	4	1.0	4	0.8	3
Totaal landbouw	23.8	93	23.5	92	22.9	89	22.0	86	
Totaal binnen Regio Noord	23.8	93	23.5	92	22.9	89	22.0	86	
Totaal	25.6	100	25.2	98	24.6	96	23.6	92	

Tabel 34: Ammoniak (NH₃) – bron van milieukosten

Emissiebron	Basis-scenario		BIO scenario's					
			BIO oppervlakte 20%		BIO oppervlakte 50%		BIO oppervlakte 100%	
	mln. EUR	%	mln. EUR	% van basislijn	mln. EUR	% van basislijn	mln. EUR	% van basislijn
Buiten Regio Noord								
"Doping schuld"	3	1	3	1	2	1	2	1
Emissie aan NL & EU	257	87	253	86	247	84	237	81
Totaal buiten Regio Noord	260	88	256	87	250	85	240	82
Binnen Regio Noord								
Vervaardiging van landbouwinputs	0	0	0	0	0	0	0	0
Landbouw	34	12	34	11	33	11	32	11
Totaal binnen Regio Noord	34	12	34	11	33	11	32	11
Totaal	294	100	290	98	283	96	271	92

Tabel 35: Ammoniak (NH₃) – milieukosten

Totaal buiten en binnen Regio Noord	Basis-scenario		BIO scenario's					
			BIO oppervlakte 20%		BIO oppervlakte 50%		BIO oppervlakte 100%	
	mln. EUR	%	mln. EUR	% van basislijn	mln. EUR	% van basislijn	mln. EUR	% van basislijn
"Doping schuld"								
Kunstmest	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0
Veevoeder	2.6	1	2.5	1	2.5	1	2.3	1
Totaal "doping schuld"	2.6	1	2.6	1	2.5	1	2.3	1
Vervaardiging van landbouwinputs								
Kunstmest	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0
Veevoeder	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0
Totaal vervaardiging van landbouwinp.	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0
Landbouw								
Stal en opslag	138	47	140.0	48	142.7	49	147.2	50
Weiden	5	2	5.1	2	5.0	2	4.8	2
Mesttoediening	108	37	107.7	37	107.4	37	106.8	36
Kunstmest	25	9	20.4	7	12.7	4	0.0	0
Afrijping gewassen en gewasresten	15	5	13.8	5	12.5	4	10.3	3
Totaal landbouw	291	99	287.0	98	280.3	95	269.1	92
Totaal	294	100	289.6	98	282.8	96	271.4	92
% in Regio Noord	11.7		11.7		11.7		11.7	

Tabel 36: Stikstofoxiden (NO_x) – emissie

	Emissiebron	Basis-scenario		BIO scenario's					
				BIO oppervlakte 20%		BIO oppervlakte 50%		BIO oppervlakte 100%	
		Gg NO _x	%	Gg NO _x	% van basislijn	Gg NO _x	% van basislijn	Gg NO _x	% van basislijn
Buiten RN	"Doping schuld"								
	Kunstmest	0.1	1	0.0	0	0.0	0	0.0	0
	Veevoeder	0.3	2	0.2	2	0.2	2	0.2	2
	Totaal "doping schuld"	0.3	3	0.3	3	0.2	2	0.2	2
Binnen Regio Noord	Vervaardiging van landbouwinputs								
	Kunstmest	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0
	Veevoeder	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0
	Totaal vervaardiging van landbouwinp.	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0
	Landbouw								
	Stationaire emissie	2.5	25	2.5	25	2.5	25	2.5	25
	Landbouwmachines	2.0	20	2.0	20	2.0	20	2.0	20
	Mestopslag	0.6	6	0.6	6	0.6	6	0.6	6
	Toedienen van kunstmest	1.8	17	1.4	14	0.9	9	0.0	0
	Toedienen van dierlijke mest	2.6	25	2.5	24	2.4	23	2.2	21
Weidemest van graasdieren	0.5	5	0.5	5	0.5	5	0.5	5	
	Totaal landbouw	9.9	97	9.5	93	8.9	86	7.8	76
	Totaal binnen Regio Noord	9.9	97	9.5	93	8.9	86	7.8	76
	Totaal	10.3	100	9.8	95	9.1	89	7.9	77

Tabel 37: Stikstofoxiden (NO_x) – bron van milieukosten

Emissiebron	Basis-scenario		BIO scenario's					
			BIO oppervlakte 20%		BIO oppervlakte 50%		BIO oppervlakte 100%	
	mln. EUR	%	mln. EUR	% van basislijn	mln. EUR	% van basislijn	mln. EUR	% van basislijn
Buiten Regio Noord								
"Doping schuld"	0.5	1	0.4	1	0.3	1	0.1	0
Emissie aan NL & EU	53.5	97	51.2	92	47.7	86	41.9	76
Totaal buiten Regio Noord	54.0	98	51.6	93	48.0	87	42.0	76
Binnen Regio Noord								
Vervaardiging van landbouwinputs	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0
Landbouw	1.4	2	1.3	2	1.2	2	1.1	2
Totaal binnen Regio Noord	1.4	2	1.3	2	1.2	2	1.1	2
Totaal	55.3	100	52.9	96	49.2	89	43.1	78

Tabel 38: Stikstofoxiden (NO_x) – milieukosten

Totaal buiten en binnen Regio Noord	Basis-scenario		BIO scenario's					
			BIO oppervlakte 20%		BIO oppervlakte 50%		BIO oppervlakte 100%	
	mln. EUR	%	mln. EUR	% van basislijn	mln. EUR	% van basislijn	mln. EUR	% van basislijn
"Doping schuld"								
Kunstmest	0.3	1	0.3	0	0.2	0	0.0	0
Veevoeder	0.1	0	0.1	0	0.1	0	0.1	0
Totaal "doping schuld"	0.5	1	0.4	1	0.3	1	0.1	0
Vervaardiging van landbouwinputs								
Kunstmest	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0
Veevoeder	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0
Totaal vervaardiging van landbouwinp.	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0
Landbouw								
Stationaire emissie	13.9	25	13.9	25	13.9	25	13.9	25
Landbouwmachines	11.1	20	11.1	20	11.1	20	11.1	20
Mestopslag	3.2	6	3.2	6	3.2	6	3.3	6
Toedienen van kunstmest	9.7	18	7.8	14	4.9	9	0.0	0
Toedienen van dierlijke mest	14.1	25	13.7	25	13.0	24	11.9	22
Weidemest van graasdieren	2.8	5	2.8	5	2.7	5	2.6	5
Totaal landbouw	54.9	99	52.5	95	48.9	88	43.0	78
Totaal	55.3	100	52.9	96	49.2	89	43.1	78
% in Regio Noord	2.5		2.5		2.5		2.5	

Tabel 39: Zwaveldioxide (SO₂) – emissie

	Emissiebron	Basis-scenario		BIO scenario's					
				BIO oppervlakte 20%		BIO oppervlakte 50%		BIO oppervlakte 100%	
		Gg SO ₂	%	Gg SO ₂	% van basislijn	Gg SO ₂	% van basislijn	Gg SO ₂	% van basislijn
Buiten RN	"Doping schuld"								
	Kunstmest	0.3	66	0.2	53	0.1	33	0.00	0
	Veevoeder	0.1	25	0.1	20	0.1	13	0.00	0
	Totaal "doping schuld"	0.4	91	0.3	73	0.2	46	0.00	0
Binnen Regio Noord	Vervaardiging van landbouwinputs								
	Kunstmest	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.00	0
	Veevoeder	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.00	0
	Totaal vervaardiging van landbouwinp.	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.00	0
	Landbouw								
	Stationaire emissie	0.03	8	0.0	8	0.0	8	0.03	8
	Landbouwmachines	0.00	0	0.0	0	0.0	0	0.00	0
	Dieren	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.00	0
	Toedienen van kunstmest	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.00	0
	Totaal landbouw	0.0	9	0.0	9	0.0	9	0.03	9
	Totaal binnen Regio Noord	0.0	9	0.0	9	0.0	9	0.03	9
	Totaal	0.4	100	0.3	82	0.2	54	0.03	9

Tabel 40: Zwaveldioxide (SO₂) – bron van milieukosten

Emissiebron	Basis-scenario		BIO scenario's					
			BIO oppervlakte 20%		BIO oppervlakte 50%		BIO oppervlakte 100%	
	mln. EUR	%	mln. EUR	% van basislijn	mln. EUR	% van basislijn	mln. EUR	% van basislijn
Buiten Regio Noord								
"Doping schuld"	8.1	91	6.5	72	4.1	45	0.0	0
Emissie aan NL & EU	0.7	8	0.7	8	0.7	8	0.7	8
Totaal buiten Regio Noord	8.9	98.8	7.2	80.7	4.8	53.6	0.7	8.3
Binnen Regio Noord								
Vervaardiging van landbouwinputs	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0
Landbouw	0.1	1	0.1	1	0.1	1	0.1	1
Totaal binnen Regio Noord	0.1	1	0.1	1	0.1	1	0.1	1
Totaal	9.0	100	7.3	82	4.9	55	0.8	9

Tabel 41: Zwaveldioxide (SO₂) – milieukosten

Totaal buiten en binnen Regio Noord	Basis-scenario		BIO scenario's					
			BIO oppervlakte 20%		BIO oppervlakte 50%		BIO oppervlakte 100%	
	mIn. EUR	%	mIn. EUR	% van basislijn	mIn. EUR	% van basislijn	mIn. EUR	% van basislijn
"Doping schuld"								
Kunstmest	7.8	87	6.3	70	3.9	44	0.0	0
Veevoeder	0.3	3	0.2	3	0.1	2	0.0	0
Totaal "doping schuld"	8.1	91	6.5	72	4.1	45	0.0	0
Vervaardiging van landbouwinputs								
Kunstmest	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0
Veevoeder	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0
Totaal vervaardiging van landbouwinp.	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0
Landbouw								
Stationaire emissie	0.8	9	0.8	9	0.8	9	0.8	9
Landbouwmachines	0.0	1	0.0	1	0.0	1	0.0	1
Dieren	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0
Toedienen van kunstmest	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0
Totaal landbouw	0.8	9	0.8	9	0.8	9	0.8	9
Totaal	9.0	100	7.3	82	4.9	55	0.8	9
% in Regio Noord	1.2		1.4		2.1		12.3	

Tabel 42: Fijnstof (FS10) – emissie

	Emissiebron	Basis-scenario		BIO scenario's					
				BIO oppervlakte 20%		BIO oppervlakte 50%		BIO oppervlakte 100%	
		Gg FS10	%	Gg FS10	% van basislijn	Gg FS10	% van basislijn	Gg FS10	% van basislijn
Buiten RN	"Doping schuld"								
	Kunstmest	0.1	5	0.1	4	0.0	3	0.00	0
	Veevoeder	0.0	2	0.0	2	0.0	1	0.00	0
	Totaal "doping schuld"	0.1	7	0.1	6	0.0	4	0.00	0
Binnen Regio Noord	Vervaardiging van landbouwinputs								
	Kunstmest	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.00	0
	Veevoeder	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.00	0
	Totaal vervaardiging van landbouwinp.	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.00	0
	Landbouw								
	Stationaire emissie	0.01	1	0.0	1	0.0	1	0.01	1
	Landbouwmachines	0.28	21	0.3	21	0.3	21	0.28	21
	Dieren	0.9	68	0.9	68	0.9	67	0.90	67
	Toedienen van kunstmest	0.0	4	0.0	3	0.0	2	0.00	0
	Totaal landbouw	1.2	93	1.2	92	1.2	91	1.19	88
	Totaal binnen Regio Noord	1.2	93	1.2	92	1.2	91	1.19	88
	Totaal	1.35	100	1.3	98	1.3	94	1.19	88

Tabel 43: Fijnstof (FS10) – bron van milieukosten

Emissiebron	Basis-scenario		BIO scenario's					
			BIO oppervlakte 20%		BIO oppervlakte 50%		BIO oppervlakte 100%	
	mln. EUR	%	mln. EUR	% van basislijn	mln. EUR	% van basislijn	mln. EUR	% van basislijn
Buiten Regio Noord								
"Doping schuld"	3.0	8	2.4	7	1.5	4	0.0	0
Emissie aan NL & EU	22.4	60	22.2	59	21.9	59	21.3	57
Totaal buiten Regio Noord	25.5	68.2	24.6	66.0	23.4	62.6	21.3	57.1
Binnen Regio Noord								
Vervaardiging van landbouwinputs	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0
Landbouw	11.9	32	11.8	32	11.6	31	11.3	30
Totaal binnen Regio Noord	11.9	32	11.8	32	11.6	31	11.3	30
Totaal	37.4	100	36.4	97	35.0	94	32.6	87

Tabel 44: Fijnstof (FS10) – milieukosten

Totaal buiten en binnen Regio Noord	Basis-scenario		BIO scenario's					
			BIO oppervlakte 20%		BIO oppervlakte 50%		BIO oppervlakte 100%	
	mln. EUR	%	mln. EUR	% van basislijn	mln. EUR	% van basislijn	mln. EUR	% van basislijn
"Doping schuld"								
Kunstmest	2.9	8	2.3	6	1.5	4	0.0	0
Veevoeder	0.1	0	0.1	0	0.1	0	0.0	0
Totaal "doping schuld"	3.0	8	2.4	7	1.5	4	0.0	0
Vervaardiging van landbouwinputs								
Kunstmest	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0
Veevoeder	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0
Totaal vervaardiging van landbouwinp.	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0
Landbouw								
Stationaire emissie	0.2	1	0.2	1	0.2	1	0.2	1
Landbouwmachines	7.7	21	7.7	21	7.7	21	7.7	21
Dieren	25.1	67	25.0	67	24.9	67	24.7	66
Toedienen van kunstmest	1.3	3	1.0	3	0.7	2	0.0	0
Totaal landbouw	34.3	92	34.0	91	33.5	90	32.6	87
Totaal	37.4	100	36.4	97	35.0	94	32.6	87
% in Regio Noord	31.8		32.3		33.1		34.7	

Tabel 45: Fijnstof (FS2,5) – emissie

	Emissiebron	Basis-scenario		BIO scenario's					
				BIO oppervlakte 20%		BIO oppervlakte 50%		BIO oppervlakte 100%	
		Gg FS2.5	%	Gg FS2.5	% van basislijn	Gg FS2.5	% van basislijn	Gg FS2.5	% van basislijn
Buiten RN	"Doping schuld"								
	Kunstmest	0.0	13	0.0	10	0.0	6	0.00	0
	Veevoeder	0.0	5	0.0	4	0.0	2	0.00	0
	Totaal "doping schuld"	0.0	18	0.0	14	0.0	9	0.00	0
Binnen Regio Noord	Vervaardiging van landbouwinputs								
	Kunstmest	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.00	0
	Veevoeder	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.00	0
	Totaal vervaardiging van landbouwinp.	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.00	0
	Landbouw								
	Stationaire emissie	0.01	3	0.0	3	0.0	3	0.01	3
	Landbouwmachines	0.13	48	0.1	48	0.1	48	0.13	48
Dieren	0.1	29	0.1	29	0.1	29	0.08	29	
Toedienen van kunstmest	0.0	3	0.0	3	0.0	2	0.00	0	
	Totaal landbouw	0.2	82	0.2	82	0.2	81	0.22	79
	Totaal binnen Regio Noord	0.2	82	0.2	82	0.2	81	0.22	79
	Totaal	0.28	100	0.26	96	0.25	89	0.22	79

Tabel 46: Fijnstof (FS2,5) – bron van milieukosten

Emissiebron	Basis-scenario		BIO scenario's					
			BIO oppervlakte 20%		BIO oppervlakte 50%		BIO oppervlakte 100%	
	mln. EUR	%	mln. EUR	% van basislijn	mln. EUR	% van basislijn	mln. EUR	% van basislijn
Buiten Regio Noord								
"Doping schuld"	2.3	20	1.9	16	1.2	10	0.0	0
Emissie aan NL & EU	6.3	53	6.2	52	6.1	51	6.0	50
Totaal buiten Regio Noord	8.6	72.1	8.1	67.8	7.3	61.2	6.0	50.3
Binnen Regio Noord								
Vervaardiging van landbouwinputs	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0
Landbouw	3.3	28	3.3	28	3.3	27	3.2	27
Totaal binnen Regio Noord	3.3	28	3.3	28	3.3	27	3.2	27
Totaal	11.9	100	11.4	95	10.6	89	9.2	77

Tabel 47: Fijnstof (FS2,5) – milieukosten

Bijlage VI: Schade aan lucht

Totaal buiten en binnen Regio Noord	Basis-scenario		BIO scenario's					
			BIO oppervlakte 20%		BIO oppervlakte 50%		BIO oppervlakte 100%	
	mln. EUR	%	mln. EUR	% van basislijn	mln. EUR	% van basislijn	mln. EUR	% van basislijn
"Doping schuld"								
Kunstmest	2.3	19	1.8	15	1.1	9	0.0	0
Veevoeder	0.1	1	0.1	1	0.0	0	0.0	0
Totaal "doping schuld"	2.3	20	1.9	16	1.2	10	0.0	0
Vervaardiging van landbouwinputs								
Kunstmest	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0
Veevoeder	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0
Totaal vervaardiging van landbouwinp.	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0
Landbouw								
Stationaire emissie	0.3	3	0.3	3	0.3	3	0.3	3
Landbouwmachines	5.5	46	5.5	46	5.5	46	5.5	46
Dieren	3.3	28	3.3	28	3.3	28	3.3	28
Toedienen van kunstmest	0.4	3	0.3	3	0.2	2	0.0	0
Totaal landbouw	9.6	80	9.5	80	9.4	79	9.2	77
Totaal	11.9	100	11.4	95	10.6	89	9.2	77
% in Regio Noord	27.9		29.0		30.8		34.7	

Tabel 48: NMVOS – emissie

	Emissiebron	Basisscenario		BIO scenario's					
				BIO oppervlakte 20%		BIO oppervlakte 50%		BIO oppervlakte 100%	
		NMVOC	%	NMVOC	% van basislijn	NMVOC	% van basislijn	NMVOC	% van basislijn
Buiten RN	"Doping schuld"								
	Kunstmest	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.00	0
	Veevoeder	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.00	0
	Totaal "doping schuld"	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.00	0
Binnen Regio Noord	Vervaardiging van landbouwinputs								
	Kunstmest	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.00	0
	Veevoeder	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.00	0
	Totaal vervaardiging van landbouwinp.	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.00	0
	Landbouw								
	Stationaire emissie	0.37	60	0.4	60	0.4	60	0.37	60
	Landbouwmachines	0.19	31	0.2	31	0.2	31	0.19	31
	Dieren	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.00	0
	Cultivated crops	0.1	9	0.1	8	0.0	8	0.04	7
	Totaal landbouw	0.6	100	0.6	100	0.6	99	0.60	98
Totaal binnen Regio Noord	0.6	100	0.6	100	0.6	99	0.60	98	
Totaal	0.61	100	0.61	100	0.61	99	0.60	98	

Tabel 49: NMVOS – bron van milieukosten

Emissiebron	Basis-scenario		BIO scenario's					
			BIO oppervlakte 20%		BIO oppervlakte 50%		BIO oppervlakte 100%	
	mln. EUR	%	mln. EUR	% van basislijn	mln. EUR	% van basislijn	mln. EUR	% van basislijn
Buiten Regio Noord								
"Doping schuld"	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0
Emissie aan NL & EU	1.4	93	1.4	93	1.4	92	1.4	91
Totaal buiten Regio Noord	1.4	0	1.4	0	1.4	0	1.4	0
Binnen Regio Noord								
Vervaardiging van landbouwinputs	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0
Landbouw	0.1	7	0.1	7	0.1	7	0.1	7
Totaal binnen Regio Noord	0.1	7	0.1	7	0.1	7	0.1	7
Totaal	1.5	7	1.5	7	1.5	7	1.5	7

Tabel 50: NMVOS – milieukosten

Totaal buiten en binnen Regio Noord	Basis-scenario		BIO scenario's					
			BIO oppervlakte 20%		BIO oppervlakte 50%		BIO oppervlakte 100%	
	mln. EUR	%	mln. EUR	% van basislijn	mln. EUR	% van basislijn	mln. EUR	% van basislijn
"Doping schuld"								
Kunstmest	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0
Veevoeder	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0
Totaal "doping schuld"	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0
Vervaardiging van landbouwinputs								
Kunstmest	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0
Veevoeder	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0
Totaal vervaardiging van landbouwinp.	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0
Landbouw								
Stationaire emissie	0.9	60	0.9	60	0.9	60	0.9	60
Landbouwmachines	0.5	31	0.5	31	0.5	31	0.5	31
Dieren	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0
Cultivated crops	0.1	9	0.1	8	0.1	8	0.1	7
Totaal landbouw	1.5	100	1.5	100	1.5	99	1.5	98
Totaal	1.5	100	1.5	100	1.5	99	1.5	98
% in Regio Noord	7.1		7.1		7.1		7.1	

Tabel 51: Emissies van verzurende stoffen en andere luchtverontreiniging – milieukosten binnen Regio Noord

Stof	Basisscenario		BIO scenario's					
			BIO oppervlakte 20%		BIO oppervlakte 50%		BIO oppervlakte 100%	
	mln. EUR	%	mln. EUR	% van basislijn	mln. EUR	% van basislijn	mln. EUR	% van basislijn
Ammoniak (NH ₃)	34	8	34	11	33	11	32	11
Stikstofoxiden (NO _x)	1	0	1	2	1	2	1	2
Zwavel dioxide (SO ₂)	0	0	0	1	0	1	0	1
Fijnstof (FS10)	12	3	12	32	12	31	11	30
Fijnstof (FS2,5)	12	3	11	95	11	89	9	77
NMVOS	0	0	0	7	0	7	0	7
Totaal	60	15	58	14	57	14	53	13

Tabel 52: Emissies van verzurende stoffen en andere luchtverontreiniging – milieukosten buiten Regio Noord

Stof	Basisscenario		BIO scenario's					
			BIO oppervlakte 20%		BIO oppervlakte 50%		BIO oppervlakte 100%	
	mln. EUR	%	mln. EUR	% van basislijn	mln. EUR	% van basislijn	mln. EUR	% van basislijn
Ammoniak (NH ₃)	260	63	256	87	250	85	240	82
Stikstofoxiden (NO _x)	54	13	52	93	48	87	42	76
Zwavel dioxide (SO ₂)	9	2	7	81	5	54	1	8
Fijnstof (FS10)	25	6	25	66	23	63	21	57
Fijnstof (FS2,5)	0	0	0	0	0	0	0	0
NMVOS	1	0	1	93	1	92	1	91
Totaal	350	85	341	83	327	80	305	75

BIJLAGE VII: SCHADE AAN KLIMAAT

Tabel 53: BKG emissie

Emissiebron	Basisscenario		BIO scenario's					
			BIO oppervlakte 20%		BIO oppervlakte 50%		BIO oppervlakte 100%	
	Gg CO ₂ -eq	%	Gg CO ₂ -eq	% van basislijn	Gg CO ₂ -eq	% van basislijn	Gg CO ₂ -eq	% van basislijn
Doping schuld								
Kunstmest	269	5	215	4	134	3	0	0
Krachtvoer	915	17	915	17	915	17	915	17
Totaal doping schuld	1,184	22	1,130	21	1,050	20	915	17
Vervaardiging van landbouwinputs								
Kunstmest	0	0	0	0	0	0	0	0
Krachtvoer	0	0	0	0	0	0	0	0
Totaal vervaardiging van landbouwin.	0	0	0	0	0	0	0	0
Pens- en darmfermentatie								
Jongvee 0_1 jaar	241	5	241	5	241	5	241	5
Jongvee 1_2 jaar	241	5	241	5	241	5	241	5
Koeien (melk)	1,504	28	1,504	28	1,504	28	1,504	28
Varkens Vleesvarkens	50	1	50	1	50	1	50	1
Varkens Fokzeugen	10	0	10	0	10	0	10	0
Pluimvee Vleeskuikens	7	0	7	0	7	0	7	0
Leghennen	3	0	3	0	3	0	3	0
Schape	34	1	34	1	34	1	34	1
Geiten	5	0	5	0	5	0	5	0
Vleesstieren	4	0	4	0	4	0	4	0
Vleeskalveren	144	3	144	3	144	3	144	3
Totaal pens- en darmfermentatie	2,242	42	2,242	42	2,242	42	2,242	42
Mestmanagement								
Weidemest van graasdieren	100	2	97	2	92	2	84	2
Kunstmest	334	6	267	5	167	3	0	0
Symbiotische N-fixatie	2	0	41	1	99	2	197	4
Atmosferische N-depositie	39	1	39	1	39	1	39	1
Totaal vee	5,323	100	5,195	98	5,003	94	4,683	88

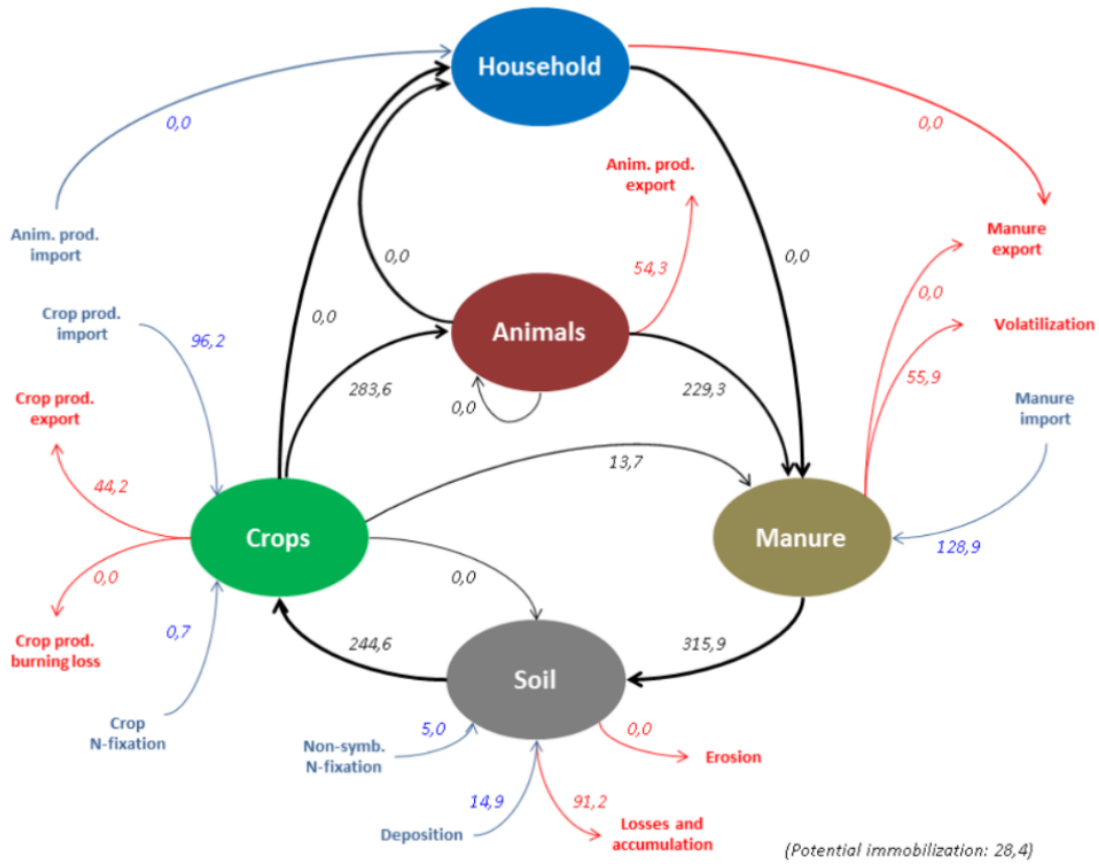
Tabel 54: BKG emissie – krachtvoer schuld

Soort krachtvoer	Consumptie door alle melkkoeien en vlees-kuikens in Regio Noord per jaar		Landbouwgrond nodig voor krachtvoer productie		Krachtvoer schuld Broeikasgas-emissies						
	t	%	ha	%	Vervaardiging van pesticiden en kunstmeststoffen (Gg CO ₂ -eq)	Gewasproductie (Gg CO ₂ -eq)	Mineralisatie van bodem (Gg CO ₂ -eq)	Regenwoud/prairie vernietiging (Gg CO ₂ -eq)	Totaal (Gg CO ₂ -eq)	Schade aan klimaat (mil. EUR)	Andeel schade aan klimaat (%)
Maïs	353,533	33	39,281	21	70	71	72	-	213	7	23
Soja	211,381	19	84,552	45	25	35	155	62	277	9	30
Tarwe	70,460	6	8,808	5	8	38	21	-	67	2	7
Andere	450,140	41	54,609	29	65	193	100	-	358	12	39
Totaal	1,085,515	100	187,250	100	168	337	348	62	915	31	100
% van huidige landbouw-grond in Regio Noord				35							
% van huidige grasland & voedengewassen land				50							

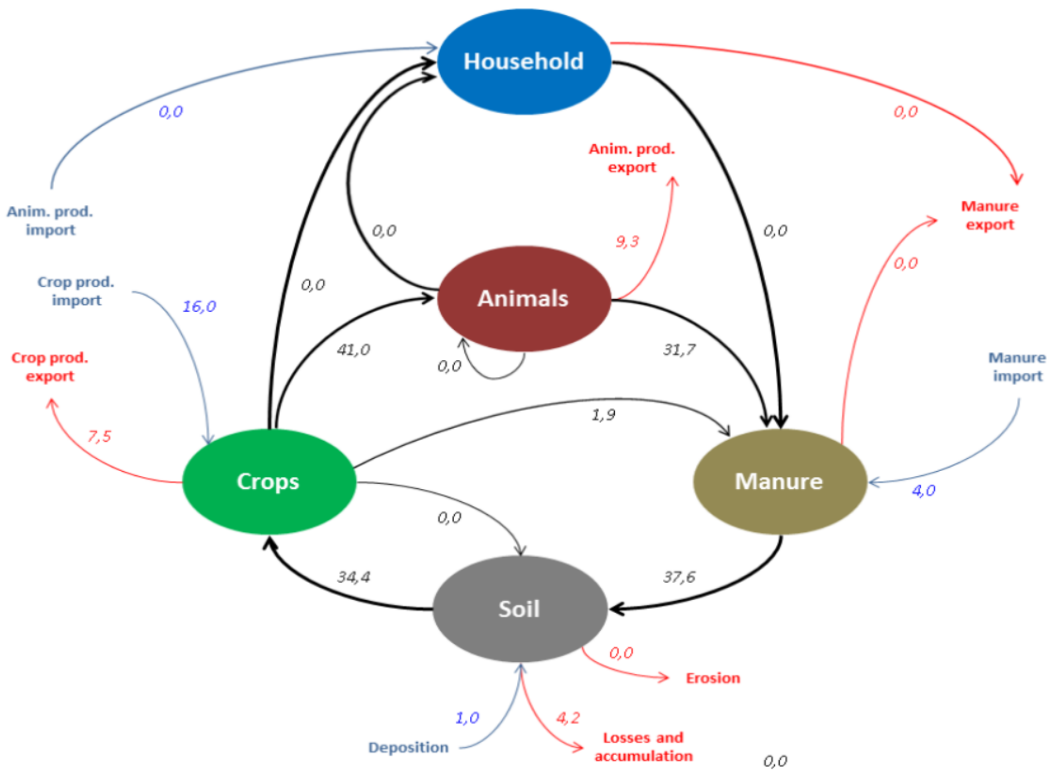
BIJLAGE VIII: MINERALENBALANS

Tabel 55: N en P balans

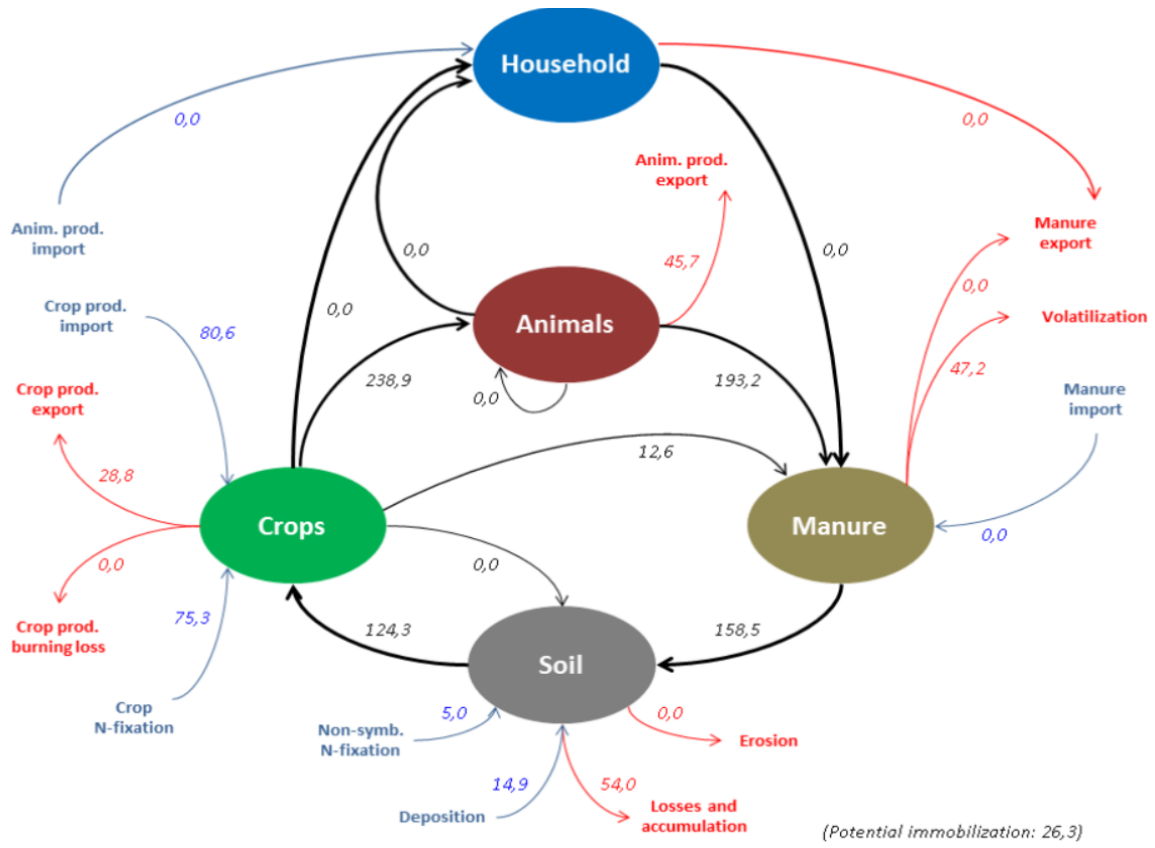
Activiteit	Basisscenario						BIO 100%					
	Stikstof (N)			Fosfor (P)			Stikstof (N)			Fosfor (P)		
	t N	%	kg N per ha	t P	%	kg P per ha	t N	%	kg N per ha	t P	%	kg P per ha
Aanvoer												
Dierlijke mest	121,661	58	229.0	17,001	94	32.0	102,535	64	193.0	14,344	93	27.0
Kunstmest	68,534	33	129.0	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0
Gewas	7,438	4	14.0	1,063	6	2.0	6,907	4	13.0	1,063	7	2.0
Depositie (neerslag)	7,969	4	15.0	0	0	0.0	7,969	5	15.0	0	0	0.0
Niet-symbiotische N-binding	2,656	1	5.0	0	0	0.0	2,656	2	5.0	0	0	0.0
Symbiotische N-binding	531	0	1.0	0	0	0.0	39,845	25	75.0	0	0	0.0
Totaal aanvoer	208,789	100	393.0	18,063	100	34.0	159,912	100	301.0	15,407	100	29.0
Openomen door gewas	130,639	63	245.9	15,938	88	30.0	106,254	66	200.0	14,344	93	27.0
Verlies												
N-vervluchting	29,698	38	55.9	0	0	0.0	24,970	47	47.2	0	0	0.0
Bodem verlies en ophoping	48,452	62	91.2	2,125	100	4.2	28,689	53	54.0	1,063	100	1.9
Totaal verlies (balans)	78,150	100	147.1	2,125	100	4.2	53,658	100	101.2	1,063	100	1.9



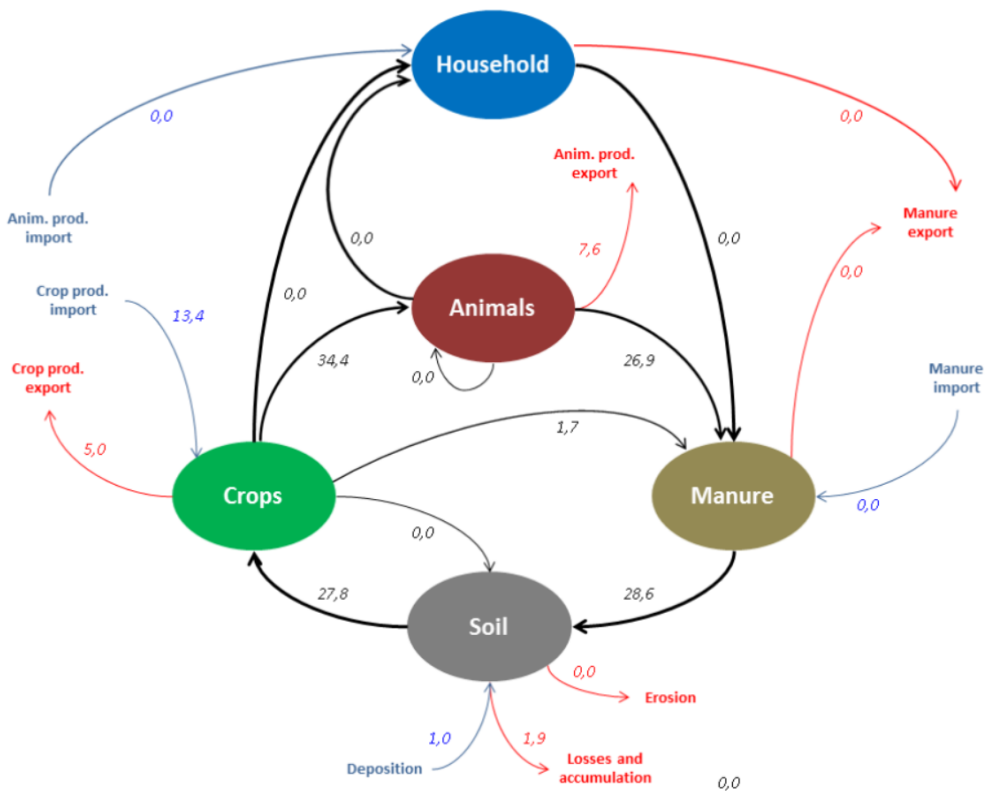
Figuur 23: Basisscenario: N cyclus (kg N per ha)



Figuur 24: Basisscenario: P cyclus (kg P per ha)



Figuur 25: BIO 100% scenario: N cyclus (kg N per ha)



Figuur 26: BIO 100% scenario: P cyclus (kg P per ha)

BIJLAGE IX: VERSCHIL IN SAMENSTELLING VAN NUTRIËNTVERBINDINGEN TUSSEN BIOLOGISCH EN CONVENTIONEEL

Tabel 56: Samenvatting van samenstellingsverschillen tussen biologische en conventionele gewassen/gewas-gebonden voedingsmiddelen, op basis van 343 peer-reviewed publicaties¹⁴⁸

Voedingsmiddel	Inhoud in biologisch voedsel hoger/lager
Antioxidanten (poly)fenolen¹⁹ <ul style="list-style-type: none"> ➤ Flavanonen ➤ Anthocyanen ➤ Flavonolen ➤ Stilbenen ➤ Flavonen ➤ Fenolzuren ➤ Totaal carotenoïden ➤ Vitamine E ➤ Xanthophyl ➤ Vitamine C ➤ Luteïne 	<p>69%</p> <p>51%</p> <p>50%</p> <p>28%</p> <p>26%</p> <p>19%</p> <p>17%</p> <p>15%</p> <p>12%</p> <p>6%</p> <p>5%</p>
Mineralen <ul style="list-style-type: none"> ➤ Rubidium (Rb) ➤ Molybdeen (Mo) ➤ Gallium (Ga) ➤ Zink (Zn) ➤ Magnesium (Mg) ➤ (De meeste) plant macro-en micronutriënten ➤ Mangaan (Mn) ➤ Strontium (Sr) ➤ Chroom (Cr) 	<p>82%</p> <p>65%</p> <p>57%</p> <p>5%</p> <p>4%</p> <p>0%</p> <p>-8%</p> <p>-26%</p> <p>-59%</p>
Proteïnen en aminozuren <ul style="list-style-type: none"> ➤ Proteïnen ➤ Aminozuren 	<p>-15%</p> <p>-11%</p>
Macronutriënten, vezel and drogestofgehalte <ul style="list-style-type: none"> ➤ Totaal koolhydraten ➤ Vermindering van suikers ➤ Droge stof ➤ Vezels 	<p>25%</p> <p>7%</p> <p>2%</p> <p>-8%</p>
Giftige metalen, stikstof, nitraat, nitriet en pesticiden	

¹⁹ Polyfenolische antioxidanten houden verband met een verminderd risico op chronische ziekten, waaronder hart- en vaatziekten en neurodegeneratieve ziekten en bepaalde vormen van kanker¹⁴⁸

Voedingsmiddel	Inhoud in biologisch voedsel hoger/lager
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Detecteerbare pesticideresiduen ➤ Nitriet (NO₂⁻) ➤ Cadmium (Cd)²⁰ ➤ Nitraat (NO₃⁻) ➤ Stikstof (N) 	-400% -87% -48% -30% -10%

Tabel 57: Samenvatting van de verschillen in samenstelling tussen biologische en conventionele melk¹⁵¹ (op basis van 196 publicaties) en vlees¹⁵⁰ (gebaseerd op 67 publicaties)

Voedingsmiddel	Biologisch voedsel hoger/lager
Meervoudige onverzadigde vetzuren (PUFA's) in melk ²¹ <ul style="list-style-type: none"> ➤ Ratio linolzuur: α-linoleenzuur ➤ Ratio <i>n</i>-6:<i>n</i>-3 PUFA's ➤ α-linoleenzuur ➤ Zeer lange ketens <i>n</i>-3 vetzuren (EPA+DPA+DHA) ➤ <i>n</i>-3 PUFA ➤ Geconjugeerd linolzuur ➤ Total PUFA 	93% 71% 69% 57% 56% 41% 7%
Antioxidanten/vitamines en mineralen in melk <ul style="list-style-type: none"> ➤ IJzer (Fe) ➤ α-tocoferol ➤ Vitamine A, C, D₃ en vitamine E-activiteit ➤ Mineralen Ca, Co, Cu, Mg, Mn, Mo, P, K, Na en Zn ➤ Giftige metals cadmium (Cd) and lood (Pb) ➤ Selenium (SE) ➤ Jodium (I) 	20% 13% 0% 0% 0% -21% -74%
Vetachtige samenstelling in vlees <ul style="list-style-type: none"> ➤ <i>n</i>-3 meervoudige onverzadigde vetzuren ➤ Totaal meervoudig onverzadigde vetzuren (PUFA's) ➤ Enkelvoudige onverzadigde vetzuren 	47% 23% 8%

²⁰ Cd is een zeer giftig metaal en (naast Pb en Hg) het enige metaal waarvoor de Europese Commissie maximumresidugehalten (MRL's) in levensmiddelen heeft vastgesteld (Verordening (EG) nr. 629/2008 van de Commissie).

²¹ PUFA's verminderen oxidatieve stress, een bekende risicofactor in een reeks chronische gezondheidsproblemen, zoals hart- en vaatziekten, bepaalde vormen van kanker en verminderde immuuniteitsstatus²⁴⁰.

BIJLAGE X: LIJST VAN GEBRUIKTE PESTICIDEN

- 1 Mancozeb (80%)
- 2 Lambda-cyhalothrin (100)
- 3 Pirimicarb (50%)
- 4 Diquat dibromide (200)
- 5 Metribuzin (70%)
- 6 Fluazinam (500)
- 7 Pencycuron (250)
- 8 Deltamethrin (25)
- 9 Methiocarb (50%)
- 10 Metazachloor (500)
- 11 Nonylfenol-polyethoxyethanol (250)
- 12 Metaldehyde (6%)
- 13 Clomazone (360)
- 14 Chloorthalonil (500)
- 15 Tebuconazool (25%)
- 16 Difenoconazool (250)
- 17 Esfenvaleraat (25)
- 18 Deltamethrin (62)
- 19 Dimethoaat (400)
- 20 Trifloxystrobin (500)
- 21 Linuron (48%)
- 22 Ferri fosfaat (1%)
- 23 Chloorprofam (300)
- 24 Carbeetamide (300)
- 25 Iprodion (500)
- 26 Thiram (80%)
- 27 S-metholachloor (960)
- 28 Propyzamide (400)
- 29 Trifkusulfuron-methyl (50%)
- 30 Teflubenzuron (150)
- 31 Chloormequat (750)
- 32 Isoproturon (500) Diflufencian (63)
- 33 Trinexapac-ethyl (250)
- 34 Fenpropimorf (250) Epixiconazool (84)
- 35 Cyproconazool (80)
- 36 Tebunazool (125)
- 37 Azoxytrobine (200)
- 38 Prothiocanozool (125)
- 39 Fluroxypyr (200)
- 40 Clodinafop-prop (240)
- 41 Bifenox (250)
- 42 Cloquintoceet
- 43 Mecoprop-p (308)
- 44 Fenpropimorf (750)
- 45 Pyridaat (45%)
- 46 Mancozeb (67%)
- 47 Dimethomorph (8%)

48	Tepraloxydim (50)
49	Bentazon (480)
50	Kresoxim-methyl (500)
51	Pendimethalin (400)
52	Mancozeb (67%)
53	Terbutylazin (330) Mesotrione (70)
54	Nicosulfuron (40)
55	Fluoxatrobine (100) Prothioconazool (100)
56	Mcpa (500)
57	Glyfosaat (360)
58	Mancozeb (67%) metaxyl-m (39%)
59	Asulam (400)
60	Glufosinaat-ammonium (150)
61	Hexythiazox (250)
62	Boscalid (27%) pyraclostrobine (7%)
63	Cyazofamid (160)
64	Fluopicloide (63) propamacarb (524)
65	Mandipropamid (250)
66	Prosulfocarb (800)
67	Oxamyl (10%)
68	Rimsulfuron (25%)
69	Thiaclopryd (480)
70	Chloridazon (65%)
71	Ethofumesaat (200)
72	Fenmedifam (157)
73	Fenpropimorf (250) Epoxiconazool (125)
74	Metamitron (700)
75	Qulzalafof-P-Ethyl (50)
76	Epoxiconazool (62.5) Fluxapyroxad (62.5)
77	Jodosulfuron-methyl-na (1%) Mesosulfuron-meth (3%)
78	Tritosulfuron (71)
79	Veresterde koolzaadolie (733)
80	Cyprodinil (187.5) Isopyrazam (62.5)
81	Mecoprop-P (600)
82	Boscalid (233) Epoxiconazool (67)
83	Florasulam (50)
84	Chloorprofam (400)
85	Gemod. polyether trisiloxaan (75%)
86	loxinyl (301)
87	Maleine hydrazine (180)
88	Sulfosuccinaat (750)
89	Bixafen (75) Prothio (100) Tebucon (100)
90	Diflufenican (500)
91	Fludioxonil (25%) Cyprodinil (38%)
92	Azoxystrobin (200) Difenoconazool (125)
93	Metconazool (60)

BIJLAGE XI: MILIEUKOSTEN BUITEN EN BINEN REGIO NOORD

Tabel 58: Milieukosten buiten and binnen Regio Noord

Schade	Valuta	Basisscenario						BIO100%					
		Totaal	Buiten Regio Noord		Binnen Regio Noord		Totaal	Buiten Regio Noord		Binnen Regio Noord			
			Totaal	%	Totaal	%		Totaal	%	Totaal	%		
Ammoniak (NH ₃)	mln. FUTURO	294	260	88	34	12	271	240	88	32	12		
Stikstofoxiden (NO _x)	mln. FUTURO	55	54	98	1	2	43	42	98	1	2		
Zwavel dioxide (SO ₂)	mln. FUTURO	9	9	99	0	1	1	1	88	0	12		
Fijnstof (FS10)	mln. FUTURO	37	25	68	12	32	33	21	65	11	35		
Fijnstof (FS2,5)	mln. FUTURO	12	9	72	3	28	9	6	65	3	35		
NMVOS	mln. FUTURO	2	1	93	0	7	2	1	93	0	7		
Schade aan lucht	mln. FUTURO	409	358	88	51	12	359	311	87	47	13		
Schade aan klimaat	mln. FUTURO	179	139	78	40	22	157	127	80	31	20		
Schade aan water	mln. FUTURO	71	9	12	62	88	22	0	0	22	100		
Schade aan bodem	mln. FUTURO	-26	0	0	-26	100	-24	0	0	-24	100		
Totaal milieukosten	mln. FUTURO	633	506	80	127	20	515	438	85	77	15		
Publieke uitgaven	mln. MATURO	210	0	0	210	100	210	0	0	210	100		
Milieukosten en publieke invester.	mln. FUT./MAT.	843	506	60	337	40	725	438	60	287	40		

BIJLAGE XII: REËLE TOEGEVOEGDE WAARDE (RTW)

Tabel 59: Reële toegevoegde waarde (RTW)

Parameter	Meeteenheid	Basisscenario			BIO scenario's					
		Waarde	%	% van BrTW	BIO oppervlakte 20%		BIO oppervlakte 50%		BIO oppervlakte 100%	
					Waarde	% van basis-scenario	Waarde	% van basis-scenario	Waarde	% van basis-scenario
Werkgelegenheid	AJE per jaar	22,664	-	-	22,781	101	22,897	101	23,130	102
Bruto toegevoegde waarde										
Prijsverschil 0%	mln. EUR	1,016	-	-	926	91	790	78	563	55
Prijsverschil 10%	mln. EUR	-	-	-	970	95	901	89	785	77
Prijsverschil 25%	mln. EUR	-	-	-	1,037	102	1,067	105	1,118	110
Schade aan lucht										
Ammoniak (NH ₃)	mln. FUTURO	294	35	29	290	98	283	96	271	92
Stikstofoxiden (NO _x)	mln. FUTURO	55	7	5	53	96	49	89	43	78
Zwavel dioxide (SO ₂)	mln. FUTURO	9	1	1	7	82	5	55	1	9
Fijnstof (FS10)	mln. FUTURO	37	4	4	36	97	35	94	33	87
Fijnstof (FS2,5)	mln. FUTURO	12	1	1	11	95	11	89	9	77
NMVOS	mln. FUTURO	2	0	0	2	100	2	99	2	98
Schade aan lucht, totaal	mln. FUTURO	409	49	40	399	98	384	94	359	88
Schade aan klimaat	mln. FUTURO	179	21	18	175	98	168	94	157	88
Schade aan water	mln. FUTURO	71	8	7	61	86	46	66	22	32
Schade aan bodem	mln. FUTURO	-26	-3	-3	-25	99	-25	96	-24	93
Totaal milieukosten	mln. FUTURO	633	75	62	609	96	574	91	515	81
Publieke uitgaven	mln. MATURO	210	25	21	210	100	210	100	210	100
Verborgten kosten	mln. FUT./MAT.	843	100	83	819	97	784	93	725	86
Reële toegevoegde w. prijsv. 0%	mln. PURO	174	-	17	106	61	6	3	-162	-93
Reële toegevoegde w. prijsv. 10%	mln. PURO				151	87	117	67	60	35
Reële toegevoegde w. prijsv. 25%	mln. PURO				218	125	284	163	394	227
Milieukosten binnen Regio Noord	mln. FUTURO	127	20						77	60
Milieukosten buiten Regio Noord	mln. FUTURO	506	80						438	87
Verborgten kosten	EUR per AJE	37,187			35,958		34,227		31,326	
	EUR per ha	1,566			1,522		1,456		1,346	
	EUR per capita	490			477		456		422	

BIJLAGE XIII: MILIEUSCHADE DOOR TOEPASSING VAN CE-MILIEUPRIJZEN

Tabel 60: Gedetailleerde berekening van milieukosten met behulp van de onderste CE-milieuprijzen

Schade	CE milieuprijs, onder (EUR per kg)	Meeteenheid	Basisscenario			BIO scenario's					
			Waarde	%	% van BrTW	BIO oppervlakte 20%		BIO oppervlakte 50%		BIO oppervlakte 100%	
						Waarde	% van basis-scenario	Waarde	% van basis-scenario	Waarde	% van basis-scenario
Schade aan lucht											
Ammoniak (NH ₃)	19.70 mln. FUTURO		505	41	50	497	98	485	96	465	92
Stikstofoxiden (NO _x)	24.10 mln. FUTURO		247	20	24	236	95	219	89	191	77
Zwavel dioxide (SO ₂)	17.70 mln. FUTURO		7	1	1	6	82	4	54	1	8
Verzuring	5.40 mln. FUTURO		9	1	1	9	98	9	95	8	90
Fijnstof (FS10)	31.80 mln. FUTURO		43	3	4	42	98	40	94	38	88
Fijnstof (FS2,5)	56.80 mln. FUTURO		16	1	2	15	5,441	14	5,083	12	79
NMVOS	1.61 mln. FUTURO		1	0	0	1	160	1	160	1	98
Totaal schade aan lucht	- mln. FUTURO		828	67	81	806	6,073	772	5,670	717	87
Schade aan klimaat											
Broeikasgassen	0.01 mln. FUTURO		75	6	7	73	98	70	94	66	88
Totaal schade aan klimaat	- mln. FUTURO		75	6	7	73	98	70	94	66	88
Schade aan water											
Stikstof (N)	3.10 mln. FUTURO		81	7	8	69	86	52	65	24	29
Fosfaat (P)	1.90 mln. FUTURO		4	0	0	4	90	3	75	2	50
Totaal schade aan water	- mln. FUTURO		85	7	8	73	86	55	65	26	30
Schade aan bodem											
Verlies van bodem koolstof	0.051 mln. FUTURO		-11	-1	-1	-11	99	-10	96	-10	93
N dierlijkemest	0.246 mln. FUTURO		24	2	2	24	97	23	92	21	85
P dierlijkemest	0.024 mln. FUTURO		0	0	0	0	97	0	93	0	85
N kunstmest	0.227 mln. FUTURO		16	1	2	12	80	8	50	0	0
Totaal schade aan bodem	- mln. FUTURO		30	2	3	26	87	20	69	11	37
Totaal milieukosten	mln. FUTURO		1,017	83	100	978	96	918	90	819	81
Publieke uitgaven	mln. MATURO		210	17	21	210	100	210	100	210	100
Verborgene kosten	mln. FUT./MAT.		1,227	100	121	1,188	97	1,128	92	1,029	84
Reële toegevoegde w. prijsv. 0%	mln. PURO		-211		-21	-262	124	-339	161	-467	221
Reële toegevoegde w. prijsv. 10%	mln. PURO					-217	103	-228	108	-244	116
Reële toegevoegde w. prijsv. 25%	mln. PURO					-151	72	-61	29	89	-42

Tabel 61: Gedetailleerde berekening van milieukosten met behulp van de centrale CE-milieuprijzen

Schade	CE milieuprijs, centraal (EUR per kg)	Meeteenheid	Basisscenario			BIO scenario's					
			Waarde	%	% van BrTW	BIO oppervlakte 20%		BIO oppervlakte 50%		BIO oppervlakte 100%	
						Waarde	% van basis-scenario	Waarde	% van basis-scenario	Waarde	% van basis-scenario
Schade aan lucht											
Ammoniak (NH ₃)	30.50	mln. FUTURO	782	43	77	769	98	751	96	720	92
Stikstofoxiden (NO _x)	34.70	mln. FUTURO	356	19	35	340	95	316	89	276	77
Zwavel dioxide (SO ₂)	24.90	mln. FUTURO	10	1	1	8	82	5	54	1	8
Verzuring	5.40	mln. FUTURO	9	1	1	9	98	9	95	8	90
Fijnstof (FS10)	44.60	mln. FUTURO	60	3	6	59	98	56	94	53	88
Fijnstof (FS2,5)	79.50	mln. FUTURO	22	1	2	21	7,616	20	7,114	17	79
NMVOS	2.10	mln. FUTURO	1	0	0	1	209	1	208	1	98
Totaal schade aan lucht	-	mln. FUTURO	1,240	68	122	1,207	8,296	1,158	7,750	1,077	87
Schade aan klimaat											
Broeikasgassen	0.06	mln. FUTURO	303	17	30	296	98	285	94	267	88
Totaal schade aan klimaat	-	mln. FUTURO	303	17	30	296	98	285	94	267	88
Schade aan water											
Stikstof (N)	3.10	mln. FUTURO	81	4	8	69	86	52	65	24	29
Fosfaat (P)	1.90	mln. FUTURO	4	0	0	4	90	3	75	2	50
Totaal schade aan water	-	mln. FUTURO	85	5	8	73	86	55	65	26	30
Schade aan bodem											
Verlies van bodem koolstof	0.209	mln. FUTURO	-44	-2	-4	-43	99	-42	96	-41	93
N dierlijkemest	0.246	mln. FUTURO	24	1	2	24	97	23	92	21	85
P dierlijkemest	0.095	mln. FUTURO	2	0	0	2	97	2	93	1	85
N kunstmest	0.227	mln. FUTURO	16	1	2	12	80	8	50	0	0
Totaal schade aan bodem	-	mln. FUTURO	-2	0	0	-5	258	-10	496	-18	892
Totaal milieukosten		mln. FUTURO	1,626	89	160	1,571	97	1,489	92	1,351	83
Publieke uitgaven		mln. MATURO	210	11	21	210	100	210	100	210	100
Verborgene kosten		mln. FUT./MAT.	1,836	100	181	1,781	97	1,699	93	1,561	85
Reële toegevoegde w. prijsv. 0%		mln. PURO	-820		-81	-856	104	-909	111	-998	122
Reële toegevoegde w. prijsv. 10%		mln. PURO				-811	99	-798	97	-776	95
Reële toegevoegde w. prijsv. 25%		mln. PURO				-745	91	-631	77	-443	54

REFERENTIES

- (1) Znaor, D.; Baret, P.; de Herde, V. *Environmental and Economic Consequences of Conversion to Low-Input Farming in Wallonia*; Study commissioned by the Cabinet of the Walloon Minister of the Environment.; Université catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, 2016.
- (2) Znaor, D.; Landau, S. *Unlocking the Future: Sustainable Agriculture as a Path to Prosperity for the Western Balkans*; Heinrich Böll Stiftung: Zagreb, 2014.
- (3) Znaor, D. *Environmental and Economic Consequences of Large-Scale Conversion to Organic Farming in Croatia*, University of Essex, UK, 2008.
- (4) Znaor, D.; Pretty, J. N.; Morison, J.; Karoglan Todorović, S. *Environmental and Macroeconomic Impact Assessment of Different Development Scenarios to Organic and Low-Input Farming in Croatia*. **2005**.
- (5) McMahon, P.; Barley, D.; Holmes, L. *What Price Resilience? Towards Sustainable and Secure Food Systems*; The Prince's Charities' International Sustainability Unit: London, 2011.
- (6) van Grinsven, H. J. M.; Rabl, A.; de Kok, T. M. Estimation of Incidence and Social Cost of Colon Cancer Due to Nitrate in Drinking Water in the EU: A Tentative Cost-Benefit Assessment. *Environmental Health* **2010**, *9*.
- (7) *The European Nitrogen Assessment*; Sutton, M. A., Howard, C. ., Erisman, J. ., Billen, G., Bleeker, A., Grennfelt, P., van Grinsven, H., Grizzetti, B., Eds.; Cambridge University Press: Cambridge, New York, Melbourne, Madrid, Cape Town, Singapore, São Paulo, Delhi, Tokyo, Mexico City, 2011.
- (8) ExternE. ExternE- Externalities on Energy. A research project of the European Commission <http://www.externe.info/>.
- (9) EC. ExternE- Externalities of Energy: Methodology 2005 update. DG for Research, Report EUR 21951 <http://www.externe.info>.
- (10) Lycaeus Juridisch Woordenboek. Bruto toegevoegde waarde <https://www.economischwoordenboek.nl/?zoek=bruto%20toegevoegde%20waarde>.
- (11) Bloemers, P. . Toegevoegde waarde <https://havo.economielokaal.nl/toegevoegde-waarden/>.
- (12) Groot, J. C. . *Farm DESIGN Manual – Version 4.21.0*; Farming Systems Ecology Group, Wageningen University & Research: Wageningen, 2018.
- (13) Eurostat. Glossary:Annual work unit (AWU) - Statistics Explained [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Glossary:Annual_work_unit_\(AWU\)](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Glossary:Annual_work_unit_(AWU)) (accessed Aug 8, 2016).
- (14) CBS. *Standaard Bedrijfsindeling 2008 - Versie 2018*; Het Centraal Bureau voor de Statistiek, 2017.
- (15) WUR. *KWIN - Kwantitatieve Informatie Voor de Akkerbouw En de Vollegrondsgroenteteelt.*; WUR: Wageningen, 2016.
- (16) Blanken, K.; de Buissonje, F.; Evers, A.; Ouweltjes, W.; Verkaik, J.; Vermeij, I.; Wemmenhove, H. *KWIN - Kwantitatieve Informatie Veehouderij 2014-2015*; Wageningen Livestock Research: Wageningen, 2015.
- (17) Blanken, K.; de Buissonje, F.; Evers, A.; Ouweltjes, W.; Verkaik, J.; Vermeij, I.; Wemmenhove, H. *KWIN - Kwantitatieve Informatie Veehouderij 2017-2018*; Wageningen Livestock Research: Wageningen, 2017.
- (18) NEVEDI. Nevedi - Over Nevedi <https://www.nevedi.nl/vereniging/over-nevedi> (accessed Jan 18, 2018).

- (19) RIVM. Selectie - Emissiebronnen - Emissieregistratie <http://www.emissieregistratie.nl/erpubliek/erpub/selectie/emissiebronnen.aspx> (accessed Jan 17, 2018).
- (20) KvK. Producten bestellen <https://www.kvk.nl/producten-bestellen/> (accessed Jan 17, 2018).
- (21) EC. *Directive 2001/81/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2001 on National Emission Ceilings for Certain Atmospheric Pollutants*; 2001.
- (22) Rabl, A.; Holland, M.; Spadaro, J. V. *How Much Is Clean Air Worth?: Calculating the Benefits of Pollution Control*; Cambridge University Press, 2014.
- (23) EEA. *Revealing the Costs of Air Pollution from Industrial Facilities in Europe. EEA Technical Report No 15/2011.*; European Environment Agency: Copenhagen, 2011.
- (24) EEA. EN06 Energy-Related Emissions of Acidifying Substances. European Environment Agency 2006.
- (25) Vonk, J.; Bannink, A.; van Bruggen, C.; Groenestein, C. .; Huijsmans, J. F. .; van der Kolk, J. W. .; Luesink, H. .; Oude Voshaar, S. .; van der Sluis, S. .; Velthof, G. L. *Methodology for Estimating Emissions from Agriculture in the Netherlands. Calculations of CH₄, NH₃, N₂O, NO_x, PM₁₀, PM_{2.5} and CO₂ with the National Emission Model for Agriculture (NEMA)*; The Statutory Research Tasks Unit for Nature and the Environment (WOT Natuur & Milieu). WOT-technical report 53. 164 p: Wageningen, 2016.
- (26) Velthof, G. L.; van Bruggen, C.; Groenestein, C. M.; de Haan, B. J.; Hoogeveen, M. W.; Huijsmans, J. F. M. A Model for Inventory of Ammonia Emissions from Agriculture in the Netherlands. *Atmospheric Environment* **2012**, *46*, 248–255.
- (27) Bruggen, C.; Bannink, A.; Groenestein, C. M.; Huijsmans, J. F. M.; Luesink, H. .; Oude Voshaar, S. .; Sluis, S. V. der; Velthof, G. L.; Vonk, J. *Emissies naar lucht uit de landbouw in 2014: berekeningen met het model NEMA*; WOT Natuur & Milieu, WOT-technical report 90.; Wageningen, 2017.
- (28) Wood, S.; Cowie, A. *A Review of Greenhouse Gas Emission Factors for Fertiliser Production*; 2004; Vol. 38.
- (29) Lal, R. Carbon Emission from Farm Operations. *Environment International* **2004**, *30* (7), 981–999.
- (30) Hillier, J.; Hilton, A.; Wale, S.; Haves, C.; Squire, G.; Smith, P. *Carbon Footprinting of Crop Production*; University of Aberdeen, Scottish Agricultural College and Scottish Crop Research Institute: Aberdeen, 2013.
- (31) Jayasundara, S. Popular Answers (1) https://www.researchgate.net/post/How_does_the_fertilizer_use_affect_GHG_emission.
- (32) Znaor, D. *Environmental and Economic Consequences of Large-Scale Conversion to Organic Farming in Croatia*, University of Essex, Colchester: Colchester, 2008.
- (33) EEA. *EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook - 2016*; Publication; European Environment Agency: Luxembourg, 2016.
- (34) EEA. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016 - Emission factors http://efdb.apps.eea.europa.eu/?source=%7B%22query%22%3A%7B%22match_all%22%3A%7B%7D%7D%2C%22display_type%22%3A%22tabular%22%7D (accessed Mar 14, 2018).
- (35) FAO. FAOSTAT <http://www.fao.org/faostat/en/#data> (accessed Mar 11, 2018).
- (36) USDA. USDA ERS - Crops <https://www.ers.usda.gov/topics/crops/> (accessed Mar 13, 2018).
- (37) Factfish. Factfish Oranges, yield for New Zealand <http://www.factfish.com/statistic-country/new%20zealand/oranges%2C%20yield> (accessed Mar 11, 2018).
- (38) MPOB. Malaysian Palm Oil Board and Malaysian Palm Oil Industry http://palmoilworld.org/about_malaysian-industry.html (accessed Mar 11, 2018).

- (39) Langemeier, M. International Benchmarks for Soybean Production. *farmdoc daily* **2015**, (5):225 ((5):225).
- (40) USDA. USDA ERS - Fertilizer Use and Price <https://www.ers.usda.gov/data-products/fertilizer-use-and-price.aspx> (accessed Mar 13, 2018).
- (41) FAO. Fertilizer use by crop in Brazil <http://www.fao.org/docrep/007/y5376e/y5376e00.htm#Contents> (accessed Mar 11, 2018).
- (42) Heffer, P.; Gruere, A.; Roberts, T. *Assessment of Fertilizer Use by Crop at the Global Level*; International Fertilizer Association (IFA) and International Plant Nutrition Institute (IPNI): Paris, 2017.
- (43) Hillier, J.; Hawes, C.; Squire, G.; Hilton, A.; Wale, S.; Smith, P. The Carbon Footprints of Food Crop Production. *International Journal of Agricultural Sustainability* **2009**, 7 (2), 107–118.
- (44) Bouwman, A. F.; Boumans, L. J. M.; Batjes, N. H. Emissions of N₂O and NO from Fertilized Fields: Summary of Available Measurement Data. *Global Biogeochem. Cycles* **2002**, 16 (4), 1058.
- (45) Shcherbak, I.; Millar, N.; Robertson, G. P. Global Metaanalysis of the Nonlinear Response of Soil Nitrous Oxide (N₂O) Emissions to Fertilizer Nitrogen. *PNAS* **2014**, 111 (25), 9199–9204.
- (46) Desjardins, R. .; Worth, D. .; Vergé, X. P. .; VanderZaag, A.; Janzen, H.; Kroebel, R.; Maxime, D.; Smith, W.; Grant, B.; Pattey, E.; et al. *Carbon Footprint of Agricultural Products - A Measure of the Impact of Agricultural Production on Climate Change*; Agriculture and Agri-Food Canada: Ottawa, 2015.
- (47) Arrieta, E. M.; Cuchietti, A.; Cabrol, D.; González, A. D. Greenhouse Gas Emissions and Energy Efficiencies for Soybeans and Maize Cultivated in Different Agronomic Zones: A Case Study of Argentina. *Science of The Total Environment* **2018**, 625, 199–208.
- (48) Workman, D. Corn Exports by Country <http://www.worldstopexports.com/corn-exports-country/> (accessed Mar 13, 2018).
- (49) WWF. *Soya and the Cerrado: Brazil's Forgotten Jewel*; WWF-World Wide Fund For Nature: Godalming, 2011.
- (50) CBAN. *Where in the World Are GMO Crops an Foods*; Canadian Biotechnology Action Network: Ottawa, 2015.
- (51) Workman, D. Wheat Exports by Country <http://www.worldstopexports.com/wheat-exports-country/> (accessed Mar 13, 2018).
- (52) Scientific American. Measuring the Daily Destruction of the World's Rainforests <https://www.scientificamerican.com/article/earth-talks-daily-destruction/> (accessed Mar 13, 2018).
- (53) Fearnside, P. M. Soybean Cultivation as a Threat to the Environment in Brazil. *Environmental Conservation* **2001**, 28 (1), 23–38.
- (54) Sharma, R.; Damgaard, D.; W Alexander, T.; Dugan, M.; L Aalhus, J.; Stanford, K.; Mcallister, T. Detection of Transgenic and Endogenous Plant DNA in Digesta and Tissues of Sheep and Pigs Fed Roundup Ready Canola Meal. *Journal of agricultural and food chemistry* **2006**, 54, 1699–1709.
- (55) Mazza, R.; Soave, M.; Morlacchini, M.; Piva, G.; Marocco, A. Assessing the Transfer of Genetically Modified DNA from Feed to Animal Tissues. *Transgenic Res* **2005**, 14 (5), 775–784.
- (56) Chainark, P.; Satoh, S.; Hirono, I.; Aoki, T.; Endo, M. Availability of Genetically Modified Feed Ingredient: Investigations of Ingested Foreign DNA in Rainbow Trout. *Fish Sci* **2008**, 74 (2), 380–390.

- (57) Ray, P.; Alam, M. S.; Islam, M. S. Detection of Transgene in Tilapia (*Oreochromis Niloticus*) by Polymerase Chain Reaction (PCR) Technique. *Journal of Environmental Science and Natural Resources* **2016**, 8, 163.
- (58) WWF. Soy controversies http://wwf.panda.org/what_we_do/footprint/agriculture/soy/soyreport/soy_controversies/ (accessed Mar 15, 2018).
- (59) TNI; FIAN; IGO; FDCL. *The Netherlands and the Global Land and Water Grab*; 2013.
- (60) Duurzamezuivelketen. *Factsheet Verantwoorde Soja*; Den Haag, 2018.
- (61) EC. *External Costs: Research Results on Socio-Environmental Damages Due to Electricity and Transport*; European Commission Directorate-General for Research: Brussels, 2003.
- (62) EC. *ExternE: Externalities of Energy. Vol. 7: Methodology 1998 Update (EUR 19083); Vol.8: Global Warming (EUR 18836); Vol.9: Fuel Cycles for Emerging and End-Use Technologies, Transport and Waste (EUR 18887); Vol.10: National Implementation (EUR 18528).*; European Commission, Directorate-General XII, Science Research and Development: Luxembourg, 1998.
- (63) EEA. *Costs of Air Pollution from European Industrial Facilities 2008–2012 — an Updated Assessment. EEA Technical Report No 20/2014.*; European Environment Agency: Copenhagen, 2014.
- (64) Holland, M.; Faberi, S.; Leone, G.; Preiss, P.; Gressmann, A.; Cadman, J. *The Application of the External Costs Concept on Innovative Industrial Technologies*; 2007.
- (65) Droste-Franke, B. *Damage Factors for Croatia*; Institute of Energy Economics and the Rational Use of Energy, University of Stuttgart, Stuttgart, 2005.
- (66) OECD. *Mortality Risk Valuation in Environment, Health and Transport Policies*; The Organisation for Economic Co-operation and Development: Paris, 2012.
- (67) Holland, M. Personal Communication, February 16, 2018. Ecometrics Research and Consulting, Reading, 2018.
- (68) IISG. De waarde van de gulden / euro <http://www.iisg.nl/hpw/calculate-nl.php> (accessed May 30, 2018).
- (69) Mulder, T. Persoonlijke Communicatie, 25 April 2018. Mulder Agro, 2018.
- (70) UNFCCC. Global Warming Potentials <https://unfccc.int/process/transparency-and-reporting/greenhouse-gas-data/greenhouse-gas-data-unfccc/global-warming-potentials> (accessed Jun 8, 2018).
- (71) YARA. *The Carbon Footprint of Fertilizers*; Yara International ASA: Oslo, 2018.
- (72) Audsley, E.; Stacey, K.; Parsons, D. J.; Williams, A. . *Estimation of the Greenhouse Gas Emissions from Agricultural Pesticide Manufacture and Use*; Cranfield Univesity: Peterborough, 2009.
- (73) Fargione, J.; Hill, J.; Tilman, D.; Polasky, S.; Hawthorne, P. Land Clearing and the Biofuel Carbon Debt. *Science* **2008**, 319 (5867), 1235–1238.
- (74) Ports.com. Sea routes and distances <http://ports.com/sea-route/> (accessed Mar 12, 2018).
- (75) Viamichelin. Michelin route planner and maps, restaurants, traffic news and hotel booking <https://www.viamichelin.com/> (accessed Mar 12, 2018).
- (76) Smith, P.; Smith, T. j. f. Transport Carbon Costs Do Not Negate the Benefits of Agricultural Carbon Mitigation Options. *Ecology Letters* **2000**, 3 (5), 379–381.
- (77) World Shipping Council. Carbon Emissions <http://www.worldshipping.org/industry-issues/environment/air-emissions/carbon-emissions> (accessed Mar 12, 2018).
- (78) Workman, D. Palm Oil Exports by Country <http://www.worldstopexports.com/palm-oil-exports-by-country/> (accessed Mar 13, 2018).
- (79) Koplitz, S. N.; Mickley, L. J.; Marlier, M. E.; Buonocore, J. J.; Kim, P. S.; Tianjia Liu; Sulprizio, M. P.; DeFries, R. S.; Jacob, D. J.; Schwartz, J.; et al. Public Health Impacts of

- the Severe Haze in Equatorial Asia in September–October 2015: Demonstration of a New Framework for Informing Fire Management Strategies to Reduce Downwind Smoke Exposure. *Environ. Res. Lett.* **2016**, *11* (9), 094023.
- (80) IPCC. *Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007*. Metz, B., Davidson, O. R., Bosch, P. R., Dave, R. and Meyer, L.A., (Eds), Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.; 2007.
- (81) Criss, R. E.; Davisson, M. L. Fertilizers, Water Quality, and Human Health. *Environmental Health Perspectives* **2004**, *112* (10), A536–A536.
- (82) Kim, H. .; S.S, L.; Choi, B. . Nitrate Intake Relative to Antioxidant Vitamin Intake Affects Gastric Cancer Risk: A Case-Control Study in Korea. *Nutrition and Cancer* **2007**, *59* (2), 185–191.
- (83) Zhang, X. L.; Zhang, B.; Zhang, X.; Chen, Z. F.; Zhang, J. Z.; Liang, S. Y.; Men, F. S.; Zheng, S. L.; Li, X. P.; Bai, X. L. Research and Control of Well Water Pollution in High Esophageal Cancer Areas. *World Journal Of Gastroenterology* **2003**, *9* (6), 1187–1190.
- (84) Kuo, H. .; Wu, T. .; Yang, C. . Nitrates in Drinking Water and Risk of Death from Rectal Cancer in Taiwan. *Journal of Toxicology and Environmental Health* **2007**, *70* (20), 1717–1722.
- (85) Yang, C. .; Wu, D. .; Chang, C. . Nitrate in Drinking Water and Risk of Death from Colon Cancer in Taiwan. *Environment International* **2007**, *33* (5), 649–653.
- (86) Ward, M. .; Weyer, P.; Wang, A. Nitrate from Drinking Water and Diet and Thyroid Disorders and Thyroid Cancer among Women. *Epidemiology* **2007**, *18* (5), 159–169.
- (87) Wolff, C.; English, P. Association of Nitrates, Trihalomethanes, and Arsenic in Drinking Water and Testicular Cancer. *Epidemiology* **2006**, *17* (6), S117–S117, Supplement S.
- (88) Znaor, D. Sustainable Agriculture as a Path to Prosperity for the Western Balkans. *Green European Journal* **2013**, No. 16, 1–3.
- (89) *Nitrogen as a Threat to European Water Quality. In: The European Nitrogen Assessment*, Ed. M. A. Sutton, C. M. Howard, J. W. Erisman et Al., Cambridge University Press; Grizzetti, B., Bouraoui, F. ., Billen, G. et al., Ed.; 2011.
- (90) DeRoos, A. J.; Ward, M. H.; Lynch, C. F.; Cantor, K. P. Nitrate in Public Water Supplies and the Risk of Colon and Rectum Cancers. *Epidemiology* **2003**, *14* (640–649).
- (91) Schullehner, J.; Hansen, B.; Thygesen, M.; Pedersen, C. B.; Sigsgaard, T. Nitrate in Drinking Water and Colorectal Cancer Risk: A Nationwide Population-Based Cohort Study. *International Journal of Cancer* **143** (1), 73–79.
- (92) Jongeneel, R.; Polman, N.; Kooten, V.; Cornelis, G. *How Important Are Agricultural Externalities? A Framework for Analysis and Application to Dutch Agriculture*; University of Victoria: Victoria, 2016.
- (93) MVW. *Strategische MKBA Voor de Europese Kaderrichtlijn Water*; Ministerie van Verkeer en Waterstaat: Den Haag, 2006.
- (94) RIVM. *Water Quality in the Netherlands; Status (2012-2015) and Trend (1992-2015) Addendum to Report 2016-0019*; Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu: Bilthoven, 2017.
- (95) Fraters, B.; Hooijboer, A. E. J.; Vrijhoef, A.; Claessens, J.; Kotte, M. C.; Rijs, G. B. J.; Denneman, A. I. M.; van Bruggen, C.; Daatselaar, C.; Begeman, H. A. L.; et al. *Agricultural Practices and Water Quality in the Netherlands; Status (2012-2014) and Trend (1992-2014). Monitoring Results for Nitrates Directive Reporting*; Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu: Bilthoven, 2016.
- (96) RIVM. Vermesting van regionaal water, 1990 - 2014 | Compendium voor de Leefomgeving <http://www.clo.nl/indicatoren/nl0552-vermesting-regionale-wateren?i=11-60> (accessed May 29, 2018).

- (97) RN Provinces. *Dataset Geleverd Door Provincies Friesland, Groningen En Drenthe*; 2017.
- (98) Fantke, P.; Jolliet, O. Life Cycle Human Health Impacts of 875 Pesticides. *Int J Life Cycle Assess* **2016**, *21* (5), 722–733.
- (99) Witteveen+Bos. *MKBA-Kengetallen Voor Omgevingskwaliteiten: Aanvulling En Actualisering*; Witteveen+Bos: Rotterdam, 2011.
- (100) Singels, M.; Klooster, J. P. G. .; Hoek, G. *Luchtkwaliteit in Nederland: gezondheidseffecten en hun maatschappelijke kosten*; CE Centrum voor Energiebesparing en Schone Technologie: Delft, 2005.
- (101) Swartjes, F. .; van der Linden, A. M. .; van der Aa, N. G. F. . *Bestrijdingsmiddelen in Grondwater Bij Drinkwaterwinningen: Huidige Belasting En Mogelijke Maatregelen*; Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu: Bilthoven, 2016.
- (102) Nehring, R.; Osteen, C.; Wechsler, S. J.; Martin, rew; Vialou, A.; Fern, J.; ez-Cornejo. Pesticide Use in U.S. Agriculture: 21 Selected Crops, 1960-2008 <https://www.ers.usda.gov/publications/pub-details/?pubid=43855> (accessed Mar 14, 2018).
- (103) Atwood, D.; Paisley-Jones, C. *Pesticides Industry Sales and Usage: 2008 – 2012 Market Estimates*; U.S. Environmental Protection Agency: Washington, 2017.
- (104) EarthopenSource. Myth: GM Crops Decrease Pesticide Use. *GMO Myths and Truths*, 2018.
- (105) Bourguet, D.; Guillemaud, T. The Hidden and External Costs of Pesticide Use. In *Sustainable Agriculture Reviews*; Sustainable Agriculture Reviews; Springer, Cham, 2016; pp 35–120.
- (106) Pribyl, D. W. A Critical Review of the Conventional SOC to SOM Conversion Factor. *Geoderma* **2010**, *156* (3), 75–83.
- (107) MvEZ. *Europese Landbouwbeleid TOELICHTING OP DE BETALINGEN IN HET KADER VAN HET GEMEENSCHAPPELIJK LANDBOUWBELEID IN HET BOEKJAAR 2015*; Ministerie van Economische Zaken, 2016.
- (108) Tuomisto, H. L.; Hodge, I. D.; Riordan, P.; Macdonald, D. W. Does Organic Farming Reduce Environmental Impacts?--A Meta-Analysis of European Research. *J. Environ. Manage.* **2012**, *112*, 309–320.
- (109) Bikker, P.; Aarnink, A.; Ellen, H.; Krimpen, M. . *Excretie van Biologisch Gehouden Leghennen, Zeugen En Vleesvarkens Onder Praktijkomstandigheden*; Wageningen Livestock Research: Wageningen, 2017.
- (110) Bikker, P.; van Harn, J.; Groenestein, C. .; de Wit, J.; van Bruggen, C.; Luesink, H. . *Stikstof- En Fosforexcretie van Varkens, Pluimvee En Rundvee in Biologische En Gangbare Houderijsystemen*; Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu. WOt-werkdocument 347.: Wageningen, 2013.
- (111) Groenestein, C. M.; de Wit, J.; Bruggen, C.; Oenema, O. *Stikstof- En Fosfaatexcretie van Gangbaar En Biologisch Gehouden Landbouwhuisdieren*; Herziening excretieforfaits Meststoffenwet 2015. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-technical report 45: Wageningen, 2015.
- (112) CDM. *CDM-Advies Excretieforfait Biologisch Gehouden Leghennen in Een Volièrestal*; Commissie van Deskundigen Meststoffenwet: Wageningen, 2016.
- (113) Ellen, H.; Ogink, N. W. . *Effecten Reducerende Technieken Op Emissies Bij Biologisch Gehouden Pluimvee*; Wageningen UR Livestock Research: Wageningen, 2015.
- (114) Clark, N. E.; Lovell, R.; Wheeler, B. W.; Higgins, S. L.; Depledge, M. H.; Norris, K. Biodiversity, Cultural Pathways, and Human Health: A Framework. *Trends in Ecology & Evolution* **2014**, *29* (4), 198–204.

- (115) Sandifer, P. A.; Sutton-Grier, A. E.; Ward, B. P. Exploring Connections among Nature, Biodiversity, Ecosystem Services, and Human Health and Well-Being: Opportunities to Enhance Health and Biodiversity Conservation. *Ecosystem Services* **2015**, *12*, 1–15.
- (116) Rahmann, G. Biodiversity and Organic Farming: What Do We Know? *vTI Agriculture and Forestry Research* **2011**, *61* (3), 189–208.
- (117) Bavec, M.; Bavec, F. *Impact of Organic Farming on Biodiversity* | IntechOpen; 2014.
- (118) Bengtsson, J.; Ahnstrom, J.; Weibull, A. C. The Effects of Organic Agriculture on Biodiversity and Abundance: A Meta-Analysis. *J. Appl. Ecol.* **2005**, *42* (2), 261–269.
- (119) Rundlöf, M.; Smith, H. G.; Birkhofer, K. Effects of Organic Farming on Biodiversity. In *eLS*; John Wiley & Sons Ltd, Ed.; John Wiley & Sons, Ltd: Chichester, UK, 2016; pp 1–7.
- (120) Tuck, S. L.; Winqvist, C.; Mota, F.; Ahnström, J.; Turnbull, L. A.; Bengtsson, J. Land-Use Intensity and the Effects of Organic Farming on Biodiversity: A Hierarchical Meta-Analysis. *Journal of Applied Ecology* **2014**, *51* (3), 746–755.
- (121) Reganold, J.; M. Wachter, J. *Organic Agriculture in the Twenty-First Century*; 2016; Vol. 2.
- (122) Karlsson, I.; Friberg, H.; Kolseth, A.-K.; Steinberg, C.; Persson, P. Organic Farming Increases Richness of Fungal Taxa in the Wheat Phyllosphere. *Mol. Ecol.* **2017**, *26* (13), 3424–3436.
- (123) SCNSCFS. *Scientific Steering Committee of the Norwegian Scientific Committee for Food Safety: Comparison of Organic and Conventional Food and Food Production. Overall Summary: Impact on Plant Health, Animal Health and Welfare, and Human Health*; Steering Committee of the Norwegian Scientific Committee for Food Safety: Oslo, 2014.
- (124) Lichtenberg, E. M.; Kennedy, C. M.; Kremen, C.; Batáry, P.; Berendse, F.; Bommarco, R.; Bosque-Pérez, N. A.; Carvalheiro, L. G.; Snyder, W. E.; Williams, N. M.; et al. A Global Synthesis of the Effects of Diversified Farming Systems on Arthropod Diversity within Fields and across Agricultural Landscapes. *Global Change Biology* **2017**, *23* (11), 4946–4957.
- (125) Hallmann, C. A.; Sorg, M.; Jongejans, E.; Siepel, H.; Hofland, N.; Schwan, H.; Stenmans, W.; Müller, A.; Sumser, H.; Hörrn, T.; et al. More than 75 Percent Decline over 27 Years in Total Flying Insect Biomass in Protected Areas. *PLOS ONE* **2017**, *12* (10), e0185809.
- (126) MLNV. *Aanbieding Rapport Insectensterfte*; Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit: Den Haag, 2018.
- (127) Hallmann, C. A.; Zeegers, T.; van Klink, R.; Vermeulen, R.; van Wielink, P.; Spijkers, H.; Jongejans, E. *Analysis of Insect Monitoring Data from De Kaaistoep and Drenthe*; Radboud University: Nijmegen, 2018.
- (128) Natuurmonumenten. Ook in Nederland dramatische afname van insecten | Natuurmonumenten <https://www.natuurmonumenten.nl/nieuws/ook-nederland-dramatische-afname-van-insecten> (accessed May 28, 2018).
- (129) Mie, A.; Andersen, H. R.; Gunnarsson, S.; Kahl, J.; Kesse-Guyot, E.; Rembiałkowska, E.; Quaglio, G.; Grandjean, P. Human Health Implications of Organic Food and Organic Agriculture: A Comprehensive Review. *Environ Health* **2017**, *16*.
- (130) ECDPC. ECDC/EFSA/EMA second joint report on the integrated analysis of the consumption of antimicrobial agents and occurrence of antimicrobial resistance in bacteria from humans and food-producing animals <http://ecdc.europa.eu/en/publications-data/ecdcfsaema-second-joint-report-integrated-analysis-consumption-antimicrobial> (accessed May 24, 2018).

- (131) Woolhouse, M.; Ward, M.; van Bunnik, B.; Farrar, J. Antimicrobial Resistance in Humans, Livestock and the Wider Environment. *Philos. Trans. R. Soc. Lond., B, Biol. Sci.* **2015**, *370* (1670), 20140083.
- (132) Silbergeld, E. K.; Graham, J.; Price, L. B. Industrial Food Animal Production, Antimicrobial Resistance, and Human Health. *Annu Rev Public Health* **2008**, *29*, 151–169.
- (133) Aubry-Damon, H.; Grenet, K.; Sall-Ndiaye, P.; Che, D.; Cordeiro, E.; Bougnoux, M.-E.; Rigaud, E.; Le Strat, Y.; Lemanissier, V.; Armand-Lefèvre, L.; et al. Antimicrobial Resistance in Commensal Flora of Pig Farmers. *Emerging Infect. Dis.* **2004**, *10* (5), 873–879.
- (134) Armand-Lefevre, L.; Ruimy, R.; Andremont, A. Clonal Comparison of Staphylococcus Aureus Isolates from Healthy Pig Farmers, Human Controls, and Pigs. *Emerging Infect. Dis.* **2005**, *11* (5), 711–714.
- (135) ECDPC. Antimicrobial resistance in zoonotic bacteria still high in humans, animals and food, say ECDC and EFSA <http://ecdc.europa.eu/en/news-events/antimicrobial-resistance-zoonotic-bacteria-still-high-humans-animals-and-food-say-ecdc> (accessed May 24, 2018).
- (136) ECDPC. Combined resistance to multiple antibiotics: a growing problem in the EU <http://ecdc.europa.eu/en/news-events/combined-resistance-multiple-antibiotics-growing-problem-eu> (accessed May 24, 2018).
- (137) Leverstein-van Hall, M. A.; Dierikx, C. M.; Cohen Stuart, J.; Voets, G. M.; van den Munckhof, M. P.; van Essen-Zandbergen, A.; Platteel, T.; Fluit, A. C.; van de Sande-Bruinsma, N.; Scharinga, J.; et al. Dutch Patients, Retail Chicken Meat and Poultry Share the Same ESBL Genes, Plasmids and Strains. *Clin. Microbiol. Infect.* **2011**, *17* (6), 873–880.
- (138) Liakopoulos, A.; Geurts, Y.; M. Dierikx, C.; Brouwer, M.; Kant, A.; Wit, B.; Heymans, R.; Pelt, W.; J. Mevius, D. Extended-Spectrum Cephalosporin-Resistant Salmonella Enterica Serovar Heidelberg Strains, the Netherlands¹. *Emerging Infectious Diseases* **2016**, *22*.
- (139) Kuipers, A.; Koops, W. J.; Wemmenhove, H. Antibiotic Use in Dairy Herds in the Netherlands from 2005 to 2012. *J. Dairy Sci.* **2016**, *99* (2), 1632–1648.
- (140) Aarestrup, F. M. Veterinary Drug Usage and Antimicrobial Resistance in Bacteria of Animal Origin. *Basic Clin. Pharmacol. Toxicol.* **2005**, *96* (4), 271–281.
- (141) Österberg, J.; Wingstrand, A.; Nygaard Jensen, A.; Kerouanton, A.; Cibir, V.; Barco, L.; Denis, M.; Aabo, S.; Bengtsson, B. Antibiotic Resistance in Escherichia Coli from Pigs in Organic and Conventional Farming in Four European Countries. *PLoS ONE* **2016**, *11* (6), e0157049.
- (142) Sapkota, A. R.; Kinney, E. L.; George, A.; Hulet, R. M.; Cruz-Cano, R.; Schwab, K. J.; Zhang, G.; Joseph, S. W. Lower Prevalence of Antibiotic-Resistant Salmonella on Large-Scale U.S. Conventional Poultry Farms That Transitioned to Organic Practices. *Sci. Total Environ.* **2014**, *476–477*, 387–392.
- (143) Fromm, S.; Beißwanger, E.; Käsbohrer, A.; Tenhagen, B.-A. Risk Factors for MRSA in Fattening Pig Herds - a Meta-Analysis Using Pooled Data. *Prev. Vet. Med.* **2014**, *117* (1), 180–188.
- (144) Heine, U. Epidemiologische Studie Zum Vorkommen von MRSA (Methicillin-Resistente Staphylococcus Aureus) in Ökologisch Wirtschaftenden Schweinebeständen, Stiftung Tierärztliche Hochschule: Hannover, 2011.
- (145) Smith-Spangler, C.; Margaret, M. .; Brandeau, L.; Hunter, G. .; Bavinger, J. .; Pearson, M.; Eschbach, P. .; Sundaram, V.; Liu, H.; Schirmer, P.; et al. Are Organic Foods Safer or Healthier Than Conventional Alternatives?: A Systematic Review. *Annals of Internal Medicine* **2012**, *157* (5), 348–366.

- (146) Taylor, J.; Hafner, M.; Yerushalmi, E.; Smith, R.; Bellasio, J.; Vardavas, R.; Bienkowska-Gibbs, T.; Rubin, J. Estimating the economic costs of antimicrobial resistance https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR911.html (accessed May 26, 2018).
- (147) Smith, R. D.; Coast, J. *The Economic Burden of Antimicrobial Resistance: Why It Is More Serious than Current Studies Suggest. Technical Report (London School of Hygiene & Tropical Medicine).*; London School of Hygiene & Tropical Medicine: London, 2012.
- (148) Barański, M.; Średnicka-Tober, D.; Volakakis, N.; Seal, C.; Sanderson, R.; Stewart, G. B.; Benbrook, C.; Biavati, B.; Markellou, E.; Giotis, C.; et al. Higher Antioxidant and Lower Cadmium Concentrations and Lower Incidence of Pesticide Residues in Organically Grown Crops: A Systematic Literature Review and Meta-Analyses. *British Journal of Nutrition* **2014**, *112* (5), 794–811.
- (149) Johansson, E.; Hussain, A.; Kuktaite, R.; Andersson, S. C.; Olsson, M. E. Contribution of Organically Grown Crops to Human Health. *Int J Environ Res Public Health* **2014**, *11* (4), 3870–3893.
- (150) Średnicka-Tober, D.; Barański, M.; Seal, C.; Sanderson, R.; Benbrook, C.; Steinshamn, H.; Gromadzka-Ostrowska, J.; Rembiałkowska, E.; Skwarło-Sońta, K.; Eyre, M.; et al. Composition Differences between Organic and Conventional Meat: A Systematic Literature Review and Meta-Analysis. *British Journal of Nutrition* **2016**, *115* (6), 994–1011.
- (151) Średnicka-Tober, D.; Barański, M.; Seal, C. J.; Sanderson, R.; Benbrook, C.; Steinshamn, H.; Gromadzka-Ostrowska, J.; Rembiałkowska, E.; Skwarło-Sońta, K.; Eyre, M.; et al. Higher PUFA and N-3 PUFA, Conjugated Linoleic Acid, α -Tocopherol and Iron, but Lower Iodine and Selenium Concentrations in Organic Milk: A Systematic Literature Review and Meta- and Redundancy Analyses. *British Journal of Nutrition* **2016**, *115* (6), 1043–1060.
- (152) Brantsæter, A. L.; Ydersbond, T. A.; Hoppin, J. A.; Haugen, M.; Meltzer, H. M. Organic Food in the Diet: Exposure and Health Implications. *Annual Review of Public Health* **2017**, *38* (1), 295–313.
- (153) Barański, M.; Rempelos, L.; Iversen, P. O.; Leifert, C. Effects of Organic Food Consumption on Human Health; the Jury Is Still Out! *Food & Nutrition Research* **2017**, *61* (1), 1287333.
- (154) Kesse-Guyot, E.; Péneau, S.; Méjean, C.; Edelenyi, F. S. de; Galan, P.; Hercberg, S.; Lairon, D. Profiles of Organic Food Consumers in a Large Sample of French Adults: Results from the Nutrinet-Santé Cohort Study. *PLOS ONE* **2013**, *8* (10), e76998.
- (155) Baudry, J.; Lelong, H.; Adriouch, S.; Julia, C.; Allès, B.; Hercberg, S.; Touvier, M.; Lairon, D.; Galan, P.; Kesse-Guyot, E. Association between Organic Food Consumption and Metabolic Syndrome: Cross-Sectional Results from the NutriNet-Santé Study. *Eur J Nutr* **2017**, 1–12.
- (156) Kummeling, I.; Thijs, C.; Huber, M.; van de Vijver, L. .; Snijders, B. E.; Penders, J.; Stelma, F.; van Ree, R.; van den Brandt, P. .; Dagnelie, P. . Consumption of Organic Foods and Risk of Atopic Disease during the First 2 Years of Life in the Netherlands. *British Journal of Nutrition* **2008**, *99* (3), 598–605.
- (157) Torjusen, H.; Brantsæter, A. L.; Haugen, M.; Alexander, J.; Bakketeig, L. S.; Lieblein, G.; Stigum, H.; Næs, T.; Swartz, J.; Holmboe-Ottesen, G.; et al. Reduced Risk of Pre-Eclampsia with Organic Vegetable Consumption: Results from the Prospective Norwegian Mother and Child Cohort Study. *BMJ Open* **2014**, *4* (9), e006143.
- (158) Kesse-Guyot, E.; Baudry, J.; Assmann, K. E.; Galan, P.; Hercberg, S.; Lairon, D. Prospective Association between Consumption Frequency of Organic Food and Body

- Weight Change, Risk of Overweight or Obesity: Results from the NutriNet-Santé Study. *Br. J. Nutr.* **2017**, *117* (2), 325–334.
- (159) Curl, C. L.; Beresford, S. A. A.; Fenske, R. A.; Fitzpatrick, A. L.; Lu, C.; Nettleton, J. A.; Kaufman, J. D. Estimating Pesticide Exposure from Dietary Intake and Organic Food Choices: The Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis (MESA). *Environ. Health Perspect.* **2015**, *123* (5), 475–483.
- (160) Bradbury, K. E.; Balkwill, A.; Spencer, E. A.; Roddam, A. W.; Reeves, G. K.; Green, J.; Key, T. J.; Beral, V.; Pirie, K. Organic Food Consumption and the Incidence of Cancer in a Large Prospective Study of Women in the United Kingdom. *Br J Cancer* **2014**, *110* (9), 2321–2326.
- (161) Legler, J. An Integrated Approach to Assess the Role of Chemical Exposure in Obesity. *Obesity* **2013**, *21* (6), 1084–1085.
- (162) Legler, J.; Fletcher, T.; Govarts, E.; Porta, M.; Blumberg, B.; Heindel, J. J.; Trasande, L. Obesity, Diabetes, and Associated Costs of Exposure to Endocrine-Disrupting Chemicals in the European Union. *J Clin Endocrinol Metab* **2015**, *100* (4), 1278–1288.
- (163) Ntzani, E. E.; G, C. M. N.; Evangelou, E.; Tzoulaki, I. Literature Review on Epidemiological Studies Linking Exposure to Pesticides and Health Effects. *EFSA Supporting Publications* **2013**, *10* (10), 497E.
- (164) Moisan, F.; Spinosi, J.; Delabre, L.; Gourlet, V.; Mazurie, J.-L.; Bénatru, I.; Goldberg, M.; Weisskopf, M. G.; Imbernon, E.; Tzourio, C.; et al. Association of Parkinson's Disease and Its Subtypes with Agricultural Pesticide Exposures in Men: A Case-Control Study in France. *Environ. Health Perspect.* **2015**, *123* (11), 1123–1129.
- (165) van Maele-Fabry, G.; Hoet, P.; Vilain, F.; Lison, D. Occupational Exposure to Pesticides and Parkinson's Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis of Cohort Studies. *Environ Int* **2012**, *46*, 30–43.
- (166) Starling, A. P.; Umbach, D. M.; Kamel, F.; Long, S.; Sandler, D. P.; Hoppin, J. A. Pesticide Use and Incident Diabetes among Wives of Farmers in the Agricultural Health Study. *Occup Environ Med* **2014**, *71* (9), 629–635.
- (167) Dyck, R.; Karunanayake, C.; Pahwa, P.; Hagel, L.; Lawson, J.; Rennie, D.; Dosman, J.; Saskatchewan Rural Health Study Group. Prevalence, Risk Factors and Co-Morbidities of Diabetes among Adults in Rural Saskatchewan: The Influence of Farm Residence and Agriculture-Related Exposures. *BMC Public Health* **2013**, *13*, 7.
- (168) Schinasi, L.; Leon, M. E. Non-Hodgkin Lymphoma and Occupational Exposure to Agricultural Pesticide Chemical Groups and Active Ingredients: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health* **2014**, *11* (4), 4449–4527.
- (169) van Maele-Fabry, G.; Hoet, P.; Lison, D. Parental Occupational Exposure to Pesticides as Risk Factor for Brain Tumors in Children and Young Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Environ Int* **2013**, *56*, 19–31.
- (170) van Maele-Fabry, G.; Lantin, A.-C.; Hoet, P.; Lison, D. Residential Exposure to Pesticides and Childhood Leukaemia: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Environ Int* **2011**, *37* (1), 280–291.
- (171) Chen, M.; Chang, C.-H.; Tao, L.; Lu, C. Residential Exposure to Pesticide During Childhood and Childhood Cancers: A Meta-Analysis. *Pediatrics* **2015**, *136* (4), 719–729.
- (172) Andersen, H. R.; Schmidt, I. M.; Grandjean, P.; Jensen, T. K.; Budtz-Jørgensen, E.; Kjaerstad, M. B.; Baelum, J.; Nielsen, J. B.; Skakkebaek, N. E.; Main, K. M. Impaired Reproductive Development in Sons of Women Occupationally Exposed to Pesticides during Pregnancy. *Environ. Health Perspect.* **2008**, *116* (4), 566–572.
- (173) Andersen, M. S. Monetary Valuation with Impact Pathway Analysis: Benefits of Reducing Nitrate Leaching in European Catchments. *International Review of Environmental and Resource Economics* **2011**, *5* (3), 199–244.

- (174) Wohlfahrt-Veje, C.; Main, K. M.; Schmidt, I. M.; Boas, M.; Jensen, T. K.; Grandjean, P.; Skakkebaek, N. E.; Andersen, H. R. Lower Birth Weight and Increased Body Fat at School Age in Children Prenatally Exposed to Modern Pesticides: A Prospective Study. *Environ Health* **2011**, *10*, 79.
- (175) Wohlfahrt-Veje, C.; Andersen, H. R.; Jensen, T. K.; Grandjean, P.; Skakkebaek, N. E.; Main, K. M. Smaller Genitals at School Age in Boys Whose Mothers Were Exposed to Non-Persistent Pesticides in Early Pregnancy. *Int. J. Androl.* **2012**, *35* (3), 265–272.
- (176) Andersen, H. R.; Debes, F.; Wohlfahrt-Veje, C.; Murata, K.; Grandjean, P. Occupational Pesticide Exposure in Early Pregnancy Associated with Sex-Specific Neurobehavioral Deficits in the Children at School Age. *Neurotoxicol Teratol* **2015**, *47*, 1–9.
- (177) Calder, P.; Kremmyda, L.-S.; Vlachava, M.; Noakes, P.; Miles, E. Session 5: Early Programming of the Immune System and the Role of Nutrition. Is There a Role for Fatty Acids in Early Life Programming of the Immune System? *The Proceedings of the Nutrition Society* **2010**, *69*, 373–380.
- (178) Christensen, J. S.; Asklund, C.; Skakkebaek, N. E.; Jørgensen, N.; Andersen, H. R.; Jørgensen, T. M.; Olsen, L. H.; Høyer, A. P.; Moesgaard, J.; Thorup, J.; et al. Association Between Organic Dietary Choice During Pregnancy and Hypospadias in Offspring: A Study of Mothers of 306 Boys Operated on for Hypospadias. *The Journal of Urology* **2013**, *189* (3), 1077–1082.
- (179) Brantsæter, A. L.; Torjusen, H.; Meltzer, H. M.; Papadopoulou, E.; Hoppin, J. .; Alexander, J.; Lieblein, G.; Ross, G.; Magne Holten, J.; Swartz, J.; et al. Environmental Health Perspectives – Organic Food Consumption during Pregnancy and Hypospadias and Cryptorchidism at Birth: The Norwegian Mother and Child Cohort Study (MoBa). *Environmental Health Perspectives* **2016**, *124*.
- (180) Pierik, F. . Cryptorchidism and Hypospadias in The Netherlands: Are Endocrine Disrupters Involved? http://www.env.go.jp/chemi/end/sympo/2001/report/pdf_e/pierik_e.pdf.
- (181) Trasande, L.; Zoeller, R. T.; Hass, U.; Kortenkamp, A.; Grandjean, P.; Myers, J. P.; DiGangi, J.; Hunt, P. M.; Rudel, R.; Sathyanarayana, S.; et al. Burden of Disease and Costs of Exposure to Endocrine Disrupting Chemicals in the European Union: An Updated Analysis. *Andrology* **2016**, *4* (4), 565–572.
- (182) Trasande, L.; Zoeller, R. T.; Hass, U.; Kortenkamp, A.; Grandjean, P.; Myers, J. P.; DiGangi, J.; Bellanger, M.; Hauser, R.; Legler, J.; et al. Estimating Burden and Disease Costs of Exposure to Endocrine-Disrupting Chemicals in the European Union. *J Clin Endocrinol Metab* **2015**, *100* (4), 1245–1255.
- (183) Bond, G. G.; Dietrich, D. R. Human Cost Burden of Exposure to Endocrine Disrupting Chemicals. A Critical Review. *Arch Toxicol* **2017**, *91* (8), 2745–2762.
- (184) Bolt, H. M. The Current Debate on Cost Burden by Human Exposure to Endocrine Disrupting Chemicals. *Arch Toxicol* **2017**, *91* (9), 2965–2966.
- (185) van den Dries, M. A.; Pronk, A.; Guxens, M.; Spaan, S.; Voortman, T.; Jaddoe, V. W.; Jusko, T. A.; Longnecker, M. P.; Tiemeier, H. Determinants of Organophosphate Pesticide Exposure in Pregnant Women: A Population-Based Cohort Study in the Netherlands. *International Journal of Hygiene and Environmental Health* **2018**, *221* (3), 489–501.
- (186) Spaan, S.; Pronk, A.; Koch, H. M.; Jusko, T. A.; Jaddoe, V. W. V.; Shaw, P. A.; Tiemeier, H. M.; Hofman, A.; Pierik, F. H.; Longnecker, M. P. Reliability of Concentrations of Organophosphate Pesticide Metabolites in Serial Urine Specimens from Pregnancy in the Generation R Study. *J Expo Sci Environ Epidemiol* **2015**, *25* (3), 286–294.
- (187) Rijk, I.; van den Berg, M. *Putting a Price on Your Exposed Brain: A Case-Study towards Prenatal Exposure to Polybrominated Diphenyl Ethers (PBDEs)*, *Organophosphate*

- Pesticides (OPs) and Associated Socio-Economic Cost of IQ Loss in the Netherlands*; Universiteit Utrecht: Utrecht, 2015.
- (188) Llop, S.; Murcia, M.; Iñiguez, C.; Roca, M.; González, L.; Yusà, V.; Rebagliato, M.; Ballester, F. Distributions and Determinants of Urinary Biomarkers of Organophosphate Pesticide Exposure in a Prospective Spanish Birth Cohort Study. *Environmental Health* **2017**, *16* (1), 46.
- (189) van Grinsven, H.; Erisman, J. .; Oenema, O.; Bouwman, L.; de Vries, F.; Westhoek, H.; Bleeker, A. The European Nitrogen Assessment: Bevindingen En Lessen Uit Eerste Europese Stikstofanalyse. *Milieu Dossier*. 2011.
- (190) de Bruyn, S.; Ahdour, S.; Bijleveld, M.; de Graaff, L.; Schep, E.; Schroten, A.; Vergeer, R. *Handboek Milieuprijzen 2017: Methodische Onderbouwing van Kengetallen Gebruikt Voor Waardering van Emissies En Milieu-Impacts*; CE Centrum voor Energiebesparing en Schone Technologie: Delft, 2017.
- (191) Hanekamp, J. .; Crok, M.; Briggs, M. *Ammoniak in Nederland - Enkele Kritische Wetenschappelijke Kanttekeningen*; 2017.
- (192) RIVM. Reactie RIVM op rapport ‘Ammoniak in Nederland: Enkele kritische wetenschappelijke kanttekeningen’ van Hanekamp, Crok en Briggs https://www.rivm.nl/Onderwerpen/A/Ammoniak/Direct_naar/Reactie_RIVM_op_rapport_Ammoniak_in_Nederland_Enkele_kritische_wetenschappelijke_kanttekeningen_van_Hanekamp_Crok_en_Briggs:QSjQGTCZTuO6JkQ3RByJtA (accessed Jun 8, 2018).
- (193) WUR. Enkele kanttekeningen bij onderzoek van Hanekamp et al. https://www.wur.nl/upload_mm/1/5/6/5b9f11fd-c666-43fa-bb52-7d45cce4a8ed_20170124_rebuttal%20DEF.pdf (accessed Jun 8, 2018).
- (194) Tweede Kamer. *Rondetafelgesprek “Ammoniak in Nederland”*; Tweede Kamer: Den Haag, 2017.
- (195) Voelckner, F. An Empirical Comparison of Methods for Measuring Consumers’ Willingness to Pay. *Market Lett* **2006**, *17* (2), 137–149.
- (196) Loomis, J. B. 2013 WAEA Keynote Address: Strategies for Overcoming Hypothetical Bias in Stated Preference Surveys. *Journal of Agricultural and Resource Economics* **2014**, *39* (1), 34–46.
- (197) Ryen, L.; Svensson, M. The Willingness to Pay for a Quality Adjusted Life Year: A Review of the Empirical Literature. *Health Economics* **2014**, *24* (10), 1289–1301.
- (198) Born, G. J. van den; Kragt, F.; Henkens, D.; Rijken, B. C.; Bommel, B. van; Sluis, S. M. van der; Polman, N.; Bos, E. J.; Kuhlman, T.; Kwakernaat, C.; et al. Dalende bodems, stijgende kosten: mogelijke maatregelen tegen veenbodemdaling in het landelijk en stedelijk gebied: beleidsstudie. **2016**.
- (199) Kampman, B.; Vermeulen, J.; Dings, J. *Benzine, Diesel En LPG: Balanceren Tussen Milieu En Economie*; CE Centrum voor Energiebesparing en Schone Technologie: Delft, 2001.
- (200) van Drunen, M.; van Beukering, P.; Aiking, H. *The True Price of Meat*; Vrije Universiteit Amsterdam: Amsterdam, 2010.
- (201) van Beek, K.; Heslen, P.; Kappelhof, J.; Vink, K. Consequenties huidige vermessingvoor de waterleidingbedrijven. *H2O* **2006**, No. 39, 25–29.
- (202) RIVM. Nitraat in het uitspoelend water onder landbouwbedrijven, 1992-2015 | Compendium voor de Leefomgeving <http://www.clo.nl/indicatoren/nl0271-nitraat-in-het-uitspoelend-water-onder-landbouwbedrijven> (accessed May 29, 2018).
- (203) van Grinsven, H. J. M.; Tiktak, A.; Rougoor, C. W. Evaluation of the Dutch Implementation of the Nitrates Directive, the Water Framework Directive and the National Emission Ceilings Directive. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences* **2016**, *78*, 69–84.

- (204) Hooijboer, A. E. J.; de Klijne, A. *Waterkwaliteit Op Landbouwbedrijven. Evaluatie Meststoffenwet*; Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu: Bilthoven, 2012.
- (205) AirClim. Eutrophication <http://www.airclim.org/eutrophication> (accessed May 31, 2018).
- (206) Müller, W.; Preiss, P.; Klotz, V.; Friedrich, R. External Cost Values for EE SUT Framework: Final Report Providing External Cost Values to Be Applied in an EE SUT Framework. Institute of Energy Economics and the Rational Use of Energy (IER), Department of Technology Assessment and Environment (TFU), University of Stuttgart 2010.
- (207) Fantke, P.; Wagner, S. Report on Unit Values for Pesticides - Deliverable DII.2.c-1 of the EU 6th Framework Research Programme Project Exipol: A New Environmental Accounting Framework Using Externality Data and Input-Output Tools for Policy Analysis. Institute of Energy Economics and the Rational Use of Energy, Universität Stuttgart 2009.
- (208) Leach, A. W.; Mumford, J. D. Pesticide Environmental Accounting: A Method for Assessing the External Costs of Individual Pesticide Applications. *Environmental Pollution* **2008**, *151* (1), 139–147.
- (209) Brus, D. J.; Akker, J. J. H. van den. How Serious a Problem Is Subsoil Compaction in the Netherlands? A Survey Based on Probability Sampling. *SOIL* **2018**, *4* (1), 37–45.
- (210) de la Court, J. Bodem Noord-Nederland Verdicht. *Nieuwe Oogst*, 17 Februari 2018. 2018.
- (211) Symphony of Soils. E-Mailcorrespondentie, 28 Juni, 2018, 2018.
- (212) Latacz-Lohmann, K.; Renwick, A. An Economic Evaluation of the Organic Farming Scheme. In *UK Organic Research 2002: Proceedings COR Conference, 26-28th March, Aberystwyth, 311-312*; al., P. et., Ed.; 2002.
- (213) Offermann, F.; Nieberg, H. Does Organic Farming Have a Future in Europe? *EuroChoices*. **2002**, *Volume 1, Number 2*, 12–16.
- (214) Baret, P.; Marcq, P.; Mayer, C.; Padel, S. Research and Organic Farming in Europe: A Report Commissioned by the Greens/Free Alliance in the European Parliament. Université catholique de Louvain (Belgium) and Organic Research Centre (UK) 2015.
- (215) Offermann, F.; Nieberg, H. Economic Performance of Organic Farms in Europe. Organic Farming in Europe: Economics and Policy Vol. 5, Universitaet Hohenheim, Stuttgart, Hohenheim. **2000**.
- (216) Sorensen, C. G.; Madsen, N. A.; Jacobsen, B. H. Organic Farming Scenarios: Operational Analysis and Costs of Implementing Innovative Technologies. *Biosyst. Eng.* **2005**, *91* (2), 127–137.
- (217) Hoop, D.; Mack, G.; Mann, S.; Schmid, D. On the Dynamics of Agricultural Labour Input and Their Impact on Productivity and Income: An Empirical Study of Swiss Family Farms. *International Journal of Agricultural Management* **2014**, *3* (4), 221–231.
- (218) Acs, S.; Berentsen, P. B. M.; Huirne, R. B. M. Conversion to Organic Arable Farming in The Netherlands: A Dynamic Linear Programming Analysis. *Agricultural Systems* **2007**, *94* (2), 405–415.
- (219) Schrama, M.; de Haan, J. J.; Kroonen, M.; Verstegen, H.; Van der Putten, W. H. Crop Yield Gap and Stability in Organic and Conventional Farming Systems. *Agriculture, Ecosystems & Environment* **2018**, *256*, 123–130.
- (220) van de Ven, G. W. J.; Schröder, J. J.; Hijbeek, R.; Velthof, G. L.; van Ittersum, M. K. Comment on Schrama et Al. (2018) “Crop Yield Gap and Stability in Conventional and Organic Farming Systems.” [Agric. Ecosyst. Environ. (256) 123–130]. *Agriculture, Ecosystems & Environment* **2018**, *261*, 133–135.
- (221) Velthof, G. Persoonlijke Communicatie, 3 April 2018. Wageningen University & Research, 2018.
- (222) ZuivelNL/WUR. *Kringloopwijzer 2017 - Brandsma's Pleats. Versie DII 2017.13 - 5 Maart 2018*; 2018.

- (223) Koninkrijksrelaties. Regeling ammoniak en veehouderij <http://wetten.overheid.nl/BWBR0013629/2015-08-01#Bijlage1> (accessed Mar 6, 2018).
- (224) Quotum.nu. Prijsontwikkeling Fosfaatrechten <https://www.quotum.nu/fosfaatrechten/#>.
- (225) Reijneveld, A.; van Wensem, J.; Oenema, O. Soil Organic Carbon Contents of Agricultural Land in the Netherlands between 1984 and 2004. *Geoderma* **2009**, *152* (3), 231–238.
- (226) Sukkel, W.; van Geel, W.; de Haan, J. . Carbon Sequestration in Organic and Conventional Managed Soils in the Netherlands; IFOAM - International Federation of Organic Agriculture Movements: Modena, 2008.
- (227) Verloop, J.; Hilhorst, G. J.; Pronk, A. A.; Šebek, L. B.; van Keulen, H.; Janssen, B. H.; Van Ittersum, M. K. Organic Matter Dynamics in an Intensive Dairy Production System on a Dutch Spodosol. *Geoderma* **2015**, *237–238*, 159–167.
- (228) Dekking, A. Organische Stof Verdient Meer Aandacht. *Ekoland* **2003**, *12*, 18–19.
- (229) van Geel, W.; de Haan, J. . *Effecten van Organische-Stofbeheer in Nutriënten Waterproof Op Het Organische-Stofgehalte En de Koolstofopslag in de Bodem; Praktijkonderzoek Plant & Omgeving*; Lelystad, 2007; p 27.
- (230) Eosta. *True Cost Accounting for Food, Farming & Finance*; Eosta: Waddinxveen, 2017.
- (231) Vollebergh, H.; Drissen, E. *Monetaire Milieuschade in Nederland - Een Verkenning, Policy Brief*; PBL Planbureau voor de Leefomgeving: Den Haag, 2018.
- (232) Kuik, O. .; Brander, L.; Nikitina, N.; Navrud, S.; Magnussen, K.; Fall, E. . *Report on the Monetary Valuation of Energy Related Impacts on Land Use Changes, Acidification, Eutrophication, Visual Intrusion and Climate Change. Deliverable D3.2 CASES Project.*; Institute for Environmental Studies, Vrije Universiteit, Amsterdam: Amsterdam, 2007.
- (233) Drissen, E.; Vollebergh, H. *Monetaire Milieuschade in Nederland: Een Verkenning*; PBL Planbureau voor de Leefomgeving: Den Haag, 2018.
- (234) van Grinsven, H. J. M. E-Mailcorrespondentie, 22 Juni, 2018. PBL Planbureau Voor de Leefomgeving, 2018.
- (235) Google Scholar. Handboek milieuprijzen: Methodische onderbouwing van kengetallen gebruikt voor waardering... https://scholar.google.hr/scholar?cites=7603601332421992729&as_sdt=2005&scioldt=0,5&hl=en.
- (236) SDG Nederland. SDG Nederland - Alles over de Duurzame Ontwikkelingsdoelen <http://www.sdg nederland.nl/> (accessed May 29, 2018).
- (237) Meeusen, M. J. G.; Reinhard, A. J.; Bos, E. J. *Waardering van de duurzaamheidsprestaties van de biologische landbouw*; LEI, National Agro-Economic Institute of the Netherlands: Den Haag, 2008; p 100.
- (238) Royal Haskoning. *Strategie Verminderen Risico's Bestrijdingsmiddelen Noordoost Nederland*; Royal Haskoning DHV: Groningen, 2014.
- (239) Samwel-Mantingh, M. *Feiten over Bestrijdingsmiddelen in Het Oppervlaktewater in Drenthe*; Women Engage for a Common Future - Nederland: Utrecht, 2017.
- (240) Willcox, J. K.; Ash, S. L.; Catignani, G. L. Antioxidants and Prevention of Chronic Disease. *Crit Rev Food Sci Nutr* **2004**, *44* (4), 275–295.