

Eindrapport **biodiversiteitsvoetafdruk** koploperbedrijven



platform **biodiversiteit,**
ecosystemen & economie

1 maart 2016

Wilbert van Rooij
Plansup

Eric Arets
Alterra Wageningen UR

Jaap Struijs
JSScience

INHOUD

| | |
|---|----|
| Samenvatting | 4 |
| 1 Inleiding | 8 |
| 2 Methodologie | 11 |
| 2.1 De GLOBIO3 model benadering | 12 |
| 2.2 De MSA biodiversiteitsindicator | 13 |
| 2.2.1 Dosis-respons relaties voor de bepaling van de MSA indicator per druktype | 15 |
| 2.3 Toepassing van GLOBIO benadering op sector- en bedrijfsniveau | 19 |
| 2.3.1 Selectie van drukfactoren | 19 |
| 2.3.2 Beschikbaarheid en toepasbaarheid van de dosis-respons relaties | 20 |
| 2.3.3 Tier 1 | 21 |
| 2.3.4 Tier 2 | 28 |
| 2.3.5 Tier 3 | 29 |
| 2.4 ReCiPe biodiversiteitsimpact | 29 |
| 3 Case studies | 30 |
| 3.1 Inleiding en keuzes | 31 |
| 3.2 Uitkomsten en bevindingen van de drie cases | 32 |
| 3.3 Inhoudelijke conclusies uit de casestudies | 40 |
| 3.4 Verdere inhoudelijke uitwerking voor Tier 2 | 41 |
| 4 Conclusies en aanbevelingen | 45 |
| 4.1 Evaluatie van toepassing van GLOBIO3 voor het bepalen van de voetafdruk van bedrijven | 46 |
| 4.2 Hoe verder | 47 |
| Referenties | 49 |
| Annex I De DESSO case | 55 |
| Annex II De DSM case: Dextrose productie | 57 |
| Annex III De melksector case | 58 |
| Annex IV Het ReCiPe Lifecycle model | 84 |
| Annex IV-B Impact berekening drukfactoren met ReCiPe | 87 |
| Annex V Drukfactoren voor bedrijfsleven en sectoren in Nederland | 92 |
| Annex VI Overzicht benodigde data voor Tier 1 aanpak | 95 |

SAMENVATTING

In Nederland is al een groot deel van de oorspronkelijke natuur en de daarmee geassocieerde biodiversiteit verloren gegaan, terwijl de overgebleven arealen natuur en de kwaliteit daarvan onder druk staan. Naast de invloed die bedrijvigheid in ons eigen land heeft, hebben we door import van grondstoffen en producten ook impact op biodiversiteit elders in de wereld. De invloed die bedrijven en personen hier en elders op biodiversiteit hebben kan worden uitgedrukt in een biodiversiteitsvoetafdruk (zie bijvoorbeeld van Oorschot et al. 2012 of Verzandvoort et al. 2014).

Bedrijven zijn zich meer en meer bewust van hun impact, zowel lokaal als verder weg via hun aanvoerketens. Men beseft dat het ongelimiteerd gebruik van natuurlijke hulpbronnen en het steeds verder aantasten van ecosystemen niet duurzaam is en uiteindelijk ook leidt tot economische schade. Daarom wordt het steeds belangrijker in te schatten op welke wijze natuurlijke hulpbronnen duurzaam benut kunnen worden met zo min mogelijk schade voor mens en milieu, zowel nu als in de toekomst. Dat is geen gemakkelijke opgave omdat er veel factoren in het geding zijn die invloed hebben op de biodiversiteit. De uitstoot van broeikasgassen draagt bij aan klimaatverandering, watergebruik leidt tot verdroging en de import van grondstoffen leidt tot een toenemend landbeslag. En al die factoren dragen bij aan de aantasting van ecosystemen die daardoor minder goed in staat zijn hun waardevolle diensten te leveren.

Om een antwoord te geven op de vraag welk maatregelenpakket het meest effectief is om de impact op biodiversiteit te verminderen, kan gebruik worden gemaakt van kennis uit wetenschappelijke modellen, zoals het GLOBIO model dat door het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) is ontwikkeld. De gevolgde methodiek in het GLOBIO rekenmodel drukt de impact van de verschillende drukfactoren uit in één indicator die gebaseerd is op het areaal van verschillende soorten landgebruik (ha) maal de kwaliteit van de biodiversiteit in die typen landgebruik (MSA index). De kwaliteit is hierbij een mate voor de graad van natuurlijkheid, waarbij ongestoorde natuur een index van 1 krijgt, en intensief gebruikte landbouwsystemen een index van 0,1.

Het Platform BEE heeft opdracht gegeven om de bruikbaarheid van de GLOBIO methodiek te testen in een aantal concrete case studies. Het betreft onder andere een analyse van het bedrijf DESSO dat vloerbedekking produceert en van de Nederlandse melkvee-sector. Hiernaast is een kleine case voor DSM uitgewerkt. Voor deze situaties zijn beschikbare gegevens over hun milieudrukken als uitgangspunt gebruikt, en daaraan zijn berekeningen over hun impact toegevoegd. Een en ander heeft een aantal opmerkelijke resultaten opgeleverd.

Het onderzoek per case is beperkt tot drie drukfactoren waarvan de biodiversiteitsvoetafdruk aan de hand van de MSA indicator berekend kan worden en die zowel mondiaal als binnen Nederland de grootste impact op biodiversiteit hebben: landgebruik, broeikasgasemissies, en emissies van stikstof en fosfor naar water.

Eerste casus: DESSO

In het geval van DESSO is gekeken naar een aantal opties om de impact van het gehele bedrijf, inclusief de toeleveranciers, te verkleinen. Landgebruik werd vóór het onderzoek door deze tapijtproducent als een ondergeschikte factor beschouwd omdat een groot deel van de grondstoffen van fossiele oorsprong zijn. Niettemin blijkt uit berekeningen dat in 2012 van de totale voetafdruk 45% gerelateerd was aan landgebruik voor de grondstof wol en 55% aan broeikasgasemissies, voornamelijk door het energiegebruik van de productielocaties. De landgerelateerde biodiversiteitsvoetafdruk (45% van het de totale voetafdruk) is voor 97% het gevolg van het gebruik van wol dat op zich maar 2% vormt van de hoeveelheid ingekochte

grondstoffen. De voetafdruk kan dus behoorlijk beïnvloed worden door goed te kijken naar de herkomst van de wol.

Volgens de MSA berekeningen zorgen de voorgenomen maatregelen in het duurzaamheidsplan plan 2020 voor een reductie van 30% van de broeikasgasgerelateerde voetafdruk en een reductie van 20% van de water gerelateerde voetafdruk. De bepaling van de toekomstige voetafdruk van wol is nog een ruwe benadering en is sterk afhankelijk van de herkomst van de wol. Op dit moment is de wol afkomstig van intensief gebruikte graslanden in Engeland. Door wol te gebruiken die afkomstig is van schapen uit nagenoeg natuurlijke gebieden in Noorwegen kan de totale terrestrische voetafdruk met 19 tot 49% worden teruggebracht, afhankelijk van de begrazingsintensiteit. De onzekerheid zit hem in het feit dat specifieke gegevens ontbreken over het extensieve gebruik van het land door schapen in Noorwegen. Niettemin is het erg verrassend dat met relatief simpele maatregelen op het vlak van de import van grondstoffen een flinke extra reductie van de voetafdruk gerealiseerd kan worden.

Tweede casus: DSM

In een tweede casus is voor DSM de biodiversiteitsvoetafdruk bepaald voor de omzetting van 1500 kg mais in 1000 kg dextrose. Omdat er geen scenario gegevens voorhanden waren en ook geen gegevens voor een alternatieve productie methode van dextrose kon er geen vergelijking worden gemaakt ten opzichte van een aangepast beheer door DSM. De totale terrestrische voetafdruk wordt voor een belangrijk deel (92%) bepaald door de effecten van landgebruik en slechts voor 8% door de effecten als gevolg van de emissie van broeikasgassen (Figuur AII.1). De voetafdruk wordt voor 96% door de productie van grondstoffen veroorzaakt. De aquatische voetafdruk bedraagt 25,5 m per 1000 kg dextrose en wordt veroorzaakt door de emissie van fosfor en stikstof naar water ten gevolge van bemesting van maisland in Amerika die wordt gebruikt voor de productie van de 1500 kg mais.

Derde casus: Melkveehouderij

De derde casus die is doorgerekend betreft de Nederlandse melkveehouderij. Zoals te

verwachten is het landgebruik een dominante factor gerekend over de gehele keten voor de melkveehouderij. Landgebruik is verantwoordelijk voor 55% van de totale biodiversiteitsvoetafdruk. Broeikasgasemissies zijn verantwoordelijk voor de overige 45%. De impact van de melkveehouderij op de kwaliteit van het oppervlaktewater is daarin niet meegerekend, maar is apart berekend omdat het beïnvloedde waterareaal verhoudingsgewijs klein is ten opzichte van het totale landareaal waarop impact plaats vindt.

In de melkveehouderij case is ook gekeken naar de impact van verschillende typen melkveehouderij. Er is onderscheidt gemaakt naar 1) reguliere melkveehouderij, 2) meer natuurvriendelijke melkveehouderijen 3) biologische melkveehouderij. Bij de berekening van de impact van deze beheerstypen is uitgegaan van eenzelfde totale melkproductie. Er is van uitgegaan dat bij het reguliere melkvee bedrijf weinig natuurvriendelijke maatregelen worden genomen. Er is sprake van een gangbare mestgift, gebruik van soja als krachtvoer en regulier gebruik van pesticiden. Het natuurvriendelijke bedrijf voert een aantal biodiversiteitsvriendelijke maatregelen door zoals een verminderd pesticiden gebruik, minder beregening, rekening houden met het broedseizoen, gebruik van een aantal kruiden in het grasmengsel, instandhouding van houtwallen, aangepast maaibeeld, etc. Om toch tot eenzelfde melkproductie per hectare te kunnen komen maakt het natuurvriendelijke bedrijf wel gebruik van kunstmest. Binnen het biologische bedrijf zijn de eisen ten aanzien van natuurbesparende maatregelen nog strikter, bijvoorbeeld doordat er onder meer geen kunstmest en pesticiden gebruikt wordt.

Bij extensivering van het landgebruik van regulier naar biologisch beheer is de de biodiversiteit groter, maar is de melkproductie lager waardoor meer land nodig is om een zelfde productie te realiseren. Deze trade-off tussen areaal en kwaliteit is goed vast te stellen aan de hand van de MSA indicator. Op dit moment wordt slechts 2,4% van het totale landareaal dat in gebruik is voor de melkveehouderijen extensief gebruikt door biologische melkveehouderijen. Daarnaast ligt nog eens 10,2%

van het areaal in het buitenland (merendeels in Brazilië voor de teelt van soja). De rest van het areaal, waarvan regulier grasland het grootste deel voor haar rekening neemt, ligt in Nederland en wordt intensief gebruikt voor de melkveehouderij.

Als de gehele melkveehouderij in Nederland over zou gaan naar een biologisch beheer, zonder import van soja, is meer grasland nodig om de melkproductie op peil te houden. Daardoor neemt de landgerelateerde voetafdruk toe met 11%. Daarnaast neemt ook de broeikasgas gerelateerde voetafdruk toe met 3%, onder meer omdat de methaanemissie per liter geproduceerde melk hoger is bij biologische landbouw. Als de gehele reguliere melkveehouderijen over gaat naar een meer natuurvriendelijk beheer, inclusief een vervanging van de helft van het sojagebruik door koolzaad, dan neemt de landgerelateerde voetafdruk af met 7%. De broeikasgas gerelateerde voetafdruk blijft in dat geval gelijk. Omschakelen op biologische landbouw geeft dus per saldo biodiversiteitsverlies ten opzichte van de huidige situatie en omschakelen op natuurvriendelijke landbouw levert per saldo biodiversiteitswinst op. Deze conclusie behoeft enige nuancering.

Dat de netto biodiversiteitsvoetafdruk toch toeneemt bij de overgang van reguliere naar biologische melkveehouderijen komt doordat de voetafdruk niet alleen bepaald wordt door de kwaliteit van de in gebruik zijnde percelen, maar ook op de verandering van het areaal dat in gebruik is. Hoewel extensief gebruik van land door de mens resulteert in een hogere lokale biodiversiteit dan bij intensief landgebruik is er meer land nodig om een zelfde productie te halen. Doordat er steeds minder land beschikbaar blijft voor natuur, komen steeds meer soorten in de problemen. Een biologische melkveehouder heeft circa 38% meer land nodig dan een reguliere melkveehouder om tot dezelfde melkproductie te komen. Ook is er meer land nodig wanneer er in plaats van soja een ander gewas wordt gebruikt, zoals koolzaad, omdat het eiwitgehalte van soja hoger is.

Ondanks de bovengenoemde trade off kan het handhaven of verhogen van de lokale biodiversiteit een beleidsstreven zijn. De omschakeling

van intensief naar meer extensief beheer kan naast de verhoging van de lokale biodiversiteit, ook een positief effect hebben op de natuur in de omgeving, vooral wanneer de extensief beheerde gronden in de buurt van natuurgebieden liggen. Vanwege een ander bemestingbeleid is het nitraat en fosfaatgehalte van biologisch grasland een stuk lager wat een positief effect heeft op het bodemleven dat op zijn beurt weer een gunstig effect heeft op dieren die zich ermee voeden. Verder heeft het lagere N en P gehalte van de weidegrond ook een gunstig effect op de biodiversiteit in omringende sloten omdat er minder uitspoeling van deze stoffen naar het slootwater plaats vindt. Doordat habitats van bijvoorbeeld weidevogels in de loop van de tijd alsmaar kleiner geworden zijn, kan het extensief beheerde land dienen als overgangsgebied waarin vogels aanvullend voedsel kunnen vinden zonder dat ze al te veel verstoring ondervinden vanuit de directe omgeving. Deze brugfunctie zit niet verwerkt in de huidige voetafdrukbeoordeling.

Tenslotte moet worden opgemerkt dat de op MSA gebaseerde biodiversiteitsvoetafdrukbeoordeling van bedrijven nog niet zo ver is uitontwikkeld dat er vergaande conclusies aan kunnen worden verbonden. De pilot studie richtte zich slechts op drie milieudrukken en in het rapport worden suggesties gegeven voor een verbetering van de methodologie.

Voorts verschilt de aard van de impact van broeikasgasemissies op de biodiversiteit aanzienlijk ten opzichte van de aard van de impact van landgebruik. De impact van broeikasgassen is mondiaal en langdurig, die van landgebruik lokaal en tot op zekere hoogte omkeerbaar. Verder wordt het afgeraden om de impact op aquatische ecosystemen te combineren met die van de overige twee (terrestrische) drukken.

Ondanks deze beperkingen laat de studie zien dat het meerwaarde heeft de gezamenlijke impact van verschillende drukfactoren, zoals landgebruik en broeikasgassen, op de biodiversiteit te bepalen omdat het leidt tot nieuwe inzichten over landgebruik en de vaststelling van het onderlinge voetafdruk aandeel van deze drukken.

1 INLEIDING

Het Platform Biodiversiteit, Ecosystemen & Economie (BEE) streeft naar een verankering van het behoud en duurzaam gebruik van Natuurlijk Kapitaal in de strategie en bedrijfsvoering van het Nederlandse bedrijfsleven. Natuurlijk Kapitaal¹ duidt op de voorraad aan natuurlijke hulpbronnen die ons nu en in de toekomst talloze goederen en diensten leveren. Biodiversiteit vormt een belangrijke basis voor natuurlijk kapitaal en hoewel de relatie niet één op één is geeft de toestand van biodiversiteit een goede indruk van de toestand van het natuurlijk kapitaal en haar mogelijkheden om over de langere termijn diensten te leveren (bijv. Harrison et al. 2014). Een aantal bedrijven is gevraagd om mee te denken over hoe deze verankering tot stand gebracht kan worden. Deze koploperbedrijven hebben aangegeven behoefte te hebben aan instrumenten die hun biodiversiteitsvoetafdruk kunnen bepalen en vergelijken.

Uit eerder onderzoek (Bergsma et al. 2014) was vastgesteld dat er twee bestaande methoden in aanmerking komen om deze voetafdruk te berekenen: de ReCiPe en GLOBIO3 methoden. De ReCiPe methode is echter niet in staat om lokale impact te bepalen (zie Annex IV) en de resultaten van deze methode zijn moeilijker communiceerbaar door de complexiteit van het model en de gebruikte eenheid van de respons indicator (species.year). De resultaten uit de GLOBIO3 methodologie zijn eenvoudiger te interpreteren en communiceren doordat de respons indicator uitgedrukt is in een factor tussen 0 en 1 die de natuurlijkheid of oorspronkelijkheid van een gebied aangeeft (MSA), vermenigvuldigd met het oppervlakte in hectare (ha) dat in gebruik is. Het resultaat is een oppervlaktemaat (MSA.ha²) die tussen verschillende alternatieve scenario's vergeleken kan worden. De GLOBIO3 methodologie is in tegenstelling tot ReCiPe wel in staat om voor een aantal drukken de lokale impact inzichtelijk te maken.

Op basis van deze eerdere vergelijking heeft het platform BEE de voorkeur uitgesproken om de MSA.ha indicator uit het GLOBIO3 biodiversiteitsmodel van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) te gaan testen op haar geschiktheid voor de vaststelling van de biodiversiteitsvoetafdruk van bedrijven.

Doel van deze pilot studie is om de op GLOBIO3 gebaseerde voetafdruk methodologie te testen voor twee geselecteerde kop-

loperbedrijven en voor de Nederlandse melksector. Deze drie cases hebben op het eerste gezicht een verschillende impact op biodiversiteit. Voor dit onderzoek is onder andere ook gekeken naar de mate waarin al bij bedrijven beschikbare informatie gebruikt kan worden om de biodiversiteitsvoetafdruk te bepalen en of er nog belangrijke informatie mist.

Naast de melksector is de methodologie uitgetest op de twee volgende koploperbedrijven:

- DESSO, producent van tapijten.
- Koninklijke DSM N.V., producent en ontwikkelaar van onder andere voedings ingrediënten, medicijnen en kunststoffen.

In overleg met de koploperbedrijven is per bedrijf een case geselecteerd waarvoor een impact berekening is uitgevoerd aan de hand van GLOBIO3 gerelateerde drukfactoren en bij de bedrijven beschikbare informatie. Voor de DESSO tapijt case is zowel de impact van een nul-situatie doorgerekend als de impact van een toekomstige situatie op basis van een Cradle to Cradle pakket aan maatregelen dat het bedrijf wil doorvoeren en waarin een aantal biodiversiteitsvriendelijke maatregelen zijn opgenomen. Voor de DSM case is alleen gekeken naar de biodiversiteitsvoetafdruk van het productieproces van dextrose op basis van mais. Voor de melksector is ook een vergelijking gemaakt tussen een nul-situatie en een toekomstige situatie met een groter aandeel natuurvriendelijke en biologische bedrijfsvoering. Daarbij is eerst op basis van landgebruiksintensiteit een differentiatie gemaakt tussen

¹ Zie ook: <http://themasites.pbl.nl/natuurlijk-kapitaal-nederland/>

² Mean Species Abundance (MSA) indicator: Gemiddelde soorten abundantie, relatief ten opzichte van abundantie in primaire ecosystemen

een drietal melkveebedrijfstypen en vervolgens gekeken naar mogelijke verschuivingen tussen deze bedrijfstypen.

Binnen de studie is vanwege de beperkte omvang de GLOBIO3 methodologie slechts onderzocht op drie van de meest relevante drukken binnen Nederland waarvoor tevens data voorhanden zijn en geen aanvullend onderzoek voor nodig is. Op basis van deze aanpak zijn aanbevelingen gegeven om de vereenvoudigde methode verder te ontwikkelen. Bij de berekening van de biodiversiteitsvoetafdruk is daarom gekozen voor een getrapte benadering waarbij alleen de eerste, meer generieke trap (Tier 1) is getest. Deze Tier 1 aanpak is gebaseerd op de binnen GLOBIO3 beschikbare dosis-respons relaties en beschikbare gegevens van de geteste bedrijven en sector. De meer verfijnde Tier 2 aanpak is in deze studie niet geïmplementeerd maar er worden wel aanbevelingen gegeven voor een verfijning van de voorgestelde aanpak per drukfactor. De Tier 3 benadering behelst een complete uitbreiding van de methode (Tier 3), maar in deze studie wordt hiervoor slechts een korte suggestie gegeven omdat voor de uitwerking van de Tier 3 benadering omvangrijk aanvullend onderzoek is vereist. Met de methodologie moet het uiteindelijk mogelijk worden om de impact van ieder bedrijf op biodiversiteit door te rekenen en vervolgens inzichtelijk te maken welke delen van de strategie tot een positief effect leiden op de biodiversiteit en hoe effectief die zijn.

Daar waar specifieke gegevens ontbreken is dat aangegeven. Aannames hiervoor zijn gemaakt op basis van beschikbare kennis van het project team aangevuld met informatie van specialisten werkzaam bij het PBL en Alterra Wageningen UR.

De huidige GLOBIO3 methodologie van het PBL en de daarbij beschikbare dosis-respons relaties zijn gebruikt als de centrale leidraad voor de vaststelling van de voetafdruk per bedrijf en melksector. Omdat in GLOBIO3 een beperkt aantal drukken wordt meegenomen, is ter aanvulling van deze methode ook een korte uitwerking gemaakt op basis van de ReCiPe 2015 methodiek.

In hoofdstuk 2 wordt een toelichting gegeven op de GLOBIO3 methodologie en de trapsgewijze aanpak naar impactmeting van bedrijven en sectoren. De drie verschillende Tier aanpakken worden kort beschreven in paragrafen 2.3.3, 2.3.4 en 2.3.5. In hoofdstuk 3 worden de drie cases uitgewerkt op basis van de Tier 1 benadering en in hoofdstuk 3.4 worden op basis van de ervaring met de uitwerking van de drie cases aanbevelingen per drukfactor gedaan voor een verdere verfijning van de methodologie (Tier 2). Ten slotte wordt in hoofdstuk 4 een korte evaluatie gegeven van de gebruikte methodiek voor de uitwerking van de drie cases.

De drie cases van de koploperbedrijven zijn in aparte annexen uitgewerkt. De uitwerking van de DESSO case (Annex I) en van de DSM case (Annex II) zijn niet opgenomen in dit rapport maar opvraagbaar bij het Platform BEE Natural Captains. De uitwerking van de melksector case is wel opgenomen in het rapport. In Annex IV is een korte beschrijving gegeven van de ReCiPe 2015 methodologie met een uitwerking van de berekeningen in Annex IV-B. Annex V geeft ten slotte een overzicht van de drukfactoren van het Nederlandse bedrijfsleven en sectoren.

2

METHODOLOGIE

2.1 De GLOBIO model benadering

De methodologie voor het bepalen van de biodiversiteitsvoetafdruk van bedrijven en sectoren die hier wordt gegeven is gebaseerd op de GLOBIO methodologie die door het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) is ontwikkeld in samenwerking met GridArendal en het UNEP World Conservation Monitoring Centre (UNEP-WCMC) en andere kennispartners. De huidige GLOBIO methodologie omvat twee modellen, één voor de bepaling van de terrestrische biodiversiteit (GLOBIO3, zie Alkemade et al. 2009) en één voor de bepaling van effecten op de zoetwater biodiversiteit (in rivieren en meren, GLOBIO-aquatisch, zie Janse et al. 2015). Dit laatste model richt zich dus alleen op zoetwater en er zijn geen relaties opgenomen om de effecten te kunnen meten op de mariene biodiversiteit.

Het GLOBIO biodiversiteitsmodel berekent op wereldschaal de impact van door de mens veroorzaakte veranderingen op de biodiversiteit. De biodiversiteit wordt niet gemeten, maar afgeleid aan de hand van de impact die een aantal drukken op de biodiversiteit uitoefenen. Hoe groter de druk, hoe groter het verlies aan biodiversiteit. De zogenoemde dosis-response relaties die bij deze berekening worden gebruikt zijn gebaseerd op een groot aantal publicaties die wel direct onderzoek aan biodiversiteitseffecten hebben gedaan. De uiteindelijke impact van een druk wordt niet alleen berekend op basis van de berekende kwaliteit van de biodiversiteit maar ook op basis van de areaalgrootte waarop de druk wordt uitgeoefend.

Het model wordt o.a. door het PBL toegepast in mondiale duurzaamheids- en biodiversiteitverkenningen (Kok en Alkemade 2014; ten Brink et al. 2007; ten Brink et al. 2010) en om de voetafdruk van verschillende sectoren door te rekenen (Alkemade et al. 2013; van Oorschot et al. 2013; van Oorschot et al. 2012). In dit hoofdstuk wordt een korte uitleg gegeven van hoe de GLOBIO benadering wordt toegepast voor de vaststelling van de biodiversiteitimpact van bedrijven en sectoren. Daarbij wordt de gekozen impactmaat, die biodiversiteit in termen van 'Mean Species Abundance of Original Species' (MSA, zie 2.2) en het aangetaste oppervlak (ha) combineert (MSA.ha) verder toegelicht en wordt een overzicht gegeven van de bestaande dosis-respons relaties uit GLOBIO die in deze studie gebruikt worden. Vervolgens

wordt de keuze voor een getrapte aanpak voor de berekening van de biodiversiteitsimpact toegelicht, waarbij een steeds concreter en preciezer beeld van de impacts kan worden gegeven naar mate er meer specifieke en lokaal toepasbare data wordt gebruikt.

Hieronder geven we eerst een beschrijving van de MSA biodiversiteitsindicator zoals die door het PBL is ontwikkeld voor mondiale evaluaties van effecten van beleid op biodiversiteit (Hoofdstuk 2.2). Daarbij wordt voor een aantal relevante drukfactoren beschreven hoe de dosis-respons relaties gebruikt worden. Niet alle drukfactoren uit GLOBIO zijn echter relevant of geschikt voor de bepaling van de voetafdruk van bedrijven of sectoren. In Hoofdstuk 2.3.1 wordt verder ingegaan op welke drukfactoren relevant zijn en kunnen worden meegenomen in de generieke voetafdrukmethode. Daarnaast zullen voor bedrijven ook drukfactoren van belang zijn die nu nog niet binnen GLOBIO worden meegenomen. Hier wordt ook verder op ingegaan in Hoofdstuk 2.3. Vervolgens worden de doorgevoerde aanpassingen beschreven die nodig zijn om de methode geschikt te maken voor evaluatie van de voetafdruk van sectoren en bedrijven. In Hoofdstuk 2,4 geven we uiteindelijk ook een korte beschrijving van het gebruik van het RECIPE2015 model voor aanvullende analyses.

2.2 De MSA biodiversiteitsindicator

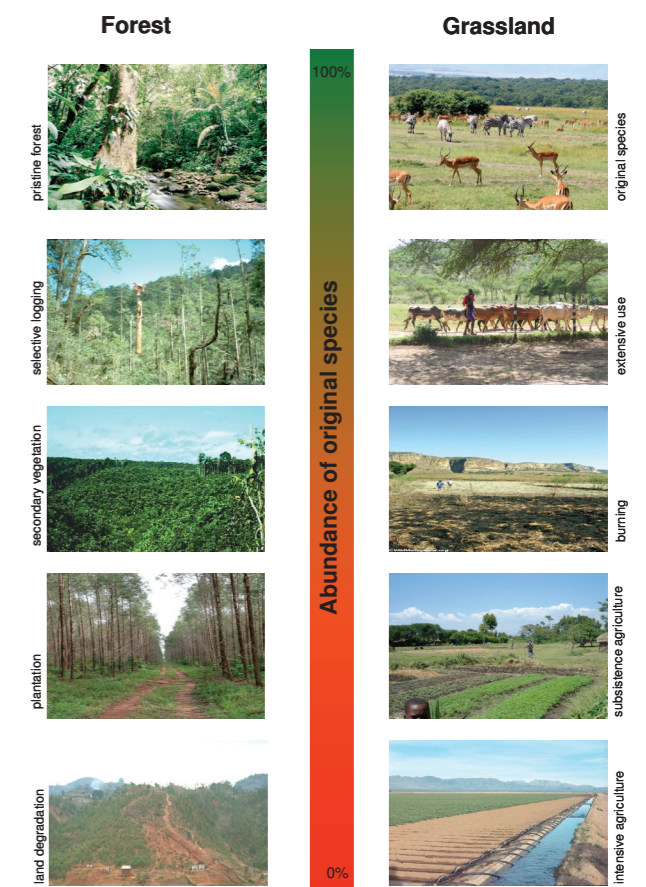
De biodiversiteitsindicator die gebruikt wordt voor de impactmeting binnen de GLOBIO benadering is de 'Mean Species Abundance of original species' (MSA). Deze MSA geeft een indicatie van de gemiddelde aanwezigheid van populatie van de verschillende soorten (ook wel abundantie genoemd), relatief ten opzichte van abundantie in ongestoorde ecosystemen. Het is dus een relatieve indicator, met een waarde tussen 0 en 1, die de natuurlijkheid of intactheid van een systeem weergeeft (1: geheel natuurlijk of intact; 0: er komen geen individuen van de originele soorten meer voor).

Binnen het terrestrische mondiale biodiversiteitsmodel GLOBIO3, worden de gevolgen van een vijftal drukken op de biodiversiteit binnen een gebied berekend, te weten die van landgebruik (Alkemade et al. 2009; Alkemade et al. 2013), infrastructuur (Benítez-López et al. 2010), fragmentatie (Verboom et al. 2014), atmosferische stikstofdepositie (Bobbink et al. 2010) en klimaatverandering (Alkemade et al. 2011; Arets et al. 2014). De impact wordt gerelateerd aan de intensiteit van de druk met behulp van dosis-respons relaties. Deze generieke relaties zijn in de GLOBIO methodologie afgeleid op basis van meta-analyses van beschikbare wetenschappelijke literatuur (zie de publicaties vermeld bij de verschillende drukfactoren hierboven) en uitgewerkt op mondiale of regionale schaal. Voor het bepalen van de effecten van landgebruik, infrastructuur, fragmentatie en lokaal opererende drukfactoren, zoals stikstofdepositie, is ook ruimtelijk expliciete informatie nodig in de vorm van mondiale of regionale geografische kaarten met informatie over vegetatie, natuur, infrastructuur en ten aanzien van de lokatie en mate van de specifieke drukfactoren. Deze milieudruk-kaarten worden gebruikt om aan de hand van dosis-respons relaties met behulp van een Geografisch Informatie Systeem (GIS) de impact per drukfactor uit te kunnen rekenen per gridcel. Dit levert per drukfactor een MSA waarde (tussen 0 en 1) op per gridcel. De totale MSA waarde voor de impact van alle druktypen samen wordt vervolgens berekend door de MSA waarden per druktype met elkaar te vermenigvuldigen per gridcel. Tenslotte kan

de MSA bepaald worden per administratieve eenheid (bijvoorbeeld land of provincie) aan de hand van de volgende vergelijking:

$$MSA_U = \frac{\sum_i MSA_i * A_i}{\sum_i A_i}$$

Waarbij U staat voor de administratieve eenheid, A voor het areaal van de administratieve eenheid en i voor de gridcellen binnen deze eenheid. De uitkomst is dus een dimensieloos getal tussen de 0 en 1. Hoe hoger de waarde hoe kleiner de impact van de drukfactoren is en hoe groter de natuurlijkheid binnen de administratieve eenheid is. In figuur 2.1 zie je illustraties van een aantal verschillende landgebruik intensiteiten voor bos en grasland. De bovenste plaatjes geven een intact ecosysteem aan met een MSA van 1 (100% intact) en onderaan gedegradeerde ecosystemen met een lage MSA waarde.



Figuur 2.1: MSA landgebruik in beelden (ten Brink et al. 2007)

Voor de bepaling van de biodiversiteitsvoetafdruk van een bedrijf of sector worden de MSA-effecten per drukfactor vermenigvuldigd met het areaal van het impactgebied van de betreffende druk, waardoor de voetafdruk is uitgedrukt in de eenheid **MSA.ha**. De totale voetafdruk kan vervolgens worden bepaald door de afzonderlijke voetafdrukken bij elkaar op te tellen.

Deze voetafdruk kan worden verkleind door het areaal waar een effect op wordt uitgeoefend te verkleinen, de impact per oppervlakte eenheid te verkleinen, of een combinatie van beide. Vaak treedt er ook een wisselwerking op tussen areaal en impact per eenheid areaal. Denk bijvoorbeeld aan het intensiveren van landgebruik waardoor een kleiner areal nodig is om te produceren, maar waardoor impact per ha wel omhoog kan gaan. De effecten van deze zogenaamde "trade-offs" kunnen met deze methode heel goed geanalyseerd worden.

De impact van toxische stoffen wordt niet apart bepaald binnen de GLOBIO3 benadering. Indirect worden stoffen die relatie hebben met het landgebruik, of de intensiteit van dat landgebruik wel meegenomen bij de impactberekening van landgebruik, omdat de relatie tussen landgebruik en MSA gebaseerd is op een resultaatmeting van de gezamenlijke impact van alle factoren die een druk uitoefenen op het land. Door de enorme verscheidenheid aan toxische stoffen zouden er evenredig veel dosis-respons relaties gebruikt moeten worden waarvoor echter niet voldoende data beschikbaar zijn. Binnen Nederland is de impact van toxische stoffen op biodiversiteit echter relatief laag ten opzichte van de in GLOBIO opgenomen drukfactoren (zie Annex V). Dat wil niet zeggen dat emissies van toxische stoffen geen effect op biodiversiteit kunnen hebben, maar door de verregaande wet- en regelgeving in Nederland en andere Europese landen zijn deze emissie al in zo'n mate beperkt en gereguleerd dat zolang hieraan voldaan wordt, ze slechts in beperkte mate een effect hebben. De aanname hier is dan ook dat zolang de emissies van toxische stoffen onder de wettelijke normen blijft, dat de impact op biodiversiteit gering is. Dat neemt niet weg dat voor specifieke bedrijven emissies van toxische

stoffen een belangrijke drukfactor kunnen zijn. De relatieve impact van toxische stoffen op de biodiversiteit worden wel meegenomen binnen ReCiPe voor zover er bedrijfsdata over beschikbaar zijn. Emissies op het gebied van toxische effecten op de gezondheid worden daarbij echter niet meegenomen.

De invloed van het watergebruik en de impact van emissies op watersystemen worden niet binnen het terrestrische GLOBIO3 model berekend maar met behulp van het GLOBIO-aquatisch model. Met dit model kan de ecologische watervoetafdruk van een bedrijf in kaart gebracht worden op basis van een beperkt aantal drukken. Het aquatisch model is net als het terrestrische model gebaseerd op een compilatie van literatuurgegevens. De soortensamenstelling in verstoorde meren, rivieren en wetlands is vergeleken met die in ongestoorde situaties. Dergelijke lokale en regionale casestudies zijn vervolgens gebruikt voor berekeningen op mondiale schaal. De focus is gelegd op de categorieën milieudruk die relevant zijn op wereldwijde schaal. De in het reguliere model meegenomen drukfactoren zijn: veranderingen in landgebruik per stroomgebied, fosfor- en stikstofbelasting, hydrologische verstoring en klimaatverandering die een impact heeft op de hoeveelheid water. Andere factoren (zoals toxische druk) zijn vooralsnog buiten beschouwing gelaten. Evenals bij het terrestrische model wordt de gemiddelde relatieve mate van voorkomen van oorspronkelijke soorten gebruikt als indicator voor de mate waarin de oorspronkelijke biodiversiteit intact blijft. Watergebruik door individuele bedrijven in Nederland is van belang, maar hierbij gaat het vaak om grondwateronttrekkingen met relatief weinig invloed op de waterhoeveelheid en stroming in rivieren en meren. Het onttrekken van grote hoeveelheden water kan echter wel een verdrogend effect uitoefenen op omliggende natuur, maar verdroging wordt niet in het huidige GLOBIO-aquatisch meegenomen en alleen indirect in het terrestrische GLOBIO3 model. De fosfor- en stikstofbelasting (die gerelateerd is aan de verandering van het landgebruik) is echter een belangrijke aquatische drukfactor voor het bedrijfsleven. Ook binnen ReCiPe blijkt dat N en P emissie naar water belangrijke aquatische drukfactoren zijn.

2.2.1 Dosis-respons relaties voor de bepaling van de MSA indicator per druktype

Binnen de terrestrische GLOBIO3 methodologie zijn voor ieder van de 5 opgenomen drukfactoren dosis-respons relaties voorhanden. Deze relaties geven de impact in termen van MSA voor een bepaalde mate van uitgeoefende druk. Meer informatie over hoe de dosis respons functies zijn afgeleid kan gevonden worden in publicaties van Alkemade et al. 2009, Alkemade et al. 2011, Alkemade et al. 2013, Arets et al. 2014, Benítez-López et al. 2010, Bobbink et al. 2010 en Verboom et al. 2014). Dit is ook het geval voor de drukken die meegenomen zijn binnen de GLOBIO-aquatische methodologie (Janse et al. 2015). Hieronder volgt een korte omschrijving van de dosis-respons relaties van de drie drukfactoren die zijn meegenomen in deze studie. Dit betreffen de drukfactoren landgebruik, emissies van broeikasgassen (klimaatverandering) en emissies naar water.

Gevolgen van landgebruik

Binnen de GLOBIO3 methodologie bepaalt de intensiteit van het landgebruik voor een belangrijk deel de impact op de biodiversiteit. Een ongestoorde natuurlijke situatie wordt als uitgangspunt genomen (Alkemade et al. 2009).

Oorspronkelijke natuur is nog sporadisch op aarde aanwezig, maar niet meer in Nederland. Binnen GLOBIO wordt uitgegaan dat de gevonden dosis-respons relaties voor drukken op een ecosysteem ook gelden voor vergelijkbare ecosystemen in gebieden waarvoor geen oorspronkelijke natuur meer voorhanden is.

De landgebruiksclaim die voorkomt uit bedrijfsvoering en gebruik van grondstoffen geldt als één van de belangrijkste factoren die het effect van een bedrijf of sector op biodiversiteit bepaalt (Zie hoofdstuk 2.3.). Bij de berekening van de MSA indicator voor landgebruik van bijvoorbeeld een boerderij wordt het landareaal (ha) per landgebruikstype vermenigvuldigd met de kwalitatieve impact van het landgebruikstype (waarde tussen 0 en 1). Vervolgens wordt de som van deze waarden gedeeld door het totale areaal van de boerderij (zie MSA vergelijking hoofdstuk 2.2.). Het resultaat is een gemiddelde MSA waarde voor de gehele boerderij. In hoofdstuk 2.3.3. wordt een rekenvoorbeeld gegeven van de berekening van de MSA indicator voor het landgebruik op een fictieve boerderij en hoe vervolgens de biodiversiteitsvoetafdruk van dat landgebruik berekend wordt. Tabel 2.1 geeft een overzicht van de generieke dosis-respons relaties voor landgebruik zoals gebruikt wordt binnen de reguliere GLOBIO3 methodologie (zie Alkemade et al. 2009).

| Geaggregeerde landgebruiksklassen GLOBIO3 | MSA_landgebruik waarde |
|---|------------------------|
| Primaire bossen | 1,0 |
| Bosplantages | 0,2 - 0,3 |
| Secondair bos | 0,5 |
| Licht gebruikt bos | 0,7 |
| Agrobosbouw | 0,5 |
| Extensieve akkerbouw | 0,3 |
| Geïrrigeerde intensieve akkerbouw | 0,05 |
| Intensieve akkerbouw | 0,1 |
| Meerjarige gewassen en houtige bio-brandstoffen | 0,2 |
| Natuurlijke graslanden & shrub lands | 1,0 |
| Weidegrond (intensief beheerd) | 0,1 |
| Semi-natuurlijke graslanden begraasd door vee | 0,3 - 0,7 |
| Natuurlijk kale oppervlakten, rotsen en sneeuw | 1,0 |
| Bebouwde gebieden | 0,05 |

Tabel 2.1 Generieke GLOBIO3 dosis – respons relaties voor landgebruik

Recentelijk heeft het PBL een verdere verfijning gemaakt van de generieke dosis-respons relaties voor begraasde graslanden (Alkemade et al. 2013). Graslanden die gebruikt worden om er vee te laten grazen variëren namelijk

in MSA waarde, afhankelijk van de beheersmaatregelen die er zijn genomen. Tabel 2.2 is een voorbeeld van deze verfijning, waarbij de weidegrond klassen verder onderverdeeld zijn voor de Nederlandse situatie.

Begraasde graslanden (Mondiaal)

Gemiddelde MSA waarden voor verschillende begrazingsintensiteiten, op basis van de meta analyse

| Type begraasd grasland | Korte omschrijving | MSA |
|--|--|-----|
| • Natuurlijke begraasde graslanden | • Grasland ecosystemen bepaald door klimatologische en geografische omstandigheden en begraasd door wilde dieren, of door gedomesticeerde dieren in vergelijkbare aantallen | 1 |
| • Extensief begraasde graslanden of recent verlaten voormalig begraasde graslanden | • Extensief begraasde graslanden met lage veebezetting of voormalige begraasde graslanden die niet meer in gebruik zijn, ontbreken van natuurlijke grazers en bos is (nog) niet ontwikkeld | 0,7 |
| • Matig begraasde graslanden | • Matig begraasde graslanden met hogere veebezetting dan in de natuurlijke graslanden, grazen heeft verschillende seizoensgebonden patronen of de vegetatiestructuur is anders in vergelijking tot die in natuurlijke begraasde graslanden | 0,6 |
| • Intensief begraasde graslanden | • Intensief begraasde graslanden met hogere veebezetting dan in de matig begraasde graslanden, grazen heeft verschillende seizoensgebonden patronen en de vegetatiestructuur is anders in vergelijking tot die in natuurlijke begraasde graslanden | 0,5 |
| • Weidegrond Extensief beheerd | • Door de mens aangelegde graslanden met extensieve vorm van beheer (bv organisch), inclusief omgezette bossen | 0,3 |
| • Weidegrond Matig intensief beheerd | • Door de mens aangelegde graslanden met een matig intensief beheer, inclusief omgezette bossen | 0,2 |
| • Weidegrond Intensief beheerd | • Door de mens aangelegde graslanden met een intensief beheer, inclusief omgezette bossen. (Intensief: Inclusief beregening, periodieke inzaai, hoge kunstmestgift en gebruik van herbiciden en pesticiden) | 0,1 |

Tabel 2.2 Verfijnde dosis-respons relaties voor begraasde graslanden. De weidegrond klasse is verder onderverdeeld in drie intensiteitsklassen voor de Nederlandse situatie.

Emissies van broeikasgassen

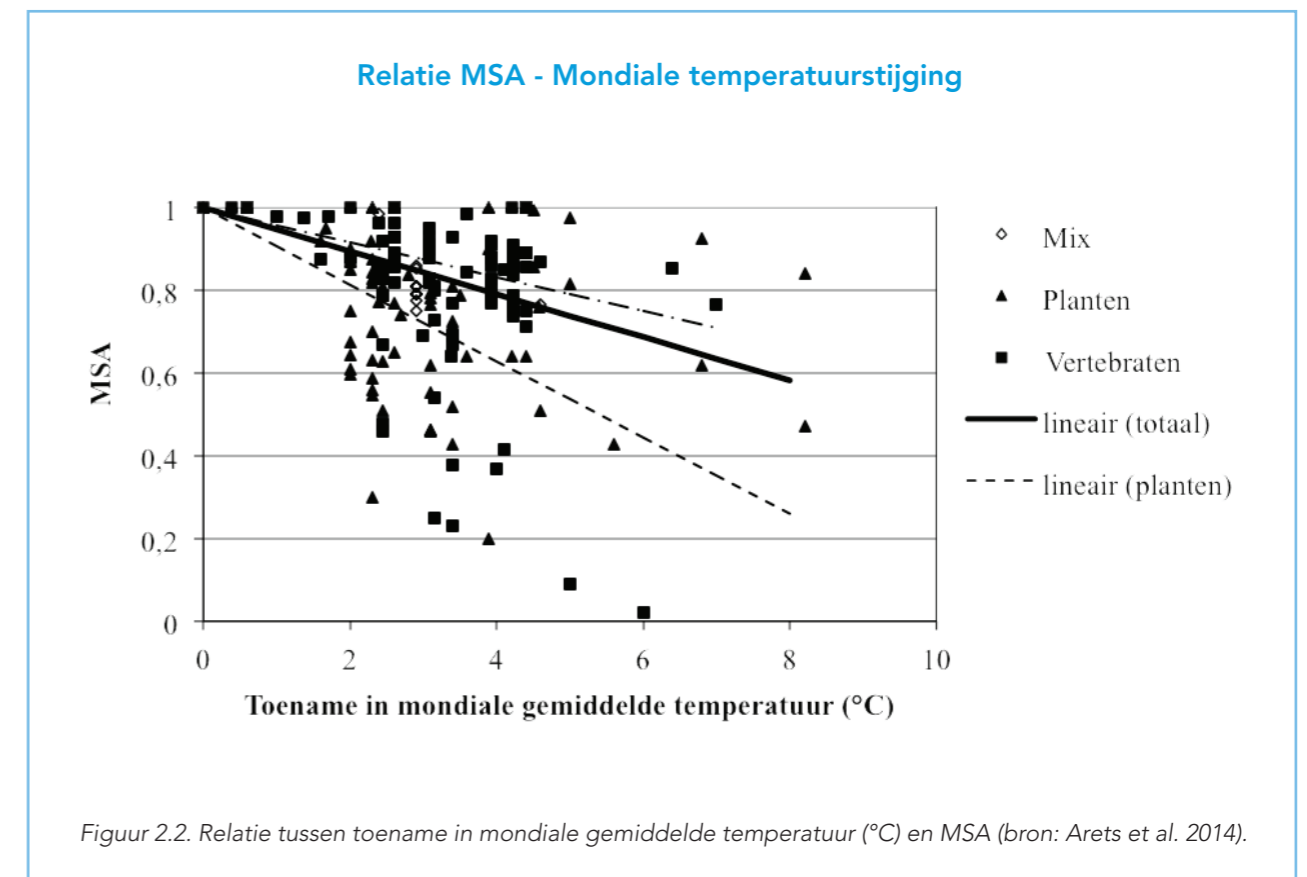
Emissies van broeikasgassen leveren een bijdrage aan klimaatsverandering. Hoe sterk die bijdrage is hangt af van het type gas, de tijdshorizon waarover gekeken wordt en of de gassen een biogene of fossiele oorsprong hebben. Klimaatsverandering heeft vervolgens niet alleen lokaal, dus op de plaats waar de emissies plaatsvinden, maar wereldwijd een effect op biodiversiteit.

De effecten van klimaatsverandering worden in het GLOBIO3 model berekend op grond van een relatie tussen verandering in de gemiddelde mondiale temperatuur en een gemodelleerde MSA. Dit is gedaan op basis van de geschiktheid van de huidige leefgebieden van soorten in de toekomst, als gevolg van veranderende klimatologische condities. Ook deze relatie is bepaald door middel van een meta-analyse van de resultaten uit een groot aantal wetenschappelijke publicaties waarin veranderingen in verspreiding van planten- en diersoorten onder verschillende klimaatcondities werden gemodelleerd (zie Arets et al. 2014).

Door middel van de uitstoot van broeikasgassen (bedrijfsprocessen, gebruik van fossiele brandstoffen en landgebruik en verandering daarvan) leveren bedrijven een bijdrage aan de toekomstige toename van de gemiddelde mondiale temperatuur. Omdat klimaatsverandering op mondiale schaal speelt zullen deze bedrijfsgerelateerde veranderingen op mondiale schaal een relatief klein effect hebben. Het kan echter grote bijdrage leveren aan de totale biodiversiteits-voetafdruk van het bedrijf, vooral bij bedrijven waarin industriële processen en energiegebruik belangrijke factoren zijn.

In figuur 2.2 is de dosis respons relatie weergegeven tussen de mondiale temperatuurstijging en de impact op de MSA waarde. Deze relatie is verschillend per onderscheiden bioom (hoofdtypen van ecosystemen).

Een gedetailleerde berekening van de impact per ton CO₂ equivalent bedrijfsemisatie op biodiversiteit is beschreven in hoofdstuk 2.3.3.



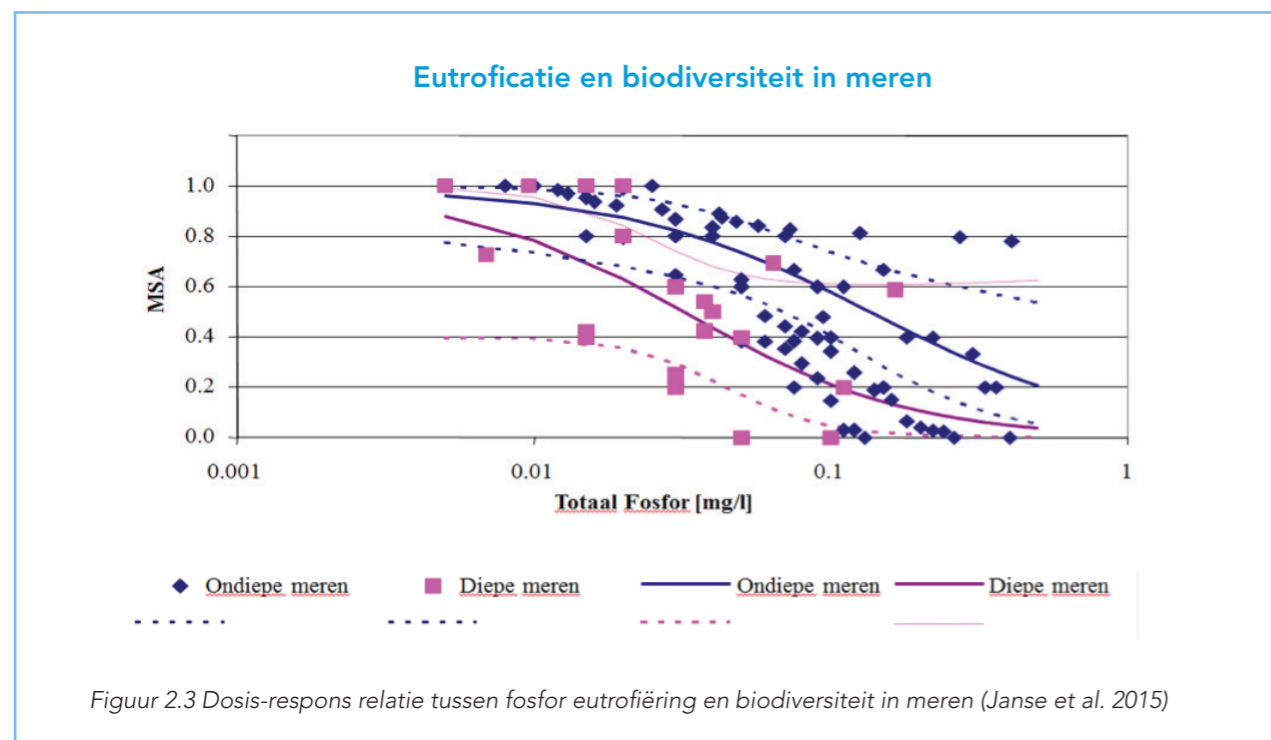
Figuur 2.2. Relatie tussen toename in mondiale gemiddelde temperatuur (°C) en MSA (bron: Arets et al. 2014).

Emissies naar water

Binnen het GLOBIO-aquatisch model worden dosis respons relaties gebruikt voor de impact van vermestende stoffen naar meren en rivieren. Hierbij spelen vooral fosfor en stikstof een belangrijke rol (Janse et al. 2015).

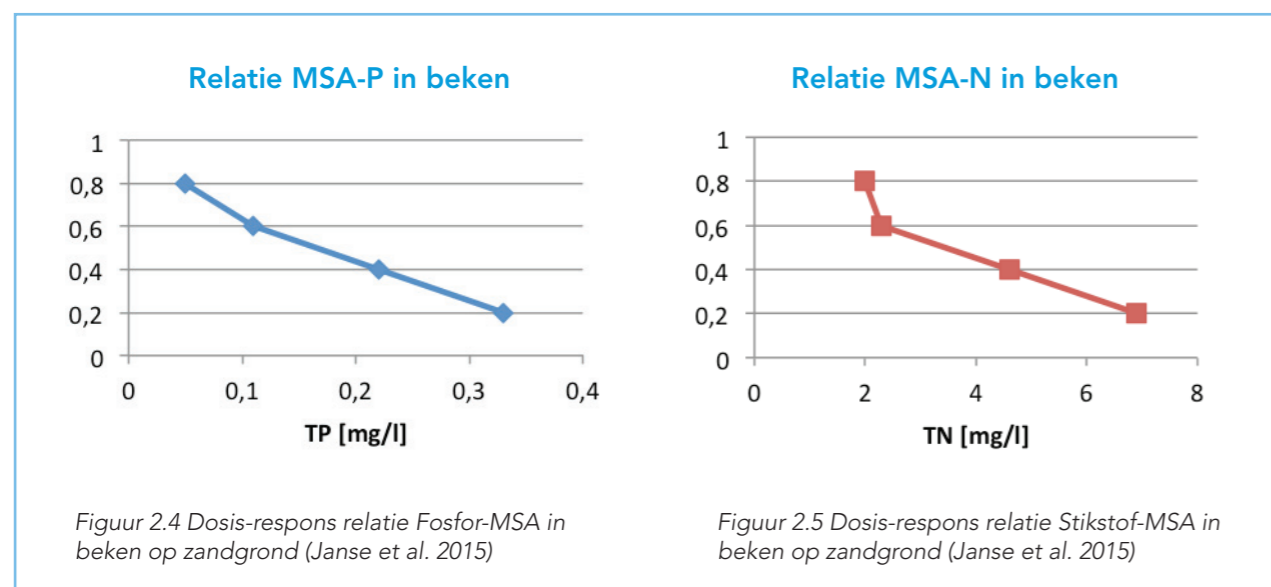
De impact van stikstofemissie in GLOBIO-aquatisch wordt vastgesteld als bijdrage aan de impact van de totale stikstofemissie in de

betreffende wateren. Voor meren en rivieren worden verschillende dosis-respons relaties gebruikt. Een aantal relaties zijn ook specifiek voor Nederland en Vlaanderen afgeleid voor de toepassing van de Kaderrichtlijn Water. Hierbij is de EKR (Ecologische KwaliteitsRatio) afgeleid, een indicator vergelijkbaar met de MSA. Figuur 2.3 geeft de GLOBIO3 dosis-respons relatie tussen fosfor uitstoot naar open water (meren) en MSA gegeven.



In Figuren 2.4 en 2.5 worden ter illustratie de dosis-respons relaties getoond voor respectievelijk fosfor (totaal P) en stikstof (totaal N) in

beken op zandgrond. Vergelijkbare dosis-respons relaties zijn ook beschikbaar voor sloten en rivieren (Janse et al. 2015).



2.3 Toepassing van GLOBIO benadering op sector- en bedrijfsniveau

Een aantal drukfactoren waarvoor binnen de bestaande GLOBIO3 methodiek dosis-respons relaties beschikbaar zijn, zoals landgebruik, broeikasgasemissies en emissies naar water, zijn met beperkte aanpassingen toe te passen op sector- en bedrijfsniveau. Voor een aantal andere van de GLOBIO drukfactoren, waar wel dosis-respons relaties voor beschikbaar zijn, zoals additionele effecten van fragmentatie en infrastructuur, is die toepassing ingewikkelder en zonder gebruik van additionele modellen niet goed mogelijk. Bij de selectie van de drukfactoren die voor een impact analyse op hoofdlijnen nodig is hebben we hier rekening gehouden met een aantal factoren:

1. Het verwachte belang van de drukfactoren voor de biodiversiteitsimpact van bedrijven.
2. Beschikbaarheid van dosis-respons relaties uit huidige GLOBIO3 en GLOBIO-aquatisch methodologie.
3. Verwachte beschikbaarheid van al bestaande informatie over de drukfactoren bij bedrijven.

Voor de toepassing van de algemene dosis-respons verbanden uit GLOBIO3 en GLOBIO-aquatisch op nationaal, sub-nationaal of bedrijfsniveau zijn gedetailleerdere gegevens nodig dan voor een toepassing op mondiale schaal. Hierbij speelt de kwaliteit van vooral landgebruiksdata een grote rol. Ook de beschikbaarheid van lokale dosis-respons relaties zou de kwaliteit van de methode ten goede komen, maar die zijn niet altijd voorhanden. Voor de bepaling van de individuele impact van een bedrijf of sector kunnen alleen die drukken meegenomen worden waarvoor de intensiteit van de druk per bedrijf of sector ook daadwerkelijk vastgesteld kan worden en waarvoor gegevens beschikbaar zijn of gemaakt kunnen worden. Hierbij is niet per definitie een GIS-applicatie nodig, zolang het oppervlak waarop het bedrijf druk uitoefent en de bijbehorende MSA waarde, maar op basis van beschikbare gegevens afgeleid kan worden.

2.3.1 Selectie van drukfactoren

Zoals eerder aangegeven zijn niet alle drukken die in GLOBIO zijn opgenomen altijd even relevant op bedrijfs- of sectorniveau. In Annex V is een overzicht gegeven van de drukfactoren die door het Nederlandse bedrijfsleven en sectoren worden uitgeoefend op de biodiversiteit. De belangrijkste drukken die hieruit naar voren kwamen zijn:

- **Landgebruik** (incl. areaal voor productie van grondstoffen),
- **Emissies van broeikasgassen**
- **Emissies van verzurende, vermestende en toxische stoffen** naar bodem, water en lucht
- **Watergebruik**

Volgens het CE-Delft rapport 'De impact op biodiversiteit van Nederlandse sectoren en bedrijven' (Bergsma et al. 2014) maken klimaat en landgebruik verreweg het grootste deel uit van de totale voetafdruk (88% volgens ReCiPe, > 90% volgens GLOBIO).

Voor emissies van toxische stoffen naar bodem, water en lucht zijn echter nog geen dosis-respons relaties voorhanden binnen het GLOBIO model en kon het belang hiervan niet binnen dit model bepaald worden. Volgens Bergsma et al. (2014) gaat het bij impact van toxische stoffen en vermestende stoffen in Nederland voor een belangrijk deel om de impact van N en P emissies naar de bodem. Binnen de GLOBIO systematiek zit deze impliciet al verwerkt in de berekening van de GLOBIO3 landgebruiksimpact. Intensief beheerd grasland krijgt bijvoorbeeld een lage MSA waarde omdat beheermaatregelen zoals bemesting een nadelige impact hebben op de biodiversiteit van het grasland. Doordat de dosis-respons relatie voor landgebruik in GLOBIO3 alleen gebaseerd is op de totale impact van alle beheersmaatregelen, is er geen aparte relatie vastgesteld voor de individuele beheersmaatregelen. Ook zijn er nog geen dosis-respons relaties beschikbaar in GLOBIO3 voor waterschaarste of intensiteit van watergebruik. Indirect zitten deze effecten deels al meegenomen in de effecten van landgebruik (intensiteit) omdat het type en mate van beheer een belangrijke determinant zullen zijn van de impact.

De bijdrage van deze nog niet direct opgenomen drukken kunnen in principe in de GLOBIO3 methodiek kunnen worden ingevoerd door de ontwikkeling van aanvullende dosis-respons relaties. Voorwaarde daarvoor is echter dat er voldoende informatie beschikbaar is (bijvoorbeeld gepubliceerd in wetenschappelijke artikelen) over de impact van deze drukken op verschillende soortgroepen (soorten aantal en abundantie).

Naast landgebruik, klimaatsverandering en stikstofdepositie wordt in GLOBIO3 ook de impact berekend voor de drukken infrastructuur en fragmentatie. De impact hiervan die uitgeoefend wordt door een individueel bedrijf of sector, is echter op basis van de huidige GLOBIO3 methodologie lastig te bepalen. De aanleg van wegen speelt een belangrijke rol bij deze drukken en die worden in Nederland doorgaans niet alleen voor een individueel bedrijf of sector aangelegd. Omdat voor het

meenemen van de impact van infrastructuur, fragmentatie, waterschaarste en overige schadelijke emissies aanvullend onderzoek en methodeontwikkeling nodig is worden deze hier niet meegenomen. Deze drukken komen wel kort nog aan de orde in hoofdstuk 2.3 op kwalitatieve wijze. Ook worden in dit hoofdstuk enkele suggesties gegeven als onderdeel van een advies voor een verbetering van het bestaande GLOBIO3 model.

Binnen de ReCiPe 2015 methodologie is het mogelijk om naast de impact van drukken die binnen GLOBIO3 worden meegenomen ook de impact te bepalen voor wateronttrekking en een paar toxische stoffen. Om toch een inschatting te krijgen van deze drukken die niet aan de hand van de huidige GLOBIO3 methode kunnen worden bepaald, zullen deze ter aanvulling worden bepaald met behulp van ReCiPe 2015.

2.3.2 Beschikbaarheid en toepasbaarheid van de dosis-respons relaties

In deze pilotstudie is gekozen voor een getrapte benadering waarbij verschillende Tier niveaus worden onderscheiden die naarmate het detailniveau toeneemt meer specifieke input van gegevens vragen. De Tiers onderscheiden zich als volgt van elkaar:

Tier 1 Aanpak op hoofdlijnen, gebruik van beschikbare default waarden, i.e. de huidige GLOBIO3 dosis respons relaties die gebruikt kunnen worden zonder dat additionele externe modellen nodig zijn om ze toe te passen. Deze methodologie op Tier 1 niveau wordt hier verder uitgewerkt.

Tier 2 Verfijnde aanpak waarbij verbeterde of nieuwe specifieke dosis-respons relaties worden gebruikt op basis van de specificaties voor bepaalde bedrijven en nieuwe drukfactoren waarvoor in de huidige GLOBIO3 methodologie nog geen dosis-respons functies beschikbaar zijn. Hiervoor is aanvullend onderzoek nodig op basis van bestaande data. Voor de impact van landgebruik is op beperkte schaal al gebruik gemaakt van meer verfijnde en verbeterde informatie. We geven in dit rapport ook een korte aanzet voor mogelijke verbeteringen op dit Tier 2 niveau.

Tier 3 Dit is de meest gedetailleerde aanpak toegespitst per bedrijf, gebaseerd op basis van een directe monitoring en metingen van de biodiversiteitsimpact door of in opdracht van een bedrijf. Hiervoor zullen aanvullende data moeten worden verzameld op basis waarvan nieuwe dosis-respons relaties kunnen worden ontwikkeld.

Door de beperkte omvang van deze pilot is alleen de generieke Tier 1 benadering uitgewerkt voor de geselecteerde cases, met een beperkt aantal aanvullingen op Tier 2 niveau. Voor deze aanpak op hoofdlijnen zijn alleen de belangrijkste drukken meegenomen waarvoor dosis-respons relaties beschikbaar zijn en waarvoor de impact van bedrijven en sectoren berekend kan worden aan de hand van de huidige GLOBIO3 en GLOBIO-aquatisch methoden.

Zowel door Bergsma et al. (2014) als door diverse experts bij het PBL en Alterra Wageningen UR wordt verondersteld dat de impact van andere door de bedrijven gerapporteerde drukfactoren, zoals toxische stoffen, licht en geluid, in de regel lager zullen zijn dan die van de genoemde hoofdrukken. De beperking heeft tot gevolg dat een aantal drukfactoren niet is meegenomen bij de berekening op Tier 1 niveau, hoewel die voor sommige bedrijven wel relevant kunnen zijn. Het voordeel van een aanpak op hoofdlijnen is echter dat de informatiebehoefte in eerste instantie beperkt is tot data die voor de meeste bedrijven en sectoren al beschikbaar geacht worden, waardoor het direct als generieke methode toegepast kan worden voor de berekening van de biodiversiteitsvoetafdruk van een bedrijf of sector.

De meeste drukfactoren die ontbreken in de Tier 1 aanpak komen wel aan de orde in het Tier 2 niveau, maar omdat hiervoor aanvullend onderzoek voor nodig is valt de implementatie ervan ten aanzien van de cases buiten de scope van deze studie. Wel wordt er in de uitwerking van de Tier 2 aanpak per case een korte omschrijving gegeven hoe deze berekening tot stand kan komen en welke data er voor nodig zijn.

Voor de meest gedetailleerde Tier 3 aanpak zal het GLOBIO3 model grondig moeten worden aangepast. Zie 2.3.5 voor een korte uitwerking van deze aanpak.

2.3.3 Tier 1

Bij deze aanpak wordt de berekening van de biodiversiteitsvoetafdruk bepaald op hoofdlij-

nen. Er wordt daarbij gebruik gemaakt van al bestaande dosis-respons relaties uit GLOBIO, aangevuld met generieke informatie uit bestaande onderzoeken en beschikbare data van de bedrijven. Idealiter worden de benodigde data al door de bedrijven verzameld voor de vervaardiging van de zogenaamde Key Performance Indicatoren (KPI's). Dat is informatie die in het bedrijfsleven gebruikt wordt voor bijsturing en monitoren van hun bedrijfsprocessen.

Bij de Tier 1 aanpak wordt de biodiversiteitsvoetafdruk per case berekend voor de volgende drukfactoren:

1. Landgebruik
2. Emissies van broeikasgassen
3. Watergebruik

Voor landgebruik wordt de druk bepaald door een combinatie van het areaal van het betreffende landgebruik en de kwaliteit van het land via de gebruiksintensiteit. Onder kwaliteit wordt hier de intactheid van de oorspronkelijke natuur bedoeld. Voor broeikasgasemissies wordt de druk bepaald door de bijdrage van die emissies aan de stijging van de mondiale gemiddelde temperatuur en voor watergebruik is dat de verandering van de grondwaterstand (verdroging en vernatting) en de uitstoot van N en P emissies. De respons is de verandering van de biodiversiteit die in de GLOBIO3 methodologie uitgedrukt wordt in de verandering in MSA (Δ MSA) en in ReCiPe in verandering in de 'Potentially Disappeared Fraction of species', net zoals MSA een dimensie loos getal tussen 0 en 1 (Δ PDF). De biodiversiteitsvoetafdruk voor landgebruik kan vervolgens per landgebruikstype omgezet worden naar een voetafdruk door het impact gebied (hectare) te vermenigvuldigen met de Δ MSA in dat gebied. In ReCiPe wordt Δ PDF vermenigvuldigd met het aantal soorten/jaar.

2.3.3.1 Berekening impact door landgebruik

Het beslag op land is een belangrijke drukfactor voor grondgebonden bedrijvigheid. Door het beslag van land voor een ander gebruik dan door de natuur zelf vindt er biodiversiteitsverlies plaats. Hoe groter het areaal land is dat een bedrijf voor haar bedrijfsvoering nodig

heeft, hoe groter de impact is. Bovendien zal de intensiteit van landgebruik voor een belangrijk deel bepalen hoe sterk het effect van het landgebruik is op biodiversiteit. Hoe intensiever het landgebruik door de mens is, hoe minder het datzelfde land gebruikt kan worden door de natuur zelf.

Binnen GLOBIO3 wordt de biodiversiteit van het huidige landgebruik vergeleken met de biodiversiteit van een ongestoord stuk natuur op een vergelijkbare locatie. Een ongestoord stuk natuur heeft een MSA_landgebruik waarde van 1. Een stuk urbaan gebied heeft een lage MSA_landgebruik waarde van ten hoogste 0,05. Dit geeft aan dat dat 95% van de oorspronkelijke biodiversiteit is verloren. Een grasland dat gebruikt wordt om melkkoeien te laten grazen, kan variëren in haar MSA waarde, afhankelijk van de beheersmaatregelen die de boer heeft genomen.

Figuur 2.5 geeft een illustratie van de berekening van de landgebruik gerelateerde biodiversiteitsvoetafdruk voor een fictief melkveehouderij bedrijf. Op het eerste plaatje is het land nog niet in gebruik genomen door een mens. De MSA is er 1. Het deel van de voetafdruk wordt bepaald door het impact gebied (hectare) te vermenigvuldigen met het relatieve MSA verlies in dat gebied (waarde tussen 0 en

1). Deze berekening wordt per landgebruikstype uitgevoerd waarbij de uiteindelijke voetafdruk bepaald kan worden door een sommatie van alle afzonderlijke voetafdrukarealen per landgebruikstype zoals is geïllustreerd in onderstaande plaatjes. De voetafdruk voor het ongerepte stuk grond van het 1e plaatje wordt berekend aan de hand van de formule:

$$[\sum \text{ha landgebruik} * [1 - \text{MSA}_{\text{landgebruik}}]]$$

Doordat de MSA-afname van dit ongerepte stuk land nul is (1-1=0), is de voetafdruk ook nul. Het tweede plaatje laat het huidige landgebruik zien van een fictieve melkveehouderij. Al het ongerepte land is inmiddels omgezet in verschillende andere landgebruiksvormen met bijbehorende MSA waarden en resulteert in een totale landgebruiksvoetafdruk van 82,85 MSA.ha. Het derde plaatje laat een streefbeeld zien van het landgebruik door de melkveehouderij voor het jaar 2020. Hierin heeft de boer een aantal biodiversiteitsvriendelijke maatregelen genomen in het beheer van zijn weidegrond waardoor de kwaliteit van de biodiversiteit in de weide is toegenomen en de biodiversiteitsvoetafdruk ten aanzien van de drukfactor landgebruik met 8.35 MSA.ha is afgenomen. Hierbij is duidelijk te zien dat het uitmaakt hoe je deze resultaten communiceert. Ten opzichte van de natuurlijke referentie is het

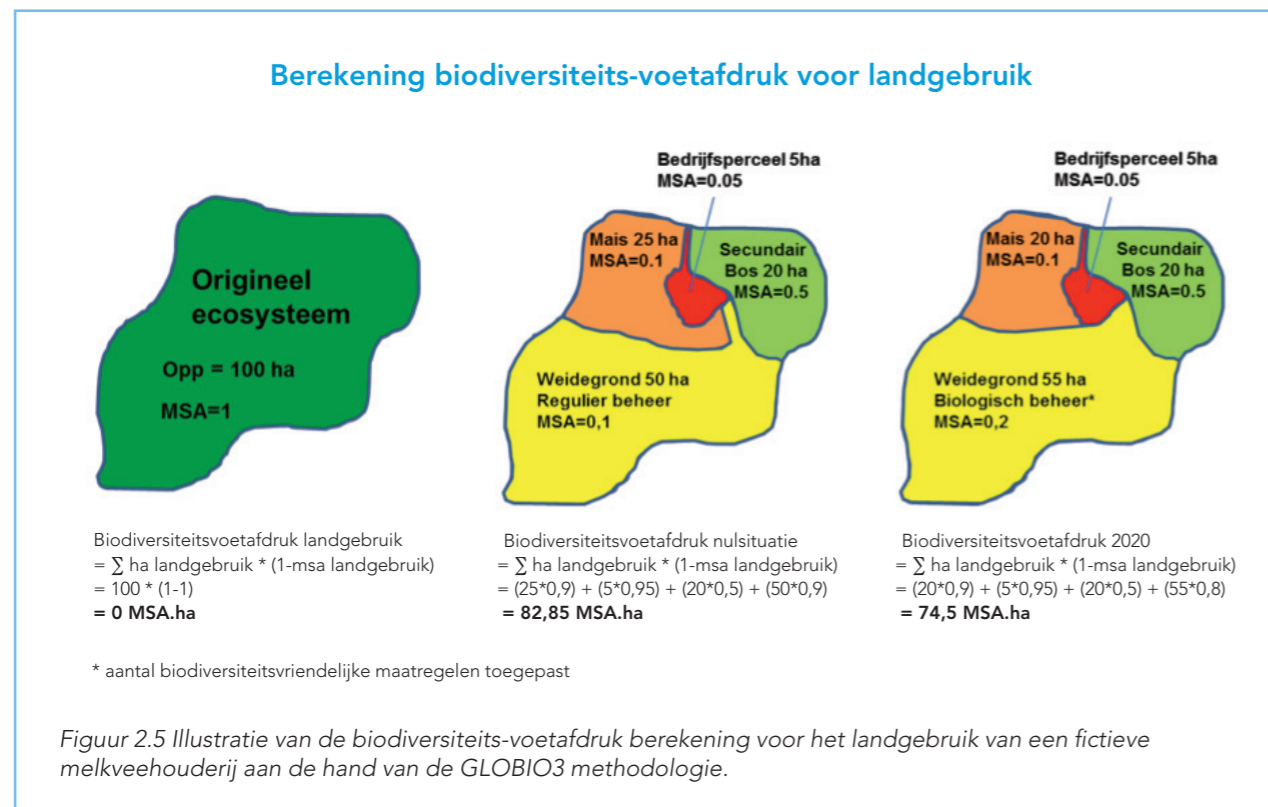
verlies van 83% (82,85/100) nu verlaagd naar 75% (74,5/100). Maar de natuurlijke situatie is geen reëel streefbeeld, dus geeft deze manier van uitdrukken een beperkte interpretatie van de gevolgen van het veranderd beheer. Andersom uitgedrukt is de resterende biodiversiteit van 17% nu verhoogd naar 25%, en dat is bijna 1,5 keer zo veel. Een andere keuze kan zijn het hanteren van een aparte referentie voor niet-natuurlijke agrarische systemen.

Binnen de mondiale implementatie van GLOBIO3 wordt uitgegaan van een zogenaamde Steady State situatie en wordt de impact voor één bepaald jaar bepaald door uit te gaan van een gemiddelde impact die gelijk blijft over een langere periode. Bij de bepaling van de impact van een landgebruiksverandering tussen twee tijdstippen wordt gekeken naar de status van de intensiteit op die twee tijdstippen met bijbehorende impact zoals geïllustreerd is tussen het tweede en derde plaatje in figuur 2.5.

Nadat de landgebruiksklassen zijn gedefinieerd kan de MSA waarde per klasse bepaald worden. Binnen de reguliere GLOBIO3 methodologie zijn MSA_landgebruik waarden bekend voor een beperkt aantal generieke landgebruikstypen (Tabel 2.1). Voor de regulier beheerde landbouwgronden, en de percelen die bebouwd en bestraat zijn, kunnen de MSA waarden direct overgenomen worden uit deze tabel. Voor landbouwgronden met specifieke beheersmaatregelen dienen de MSA waarden echter nog verfijnd te worden via interpolatie tussen bestaande MSA waarden van verwante landgebruikstypen, en toekenning van gewichten voor bepaalde beheersmaatregelen. Voor deze gewichtstoekenning is in deze Tier 1 aanpak gebruik gemaakt van een intensiteitsinschatting voor een aantal beheersmaatregelen. De graslanden van de melkveehouders kunnen bijvoorbeeld verdeeld worden in graslanden met regulier beheer, extensief beheer en biologisch beheer (Tabel 2.2.). Bij maatregelen die een positief effect kunnen hebben op de biodiversiteit kun je denken aan een verminderde mestgift en extensivering van de berekening tijdens droge periodes, laat maaien en aangepast onderhoud van slootkanten, houtsingels en dergelijke.

Bij de bepaling van de voetafdruk van het landgebruik dient ook gekeken te worden naar meervoudig gebruik van de grond. Zo wordt bijvoorbeeld land dat gebruikt wordt voor de productie van melk of wol, ook gebruikt voor de productie van vlees. Wanneer de voetafdruk van de productie van melk of wol in kaart wordt gebracht dient deze gecorrigeerd te worden voor het voetafdrukdeel dat toegekend kan worden aan de vleesproductie. Er is gekozen om de toekenning te berekenen aan de hand van de economische allocatie van het product. Wanneer de opbrengst van melk per jaar slechts 30% uitmaakt van de totale opbrengst per jaar (melk + vlees) dan betekent dat het betreffende areaal dat toegeschreven kan worden voor de productie van melk met 70% afneemt. Wanneer een natuurterrein begraaasd wordt als onderdeel van de instandhouding van dit terrein, bv door het tegengaan van bosvorming op heideterreinen of voor het schoonhouden van dijken, dan moet ook hiervoor een correctie uitgevoerd worden. De vermeden beheerskosten kan dan als extra uitgangspunt meegenomen worden. In het geval van begrazing van een heideterrein door schapen dienen naast de opbrengst van vlees en wol ook de inkomsten voor het natuurbeheer in rekening genomen te worden waardoor de voetafdruk voor de productie van wol nog verder afneemt.

Voor zeer extensieve begrazing in semi-natuurlijke graslanden kan er naast de economische allocatie correctie ook nog een andere vereffening toegepast worden. Wanneer een terrein dusdanig extensief gebruikt wordt waardoor er slechts een zeer klein deel van de beschikbare biomassa geconsumeerd wordt, wordt het gebied maar gedeeltelijk gebruikt en vindt er geen toegevoegde negatieve impact plaats op de vegetatie. Er dient in dat geval een correctie uitgevoerd te worden voor de benuttingsgraad van het land omdat anders de voetafdruk te groot zou uitvallen. Bijvoorbeeld wanneer een kleine kudde schapen op een semi-natuurlijk gebied van 100 hectare graast, zou deze tot een 4* grotere voetafdruk leiden dan wanneer de schapen op een zelfde soort gebied van 25 hectare grazen, aangenomen dat de schapen in beide gevallen geen negatieve impact hebben op de vegetatie. Voor het openhouden van cultuurlandschappen als hei-



deterreinen en duinlandschap kan het zelfs zijn dat de schapen een positieve impact hebben op de biodiversiteit en voetafdruk, indien deze ecosystemen als (intacte) referentie ecosystemen worden beschouwd en bosvorming alleen wordt tegengehouden door de begrazing. Zowel het gebruik van cultuurlandschappen als referentie als het gebruik van de economische allocatie en benuttingsgraad vormen geen standaard onderdeel van de bestaande GLOBIO methode maar zijn toevoegingen om de voetafdruk voor het specifieke extensieve gebruik van land toe te kunnen wijzen aan individuele bedrijven en/of sectoren.

Een te lage begrazingsintensiteit zou in dergelijke cultuurlandschappen zelfs leiden tot een achteruitgang van de biodiversiteit in semi-natuurlijke systemen, net als te hoge begrazingsintensiteit. In dit geval is alleen een MSA_landgebruik aanpassing op basis van de intensiteit van de GLOBIO3 beheersklasse (Tabel 2.2) niet afdoende. Er dient daardoor een berekening plaats te vinden voor de werkelijke benutting van het land. De benutting van het land voor dergelijke omstandigheden, bijvoorbeeld onderbegrazing op semi-natuurlijke terreinen, zou bepaald kunnen worden aan de hand van het verschil van de netto primaire productie van een begraasd en onbegrasd ecosysteem of door een fractie van geconsumeerde biomassa gedeeld door de totale biomassa in een ecosysteem. Wanneer een dergelijke correctie uitgevoerd zou worden voor de intensieve veehouderij in Nederland zou dat nul effect hebben omdat vrijwel de gehele jaarlijkse biomassa toename (gras) door het vee wordt opgegeten. De ratio geconsumeerde biomassa: totale biomassa is hier immers 1. Wanneer extensieve begrazing plaats vindt op semi-natuurlijke graslanden of heidevelden dan wordt slechts een deel van de biomassa gegeten waardoor de ratio kleiner wordt. Door deze ratio toe te passen bij zeer extensief begraasde semi-natuurlijke natuurgebieden, wordt het voetafdrukareaal gecorrigeerd voor de werkelijke gebruikintensiteit van deze extensief gebruikte ecosystemen.

Voor afval door bedrijven (inclusief afgedankte eindproducten) geldt dat dit opgeslagen wordt op een vuilstortplaats of naar een afval-

verbrandingsinstallatie gebracht wordt. In het eerste geval dient eerst het benodigde oppervlak van de betreffende hoeveelheid afval bepaald te worden en vervolgens de MSA waarde van een vuilstortplaats. Hiervoor is in de generieke GLOBIO3 tabel (Tabel 2.1) geen waarde te vinden, maar het zal duidelijk zijn dat de MSA waarde niet hoger is dan die voor urbaan gebied (MSA=0,05). Hierbij gaan we uit dat dat lekken van toxische stoffen niet plaats vindt en dat alle afvalstoffen binnen de stortplaats blijven. In het geval van afvalverbranding wordt de impact bepaald aan de hand van emissies naar lucht.

Voordat de MSA waarde voor het landgebruik bepaald kan worden moeten eerst de landgebruikstypen onderscheiden worden. Hieronder wordt ter illustratie een aantal landgebruikstypen onderscheiden voor de Nederlandse melksector per onderdeel van de keten:

Grondstoffen keten

- Land dat jaarlijks gebruikt wordt voor de productie van krachtvoer (Sojavelden in Brazilië)
- Het terrein oppervlak dat een toeleverancier heeft voor de productie van de grondstoffen, zoals de percelen waarop faciliteiten staan voor verwerking en opslag van het krachtvoer (Brazilië, Nederland). Noot: Deze bebouwde percelen worden alleen meegenomen indien deze een aanzienlijk deel vormen van het totaal areaal met bebouwde percelen
- Land dat in gebruik is voor de productie van bijvoer (bijvoorbeeld maisvelden melkveehouders)
- Graslanden van de melkveehouders
- Bedrijfspercelen van melkveehouders

Productieproces

- Percelen die in gebruik zijn voor de productiefaciliteiten

Opslag

- Percelen waarop de productievoorraad tijdelijk wordt opgeslagen, voordat het bij de afnemers wordt afgeleverd.

Voor de melksector neemt het land dat in gebruik is voor de productie van soja, mais en gras verreweg het grootste deel van het landoppervlak voor haar rekening en veroorzaakt

daarom ook een belangrijk deel van de totale landgebruiksimpact.

Het deel van de biodiversiteits-voetafdruk dat afkomstig is van het landgebruik wordt uiteindelijk berekend door de afzonderlijke voetafdrukken van het landgebruik per ketenonderdeel bij elkaar op te tellen.

Berekening impact emissie broeikasgassen

Emissies van broeikasgassen leveren een bijdrage aan klimaatverandering. Hoe sterk die bijdrage is hangt af van het type gas en de tijdshorizon waarover gekeken wordt. Klimaatverandering heeft vervolgens niet alleen lokaal, maar wereldwijd een effect op biodiversiteit. De impact van emissies van broeikasgassen wordt met behulp van een bewerking van de GLOBIO3 methode berekend. Daarbij worden de volgende stappen doorlopen:

- 1) Op basis van informatie over emissies van de broeikasgassen CO₂, CH₄ en N₂O wordt berekend wat de emissies in CO₂ equivalenten zijn (CH₄ 25x; N₂O 298x)³, voor zover totale emissies niet al in CO₂ eq. worden gegeven.
- 2) Op basis van temperatuurfactoren wordt berekend wat de bijdrage aan de gemiddelde mondiale temperatuurstijging (in °C jaar) is van een kg CO₂. Deze temperatuurfactoren (Hanafiah et al. 2012) geven voor verschillende tijdshorizonnen de toename in mondiale gemiddelde temperatuur per kg CO₂ emissie en bedragen 8,5 · 10⁻¹⁵ °C jr /kg CO₂ voor een 20

jaar tijdshorizon, 4,2 · 10⁻¹⁴ °C jr /kg CO₂ voor 100 jaar en 5,9 · 10⁻¹³ °C jr /kg CO₂ voor een oneindige tijdshorizon. Voor impact assessments en beleidsstudies wordt over het algemeen een tijdshorizon van 100 jaar genomen omdat zo de langere termijn effecten voldoende meegenomen worden (bijvoorbeeld Myhre et al. 2013). Deze tijdshorizon is ook gebruikt voor de berekening van de cases.

- 3) Op basis van de dosis-respons functie uit GLOBIO3 is bepaald wat vervolgens het MSA effect is van die temperatuurstijging per onderscheiden bioom (Figuur 2.2)
- 4) Vervolgens is dit effect vermenigvuldigd met het totale mondiale landareaal voor biomen in (semi)natuurlijke staat. Dit areaal zal als gevolg van landgebruiksverandering over de tijd veranderen. Daarbij spelen dus ook landgebruiksveranderingen een die niet direct het effect van het onderzochte bedrijf zijn. Daarom wordt informatie voor huidig en toekomstig areaal gebruikt dat is gebaseerd op referentieprojecties die met het IMAGE/GLOBIO3 model zijn uitgevoerd in het kader van de 4e Mondiale Biodiversiteitsverkenning (Global Biodiversity Outlook 4; <https://www.cbd.int/gbo4/>). Voor de tijdshorizon van 20 jaar is voor ieder bioom het areaal semi-natuurlijk landgebruik bepaald op basis van het gemiddelde areaal onder natuurlijke systemen en het gemiddelde areaal bos en beheerd bos over de gemodelleerde periode 2010-2030. Voor de 100 jaar en oneindige tijdshorizonnen zijn de op een vergelijkbare manier bepaald, maar dan met gemiddelde

| Tijdshorizon | Gemiddelde | 2,50% | 97,50% |
|--------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 20 jaar | 6,62 · 10 ⁻⁶ | 4,61 · 10 ⁻⁶ | 8,97 · 10 ⁻⁶ |
| 100 jaar* | 3,29 · 10 ⁻⁵ | 2,24 · 10 ⁻⁵ | 4,33 · 10 ⁻⁵ |
| Oneindig | 4,63 · 10 ⁻⁴ | 3,15 · 10 ⁻⁴ | 6,12 · 10 ⁻⁴ |

* Voor impact assessments en beleidsstudies wordt over het algemeen een tijdshorizon van 100 jaar genomen.

Tabel 2.3. MSA impact (MSA_{ha jr-1}) waarden per kg CO₂ voor verschillende tijdshorizonnen voor effect van CO₂ in de atmosfeer op temperatuurstijging met een 95% betrouwbaarheidsinterval gebaseerd op de onzekerheid in de MSA schatting per graad temperatuurstijging.

geprojecteerde arealen over de periode 2010-2050. Het resultaat is de biodiversiteitsimpact in termen van MSA.ha.jr per kg uitgestoten CO₂ eq. (Tabel 2.3).

Door de vermenigvuldiging met een groot oppervlakte (recente mondiale terrestrische landoppervlakte van natuurlijke biomen) in 2010 hebben kleine afwijkingen in de dosis-respons functies een relatief groot effect op de uitkomsten. De onzekerheid in de schattingen van de effecten van klimaatsverandering wereldwijd is daardoor ook groot. Er is getracht deze te kwantificeren door rekening te houden met het 95% betrouwbaarheidsinterval van de schattingen van het effect van temperatuursverandering op MSA (Tabel 2.3).

Bij het berekenen van de impact van afvalverbranding van een product wordt de impact bepaald via de rekenmethode voor broeikasgasemissie van dat product waarbij een deel van de emissies gecompenseerd kan worden voor vermeden emissies bij gebruik van restwarmte (of elektriciteit). Een meer gedetailleerde impactberekening waaronder de impact van overige emissies bij verbranding valt onder Tier 2.

Berekening impact door watergebruik

De impact van watergebruik kan onderverdeeld worden in het belasten van water waarop geloosd wordt en het onttrekken van water uit open water of de bodem. Binnen de Tier 1 berekening wordt alleen het gebruik van water om op te lozen meegenomen waarbij de impactberekening beperkt wordt tot de invloed van Fosfor en Stikstof emissie op de biodiversiteit van het binnenwater per hectare en per kubieke meter. De impact van verdroging wordt niet direct gemeten, maar is indirect meegenomen bij de bepaling van de impact van het landgebruik.

De impact van vermestende stoffen geëmitteerd naar lokale open wateren is berekend met behulp van het door PBL ontwikkelde GLOBIO-aquatisch biodiversiteitsmodel. De impact van stikstof en fosfor emissie op water is gebaseerd op basis van dosis-respons relaties uit het GLOBIO-aquatisch model (Figuur 2.3, 2.4 en 2.5 in hoofdstuk 2.2.2). De

volgende vergelijking is afgeleid uit de dosis-respons relatie tussen (totale) fosfor emissie naar beken op zandgrond en MSA:

$$MSA_P = -0,309 \ln(Tot_P) - 0,1043$$

Voor de emissie van N naar water is de volgende vergelijking gebruikt:

$$MSA_N = -0,43 \ln(Tot_N) + 1,036$$

De fosfor en stikstof emissies kunnen zowel van diffuse bronnen afkomstig zijn, zoals van bovenstroomse landbouw, maar ook van puntlocaties zoals de afvalwaterlozingspunten van bedrijven. Naast de hoeveelheid emissie wordt ook het volume en het debiet van het watersysteem waarop geloosd wordt bepaald (sloot, rivier). Indien een bedrijf geen gegevens hiervoor voorhanden heeft kan dit geschat worden aan de hand van diepte gegevens afkomstig van het waterschap en oppervlakte gegevens gebaseerd op kaartmateriaal, luchtfoto's of satellietbeelden (bv Google Earth). Samen bepalen ze de fosfor en stikstof concentratie die via de afgeleide empirische functies weer een relatie heeft met de MSA-aquatische waarde.

Berekening impact N en P emissie uit een puntlozing

Om de impact van P en N te kunnen berekenen voor een bedrijf dat haar afvalwater in een beek of rivier loost is eerst de concentratieverhoging (Cv) van het afvalwater in de beek berekend voor zowel N als P aan de hand van de volgende formule:

$$CV = \frac{\text{Concentratie lozing} \times \text{Debiet lozing}}{\text{Debiet lozing} + \text{Debiet beek}} \text{ in mg/L}$$

De emissie met de laagste resulterende MSA bepaalt de uiteindelijke impact.

Wanneer bijvoorbeeld wordt vastgesteld dat de MSA_P = 0,3 en de MSA_N = 0,4, dan wordt binnen de GLOBIO-aquatische methodologie de MSA waarde van P als leidend beschouwd en wordt de voetafdruk voor beide emissies uiteindelijk bepaald op basis van de MSA_P waarde.

Via de GLOBIO dosis-respons relaties van N en P kan de bijbehorende MSA afgeleid worden. De minimum waarde van de Cv waarbij nog een meetbare impact kan worden vastgesteld is afgeleid van de eerder genoemde dosis-res-

pons vergelijkingen. Wanneer de Cv waarde in een rivier of deel van de rivier onder de drempelwaarde⁴ uit komt dan is de impact verwaarloosbaar klein en hoeft het betreffende deel van de rivier niet meegenomen te worden in de berekening. Is de waarde hoger dan dient een berekening te worden gemaakt.

De Cv waarde dient te worden berekend voor het benedenstroomse deel van de beek of rivier waarop geloosd wordt, en alleen voor dat deel waar de Cv waarde boven de drempelwaarde uit komt. Wanneer de rivier zich vertakt of wanneer er andere rivieren of stroompjes in de rivier uitkomen, dan dient de Cv bepaald worden voor de delen die zich tussen de vertakkingen bevinden en waarvoor de Cv waarde boven de drempelwaarde uitkomt. Voor de deelstukken wordt ervan uitgegaan dat het debiet er min of meer constant is.

Vervolgens kan de aquatische voetafdruk bepaald van het bedrijf op een beek of rivier berekend worden. De vergelijking hiervoor is analoog aan die voor landgebruik: $[\Sigma \text{ oppervlak beek} * [1 - MSA_beek]]$ voor de bepaling van de aquatische biodiversiteitsvoetafdruk in MSA.ha.

De aquatische voetafdruk kan ook per volume eenheid worden berekend (MSA.m³) in plaats van een oppervlakte eenheid (MSA.ha). Hiervoor dient in plaats van het oppervlak van het impactgebied het watervolume binnen dit gebied te worden vastgesteld. De voetafdruk kan dan worden berekend aan de hand van de vergelijking: $[\Sigma \text{ volume beek} * [1 - MSA_beek]]$ met de eenheid MSA.m³.

In Tier 2 wordt aanbevolen om het volume exacter vast te stellen aan de hand van GIS en hydrologische netwerk gegevens.

Berekening impact N en P emissie uit een diffuse bron

Wanneer de emissie verspreid plaats vindt over een groter gebied wordt het lastiger om de impact te berekenen via de bovenstaande methode. Er moeten immers veel metingen in aangrenzende waterlopen worden verricht en tevens moet het debiet en oppervlak (of volume) op diverse locaties bekend zijn. Daarom is er voor de berekening van de impact uit

diffuse bronnen gekozen voor een meer generieke aanpak. De concentratieverhoging wordt niet berekend voor specifieke waterlopen of meren, maar bepaald ten opzichte van de gemiddelde neerslag binnen het gebied waar de emissie plaats vindt. Het voordeel van deze methode is dat de impact op eenvoudige wijze vastgesteld kan worden en het tevens een objectieve maat vormt om de impact van verschillende bedrijven onderling te kunnen vergelijken. Dat is immers niet zo eenvoudig wanneer de bedrijven emissies uitstoten in waterlopen met een verschillend debiet en volume.

In Nederland is de neerslag de laatste jaren gemiddeld 8000 m³/ha/jr. Hiernaast moet de emissie en het areaal van het emissiegebied bekend zijn. Een voorbeeld waarvoor deze methode toepasbaar is is bijvoorbeeld voor de impactberekening van N en P emissie afkomstig uit de landbouw. Het areaal van het landbouwgebied kan eenvoudig bepaald worden en in de literatuur kunnen gemiddelde emissiewaarden gevonden worden voor verschillende vormen van landbouw. Uit de gemiddelde emissie gedeeld door het neerslagoverschot binnen het emissiegebied kan de concentratie worden geschat en via de GLOBIO dosis-responscurves voor stikstof en fosfor de aquatische MSA bepaald worden. Dit dient te worden gedaan voor de watertypen die door het betreffende landbouwgebied worden beïnvloed, bv sloten om weidegronden. Vervolgens kan de totale watervoetafdruk berekend worden in MSA.ha via: $(1 - MSA) * \text{waterareaal}$, of in MSA.m³ via $(1 - MSA) * \text{watervolume}$ in het betreffende gebied.

Onttrekking van water

Water dat door een bedrijf gebruikt wordt kan onttrokken worden uit open water of uit de bodem. In de regel zal dit voornamelijk impact hebben op de biodiversiteit van een naburig ecosysteem als het watergebruik de grondwaterstand beïnvloedt. De impact van zowel verdroging als vernatting op ecosystemen is echter nog niet opgenomen in de huidige GLOBIO3 methodologie. De impact van deze druktypen is echter net als bv bemesting al wel impliciet opgenomen bij de berekening van de landgebruiksimpact voor de verschillende landgebruiksklassen.

⁴ De 'threshold' (=drempelwaarde) kan afgeleid worden op basis van de helling van de lijn door bv een (subjectieve) minimale waarde voor de helling kiezen. Stel bv 0,001 Delta-MSA, dan is de 'threshold' concentratie (of 'threshold'-Cv) 0,001/hellingshoek. Deze komt dan rond de 0,0004 mg/l P en 0,003 mg/l N.

De impact op naburige ecosystemen wordt veroorzaakt door het onttrekken van water op specifieke (punt-) locaties door het bedrijfsleven is afhankelijk van de relatieve waterschaarste in de bronlocaties en suggesties voor de impactberekening van waterschaarste en vernatting zijn gegeven in de Tier 2 benadering.

Beïnvloeding stroming van water

Omdat de invloed van individuele bedrijven op de stroming van grotere waterlopen in Nederland gering is, is deze druk buiten deze analyse gehouden. De impact van een stroombeperking op kleine waterlopen zoals sloten, kan het beste worden meegenomen bij de impactbenadering van verdroging en vernatting voor aangelegen ecosystemen (indirect via beheer landgebruik).

Berekening van de totale impact op de biodiversiteit

De totale terrestrische biodiversiteits-voetafdruk van een product kan worden berekend door de individuele voetafdrukken per ketenonderdeel te sommeren.

Omdat de impact van gebruik van water en land op de biodiversiteit moeilijk te combineren zijn vanwege het verschil in dynamiek van de impact (land: locatiegebonden, water: dynamisch door stroming) en hiernaast door het verschil in oppervlak (vooral voor lijnvormige waterlopen) kan de impact van gebruik van water niet toegevoegd worden aan de land gerelateerde voetafdruk. Wanneer de impact van beide ecosysteem typen toch gesommeerd zou worden tot één totale voetafdruk zou de impact op aquatische ecosystemen sterk onderbelicht blijven. Hierdoor zal de watervoetafdruk apart berekend worden.

Voor de uiteindelijke berekening van het watervoetafdruk-oppervlak van een lozing in bijvoorbeeld een sloot of rivier, zijn aanvullende gegevens en modellen nodig om de benodigde retentie en verdunning van de emissie voor het totale beïnvloedde wateroppervlak uit te kunnen rekenen.

2.3.4 Tier 2

Voor een verdere verfijning met lokale en meer specifieke informatie en uitbreiding met meer drukfactoren van de Tier 1 aanpak zijn meer gedetailleerde en nieuwe dosis-respons relaties nodig. Hiervoor is dan nieuw en toegevoegd onderzoek nodig naar mogelijke dosis-repons relaties om de impact van die extra drukfactoren te kunnen bepalen. Voor de toepassing daarvan zullen dan vervolgens ook meer data en wellicht aanvullende aan biodiversiteit gerelateerde KPI's van de bedrijven nodig zijn.

Het voordeel van een gedetailleerdere aanpak is dat de bedrijven beter hun biodiversiteitsvriendelijke maatregelen kunnen aansturen doordat er één of meer aan biodiversiteit gerelateerde KPI's tot hun beschikking komen te staan. Omdat het doorrekenen van een Tier 2 aanpak buiten de scope valt van deze studie wordt hieronder volstaan met een korte beschrijving voor deze aanpak met suggesties voor aanvullende drukken en rekenwijzen.

Naast landgebruik, emissies en watergebruik, wordt aanbevolen om ook de drukfactoren **geluid, licht, infrastructuur** en **fragmentatie** mee te nemen in de Tier 2 benadering. In hoofdstuk 4.2.1 wordt per drukfactor een beschrijving gegeven hoe deze meegenomen en/of verfijnd kunnen worden.

2.3.5 Tier 3

Voor deze meest gedetailleerde aanpak dienen nieuwe dosis-respons relaties te worden vastgelegd voor alle relevante lokale drukfactoren die de bedrijfsvoering met zich mee brengt. Hiernaast wordt aanbevolen het model te integreren met een dynamische tijdscomponent. Hiervoor moeten additionele onderliggende modellen worden toegepast waarvoor locatie gerelateerde data nodig zijn.

Een combinatie van het ReCiPe en het GLOBIO3 model zou een voor de hand liggende optie zijn om meer drukken mee te kunnen nemen bij de berekening van de uiteindelijke biodiversiteits-voetafdruk voor een bedrijf. De 'soorten abundantie-' indicator van GLOBIO3 (Mean Species Abundance of Original Species', MSA) en de 'potentiële fractie van verdwenen soorten' (PDF, potentially disappeared fraction of species) zoals toegepast in ReCiPe liggen redelijk dicht bij elkaar. Aanvullend onderzoek is nodig in hoeverre beide methoden gebruikt zouden kunnen worden om elkaar te versterken.

2.4 ReCiPe biodiversiteitsimpact

Zoals hierboven al aangegeven kunnen met de GLOBIO3 benadering op Tier 1 niveau nog niet alle drukfactoren die mogelijk leiden tot een effect van bedrijven op biodiversiteit, worden meegenomen. Om toch een breder beeld te geven van de belangrijkste drukfactoren worden de analyses van de cases ook uitgevoerd met het ReCiPe model.

Voor het uitvoeren van vergelijkende beoordelingen op milieugebied wordt vaak gebruik gemaakt van methoden voor de levenscyclusanalyse van producten of diensten. Behalve de inventarisatie van alle ingrepen in het milieu zoals emissies, landgebruik en onttrekking van (eindige) grondstoffen (Life Cycle Inventory) maakt een LCA ook gebruik van impact assessment methodiek (Life Cycle Impact Assessment). Daarmee wordt de ecologische schade berekend door de emissie van een bepaalde stof naar een bepaald milieucompartment te vermenigvuldigen met de relevante karakterisatiefactor. Het product levert de ecologische schade die ReCiPe geeft in de eenheid "soorten-jaar" ("species-year").

De LCIA methodiek ReCiPe werd in 2008 gepubliceerd (Goedkoop e.a. 2008). Onlangs kwam een concept revisie tot stand onder de naam ReCiPe 2015. De karakterisatiefactoren van deze revisie worden hier toegepast. Voor verdere informatie wordt verwezen naar Appendix IV.

De toegevoegde waarde van ReCiPe t.o.v. GLOBIO3 is dat het snel inzicht geeft in het relatieve belang van het thema verdroging als gevolg van wateronttrekking.

3 CASE STUDIES

3.1 Inleiding en keuzes

Bij de vaststelling van de cases waarvoor de Tier 1 methodologie is toegepast is intensief met de twee koploperbedrijven DESSO en DSM samengewerkt. Niet alleen ten aanzien van de keuze voor de gebruikte methodologie maar ook voor de formulering van de onderzoekscases en het verkrijgen van bedrijfsgegevens die relevant zijn voor de bepaling van de druk op biodiversiteit per case. In afstemming met de bedrijven is binnen de cases waar mogelijk en gewenst ook gekeken naar de invloed van de activiteiten in de hele keten, van grondstofwinning tot afvalverwerking. Naast de twee bedrijven is ook onderzocht of de voetafdruk methode geschikt is voor een gehele sector. Hiertoe is gekozen om de voetafdruk te bepalen voor de huidige melkproductie van de Nederlandse melksector en voor een drietal verschillende beheersscenario's bij een gelijkblijvende melkproductie.

Een deel van de bedrijfsdata zijn aan de hand van zogenaamde Key Performance Indicators vastgelegd en gemonitord. Voor deze KPI's bij de voorbeeld-bedrijven is gekeken hoe deze zich verhouden tot de drukfactoren en of en hoe ze omgezet kunnen worden naar drukfactoren die binnen de GLOBIO benadering gebruikt kunnen worden.

Er is gekeken voor welke drukfactoren de bestaande GLOBIO methodiek toegepast kan worden. Voor de resterende drukken is gekeken of deze door het ReCiPe model worden gedekt en ten slotte is er naar aanvullende Tier 2 of Tier 3 methodologieën gezocht die kunnen worden gebruikt om de impact van drukken te berekenen die niet door GLOBIO of ReCiPe meegenomen worden.

De volgende drie cases zijn geanalyseerd:

DESSO tapijten

Vaststelling van de biodiversiteitsvoetafdruk voor het hele bedrijf inclusief de gehele productie van tapijten in het jaar 2012 en voor de situatie in het jaar 2020 waarbij de effecten van voorgestelde verduurzamingsmaatregelen uit DESSO's Cradle to Cradle Roadmap – Vision 2020 zo goed mogelijk zijn doorgerekend. Door de Tier 1 methode toe te passen voor zowel de nul-situatie als situatie met toepassing van een aantal biodiversiteitsvriendelijke maatregelen uit het Cradle to Cradle pakket, is het relatieve verschil in voetafdruk berekend

dat inzicht geeft in de effectiviteit van de door DESSO genomen maatregelen ten aanzien van de geselecteerde drukfactoren.

DSM

Vaststelling van de biodiversiteitsvoetafdruk voor de productie van een standaard hoeveelheid dextrose op basis van mais die in Amerika wordt geteeld. Op dit moment is het proces al de testfase gepasseerd en klaar om op grotere schaal toe te worden gepast. Vanwege concurrentiegevoelige aard van dit proces is besloten om de biodiversiteitsimpact niet voor de totale productie in het jaar 2014 te berekenen, maar per ton dextrose voor dat jaar.

Melksector

Vaststelling van de biodiversiteitsvoetafdruk voor de totale productie van melk in 2011 en voor twee alternatieve scenario's, waarbij een verschuiving van het beheer plaats vindt van regulier intensief beheer naar meer natuurvriendelijk beheer en biologisch beheer. De impactbepaling is bepaald aan de hand van de druktypen landgebruik, broeikasgassen en watergebruik. Deze zijn per keten onderdeel berekend zowel voor de nul-situatie in 2011 als voor de twee scenario's.

De volledige uitwerking van de cases inclusief Tier 1 impact berekeningen per drukfactor, gebruikte data en resultaten zijn opgenomen in aparte Annexen. De uitwerkingen van de twee koploperbedrijven cases zijn op verzoek te ver-

krijgen bij het platform BEE Natural Captains. De uitwerking van de Nederlandse melksector case is opgenomen in Annex III.

Handelingsopties om de impact op biodiversiteit te verkleinen zullen sterk verschillen voor verschillende product(groep)en en fases in de productieketen van bedrijven. Om zoveel mogelijk inzicht te geven is daarom, waar mogelijk op basis van de door de bedrijven geleverde informatie de impact van de drukfactor door een bedrijf of sector bepaald per productgroep, waarbij vier fases in de productketen onderscheiden worden:

- Vervaardiging en vervoer van grondstoffen en tussenfabricaten
- Het productie proces
- Opslag
- Afvalverwerking product

Vanwege de complexiteit is de gebruiksfase (inclusief transport naar gebruikers) van een product buiten beschouwing gelaten.

3.2 Uitkomsten en bevindingen van de drie cases

Resultaten DESSO

De grootste claim op land door DESSO wordt bepaald door de productie van wol en het is dan ook niet verwonderlijk dat dit de grootste impact heeft ten opzichte van het overig landgebruik dat relatief veel kleiner van omvang is. Toch is dit opmerkelijk omdat wol slechts een klein deel (2%) uitmaakt van de totale inkoop van grondstoffen. De impact ten gevolge van het stortareaal vo or afgedankte bedraagt 3% van de totale biodiversiteitsvoetafdruk (Figuur 3.1). In absolute termen bedraagt de totale

voetafdruk als gevolg van landgebruik 4020 MSA.ha.

De emissies in de grondstoffenketen (90%) leveren de belangrijkste bijdrage aan de biodiversiteitsimpact door klimaatverandering. De emissies uit de productie van wol (schapen) dragen 6% bij aan het totaal. Het productieproces zelf heeft een aandeel van slechts 9% in de totale emissies van broeikasgassen (Figuur 3.2). De totale voetafdruk gerelateerd aan emissies van broeikasgassen bedraagt 4941 MSA.ha.

De totale terrestrische voetafdruk van DESSO bestaat uit de voetafdruk voor landgebruik en die van de broeikasgasemissies en bedraagt 8960 MSA.ha.

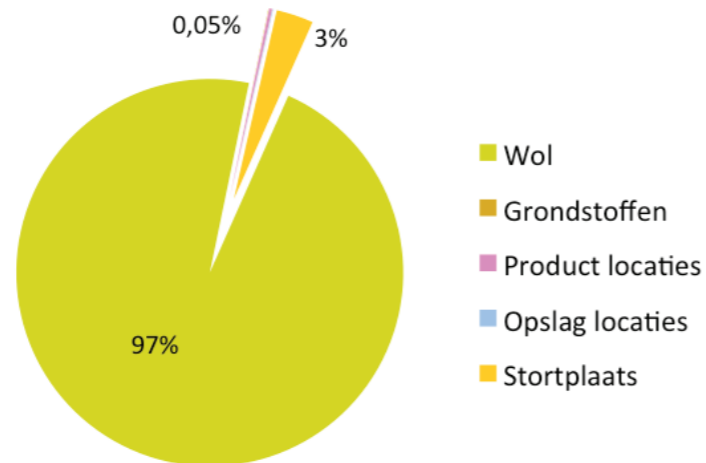
De watervoetafdruk van DESSO wordt bepaald door de lozing van afvalwater in de Steenbeek nabij de productielocatie in Dendermonde. De fosfor en stikstof emissie in dit afvalwater resulteert in een totale aquatische voetafdruk van 0,6 MSA.ha.

Naast de voetafdruk voor het jaar 2012 is ook de voetafdruk bepaald voor het jaar 2020

waarbij de impact van maatregelen zijn doorgevoerd die voorgesteld staan in het DESSO Cradle to Cradle rapport, zoals de verschuiving van de wolproductie uit Engeland naar een meer natuurvriendelijkere wolproductie in Noorwegen, het onttrekken van kalk uit het water waardoor er geen kalk meer hoeft te worden geïmporteerd uit Frankrijk en het recyclen van tegels waardoor er minder afval geproduceerd wordt. Voor de bepaling van de impact van het toekomstige landgebruik zijn drie varianten doorgerekend met ieder een verschillende aanname voor het benuttingspercentage voor het extensieve gebruik van het semi-natuurlijke grasland areaal in Noorwegen: Variant A: Benuttingspercentage 100%, variant B met een benuttingspercentage van 34% en variant C: met een benuttingspercentage van 10%. Een benuttingspercentage van 100% is echter erg onrealistisch omdat de schapen in werkelijkheid slechts een klein deel van de beschikbare biomassa benutten. Figuur 3.3. laat de terrestrische voetafdruk zien voor variant B en C.

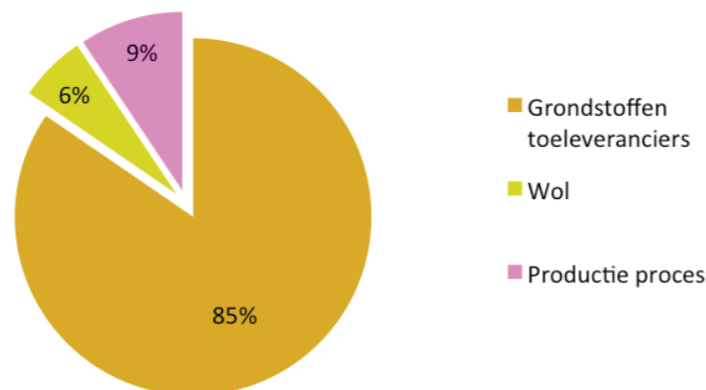
Uit figuur 3.3 blijkt dat het benuttingspercentage een belangrijk effect heeft op de voetafdruk. Aangezien de schapen in Noorwegen zeer extensief op de semi-natuurlijke graslan-

Voetafdruk Landgebruik: aandeel per landgebruikstype



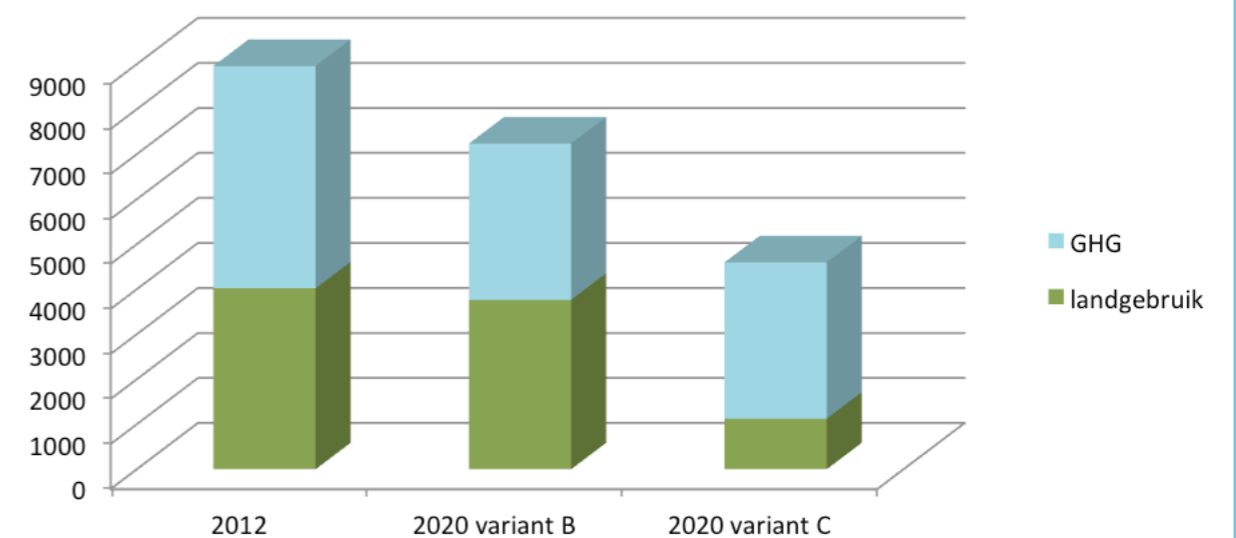
Figuur 3.1 Aandeel van verschillend landgebruik in de totale impact van landgebruik voor DESSO op biodiversiteit in 2012

Voetafdruk Broeikasgassen: aandeel per emissiebron



Figuur 3.2 Aandeel van verschillende emissiebronnen in de totale impact van de emissies van broeikasgassen voor DESSO op biodiversiteit in 2012

Terrestrische biodiversiteitsvoetafdruk DESSO m.b.t. Landgebruik en Broeikasgassen (in MSA.ha)



Figuur 3.3 Terrestrische voetafdruk voor basisjaar (2012) en twee varianten voor het jaar 2020

den kunnen grazen, wordt een lage benutting verwacht. De werkelijke benuttingsgraad van de semi-natuurlijke graslanden in Noorwegen is echter door gebrek aan gegevens hierover onbekend en zal in het veld gemeten moeten worden.

De impact van de broeikasgasemissies nemen in door de maatregelen met 30% af in 2020. Doordat de emissie onafhankelijk is van het bovengenoemde benuttingspercentage is deze gelijk voor alle varianten.

De aquatische voetafdruk neemt door de maatregelen af met 20% tot 0,48 ha in 2020.

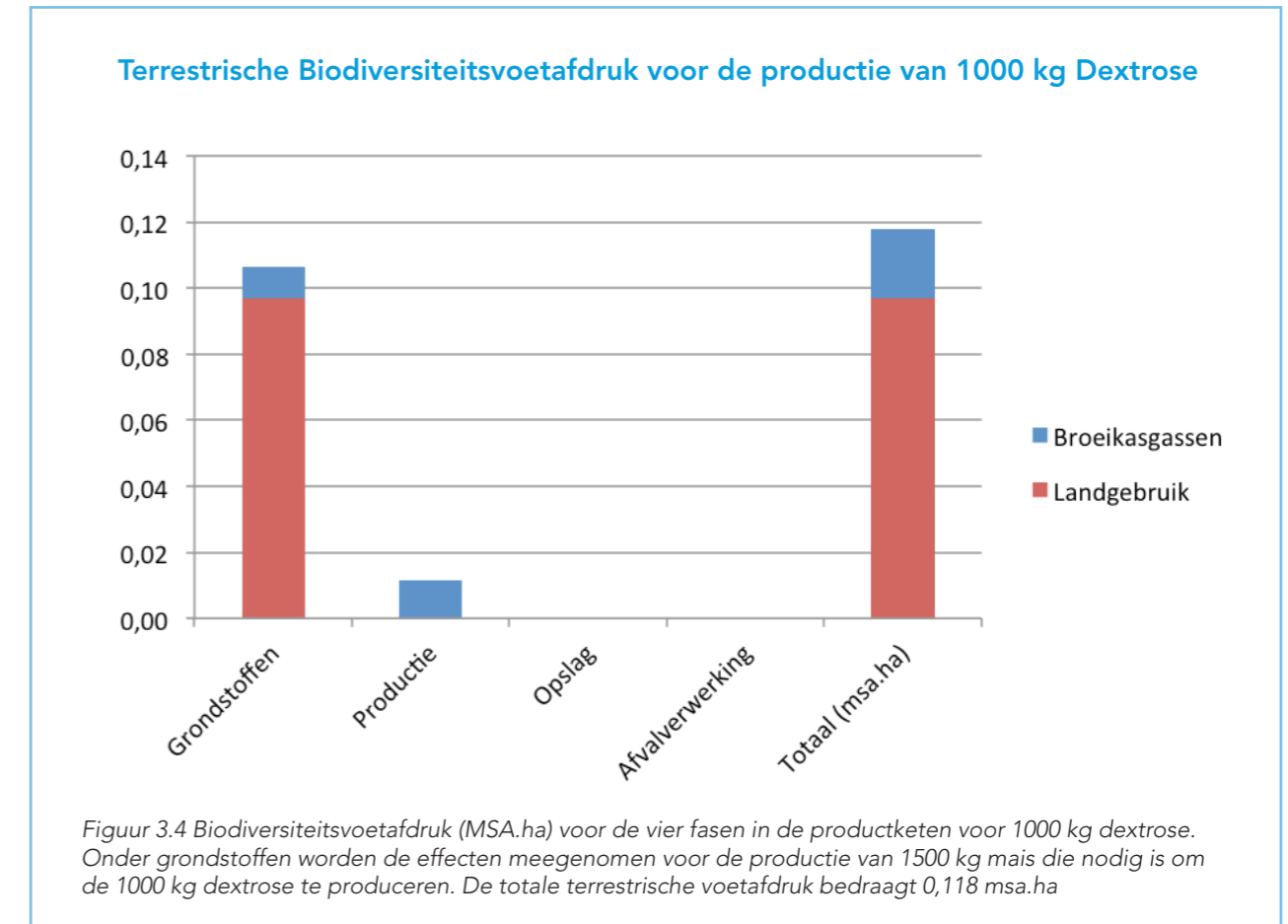
Bevindingen DESSO case

- Cradle to Cradle maatregelen hebben een groot effect in 2020.
- Verrassend: Landgebruik voor wol is een belangrijke drukfactor hoewel deze in eerste instantie als klein werd ingeschat gezien het geringe aandeel (2%) in de inkoop van grondstoffen.
- Door meervoudig gebruik van de grond waarop de schapen grazen (vlees en natuurbeheer) wordt de voetafdruk van wol aanzienlijk verkleind.
- Bij een extensief natuurvriendelijk beheer van weidegrond is een groter areaal weidegrond nodig voor een zelfde wolproductie dan voor een intensief beheerde weidegrond door een lagere veedichtheid. Hierdoor wordt het landoppervlak waar een effect op wordt uitgeoefend groter en de impact per eenheid landoppervlakte kleiner. In Noorwegen wordt een veel groter areaal semi-natuurlijke grasland gebruikt voor de productie van wol dan het benodigde areaal intensief beheerde grasland in Engeland voor dezelfde productie. Op basis van de beschikbare data blijkt dat het begraaide areaal 24 zo groot is. Omdat de benutting van de Noorse semi-natuurlijke graslanden in werkelijkheid ook lager is, is een verrekening nodig die nog niet in de huidige GLOBIO3 methode is opgenomen. De gesuggereerde benuttingsfractie, bijvoorbeeld via een bepaling van de werkelijke begraaide netto primaire productie, kan uitkomst bieden. Hiervoor zijn nog wel aanvullende begrazingsdata uit Noorwegen nodig.
- Overschakelen naar wol afkomstig uit semi-natuurlijke gebieden kan zowel een negatieve als een positieve impact op de voetafdruk hebben. Wanneer de schapen gebruikt worden om de semi-natuurlijke graslanden in Noorwegen open te houden, kan de impact positief uitvallen als aangetoond kan worden dat begrazing vereist is om dit zeer oude landschapstype in stand te houden. Voor zeer extensief begraaide semi-natuurlijke terreinen dient de fractie geconsumeerde biomassa te worden bepaald om de exacte voetafdruk te kunnen bepalen.
- Emissies van broeikasgassen die toegeschreven kunnen worden aan toeleveranciers bepalen het grootste deel van de klimaatimpacts. Emissies bij DESSO zelf zijn vooral gerelateerd aan het gebruik van aardgas. Het vervangen van aardgas door bijvoorbeeld windenergie levert een sterke afname in de emissies en daarmee de biodiversiteitsvoetafdruk als gevolg van die emissies bij DESSO zelf. Hierbij moet nog wel een correctie uitgevoerd worden voor de trade-off van het gebruik van windenergie naar additionele impact op land.
- De biodiversiteitswatervoetafdruk van DESSO neemt door de Cradle to Cradle maatregelen af met 20% ten opzichte van de nul-situatie. DESSO streeft echter een nog grotere afname door onder de huidige N en P concentratie te komen van de beek zelf.
- Watervoetafdruk moet niet bij de terrestrische voetafdruk worden opgeteld (stroming, klein oppervlak, extra dimensie: diepte).
- DESSO had graag gezien dat de impact van toxische emissies was meegenomen in de berekening. Hiervoor ontbreken echter de benodigde dosis-respons relaties.
- DESSO wil dat de methode vooral gebruikt wordt voor interne besluitvorming en niet zozeer als extern communicatiemiddel vanwege de huidige onnauwkeurigheid, vooral met betrekking tot de aannames voor de vaststelling van de voetafdruk van zeer extensieve begrazing.

Resultaten DSM

Vanwege de beschikbare data is de DSM case slechts beperkt tot de bepaling van de biodiversiteitsvoetafdruk voor de productie van 1000kg dextrose uit 1500kg mais. Net als voor de DESSO case wordt de grootste impact veroorzaakt voor de productie van grondstoffen. Figuur 3.4 laat de terrestrische voetafdruk per keten zien voor landgebruik en emissie van broeikasgassen.

De aquatische voetafdruk wordt veroorzaakt door de emissie van fosfor en stikstof naar water ten gevolge van bemesting van 0,161 hectare maisland in Amerika die wordt gebruikt voor de productie van 1500 kg mais. De aquatische voetafdruk bedraagt 25,5 m per 1000 kg dextrose.



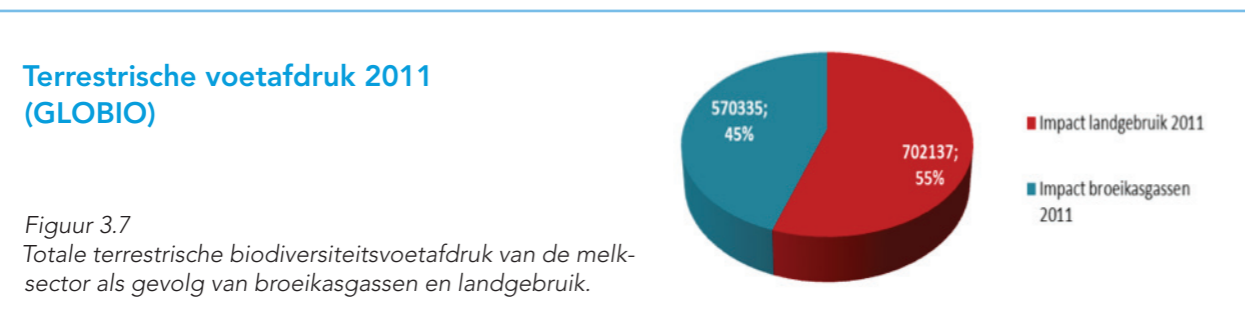
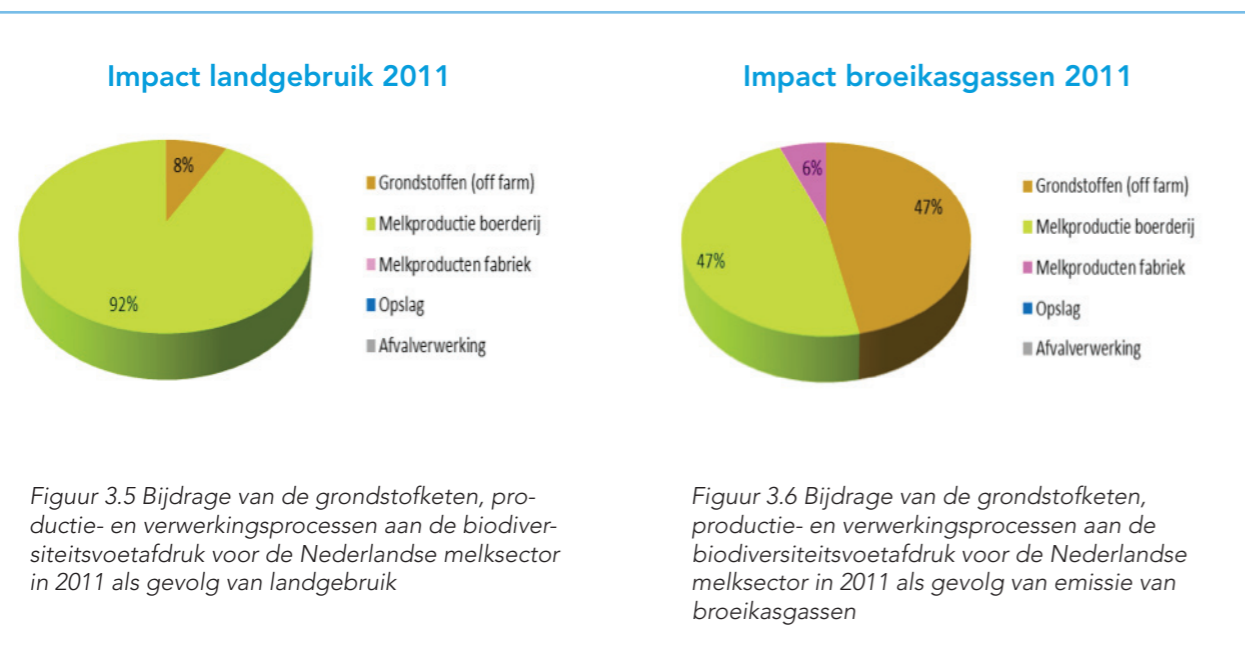
Bevindingen DSM case

- DSM is te groot en heeft een te gevarieerde portfolio om alle benodigde gegevens aan te kunnen leveren voor al haar producten. Daarom is gekozen voor het doorrekenen van een case waarbij dextrose uit mais wordt geproduceerd.
- Vanwege het gebrek aan informatie kan er geen uitspraak gedaan worden over het aandeel in bijvoorbeeld broeikasgasemissie of landgebruik van de functionele eenheid dextrose waarop de LCA gebaseerd is.
- De biodiversiteitsvoetafdruk voor de productie van 1000kg dextrose uit mais is met de beschikbare informatie relatief eenvoudig te bepalen aan de hand van de GLOBIO methodologie.
- Doordat er geen gegevens beschikbaar zijn voor het alternatief voor dit product kan de effectiviteit van dit product voor een eventuele vermindering van de voetafdruk niet bepaald worden.
- Er komt eventueel een vervolg om de impact van een bio-based alternatief product toch te kunnen bepalen.

Resultaten melksector

Binnen de melksector vormen landgebruik en broeikasgassen de belangrijkste bronnen voor de biodiversiteitsvoetafdruk. De weidegrond en het maisland van de Nederlandse melkveehouderijen zijn in 2011 voor 92% verantwoordelijk voor de landgebruik gerelateerde voetafdruk (2,7% hiervan is biologisch). De invoer van soja neemt de overige 8% voor haar rekening (Figuur 3.5).

De totale biodiversiteitsvoetafdruk als gevolg van broeikasgasemissies in de melksector bedroeg in 2011 570.343 MSA.ha. Hiervan komt 47% voor rekening van de grondstofketen, en nog eens 47% is het gevolg van de activiteiten rond melkproductie op de boerderij (Thomassen et al. 2008). 6% van de broeikasgas gerelateerde voetafdruk komt door emissies als gevolg van melkverwerking (Figuur 3.6).



De totale terrestrische biodiversiteitsvoetafdruk van melkproductie in Nederland in 2011 wordt voor 55% bepaald door landgebruik en voor 45% door de emissie van broeikasgassen (Figuur 3.7)

De aquatische voetafdruk van de melksector wordt bepaald door de N en P emissie naar water afkomstig van het grasland en maisvelden. Deze bedraagt in Nederland 37740 MSA.ha.

Naast de voetafdruk voor het jaar 2011 is ook de voetafdruk bepaald voor enkele verschillen-

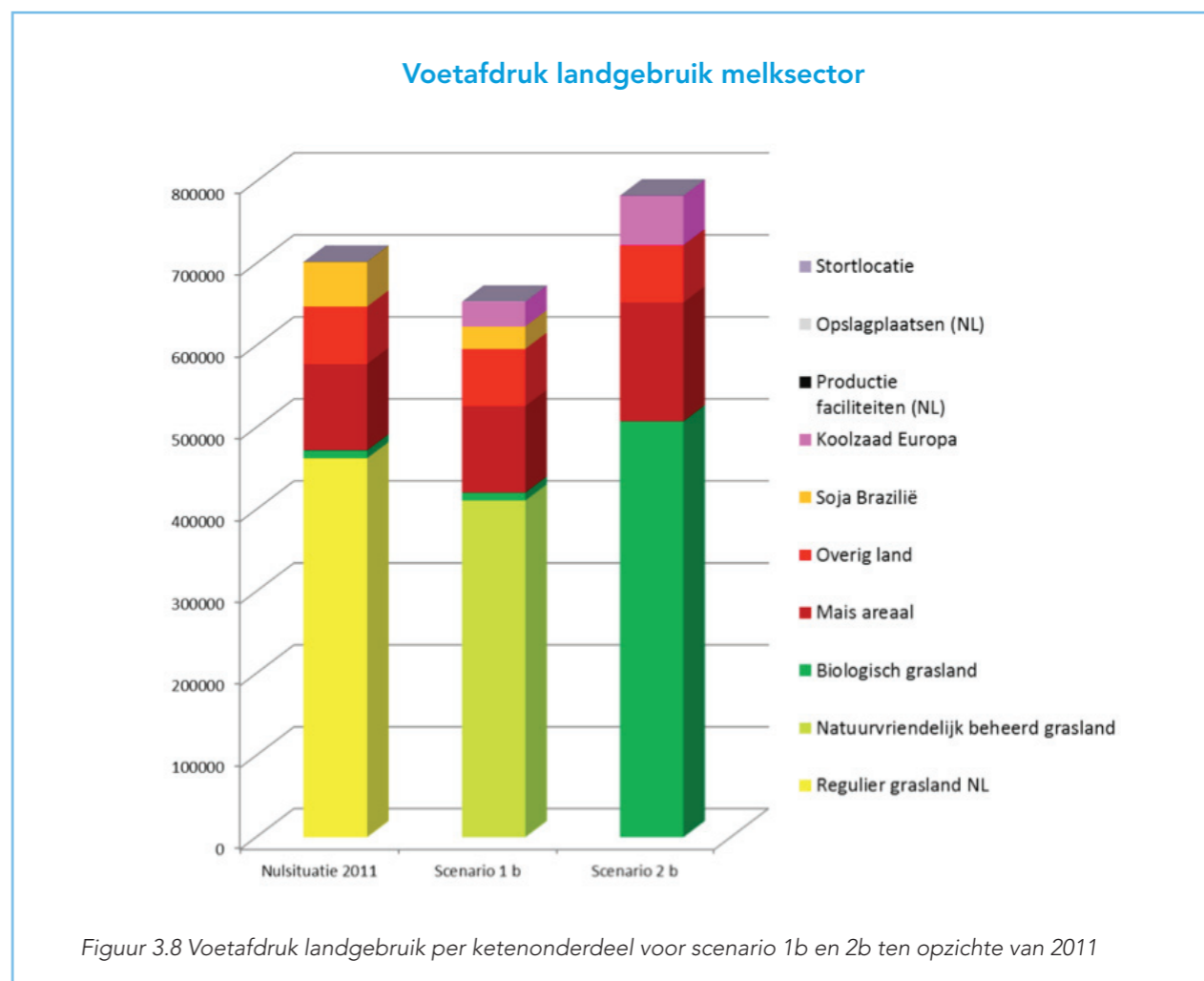
de scenario's. In scenario 1a en 1b neemt het grasland aandeel van de meer natuurvriendelijke melkveehouderijen toe tot respectievelijk 50% en 100% van het reguliere (niet biologische) grasland oppervlak, terwijl het oppervlak biologische melkveehouderijen niet toe neemt. Bij de toename van de meer natuurvriendelijke bedrijven is uitgegaan dat het sojagebruik halveert en gecompenseerd wordt met koolzaad waarvoor een 16% groter oppervlak nodig is vanwege het geringere eiwitgehalte (Vahl, 2009). Het meer natuurvriendelijke bedrijf verschilt ten opzichte van het reguliere bedrijf

ook door onder meer een lager gebruik van pesticiden op het grasland, gebruik van kruidmengsels, aanpassing van maai- en beregeningsbeleid, instandhouding van natuurlijke slootkanten, behoud en stimulering van houtwallen. Het biologische bedrijf maakt naast deze maatregelen echter geheel geen gebruik van kunstmest en pesticiden en gebruikt ook geen soja als aanvullende eiwitbron.

In scenario 2a en 2b neemt de biologische melkveehouderij toe tot respectievelijk 50% en 100% van het totale grasoppervlak in 2011. Bij een toename van het biologische areaal is uitgegaan dat er 38% meer land nodig is ten opzichte van het reguliere of natuurvriendelij-

kere bedrijf om vanwege de extensivering toch tot dezelfde productie te komen. Verder is uitgegaan dat de soja geheel wordt vervangen door koolzaad (Thomassen et al. 2008).

In figuur 3.8 is de voetafdruk door landgebruik uit 2011 vergeleken met de voetafdruk van scenario 1b en 2b. Hierbij is goed te zien dat scenario 1b met 100% meer natuurvriendelijke melkveehouderijen een verkleining van de voetafdruk laat zien (-7%), terwijl scenario 2b met 100% biologische melkveehouderijen juist een aanzienlijke vergroting laat zien van de aan landgebruik gebonden voetafdruk (+11%). De omschakeling van soja naar koolzaad heeft een vergrotend effect op de voetafdruk en de ver-



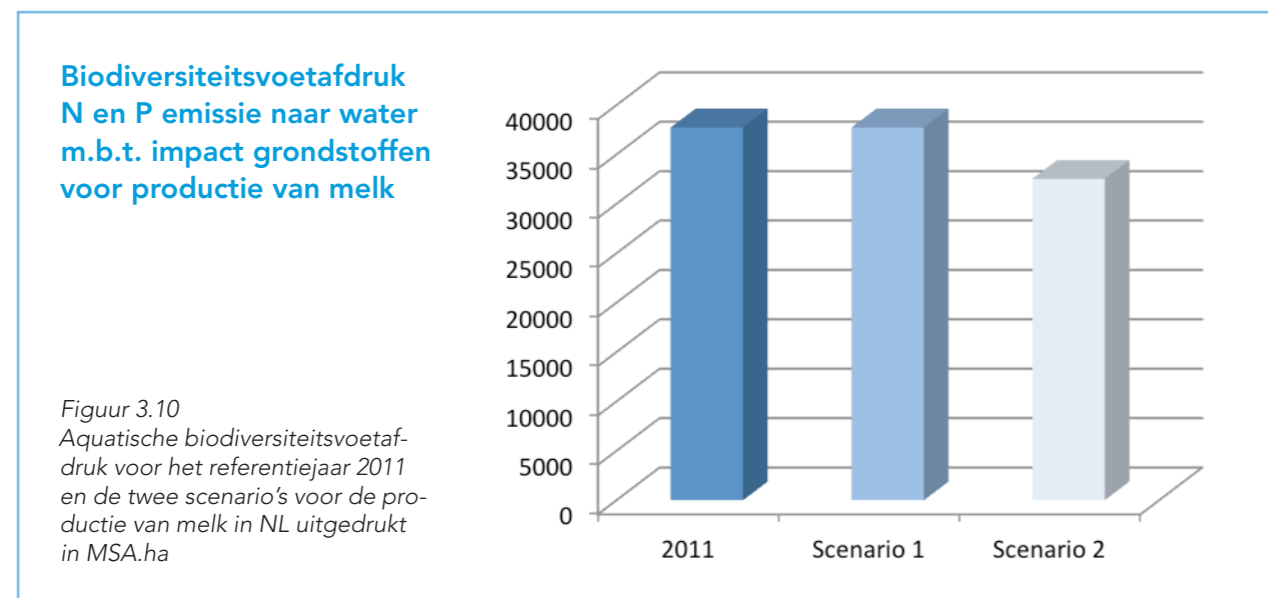
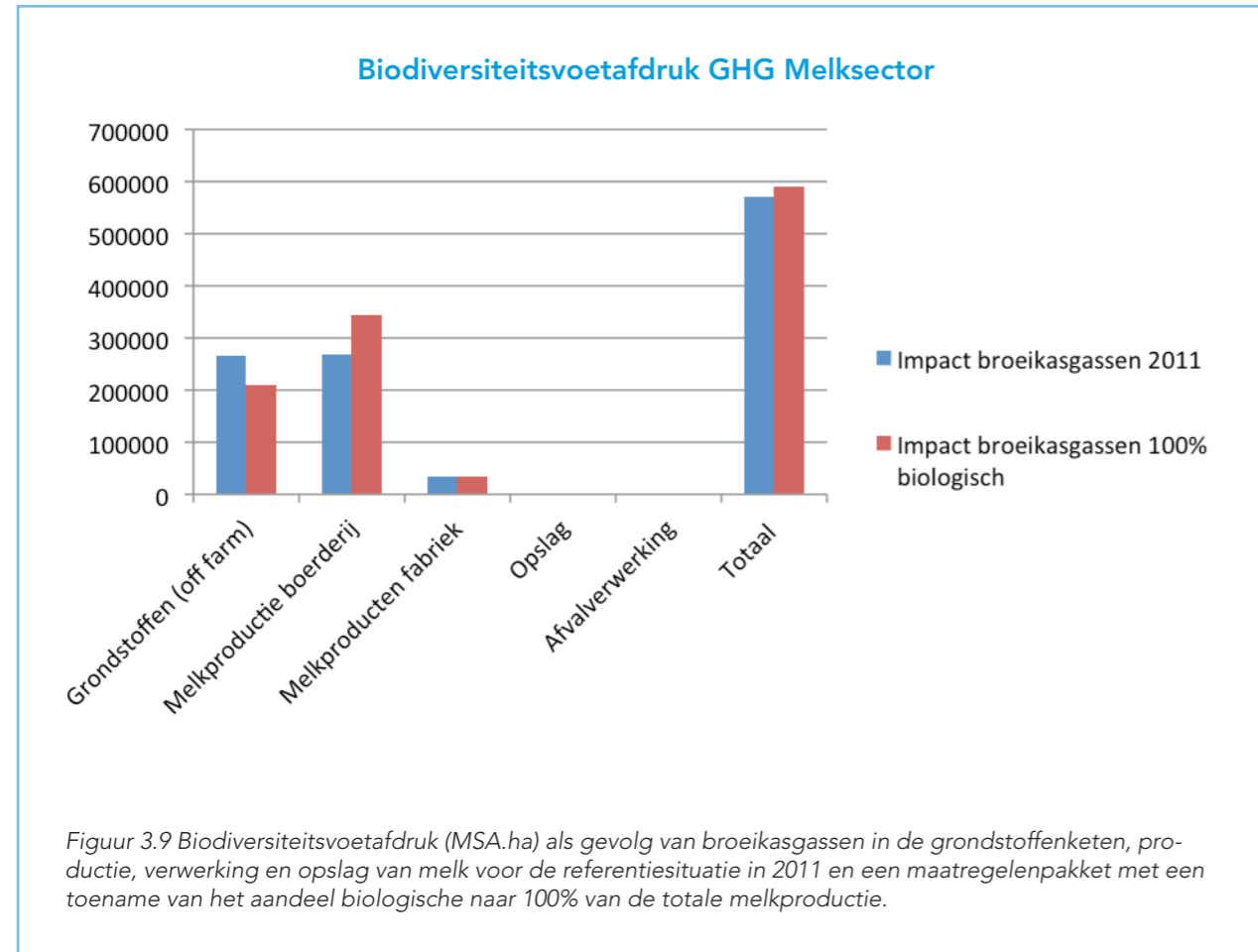
kleining van de voetafdruk door landgebruik in scenario 1b is dus geheel toe te schrijven aan de natuurvriendelijke maatregelen.

De impact van broeikasgassen voor de omvorming van reguliere naar meer natuurvrien-

delijke bedrijven (scenario 1b) neemt niet toe ten opzichte die van 2011. De emissie per liter melk is echter hoger bij de biologische melkproductie dan bij de conventionele productie. Door de omvorming van de reguliere naar een biologische productie (scenario 2b) neemt dus

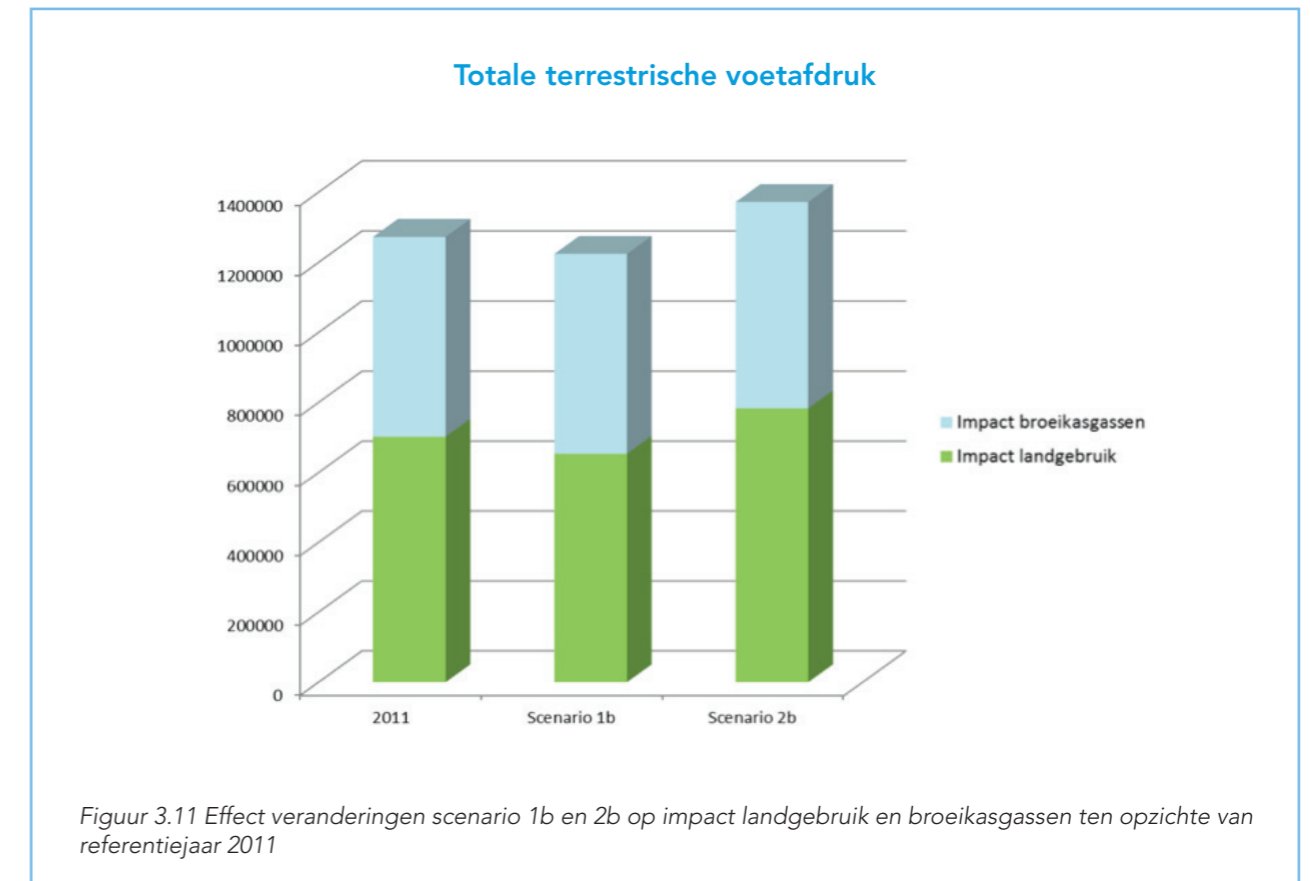
de totale emissie van broeikasgassen als gevolg van melkproductie licht toe en daardoor neemt ook de broeikasgas gerelateerde voetafdruk toe met 3%. In figuur 3.9 is de impact als gevolg van broeikasgassen weergegeven per keten onderdeel.

De aquatische voetafdruk voor de meer natuurvriendelijke bedrijven (scenario 1b) verandert niet omdat uitgegaan is van eenzelfde mestbeleid als voor het reguliere bedrijf in 2011. Binnen de biologische melkveehouderijen wordt echter minder bemest wat resulteert in een verkleining van de aquatische biodiversiteitsvoetafdruk met bijna 14% (Figuur 3.10).



De totale terrestrische voetafdruk neemt bij scenario 1b met 3,9% af ten opzichte van het referentiejaar 2011. In scenario 2b neemt deze

juist toe met 7,8%, en zelf met 13,8% ten opzichte van scenario 1b (Figuur 3.11).



Bevindingen melksector case

- Door het relatief grote landgebruiksareaal is de landgebruik drukfactor op voorhand al de belangrijkste drukfactor van de melksector die eenvoudig te bepalen is met behulp van de GLOBIO3 methodologie.
- Er zijn veel aannames nodig om de scenario's te bepalen.
- Voor de impact berekening van diffuse N en P emissie naar water binnen de melksector is een andere rekenmethode nodig dan die voor individuele puntlozingen wordt gebruikt. De impact van de totale emissie voor de melkproductie dient te worden gerelativeerd aan het wateroverschot in het betreffende gebied, regio of land.
- Overgang van regulier weidebeheer voor de melkveehouderijen naar een meer natuurvriendelijk beheer heeft een licht positieve impact op de voetafdruk (-3,9%). De stijging is te danken aan de toename van de biodiversiteit door de additionele biodiversiteitsvriendelijke maatregelen die genomen worden zoals gebruik van kruidenmengsels, aanpassing van maai- en beregeningsbeleid, instandhouding van natuurlijke slootkanten, behoud en stimulering van houtwallen en dergelijke.
- Overgang van regulier weidebeheer naar biologisch weidebeheer leidt tot een grotere voetafdruk (+7,8%). Deze is minder positief dan op voorhand verwacht vanwege een belangrijke trade-off: De lagere melkopbrengst per hectare leidt tot een groter benodigd areaal weide om de productie op peil te houden. Dat grotere benodigde areaal leidt vervolgens tot de grotere voetafdruk.
- Ook de vervanging van Soja door bijvoorbeeld koolzaad resulteert in groter benodigd landareaal in verband met de lagere eiwitopbrengst per hectare. Biodiversiteitswinst in Brazilië, verlies aan biodiversiteit in Europa of Nederland?

- Op basis van gepubliceerde LCAs van conventionele en biologische melkproductie blijkt dat de emissies van broeikasgassen per liter biologische melk hoger liggen dan bij conventionele melk (Thomassen et al. 2008; 1,5 kg CO₂ vs. 1,4 kg CO₂ per kg melk). De verschillen kunnen voornamelijk verklaard worden door verschil in efficiëntie van melkproductie. Hoewel de emissies als gevolg van productie van diervoer lager liggen, ligt in biologische productiesystemen de productiviteit over het algemeen een stuk lager, waardoor bijvoorbeeld de methaanemissie per liter geproduceerde melk veel hoger ligt bij biologische landbouw.
- Omdat de emissies van broeikasgassen direct één op één relateren aan de impact op biodiversiteit, ligt die impact per liter melk dus ook hoger bij de biologische landbouw dan de conventionele landbouw.
- Eventuele winst voor biodiversiteit in het geval RTRS gecertificeerde soja wordt gebruikt is hier nu niet meegenomen. Hier zijn ook nog geen bruikbare gegevens over.

3.3 Inhoudelijke conclusies uit de casestudies

Habitat veranderingen door een veranderd landgebruik zijn zeer dominant. Daardoor is de vaststelling van de intensiteit van het landgebruik van groot belang voor de bepaling van de voetafdruk. Bij extensivering van het landgebruik vindt een trade-off plaats. Het verlagen van de gebruikintensiteit verhoogt de biodiversiteit ter plaatse maar leidt tevens tot een verlaging van de productie waardoor meer land nodig is om een zelfde productie te realiseren. De trade-off is goed vast te stellen aan de hand van de GLOBIO3 methodologie voor landgebruiksvormen waarbij de impact van het landgebruik geheel toegewezen kan worden aan het gebruik. Een goed voorbeeld hiervan wordt gegeven in de doorgerekende melkveehouderij case waarbij een aanname is gemaakt dat een deel van de reguliere melkveehouderijen over gaat naar een biologisch beheer. Uitgaande van eenzelfde melkproductie stijgt de totale biodiversiteitsvoetafdruk met bijna 8% wanneer de reguliere melkveehouderijen geheel over zouden stappen naar een biologisch beheer.

Bij zeer extensief landgebruik is er geen directe relatie meer tussen een verdere afname van de gebruikintensiteit en de biodiversiteit waardoor de reguliere voetafdrukberekening voor dit type landgebruik niet zonder meer kan worden toegepast. Bij zeer extensieve begrazing zoals de begrazing door schapen in Noorwegen voor de wolproductie van DESSO wordt de impact uitgesmeerd over een groot areaal. De schapen eten niet de volledige

aangroeiende biomassa op, zoals wel het geval is op intensieve weidegrond in Nederland en Engeland, en verblijven bovendien maar voor relatief korte periodes op dezelfde plek. Door het grote areaal dat (mogelijk) begraasd wordt, zullen kleine verschillen in impact een groot overall effect laten zien. De onzekerheid in het vaststellen van de impact per hectare wordt dan sterk uitgevergd. Voor het bepalen van de MSA effecten van extensieve begrazing van natuurlijke graslanden en savannes wordt in Petz et al. (2014) een nieuwe rekenmethode gegeven op basis van het deel van de primaire biomassa productie die wordt weg gegraasd. Deze zou echter nog moeten worden getest voor de Noorse semi-natuurlijke graslanden.

Voorzichtigheid is geboden met het trekken van conclusies op basis van de uitkomsten over hele sectoren, bij voorbeeld ten aanzien van de vergroting van de voetafdruk door extensivering van de melkveehouderijen. De verbetering van de totale biodiversiteitsvoetafdruk door intensivering, bijvoorbeeld wanneer bestaande biologische boeren over zouden gaan naar een intensiever beheer met een hogere melkproductie, gaat gepaard met een achteruitgang van de biodiversiteit op de weidegronden zelf. De theoretische netto biodiversiteitswinst voor de sector wordt gehaald doordat er van uitgegaan wordt dat er op basis van eenzelfde totale melkproductie grond vrijkomt voor natuurbeheer, dat op haar beurt leidt tot een hoge biodiversiteitswaarde in deze nieuwe natuurgebieden. In de praktijk zal dit in echter momenteel in Nederland zeer waarschijnlijk niet het geval zijn en is de kans groot dat de grond in gebruik blijft voor melk-

productie. De recente afschaffing van het melkquotum heeft geleid tot een flinke vergroting van de melkproductie. Dat zou dan betekenen dat door intensivering de netto melkproductie in Nederland juist groter wordt terwijl de totale biodiversiteit daalt. Ondanks de trade-off die bij een overgang naar biologische melkveehouderijen plaats vindt kan het handhaven of verhogen van de lokale biodiversiteit een beleidsstreven zijn.

Uit de rekenresultaten van de cases blijkt dat ondanks de methodische verschillen tussen GLOBIO en ReCiPe, de uitkomsten van beide methoden redelijk in lijn zijn met elkaar.

3.4 Verdere inhoudelijke uitwerking voor Tier 2

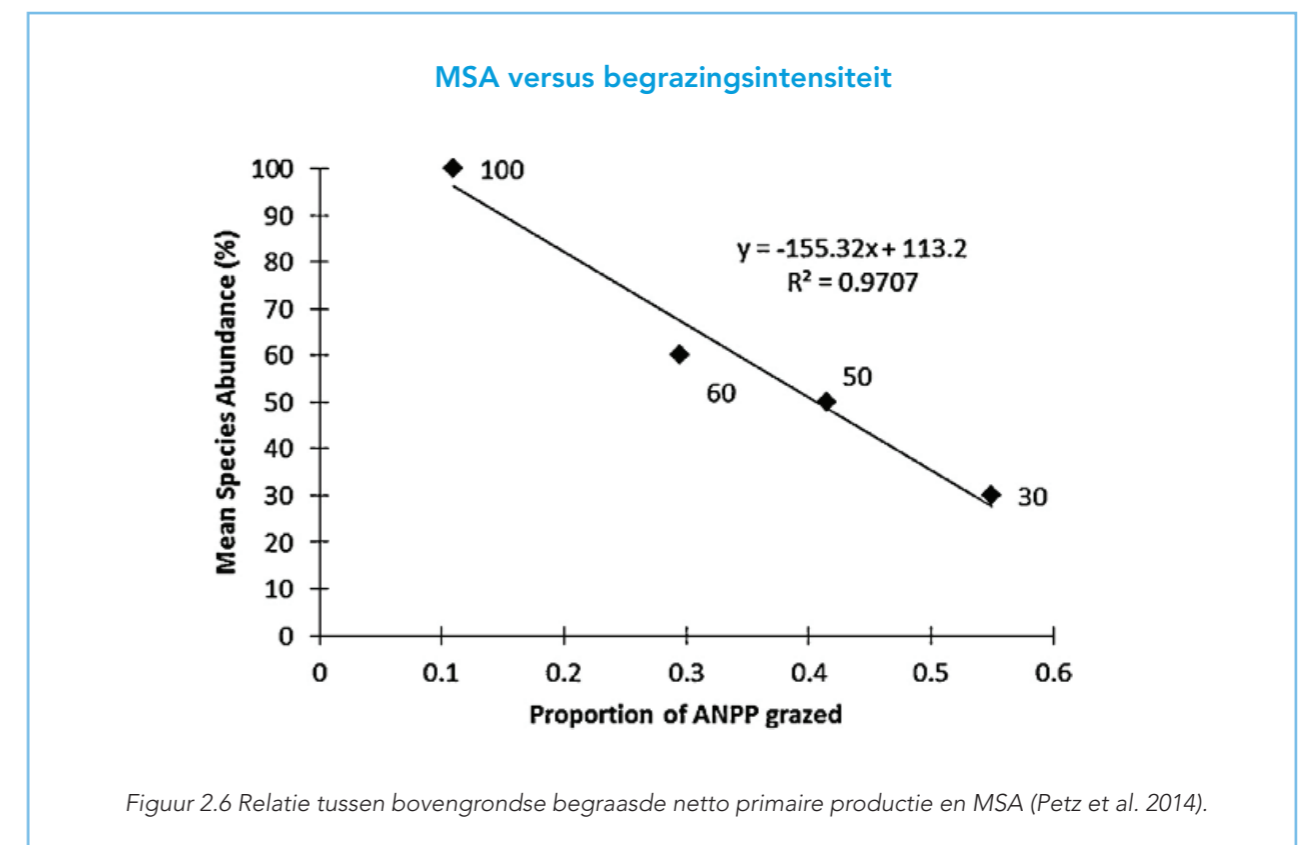
Op basis van de drie case studies zijn een aantal specifieke verbetermogelijkheden aan het licht gekomen waarvoor hieronder per drukfactor een korte beschrijving is gegeven.

Verfijning impactberekening landgebruik

De GLOBIO3 dosis-respons tabel voor landgebruik geeft voor een aantal discrete combinaties van landgebruik en intensiteit van dat gebruik de impact in termen van MSA. Voor

mondiale en regionale assessments werkt dit omdat lokale variatie ten opzichte van de gebruikte gemiddelde impacts uitmiddeld. Voor meer lokale inschattingen van de impact van landgebruik, zoals voor de analyse van de biodiversiteitsvoetafdruk van bedrijven, is meer differentiatie gewenst. Binnen de Tier 1 benadering kan de impact van een beperkt aantal beheersmaatregelen bepaald worden aan de hand van een interpolatie van de bestaande generieke GLOBIO3 MSA_landgebruikswaarden. Nauwkeurigere benaderingen van de MSA waarde zouden kunnen worden toegepast op basis van gemeten of beschikbare gegevens over bijvoorbeeld begrazingsintensiteit (zie bijvoorbeeld Petz et al. 2014), mestgift, pesticiden en irrigatie in combinatie met gerelateerde dosis-respons relaties zoals die momenteel gebruikt wordt in de door het PBL en Alterra ontwikkelde Natuurwaarde graadmeter en het Model for Nature Policy. Dit laatste model kent vooral toepassing op landelijke schaal maar de vuistregels en de dosis-respons benadering per soort kunnen een meerwaarde opleveren.

Voor weidegronden zijn onder andere de impact van de begrazingsintensiteit, mestgift, pesticiden, irrigatie, ontwatering en het uitvoeren van natuurbeheer of agrarisch natuur-



Figuur 2.6 Relatie tussen bovengrondse begraasde netto primaire productie en MSA (Petz et al. 2014).

beheer van belang. Hiernaast wordt gezocht naar aanvullende dosis-respons relaties voor bodemkwaliteit zodat dit aspect ook meegenomen kan worden bij de bepaling van de totale biodiversiteits-voetafdruk voor landgebruik. Daarnaast kan er ook gekeken worden naar een alternatieve referentie-situatie om de biodiversiteitswaarden aan te relateren. Zo kan naast een volledig natuurlijke referentie ook een referentie voor landbouwgebieden en andere door de mens beïnvloedde cultuur gerelateerde ecosystemen gehanteerd worden (bv. semi-natuurlijke graslanden, heide). Ook zou gebruik gemaakt kunnen worden van gegevens over de bestaande natuurwaarden op basis van actuele verspreiding van soorten.

De bepaling van de impact van zeer extensief begraasde semi-natuurlijke ecosystemen dient te worden verfijnd aan de hand van een methodologie die de benuttingsgraad van het land kan bepalen, analoog aan de aanpassing voor de economische allocatie van het landgebruik. Een correctie op basis van de gemeten verschillen in netto primaire productie of de geconsumeerde biomassa ten opzichte van de totale biomassa is slechts een eerste stap. Er moet uitgezocht wat de optimale begrazingsintensiteit is voor dergelijke ecosystemen, waardoor de werkelijke (positieve of negatieve) impact van een bepaalde begrazingsintensiteit bepaald kan worden. Een begin is gemaakt in Petz et al. (2014). Zie figuur 2.6 voor de gevonden relatie tussen bovengrondse begraasde netto primaire productie en MSA. Onderzocht moet worden of deze relatie ook gebruikt kan worden voor de semi-natuurlijke graslanden in Noorwegen.

Verfijning impactberekening stikstof emissies

Binnen GLOBIO3 wordt de regionale impact van stikstofdepositie op land bepaald aan de hand van gemeten stikstofwaarden en zogenaamde drempelwaarden van enkele ecosystemen (bv. bossen en graslanden). Zodra gemeten waarden in semi-natuurlijke gebieden de drempelwaarden overschrijden is er sprake van een negatief effect op de biodiversiteit. Deze berekening wordt echter uitgevoerd aan de hand van de totale hoeveelheid stikstofemissie in een gebied en is dus niet specifiek voor de

uitstoot van een bedrijf. Hiervoor zijn aanvullende specifieke regionale gegevens nodig waardoor deze aanpak binnen Tier 2 ligt. Er kan nog wel een aandeel in de totale belasting aangegeven worden, waarbij dus elk bedrijf gelijkwaardig wordt behandeld (in geval van niet-lineaire responsen boven de drempelwaarde).

De lokale impact van de depositie door een bedrijf zou echter heel specifiek berekend kunnen worden als er aanvullende gegevens gebruikt worden met betrekking tot de heersende windrichting rondom de uitstootlocatie en nabijgelegen natuurgebieden, en de relatieve bijdrage van deze emissie ten opzichte van de emissies van alle andere uitstoters in dat gebied.

De impact van fosfor en stikstof op de biodiversiteit van open water wordt berekend met behulp van de GLOBIO-aquatisch methode.

Overige emissies naar lucht

De impact van emissies van toxische stoffen kan nog niet bepaald worden met de GLOBIO3 methode omdat hiervoor nog geen dosis respons relaties beschikbaar zijn. Daarom is de impactbepaling van toxische stoffen niet in de Tier 1 aanpak opgenomen.

De impact van de overige toxische stoffen is misschien af te leiden van bestaande dosis respons relaties die in ReCiPe gebruikt worden. Dit hangt af of uit de data die voor deze relaties gebruikt zijn ook abundantiegegevens te extraheren zijn.

Onderzocht moet worden in hoeverre deze relaties te gebruiken zijn binnen de GLOBIO3 methodologie. Omdat er duizenden verschillende toxische stoffen zijn, wordt verwacht dat er slechts een beperkt aantal bij de berekening van de impact meegenomen kunnen worden.

Impactberekening gebruik van biobrandstoffen

Het gebruik van biobrandstoffen (en bioplastics) heeft zowel een effect op emissies van broeikasgassen en bijhorende opwarming, als een direct effect op biodiversiteit via landgebruiksverandering (Cherubini et al. 2011; Fargione et al. 2008; Ros et al. 2013; van Oorschot et al. 2010).

Gebruik van biomassa als energiebron wordt vaak beschouwd als klimaatneutraal omdat bij de productie van die biomassa CO₂ uit de atmosfeer wordt vastgelegd. Er is recent echter de nodige discussie over deze vermeende klimaatneutraliteit. Het klimaateffect van het gebruik van biomassa als energiebron hangt sterk af van het type biomassa (Cherubini et al. 2011; Holtmark 2013), hoe en waar de biomassa geteeld wordt (Fargione et al. 2008) en hoe het gebruikt wordt (bijvoorbeeld Ros et al. 2013). In sommige gevallen zal dit inderdaad leiden tot een kleinere broeikasgasemissie, of een kleiner opwarmend effect, per eenheid geproduceerde energie. Er zijn ook echter situaties, bijvoorbeeld als de effecten van landgebruiksverandering (bijv. van tropisch bos naar oliepalmlantage) worden meegenomen, waarbij het gebruik van biomassa leidt tot een initiële grotere emissie van broeikasgassen en groter opwarmend effect dat pas over langere tijdsperiodes wordt gecompenseerd. Bij het gebruik van biomassa bouwt zich dan een 'koolstofschuld' op. Dit zal via klimaatsverandering een indirect effect op biodiversiteit hebben. In een Tier 2 benadering kan voor de specifiek door een bedrijf gebruikte bio-energie, een correctie op de CO₂ emissies worden uitgevoerd op basis van informatie uit Cherubini et al. (2011). Hier worden voor gewassen met verschillende rotaties een zogenoemde GWP_{bio} bepaald. Deze geeft de relatieve mondiale opwarmingspotentialiteit ten opzicht van fossiele CO₂ emissies.

Daarnaast heeft de productie van de biomassa die als biobrandstof wordt gebruikt ook een direct effect op biodiversiteit door het beslag op land (van Oorschot, 2010). De effecten hiervan zijn vergelijkbaar met de impacts door landgebruik. In de Tier 2 benadering kunnen voor de specifiek door een bedrijf gebruikte biobrandstoffen de directe biodiversiteitseffecten van landgebruik worden bepaald. Hiervoor is informatie nodig over type biomassa en over de locatie/regio waar de biomassa wordt geproduceerd. Effecten van gebruik van reststromen kunnen worden toegekend op basis van de relatieve waarde van de reststroom t.o.v. de waarde van de primaire toepassing van de biomassa.

Verfijning impactberekening watergebruik

Impact uit diffuse bronnen

Voor de impactbepaling van N en P emissie uit een diffuse bron wordt alleen het areaal bepaald van de emissie bron zelf. In de Tier 2 benadering zou eventueel het oppervlak van de benedenstroomse stroomgebieden erbij betrokken kunnen worden om zodoende het totale areaal te berekenen waarbinnen de emissie nog impact heeft dat boven de threshold waarde uitkomt.

Verdroging

Binnen de door het PBL en Alterra ontwikkelde Meta Natuur Planner methode wordt de impact van de verandering van de grondwaterstand in natuurgebieden meegewogen bij de gewichtstoekenning van de impact van beheersmaatregelen op de MSA waarde van het betreffende natuurgebied (Pouwels et al. 2013, Bouwma et al. 2014). Binnen deze methode zijn dosis-respons relaties voorhanden voor de verandering van grondwaterstand in natuurgebieden voor verschillende geografische gebieden binnen Nederland, voor verschillende beheertypen en Gemiddelde Voorjaars Grondwaterstand niveaus. De periode waarin waterschaarste optreedt is van doorslaggevend betekenissen. Onderzocht kan worden in welke mate een bedrijf de grondwaterstand van een naburig natuurgebied beïnvloedt. Zodra dat bekend is kan de impact van wateronttrekking door een bedrijf op aangrenzende natuurgebieden bepaald worden.

Emissie van toxische stoffen naar water

Indien er dosis-respons relaties voor de impact van toxische stoffen in water op de waterbiodiversiteit beschikbaar zijn kunnen deze ook meegenomen worden in de voetafdruk berekening. In ReCiPe zijn voor een lijst chemische stoffen karakterisatiefactoren gemaakt om op zeer generiek niveau milieuschade in de compartimenten water en bodem als gevolg van emissie van toxische stoffen te kunnen schatten. Van een beperkt aantal stoffen zijn er voldoende data uit laboratoriumonderzoek om een zogenaamde PAF curve te construeren. PAF is Potentially Affected Fraction of species. Dat is een soort dosis-effect curve die misschien

gebruikt kan worden om de benodigde relaties in GLOBIO3 op te kunnen stellen.

Omdat er duizenden verschillende toxische stoffen zijn moeten de effecten van de verschillende stoffen eerst gestandaardiseerd worden. Dit kan eventueel op dezelfde manier als in de ReCiPe systematiek wordt gedaan, waarbij alle emissies worden omgerekend naar DCB-equivalenten (DCB is 1,4-dichloorbenzeen) of naar nikkel-equivalenten in geval het om metalen gaat. Er kan daarbij gekeken worden of de "lotgevallen factor", LF die voor een groot aantal toxische stoffen in ReCiPe beschikbaar is kan worden toegepast. Uit een LF kan een "expositie potentiaal" afgeleid worden die de basis is voor de berekening van ecologische schade in een bepaald milieucompartiment.

Impactberekening infrastructuur

Om de impact van infrastructuur dat door een individueel bedrijf of sector veroorzaakt wordt vast te kunnen stellen dient het relatieve gebruik van het wegennet bepaald te worden naast het impactgebied rondom de wegen dat binnen (semi-) natuurlijke gebieden valt. Een inschatting van het gebruiksdeel zou gemaakt kunnen worden via een berekening van het totaal aantal kilometers dat gereden wordt door bedrijf of sector gerelateerde wagens ten opzichte van het totaal aantal kilometers dat door overig vervoer wordt gebruikt. Hiermee kan het aandeel van een bedrijf bepaald worden aan het impactgebied rondom de betreffende wegen dat direct invloed uitoefent op naburige natuurgebieden. Een andere mogelijke benadering is om de economische activiteiten in een gebied in beeld brengen en vervolgens de effecten toedelen aan de verschillende sectoren.

Naast de directe invloed van wegen wordt binnen de impactberekening van infrastructuur in GLOBIO3 ook de indirecte impact berekend van de nabijheid van urbane en agrarische gebieden ten opzichte van natuurgebieden. Naast het areaal dat deze landgebruikstypen innemen hebben ze ook impact op hun directe omgeving. Het impactgebied rondom een bedrijf kan binnen GLOBIO3 vastgesteld worden, waarbij alleen dat deel meegenomen wordt dat binnen een natuurgebied valt.

Impactberekening fragmentatie

Om het fragmentatie impact deel van een bedrijf te kunnen berekenen dient een inventarisatie gemaakt te worden van de natuurgebieden die door bedrijfsactiviteiten, wegen en percelen worden gefragmenteerd. Zowel voor de lokale bedrijfsactiviteiten als de aanleverende grondstofketens. Dit zou bijvoorbeeld kunnen door de relatieve bijdrage van een bedrijf te berekenen aan de hand van het totale geschatte areaal van het landoppervlak dat uitsluitend in gebruik is voor het bedrijf (inclusief aandeel gebruik wegen). Met behulp van de GLOBIO3 methodologie kan eerst de totale regionale fragmentatie impact berekend worden van het totale gebied waarin land in gebruik is voor de vervaardiging van een product. Vervolgens dient een schatting gemaakt te worden van het land dat exclusief voor het bedrijf in gebruik is. Ten slotte kan dan het fragmentatie impact aandeel van het bedrijf berekend worden door de totale fragmentatie impact te vermenigvuldigen met de ratio tussen het totale regionale oppervlak en het exclusieve oppervlak. Hierbij is dan meer specifieke kennis nodig over de locatie van bedrijfsactiviteiten, inclusief de grondstofketens.

Impactberekening geluid en licht

De impact van geluid en licht worden niet apart meegenomen in de GLOBIO3 benadering, maar zitten wel indirect in de infrastructuur impact berekening. De dosis-respons relaties voor infrastructuur zijn immers berekend op basis van de totale impact van alle aanwezige drukken rond gebouwen en wegen. Dit betreft echter een gemiddelde impact voor alle bebouwing en wegen terwijl in werkelijkheid het ene bedrijf meer geluid en licht produceert dan een ander bedrijf. Om hieraan tegemoet te komen zou bepaald moeten worden in hoeverre een bedrijf afwijkt van de gemiddelde impact. Zowel geluid als licht maken onderdeel uit van milieutoetsen. Onderzocht dient te worden of er dosis-respons relaties zijn voor deze specifieke drukfactoren ten aanzien van hun impact op nabij gelegen natuurgebieden, maar ook voor de biodiversiteit op andere landgebruikstypen waarop een additionele druk wordt uitgeoefend.

4

CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

In dit hoofdstuk wordt de geschiktheid van de GLOBIO3 methodologie voor het bepalen van de biodiversiteitsvoetafdruk bij bedrijven geëvalueerd. Hiernaast worden in hoofdstuk 4.2 suggesties gegeven hoe de impact bepaling van de meegenomen drukken verder verfijnd zou kunnen worden, en een beschrijving gegeven hoe de impactbepaling van enkele nieuwe drukfactoren tot stand kan komen.

4.1 Evaluatie van toepassing van GLOBIO3 voor het bepalen van de voetafdruk van bedrijven

Voor de drukfactoren waarvan wordt verwacht dat ze de belangrijkste impact van bedrijven op biodiversiteit vertegenwoordigen, is het mogelijk gebleken voor de mondiale schaal ontwikkelde dosis-respons relaties uit de GLOBIO methodologie te gebruiken voor het bepalen van de biodiversiteitsvoetafdruk voor bedrijven. Het gaat daarbij om een voetafdruk op hoofdlijnen met landgebruik en broeikasgasemissies als belangrijkste drukfactoren voor terrestrische systemen en emissie van vermestende stoffen voor zoetwatersystemen. Door het inzichtelijk krijgen van de bijdrage van ver-

schillende (bedrijfs)processen en drukfactoren en de trade-offs daartussen hebben de resultaten voor DESSO en de melksector interessante nieuwe inzichten opgeleverd.

Doordat de impact op mariene biodiversiteit niet in de GLOBIO (of ReCiPe) methode wordt meegenomen worden maatregelen die leiden tot een verkleining van de mariene biodiversiteitsvoetafdruk in de huidige GLOBIO benadering niet beoordeeld. Een aanvullende methodiek om de mariene voetafdruk ook mee te kunnen nemen is vooral van belang voor maatregelen die leiden tot een geringer gebruik van fossiele brandstoffen omdat deze brandstoffen veelal op zee worden gewonnen.

Meerwaarde

- De msa.ha indicator geeft een goed beeld van de impact op de natuurlijke status van een gebied.
- De GLOBIO methodologie zelf is in principe eenvoudig en door gebruik van dosis respons relaties kan het door veel verschillende soorten bedrijven eenvoudig toegepast worden.
- De drie meegenomen drukfactoren nemen de kwantitatief belangrijkste impactfactoren mee van het Nederlandse bedrijfsleven.
- Landgebruik wordt niet altijd gerapporteerd door bedrijven, maar is relatief eenvoudig vast te stellen, en blijkt in tegenstelling tot de verwachtingen van de bedrijven vaak een belangrijke bijdrage aan de totale biodiversiteitsimpact te geven.
- Gerapporteerde broeikasgasemissie kan eenvoudig vertaald worden naar impact in termen van MSA.ha en gecombineerd worden met impact landgebruik.
- Verbeterd inzicht in het effect van alternatieve maatregelen doordat de voetafdruk van de nul-situatie vergeleken kan worden met de voetafdruk van een voorgenomen situatie. Eventuele trade-offs worden bij het gebruik van verschillende alternatieve scenario's inzichtelijk.
- De Tier 1 methodologie is een relatief eenvoudige eerste stap. Deze legt de basis voor een eventuele toekomstige verdere verfijning van de methodologie.
- Informatie die afkomstig is uit al beschikbare LCA studies kan gebruikt worden bij de berekening, waarbij als voordeel geldt dat die vaak al specifiek zijn toegesneden op het niveau van een product of bedrijf (PEF/OEF). De dosis-respons relaties en de MSA indicator kunnen daar een verdieping en integratie van geven.

Beperkingen

- De set van drukfactoren is niet helemaal compleet. Hoewel de impact veroorzaakt door de emissie van toxische stoffen klein wordt geacht, onder meer vanwege de strenge wetgeving in Nederland, kan het voor bedrijven die relatief veel emissies van toxische stoffen hebben wel van belang zijn om de impact van deze stoffen in de berekening mee te nemen. Een andere reden om emissie van toxische stoffen mee te nemen is in het geval dat deze tot stand komt in andere landen waar de wetgeving minder streng is. Om toxische emissie toch mee te kunnen nemen bij de bepaling van de biodiversiteitsvoetafdruk moeten echter wel nog dosis-respons relaties worden ontwikkeld.
- De beschikbaarheid van de benodigde inputgegevens van de bedrijven over de drukfactoren op biodiversiteit bleek soms beperkt. De inventaristabel met de input en output voor de Dextrose uit mais LCA van DSM is in de drie cases de eenvoudigste input gebleken om de biodiversiteitsimpactberekeningen mee uit te voeren. Om een goede impactmeting te kunnen uitvoeren is volledige informatie voor de verschillende drukfactoren nodig. In het geval van landgebruik, moeten die in de meeste gevallen wel nog gedownscaled worden naar meer specifieke effecten in de betrokken systemen.
- De huidige bedrijfs KPI's blijken niet altijd goed aan te sluiten op de benodigde informatie over doses (emissies, landgebruik, etc.) die nodig zijn om de drukfactoren en daarmee gepaard gaande impact op biodiversiteit door te rekenen.
- Effecten en aannamen voor alternatieven en toekomstige situaties van een bedrijf zijn niet altijd inzichtelijk en blijken niet gemakkelijk door bedrijven gegeven te kunnen worden. Voor processen waar geen inzicht in de mogelijke veranderingen gegeven kan worden kan daarom het beste aangenomen worden dat drukfactoren gelijk blijven.
- Het is belangrijk om een goede afbakening te hebben van wat er wel en niet wordt meegenomen.
- De toepassing van een semi-natuurlijk referentie wijkt af van de het gebruik van geheel natuurlijke referentiesystemen waar normaal gesproken van uit wordt gegaan in de GLOBIO methodologie. Er is behoefte aan een aanvulling met indicator waarden voor agrarisch natuurbeheer en gebruik van cultuur landschappen.
- In situaties met specifiek lokale karakteristieken is het toepassen van generieke dosis-respons relaties niet bevredigend. Dan is maatwerk nodig, met meer lokaal verkregen informatie. Bij de bepaling van de voetafdruk voor extensief gebruik van semi-natuurlijk land door begrazing is bijvoorbeeld zowel een economische allocatie correctie als begrazingsintensiteit correctie nodig.
- De voetafdruk watergebruik kan niet bij voetafdruk voor landgebruik opgeteld worden waardoor de terrestrische voetafdruk bepaald wordt door impact van landgebruik en broeikasgas emissies.

4.2 Hoe verder

De Tier 1 aanpak is een eerste opzet die bedrijven kunnen gebruiken om hun bestaande en toekomstige biodiversiteitsvoetafdruk in hoofdlijnen te kunnen bepalen en waarmee de effectiviteit van biodiversiteitsvriendelijke maatregelen getoetst kan worden. Voor een verdere verfijning van de methodiek zijn een aantal suggesties gegeven waarvoor aanvullend onderzoek nodig is:

- Een analyse op bedrijfsniveau is arbeidsintensief en vergt data die lang niet altijd beschikbaar zijn.
- Een dergelijke verdieping is voor het bedrijfsleven wel zeer relevant en zou het beste kunnen worden opgepakt op sector niveau, met gerichte ondersteuning vanuit het onderzoek (bijvoorbeeld door PBL en andere

onderzoeksinstituten). Ondersteuning vanuit de overheid door gerichte inzet van onderzoekcapaciteit ligt daarbij voor de hand.

- Een analyse op productniveau is relatief eenvoudig uit te voeren. Daarbij kan worden aangesloten op de beschikbare data die bedrijven vaak al hebben in het kader van de door hen uitgevoerde Life Cycle Assessments (LCA's) en Environmental Product Declarations (EPD's).
- In de communicatie naar bedrijven dient de nadruk te liggen op het verzamelen van data over zowel broeikasgasemissies, als over het directe en indirecte landgebruik.
- Hierbij kan worden aangesloten op de door Platform BEE al ontwikkelde tools (Quick scan, Natcap, zie website: <http://naturalcapitalquickscan.com/>)
- Een aantal aanvullende pilots met producten van Natural Captains om ook de Quick scan tool meer body te geven verdient aanbeveling.

Vanuit het bedrijfsleven heeft DESSO aangegeven een interne discussie te willen voeren over wol. De modelresultaten worden gebruikt als eye-opener. Om de methode beschikbaar te maken voor direct gebruik door bedrijven zou een stappenplan gemaakt kunnen worden dat de te volgen aanpak aangeeft. Daarbij zou een quick-scan tool ondersteuning kunnen bieden om de belangrijkste impacts snel inzichtelijk te maken. De basis voor een dergelijk tool zou gebaseerd kunnen worden rond informatie die al in LCA inventarisatietabellen gegeven moet worden. Voor gebruik van grondstoffen of producten die door de bedrijven niet verder in LCA's worden uitgezocht zouden hierin dan een aantal standaard effecten kunnen worden opgenomen (bijvoorbeeld per kg Soja, een MSA landgebruik effect, en MSA klimaateffect). Wetenschappelijke ontwikkelingen (over Tier 2 kwesties) moeten goed aansluiten op mogelijkheden en standaard data beschikbaarheid van bedrijven om data te leveren.

Aanvullend onderzoek, tijdsbestek

In een eventueel vervolgtraject kunnen het aantal drukken dat mee wordt genomen in de berekening verhoogd worden en effecten van de drukfactoren verder uitgewerkt worden. Voor de verdere verfijning binnen de Tier 2 (zie hoofdstuk 3.4) en Tier 3 aanpak zijn aanvullende analyses nodig die het mogelijk maken dat er specifiek op de data van een bedrijf ingezoomd kan worden waardoor een completer beeld ontstaat en een gedetailleerdere beleidsaansturing via KPI's mogelijk is.

Doordat er in deze pilot slechts een zeer beperkt aantal cases zijn getest zouden enkele additionele cases met producten van Natural Captains tot een betere toetsing van de algemene toepasbaarheid van de methodiek kunnen leiden en daarmee ook het draagvlak onder bedrijven kunnen vergroten. Naast nieuwe bedrijfscases zou de voetafdruk ook voor andere sectoren kunnen worden toegepast.

Aanvullend onderzoek naar het gebruik van half-natuurlijke referentiesystemen biedt een mogelijkheid om de specifieke voetafdruk op cultuurlandschappen te bepalen.

Een ander interessant aspect van de methodologie is de mogelijkheid om de impact van bio-fuels en bio-based producten te bepalen en zo in kaart te brengen wat de werkelijke effectiviteit van deze producten is ten opzichte van brandstoffen en producten uit non-biobased processen. DSM heeft interesse getoond om in aanvulling op de dextrose case een bio-based case uit te werken van een product en deze te vergelijken met de non bio-based variant van hetzelfde product. Deze procedure maakt het mogelijk om de trade-off en meerwaarde van de alternatieve productie wijze te bepalen.

REFERENTIES

Alkemade, J. R. M., M. van Oorschot, L. Miles, C. Nellemann, M. Bakkenes en B. ten Brink. (2009). GLOBIO3: A framework to investigate options for reducing global terrestrial biodiversity loss. *Ecosystems* 12:374-390.

Alkemade, R., M. Bakkenes en B. Eickhout. (2011). Towards a general relationship between climate change and biodiversity: an example for plant species in Europe. *Regional Environmental Change* 11 (Suppl. 1):S143-S150.

Alkemade, R., R.S. Reid, M. van den Berg, J. de Leeuw en M. Jeuken. (2013). Assessing the impacts of livestock production on biodiversity in rangeland ecosystems. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110:20900-20905.

Arets, E.J.M.M., C. Verwer en R. Alkemade. (2014). Meta-analysis of the effect of global warming on local species richness WOt paper 34. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, Wageningen UR, Wageningen, Nederland.

Benítez-López, A., R. Alkemade en P. A. Verweij. (2010). The impacts of roads and other infrastructure on mammal and bird populations: A meta-analysis. *Biological Conservation* 143:1307-1316.

Bergsma, G., I. Odegard, S. de Bie, M. Head en H. Croezen. (2014). De impact op biodiversiteit van Nederlandse sectoren. Benchmark Biodiversiteit. CE rapport, CE Delft, Delft, Nederland.

Bobbink, R., K. Hicks, J. Galloway, T. Spranger, R. Alkemade, M. Ashmore, M. Bustamante, S. Cinderby, E. Davidson, F. Dentener, B. Emmett, J. W. Erisman, M. Fenn, F. Gilliam, A. Nordin, L. Pardo en W. De Vries. (2010). Global assessment of nitrogen deposition effects on terrestrial plant diversity: a synthesis. *Ecological Applications* 20:30-59.

Bouwma, I. M., M. E. Sanders, G. A. J. M. Jagers Op Akkerhuis, O. M. Knol, J. Verboom, B. de Wit, J. Wiertz en A. van Hinsberg. (2014). Biodiversiteit bekeken: hoe evalueert en verkent het PBL het natuurbeleid? Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag, Nederland.

Broekema, R. en G. Kramer. (2014). LCA of Dutch semi-skimmed milk and semi-mature cheese. Blonk Consultants, Gouda, Nederland.

Cherubini, F., G. P. Peters, T. Berntsen, A. H. Strømman en E. Hertwich. (2011). CO₂ emissions from biomass combustion for bioenergy: atmospheric decay and contribution to global warming. *GCB Bioenergy* 3:413-426.

Daelmans R. (2013). Cradle to Cradle Roadmap. Vision 2020. Internal Report DESSO.

De Bie, S. en B. van Dessel. (2012). Concept No Net Loss plan DESSO. Internal report DESSO.

De Bie, S. (2013). Getting to No Net Loss. Exploring options for No Net Loss of Biodiversity in Royal FrieslandCampina. Conservation Consultancy Steven de Bie, Klarenbeek, Nederland.

De Vos, W. (2014). Evaluatie van de impact van de lozing van behandeld afvalwater op het oppervlaktewater. EPAS, Intern rapport DESSO.

Elferink, E. (2012). Carbon footprint of milk – the carbon footprint of dairy production by Royal FrieslandCampina in 2009, 2010 and 2011. Update 2011. CLM Onderzoek en Advies, Culemborg, Nederland.

Fargione, J., J. Hill, D. Tilman, S. Polasky en P. Hawthorne. (2008). Land Clearing and the Biofuel Carbon Debt. *Science* 319:1235-1238.

Groenendijk, P., L. V. Renaud, O. F. Schoumans, H. H. Luesink, T. J. de Koeijer en G. Kruseman. (2012). MAMBO- en STONE-resultaten van rekenvarianten : evaluatie Meststoffenwet 2012: eindrapport ex-ante. Alterra-rapport 2317. Alterra Wageningen UR, Wageningen, Nederland. <http://edepot.wur.nl/212623>.

Hanafiah, M.M., A.J. Hendriks en M.A.J. Huijbregts. (2012). Comparing the ecological footprint with the biodiversity footprint of products. *Journal of Cleaner Production* 37:107-114.

Harrison, P. A., P. M. Berry, G. Simpson, J. R. Haslett, M. Blicharska, M. Bucur, R. Dunford, B. Egoh, M. Garcia-Llorente, N. Geamăna, W. Geertsema, E. Lommelen, L. Meiresonne en F. Turkelboom. (2014). Linkages between biodiversity attributes and ecosystem services: A systematic review. *Ecosystem Services* 9:191-203.

Hoekstra, N., P. Kruiver, A. Marsman en M. Bakker. (2010). Minder zorgen om stortplaatsen: naar een risicobeoordeling van gesloten stortplaatsen. Deltares, Utrecht, Nederland.

Holtmark, B. (2013). Boreal forest management and its effect on atmospheric CO₂. *Ecological Modelling* 248:130-134.

Hopstaken, C. F., M. van der Maesen, F. A. van der Zee, J. M. de Jong en E. Dijkgraaf. (2010). De toekomst van de stortsector: op weg naar 2030. Scenarioverkenning, probleemanalyse en oplossingsrichtingen. SEOR, Erasmus Universiteit Rotterdam en FFact, Rotterdam/Delft, Nederland.

Janse, J. H., J. J. Kuiper, M. J. Weijters, E. P. Westerbeek, M. H. J. L. Jeuken, M. Bakkenes, R. Alkemade, W. M. Mooij en J. T. A. Verhoeven. (2015). GLOBIO-Aquatic, a global model of human impact on the biodiversity of inland aquatic ecosystems. *Environmental Science & Policy* 48:99-114.

Kok, M. en J. M. R. Alkemade. (2014). How sectors can contribute to sustainable use and conservation of biodiversity. CDB Technical Series No 79 / PBL report number 01448. Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag, Nederland.

KPMG. (2012). TEEB voor het Nederlandse bedrijfsleven. The Economics of Ecosystems and Biodiversity. KPMG.

Land & Co. (2011). Biologisch Ondernemen. Een speciale uitgave van de projecten Biologisch Ondernemen Noord-Holland en Flevoland, in samenwerking met de Stimulering Omschakeling Biologische Landbouw in Drenthe en de ZLTO. blz 19 thema bedrijfseconomie.

Myhre, G., D. Shindell, F.-M. Bréon, W. Collins, J. Fuglestedt, J. Huang, D. Koch, J.-F. Lamarque, D. Lee, B. Mendoza, T. Nakajima, A. Robock, G. Stephens, T. Takemura and H. Zhang. (2013). Anthropogenic and Natural Radiative Forcing. Pages 659–740 in T. F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex, and P. M. Midgley, editors. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Petz, K., R. Alkemade, M. Bakkenes, C. J. E. Schulp, M. van der Velde en R. Leemans. (2014). Mapping and modelling trade-offs and synergies between grazing intensity and ecosystem services in rangelands using global-scale datasets and models. *Global Environmental Change* 29:223-234.

Pouwels, R., M. v. Eupen en H. Kuipers. (2013). MetaNatuurplanner v2.0. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur en Milieu, Wageningen UR, Wageningen, Nederland.

Ros, J. P. M., J. G. van Minnen en E.J.M.M. Arets. (2013). Climate effects of wood used for bioenergy. PBL Publication number: 1182, Alterra Report: 2455. Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag/Bilthoven, Nederland.

ten Brink, B., J. R. M. Alkemade, M. Bakkenes, J. Clement, B. Eickhout, L. Fish, M. de Heer, T. Kram, T. Manders, H. van Meijl, L. Miles, C. Nellemann, I. Lysenko, M. van Oorschot, F. Smout, A. Tabeau, D. van Vuuren en H. Westhoek. (2007). Cross-roads of Life on Earth: Exploring means to meet the 2010 Biodiversity Target. CBD Technical Series No. 31. Secretariat of the Convention on Biological Diversity en Planbureau voor de Leefomgeving en Bilthoven, Nederlands.

ten Brink, B., S. van der Esch, T. Kram en M. van Oorschot. (2010). Rethinking Global Biodiversity Strategies: Exploring structural changes in production and consumption to reduce biodiversity loss. Planbureau voor de Leefomgeving, Bilthoven, Nederland. http://www.pbl.nl/en/publications/2010/Rethinking_Global_Biodiversity_Strategies.html.

Thomassen, M. A., K. J. v. Calker, M. C. J. Smits, G. Iepema en I. J. M. d. Boer. (2008). Life cycle assessment of conventional and organic milk production in the Netherlands. *Agricultural Systems* 96:95-107.

van Oorschot, M., M. Kok, J. Brons, S. van der Esch, J. Janse, T. Rood, E. Vixseboxse, H. Wilting en W. Vermeulen. (2013). Verduurzaming van internationale handelsketens. PBL Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag, Nederland.

van Oorschot, M., T. Rood, E. Vixseboxse, H. Wilting en S. van der Esch. (2012). De voetafdruk van Nederland: hoe groot en hoe diep? Planbureau voor de Leefomgeving, Bilthoven, Nederland.

van Oorschot, M., J. Ros en J. Notenboom. (2010). Evaluation of the indirect effects of bio-fuel production on biodiversity: assessment across spatial and temporal scales. PBL publicatie 500143007. Planbureau voor de Leefomgeving, Bilthoven, Nederland.

Vahl, H (2009) Alternatieven voor Zuid-Amerikaanse soja in veevoer. Studie is in opdracht van de Stichting Natuur en Milieu door Vahl Feed and Health.

Verboom, J., R.P.H. Snep, J. Stouten, R. Pouwels, G. Pe'er, P. W. Goedhart, M. H.C. van Adrichem, J.R.M. Alkemade en L. M. Jones-Walters. (2014). Using Minimum Area Requirements (MAR) for assemblages of mammal and bird species in global biodiversity assessments. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, Wageningen UR, Wageningen, Nederland. <http://edepot.wur.nl/332376>.

Verzandvoort, S. J. E., E. J. M. M. Arets and M. J. D. Hack-ten Broeke. (2014). Handreiking voor het berekenen van een ecologische voetafdruk : eindrapport KBIV WOt 2013. Alterra Wageningen UR, Wageningen. <http://edepot.wur.nl/319698>.

Wiedemann, S., S. Ledgard, B. Henry, M. J. Yan, N. Mao en S. Russell. (2015). Application of life cycle assessment to sheep production systems: investigating co-production of wool and meat using case.

Annex I

DE DESSO CASE



'Deze uitwerking van de bedrijfs-case van DESSO, inclusief rekentabellen, is op verzoek opvraagbaar. Hiertoe kunt u zich richten tot Natural Captains, een initiatief van platform BEE via het e-mail adres info@naturalcaptains.nl. Voor meer informatie over het Natural Captains initiatief zie website www.naturalcaptains.nl'

Annex II

DE DSM CASE

dextrose productie



'Deze uitwerking van de bedrijfs-case van DSM, inclusief rekentabellen, is op verzoek opvraagbaar. Hiertoe kunt u zich richten tot Natural Captains, een initiatief van platform BEE via het e-mail adres info@naturalcaptains.nl. Voor meer informatie over het Natural Captains initiatief zie website www.naturalcaptains.nl'

Annex III

DE MELKSECTOR CASE



De melksector in Nederland telt in 2011 rond de 19.250 melkveebedrijven die gezamenlijk 11,6 miljoen melk afleveren afkomstig van 1,5 miljoen melkkoeien. De melkveehouderijen nemen in dit jaar circa 44% van het totale landbouwareaal voor hun rekening, voornamelijk voor de productie van gras, het hoofdvoer voor de melkkoeien. Hiernaast wordt per melkveehouderij nog circa 8 hectare mais verbouwd als bijvoer. Het aandeel biologische melkveehouderijen is nog erg laag en maakt in 2011 nog geen 2% uit van het totaal. Naast Friesland Campina zijn er nog een tiental andere industriële melkverwerkers waarvan DOC Kaas, DeltaMilk, Rouveen en Cono Kaasmakers de bekendste zijn.

De grootste impact op biodiversiteit vindt plaats ten gevolge van het productieproces voor en op de melkveehouderijen. Friesland Campina stimuleert melkveehouders om biodiversiteit vriendelijke maatregelen door te voeren op hun bedrijven. Mogelijke biodiversiteitsvriendelijke maatregelen zijn een verlaging van kunst mest en dierlijke mestgift op het grasland, gebruik van kruidenmengsels, aanpassing van maai- en beregeningsbeleid, instandhouding van natuurlijke slootkanten, houtwallen en dergelijke. De druk op biodiversiteit vindt op verschillende onderdelen van de keten plaats: Bij de toeleveringsbedrijven (bv door de soja teelt), de melkproducenten, de melkverwerkingsindustrie, en de afzetmarkt.

Het onderzoek voor de melksector case richt zich tot de impact bepaling van gehele productieketen van melkproducten die in Nederland geproduceerd wordt op de biodiversiteit. Net als voor DESSO wordt de impactbepaling bepaald aan de hand van de druktypen landgebruik, broeikasgassen en watergebruik. Deze worden per keten onderdeel berekend zowel voor de nul-situatie (2011) als voor enkele scenario's onder implementatie van een biodiversiteit besparend maatregelenpakket. Een aantal van deze mogelijke maatregelen wordt genoemd in het Getting to No Net Loss rapport (De Bie 2013) dat gemaakt is in opdracht van de marktleider binnen de melksector FrieslandCampina. Omdat dit bedrijf in 2011 meer dan 87% van de totale melkproductie in Nederland voor haar rekening neemt zijn veel gegevens voor de berekening ontleend aan dit bedrijf. Onderstaande data zijn dan ook deels gebaseerd op basis van informatie uit De Bie (2013), een LCA in Broekema en Kramer (2014), en het 2013 MVO verslag van Friesland Campina. Hiernaast zijn data gebruikt van de website van het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS)⁵. De verwijzing naar de betreffende website pagina's staan vermeld in de

case rekensheets die voor de berekeningen zijn gebruikt en bij het RVO opvraagbaar zijn.

Algemene beschrijving productieketen nulsituatie (2011)

In 2011 werd er door de Nederlandse veehouderijen circa 11,6 miljoen ton melk geproduceerd (De Bie, 2013). Voor melkvee is gras de belangrijkste voedingsbron. Hiernaast wordt ook krachtvoer en ruwvoer gebruikt. In totaal wordt er in de reguliere melkveehouderij 27 kg krachtvoer gebruikt per 100 kg melk. Het aantal biologische bedrijven is in 2012 nog erg laag en maakt minder dan 2% uit van de melkveebedrijven: 361 van de 19.250 bedrijven.

Het grootste deel van het landgebruik voor de melkproductie komt voor rekening van grasland van melkveehouderijen. Hiernaast wordt per bedrijf circa 8 hectare mais door de melkveehouders zelf verbouwd als bijvoer en is een deel (ca 5 ha) van het land in gebruik voor de boerderij en stallen (Elferink, 2012 en KPMG, 2012).

⁵ www.statline.cbs.nl

Vervaardiging en vervoer van grondstoffen en tussenfabricaten

Voor de productie van melk maakt voer voor koeien het grootste deel uit van de benodigde grondstoffen. Het hoofdbestanddeel van het voer bestaat uit gras, aangevuld met ruw- en krachtvoer. Het gras en ruwvoer worden door de meeste melkveehouderijen zelf geproduceerd, waarbij voedermais het belangrijkste ruwvoer is. Het krachtvoer bestaat uit meerdere bestanddelen waarbij soja, palmolie en citrus pulp een steeds groter deel uitmaken. Voor dit onderzoek is alleen de impact van soja als belangrijkste krachtvoerbestanddeel onderzocht en de impact van mais als belangrijkste ruwvoer component. De soja komt voor het grootste deel uit Brazilië, de mais is afkomstig uit Nederland. De sojaproductie in Brazilië legt een grote druk op de biodiversiteit in dat land, omdat deze nauw verbonden is met de plaatselijke ontbossing. De toenemende vraag in de wereld leidt tot een grote druk op het bos.

Op reguliere melkveehouderijen wordt kunstmest gebruikt om de productie van gras te bevorderen. De belangrijkste bestanddelen van kunstmest bestaat uit Stikstof (nitraat), Fosfor (fosfaat) en Kalium. Ook worden herbiciden en andere pesticiden ingezet voor het beheer van het grasland en medicijnen voor het vee. Op het biologische melkveebedrijf wordt geen kunstmest, gebruikt, alleen organische mest en groenbemesters. Hierdoor is de emissie van N en P naar water kleiner dan bij een reguliere melkveehouderij. Ook gebruikt het biologische bedrijf geen chemische bestrijdingsmiddelen. Biologische insecten dodende middelen en biologische onkruidverdelgers zijn wel toegestaan. Het gebruik van medicijnen voor het vee is aan strenge voorschriften gebonden.

Doordat het beheer op een biologisch bedrijf extensiever is wordt een lagere melkproductie gehaald per hectare in vergelijking tot de opbrengst op een regulier melkveebedrijf. Omdat zowel het reguliere als het biologische bedrijf in 2011 aan hetzelfde melkquotum gebonden zijn, heeft een biologisch bedrijf dus gemiddeld meer grond in gebruik om toch een maximaal toegestane productie te kunnen halen.

Omdat de koeien naast melk ook vlees produceren zorgt ervoor dat het landgebruik niet alleen aan de productie van melk toegeschreven kan worden.

Bij de vervaardiging en het transport van grondstoffen treden ook emissies van broeikasgassen op. Deze zijn voornamelijk gerelateerd aan de productie en transport van pesticiden en kunstmest en het gevolg van landgebruik en verandering van landgebruik voor de productie van kracht- en ruwvoer (zie o.a. Thomassen, 2008).

Water is ook een belangrijke grondstof voor de productie van melk. Het wordt voornamelijk gebruikt voor de productie van gras. In Nederland is het grootste deel van het water afkomstig van de natuurlijke regenval. In droge perioden wordt er echter veel berekend waarbij het benodigde water voornamelijk uit het grondwater onttrokken wordt.

Voor de productie van gras, mais en soja is veel land nodig dat een groot beslag legt op het van origine natuurlijke areaal. Hiernaast wordt een kleiner beslag gelegd op land voor onder meer stallen, schuren, woonhuis en erf van de melkveehouderijen.

Verder is er energie nodig voor het aanleveren van de grondstoffen (transport soja, mais en gras) en machinepark van de melkveehouderijen dat onder meer gebruikt wordt voor het onderhoud en oogst van het gras (o.a. bemesten, irrigeren, maaien, schudden, inladen, inkuilen) en mais, voor het voeren, het melkproces op de boerderij inclusief koeling, en voor de stallen.

Het productieproces

Binnen het deel van het productieproces dat op de boerderij zelf plaatsvindt, speelt pensfermentatie bij de koeien een belangrijke factor in de emissies van broeikasgassen. De resulterende methaanemissies bedragen ca 40% van de totale broeikasgasemissies bij melkproductie. Ook mest is een belangrijke bron van

de emissies van broeikasgassen. De emissies die op de boerderij plaatsvinden zijn voor een belangrijk deel gerelateerd aan de dieren op de boerderij.

De ruwe melk wordt bij de boerderijen opgehaald door de melk verwerkende industrie met behulp van tankwagens. Vervolgens wordt de ruwe melk verwerkt in zuivelfabrieken tot diverse zuivelproducten, waaronder kaas en melkpoeder. Bij dit proces is energie en water nodig om de ruwe melk te kunnen bewerken tot het gewenste eindproduct.

Opslag

De zuivelproducten worden tijdelijk opgeslagen in distributiecentra van waaruit ze vervoerd worden naar de afnemers.

Afvalverwerking product

Een deel van het afval dat door de zuivelindustrie wordt geproduceerd wordt hergebruikt als veevoer. Het deel dat niet gerecycleerd wordt komt terecht bij stortplaatsen en afvalverbrandingslocaties.

Impact door landgebruik 2011

Volgens het CBS waren er in 2011 19.250 melkveehouderijen in Nederland met een totaal areaal aan grasland van 9883 km². Op basis hiervan heeft een gemiddelde melkveehouderij in 2011 heeft een omvang van ongeveer 51,3 hectare. Uit onderzoek van Elferink (2012) en KPMG (2012) blijkt het landgebruik van een gemiddeld melkvee bedrijf in 2011 te bestaan uit 49 hectare: 36 hectare uit grasland, 8 hectare mais en 5 hectare aan overig land (o.a. voor erf, stallen, eigen weg, etc.). Voor de berekening wordt deze verhouding toegepast op het totaal areaal dat door het CBS gebruikt is. Dit resulteert in een gemiddeld grasland areaal van 37,7 hectare, 8,4 hectare aan mais en 5,2 hectare voor ander landgebruik. Volgens het CBS⁶ waren er in 2011 in totaal 1,5 miljoen melkkoeien van twee jaar en ouder, wat neer-

komt op een gemiddeld aantal van ongeveer 78 melkkoeien per bedrijf.

Een biologische melkveehouderij in Nederland is in de regel wat groter dan een regulier melkvee bedrijf. Dit komt omdat het biologische bedrijf een lagere melkproductie haalt vanwege een extensiever beheer, onder meer doordat de dichtheid van vee per hectare kleiner is, het gras wat minder productief is doordat er geen kunstmest gebruikt wordt, en er minder krachtvoer wordt bijgevoerd. Volgens Thomassen et al. (2008) en Land & Co (2011) is het areaal van een biologisch melkveehouderij gemiddeld 38% groter om tot eenzelfde melkproductie te komen, terwijl de melkproductie per koe ongeveer 10% lager is. Uitgaande van eenzelfde melkproductie voor beide type bedrijven wordt er in de berekening uitgegaan dat het oppervlak grasland van een biologisch bedrijf 52,2 hectare is (36 * 1,38) met daarop gemiddeld 86 melkkoeien (78 * 1,10).

Bovenstaande leidt tot een totaal areaal van 7.072 km² voor het conventionele melkveebedrijf en 189 km² aan biologisch beheerd grasland in Nederland in 2011. Volgens het CBS waren er in dit jaar 361 biologische melkveehouderijen. Aangenomen is dat het reguliere melkveebedrijf net zoveel mais verbouwd als het biologische bedrijf, wat resulteert in een areaal van 1613 km² mais.

De Bie (2013) geeft een aantal kentallen voor de berekening van het soja areaal voor de benodigde productie van soja voor het krachtvoer. Gemiddeld is 0,017 kg sojameel als krachtvoer nodig voor de productie van 1kg melk. Met een melkproductie door de reguliere melkveehouderijen van 11,39 miljoen ton is dus 193.570 ton soja nodig. Bij een gemiddelde productie van 2,44 ton sojameel per hectare is er dus 79.332 hectare soja nodig uit Brazilië. Omdat het gras, aanvullend ruwvoer en krachtvoer ook gebruikt wordt voor de productie van vlees afkomstig van kalveren en melkkoeien die uit de productie worden genomen, dient de toekenning van het landareaal voor de productie van grondstoffen voor melk gecorrigeerd te worden voor de vleesproductie. In Tier 1 is gekozen om de correctie uit te voer-

ren op basis van de economische opbrengst verhouding tussen de opbrengst van melk en vlees per koe gedurende haar levensfase.

Het jaaroverzicht 'Vee, Vlees en Eieren in Nederland', 2013, Productschap Pluimvee en Eieren (PPE)/ Productschap Vee en Vlees (PVV) geeft de volgende bruto productiewaarde primaire agrarische sector (X miljoen €):

| | | |
|-------------|--------------|-------------|
| Rundvee | 631 | 11% |
| Kalveren | 933 | 16% |
| Totaal melk | 4.157 | 73% |
| | 5.721 | 100% |

Uit bovenstaande cijfers kan afgeleid worden dat de voetafdruk voor het gebruik van de weidegrond met 27% afneemt door het medegebruik van het land voor vleesproductie. Hoewel biologische koeien in de regel wat langer in gebruik blijven voor de melkproductie (+30% ouder) en een lagere jaarlijkse melkproductie hebben (-26%), blijkt bovengenoemde verhouding vrijwel hetzelfde. Dat komt doordat de melkprijs een stuk hoger is (ca 67% hoger; 45-50 eurocent/kg voor biologische melk en 25-30 eurocent/kg voor reguliere melk) en de vleesprijs van biologisch vlees slechts 10% hoger (Land & Co 2011).

In 2011 had FrieslandCampina 37 melkverwerkingsfabrieken en 10 distributiecentra met een gemiddeld oppervlak van 3 hectare in gebruik waarin 10.1 miljoen ton melk werd verwerkt tot diverse melkproducten (De Bie, 2013). Uitgaande dat deze verhouding min of meer gelijk is voor de overige melkverwerkers betekent dat dat er in Nederland in totaal 42 melkverwerkingsfabrieken en 11 distributiecentra staan met een gezamenlijk oppervlak van respectievelijk 127 en 34 hectare.

Bij de berekening wordt uitgegaan dat de afvalproductie binnen een melkveehouderij relatief klein is en daardoor ook de hoeveelheid afval dat op een stortlocatie of bij de afvalverbranding terecht komt. Daardoor zal het relatieve areaal stortplaats dat de melkveehouderijen voor hun rekening nemen laag zijn en is de invloed hiervan buiten de berekening

gehouden. Uitgaande dat de hoeveelheden en soort afval dat Friesland Campina produceert representatief is voor de rest van de melk verwerkende industrie, produceert de melk verwerkende industrie in 2011 ongeveer:

- 197 ton aan schadelijk afval waarvan 110 ton gerecycleerd wordt. De overige 87 ton wordt verbrand.
- 46271 ton niet schadelijk afval dat hergebruikt wordt als veevoer
- 8496 ton niet schadelijk afval dat naar de vuilverbranding gaat
- 4297 ton niet schadelijk afval dat naar de stort wordt gebracht

In Nederland is het stortoppervlak per ton afval gemiddeld 39 m². Het totale stortoppervlak dat de melk verwerkende industrie voor haar rekening neemt is dan circa 16,8 hectare.

Volgens de generieke MSA_landgebruik tabel van GLOBIO3 voor begraasde graslanden heeft een regulier beheerd grasland een MSA waarde van 0,1. De MSA is zo laag vanwege het intensieve beheer van het grasland waaronder maatregelen zoals beregening, periodieke herzaai, hoge kunstmestgift en gebruik van herbiciden en pesticiden een negatieve impact hebben op de biodiversiteit. De soortensamenstelling van een regulier beheerd weiland is dan ook laag. Voor een biologisch beheerd grasland is de MSA waarde hoger vanwege het extensievere beheer. De graszode bestaat uit meer soorten en trekt daardoor ook meer vogel en andere diersoorten aan. De generieke waarde voor extensief beheerd grasland binnen GLOBIO3 is gesteld op 0,3. De MSA waarde van fabrieksterreinen, opslaglocaties en stortplaatsen is zoals verwacht zeer laag en valt onder de laagste MSA categorie die binnen GLOBIO3 gehanteerd wordt 0,05.

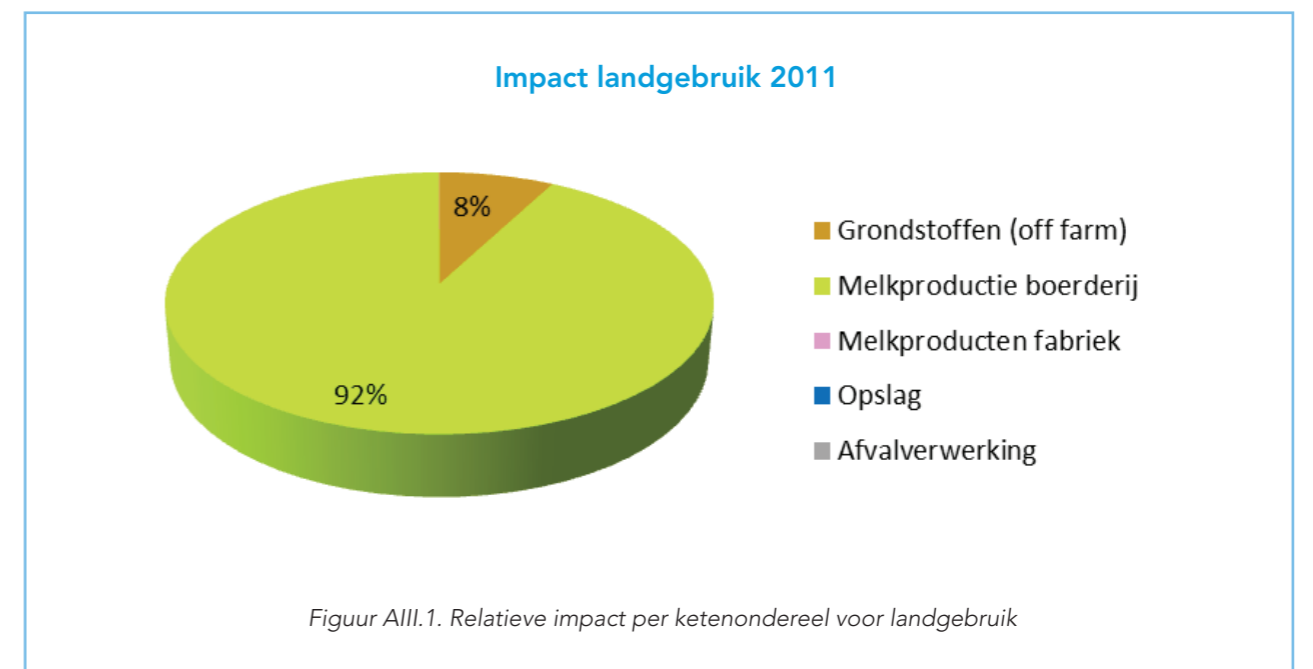
In tabel AIII.1 is de berekening van het landgebruiksdeel van de biodiversiteitsvoetafdruk weergegeven voor de Nederlandse melksector in 2011 en figuur AIII.1 laat de verhouding zien tussen impact per ketenonderdeel. De melkproductie op de boerderij neemt 92% van de voetafdruk voor haar rekening, gevolgd door 8% ten gevolge van de productie van soja in het buitenland.

Melk Sector NL

2011

| | Landgebruik | Opp. (ha) | MSA | Opp.*(1-MSA) |
|--------------------------------|---|-----------|------|----------------|
| Melkproductie boerderij | Landgebruik NL | | | |
| | Melkveehouders | | | |
| | Regulier grasland NL | 707.215 | 0,1 | 636.494 |
| | Natuurvriendelijk beheerd grasland | 0 | 0,2 | 0 |
| | Biologisch grasland | 18.853 | 0,3 | 13.197 |
| | Mais areaal | 161.349 | 0,1 | 145.214 |
| | Overig land | 100.843 | 0,05 | 95.801 |
| Grondstoffen off-farm | Landgebruik Buitenland | | | 0 |
| | Soja Brazilië | 79.332 | 0,05 | 75.365 |
| | Koolzaad Europa | 0 | 0,1 | 0 |
| | Compensatie landgebruik voor vleesproductie (27%) | | | -260.839 |
| Productieproces | Productiefaciliteiten (NL) | 127 | 0,05 | 121 |
| Opslag | Opslagplaatsen (NL) | 34 | 0,05 | 33 |
| Stortlocatie | Deel stortlocaties (NL) | 17 | 0,05 | 33 |
| | Landgebruik_bd_voetafdruk (MSA.ha) | | | 70.2137 |

Tabel AIII.1. Overzicht van de berekeningen van de biodiversiteitsvoetafdruk voor landgebruik voor de Nederlandse melksector in 2011



Impact broeikasgassen

Voor het berekenen van de impact van broeikasgasemissies is gebruik gemaakt van resultaten uit Thomassen (2008) die een LCA voor conventionele en biologische melkproductie in Nederland hebben uitgevoerd. Die informatie is aangevuld met informatie over de verdere verwerking van melk uit het rapport van de Bie (2013) dat gebaseerd was op de situatie voor Friesland Campina. Alle emissies zijn eerst bepaald per kg melk waarbij onderscheid is gemaakt tussen conventionele en biologische melkproductie. Vermenigvuldiging met de totale melkproductie en aandeel conventioneel/biologisch geeft dan de voetafdruk voor de betreffende emissiebronnen. Daardoor kan vervolgens relatief eenvoudig het effect van broeikasgasemissies voor verschillende scenario's met verschillende aandelen biologische melkproductie worden doorgerekend.

Emissies in de grondstoffenketen

Bij de vervaardiging en het transport van grondstoffen treden ook emissies van broeikasgassen op. Deze zijn voornamelijk gerelateerd aan de productie en transport van pesticiden en kunstmest, en het gevolg van landgebruik en verandering van landgebruik voor de productie van kracht- en ruwvoer (zie o.a. Thomassen et al. 2008). Over het algemeen zijn deze emissie in CO₂ eq. per kg melk hoger bij de conventionele melkveehouderij (0,7 kg CO₂ eq. per kg melk; Thomassen et al. 2008), dan bij biologische melkveebedrijven (0,55 kg CO₂ eq. per kg melk Thomassen et al. 2008).

Emissies melkproductie

De emissies in de productiefase worden onderverdeeld in emissies als gevolg van de productie op de boerderij en emissies als gevolg van de verdere verwerking van de melk. De emissies op de boerderij zijn voornamelijk gerelateerd aan de koeien (pensfermentatie en mest). Doordat de productiviteit per koe hoger ligt bij de conventionele dan bij de biologische melkveehouderij liggen in dit geval de emissies van broeikasgassen per kg melk bij de conventionele bedrijven lager dan bij biologische melkveebedrijven (Respectievelijk 0,7 kg CO₂ eq. per kg melk en 0,9 kg CO₂ eq. per kg melk; Thomassen et al. 2008).

Op basis van informatie over melkaanvoer en emissiecijfers uit de Bie (2013) zijn de emissies per kg melk berekend voor verwerking (0,084 kg CO₂ eq. per kg melk) en transport (0,005 kg CO₂ eq. per kg melk) van melk. Er wordt vervolgens aangenomen dat er geen verschillen zijn in emissies voor verwerking en transport tussen conventionele en biologische melk.

De biodiversiteitsvoetafdruk voor deze broeikasgasemissies wordt vervolgens berekend aan de hand van de dosis-respons data voor een 100 jarige tijdshorizon (zie Hoofdstuk 2.3.3.2).

Impact watergebruik

Binnen de Tier 1 aanpak wordt de impact van de uitspoeling van stikstof en fosfor naar open water berekend. De impact van verdroging in

| | Conventioneel bedrijf | | Biologisch bedrijf | |
|-------------------------------------|-----------------------|-----------|--------------------|-----------|
| | kgN/ha/jr | kgP/ha/jr | kgN/ha/jr | kgP/ha/jr |
| Uitspoeling/ha | 64,2 | 36,1 | 21,1 | 17 |
| Gebruikte uitspoelingsfactor | 0,37 | 1 | 0,25 | 1 |
| Gemiddelde uitspoelingsfactor | 0,31 | 1 | 0,31 | 1 |
| Gecorrigeerde uitspoeling gem in NL | 53,8 | 36,1 | 26,2 | 17 |

Tabel AIII.2 Emissie waarden ontleend aan Thomassen 2012 Thomassen et al. (2008)

natuur door wateronttrekking van een bedrijf wordt nog niet meegenomen in de Tier 1 benadering omdat in GLOBIO3 nog geen dosis-respons relaties voor dit deze drukfactor opgenomen zijn. Voor de berekening van N en P naar water uit een diffuse bron wordt de MSA bepaald aan de hand van de emissie ten opzichte van het neerslagoverschot binnen het impactgebied.

Thomassen et al. (2008) gebruikt een verschillende uitspoelingsfactor voor zand en kleigrond voor zowel conventionele als biologische melkveehouderijen (Tabel AIII.2). In het onderzoek van Thomassen et al. (2008) liggen de biologische bedrijven waarvoor de emissie was vastgesteld voornamelijk op kleigrond. Voor de berekening van de aquatische biodiversiteitsvoetafdruk aangenomen dat de bedrijven, zowel regulier als biologisch gelijk verdeeld zijn op zand en kleigrond. Hierdoor is een gemiddelde uitspoelingsfactor gebruikt voor beide gronden, resulterend in een gemiddelde uitspoeling van 53,8 kgN/ha/jr en 36,1 kgP/ha/jr. Voor het biologische bedrijf liggen deze waarden op respectievelijk 26,2 kgN/ha/jr en 17 kgP/ha/jr.

Bij gebrek aan exacte emissiewaarden uit maisveld is aangenomen dat die gelijk zijn aan die van grasland. Biologische bedrijven gebruiken in de regel minder mais en meer andere

ruwvoedergewassen, maar aangenomen is dat hiervoor dezelfde emissiewaarden gelden als die uit biologisch grasland.

Bij het rekenvoorbeeld is ervan uitgegaan dat de meer 'natuurvriendelijke' melkveehouderijen eenzelfde mest en kunstmestgift hanteren als binnen het reguliere melkbedrijf waardoor ook de emissie van dit type bedrijven hetzelfde is.

De uitspoelingswaarden kunnen in mg/L uitgedrukt worden zodat via de dosis-respons vergelijkingen de bijbehorende MSA waarden bepaald kunnen worden (Tabel AIII.3).

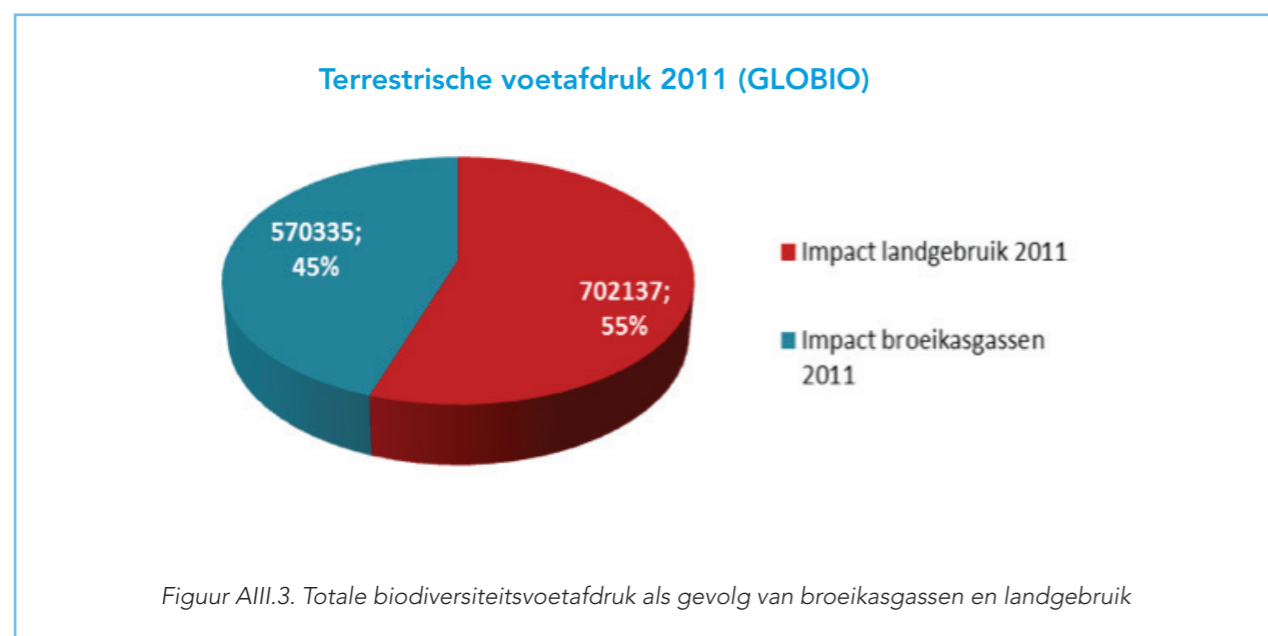
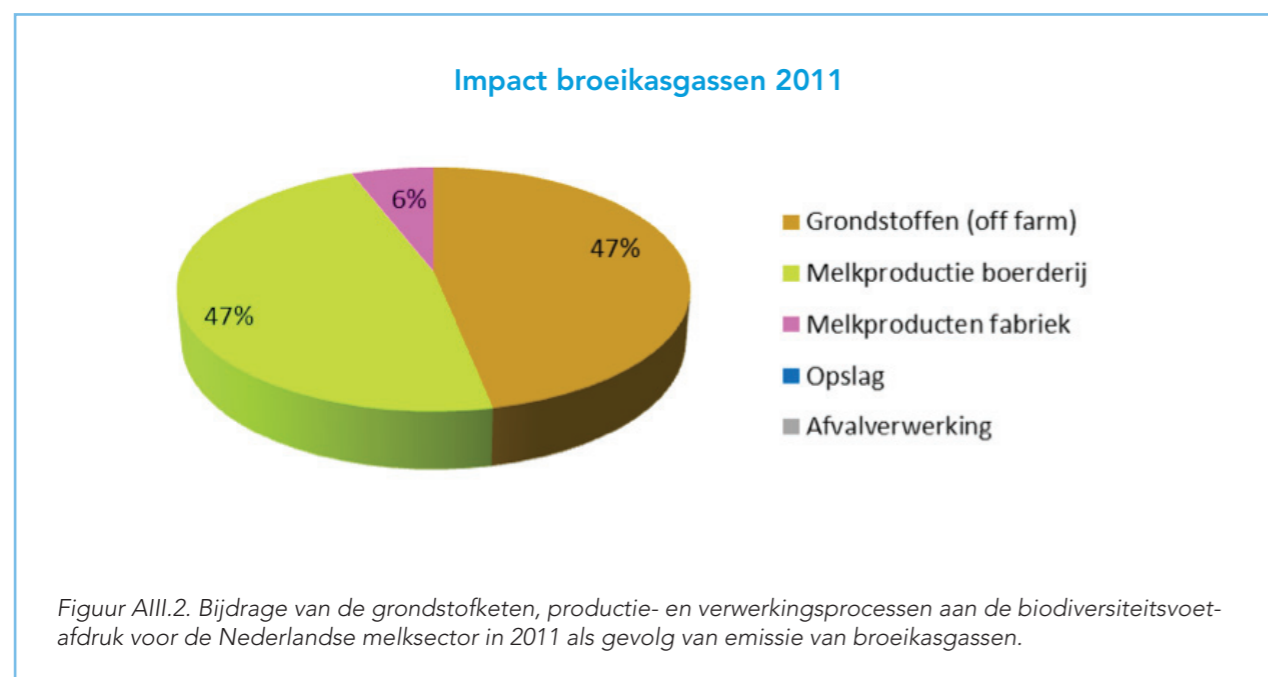
De GLOBIO3 dosis respons relatie voor P naar sloten is $MSA_P = -0,181 \ln(Tot_P) + 0,2535$ en voor N naar beken is $MSA_N = -0,245 \ln(Tot_N) + 0,8017$. Op basis van deze vergelijkingen wordt de MSA voor de emissie naar sloten berekend (Janse et al. 2015). Wanneer bovengenoemde emissies worden uitgezet tegen de dosis-respons vergelijkingen die in GLOBIO-aquatisch worden gebruikt, blijkt dat de impact van Fosfor het grootst is voor zowel de reguliere als biologische melkveebedrijven. Binnen de GLOBIO-aquatisch methodologie wordt alleen de emissie gebruikt die de laagste MSA waarde heeft voor de uiteindelijke voetafdruk-berekening omdat in de praktijk de additionele impact van de stof met de lagere impact gering is (persoonlijk commentaar J. Janse).

| | | | | | |
|---|-----------|----------------------|------|------|---------------------|
| Regenval in NL | 850 | L/m ² /jr | | | |
| Regenval in NL | 8.500.000 | L/ha/jr | | | |
| Areaal regulier grasland (emissie bron) | 707.215 | ha | | | |
| Areaal biologisch grasland (emissie bron) | 18.853 | ha | | | MSA (Sloten) |
| Areaal regulier maisland | 7.858 | ha | | | |
| Areaal biologisch maisland/ruwvoer | 209 | ha | | | |
| N emissie reguliere melkveehouderij | 53,79 | kgN/ha/jr | 6,33 | mg/L | 0,35 |
| P emissie reguliere melkveehouderij | 15,76 | kgP/ha/jr | 1,85 | mg/L | 0,14 |
| N emissie biologische melkveehouderij | 26,16 | kgN/ha/jr | 3,08 | mg/L | 0,53 |
| P emissie biologische melkveehouderij | 3,06 | kgP/ha/jr | 0,36 | mg/L | 0,44 |

Tabel AIII.3 Kentallen voor berekening biodiversiteitsvoetafdruk N en P uit diffuse bron naar water

| 2011 | | | |
|--|-----------|------|--------------|
| Voetafdruk emissie naar water | Oppervlak | MSA | Opp.*(1-MSA) |
| P grasland reguliere melkveehouderij | 35.361 | 0,14 | 30.349 |
| P grasland biologische melkveehouderij | 943 | 0,44 | 529 |
| P maisland reguliere melkveehouderij | 7.858 | 0,14 | 6.744 |
| P maisland/ruwvoerland biologische melkveehouderij | 209 | 0,44 | 118 |
| Totale watervoetafdruk landbouwgrond | | | 37.740 |

Tabel AIII.4 Aquatische biodiversiteitsvoetafdruk voor emissie van P naar sloten



Voor de berekening van de voetafdruk moet ook het oppervlak van de sloten bepaald worden waarin geëmitteerd wordt. Voor Nederland geldt een gemiddeld slootoppervlak van 5% ten opzichte van het omringende landbouwgebied (persoonlijk commentaar J. Janse). In tabel AIII.4 is de uiteindelijke berekening van de biodiversiteitsvoetafdruk voor de emissie van P naar sloten in 2011 weergegeven.

De impact van de emissie door de zuivelfabrieken is niet berekend. Hiervoor zijn emissie gegevens nodig per zuivelfabriek, en van het oppervlak en debiet van de betreffende waterlopen waarin geloosd wordt. Deze gegevens zijn ook nodig voor de rivieren waarin de waterlopen uitmonden. Door de verwachting dat de emissie door zuivelfabrieken relatief klein zal zijn valt de berekening hiervan buiten de scope van deze pilot studie.

Voetafdruk nul-situatie

Voor de nul-situatie is uitgegaan van een totale productie en verwerking van 11,6 miljard kg melk in 2011, waarvan 1,88% afkomstig is uit biologische melkproductie.

Broeikasgasemissies

De totale biodiversiteitsvoetafdruk als gevolg van broeikasgasemissies in de melkveesector in Nederland bedroeg in 2011 570.343 MSA.ha. Hiervan komt 47% voor rekening van de grondstoffketen, nog een 47% is het gevolg van de productie van melk op de boerderij en 6% komt door emissies als gevolg van melkverwerking (Figuur AIII.2).

Totaal

De totale terrestrische biodiversiteitsvoetafdruk van melkproductie in Nederland in 2011 wordt voor 55% bepaald door landgebruik en voor 45% door de emissie van broeikasgassen (Figuur AIII.3)

Totale voetafdruk nul-situatie

De totale voetafdruk van de melksector in het referentiejaar 2011 is weergegeven in tabel AIII.8.

De verhouding tussen het voetafdruk aandeel van landgebruik en broeikasgassen bedraagt respectievelijk 55% en 45%.

| | Melk | | | | | Totaal |
|---------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|--------|-----------------|---------|
| | Grondstoffen (off farm) | productie boerderij | Productie melkproducten | Opslag | Afvalverwerking | |
| Landgebruik | 54.762 | 647.206 | 121 | 33 | 16 | 702.137 |
| Broeikasgassen | 266.900 | 269.366 | 34069 | | | 570.335 |
| Emissies naar water | 37.740 | | | | | 37.740 |

| | | |
|--|-----------|--------|
| Totaal terrestrische biodiversiteitsvoetafdruk | 1.272.472 | MSA.ha |
| Aquatische biodiversiteitsvoetafdruk | 37.740 | MSA.ha |

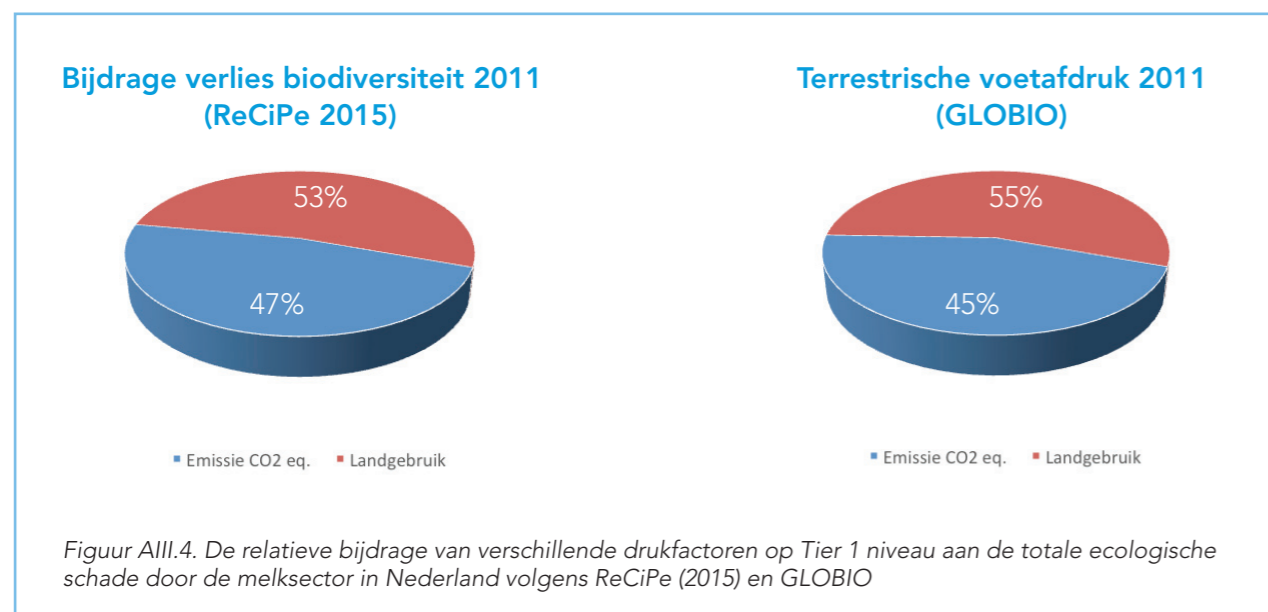
Tabel AIII.8 Aandeel biodiversiteitsvoetafdruk voor de productie van melk in 2011 per ketenonderdeel

| Drukfactor | Waarde | Eenheid | Aangetast milieucompartiment |
|--|-----------------------|----------------------|------------------------------|
| Emissie CO ₂ eq. | 17,34·10 ⁹ | kg CO ₂ | Bodem, water |
| Landgebruik weiland | 5,28·10 ⁹ | m ² ·jaar | Bodem |
| Landgebruik maisteelt | 1,91·10 ⁹ | m ² ·jaar | Bodem |
| Landgebruik industrieel | 1,3·10 ⁶ | m ² ·jaar | Bodem |
| Landgebruik soja | 5,76·10 ⁸ | m ² ·jaar | Bodem |
| Watergebruik (verdroging) | 4,37·10 ⁷ | m ³ | Bodem |
| Emissie NH ₃ → lucht | 1,22·10 ⁷ | kg NH ₃ | Bodem |
| Emissie PO ₄ → landb. grond | 1,99·10 ⁷ | kg PO ₄ | Water |

Tabel AIII.5. Beslag op bodem en water en emissies naar compartimenten door de Nederlandse melksector

| Milieuthema | Indicator (soorten·jaar) | Bijdrage |
|---------------------------|--------------------------|----------|
| Klimaatverandering | 79,3 | 47% |
| Landgebruik | 88,3 | 53% |
| Watergebruik (verdroging) | 0,13 | 0,08% |
| Aquatische eutrofiëring | 0,04 | 0,02% |
| Terrestrische verzuring | 0,03 | 0,02% |
| Totaal | 167,8 | 100% |

Tabel AIII.6 Impact op de biodiversiteit per milieuthema volgens ReCiPe 2015



Impact drukfactoren aan de hand van ReCiPe: nul-situatie

De drukfactoren zijn ontleend aan tabel AIII.1 en De Bie (2013). Indien nodig zijn gegevens afkomstig van melkveehouders van Friesland Campina opgeschaald naar alle Nederlandse melkveehouders. De drukfactoren m.b.t. het jaar 2011 (nul-situatie) worden weergegeven in tabel AIII.5.

De aantasting van het ecosysteem als gevolg van de productie van 11.6 miljard kg melk in 2011 uitgerekend met ReCiPe 2015 wordt gegeven in tabel AIII.6 en afgebeeld in figuur AIII.4 waarbij de relatieve bijdrage vergeleken wordt met de GLOBIO3 analyse.

De volgende conclusies kunnen worden getrokken uit de analyse met ReCiPe:

- Landgebruik en de uitworp van broeikasgasen domineren de schade aan biodiversiteit (> 99 %). De relatieve bijdrage aan biodiversiteitsverlies ligt dicht bij de uitkomst verkregen met GLOBIO.
- Watergebruik veroorzaakt in de ReCiPe 2015 analyse slechts geringe ecologische schade (0,08 %) die op zichzelf weer bijna twee keer zo groot is als de schade veroorzaakt door emissies van N en P naar lucht, water en bodem (0,02%).
- Contra-intuïtief is dat de schade veroorzaakt door verzuring van de bodem en overbemesting van het oppervlaktewater vrijwel nihil is vergeleken met landgebruik en emissie van broeikasgasen. Opgemerkt moet worden dat aquatische eutrofiëring alleen berekend wordt op basis van fosforemissie in zoetwater. Ecologische schade door eutrofiëring van kustwateren in termen van soorten·jaar a.g.v. stikstofemissie kan nog niet met ReCiPe 2015 bepaald worden. Er zijn echter aanwijzingen dat deze significant is.
- Omdat ReCiPe voor weide slechts één type landgebruik onderscheidt, zullen maatregelen ter verduurzaming van de melksector aan de hand van deze methode niet leiden tot een significante vermindering van het biodiversiteitsverlies.

Maatregelenpakket

Voor het testen van de impact van verschillende maatregelen is gekozen voor verschillende scenario's waarbij er een verschuiving plaats vindt van reguliere melkveehouderijen naar meer natuurvriendelijke en naar biologische melkveehouderijen. Om de impact verschillen te kunnen beoordelen is gekozen voor een zelfde melkproductie als in 2011. Scenario 1a omvat een toename van meer natuurvriendelijk graslandbeheer tot een omvang van 50% van het totale grasland oppervlak en geen stijging van biologische melkveehouderijen. In scenario 1b zijn alle reguliere bedrijven overgegaan naar het meer natuurvriendelijke beheer. Onder het meer natuurvriendelijke graslandbeheer vallen maatregelen die de productie van de melk niet nadelig beïnvloeden maar wel een positieve impact hebben op de biodiversiteit. Te denken hierbij valt aan het achterwege laten van het gebruik van pesticiden, verminderd beregenen, rekening houden met het broedseizoen, een toename van het aantal kruiden in het grasmengsel, instandhouding van houtwallen, aangepast maaibeeld, etc. Hoewel een vermindering van de (kunst)mestgift ook een positieve uitwerking heeft op de biodiversiteit, wordt uitgegaan van een vergelijkbare mestgift als bij de reguliere melkveehouderijen om eenzelfde melkproductie te kunnen handhaven. Wel wordt in deze scenario's de helft minder soja gebruikt in het krachtvoer, dat gecompenseerd wordt door het gehalte aan koolzaad in het krachtvoer te vergroten.

Intensieve begrazing heeft volgens de GLOBIO3 dosis-respons relaties voor extensief begraasde weilanden een MSA_landgebruik waarde van 0,1 en extensieve begraasde weilanden een waarde van 0,3 (Tabel 2.2). Door de bovengenoemde natuurvriendelijke maatregelen wordt aangenomen dat de MSA waarde van dit type landgebruik licht stijgt. Een biologisch beheerde melkveehouderij valt onder het extensieve begraasde weilandbeheer en heeft daarom een MSA waarde van 0,3. Voor het natuurvriendelijke beheer is verondersteld dat de MSA waarde tussen die van de reguliere intensieve melkveehouderijen en biologische melkveehouderijen in ligt waardoor deze 0,2 bedraagt.

Scenario 2a laat een groei zien van de biologische melkveehouderijen tot deze 50% van het oppervlak in nemen en in scenario 2b gaan alle reguliere melkveehouderijen over naar een biologisch beheer. De biologische melkveehouderijen gebruiken in het geheel geen soja in hun krachtvoer. Dit wordt gecompenseerd door het gebruik van alternatieve gewassen. In het rekenvoorbeeld is gekozen is voor de vervanging van soja door koolzaad.

Door de verschillende aannames is het verschil tussen de impact van de reguliere, de meer natuurvriendelijke en de biologische melkveehouderijen goed inzichtelijk te maken.

Hieronder zijn de scenario's kort samengevat. Van scenario 1a en 2a wordt alleen het landgebruik impact bepaald. Scenario's 1b en 2b worden ook doorgerekend t.a.v. broeikasgasen en watergebruik.

| Scenario 1a: Toename meer natuurvriendelijke melkveehouderijen | |
|--|-----------------------------------|
| Biologische melkveehouderij | Geen groei tov 2011 |
| Toename natuurvriendelijker beheerde melkveehouderijen | 50% van totaal oppervlak grasland |
| Afname Soja gebruik | 50% |
| Toename Koolzaad | [Afname Soja] * 1,163 |

| Scenario 1b: Volledige overgang van regulier naar meer natuurvriendelijke melkveehouderijen | |
|---|------------------------------------|
| Biologische melkveehouderij | Geen groei t.o.v. 2011 |
| Toename natuurvriendelijker beheerde melkveehouderijen | 100% van overig oppervlak grasland |
| Afname Soja gebruik | 50%, |
| Toename Koolzaad | [Afname Soja] * 1,163 |

| Scenario 2a: Toename biologische melkveehouderijen | |
|--|-----------------------------------|
| Toename biologische melkveehouderij | 50% van totaal oppervlak grasland |
| Toename natuurvriendelijker beheerde melkveehouderijen | Geen toename |
| Afname Soja gebruik | 100% |
| Toename Koolzaad | [Afname Soja] * 1,163 |

| Scenario 2b: Volledige overgang van regulier naar biologische melkveehouderijen | |
|---|------------------------------------|
| Toename biologische melkveehouderij | 100% van totaal oppervlak grasland |
| Toename natuurvriendelijker beheerde melkveehouderijen | Geen toename |
| Afname Soja gebruik | 100% |
| Toename Koolzaad | [Afname Soja] * 1,163 |

Impact landgebruik

De impact van landgebruik op de biodiversiteitsvoetafdruk zijn voor de scenario's weergegeven in tabellen AIII.7 t/m 10. De voetafdruk van het landgebruik voor scenario 1 met een groei van meer natuurvriendelijke melkveehouderijen is kleiner dan die voor scenario 2

waarin juist de biologische melkveehouderijen groeien. Dat komt omdat de biologische melkveehouderij een groter areaal en een groter aantal melkkoeien nodig heeft om tot een zelfde productie te komen. Deze vergroting van de biodiversiteitsvoetafdruk is de trade-off voor de extensivering van het melkveehouderij beheer.

| Scenario 1a | Opp. (ha) | MSA | Opp.*(1-MSA) |
|---|-----------|------|----------------|
| Landgebruik NL Melkveehouders | | | |
| Regulier grasland NL | 342.999 | 0,1 | 308.700 |
| Natuurvriendelijker beheerd grasland | 364.216 | 0,2 | 291.373 |
| Biologisch grasland | 18.853 | 0,3 | 13.197 |
| Mais areaal | 161.349 | 0,1 | 145.214 |
| Overig land | 100.843 | 0,05 | 95.801 |
| Landgebruik Buitenland | | | |
| Soja Brazilië | 58.904 | 0,05 | 55.959 |
| Koolzaad Europa | 23.757 | 0,1 | 21.382 |
| Compensatie vleesproductie | -292.768 | | -254.686 |
| Productiefaciliteiten (NL) | 127 | 0,05 | 121 |
| Opslagplaatsen (NL) | 34 | 0,05 | 33 |
| Stortlocatie (NL) | 17 | 0,05 | 16 |
| Landgebruik_bd_voetafdruk (MSA.ha) | | | 677.108 |

Tabel AIII.7. Overzicht van de berekeningen van de biodiversiteitsvoetafdruk voor landgebruik voor de Nederlandse melksector voor scenario 1a (Natuurvriendelijker beheer grasland = 50%)

| Scenario 1b | Opp. (ha) | MSA | Opp.*(1-MSA) |
|---|-----------|------|----------------|
| Landgebruik NL Melkveehouders | | | |
| Regulier grasland NL | 0 | 0,1 | 0 |
| Natuurvriendelijker beheerd grasland | 707.215 | 0,2 | 565.772 |
| Biologisch grasland | 18.853 | 0,3 | 13.197 |
| Mais areaal | 161.349 | 0,1 | 145.214 |
| Overig land | 100.843 | 0,05 | 95.801 |
| Landgebruik Buitenland | | | |
| Soja Brazilië | 39.666 | 0,05 | 37.683 |
| Koolzaad Europa | 46.131 | 0,1 | 41.518 |
| Compensatie vleesproductie | -293.625 | | -245.818 |
| Productiefaciliteiten (NL) | 127 | 0,05 | 121 |
| Opslagplaatsen (NL) | 34 | 0,05 | 33 |
| Stortlocatie (NL) | 17 | 0,05 | 16 |
| Landgebruik_bd_voetafdruk (MSA.ha) | | | 653.536 |

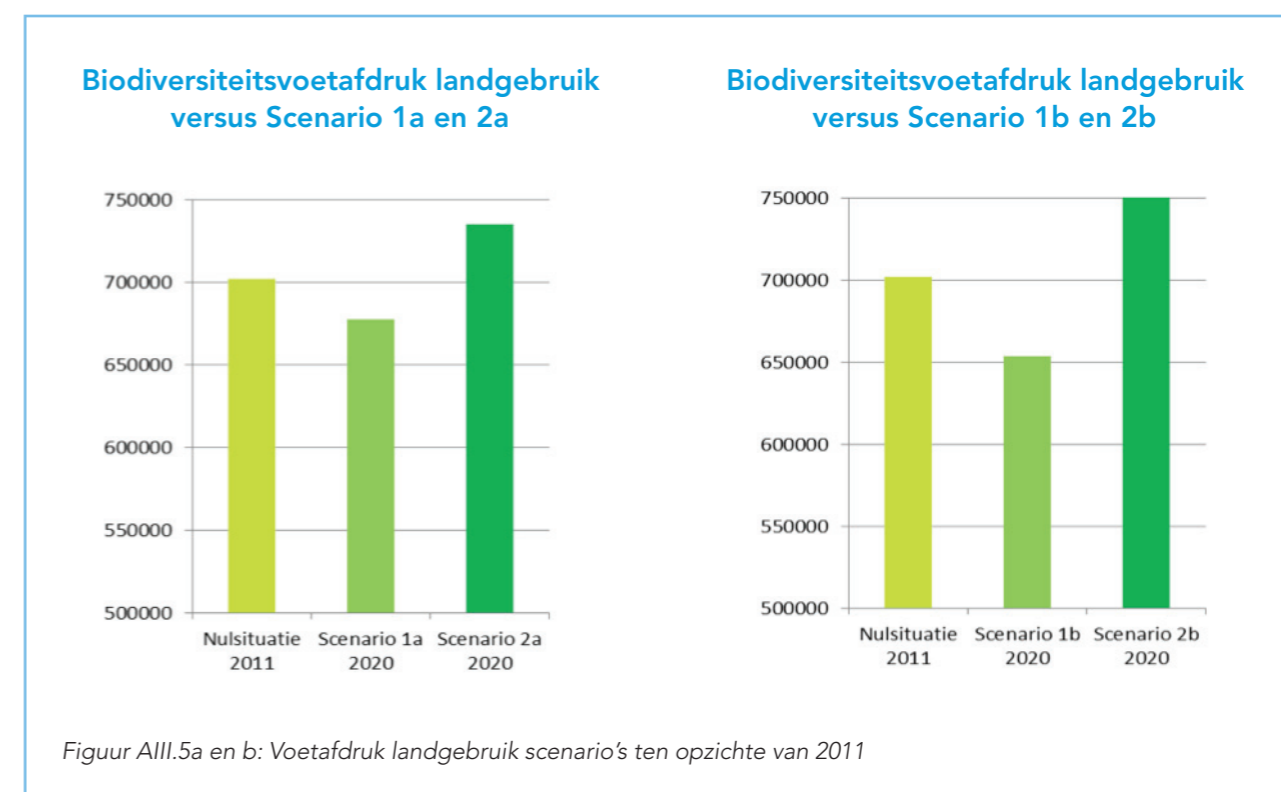
Tabel AIII.8. Overzicht van de berekeningen van de biodiversiteitsvoetafdruk voor landgebruik voor de Nederlandse melksector voor scenario 1b (Natuurvriendelijker beheer grasland = 100%)

| Scenario 2b | Opp. (ha) | MSA | Opp.*(1-MSA) |
|---|-----------|------|----------------|
| Landgebruik NL Melkveehouders | | | |
| Regulier grasland NL | 0 | 0,1 | 0 |
| Natuurvriendelijker beheerd grasland | 0 | 0,2 | 0 |
| Biologisch grasland | 998.074 | 0,3 | 698.652 |
| Mais areaal | 221.794 | 0,1 | 199.615 |
| Overig land | 100.843 | 0,05 | 95.801 |
| Landgebruik Buitenland | | | |
| Soja Brazilië | 0 | 0,05 | 0 |
| Koolzaad Europa | 92.262 | 0,1 | 83.036 |
| Compensatie vleesproductie | -386.277 | | -294.457 |
| Productiefaciliteiten (NL) | 127 | 0,05 | 121 |
| Opslagplaatsen (NL) | 34 | 0,05 | 33 |
| Stortlocatie (NL) | 17 | 0,05 | 16 |
| Landgebruik_bd_voetafdruk (MSA.ha) | | | 782.816 |

Tabel AIII.10. Overzicht van de berekeningen van de biodiversiteitsvoetafdruk voor landgebruik voor de Nederlandse melksector voor scenario 2b (Biologisch beheer grasland = 100%)

| Scenario 2a | Opp. (ha) | MSA | Opp.*(1-MSA) |
|---|-----------|------|----------------|
| Landgebruik NL Melkveehouders | | | |
| Regulier grasland NL | 417.864 | 0,1 | 376.078 |
| Natuurvriendelijker beheerd grasland | 0 | 0,2 | 0 |
| Biologisch grasland | 419.493 | 0,3 | 293.645 |
| Mais areaal | 186.079 | 0,1 | 167.472 |
| Overig land | 100.843 | 0,05 | 95.801 |
| Landgebruik Buitenland | | | |
| Soja Brazilië | 46.874 | 0,05 | 44.530 |
| Koolzaad Europa | 37.748 | 0,1 | 33.973 |
| Compensatie vleesproductie | -330.488 | | -276.522 |
| Productiefaciliteiten (NL) | 127 | 0,05 | 121 |
| Opslagplaatsen (NL) | 34 | 0,05 | 33 |
| Stortlocatie (NL) | 17 | 0,05 | 16 |
| Landgebruik_bd_voetafdruk (MSA.ha) | | | 735.146 |

Tabel AIII.9. Overzicht van de berekeningen van de biodiversiteitsvoetafdruk voor landgebruik voor de Nederlandse melksector voor scenario 2a (Biologisch beheer grasland = 50%)



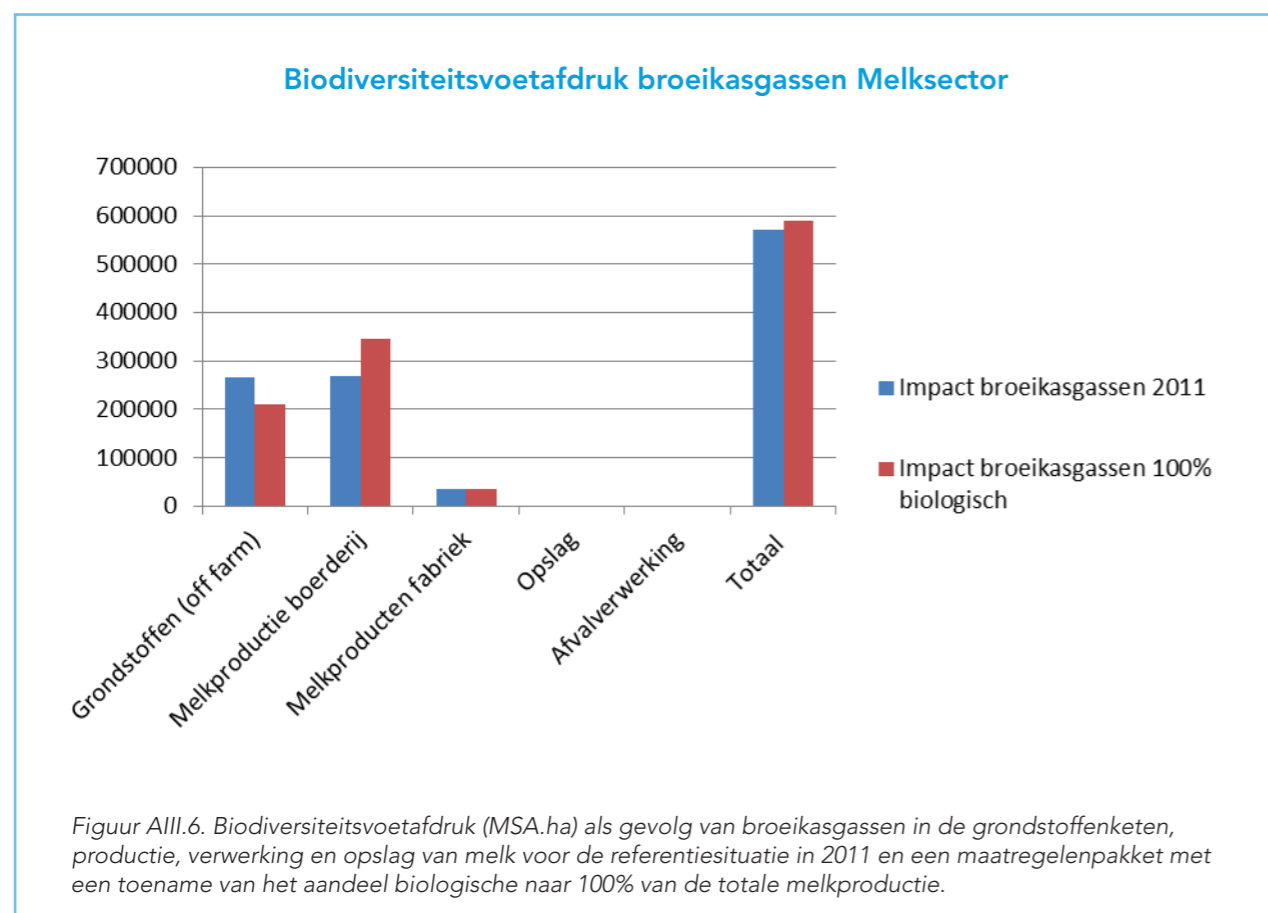
Figuur AIII.5a en b: Voetafdruk landgebruik scenario's ten opzichte van 2011

Impact broeikasgassen

Voor het maatregelenpakket is scenario 2b doorgerekend voor de impact van broeikasgassen. In scenario 2b wordt een hoger aandeel van melk geproduceerd op biologische melkveebedrijven. Voor zowel de conventionele als de biologische melkproductie blijven de broeikasgasemissies en bijbehorende biodiversiteitsimpact per eenheid melk zoals die ook voor de nul-situatie worden gebruikt. Die emissies per liter melk liggen hoger bij de biologische melkproductie dan bij de conventionele productie. Door het hogere aandeel biologische productie in de scenarios neemt

daarin dus de totale emissie van broeikasgassen als gevolg van melkproductie licht toe. En dat betekent dat ook de eraan gerelateerde totale biodiversiteitsvoetafdruk in MSA.ha toeneemt (Figuur AIII.6).

In het geval van de meer natuurvriendelijk productie van melk (scenario 1b) wordt aangenomen dat dit geen of slechts een heel beperkt effect zal hebben op de totale emissies van broeikasgasemissies zoals die voor de nul-situatie zijn bepaald.



Impact watergebruik

In de tabellen AIII.11a en AIII.11b is de voetafdruk berekening voor de impact van emissie naar water weergegeven voor scenario's 1b en 2b. Door de geringere emissie uit de biologische landbouw (2b) is de voetafdruk voor dit type beheer lager dan die voor regulier beheerde melkveehouderijen (-14%) ondanks

het grotere benodigde areaal (Figuur AIII.7). De omschakeling van regulier naar een meer natuurvriendelijk beheer heeft geen verlaging van de impact tot gevolg omdat er bij dit type beheer van eenzelfde emissie wordt uitgegaan als bij regulier beheer.

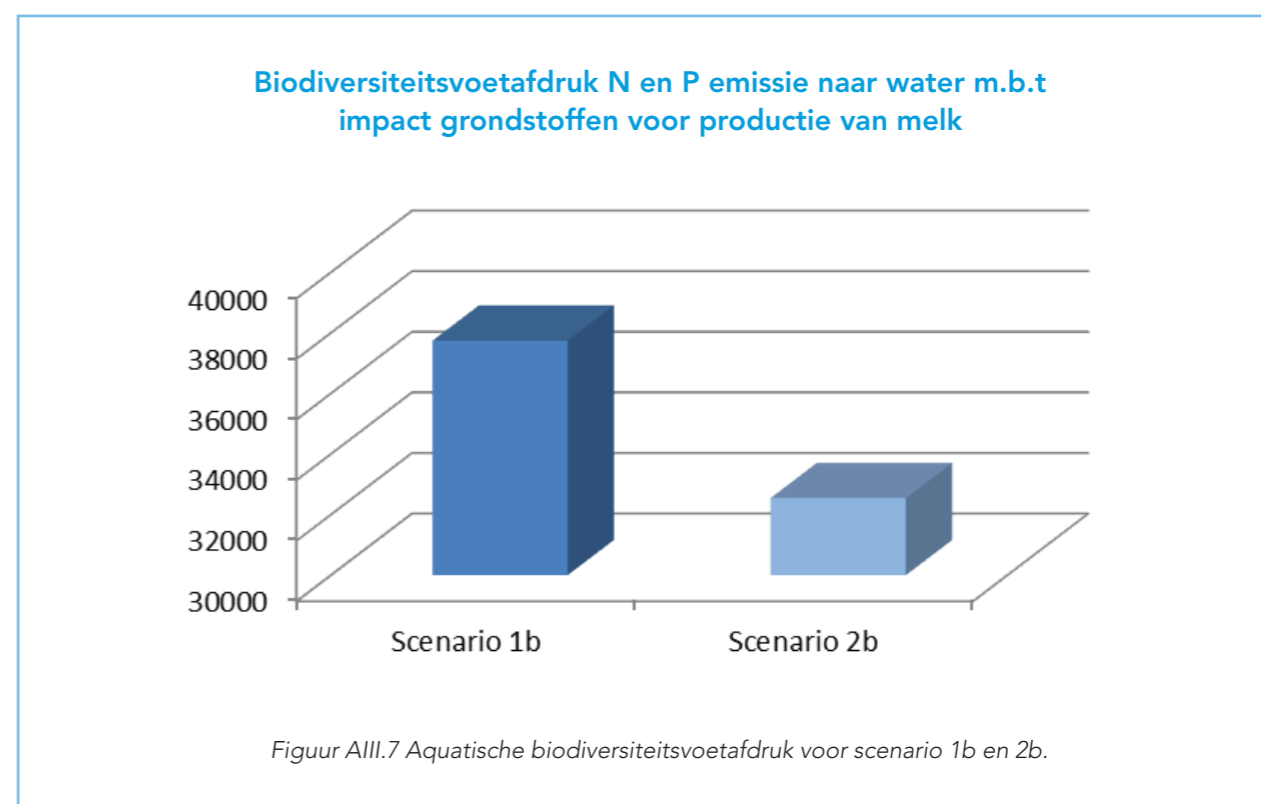
Scenario 1b

| Voetafdruk emissie naar water | Oppervlak | MSA | Opp*(1-MSA) |
|--|-----------|------|---------------|
| P reguliere & meer natuurvriendelijke melkveehouderij | 35.361 | 0,14 | 30.349 |
| P biologische melkveehouderij | 943 | 0,44 | 529 |
| P mais reguliere & meer natuurvriendelijke melkveehouderij | 7.858 | 0,14 | 6.744 |
| P mais biologische melkveehouderij | 209 | 0,44 | 118 |
| Totale watervoetafdruk landbouwgrond | | | 37.740 |

Scenario 2b

| Voetafdruk emissie naar water | Oppervlak | MSA | Opp*(1-MSA) |
|--|-----------|------|---------------|
| P reguliere & meer natuurvriendelijke melkveehouderij | 0 | 0,14 | 0 |
| P biologische melkveehouderij | 49.904 | 0,44 | 28.014 |
| P mais reguliere & meer natuurvriendelijke melkveehouderij | 0 | 0,14 | 0 |
| P mais biologische melkveehouderij | 8.067 | 0,44 | 4.529 |
| Totale watervoetafdruk landbouwgrond | | | 32.543 |

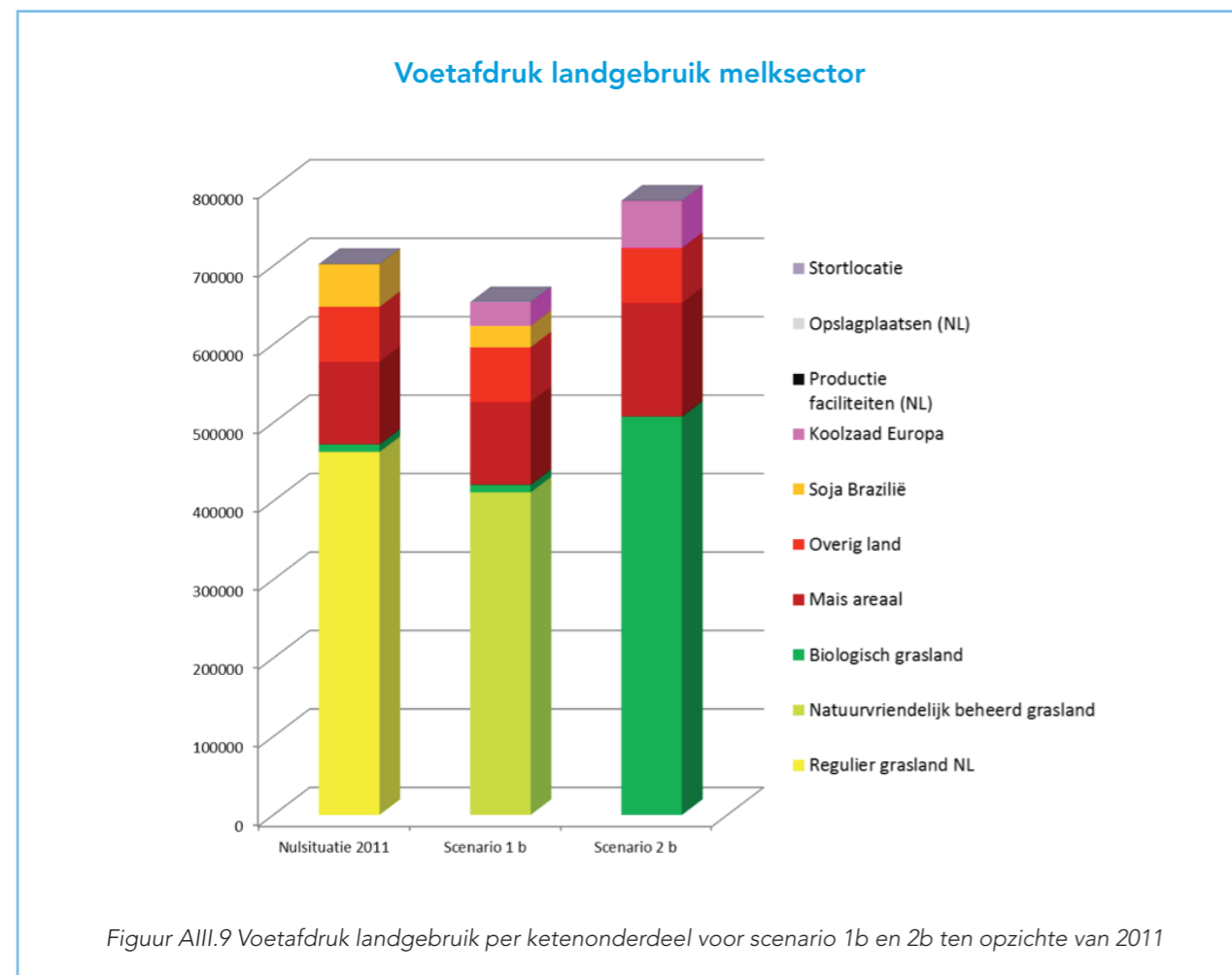
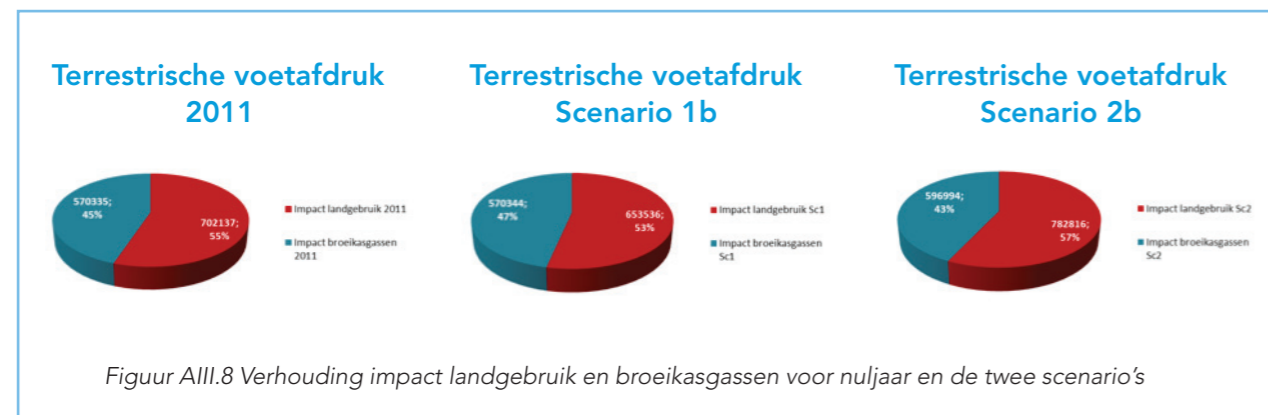
Tabel AIII.11 a en b. Aquatische biodiversiteitsvoetafdruk voor emissie van P naar sloten voor de Nederlandse melksector voor respectievelijk scenario 1b en 2b.



Totale voetafdruk scenario's en verbetering ten gevolge van de maatregelpakketten

In figuur AIII.8 wordt een overzicht gegeven van de veranderde biodiversiteitsvoetafdruk ten gevolge van de maatregelen die genomen zijn in scenario 1b en 2b. De verandering is per ketenonderdeel doorgerekend. De verhouding tussen de impact door landgebruik en broeikasgassen verschilt tussen de scenario's en het basisjaar.

Figuur AIII.9 laat zien dat scenario 1b door de omvorming van de reguliere melkveehouderijen naar meer natuurvriendelijke melkveehouderijen de biodiversiteitsvoetafdruk daalt, terwijl er een geringe toename is van de krachtvoerimpact doordat de helft van de soja door koolzaad wordt vervangen waarvoor een iets groter oppervlak nodig is vanwege het lagere eiwitgehalte van koolzaad.

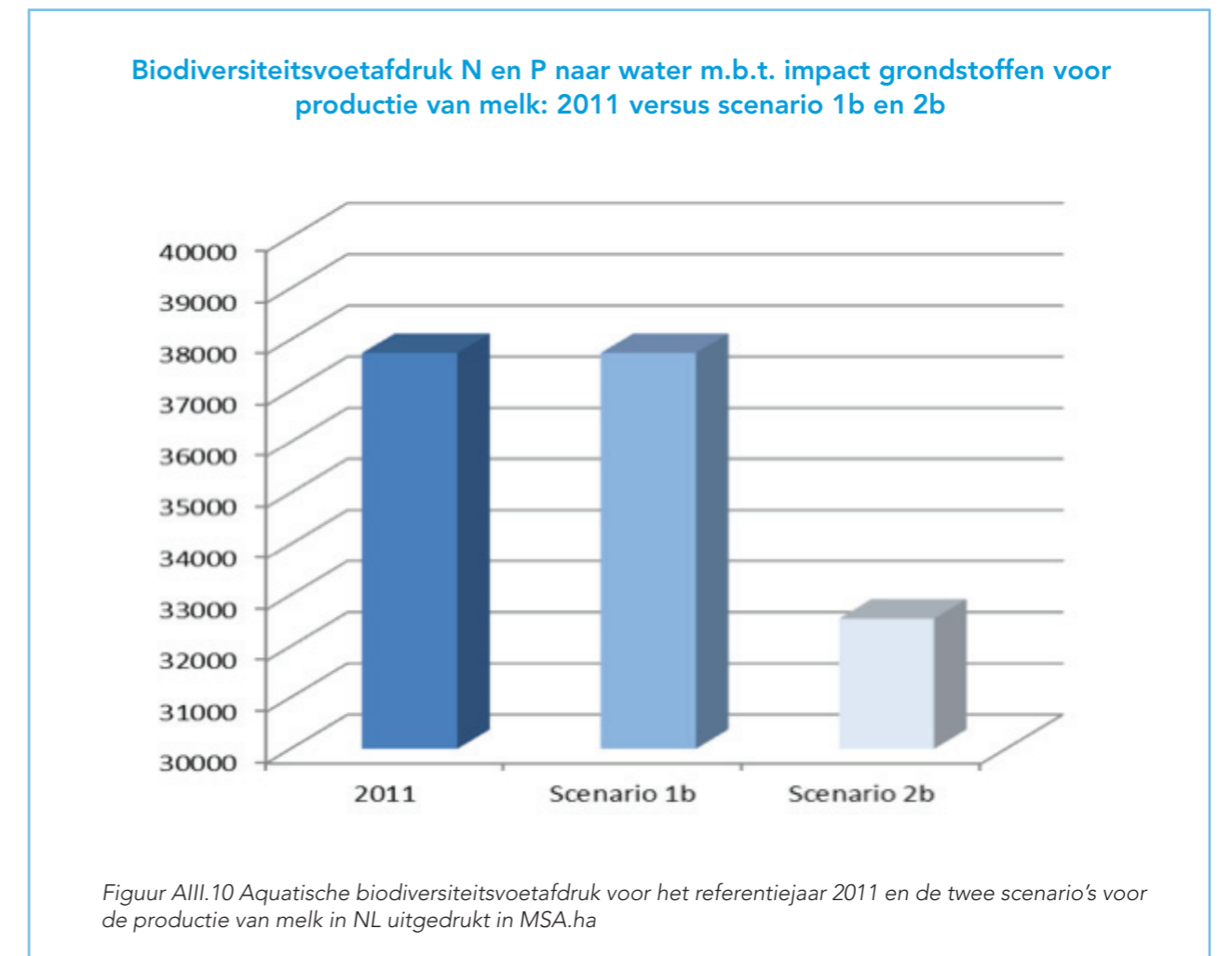


De totale landgebruik gerelateerde voetafdruk van scenario 1b neemt met 7% af ten opzichte van die van 2011. Scenario 2b laat zien dat de omvorming van de reguliere melkveehouderijen naar een biologische bedrijfsvoering gepaard gaat met een flinke stijging van de voetafdruk. Dit komt doordat de productiviteit van de biologische melkveehouderij lager is dan die van de reguliere en meer natuurvriendelijke melkveehouderijen. Doordat er in het biologische bedrijf minder krachtvoer wordt gebruikt groeit ook de omvang van het benodigde maisareaal (of ander bijvoergewas) ter vervanging van de eiwitrijkere soja.

De landgebruik gerelateerde voetafdruk van scenario 2b is 11% groter dan de 2011 voetafdruk en zelfs 20% groter dan die van de meer natuurvriendelijke melkveehouderijen.

De aquatische biodiversiteitsvoetafdruk in figuur AIII.10 geeft de verschillen weer tussen het referentiejaar en de twee scenario's. Vanwege dezelfde mestgift door de natuurvriendelijke melkveehouderijen blijft de aquatische voetafdruk voor scenario 1b gelijk met die van het referentiejaar, maar bij scenario 2b zorgen de biologische melkveehouderijen ervoor dat de aquatische voetafdruk verminderd met 14% (of 5197 MSA.ha) af ten opzichte van de voetafdruk in 2011.

De totale terrestrische voetafdruk (GHG + landgebruik) voor scenario 1b neemt af met 49.817 MSA.ha (-3.9%) ten opzichte van 2011 en de terrestrische voetafdruk van scenario 2b neemt toe met 99.466 MSA.ha (+7.8%). De verschillen zijn weergegeven in tabel AIII.12 en figuur AIII.11. 353 MSA.ha (-1.14%).



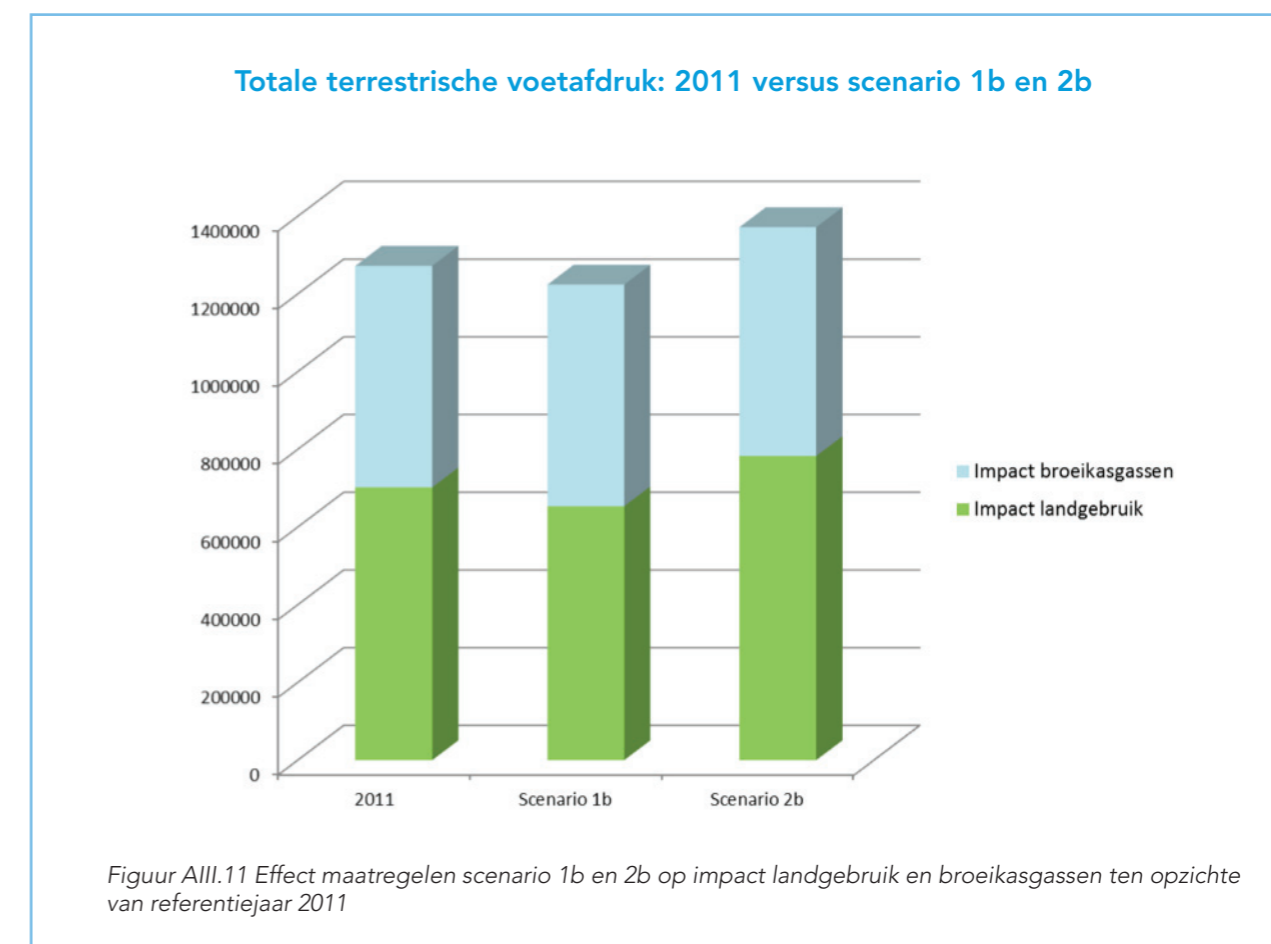
| Situatie 2011 | Grondstoffen (off farm) | Melk-productie boerderij | Productie melkproducten | Opslag | Afvalverwerking | Totaal (MSA.ha) |
|----------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------|-----------------|-----------------|
| Landgebruik | 54.762 | 647.206 | 121 | 33 | 16 | 702.137 |
| Broeikasgassen | 266.900 | 269.366 | 34.069 | | | 570.335 |
| Totaal terrestrische | | | | | | |
| biod.-voetafdruk | 321.662 | 916.572 | 34.190 | 33 | 16 | 1.272.472 |
| Emissies naar water | 37.740 | | | | | 37.740 |

| Scenario 1b | Grondstoffen (off farm) | Melk-productie boerderij | Productie melkproducten | Opslag | Afvalverwerking | Totaal (MSA.ha) |
|----------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------|-----------------|-----------------|
| Landgebruik | 57.549 | 595.818 | 121 | 33 | 16 | 653.536 |
| Broeikasgassen | 266.466 | 269.945 | 34.069 | | | 570.479 |
| Totaal terrestrische | | | | | | |
| biod.-voetafdruk: | 324.015 | 865.762 | 34.190 | 33 | 16 | 1.224.016 |
| Emissies naar water | 37.740 | | | | | 37.740 |

| Scenario 2b | Grondstoffen (off farm) | Melk-productie boerderij | Productie melkproducten | Opslag | Afvalverwerking | Totaal (MSA.ha) |
|----------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------|-----------------|-----------------|
| Landgebruik | 57.549 | 595.818 | 121 | 33 | 16 | 653.536 |
| Broeikasgassen | 210.537 | 344.516 | 34.069 | | | 589.122 |
| Totaal terrestrische | | | | | | |
| biod.-voetafdruk: | 270.873 | 106.6827 | 34.190 | 33 | 16 | 1.371.938 |
| Emissies naar water | 37.740 | | | | | 37.740 |

Tabel AIII.12 Aandeel biodiversiteitsvoetafdruk per ketenonderdeel voor de melksector voor de nul-situatie zoals die in 2011 was, scenario 1b en scenario 2b (100% biologisch)

Figuur AIII.11 geeft de impactverhouding weer tussen de twee terrestrische druktypen.



Scenario's 1b en 2b berekend aan de hand van ReCiPe

De impactwaarden per drukfactoren met betrekking op scenario 1b en 2b worden weergegeven in respectievelijk tabel AIII.13 en AIII.14. De impact op de biodiversiteit per drukfactor wordt voor scenario 1b en 2b weergegeven in respectievelijk tabel AIII.15 en AIII.16.

| Drukfactor | Waarde | Eenheid | Aangetast milieucompartiment |
|--|-----------------------|----------------------|------------------------------|
| Emissie CO ₂ eq. | 17,35·10 ⁹ | kg CO ₂ | Bodem, water |
| Landgebruik weiland | 5,28·10 ⁹ | m ² ·jaar | Bodem |
| Landgebruik maisteelt | 2,25·10 ⁹ | m ² ·jaar | Bodem |
| Landgebruik industrieel | 1,3·10 ⁶ | m ² ·jaar | Bodem |
| Landgebruik soja | 2,80·10 ⁸ | m ² ·jaar | Bodem |
| Watergebruik (verdroging) | 4,37·10 ⁷ | m ³ | Bodem |
| Emissie NH ₃ → lucht | 1,22·10 ⁷ | kg NH ₃ | Bodem |
| Emissie PO ₄ → landb. grond | 1,99·10 ⁷ | kg PO ₄ | Water |

Tabel AIII.13. Beslag op bodem en water en emissies naar compartimenten door de Nederlandse melksector in scenario 1b

| Milieuthema | Indicator (soorten·jaar) | Bijdrage |
|---------------------------|--------------------------|-------------|
| Klimaatverandering | 79,3 | 47% |
| Landgebruik | 89,1 | 53% |
| Watergebruik (verdroging) | 0,13 | 0,08% |
| Aquatische eutrofiëring | 0,04 | 0,02% |
| Terrestrische verzuring | 0,03 | 0,02% |
| Totaal | 168,58 | 100% |

Tabel AIII.14 Impact op de biodiversiteit per milieuthema volgens in scenario 1b

| Drukfactor | Waarde | Eenheid | Aangetast milieucompartiment |
|--|-----------------------|----------------------|------------------------------|
| Emissie CO ₂ eq. | 17,86·10 ⁹ | kg CO ₂ | Bodem, water |
| Landgebruik weiland | 7,25·10 ⁹ | m ² ·jaar | Bodem |
| Landgebruik maisteelt | 2,34·10 ⁹ | m ² ·jaar | Bodem |
| Landgebruik industrieel | 1,3·10 ⁶ | m ² ·jaar | Bodem |
| Landgebruik soja | 6,70·10 ⁸ | m ² ·jaar | Bodem |
| Watergebruik (verdroging) | 4,37·10 ⁷ | m ³ | Bodem |
| Emissie NH ₃ → lucht | 1,22·10 ⁷ | kg NH ₃ | Bodem |
| Emissie PO ₄ → landb. grond | 1,99·10 ⁷ | kg PO ₄ | Water |

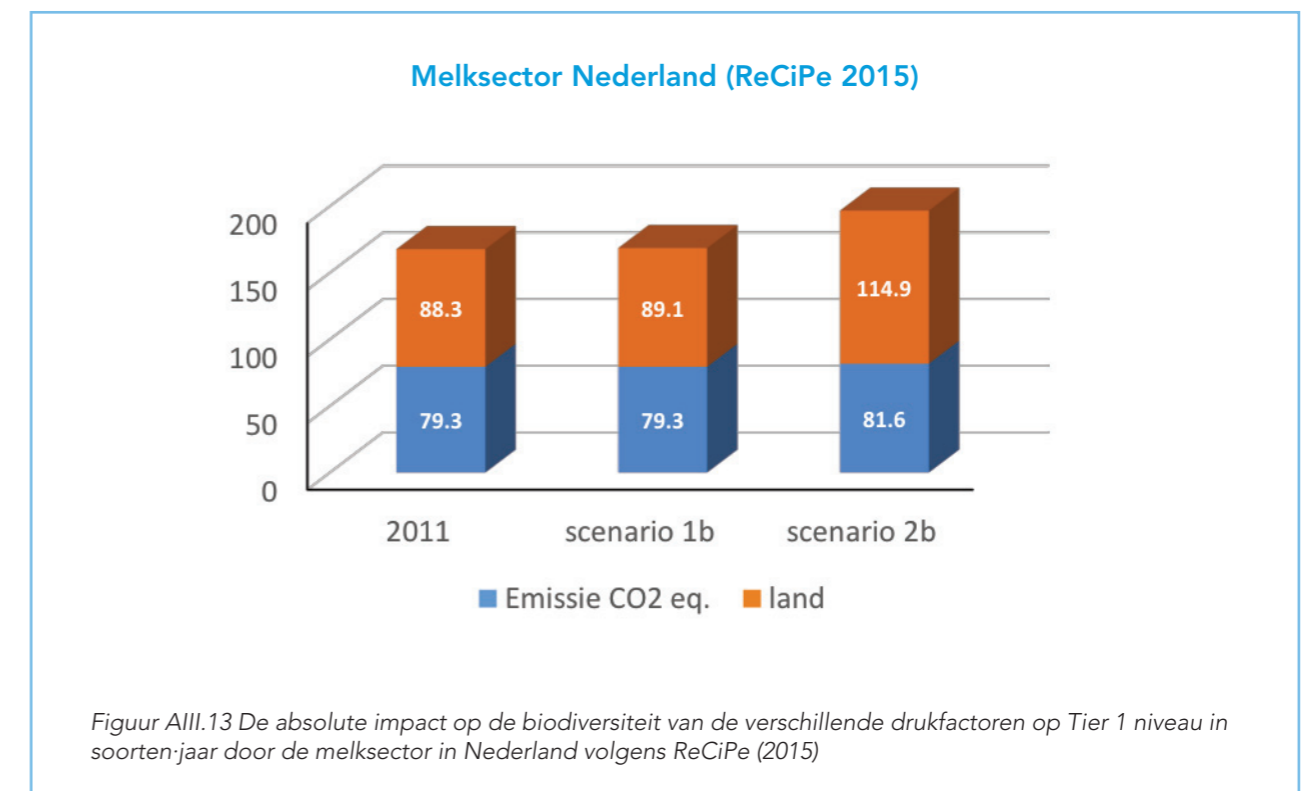
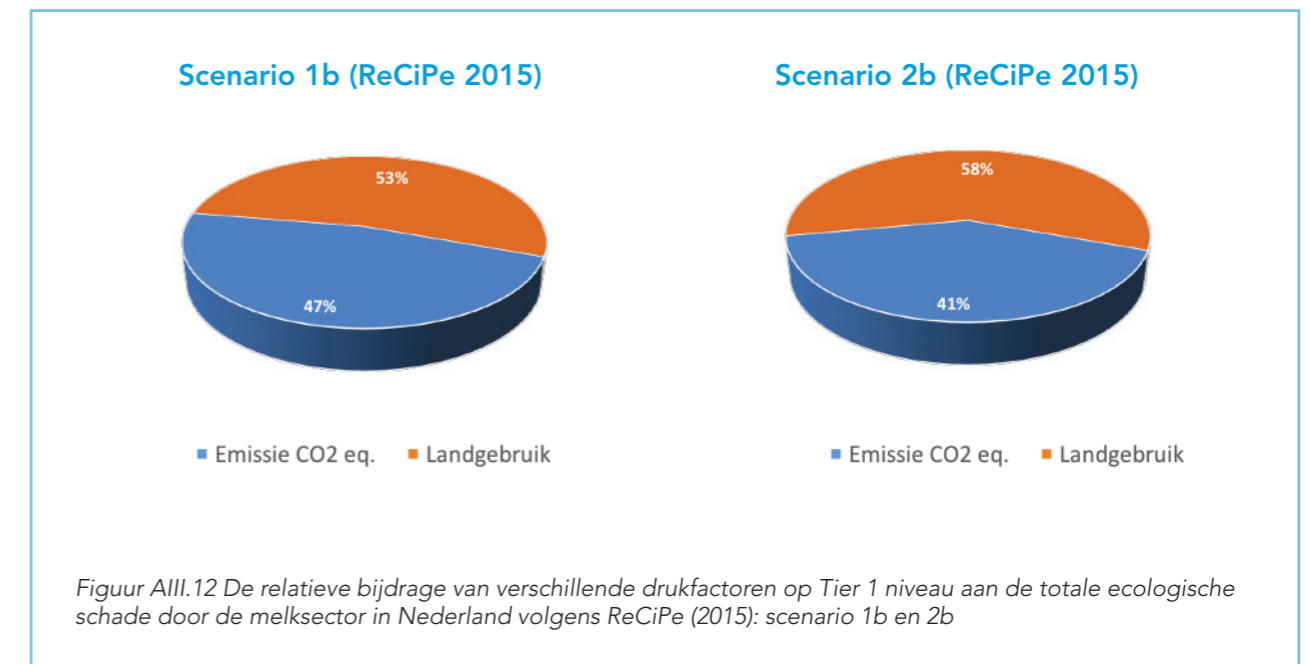
Tabel AIII.15 Beslag op bodem en water en emissies naar compartimenten door de Nederlandse melksector in scenario 2b.

| Milieuthema | Indicator (soorten·jaar) | Bijdrage |
|---------------------------|--------------------------|-------------|
| Klimaatverandering | 81,6 | 41% |
| Landgebruik | 114,9 | 59% |
| Watergebruik (verdroging) | 0,13 | 0,07% |
| Aquatische eutrofiëring | 0,04 | 0,02% |
| Terrestrische verzuring | 0,03 | 0,01% |
| Totaal | 194,36 | 100% |

Tabel AIII.16 Impact op de biodiversiteit per milieuthema in scenario 2b

In figuur AIII.12 wordt het verschil in relatieve impact vergeleken tussen scenario 1b en 2b. Het verschil tussen de nul-situatie (Figuur AIII.4)

en scenario 1b is verwaarloosbaar. In scenario 2b wordt een groter beslag op land gelegd, zowel relatief als absoluut (Figuur AIII.13).



Voorlopige conclusie op basis van de gebruikte rekenmethode

Suggesties voor verbetering van de methodologie

Landgebruik

Een nauwkeurigere benadering van de MSA waarde zou kunnen worden toegepast op basis van gemeten gegevens over de begrazings-intensiteit, mestgift, pesticiden en irrigatie in combinatie met gerelateerde dosis-respons relaties zoals die momenteel gebruikt wordt in de door het PBL en Alterra ontwikkelde Natuurwaarde graadmeter en Meta Natuur Planner methoden.

Broeikasgassen en stikstofdepositie

Naast de berekening van de GHG emissies zou ook de lokale impact van stikstofdepositie dat door en voor de melksector geproduceerd wordt berekend kunnen worden met behulp van de GLOBIO3 methodologie. Hiervoor moet de huidige GLOBIO3 benadering aangepast worden. Binnen GLOBIO3 wordt de regionale impact van stikstofdepositie bepaald aan de hand van gemeten stikstofwaarden en zogenaamde threshold of drempelwaarden van enkele ecosystemen (bv bossen en graslanden). Zodra gemeten waarden in semi-natuurlijke gebieden de drempelwaarden overschrijden is er sprake van een negatief effect op de biodiversiteit. Deze berekening wordt echter uitgevoerd aan de hand van de totale hoeveelheid stikstofemissie in een gebied en is dus niet specifiek voor de uitstoot van 1 sector. De impact van de depositie door de melksector op naburige natuurgebieden zou echter wel berekend kunnen worden als er aanvullende gegevens gebruikt worden met betrekking tot de heersende windrichting rondom de uitstootlocatie en natuurgebied, en de relatieve bijdrage van deze emissie ten opzichte van de emissies van alle andere uitstoters in dat gebied. Hiervoor moeten mogelijk aanvullende modellen en data van naburige emissiebronnen toegepast worden.

De impact van fosfor en stikstof op de biodiversiteit van open water wordt berekend met behulp van de GLOBIO-aquatisch methode

Watergebruik

De gebruikte voetafdruk voor de weidegronden is alleen berekend voor de sloten en dus een minimumschatting, want het water bereikt meestal al snel naburige vaarten en regionale meren, die ook beduidend gevoeliger zijn voor de effecten (zie de KRW-grafieken). Hier zou een verdunningsfactor ingevoerd kunnen worden: hoeveel % van de watertoevoer naar de meren is afkomstig van weidegebieden. Dat is natuurlijk per gebied en per periode verschillend, maar gemiddeld over het jaar is dat in NL al gauw enkele tientallen procenten, de rest is dan akkerbouw, bos, bebouwd gebied en inlaat uit de grote rivieren (Pers. commentaar Jan Janse).

De impact van de emissie door de zuivelfabrieken kan ook berekend worden via de methodologie die in deze pilot studie is gebruikt voor de berekening van N en P emissie uit puntbronnen (rekenvoorbeeld DESSO). Hiervoor zijn emissie gegevens nodig per zuivelfabriek + oppervlak en debiet betreffende waterlopen waarin geloosd wordt en data over het oppervlak en debiet van de rivieren waar ze in uitmonden.

Wateronttrekking: Verdroging

Bestudeerd moet worden in hoeverre de ontzekking van water in de weidegronden de Gemiddelde Voorjaars Grondwaterstand (GVG) van nabij gelegen natuurgebied beïnvloedt. Voor de Meta Natuur Planner en natuurgraadmeter methoden (PBL en Alterra) zijn voor een aantal drukfactoren een dosis-respons relaties berekend op basis van een bestaande database. Bekeken moet worden of er ook een GVG dosis-respons relatie te extraheeren valt uit deze dataset voor de betreffende gebieden.

Emissie van toxische stoffen naar water

De mogelijke impact van toxische stoffen die door de melksector worden geëmitteerd kan niet in de Tier 1 benadering worden meegenomen omdat er in de huidige GLOBIO3 terres-

trische en GLOBIO-Aquatisch modellen nog geen dosis respons relaties hiervoor bestaan. Deze zijn mogelijk af te leiden op basis van gepubliceerde studies en waarbij eventueel de bestaande dosis respons relaties uit ReCiPe als uitgangspunt gebruikt kunnen worden. Dit laatste kan alleen als op basis van de onderliggende data die voor deze ReCiPe relaties gebruikt zijn ook abundantiegegevens van soorten meegenomen kunnen worden.

Omdat er duizenden verschillende toxische stoffen zijn moeten de effecten van de verschillende stoffen gestandaardiseerd worden. Dit kan eventueel op dezelfde manier als in de ReCiPe systematiek wordt gedaan, waarbij alle emissies worden omgerekend naar DCB-equivalenten (DCB is 1,4-dichloorbenzeen) of naar nikkel-equivalenten in geval het om metalen gaat. Er kan daarbij gekeken worden of de "lotgevallen factor", LF die voor een groot aantal toxische stoffen in ReCiPe beschikbaar is kan worden toegepast.

Emissie van stikstof en fosfor naar water

De lozing van N en P emissie naar water vanuit maisvelden is de laatste jaren minder geworden sinds er geen sprake meer is van mestdumpingen. Volgens Groenendijk et al. (2012) is het verschil in N en P emissie tussen reguliere en biologische landbouw kleiner dan aangenomen door Thomassen 2012. Uitgezocht dient te worden of deze verschillen inmiddels ook voor gras en maisvelden van melkveehouderijen van toepassing zijn.

Infrastructuur

Om de impact van infrastructuur dat door de melksector veroorzaakt wordt vast te kunnen stellen dient het relatieve gebruik van het wegennet bepaald te worden. Een dergelijke inschatting zou gemaakt kunnen worden via een berekening van het totaal aantal kilometers dat gereden wordt door de melkveeboeren en melkverwerkende bedrijven plus hun toeleveranciers ten opzichte van het totaal aantal kilometers dat door overig vervoer wordt gebruikt. Hiermee kan het gebruiksdeel worden berekend van het impactgebied dat

binnen naburige semi-natuurlijke en natuurlijke gebieden ligt.

Daarnaast hebben de bedrijfslocaties effecten op de omgeving, bijvoorbeeld via veranderde grondwater stromingen. Binnen het GLOBIO3 model wordt het impactdeel berekend dat een overlap heeft met naburige natuurgebieden. Vooral grondwatergevoelige natuurgebieden zoals vennen kunnen hiervan ernstige schade ondervinden.

Fragmentatie

Om het fragmentatie impact deel van de melksector te kunnen berekenen dient een inventarisatie gemaakt te worden van de natuurgebieden die door haar bedrijfsactiviteiten, wegen en percelen worden gefragmenteerd. Dit zou bijvoorbeeld kunnen door de relatieve bijdrage van de sector te berekenen aan de hand van het totale geschatte areaal van het landoppervlak dat uitsluitend in gebruik is voor de sector (inclusief aandeel gebruik wegen). Met behulp van de GLOBIO3 methodologie kan eerst de fragmentatie impact berekend worden van het totale gebied waarin land in gebruik is voor de productie van melk. Vervolgens dient een schatting gemaakt te worden van het land dat exclusief voor de sector in gebruik is. Ten slotte kan dan het fragmentatie impact aandeel van de sector berekend worden door de totale fragmentatie impact te vermenigvuldigen met de ratio tussen het totale oppervlak en het exclusieve oppervlak.

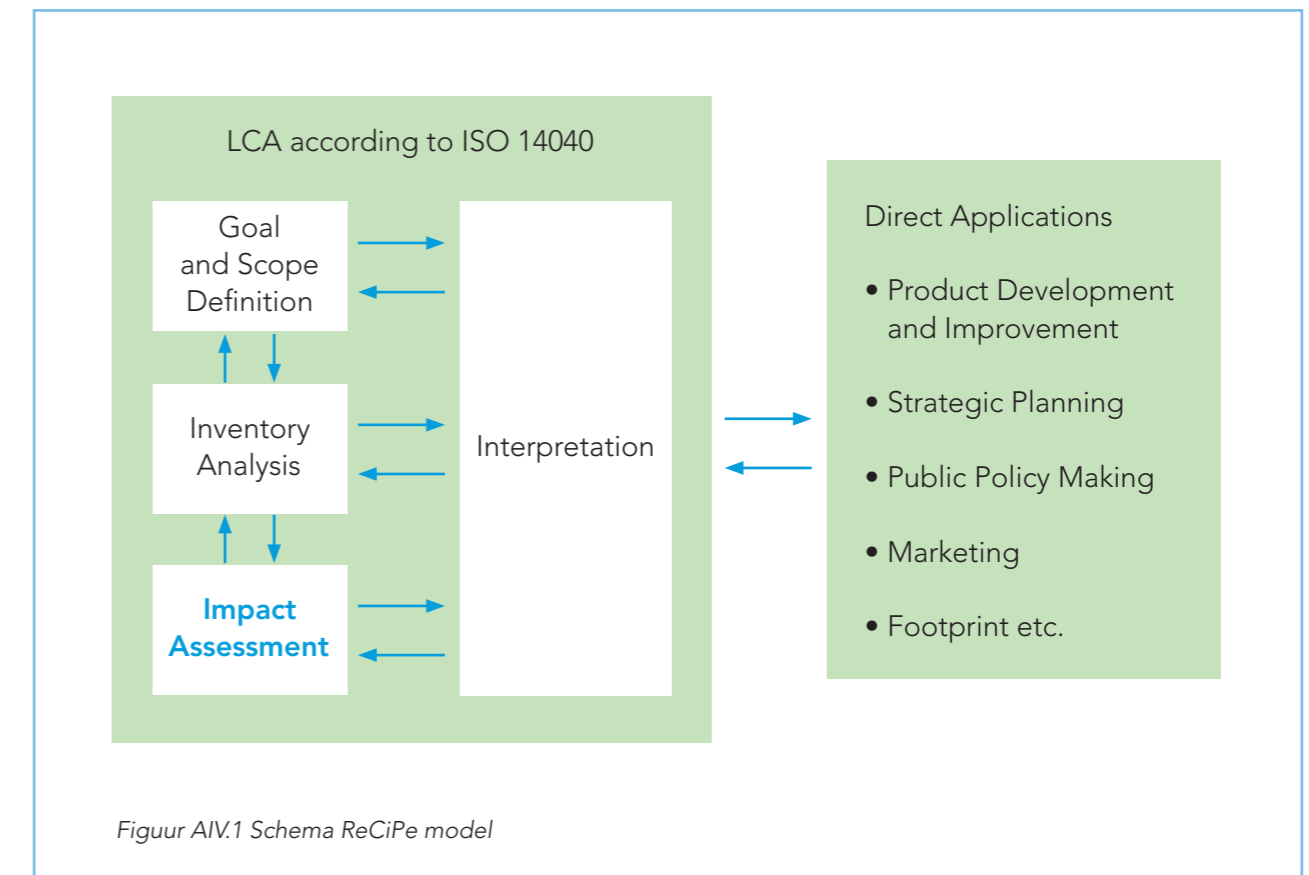
Geluid en licht

De impact van geluid en licht maken onderdeel uit van milieutoetsen. Onderzocht dient te worden of er dosis-respons relaties zijn voor deze drukfactoren voor nabij gelegen natuurgebieden om zodoende vast te kunnen stellen of de invloed van deze drukfactoren afwijkt ten opzichte van gemiddelde waarden afkomstig van bebouwing. Nieuwe dosis-respons relaties kunnen eventueel met behulp van een meta-analyse bepaald worden.

Annex IV

HET ReCiPe LIFECYCLE MODEL

De zogenaamde Life Cycle Analysis methodologie (LCA) bestaat uit een Goal & Scope analyse waarin o.a. doel van de studie, reikwijdte en de systeemgrenzen worden vastgelegd (Figuur AIV.1). Tevens wordt in deze fase de functionele eenheid gedefinieerd. Dit laatste is van belang omdat een product soms niet geschikt is als eenheid. Als bijvoorbeeld straatverlichting met LED vergeleken wordt met conventionele straatverlichting dan is de lantaarnpaal niet de geschikte functionele eenheid. Beter is om het functioneel verlichten van 100 m provinciale weg over 10 jaar te kiezen.



In de Inventory Analysis worden alle emissies en andere ingrepen in het milieu geïnventariseerd. Op basis daarvan wordt de LCIA (Life Cycle Impact Assessment) uitgevoerd. De laatste fase is interpretatie waarin de resultaten eventueel worden genormaliseerd (vergeleken met de belasting van mens en milieu) of gewogen.

ReCiPe (2008) is het LCIA onderdeel van een LCA. Het karakteriseert emissies en andere ingrepen in het milieu (zoals landgebruik) zowel op midpoint niveau (relatief kleine onzekerheid in de uitkomst maar grote onzekerheid in de interpretatie) als op endpoint niveau (grote on-

zekerheid getalsmatige uitkomst maar gemakkelijker te interpreteren door de beleidsmaker). Voor dit project wordt de endpoint benadering gekozen.

ReCiPe (2008) kan een set aan drukfactoren (zoals uitstoot van CO₂) vertalen in mondiale effecten op biodiversiteit. ReCiPe koppelt drukfactoren aan de milieuthema's klimaatverandering, landgebruik, verzuring, vermisting, toxiciteit en verdroging. ReCiPe (2015) bevat tevens een methodiek voor waterschaarste. De karakterisatiefactoren voor landgebruik en uitstoot van broeikasgassen zijn in de 2015 versie herzien. Met de ReCiPe-methode is het nog

niet goed mogelijk om een onderscheid te maken tussen impacts op lokale schaal, regionale schaal en op mondiale schaal.

Voor zover bruikbare ReCiPe onderdelen niet direct in te passen zijn in de GLOBIO3 methodologie zal de ReCiPe endpoint benadering worden toegepast. Op deze wijze kunnen de ReCiPe uitkomsten op endpoint niveau vergeleken worden met de overige uitkomsten van GLOBIO.

Voor het Europese zoetwatercompartiment kan de GLOBIO-Aquatrische uitkomst vergeleken/aangevuld worden met/door de toepassing van de endpoint benadering van ReCiPe t.a.v. eutrofiërende emissies (fosfor) en toxische emissies zowel door industrie als landbouwactiviteiten. De schade aan het compartiment zoetwater wordt uitgedrukt als verdwenen fractie van soorten in water.

Waarom Recipe niet de lokale impact meet

ReCiPe levert karakterisatiefactoren (CF) die gemodelleerd zijn waarbij rekening gehouden wordt met emissies en effecten van die emissies die locatiespecifiek zijn en toch toegepast dienen te worden op het gehele continent (of regio). Hoe kan dat en waarom werd ReCiPe op deze manier ("site generic") ontworpen? LCA wordt toegepast op producten en diensten. En van een ingewikkeld product weten we wel hoeveel er van wat geëmitteerd wordt ("inventory analysis") maar bijna nooit waar en wanneer precies. De NH₃ emissie kan bijvoorbeeld in 5 verschillende landen plaats vinden. Om die reden wordt in ReCiPe verondersteld dat een emissie verspreid over het hele continent/regio plaatsvindt maar wel proportioneel. Dus een industrieel gebied met hoge NO₂ emissies wordt geacht meer bij te dragen aan de betreffende drukfactor (emissie) dan een dun bevolkt gebied elders op het continent. Hetzelfde geldt voor de effecten.

Scandinavië is gevoeliger voor verzurende deposities dan het mediterane gebied, als gevolg van emissie die elders plaatsvindt. Daar houdt ReCiPe dus wel rekening mee. Dus bij de berekening van het effect of schade wordt rekening gehouden met lokale verschillen terwijl er sprake is van verspreide emissie. Vaak is een CF gebaseerd op de output van source-receptor matrix modellen van PBL. Voor een complexe LCA is dat handig maar passen we ReCiPe toe op iets anders, bijvoorbeeld binnen dit project, dan heeft dat nadelen. Eutrofiërende emissies die in deze studie vaak lokaal zijn, worden vertaald naar effecten op het gehele Europese continent en dus niet de lokale rivier of sloot. Emissies van CO₂ en UV laag aantastende stoffen zijn globale emissies waardoor bepaling van lokale impact minder relevant is.

Annex IV-B

IMPACTBEREKENING

DRUKFACTOREN ReCiPe

Naast de impact berekening van de meegenomen drukfactoren per bedrijfs-case aan de hand van het GLOBIO model is de impact van deze drukken ook berekend met behulp van de meest recente versie van ReCiPe (2015) om zodoende de resultaten van beide methodes met elkaar te kunnen vergelijken. In ReCiPe is ook de impact berekend van enkele emissies die niet door de GLOBIO methode worden meegenomen. Daardoor is het mogelijk om een inschatting te geven van de relatieve impact van deze emissies op de biodiversiteit door hun aandeel te berekenen ten opzichte van de overige drukken.

De karakterisatiefactoren waarmee ecosysteemschade in de 2015 ReCiPe methode wordt berekend verschilt van de 2008 versie. De eenheid blijft soorten-jaar. Hieronder volgt een beknopte uitwerking van de impactberekening op basis van ReCiPe 2015 methodologie.

Emissies

Hoe om te gaan met onzekerheid?

De indicatoren voor emissies kennen een grote onzekerheid, zowel fundamenteel als operationeel. Deze onzekerheid wordt in ReCiPe verdisconteerd door middel van de tijdshorizon waarover schade aan het ecosysteem beoordeeld wordt. Afhankelijk van de drukfactor worden daarvoor korte, middellange en lange termijnen gekozen, bijv. 20, 200 of 1000 jaar.

Emissies van broeikasgassen die leiden tot klimaatverandering

De emissie van een broeikasgas (GHG) worden geconverteerd naar CO₂ equivalenten volgens de GWP's (global warming potential) van het IPCC. In tabel AIV.1 worden deze GWP's gegeven.

De GWP's in tabel AIV.1 vermenigvuldigd met karakterisatiefactoren uit tabel AIV.2 levert de schade aan het terrestrische of aquatische ecosysteem per kg GHG.

| GHG | kg CO ₂ /kg GHG per tijdshorizon | | |
|------------------|---|--------|---------|
| | 20 jr | 100 jr | 1000 jr |
| CO ₂ | 1 | 1 | 1 |
| CH ₄ | 84 | 28 | 4,8 |
| N ₂ O | 264 | 265 | 78,8 |

Tabel AIV.1 GWP's (kg CO₂ eq./kg GHG) voor verschillende tijdshorizonten

| Ecosysteem | Eenheid | Waarde per tijdshorizon | | |
|--------------|-------------------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| | | 20 jr | 100 jr | 1000 jr |
| Terrestrisch | soorten-jaar/kg CO ₂ eq. | 8,66·10 ⁻¹⁰ | 4,57·10 ⁻⁹ | 1,28·10 ⁻⁷ |
| Zoet water | soorten-jaar/kg CO ₂ eq. | 1,45·10 ⁻¹⁴ | 7,65·10 ⁻¹⁴ | 6,82·10 ⁻¹³ |

Tabel AIV.2 Ecosysteemschade in soorten-jaar per kg CO₂ eq. voor het terrestrische en aquatische compartiment

Emissies van verzurende en vermestende stoffen in Europa

Stikstofoxide heeft naast een klimaateffect ook een direct verzurend effect op de bodem via stikstof-depositie. Omdat dit onafhankelijk is van het klimaateffect wordt de impact veroorzaakt door stikstofdepositie uit de lucht additioneel berekend via ReCiPe. De belangrijkste atmosferische deposities die een verandering van de zuurgraad van de bodem veroorzaken zijn ammoniak, nitraten en sulfaten. Dit is niet een globaal maar een regionaal milieupro-

bleem. Voor dit compartiment zijn de belangrijkste verzurende emissies NO_x, NH₃ en SO₂. Verschuiving van de zuurgraad in de bodem veroorzaakt een verschuiving in het voorkomen van soorten vaatplanten. In ReCiPe worden emissies naar lucht die bodemverzuring veroorzaken, omgezet in SO₂ equivalenten (Tabel AIV.3 en AIV.4).

Binnen een Tier 2 benadering kan onderzocht worden hoe de lokale impact van stikstofdepositie berekend kan worden.

| Verzurende component | kg SO ₂ /kg verzurende stof per tijdshorizon | | |
|----------------------|---|--------|--------|
| | 20 jr | 100 jr | 500 jr |
| NO _x | 0,49 | 0,56 | 0,71 |
| NH ₃ | 1,99 | 2,45 | 2,89 |
| SO ₂ | 1 | 1 | 1 |

Tabel AIV.3 Terrestrische verzuringspotentialen in SO₂ equivalenten voor Europese emissies voor verschillende tijdshorizonten

| Eenheid | Waarde per tijdshorizon | | |
|-------------------------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|
| | 20 jr | 100 jr | 500 jr |
| soorten-jaar/kg SO ₂ eq. | 1,5·10 ⁻⁹ | 5,8·10 ⁻⁹ | 14,·10 ⁻⁹ |

Tabel AIV.4 Ecosysteemschade per kg SO₂ equivalenten voor het terrestrische compartiment

| Stof | Emissiecompartiment | FEZ (kg P-eq naar water/kg) |
|--|---------------------|-----------------------------|
| Fosfor (P) | zoetwater | 1 |
| | landbouwbodem | 0,1 |
| | zee | 0 |
| Fosfaat (PO ₄ ⁻³) | zoetwater | 0,33 |
| | landbouwbodem | 0,033 |
| | zee | 0 |

Tabel AIV.5 Vermestingspotentialen voor emissie van fosfor naar Europese milieucompartimenten

Vermesting oppervlaktewater in Europa

Zoetwater eutrofiëring is een proces waardoor een overvloedige groei van algen en eendenkroos plaatsvindt. In gematigde gebieden is emissie van fosfor (P) naar bodem of direct naar water de dominante oorzaak. Voor dit milieuthema maakt ReCiPe geen onderscheid in tijdshorizon.

Emissie van fosfor naar bodem heeft een ander effect op het zoetwater compartiment dan directe emissie (Tabel AIV.5). Daarnaast zijn er verschillende vormen waarin P kan voorkomen. Daarom worden emissies in een equivalent uitgedrukt: "kg fosfor-equivalenten naar water per kg" (afkorting: FEZ)

De waarden uit tabel 5 worden vermenigvuldigd met $5,62 \cdot 10^{-8}$ (soorten·jaar per kg P eq. naar water) om de ecologische schade in Europees oppervlakte te berekenen.

Toxische stoffen

De oorzaak-gevolg keten van toxische emissies naar schade voor het ecosysteem wordt gegeven door figuur AIV.2

De eerste 3 blokken geven de "lotgevallen factor" (LF) weer. Deze zijn stofafhankelijk en afhankelijk van het compartiment waarnaar geëmitteerd wordt. ReCiPe geeft voor duizenden chemische stoffen de LF waarde in DCB-equivalenten (DCB is 1,4-dichloorbenzeen) of voor nikkel-equivalenten in geval het om metalen gaat. ReCiPe 2015 maakt onderscheid tussen de volgende perspectieven: 20 jr, 50 jr en oneindig. De laatste 2 blokken geven de schadefactor die weer afhankelijk is van de tijdshorizon. Het tweede deel geeft de factor (effect of schadefactor) waarmee LF vermenigvuldigd wordt voor verschillende perspectieven (tijdshorizon). Het eindresultaat is dan weer in eenheid "soorten·jaar" per kg toxische stof geëmitteerd naar lucht, water of bodem.

Alle berekeningen voor toxische stoffen via de gangbare ReCiPe benadering zijn niet locatie specifiek. In plaats daarvan zou de blootstelling geschat kunnen worden voor een "unit-regio" of een "unit-locatie" met een model

dat een hogere LF voorspelt en een hogere concentratie van een stof in het milieu (Tier 2). Deze model variant wordt niet in ReCiPe toegepast maar is wel beschikbaar en in principe toepasbaar.

Gebruik van land en water

Landgebruik

De recente revisie (ReCiPe 2015) geeft waarden voor de karakterisatiefactor (CF) voor verschillende landgebruikstypen (Tabel AIV.6). Verschillende typen landgebruik worden onderscheiden. Landgebruik als drukfactor wordt uitgedrukt in m^2 ·jaar en dient vermenigvuldigd te worden met de overeenkomstige CF uit tabel 6. In de aldus verkregen indicator (in soorten·jaar) is zowel landbezetting als de herstelfase van gemiddeld 40 jaar - nadat het landgebruik werd beëindigd - verdisconteerd.

De ecologische schade in soorten·jaar wordt berekend door de bezetting van oppervlak in de eenheid m^2 ·jaar te vermenigvuldigen met de bijbehorende karakterisatiefactor in tabel 6. Landgebruik wordt in deze methodiek niet gerelateerd aan een tijdshorizon zoals bij de andere drukfactoren omdat het aspect tijd al impliciet in de karakterisatiefactor zit. Dat geldt zowel voor de tijd van landgebruik als voor de tijd die nodig is voor herstel nadat het landgebruik gestopt is.

Watergebruik

De impact van verdroging van het terrestrische ecosysteem wordt met ReCiPe (2015) afgeleid aan de hand van de in ReCiPe gebruikte karakterisatiefactor: $3,08 \cdot 10^{-9}$ soorten·jaar per m^3 water onttrokken.



Figuur AIV.2 Causaliteitsketen voor ecologische schade a.g.v. emissie van toxische stoffen

| Type landgebruik | CF (soorten/m ²) |
|---------------------------------------|------------------------------|
| Bosbouw | $4,92 \cdot 10^{-9}$ |
| Weide | $9,02 \cdot 10^{-9}$ |
| Eenjarige gewassen | $1,64 \cdot 10^{-8}$ |
| Meerjarige gewassen | $1,15 \cdot 10^{-8}$ |
| Gevarieerd landbouwgebied (coullise) | $9,02 \cdot 10^{-9}$ |
| Industrie, infrastructuur | $1,20 \cdot 10^{-8}$ |

Tabel AIV.6. Karakterisatiefactoren (CF in soorten·jaar per m^2) voor schade aan het terrestrische ecosysteem voor verschillende typen landgebruik landgebruik in een jaar

Annex V

DRUKFACTOREN VOOR BEDRIJFSLEVEN EN SECTOREN IN NEDERLAND

In het CE-Delft rapport 'De impact op biodiversiteit van Nederlandse sectoren en bedrijven' (Bergsma et. al, 2014) wordt de onderverdeling van de belangrijkste drukcategorïeën bij de bepaling van de totale bedrijven voetafdruk als volgt weergegeven:

Deze impact verdeling is gemaakt aan de hand van de ReciPe methode voor verschillende Nederlandse sectoren. In hetzelfde rapport staat dat volgens de GLOBIO3 methode landgebruik nog meer bijdraagt (78%, incl. infrastructuur, fragmentatie en 'encroachment') en klimaat wat minder (22%) aan de biodiversiteits-voetafdruk zoals die bepaald is ten opzichte van het Nederlandse gebruik van goederen (exclusief export). Een deel van het verschil tussen de uitkomsten van beide methoden wordt veroorzaakt doordat in ReCiPe de tijdscomponent is toegevoegd bij de impactbepaling van de drukfactoren.

Ook door internationale organisaties en fora (CBD, MEA, WWF) worden klimaat, landgebruik, broeikasgas emissies, Stikstof en Fosfor emissies naar land en water als voornaamste drukfactoren genoemd. Dat wil niet zeggen dat de impact van toxische stoffen niet relevant zijn. Er zijn echter duizenden verschillende toxische stoffen en slechts voor enkele is de impact op specifieke ecosystemen bekend. Verder is de belasting van toxische stoffen op land vaak beperkt rondom de locatie van de puntbron.

Specifieke drukfactoren die landelijk of mondiaal slechts een beperkte impact hebben op de biodiversiteit kunnen voor specifieke bedrijven wel tot de belangrijkste drukfactoren op de biodiversiteit behoren.

Drukfactoren van de melksector en twee koploperbedrijven

Op basis van de verkennende gesprekken en informatie van de bedrijven is gebleken dat de belangrijkste drukfactoren van de melksector en de twee koploperbedrijven ook onder de bovengenoemde factoren vallen.

Bij de melksector speelt het landgebruik door de veehouders en voor productie van veevoer een belangrijke rol. In 2013 is door Steven de Bie een inventarisatie gemaakt van de operationele impact van Friesland Campina op de biodiversiteit als onderdeel van een No Nett Loss conceptueel model voor de melk productie en melkverwerking. De impact van de volgende 9 hoofddrukken is beschreven voor zowel de melkproductie als de het melkverwerkingsproces:

- Energiegebruik (CO₂, NO₂),
- Landgebruik (cacao, duurzame palmolie en soja)
- Emissies naar lucht (ammonia, methaan en N₂O)
- Emissies naar water (N, P)
- Verandering van het landschap (begrazing)
- Bodemgebruik (bodemvruchtbaarheid, bodemverdichting, bodemchemie)
- Watergebruik (hoeveelheid)
- Toepassing van herbiciden en pesticiden,
- Licht en geluid

Bij DSM en DESSO speelt landgebruik een veel kleinere rol. Deze bedrijven zijn voor een belangrijk deel afhankelijk van fossiele grondstoffen en tussenfabricaten waarbij emissies de belangrijkste drukfactor vormen.

Uit het concept No Net Loss Plan van DESSO worden de volgende drukfactoren onderscheiden:

1. Landgebruik (bedrijfslocaties, productie van wol)
2. Energiegebruik
3. Emissies naar lucht (CO₂, NO_x, SO_x, CO, N₂O, VOC, fijnstof, NH₃)
4. Watergebruik (grondwater, tapwater)
5. Grondstoffen (Calciumcarbonaat en olie, o.a. voor fabricering van vezels en garens, granulaat, latex verbindingen, bitumen)
6. Emissies naar water (BOD; N, P, Cl, S, temperatuur)
7. Vaste afvalstoffen (onderscheid herbruikbaarheid)
8. Geluid (geluidscontouren)
9. Licht

Het landgebruik door DESSO is relatief klein en ook is de verwachting dat de impact van geluid en licht relatief klein zal zijn in verhouding tot de overige drukfactoren.

Uit het CE Delft rapport 'De impact op biodiversiteit van Nederlandse sectoren en bedrijven' uit 2014 blijkt dat de belangrijkste drukfactoren van de chemische sector in Nederland, waaronder DSM, vallen onder:

1. Emissies naar lucht
2. Watergebruik
3. Landgebruik
4. Overig (geluid, licht, etc.)

Een groot deel van de impact van bovengenoemde drukfactoren is import gerelateerd. DSM geeft in het 'Integrated Annual Report' van 2013 de volgende 'Key environmental indicators' aan waarvoor gegevens worden verzameld:

1. Grondstoffen
2. Energiegebruik
3. Broeikasgas emissies (CO₂ equivalenten)
4. Emissie van vluchtige organische stoffen
5. Emissie NO₂
6. Emissie SO₂
7. Chemisch zuurstofgebruik (COD) t.g.v. lozingen op oppervlaktewater
8. Watergebruik
9. Storten van niet-gevaarlijke afvalstoffen

Biomassa kan een alternatief bieden voor fossiele grondstoffen. De verwachting daarbij is dat voor de totale impact op biodiversiteit het belang van landgebruik zal toenemen, terwijl de bijdrage door klimaatverandering waarschijnlijk zal afnemen.

De twee bedrijven hebben aangegeven dat er naar de gehele keten moet worden gekeken om de totale impact op biodiversiteit in kaart te kunnen brengen. De afbakening van de mee te nemen drukken is niet alleen afhankelijk van de prioritering van de belangrijkste drukfactoren, maar wordt ook bepaald door de informatie die bedrijven beschikbaar hebben en de beperkingen die het gebruik van de GLOBIO methodologie met zich meebrengt.

De bedrijven gebruiken zogenaamde Key Performance Indicators (KPI's) om de impact van hun initiatieven op het gebied van duurzaamheid te kunnen monitoren en meten. In deze studie is gekeken in hoeverre de KPI's meegenomen kunnen worden binnen de gekozen modellen op hun bruikbaarheid voor de vaststelling van de impact van maatregelen op de biodiversiteit.

De twee koploperbedrijven hebben aangegeven dat de te ontwikkelen methode voor de bepaling van de biodiversiteits-voetafdruk vooral pragmatisch, generiek en weinig complex van aard dienen te zijn. Dit is in overeenstemming met de Tier 1 benadering van deze studie. Voor een meer specifieke en gedetailleerde aanpak (Tier 2 en 3) worden aanbevelingen gedaan aan de hand van aanvullende beschrijvingen per drukfactor.

Annex VI

OVERZICHT BENODIGDE DATA VOOR TIER 1 AANPAK

Overzicht benodigde data voor Tier 1 aanpak

| Drukfactor | Landgebruik | Emissie naar water |
|--|---|---|
| Grondstoffen | Benodigd areaal + omschrijving van het landgebruik toeleveranciers voor de productie van de grondstof (per type grondstof). Per landgebruiks type gebruikintensiteit volgens GLOBIO indeling. | N en P emissie hoeveelheid + locatie puntbronnen / ligging diffuse bron vanwaar uit geloosd wordt. Areaal + volume van het water waarin wordt geloosd. Kaart en debietgegevens benedenstrooms stroomgebied. |
| Productieproces Tussenproduct(en) | Areaal in gebruik + omschrijving van het landgebruik dat nodig is voor de productie van het tussenproduct (per type tussenproduct) | N en P emissie hoeveelheid + locatie puntbronnen / ligging diffuse bron vanwaar uit geloosd wordt. Areaal + volume van het water waarin wordt geloosd. Kaart en debietgegevens benedenstrooms stroomgebied. |
| Productieproces eindproduct | Areaal in gebruik + omschrijving van het landgebruik dat nodig is voor de productie van het eindproduct. | N en P emissie hoeveelheid + locatie puntbronnen / ligging diffuse bron vanwaar uit geloosd wordt. Areaal + volume van het water waarin wordt geloosd. Kaart en debietgegevens benedenstrooms stroomgebied. |
| Opslag | Areaal dat nodig is voor de opslag van het product. | |
| Afvalverwerking | De hoeveelheid en soort afval met onderscheid tussen stort en verbranding. | |

Overzicht benodigde data voor Tier 1 aanpak

| Drukfactor | Broeikasgassen |
|--|--|
| Grondstoffen | Broeikasgasemissies (CO ₂ equivalenten) als gevolg van activiteiten gerelateerd aan winnen en produceren van grondstoffen (door/bij toeleveranciers). Emissies kunnen op veel verschillende manieren gerealiseerd worden en zijn een gevolg van bijvoorbeeld energiegebruik, transport, landbouw (niet-CO ₂ emissies via mest en pensfermentatie) en verandering in landgebruik (LULUCF) |
| Productieproces Tussenproduct(en) | Broeikasgasemissies (CO ₂ eq.) als gevolg van activiteiten gerelateerd aan het productieproces van tussenproducten. Emissies kunnen op verschillende manieren gerealiseerd worden en zijn een gevolg van bijvoorbeeld energiegebruik, transport, of landbouw (niet-CO ₂ emissies via mest en pensfermentatie). |
| Productieproces eindproduct | Broeikasgasemissies (CO ₂ eq) als gevolg van activiteiten gerelateerd aan het productieproces van eindproducten. Emissies kunnen op verschillende manieren gerealiseerd worden en zijn een gevolg van bijvoorbeeld energiegebruik, transport, of landbouw (niet-CO ₂ emissies via mest en pensfermentatie). |
| Opslag | Broeikasgasemissies (CO ₂ eq.) als gevolg van activiteiten gerelateerd aan opslag van producten. Emissies kunnen op verschillende manieren gerealiseerd worden en zijn een gevolg van bijvoorbeeld energiegebruik en transport. |
| Afvalverwerking | Broeikasgasemissies (CO ₂ eq.) als gevolg van afvalverwerking. Emissies kunnen op verschillende manieren gerealiseerd worden en zijn een gevolg van bijvoorbeeld verbranding van afval waarbij rekening moet worden gehouden met daarmee gepaard gaande energieproductie, vergisting en transport. |

