

biodiversiteitsvoetafdruk van bedrijven



platform **biodiversiteit,**
ecosystemen & economie

april 2017

Eric Arets

Wieger Wamelink

Marjolein van Adrichem

Peter Jansen

Wageningen Environmental
Research

Wilbert van Rooij

Plansup

Wijnand Broer

Jolanda van Schaick

CREM

Jaap Struijs

JSScience

DANKWOORD

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van het Platform Biodiversiteit, Ecosystemen en Economie en gefinancierd door de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, Ministerie van Economische Zaken.

Met dank aan de volgende personen voor hun directe of indirecte bijdrage aan de tot standkoming van dit rapport:

Erik van Zadelhoff, voormalig Secretaris Platform Biodiversiteit, Ecosystemen & Economie;
Mark van Oorschot van het PBL;
Klaas Jan Swager en Iris Pronk van Foreco;
Mark Kauw van Moyee;
Bert van Vuuren van Natural Plastics;
Arjen Boekhold en Femke Lotgerink van Tony's Chocolonely;
Jonas Mertens, Daniel Levy en Bart Bleijerveld van Better Future Factory;
Rene Kort en Marcel van den Peppel van Schut Papier;
Rudi Daelmans van Desso;
en dank aan Inet van Ooijen van 'inet van ooijen ontwerpt' voor de wederom prachtige vormgeving.

De auteurs:

E.J.M.M. Arets
W. van Rooij
J. Struijs
W. Broer
J. van Schaick
G.W.W. Wamelink
M.H.C. van Adrichem
P.C. Jansen

INHOUD

Inhoud	5
Samenvatting	6
1 Inleiding	14
1.1 Achtergrond	15
1.2 Doel	15
1.3 Opzet van rapport	16
2 Methode	17
2.1 Inleiding	18
2.2 De voetafdrukmethode in vogelvlucht	18
2.3 Het GLOBIO raamwerk	20
2.4 ReCiPe	21
2.5 Drukfactoren en oorzaken	21
2.6 Biodiversiteitsvoetafdruk	24
2.7 Baselines en scenario's	27
2.8 Algemene toepassing van de methode: Biodiversity Footprint Tool	27
3 Casestudies	28
3.1 Inleiding	28
3.2 Foreco	30
3.3 Moyee	37
3.4 Natural Plastics	47
3.5 Tony's Chocolonely	53
3.6 Better Future Factory	61
3.7 Schut Papier	65
3.8 Wateronttrekking aanvulling Desso	72
3.9 Natuurherstel: Omvorming landbouwgebied naar natuur	77
4 Algemene resultaten en conclusies	81
4.1 Databeschikbaarheid	82
4.2 GLOBIO methode	84
4.3 Conclusies op basis van de case resultaten	85
Literatuur	87
Bijlage 1 Dosis-respons relatie Landgebruik	91
Bijlage 2 Wateronttrekking Desso	94
Bijlage 3 Wateronttrekking Schut Papier	104
Bijlage 4 Karakterisering volgens ReCiPe 2016	110

SAMENVATTING

Achtergrond en doel

Bedrijven worden zich steeds meer bewust van hun impact op biodiversiteit en natuurlijk kapitaal. Dat kan komen door hun impliciete afhankelijkheid van dat natuurlijk kapitaal, door kritischer wordende consumenten of door een intrinsieke betrokkenheid van bestuurders en eigenaren van die bedrijven. Bedrijven krijgen daardoor steeds meer behoefte aan instrumenten om inzicht te krijgen in de bedrijfsimpact op biodiversiteit en om de effecten van maatregelen te meten en hun effectiviteit te beoordelen.

Binnen het Natural Captains traject van het inmiddels opgeheven Platform Biodiversiteit en Economie (Platform BEE) probeerden bedrijven het denken en werken met natuurlijk kapitaal te vertalen in zichtbare acties. Daarbij wilden ze graag inzichtelijk maken wat het effect van hun handelen is op biodiversiteit en natuurlijk kapitaal. Een manier om dat te doen is door de biodiversiteitsvoetafdruk die de impact op biodiversiteit geeft van huidig handelen te vergelijken met die van eventuele maatregelen. In een voorgaand project ("Plansup studie", van Rooij et al. 2016) is daarvoor een bestaande methode (GLOBIO3) vertaald en omgewerkt naar een methode die toegepast kan worden om de impact van bedrijven of hun producten en diensten op biodiversiteit te bepalen.

In de eerdere studie is de methodiek ontwikkeld en getest op basis van drie casestudies. In deze vervolgstudie is de methode uitgebreid en toegepast op zes additoinale casestudies voor bedrijven binnen het Natural Captains traject van het Platform BEE. Op basis van de casestudies is de methode geëvalueerd voor een bredere toepasbaarheid. Voor deze bredere toepassing is vervolgens een vereenvoudigde tool ontwikkeld waarmee voor de drukfactoren landgebruik en broeikasgasemissies de impact op een geüniformeerde wijze bepaald kan worden.

Methodie

De methode is ontleend aan de GLOBIO3 modelbenadering die door het Planbureau voor de Leefomgeving in samenwerking met kennispartners is ontwikkeld. De GLOBIO3

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). Het GLOBIO3 biodiversiteitsmodel wordt gebruikt om op wereldschaal de impact van door de mens veroorzaakte veranderingen op de biodiversiteit te berekenen. De biodiversiteit wordt niet gemeten, maar afgeleid aan de hand van de impact die een aantal drukfactoren op de biodiversiteit uitoefenen. Deze zijn vastgelegd in een aantal dosis-respons relaties die gebaseerd zijn op een meta-analyses van een groot aantal wetenschappelijke publicaties die wel direct vergelijkend onderzoek aan biodiversiteitseffecten hebben gedaan. In het algemeen geldt: Hoe groter de druk, hoe groter het verlies aan biodiversiteit.

Binnen GLOBIO3 wordt de relatieve biodiversiteitsindicator "Mean Species Abundance of original species" (MSA) gebruikt, die de natuurlijkheid of oorspronkelijkheid van de biodiversiteit in een gebied weergeeft met een waarde tussen 0 en 1. Gebieden die een hogere mate van een bepaalde drukfactor ondervinden, hebben een lagere waarde voor deze MSA indicator. Voor de bepaling van de biodiversiteitsvoetafdruk wordt in deze studie de afname in deze indicator (1-MSA) gecombineerd met de oppervlakte (in ha) waar het bedrijf een impact op heeft. Dit levert een biodiversiteitsvoetafdruk (MSA.ha) op die tussen alternatieve scenario's vergeleken kan worden (zie pagina hiernaast).

MSA en Biodiversiteitsvoetafdruk van een bedrijf

Een MSA van 1 betekent dat een gebied volledig in de natuurlijke staat verkeert. De natuur is ongestoord en de soortensamenstelling is gelijk aan die op vergelijkbare plekken waar geen menselijke invloed aanwezig is. Met soortensamenstelling wordt niet alleen de diversiteit aan soorten in het gebied bedoeld, maar ook de aantallen waarin deze soorten voorkomen (ook wel 'abundantie' genoemd).

Een MSA van 0,4 betekent dat in het betreffende gebied nog gemiddeld 40% van de populaties over is die van nature in dergelijke gebieden voorkomen (zgn natuurlijke referentie), bijvoorbeeld als gevolg van de druk op natuur door bedrijfsactiviteiten. De bedrijfsactiviteiten hebben in dit geval geleid tot een verlies van 60% soorten ten opzichte van de natuurlijke referentie, ofwel een impact van 0,6. Dit is het verschil tussen de MSA in het onaangetaste gebied (die is altijd 1) en de MSA in het aangetaste gebied (in dit voorbeeld 0,4).

De grootte van het gebied waarover deze impact zich uitstrekt (de oppervlakte) is ook van belang. Daarom wordt de impact ($1 - 0,4 = 0,6$) vermenigvuldigd met het oppervlak (hectare) waarop deze impact heeft plaatsgevonden. Is dit gebied 2 hectare groot, dan is de biodiversiteit-voetafdruk: $\text{Gebied (ha)} * (1 - \text{MSA}_{\text{gebied}}) = 2 * 0,6 = 1,2 \text{ MSA.ha}$.

Een hogere MSA.ha betekent dus een grotere voetafdruk. Bijvoorbeeld doordat het verlies aan natuurlijke referentie soorten per hectare hoog is, en/of doordat het verlies zich over een groter oppervlak uitstrekt.

Door deze voetafdruk voor verschillende situaties te berekenen kun je het effect van bedrijfsmaatregelen doorrekenen en vergelijken.

Landgebruik

Door het directe effect van landgebruik op biodiversiteit, speelt deze drukfactor een belangrijke rol bij de vaststelling van de impact van een bedrijf of product op biodiversiteit. Landgebruik kan op verschillende plekken in de productieketen een rol spelen. Het gaat daarbij bijvoorbeeld om landgebruik ten behoeve van de productie of winning van grondstoffen door toeleveranciers of het bedrijf zelf, maar bijvoorbeeld ook om landgebruik dat direct gerelateerd is aan de eigen productieprocessen (bijvoorbeeld fabrieksterreinen, opslaghallen) en eventueel landgebruik dat geassocieerd is met afvalverwerking. Omdat de impact per type landgebruik verschilt zal deze voor ieder van de afzonderlijke gebruikstypen apart bepaald moeten worden. Dus per ketenonderdeel dient het areaal en type beheer van het landgebruik te worden vastgesteld.

Voor een aantal landgebruikstypen zijn in het GLOBIO3 raamwerk MSA-waarden vastgesteld op basis van dosis-respons relaties tussen deze landgebruikstypen en biodiversiteit. Voor bedrijfslocaties en bedrijventerreinen is bijvoorbeeld een MSA_landgebruik waarde van 0,05 vastgesteld. Deze waarde houdt in dat door het desbetreffende landgebruik nog 5% van de originele biodiversiteit over is en dus 95% is verdwenen. De MSA-waarden van de generieke GLOBIO3 landgebruiksklassen zijn gemiddelden. In werkelijkheid kunnen de MSA-waarden uiteenlopen afhankelijk van variaties binnen het landgebruik zelf (Alkemade et al. 2009). Vooral voor secundaire bossen en plantages kan de waarde flink variëren, bijvoorbeeld vanwege verschillen in het beheer (uitkap versus selectieve kap, rotatielengte, soorten samenstelling, etc.), en het tijdsverloop sinds de vorige oogst. Door gebruik te maken van lokale expertise met betrekking tot de natuurlijkheid van een landgebruikstype in een bepaalde regio kan bepaald worden of de gemiddelde MSA-waarde bijgesteld dient te worden voor afwijkende lokale omstandigheden.

Klimaat

Emissies van broeikasgassen dragen bij aan klimaatverandering, wat op zijn beurt weer een effect heeft op biodiversiteit. De klimaatgerelateerde dosis-respons functie die in GLOBIO3

wordt gebruikt geeft de afname in biodiversiteit (MSA) in relatie tot de toename van de gemiddelde mondiale temperatuur (zie Arets et al. 2014). Daarom moet eerst de bijdrage van broeikasgasemissies aan de gemiddelde mondiale temperatuur bepaald worden. Hiervoor is inzicht nodig in de broeikasgasemissies van de bedrijven of producten waarvoor de voetafdruk wordt bepaald. Daarbij gaat het bijvoorbeeld om emissies uit transport, energie- en warmte verbruik, procesemissies, maar ook om emissies uit landbouw en landgebruik.

Omdat klimaatsverandering niet alleen lokaal, maar wereldwijd een effect op biodiversiteit heeft zal het effect van klimaat op MSA-effect ook wereldwijd optreden in (semi) natuurlijke ecosystemen. Daarom dient het MSA-effect per ha vermenigvuldigd worden met het totale mondiale landareaal voor ecosystemen in (semi)natuurlijke staat. Uiteindelijk levert dit per kg uitgestoten CO₂ eq., een MSA-impact van $3,29 \cdot 10^{-5}$ MSA.ha op (zie ook van Rooij et al. 2016), waarbij gekozen is voor een 100 jaar impact periode (zie ook van Rooij et al. 2016). Deze maat is in principe voor alle bedrijven gelijk, hij is locatieonafhankelijk.

Wateronttrekking

Wateronttrekking kan naast de directe impact op de locatie zelf, die al in de MSA-impact voor landgebruik verdisconteerd zit, ook een effect hebben op naburige natuurgebieden. De impact van wateronttrekking zal in grote mate locatie-specifiek zijn en hangt onder andere af van lokale omstandigheden zoals grondwaterstanden, bodemtypen, en hoe vegetatie reageert op mogelijke veranderingen in waterbeschikbaarheid. Op welke wijze wateronttrekking de beschikbaarheid van water beïnvloedt hangt mede af van de mate en diepte van wateronttrekking, de duur ervan en van de locatie ten opzichte van (kwetsbare) natuurgebieden. De impact wordt bepaald aan de hand van de verlaging van de gemiddelde voorjaargrondwaterstand (GVG), wat een goede maat is voor verdrogingseffecten.

De eerste stap in de berekening van de MSA voor wateronttrekking is het berekenen van de potentiële GVG zonder de additionele wateronttrekking en voor de huidige situatie,

met waterwinning door het bedrijf. Voor het bepalen van de potentiële GVG zonder waterwinning wordt gebruik gemaakt van bodemkaarten, hydrologische modelberekeningen en eventueel informatie uit peilbuizen en reliëfkaarten.

N- en P-emissies naar water

Naast landgebruik, emissie van broeikasgassen en wateronttrekking vormt fosfor-(P) en stikstofbelasting (N) in water een belangrijke drukfactor op de biodiversiteit wordt veroorzaakt. Voor sloten, rivieren en meren zijn dosis-respons relaties uit de GLOBIO-aquatische methodologie voorhanden tussen N- en P-concentratie en aquatische biodiversiteit aan de hand waarvan de impact berekend kan worden. De methode wordt beschreven, maar uiteindelijk bleken voor toepassing in de binnen deze studie doorgerekende casestudies de daarvoor benodigde data niet beschikbaar. De impact van deze emissies naar water is daardoor in alle cases buiten beschouwing gelaten. Ze is wel in de eerdere Plansup studie toegepast (zie van Rooij et al. 2016).

Scenario's

Op basis van de geschetste methode is het mogelijk om voor dezelfde functionele eenheid (bijvoorbeeld een bepaalde hoeveelheid tussen- of eindproduct) de biodiversiteitsvoetafdruk voor verschillende situaties met elkaar te vergelijken. Bijvoorbeeld de biodiversiteitsvoetafdruk in de huidige situatie zonder maatregelen, ook wel nulmeting genoemd, kan worden vergeleken met de voetafdruk voor een alternatieve of toekomstige situatie waarbij bepaalde maatregelen zijn doorgevoerd. Ook verschillen tussen alternatieve productiemethoden of gebruik van verschillende grondstoffen kunnen zo met elkaar vergeleken worden. .

Casestudies

De methodologie voor het bepalen van de biodiversiteitsvoetafdruk is vervolgens toegepast in een aantal casestudies voor zes bedrijven die deelnamen in het Natural Captains traject van Platform BEE (zie tabel S.1). Daarnaast is voor Desso, waarvoor in de studie door van Rooij et al. (2016) al een casestudie is gedaan, het additionele effect van wateronttrekking doorgerekend.

Resultaten

De specifieke biodiversiteitsvoetafdruk voor de cases worden gegeven in de hoofdstukken 3.2 t/m 3.9 voor een aantal verschillende producten en diensten. In het merendeel (5 van de 7) van de beschreven cases speelt landgebruik een dominante rol in de totale biodiversiteitsvoetafdruk. Dat zijn voornamelijk cases waarbij hout (Foreco, Natural Plastics) of landbouwproducten (Moyee, Tony's Chocolonely) een belangrijke rol spelen. Maatregelen om emissies van broeikasgassen te verkleinen zijn over het algemeen makkelijker in te voeren, maar de resultaten uit de cases laten ook zien dat, daarmee maar een beperkt deel van de biodiversiteitsvoetafdruk verkleind kan worden.

Watergebruik heeft niet alleen een impact op biodiversiteit in het gebied waar het water wordt onttrokken, maar kan ook leiden tot een grondwaterdaling in naburige natuurterreinen. Impliciet zitten de effecten gebruik van water al in de MSA van het actuele landgebruik meegenomen. Effecten op naburige natuurgebieden worden in de standaardmethode niet meegenomen en zijn hier daarom voor een aantal cases nog expliciet bepaald. Daaruit blijkt echter dat de effecten van (punt)wateronttrekking voor de twee onderzochte cases (Schut Papier en Desso tapijten) blijken klein te zijn. Lokale geo-hydrologische omstandigheden in de bodem en de ligging van de puntbronnen ten opzichte van natuurterreinen zijn daarbij belangrijke factoren naast de mate van wateronttrekking en afstand tot het natuurgebied.

Overzicht van geselecteerde casestudies

3.2 Foreco

Vershil biodiversiteitsvoetafdruk bij het gebruik van drie verschillende houtsoorten uit verschillende houtproductiesystemen als uitgangsmateriaal voor biobased geïmpregneerd 'Nobelwood'.

3.3 Moyee

Vershil in de biodiversiteitsvoetafdruk voor koffieproductie in vier verschillende scenario's: 1) Nulmeting waarin wordt uitgegaan van koffiebonen van de plantages; 2) Koffiebonen 100% van smallholders; 3) Effect van overschakeling naar uitsluitend gebruik van zonne-energie in de koffiebranderij en 4) de huidige situatie maar dan met transport van totale productie van bonen naar Nederland per schip, i.p.v. met het vliegtuig.

3.4 Natural Plastics

Vershil in biodiversiteitsvoetafdruk tussen een traditioneel boomplantstelsel waarbij twee staken worden gebruikt om de boom vast te zetten en het Natural Plastics' nieuwe "Keepers" systeem dat gemaakt is van biobased plastic op basis van aardappel en mais reststromen.

3.5 Tony's Choclonely

1) Verschil in biodiversiteitsvoetafdruk tussen een reep pure chocolade en een reep melkchocolade. 2) Verschil in biodiversiteitsvoetafdruk bij cacao afkomstig van laag en hoog productieve cacao boeren.

3.6 Better Future Factory

Biodiversiteitsvoetafdruk voor een "New Marble" tegel op basis van gerecyclede petflessen.

3.7 Schut Papier

Vershil in biodiversiteitsvoetafdruk voor traditioneel papier en "Valorise" papier dat gemaakt wordt uit papier pulp en 30% biomassa van reststromen uit tomatenplanten.

3.8 Desso

Tijdens de bepaling van de biodiversiteitsvoetafdruk voor Desso in van Rooij et al. (2016) bleek dat wateronttrekking bij Desso Dendermonde mogelijk ook een belangrijke factor zou zijn. Voor Desso is daarom een case uitgevoerd waarin de methode voor het bepalen van de voetafdruk van wateronttrekking is uitgetest.

3.9 Natuurherstel

In deze voorbeeld casestudie wordt naar de mogelijkheden gekeken om voor natuurherstel de veranderende impact van landgebruik te bepalen.

Tabel S.1

De resultaten uit de cases laten zien dat landgebonden productiviteit een belangrijke factor is voor de omvang van de biodiversiteitsvoetafdruk. De productiviteit speelt direct mee bij het vaststellen van de omvang van het areaal dat nodig is om bij te dragen aan de gekozen functionele eenheid. Aangezien het areaal waarop een activiteit invloed heeft de biodiversiteitsvoetafdruk voor een groot deel bepaalt, werkt productiviteit direct door in het eindresultaat. Als de productiviteit verdubbelt, halveert het benodigde areaal om dezelfde hoeveelheid product te produceren en verkleint de voetafdruk. Daarbij wordt dan impliciet aangenomen dat het niet meer benodigde areaal weer herstelt tot de natuurlijke status. Daarnaast wordt de landgebruik gerelateerde biodiversiteitsvoetafdruk ook in belangrijke mate bepaald door de kwaliteit van het areaal (in MSA termen). Die is afhankelijk van de intensiteit van het landgebruik. Omdat intensiever beheerde arealen normaal gesproken ook een hogere productiviteit hebben, speelt productiviteit ook aan de kwaliteit kant een rol. Die rol is tegengesteld aan die van het effect op benodigd areaal.

Door het meer generieke gebruik van dosis-respons functies is het momenteel met de toegepaste GLOBIO methode en respons functies nog niet goed mogelijk om de effecten van hele specifieke natuurvriendelijke maatregelen mee te nemen. Ook is de generieke GLOBIO methode niet goed in staat om de impact van zeer extensief gebruik in semi-natuurlijke ecosystemen of bij meervoudig landgebruik goed weer te geven. In de huidige studie zijn daar een aantal oplossingen voor gegeven en toegepast, maar voor een betere representatie van specifiek natuurvriendelijke maatregelen, extensieve systemen en meervoudig landgebruik is aanvullend onderzoek nodig. Een suggestie om geleidelijk natuurherstel mee te nemen in de voetafdrukmethodologie is uitgewerkt.

Robuustheid van de resultaten

Om de robuustheid van de resultaten te bepalen zijn de analyses op hoofdlijnen ook uitgevoerd met het ReCiPe model. Deze methode is gebaseerd op levenscyclusanalyse (LCA) die een andere biodiversiteitsvoetafdruk indicator als resultaat levert. Met de data die gebruikt wordt in de ReCiPe methode is het minder goed mogelijk om verschillende landgebruikssystemen te onderscheiden en lokale omstandigheden mee te nemen in de analyse. Toch blijken de trends en conclusies op basis van de ReCiPe berekeningen grotendeels overeen te komen met de resultaten zoals die op basis van de GLOBIO3 methode zijn verkregen. Hieruit kan worden geconcludeerd dat de GLOBIO3 resultaten robuust zijn en niet alleen afhangen van de gekozen methode.

Databeschikbaarheid

Voor de casestudies is steeds als eerste uitgegaan van de informatie en data die de bedrijven aanleverden. Het was nadrukkelijk niet de doelstelling van het project om (complete) levenscyclus inventarisaties of analyses uit te voeren.

Omdat voor de meeste bedrijven de grootste impact veroorzaakt wordt door landgebruik en broeikasgassen ten gevolge van grondstoffen en het productieproces zelf, is de beschikbaarheid van gegevens hierover van doorslaggevend belang voor de bepaling van de biodiversiteitsvoetafdruk. In een aantal gevallen hadden bedrijven informatie uit LCA's voor in ieder geval de uitgangssituatie, maar ontbreekt inzicht en informatie over eventuele alternatieven vaak en moest informatie uit additionele databronnen gehaald worden. Hierbij zijn aannames en expert schattingen gemaakt om de beschikbare data aan te vullen.

Over het algemeen blijken de effecten van landgebruik goed te bepalen voor ketenonderdelen of producten die een agrarische of bosbouwkundige oorsprong hebben. Door gebruik te maken van de beperkte door bedrijven geleverde informatie, in combinatie met uit de literatuur gehaalde productiviteits-data, kon meestal een schatting gemaakt worden van het areaal van specifieke landgebruik-categorieën dat nodig is voor een bijdrage aan de functionele eenheid.

Informatie over broeikasgassen was meestal aanwezig in de vorm van LCA-informatie of eigen overzichten van de bedrijven. In een aantal gevallen kon de geleverde informatie over bijvoorbeeld transportafstanden of energieverbruik met emissiefactoren omgerekend worden naar broeikasgasemissies.

Niet voor alle bedrijven lijkt het meten van de impact al een vanzelfsprekendheid. Emissies van broeikasgassen zijn vaak beschikbaar, of kunnen relatief eenvoudig worden berekend of geschat. Inzicht in de bijdrage aan landge-

bruik, bijvoorbeeld als gevolg van het gebruik van grondstoffen lijkt beperkter. In de huidige studie is voor de bedrijven vrij ad-hoc in een korte tijd een analyse gemaakt van de biodiversiteitsvoetafdruk voor een nul-situatie en voor het effect van mogelijke of actuele maatregelen die (kunnen) worden doorgevoerd, of is een vergelijking gemaakt met andere vergelijkbare producten.

Op basis van de resultaten en feedback van de bedrijven kan worden geconcludeerd dat de op GLOBIO gebaseerde voetafdruk bedrijven met succes kan helpen om:

- inzicht te krijgen welke drukfactoren en bedrijfsprocessen de grootste bijdrage leveren aan de biodiversiteitsvoetafdruk, rekening houdend met lokale omstandigheden,
- het verschil in voetafdruk te bepalen tussen de huidige en een alternatieve of toekomstige situatie,
- de effectiviteit van biodiversiteitsvriendelijke maatregelen door te rekenen.

1

INLEIDING

1.1 Achtergrond

Het Platform Biodiversiteit, Ecosystemen & Economie (Platform BEE), dat per 1 januari 2017 is opgeheven maar waarschijnlijk in een andere vorm zal worden voortgezet, streefde naar een verankering van het behoud en duurzaam gebruik van Natuurlijk Kapitaal in de strategie en bedrijfsvoering van het Nederlands bedrijfsleven. Het heeft afgelopen jaren verschillende initiatieven gelanceerd om dit streven te realiseren.

Een belangrijk initiatief is het 'Natural Captains' traject. Natural Captains vormen een voorhoede van Nederlandse bedrijven, die het denken en werken met natuurlijk kapitaal concreet vertalen in zichtbare acties. Daarbij willen ze graag inzichtelijk maken wat het effect van hun handelen is op natuurlijk kapitaal. Natural Captains hebben daarom behoefte aan een instrument dat hun biodiversiteitsvoetafdruk helpt te bepalen en waarmee handelingsperspectieven kunnen worden beoordeeld. Op basis van een vergelijking van een aantal instrumenten heeft het Platform BEE in 2014 een project toegekend aan een consortium onder leiding van Plansup, waarin op basis van een drietal bedrijfscases een methodologie is ontwikkeld om de huidige en toekomstige biodiversiteitsvoetafdruk voor deze cases te berekenen met behulp van de 'GLOBIO' benadering (van Rooij et al. 2016). Naast GLOBIO is in deze Plansup studie ook het op LCA gebaseerde 'ReCiPe' model gebruikt om de robuustheid van de resultaten, verkregen met de GLOBIO benadering, te bepalen.

1.2 Doel

Deze studie is een vervolg op de eerdere Plansup studie 'Biodiversiteitsvoetafdruk koploperbedrijven' (van Rooij et al. 2016). Het doel van deze studie is de ontwikkeling en toepassing van een uniforme methodiek voor het vaststellen van de impact van bedrijven of hun producten en diensten op biodiversiteit. In de eerdergenoemde studie is een methodiek ontwikkeld en getest op basis van drie casestudies. In deze vervolgstudie is een aantal extra bedrijfscases onderzocht en geëvalueerd om zo te komen tot een bredere toepasbaarheid

van de methode. Daarnaast is watergebruik als additionele drukfactor aan de methode toegevoegd. Hiervoor is een geheel nieuwe impactberekening ontwikkeld door Wageningen Environmental Research.

Door de Natural Captains binnen Platform BEE zijn 10 nieuwe cases naar voren gebracht. Deze zijn eerst beoordeeld op databeschikbaarheid en geschiktheid voor verdere analyse. Van de 10 cases bleken er 7 voldoende data te hebben voor toepassing van de op GLOBIO gebaseerde voetafdruk methodiek. Hierbij is aan de hand van wetenschappelijk verantwoorde en publiek toegankelijke impactmodellen (gebaseerd op dosis-effectrelaties) vastgesteld wat de uiteindelijke impact van de betrokken bedrijven en/of producten is op biodiversiteit. Bij deze impactmeting zijn steeds twee situaties met elkaar vergeleken: (1) De huidige situatie bij het bedrijf en (2) een alternatieve of toekomstige situatie waarbij specifieke maatregelen zijn doorgevoerd. In beide gevallen wordt door middel van de impactmeting bepaald wat het resultaat is van een omschakeling naar de alternatieve of toekomstige situatie.

Binnen deze studie is hoofdzakelijk informatie gebruikt die door de bedrijven zelf is aangeleverd. Er zijn dus geen nieuwe levenscyclusanalyses (LCA) uitgevoerd om data te achterhalen. Indien er bestaande additionele LCA-informatie voorhanden was, dan is deze informatie, waar nodig, ook gebruikt. Op basis van de beschikbare informatie zijn onderbouwde en transparante aannames gemaakt, zodat een redelijke inschatting gemaakt kon worden van de voor de casus relevante drukfactoren en de bijbehorende impacts op biodiversiteit.

1.3 Opzet van rapport

In hoofdstuk 2 wordt kort ingegaan op de meetmethode. Aangezien de op GLOBIO3 gebaseerde voetafdruk-methode al uitvoerig beschreven is in het voorgaande rapport 'Biodiversiteitsvoetafdruk koploperbedrijven' (van Rooij et al. 2016), wordt slechts een beknopte beschrijving van de methode gegeven. Er wordt stilgestaan bij de selectie van drukfactoren en de bijbehorende drivers van het verlies aan biodiversiteit en er wordt uitgelegd hoe bedrijven aan de benodigde informatie kunnen komen.

In hoofdstuk 3 worden zeven van de door de Natural Captains geselecteerde casestudies uitgewerkt. Hierbij wordt een korte omschrijving gegeven van de berekening van de biodiversiteitsvoetafdruk voor een nulsituatie en voor een scenario (toekomstige maatregelen) of alternatieve situatie. Het betreffen casestudies voor de volgende bedrijven: FORECO, Moyee, Natural Plastics, Tony's Chocolonely, Better Future Factory en Schut Papier. De casestudies hebben niet allemaal dezelfde scope. Sommige cases zijn gericht op het hele bedrijf, andere cases betreffen een onderdeel van een bedrijf, bijvoorbeeld een deel van de keten, of zijn gericht op één of meer specifieke producten. Een aparte paragraaf is gewijd aan een aanvulling op de casestudie voor het bedrijf Desso zoals die in het voorafgaande rapport al is beschreven. Dit betreft de toepassing van de nieuwe methode om de impact van wateronttrekking te bepalen. De impact van watergebruik is ook beschreven voor de case van Schut Papier. Voor de andere cases is deze impact niet meegenomen, ofwel omdat dit niet relevant was, ofwel omdat de benodigde gegevens hiervoor ontbraken.

Vervolgens worden in hoofdstuk 4 de resultaten van de casestudies geëvalueerd en worden conclusies getrokken ten aanzien van een algemeen geldende, breed toepasbare aanpak van de voetafdrukmethode.

Ten slotte wordt in de bijlagen een aantal technische uitwerkingen beschreven:

- Bijlage 1 geeft een overzicht van de MSA-waarden per type landgebruik die gebaseerd zijn op dosis-respons relaties (landgebruik - biodiversiteit) die in de GLOBIO3 methode worden gehanteerd.
- Bijlage 2 en 3 geven een gedetailleerde beschrijving van de methodiek om de impact van wateronttrekking te bepalen voor respectievelijk de Desso en de Schut Papier case.
- Bijlage 4 geeft een overzicht van de op basis van de ReCiPe methodiek uitgevoerde impactberekeningen voor de cases. Deze op LCA gebaseerde voetafdruk berekening is naast de GLOBIO3 berekening uitgevoerd om te kijken hoe robuust de uitkomsten van de gehanteerde GLOBIO3 methode zijn.

2

METHODE

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt een korte uitleg gegeven van hoe de GLOBIO3 benadering wordt toegepast voor de vaststelling van de biodiversiteitsimpact van bedrijven en sectoren. In paragraaf 2.2 wordt een kort overzicht gegeven van de gehanteerde methode, waarna in paragrafen 2.3 iets langer wordt stilgestaan bij GLOBIO3. Om de robuustheid van GLOBIO3 vast te kunnen stellen wordt de ReCiPe methode ook toegepast. Deze methode is kort beschreven in paragraaf 2.4. In paragraaf 2.5 wordt vervolgens ingegaan op de belangrijkste drukfactoren die kunnen leiden tot een impact op biodiversiteit, de belangrijkste oorzaken van deze drukfactoren en de wijze waarop bedrijven data kunnen achterhalen om hun bijdrage aan de drukfactoren vast te stellen. In paragraaf 2.6 wordt ten slotte ingegaan op de stap van drukfactor naar een impact op biodiversiteit binnen GLOBIO3: de dosis-respons relaties.

2.2 De voetafdrukmethode in vogelvlucht

In eerder onderzoek door Bergsma et al. (2014) waren twee bestaande methoden naar voren gekomen om de biodiversiteitsimpact van bedrijven te bepalen: de ReCiPe methode die ontwikkeld is voor gebruik binnen een context van Life Cycle Assessments (LCA), en de GLOBIO3 methode die oorspronkelijk door het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) is ontwikkeld voor gebruik binnen een context van scenario analyses. Een vergelijking van de twee methoden liet zien dat de GLOBIO3 benadering beter in staat is om lokale impacts te bepalen. Om deze reden heeft het Platform BEE ervoor gekozen om de GLOBIO3 benadering als uitgangspunt te nemen voor de vaststelling van de biodiversiteitsvoetafdruk van de Natural Captains bedrijven. Daarvoor is de methode aangepast zodat die ook in een LCA context zoals in deze studie toegepast kan worden (zie van Rooij et al. (2016)). Een overzicht van meerwaarde en beperkingen van de op GLOBIO gebaseerde voetafdrukmethode is weergegeven in de tekst box 2.1.

De indicator voor de biodiversiteitsvoetafdruk

Voor de op GLOBIO3 gebaseerde methode wordt een relatieve biodiversiteitsindicator gebruikt die de natuurlijkheid of oorspronkelijkheid van een gebied weergeeft met een waarde tussen 0 en 1 (de MSA: Mean Species

Abundance). Voor de bepaling van een voetafdruk wordt deze indicator gecombineerd met de oppervlakte waar het bedrijf een impact op heeft. Dit levert een biodiversiteitsvoetafdruk op die vergeleken kan worden voor alternatieve scenario's. De voetafdruk wordt daarbij uitgedrukt in de MSA.ha indicator¹ (zie ook kader in samenvatting).

Drukfactoren en dosis-respons relaties

De analyses van sectoren in Bergsma et al. (2014) lieten zien dat met name de drukfactoren landgebruik en de emissie van broeikasgassen de effecten op biodiversiteit bepalen. Ook de resultaten in van Rooij et al. (2016), waarin de op GLOBIO3 gebaseerde voetafdrukmethode is toegepast voor drie cases (Desso tapijten, DSM dextrose en de Nederlandse melksector), laten een dominantie van de drukfactoren landgebruik en broeikasgasemissies zien. In van Rooij et al. (2016) ligt daarom de nadruk op de drukfactoren landgebruik en broeikasgassen, aangevuld met de belangrijkste drukfactor voor water: de emissie van Stikstof en Fosfor naar water. De impact van deze drukfactoren op de biodiversiteit wordt vervolgens vastgesteld op basis van dosis-respons relaties uit het GLOBIO model. Een voorbeeld van zo'n dosis-respons relatie is de relatie tussen de emissie van broeikasgassen (dosis) en de hieruit resulterende impact op biodiversiteit (respons).

¹ Mean Species Abundance (MSA) indicator: Gemiddelde soorten abundantie, relatief ten opzichte van abundantie in primaire ecosystemen.

Meerwaarde op GLOBIO gebaseerde voetafdruk

De msa.ha indicator geeft een goed beeld van de impact op de natuurlijke status van een gebied.

Methodologie zelf is in principe eenvoudig en door gebruik van dosis respons relaties kan het door veel verschillende soorten bedrijven eenvoudig toegepast worden.

De 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 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.

Informatie afkomstig 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.

Beperkingen op GLOBIO gebaseerde voetafdruk

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.

De beschikbaarheid van de benodigde inputgegevens van de bedrijven over de drukfactoren op biodiversiteit blijkt soms beperkt.

De huidige bedrijf KPI's blijken niet altijd goed aan te sluiten op de benodigde informatie over doses (emissies, landgebruik, etc.) die nodig zijn om de 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.

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 cultuurlandschappen.

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.

Voetafdruk met betrekking tot emissies naar water kan niet bij voetafdruk voor landgebruik opgeteld worden.

De omvang van de drukfactoren bepalen dus in sterke mate het resultaat van de analyses. Deze omvang op zijn beurt hangt zeer sterk af van de afbakening van de systeemgrenzen, dus van wat er wel en niet wordt meegenomen. Bij voorkeur kunnen resultaten (o.a. midpoint indicatoren) uit LCA bepalingen worden gebruikt. Het voordeel daarvan is dat daar specifieke regels voor gelden om de analyse consistent binnen bepaalde systeemgrenzen uit te voeren. Waar mogelijk worden daarom LCA uitkomsten als input gebruikt, maar niet voor alle casestudies is zo'n uitputtende LCA beschikbaar. Waar deze niet beschikbaar waren is op basis van gegevens over drukfactoren die door de bedrijven zijn geleverd een zo'n compleet mogelijke impact bepaald. Grenzen en gevolgen van aannames die daarbij werden gebruikt zijn bij alle cases beschreven. De resultaten moeten echter niet als een complete en consistente LCA beschouwd worden. Daar is een andere en meer uitputtende opzet van de analyses voor nodig die niet binnen de strekking en omvang van deze studie pasten.

De impact van watergebruik

De impact van wateronttrekking, vastgesteld voor twee bedrijven (Desso en Schut Papier), is bepaald op basis van de 'Model for Nature Policy' (MNP) methode. Deze methode kan, met enkele aanpassingen, vergelijkbare resultaten als de GLOBIO methode leveren, waardoor de verschillende impacts bij elkaar kunnen worden genomen. De effecten van wateronttrekking worden gemeten aan de hand van het effect op de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG), dat op zijn beurt een impact heeft op het voorkomen van plantensoorten (Wamelink et al. 2012).

Verdere verfijning van de methodologie

Ten slotte is getracht om de voetafdrukmethode voor specifieke cases wat verder te verfijnen. Dit is onder meer toegepast binnen de Foreco case waarbij het meervoudig gebruik van bos als extra scenario is doorgerekend. Ook is een idee uitgewerkt om om de voetafdruk voor verschillende tijdshorizonten te kunnen bepalen voor een geleidelijk herstel van natuur.

Controle robuustheid resultaten

Om de robuustheid van de resultaten verkregen met de GLOBIO methode te testen wordt daarnaast ook een vereenvoudigde ReCiPe benadering toegepast.

2.3 Het GLOBIO raamwerk

Terrestrisch en zoet water

De GLOBIO3 methodologie is door het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) ontwikkeld in samenwerking met GridArendal, het UNEP World Conservation Monitoring Centre (UNEP-WCMC) en andere kennispartners. De huidige GLOBIO3 methodologie omvat twee modellen, één voor de bepaling van de terrestrische biodiversiteit (biodiversiteit op land; 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 alleen op zoetwater; er zijn geen relaties opgenomen om de effecten te kunnen meten op de mariene biodiversiteit.

Mean species abundance en oppervlakte

Het GLOBIO3 biodiversiteitsmodel wordt gebruikt om op wereldschaal de impact van door de mens veroorzaakte veranderingen op de biodiversiteit te bepalen. 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-respons relaties die bij deze berekening worden gebruikt zijn per drukfactor gebaseerd op een groot aantal publicaties die wel direct onderzoek naar biodiversiteitseffecten hebben gedaan. De uiteindelijke impact van een druk wordt niet alleen berekend op basis van de berekende kwaliteit van de biodiversiteit maar ook gerelateerd aan de areaalgrootte waarop de druk wordt uitgeoefend. Daarvoor wordt de GLOBIO3 impactmaat, die effecten op biodiversiteit in termen van 'Mean Species Abundance of Original Species' (MSA) beschrijft, gecombineerd met het bedrijf gerelateerde aangetaste oppervlak (ha) tot een biodiversiteitsvoetafdruk (MSA.ha). De MSA geeft informatie over het deel van de originele biodiversiteit in een onverstoorde

situatie dat overblijft als gevolg van de drukfactor. Voor een meer uitgebreide beschrijving hiervan, zie van Rooij et al. (2016).

2.4 ReCiPe

De milieueffecten die door middel van een LCA worden vastgesteld, zoals klimaatverandering, landgebruik of eutrofiëring, kunnen met behulp van de ReCiPe methode worden omgerekend naar een score voor de impact op biodiversiteit. Ook deze berekening werkt, evenals de GLOBIO3 methode, met behulp van dosis-respons relaties. De ReCiPe-methode is in 2008 ontwikkeld door een samenwerkingsverband tussen RIVM, Radboud Universiteit Nijmegen, Leiden Universiteit en Pré Consultants. ReCiPe wordt sindsdien zowel in Nederland als in Europa veelvuldig toegepast in LCA's. Onlangs is een nieuwe, herziene versie van ReCiPe gepresenteerd: ReCiPe 2016 (Huijbregts et al. 2017; Huijbregts et al. 2016). In Huijbregts et al. (2016) wordt de methodiek beschreven en worden aan de huidige wetenschappelijke stand van zaken aangepaste karakterisatiefactoren gegeven. In bijlage 4 wordt een overzicht gegeven van de ReCiPe resultaten voor de cases.

2.5 Drukfactoren en oorzaken

Zoals in hoofdstuk 2.3 al aangegeven, maakt de hier gehanteerde voetafdrukberekening gebruik van een relatie tussen drukfactoren en de impact op biodiversiteit aan de hand van dosis-respons relaties. In de eerste stap om de biodiversiteitsvoetafdruk van producten en bedrijven te bepalen is het daarom van belang om inzicht te krijgen in de mate waarin het bedrijf bijdraagt aan deze drukfactoren en wat hiervan de oorzaken zijn. Daarmee kunnen handelingsperspectieven worden geïdentificeerd om de druk op biodiversiteit te verminderen. Energiegebruik is bijvoorbeeld een belangrijke oorzaak van emissies van broeikasgassen. Als het energieverbruik afneemt, of het aandeel hernieuwbare energie toeneemt, zal de bijdrage aan de drukfactor klimaatverandering en daarmee de biodiversiteitsvoetafdruk afnemen.

Bij de berekening van de impact van een bedrijf of product op de biodiversiteit wordt in de regel de impact over een kalenderjaar onderzocht, waarbij waar mogelijk onderscheid wordt gemaakt tussen een zestal ketenonderdelen: grondstoffen, toeleveranciers, productieproces, opslag, transport en afvalverwerking. Om een zo compleet mogelijk overzicht te krijgen van alle drukfactoren wordt indien beschikbaar gebruik gemaakt van levenscyclusanalyses waarin alle stappen in de keten zijn meegenomen.

Hieronder wordt aangegeven hoe de bijdrage van keten- en bedrijfsprocessen aan ieder van de drukfactoren bepaald kan worden. Hoe gedetailleerder en completer deze informatie is, hoe gedetailleerder en completer de biodiversiteitsvoetafdruk bepaald kan worden.

2.5.1 Landgebruik

Door het directe effect van landgebruik op biodiversiteit speelt deze drukfactor een belangrijke rol bij de vaststelling van de impact van een bedrijf of product op biodiversiteit. Landgebruik kan op verschillende plekken in de productieketen een rol spelen. Het gaat daarbij bijvoorbeeld om landgebruik ten behoeve van de productie of winning van grondstoffen door toeleveranciers of het bedrijf zelf, maar bijvoorbeeld ook om landgebruik dat direct gerelateerd is aan de eigen productieprocessen (bijvoorbeeld fabrieksterreinen, opslaghallen), en eventueel landgebruik dat geassocieerd is met de afvalverwerking. Hoewel voor de afvalverwerking in Nederland vrijwel niet meer wordt gestort, kan dit in het buitenland nog wel een factor zijn. Omdat de impact op biodiversiteit per type landgebruik verschilt zal deze voor ieder afzonderlijk landgebruikstype apart bepaald moeten worden. Per ketenonderdeel dient het areaal en het type beheer van het landgebruik te worden vastgesteld dat nodig is voor het bedrijfsproces of voor de vervaardiging van het product waarvoor de voetafdruk wordt bepaald.

Voor een aantal landgebruikstypen zijn in het GLOBIO3 raamwerk MSA-waarden vastgesteld

op basis van dosis-respons relaties tussen deze landgebruikstypen en biodiversiteit (zie bijlage 1). Voor bedrijfslocaties en bedrijventerreinen is bijvoorbeeld een MSA_landgebruik waarde van 0.05 vastgesteld. Deze waarde houdt in dat door het desbetreffende landgebruik nog 5% van de originele biodiversiteit over is en dus 95% is verdwenen. Voor de berekening is het hierbij niet relevant of de biodiversiteit al op een eerder tijdstip was verdwenen of pas op het moment van de ingebruikname door het bedrijf waarvoor de voetafdruk wordt bepaald. Het uitgangspunt voor de impactberekening binnen GLOBIO is namelijk dat het huidige landgebruik voorkomt dat het ecosysteem weer in oude staat kan herstellen en zolang dat het geval is oefent de huidige gebruiker een impact uit op het gebied in kwestie.

Bij de vaststelling van het landgebruiksareaal is het van belang om ook te kijken of het landgebruik geheel voor rekening komt van het bedrijf of dat er sprake is van meervoudig gebruik van het land. In dat laatste geval dient een economische allocatie van het gebruik te worden gehanteerd waarbij alleen dat deel aan het bedrijf wordt toegerekend waarvoor het bedrijf verantwoordelijk kan worden gehouden. Bijvoorbeeld: indien een bedrijf 10% (in waarde) van de houtproductie van een productiebos (waarin hout wordt geproduceerd voor verschillende afnemers) afneemt, dan wordt 10% van het landgebruik van dit productiebos aan het bedrijf toegerekend.

2.5.2 Klimaatverandering

Emissies van broeikasgassen dragen bij aan klimaatverandering, wat op zijn beurt weer een effect heeft op biodiversiteit. Binnen de methode voor het bepalen van de biodiversiteitsvoetafdruk als gevolg van klimaatverandering, wordt de bijdrage van broeikasgasemissies aan de gemiddelde mondiale temperatuur bepaald. Hiervoor is inzicht nodig in de broeikasgasemissies van de bedrijven of producten waarvoor de voetafdruk wordt bepaald.

Veel keten- en bedrijfsprocessen gaan gepaard met de emissie van broeikasgassen. Daarbij

gaat het bijvoorbeeld om emissies uit transport, proces-emissies en energie- en warmteverbruik, maar ook om emissies uit de landbouw (denk aan methaanemissies veehouderij) en uit landgebruik.

Koolstofdioxide (CO₂) is een belangrijk broeikasgas, maar er zijn ook andere gassen die een bijdrage leveren aan het broeikaseffect, waarbij de emissies van methaan (CH₄) en stikstofdioxide (N₂O) de meest voorkomende zijn. In een eerste stap moeten de emissies van verschillende soorten broeikasgassen worden omgezet in een standaardeenheid. In het geval van broeikasgassen is zo'n standaardeenheid koolstofdioxide equivalenten (CO₂ eq.). Methaan is een 25 keer zo sterk broeikasgas als CO₂ en stikstofdioxide is zelfs 298 keer zo sterk. De emissie van 1 kg CH₄ komt dus overeen met de emissie van 25 kg CO₂ (25 CO₂ eq.), terwijl de emissie van 1 kg N₂O dus overeenkomt met de emissie van 298 kg CO₂ (298 CO₂ eq.).

Bedrijven hebben vaak wel inzicht in de emissies van deze broeikasgassen, bijvoorbeeld uit informatie van Levens Cyclus Analyse (LCA), en rapporteren bovendien vaak hun emissies in jaarverslagen. Die emissies worden vaak wel geaggregeerd (op één hoop geveegd). Voor het identificeren van handelingsperspectieven om de impact op biodiversiteit door klimaatverandering te verminderen is echter inzicht nodig in de emissies van specifieke processen en ketenonderdelen. Daarom worden in deze studie de emissies waar mogelijk opgesplitst in die onderdelen van de keten die relevant zijn voor bedrijven om hun biodiversiteitsvoetafdruk te beperken.

In de casestudies wordt zoveel mogelijk gebruik gemaakt van informatie die bij de bedrijven beschikbaar is. Waar bedrijven geen informatie hebben over broeikasgasemissies kunnen ze gebruik maken van bestaande rekentools om bijvoorbeeld brandstof en energiegebruik om te zetten in broeikasgasemissies. Dergelijke rekentools vormen ook de basis voor de berekeningen in een LCA. Een vrij toegankelijke databron die hiervoor gebruikt kan worden is <http://co2emissiefactoren.nl/gebruik/#hoe-gebruiken>. Hiermee kunnen

de CO₂-emissies uit een aantal energie verbruikende activiteiten worden bepaald.

De klimaatgerelateerde dosis-respons functie die in de GLOBIO methode wordt gebruikt geeft de afname in biodiversiteit (MSA) weer in relatie tot de toename in de gemiddelde mondiale temperatuur (zie hoofdstuk 2.6.2). In een volgende stap moeten de emissies in CO₂ eq. dus worden omgezet naar een bijdrage aan graden mondiale temperatuurstijging. Die bijdrage aan de gemiddelde mondiale temperatuurstijging (in °C jaar) per kg CO₂ wordt berekend op basis van temperatuurfactoren (Hanafiah et al. 2012) die de toename in mondiale gemiddelde temperatuur per kg CO₂-emissie geven. Voor een 100 jaar tijdshorizon bedraagt die $4,2 \cdot 10^{-14}$ °C jr /kg CO₂. Er is gekozen voor de 100 jaar tijdshorizon omdat dat de gebruikelijk aanpak is voor impact assessments en beleidsstudies (Myhre et al. 2013) waarin de langere termijn effecten voldoende meegenomen worden.

2.5.3 Wateronttrekking

Wateronttrekking kan naast de directe impact op de locatie zelf, die al in de MSA-impact voor landgebruik verdisconteert zit, ook een effect hebben op naburige natuurgebieden. De impact van wateronttrekking zal in grote mate locatie-specifiek zijn en wordt bepaald door de hoeveelheid water dat wordt onttrokken (of gewonnen). Bepalend voor het effect op de biodiversiteitsvoetafdruk zijn de lokale eco-hydrologie en hoe de plantensoorten daarop reageren. Belangrijke eco-hydrologische omstandigheden zijn de grondwaterstand, het bodemtypen en de daaraan gerelateerde doorlatendheid van water en de opbouw van de bodem. Hoe wateronttrekking de grondwaterstand beïnvloedt hangt onder meer af van de mate en diepte van wateronttrekking, de duur ervan en van de locatie ten opzichte van (kwetsbare) natuurgebieden. De hier gebruikte methode biedt een manier om daarmee rekening te houden. De impact wordt bepaald aan de hand van de verlaging van de gemiddelde voorjaargrondwaterstand (GVG), wat een goede maat is voor verdrogingseffecten.

De eerste stap in de berekening van de MSA als gevolg van wateronttrekking is het berekenen van de potentiële GVG zonder de wateronttrekking door het bedrijf waarvoor de footprint wordt bepaald. De tweede stap is het bepalen van de GVG voor de situatie met waterwinning door het bedrijf. Voor het bepalen van de potentiële GVG zonder waterwinning wordt gebruik gemaakt van bodemkaarten, hydrologische modelberekeningen, en eventueel informatie uit peilbuizen en een reliëf kaart. Voor het berekenen van het effect op de plantensoorten wordt gebruik gemaakt van de abiotische randvoorwaarden voor GVG die plantensoorten stellen (Wamelink et al. 2005, 2011).

2.5.4 N- en P-emissies naar water

Naast landgebruik, emissie van broeikasgassen en wateronttrekking vormt fosfor- en stikstofbelasting in water een belangrijke drukfactor op de biodiversiteit die veroorzaakt wordt door het bedrijfsleven. De belangrijkste bronnen van deze emissies zijn:

- Directe lozingen van stikstof (N) en fosfor (P) verbindingen via zogenaamde puntbronnen in waterlichamen in de nabijheid van productielocaties
- Indirecte of diffuse emissies via infiltratie van meststoffen in de grond, gevolgd door uitspoeling naar sloten, rivieren en meren.

De landbouwsector levert een aanzienlijke bijdrage aan deze emissies, waardoor het een belangrijke drukfactor is voor bedrijven die in hun keten gebruik maken van landbouwgewassen als grondstof. N- en P-emissies ten gevolge van transport vinden voornamelijk in de atmosfeer plaats, waardoor deze niet worden meegenomen in de berekening van deze aquatische drukfactor.

De N- en P-emissies kunnen uit rapportages over waterkwaliteit worden gehaald of uit LCA onderzoeken. Hierbij vormen de grondstofproductie, eventuele tussenleveranciers en het productieproces zelf de belangrijkste ketenonderdelen waarvoor de emissies gemeten dienen te worden. In het geval van puntlozin-

gen moet de concentratieverhoging van beide stoffen gemeten worden in het waterlichaam waarin geloosd wordt. Hiervoor is, naast een meting van de concentratie van het looswater, ook de reeds aanwezige concentratie in het water waarin geloosd wordt nodig. In geval van diffuse lozingen dient een schatting te worden gemaakt van de concentraties N en P in de totale hoeveelheid water die uitspoelt en de aanwezige concentratie van deze stoffen in de omringende waterlichamen. Meestal betreft dit direct aangelegde slootjes of rivieren. Wanneer een bedrijf zelf niet beschikt over metingen van de waterkwaliteit van de omringende waterlichamen, dan kunnen metingen worden opgevraagd bij de relevante waterschappen. Voor enkele gangbare landbouw gerelateerde landgebruikstypen zijn generieke uitspoelingsfracties bekend. Voor sloten, rivieren en meren zijn in GLOBIO dosis-respons relaties voorhanden tussen N- en P-concentratie en aquatische biodiversiteit. Hiermee kan de impact worden berekend.

2.6 Biodiversiteitsvoetafdruk

2.6.1 Landgebruik

Landgebruik is één van de belangrijkste drukfactoren op biodiversiteit, zowel mondiaal als lokaal. Het areaal ongerepte natuur neemt mondiaal in snel tempo af doordat grote oppervlakken natuur omgezet worden voor allerlei typen landgebruik, waaronder landbouw, urbane ontwikkeling en bosbouw het grootste deel voor hun rekening nemen. Het uitgangspunt van het GLOBIO model is dat land dat door de mens wordt gebruikt, impact heeft op de originele natuur. Door het gebruik wordt het habitat van soorten die er van nature voorkwamen aangetast, waardoor de soorten-samenstelling verandert. Afhankelijk van de intensiteit van het landgebruik verandert de leefbaarheid van een gebied voor soorten die er voorheen aanwezig waren. In de regel geldt dat hoe hoger de intensiteit van een landgebruik is, hoe groter de druk op de originele soorten is, waardoor de biodiversiteit er afneemt. Daarom is de biodiversiteit van een intensief beheerd landbouwareaal lager dan

die van een extensief beheerd stuk grond van bijvoorbeeld een biologische boer. Dat komt omdat het binnen de intensieve landbouw gebruikelijk is om onder meer pesticiden en kunstmest toe te passen, wat een schadelijk effect heeft op veel soorten. Ook het gebruik van intensieve grondbewerking en monoculturen leidt tot een verlaging van de biodiversiteit. Het spreekt voor zich dat ook het gebruik van een areaal als bedrijventerrein weinig ruimte voor natuur in dat areaal overlaat.

De biodiversiteit neemt niet alleen af door het verdwijnen van originele soorten, maar ook door een verlaging van het aantal individuen binnen deze soorten (abundantie). Het verdwijnen of uitsterven van soorten in een gebied is slechts het eindstadium. Extreme landgebruiksveranderingen, zoals het kappen van bos voor landbouw of stedelijke ontwikkeling, resulteert in een plotselinge verandering van het aantal soorten. Maar veranderingen kunnen ook meer geleidelijk optreden doordat de intensiteit van het desbetreffende of naburige landgebruik langzaam toe- of afneemt.

Binnen GLOBIO3 wordt de impact van landgebruik op biodiversiteit bepaald door de kwaliteit van de biodiversiteit in een gebied (in termen van MSA) te vermenigvuldigen met het areaal van dat gebied. De kwaliteit wordt vastgesteld aan de hand van bestaande dosis-respons relaties tussen verschillende generieke landgebruikstypen en biodiversiteit en uitgedrukt in een MSA_landgebruik waarde. Een overzicht van MSA-waarden per type landgebruik is opgenomen in bijlage 1. De MSA-waarden van de generieke GLOBIO3 landgebruiksklassen zijn gemiddelden. In werkelijkheid kunnen de MSA-waarden uiteenlopen, afhankelijk van variaties binnen het landgebruik zelf (Alkemade et al. 2009). Vooral voor secundaire bossen en plantages kan de waarde flink variëren, bijvoorbeeld vanwege verschillen in het beheer (uitkap versus selectieve kap, rotatielengte, soortensamenstelling, etc.). Door gebruik te maken van lokale expertise met betrekking tot de natuurlijkheid van een landgebruikstype in een bepaalde regio kan bepaald worden of de MSA-waarde bijgesteld dient te worden voor afwijkende lokale omstandigheden.

Voor de bepaling van de land gerelateerde biodiversiteitsvoetafdruk van een bedrijf of product moet eerst het gebruiksareaal en het beheer van het grondgebruik in kaart worden gebracht per ketenonderdeel. Bij de teelt van natuurlijke grondstoffen zijn vaak grote arealen nodig, waardoor dit ketenonderdeel een erg belangrijk aandeel kan hebben in de biodiversiteitsvoetafdruk van een bedrijf. Per gebruikte grondstof dient eerst de hoeveelheid te worden vastgesteld die voor de jaarproductie van het bedrijf of product wordt ingekocht.

Soms is er sprake van meervoudig gebruik van land. Bijvoorbeeld wanneer een bos ook gebruikt wordt voor recreatie of jacht, of wanneer een grasland gebruikt wordt door melkvee waardoor niet alleen melk maar ook vlees geproduceerd wordt. In dat geval mag het grondgebruik niet in zijn geheel toegeschreven worden aan 1 product. Voor de berekening van het juiste gebruiksareaal dat voor rekening van een bedrijf op product komt, wordt gebruik gemaakt van het zogenaamde 'economische allocatie' principe, zoals dat ook in LCA-studies gebruikelijk is. Hierbij wordt de land gerelateerde voetafdruk vermenigvuldigd met de fractie van de opbrengst van het product en de totale opbrengst die door het landgebruik gerealiseerd wordt.

Nadat het gebruiksareaal in kaart is gebracht moet het beheer omschreven worden om de landgebruiksintensiteit vast te kunnen stellen waarvoor dosis-respons relaties voorhanden zijn. Nadat ook de MSA-waarde van het landgebruik is bepaald kan de voetafdruk als gevolg van landgebruik berekend worden aan de hand van de formule:

$$\text{Voetafdruk landgebruik} = \text{Gebruiksareaal} * (1 - \text{MSA}_{\text{landgebruik}})$$

2.6.2 Klimaat

De effecten van klimaatverandering worden in het GLOBIO3 model berekend op grond van een relatie tussen verandering in de gemiddelde mondiale temperatuur en een gemiddelde mondiale MSA. Dit is gedaan op basis van de geschiktheid van de huidige leefgebieden van soorten in de toekomst, als gevolg van veran-

derende 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).

Met behulp van deze lineaire dosis-respons functies wordt bepaald wat het MSA-effect is per graad (°C) temperatuurstijging (zie ook van Rooij et al. 2016). Omdat klimaatverandering niet alleen lokaal, maar wereldwijd een effect op biodiversiteit heeft zal dat MSA-effect naar verwachting ook wereldwijd optreden in (semi) natuurlijke biomen. Daarom moet het MSA-effect per ha vermenigvuldigd worden 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 rol die niet direct het effect van het onderzochte bedrijf of product zijn. Als benadering voor het huidige en toekomstige areaal semi-natuurlijk bioom wordt het gemiddelde areaal (semi)natuurlijk bioom over de periode 2010-2050 genomen zoals dat is berekend voor 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/>).

Uiteindelijk levert dit per kg uitgestoten CO₂ eq, een MSA impact van 3,29 · 10⁻⁵ MSA.ha op (zie ook van Rooij et al. 2016).

2.6.3 Wateronttrekking

De berekende GVG-waarden zijn als invoer gebruikt voor het bepalen van het potentieel voorkomen van soorten in het gebied. Van de soorten zijn responsies voor abiotische randvoorwaarden bekend, waaronder de GVG (Wamelink et al. 2005, 2011). Voor de berekende GVG wordt onderzocht welke soorten voor zouden kunnen komen op basis van 0-1 waarden; kan de plantensoort er in principe voor komen of niet. Dit geeft een lijst met soorten voor de situatie zonder waterwinning, en een lijst met soorten met waterwinning, bijvoor-

beeld voor de huidige situatie. Deze worden met elkaar vergeleken voor alle soorten en voor rode lijst soorten. Daarnaast wordt volgens de GLOBIO methode de MSA berekend, waarbij het aantal soorten in de huidige situatie vergeleken wordt met het aantal soorten in de nul-situatie. De soortenset in de situatie zonder waterwinning van het bedrijf wordt dus gebruikt als natuurlijke referentie ($MSA = 1$). Er kunnen dan alleen soorten verdwijnen, niet bijkomen, en de waarde van de verstoorde situatie zal dus maximaal 1 bedragen, maar in praktijk meestal lager uitvallen.

2.6.4 N- en P-emissies naar water

De impact van vermestende stoffen geëmitteerd naar lokale open wateren kan worden berekend op basis van dosis-respons relaties uit het GLOBIO-aquatisch model. Deze zijn berekend voor sloten, rivieren en meren op zandgrond. Hieronder volgt een korte beschrijving van de rekenmethode, samengevat uit het rapport 'Biodiversiteitsvoetafdruk voor koploperbedrijven' (van Rooij et al. 2016)

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 dieptegegevens afkomstig van het waterschap en oppervlaktegegevens gebaseerd op kaartmateriaal, luchtfoto's of satellietbeelden (bv Google Earth). Samen bepalen ze de fosfor- en stikstofconcentratie die via de afgeleide empirische functies weer een relatie heeft met de MSA-aquatische waarde

Berekening impact N- en P-emissie uit een puntlozing:

$$Cv = \frac{\text{Concentratie lozing} \times \text{Debiet lozing}}{\text{Debiet lozing} + \text{Debiet beek}}$$

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 concentratiever-

hoging (Cv) in mg/l van het afvalwater in de beek berekend voor zowel N als P aan de hand van de bovenstaande formule.

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 minimumwaarde van de Cv waarbij nog een meetbare impact kan worden vastgesteld is afgeleid van de eerdergenoemde dosis-respons vergelijkingen. Wanneer de Cv waarde in een rivier of deel van de rivier onder de drempelwaarde² 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 te 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 worden die het bedrijf uitoefent op een beek of rivier. De vergelijking hiervoor is analoog aan die voor landgebruik: [oppervlak beek * [1- MSA_{beek}] voor de bepaling van de aquatische biodiversiteitsvoetafdruk in MSA.ha. Doordat de impact op aquatische systemen wezenlijk verschilt van die op terrestrische systemen wordt het afgeraden om de watervoetafdruk bij de terrestrische op te tellen. De impact op aquatische systemen is afhankelijk van stroming en watervolume, terwijl deze aspecten voor terrestrische systemen niet meegenomen

men worden. Om verwarring te voorkomen kan de aquatische voetafdruk wellicht beter per volume-eenheid worden berekend (MSA.m³) in plaats van per 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:

$$[\Sigma \text{ volume beek} * [1-\text{MSA_beek}]$$

met de eenheid MSA.m³.

2.7 Baselines en scenario's

Met de methode is het mogelijk om verschillende situaties met elkaar te vergelijken. De biodiversiteitsvoetafdruk in de huidige situatie zonder maatregelen, de nulmeting of baseline, kan worden vergeleken met de voetafdruk in een alternatieve of toekomstige situatie waarin specifieke maatregelen zijn doorgevoerd (de 'prestatiemeting'). Alternatieve productie-methoden en het gebruik van verschillende grondstoffen kunnen zo met elkaar worden vergeleken. Wanneer een bedrijf een plan heeft gemaakt om de w-uitstoot te verminderen, dan kan dit plan worden doorgerekend met de GLOBIO-voetafdrukmethode. Door de geharmoniseerde indicator MSA.ha is het bovendien mogelijk om inzicht te krijgen in mogelijke trade-offs tussen de emissie van broeikasgasen en andere drukfactoren, zoals landgebruik.

Om een eerlijke vergelijking te maken tussen de nul-meting en de prestatie-meting wordt de voetafdruk steeds bepaald voor dezelfde vergelijkingsbasis, de functionele eenheid. Voor een verf is dit bijvoorbeeld de hoeveelheid verf die nodig is om 1 m² oppervlak met een specifieke dekkingsgraad en levensduur te verduurzamen/verfraaien. Indien hiervoor 1 liter nodig is van verf A en 1,5 liter van verf B, dan wordt de impact berekend van 1 liter van verf A en 1,5 liter van verf B. Door de te leveren functie (van een product, dienst of bedrijfsonderdeel) als vertrekpunt te nemen in de voetafdruk-berekening wordt een eerlijke vergelijking van de impacts gemaakt.

2.8 Algemene toepassing van de methode: Biodiversity Footprint Tool

In het kader van het prestatie-meting-project van Platform BEE is een aanzet gemaakt om verschillende tools online beschikbaar te maken voor geïnteresseerde bedrijven. Eén van de tools is een vereenvoudigde versie van de in dit rapport beschreven biodiversiteitsvoetafdruk methode. De eerste versie van deze 'Biodiversity Footprint Tool' geeft een gebruiker de mogelijkheid om de biodiversiteitsvoetafdruk voor een product of productgroep te berekenen aan de hand van de drukfactoren landgebruik en broeikasgasemissie. Data kunnen per drukfactor stapsgewijs ingevoerd worden voor zowel de huidige situatie, als voor een alternatieve of toekomstige situatie.

De impact wordt berekend voor twee onderdelen van de productieketen: Grondstoffen en het productieproces zelf. De impact van watergebruik en emissie naar water worden in deze eerste versie nog niet meegenomen in de berekening.

Na invoer van de data berekent de tool de voetafdruk in MSA per hectare (MSA.ha) voor de nulsituatie en voor de alternatieve situatie, zodat het verschil in voetafdruk in kaart gebracht kan worden. Indien de alternatieve situatie het resultaat is van biodiversiteitsgerichte maatregelen die een bedrijf heeft genomen, of van plan is in de toekomst te gaan nemen, dan kan de effectiviteit van deze maatregelen met de tool worden vastgesteld.

Meer informatie over de tool kan verkregen worden op op de volgende websites:

www.naturalcapitaltoolkit.org

www.naturalcaptains.nl

² De 'threshold' (=drempelwaarde) kan afgeleid worden op basis van de helling van de lijn door bijvoorbeeld een (subjectieve) minimale waarde voor de helling kiezen. Stel bijv. 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.

3

CASESTUDIES

3.1 Inleiding

De in hoofdstuk 2 beschreven methodologie is toegepast in de berekening van de biodiversiteitsvoetafdruk voor een zestal casestudies van Natural Captains. In een startbijeenkomst voor geïnteresseerde bedrijven is de methode toegelicht en is aangegeven wat voor soort data en informatie nodig zijn. Vervolgens is met de deelnemende bedrijven een interview gehouden om de casestudies verder in te vullen. Dit heeft een zestal cases opgeleverd (tabel 3.1). Daarnaast is voor Desso, waarvoor in de eerdere studie door van Rooij et al. (2016) al een analyse van de biodiversiteitsvoetafdruk was uitgevoerd, het effect van wateronttrekking doorgerekend.

Overzicht van geselecteerde casestudies

3.2 Foreco

Vershil biodiversiteitsvoetafdruk bij het gebruik van drie verschillende houtsoorten uit verschillende houtproductiesystemen als uitgangsmateriaal voor biobased geïmpregneerd 'Nobelwood'.

3.3 Moyee

Vershil in de biodiversiteitsvoetafdruk voor koffieproductie in vier verschillende scenario's:

1) Nulmeting waarin wordt uitgegaan van koffiebonen van de plantages; 2) Koffiebonen 100% van smallholders; 3) Effect van overschakeling naar uitsluitend gebruik van zonne-energie in de koffiebranderij en 4) de huidige situatie maar dan met transport van totale productie van bonen naar Nederland per schip, i.p.v. met het vliegtuig.

3.4 Natural Plastics

Vershil in biodiversiteitsvoetafdruk tussen een traditioneel boomplantstelsel waarbij twee staken worden gebruikt om de boom vast te zetten en het Natural Plastics' nieuwe "Keepers" systeem dat gemaakt is van biobased plastic op basis van aardappel en mais reststromen.

3.5 Tony's Choclonely

1) Verschil in biodiversiteitsvoetafdruk tussen een reep pure chocolade en een reep melkchocolade. 2) Verschil in biodiversiteitsvoetafdruk bij cacao afkomstig van laag en hoog productieve cacao boeren.

3.6 Better Future Factory

Biodiversiteitsvoetafdruk voor een "New Marble" tegel op basis van gerecyclede petflessen.

3.7 Schut Papier

Vershil in biodiversiteitsvoetafdruk voor traditioneel papier en "Valorise" papier dat gemaakt wordt uit papier pulp en 30% biomassa van reststromen uit tomatenplanten.

3.8 Desso

Tijdens de bepaling van de biodiversiteitsvoetafdruk voor Desso in van Rooij et al. (2016) bleek dat wateronttrekking bij Desso Dendermonde mogelijk ook een belangrijke factor zou zijn. Voor Desso is daarom een case uitgevoerd waarin de methode voor het bepalen van de voetafdruk van wateronttrekking is uitgetest.

3.9 Natuurherstel

In deze voorbeeldcasestudie wordt naar de mogelijkheden gekeken om voor natuurherstel de veranderende impact van landgebruik te bepalen.

Tabel 3.1

3.2 FORECO



Foreco is sinds 1983 actief in de houtsector. Vanuit Dalfsen ontwikkelt, produceert en verhandelt Foreco houtproducten voor de professionele en particuliere markt. Samen met diverse partijen biedt Foreco hoogwaardige producten, zoals WaxedWood en NobelWood voor nieuwbouw- en renovatieprojecten.

Foreco loopt in de praktijk tegen de uitdaging aan dat de neiging om alles in de bouw te standaardiseren leidt tot het gebruik van steeds minder verschillende houtsoorten. Een belangrijke reden van deze afname van toegepaste houtsoorten is dat iedere houtsoort, voor iedere toepassing opnieuw moet worden gekeurd, wat tot hoge kostenposten leidt. "We dringen aan de natuur op wat wij willen hebben". Foreco verwacht dat het duurzaam gebruik van houtsoorten uit natuurlijke(r) bossen wel eens duurzamer zou kunnen zijn dan het gebruik van hout uit niet-natuurlijke plantagebossen. Eén van de door Foreco genoemde argumenten voor het gebruik van hout uit natuurlijke(r) bossen betreft de economische waarde die duurzame houtkap kan opleveren voor een natuurlijk bos, waardoor deze kap (in sommige regio's) kan bijdragen aan het behoud van het bos. Een gekwantificeerde onderbouwing hiervoor ontbreekt echter. De bepaling van de biodiversiteitsvoetafdruk voor verschillende houtsoorten uit verschillende regio's en bosbeheersystemen kan hier meer inzicht in geven. Tegelijkertijd kan zo'n analyse inzicht geven in de ketenonderdelen waarin het effect op biodiversiteit het grootst is en waar mogelijk winst te behalen valt. Foreco plaatst deze analyse van de biodiversiteitsvoetafdruk in een breder kader van overwegingen om ergens wel of geen hout vandaan te halen.

3.2.1 Beknopte beschrijving van de case

NobelWood is een grenen houtproduct dat met behulp van een biobased proces wordt verduurzaamd. Het wordt gebruikt als gevelbekleding en is een alternatief voor het gebruik van tropisch hardhout. Om het hout te verduurzamen wordt hout in tanks geïmpregneerd met biopolymeer op basis van restmateriaal

(melasse) uit de suikerrietproductie; herkomst hiervan is de Dominicaanse Republiek.

In deze case wordt het verschil in biodiversiteitsvoetafdruk bepaald voor het gebruik van drie verschillende naaldhoutsoorten die dienst kunnen doen als grondstof voor verduurzaamd NobelWood. De drie soorten komen uit verschillende gebieden, met verschillende typen en intensiteiten van bosbeheer. Het hout komt uit FSC/PEFC gecertificeerde bossen of plantages. Reeds gezaagd hout wordt ingekocht via de houthandel.

De drie alternatieve houtsoorten zijn:

- Grove den (*Pinus sylvestris*), grenen spinthout uit (semi-natuurlijke) uitkapbossen in Zuid Duitsland. Deze wordt als referentie gebruikt (nulsituatie) om de andere houtsoorten mee te vergelijken.
- *Pinus radiata* uit plantagebossen in Nieuw-Zeeland (scenario 1).
- Amerikaans grenen (Southern Yellow pine, *Pinus spp.*) uit (semi-natuurlijke) bossen in Noord-Amerika (Louisiana & Mississippi) (scenario 2).

De functionele eenheid waarvoor de biodiversiteitsvoetafdruk wordt bepaald: 1000 m³ Nobelwood per jaar (verzaagd).

3.2.2 Datagebruik en aannames

Er is op verzoek van Foreco gekozen om niet de gehele footprint van 1000 m³ NobelWood te analyseren, maar slechts een analyse van de houtcomponent. Omdat het verduurzamingsproces voor alle drie de houtsoorten gelijk wordt verondersteld, worden emissies hieruit niet meegenomen in de vergelijkingen van de drie houtsoorten als basis voor NobelWood.

Houtsoort	Grove den	Pinus radiata	Amerikaans grenen
Locatie	Regen, Duitsland	Nieuw-Zeeland	Mississippi, VS
Transport zagerij - haven		50 km	50 km truck
Zee transport	-	20.000 km	7.500 km
Transport in/naar NL	700 km truck	200 km	200 km
Gewicht per m ³	540 kg	450 kg	530 kg
Bosorsprong	Bestaande bebossing	Nieuwe bebossing	Herbebossing
Bosbeheer	Selectieve kap	Productieve plantage	Secundair bos
Kapleeftijd	Kapleeftijd 55	Kapleeftijd 35	Kapleeftijd 45 jaar
Ras	Inheemse soort	Veredeld ras	Inheemse aanplant
Bijgroei	8 m ³ /ha/jaar	20-25 m ³ /ha/jaar	12 m ³ /ha/jaar
Conversie boom-hout	35%	55%	45%
Areaal voor jaarlijkse productie van 1000 m ³	357 ha	91 ha	185 ha
Overig	Bosbeheer en zagerij 109 kg CO ₂ m ³ 14% hernieuwbare energie	Bosbeheer en zagerij 109 kg CO ₂ m ³ 38% hernieuwbare energie	Bosbeheer en zagerij 09 kg CO ₂ m ³ 3% hernieuwbare energie
Houtprijs	310€ (rest/pulp 140€)	400€ (rest/pulp 150€)	430€ (rest/pulp 160€)

Tabel 3.2. Informatie over herkomst, beheer, lokale verwerking, transport, etc. voor de invulling van de drie alternatieve houtsoorten die gebruikt kunnen worden voor NobelWood.

Verdere uitgangspunt voor de analyse zijn:

- Toepassing van de drie houtsoorten is gelijk.
- Hoeveelheid hout die nodig is, is voor de drie houtsoorten gelijk.
- Levensduur voor de drie de houtsoorten is gelijk.
- Impact van de zagerijen is gelijk (energieverbruik, houtverliezen).
- Verschil zit hem uitsluitend in de herkomst van de grondstoffen (verschillende soorten uit andere bossen), bosbeheerpraktijken en transport.

Door Foreco is informatie aangeleverd met betrekking tot herkomst, beheer, lokale verwerking van het hout en transport naar Nederland (tabel 3.2). Deze informatie is deels gebaseerd op een LCA van een vergelijkbaar product³.

Hieronder wordt de berekening van de drukfactoren 'landgebruik' en 'klimaat' kort toegelicht.

Landgebruik

Het jaarlijks benodigde areaal voor de productie van 1 m³ NobelWood kan worden bepaald op basis van informatie over bijgroei en zaag- en productieverliezen die nog optreden. De

bijgroei geeft aan hoeveel m³ hout jaarlijks bijgroeit. Voor duurzaam bosbeheer geldt een richtlijn dat je jaarlijks niet meer oogst dan dat er bijgroeit. Bij plantages geeft de gemiddelde bijgroei en kapcyclus informatie over de hoeveelheid die van een hectare geoogst wordt. Op basis van de kap-, zaag- en procesverliezen (conversie boom-hout in tabel 3.2) kan worden bepaald hoeveel hout er geoogst moet worden om tot een bepaalde hoeveelheid hout voor NobelWood te komen. Dat is dus een factor die het benodigde areaal mede beïnvloed.

Van de drie houtsoorten groeit het grenenhout in semi-natuurlijk bos het langzaamst. Met een bijgroei van 8 m³/ha/jaar en een conversiefactor van 0,35 is er circa 357 ha nodig voor de productie van 1000 m³ zaaghout. Op een vergelijkbare manier wordt het benodigde areaal berekend voor 1000 m³ van de overige houtsoorten (zie uitkomsten in tabel 3.2).

Normaal gesproken dient ook het landoppervlak te worden bepaald dat nodig is voor de opslag en het verzagen van de stammen, maar omdat aangenomen is dat dit oppervlak gelijk is voor alle drie de scenario's, hoeft dit areaal niet te worden vastgesteld.

Item	Emissiefactor CO ₂ eq. per ton.km (kg)	Grove den CO ₂ eq. (kg)	Pinus radiata CO ₂ eq. (kg)	Amerikaans grenen CO ₂ eq. (kg)
Emissies bosbeheer en zagerij		109.000	109.000	109.000
Transport zagerij - haven	0,148	55.944	3.330	3.922
Zee transport	0,013	-	117.000	51.675
Transport in/naar NL	0,148	-	13.320	15.688
Totaal		164.944	242.650	180.285

Tabel 3.3. Emissies van broeikasgassen voor 1000 m³ hout dat gebruikt wordt om NobelWood te produceren. Emissies zijn het gevolg van bosbeheer, zagerij en transport. Vergelijking van de nulsituatie (Grove den uit Duitsland) en de scenario's voor Pinus radiata uit Nieuw-Zeeland en Amerikaans grenen uit de VS. Emissiefactoren komen uit Purse en Muss (2009).

³ <https://www.accoya.com/wp-content/uploads/2015/09/Greenhouse-Gas-Emissions-Assessment-for-Accoya-Wood-CAMCO-11Dec2009.pdf>

Klimaat

Op basis van de informatie die door Foreco is verstrekt kunnen de broeikasgasemissies bepaald worden. Deze bestaan uit emissies uit bosbeheer en de zagerij aan de kant van de toeleveranciers en uit emissies ten gevolge van het transport naar Foreco in Dalfsen. De emissies uit transport worden berekend aan de hand van de door Foreco opgegeven transportafstanden (tabel 3.2), in combinatie met aanvullende informatie over emissies per ton.km uit een LCA van een vergelijkbaar product (Purse en Muss 2009). Deze geven de emissies in CO₂ eq. die gepaard gaan met het transport van 1 ton product over 1 km afstand. Door die te vermenigvuldigen met de totale hoeveelheid hout (1000 m³) en het gewicht van die hoeveelheid (op basis van gewicht per m³) wordt de totale emissie voor transport berekend (tabel 3.3). Emissiefactoren verschillen tussen transport met vrachtwagen over land (0,148 kg CO₂ per ton.km) en zeetransport (0,013 kg CO₂ per ton.km). Emissies uit bosbeheer en gebruik van de zagerij zijn ook overgenomen uit Purse en Muss (2009).

3.2.3 Biodiversiteitsvoetafdruk per drukfactor

Landgebruik

Grenen uit Duitsland

Het grenen komt uit semi-natuurlijke bossen in Zuid Duitsland waarin hout wordt geoogst via een uitkapsysteem. Volgens de GLOBIO methodiek kan dit type bos zowel geclassificeerd worden als secundair bos met een MSA_landgebruik waarde van 0.5, of als licht gebruikt bos met een MSA_landgebruik waarde van 0.7 (zie MSA_landgebruik waarden tabel in bijlage 1). De standaard afwijking, een maat voor de spreiding van de MSA-waarden is breed voor dit type bossen (Alkemade et al. 2009). Deze spreiding wordt onder meer veroorzaakt omdat er verschillende bosbeheersystemen onder vallen met variaties in soortensamenstelling, kapleeftijd, oogstmethode en oogsthoeveelheid (m³ gekapt ten opzichte van het totale volume staand hout). Het spreekt voor zich dat de oogsthoeveelheid in licht gebruikte bossen lager is dan in secundaire bossen. In de betreffende Duitse gemengde bossen wordt alleen

grenen geoogst via een relatief natuurvriendelijk uitkapsysteem. De oogstmethode is erop gericht dat de schade aan het omliggende bos te beperken, bijvoorbeeld via kabels in heuvelachtig landschap. De oogsthoeveelheid in deze bossen is met 8 m³/ha/jr lager dan in veel andere bossen, maar is nog steeds aan de hoge kant om het predicaat licht gebruikt bos te krijgen. Om deze reden wordt een gemiddelde MSA_landgebruik waarde gebruikt van de twee GLOBIO-categorieën: $(0.5+0.7)/2 = 0.6$. De biodiversiteitsvoetafdruk voor landgebruik kan dan vervolgens berekend worden aan de hand van de formule: $\text{Areaal} * (1 - \text{MSA_landgebruik}) = 357\text{ha} * (1 - 0,6) = 143 \text{MSA.ha}$.

In tegenstelling tot de overige twee houtplantages is er echter sprake van meervoudig landgebruik van dit type bos. De Duitse uitkap bossen worden namelijk ook gebruikt voor natuurbehoud, recreatie en jacht. Aan de hand van de economische waarde van dit medegebruik van het bos wordt in een apart scenario een economische allocatie correctie toegepast voor de landgebruik gerelateerde voetafdruk.

Grenen uit Duitsland, met economische allocatie

In dit sub-scenario wordt een schatting gemaakt van de waarde van de overige activiteiten en diensten uit dit bos, zoals hierboven onder scenario 2 aangegeven. Omdat er geen gegevens bekend zijn over de waarde van het medegebruik van het bos wordt voor deze scenario-variant de aanname gedaan dat het medegebruik net zoveel oplevert als de opbrengst van het hout. Hierdoor neemt het aan de bosbouw toegekende impact-areaal met de helft af, waardoor ook de landgebruiksvoetafdruk in dit scenario afneemt tot 71 MSA.ha.

Pinus radiata uit Nieuw-Zeeland

De soortensamenstelling en intensiteit van het beheer bepaalt de MSA-waarde van de opstand. De soort is in Nieuw-Zeeland een exoot. De groei is enorm en de kapcyclus relatief kort. Het kan, kortom, beschouwd worden als een landbouwgewas waarbij de gangbare MSA van 0,2 voor monocultuur houtplantages de juiste keuze is. Een oppervlak van 91 ha (tabel 3.2) en een MSA van 0,2 levert een voetafdruk voor landgebruik op van 81 MSA.ha.

Voetafdruk	Grove den MSA.ha	Pinus radiata MSA.ha	Amerikaans grenen MSA.ha
Bosbeheer en zagerij	3,6	3,6	3,6
Transport	1,8	4,4	2,3
Totaal	5,4	8	5,9

Tabel 3.4. Biodiversiteitsvoetafdruk als gevolg van emissies van broeikasgassen voor 1000 m³ hout dat gebruikt wordt om NobelWood te produceren, als gevolg van bosbeheer, zagerij en transport voor de nulsituatie (Grenen) en de scenario's voor Radiata pine uit Nieuw-Zeeland en Southern Yellow pine uit de VS.

Amerikaans grenen

De Noord-Amerikaanse productiebossen waaruit de houtsoort wordt gehaald zijn ontstaan door bestaande bossen waarin Amerikaans grenen al in grote dichtheden groeide, na kap verder aan te planten met deze soort. Ervan uitgaande dat ook deze soort door kaalkap wordt geoogst, zit het grootste verschil met de Pinus radiata plantage in de kapcyclus (35 vs. 45 jaar) en soortensamenstelling (exoot in potentieel soortenrijk bos versus inheemse soort in minder soortenrijk bos). Het is bekend dat oudere opstanden een hogere biodiversiteit hebben; er is meer ondergroei en er zijn ook zichtbaar meer diersoorten aanwezig. De MSA van een 50-jarige plantagebos wordt geschat op een MSA van 0,3 en die van een 100 jarige plantagebos wordt geschat rond een MSA van 0,5 (gelijk aan de MSA van een secundair bos). Net na de kap is de biodiversiteit erg laag, zelfs bijna gelijk aan nul bij kaalkap, maar deze herstelt gedurende de hergroeifase. Voor Amerikaans grenen is de gemiddelde rotatielengte 55 jaar, waardoor de MSA_landgebruik voor de Amerikaans grenen plantages op 0,3 wordt gesteld. Een oppervlak van 185 ha en een MSA van 0,3 levert een biodiversiteitsvoetafdruk uit landgebruik op van 130 MSA.ha.

Klimaat

De biodiversiteitsvoetafdruk als gevolg van klimaateffecten worden bepaald op basis van de emissies in tabel 3.2 en de dosis-respons relatie zoals gegeven in hoofdstuk 2.6.2.

Watergebruik

Er wordt van uitgegaan dat er geen water wordt gebruikt voor de plantages en het semi-natuurlijke uitkapbos, waardoor de teelt van deze soorten geen aanvullende voetafdruk voor watergebruik met zich meebrengt.

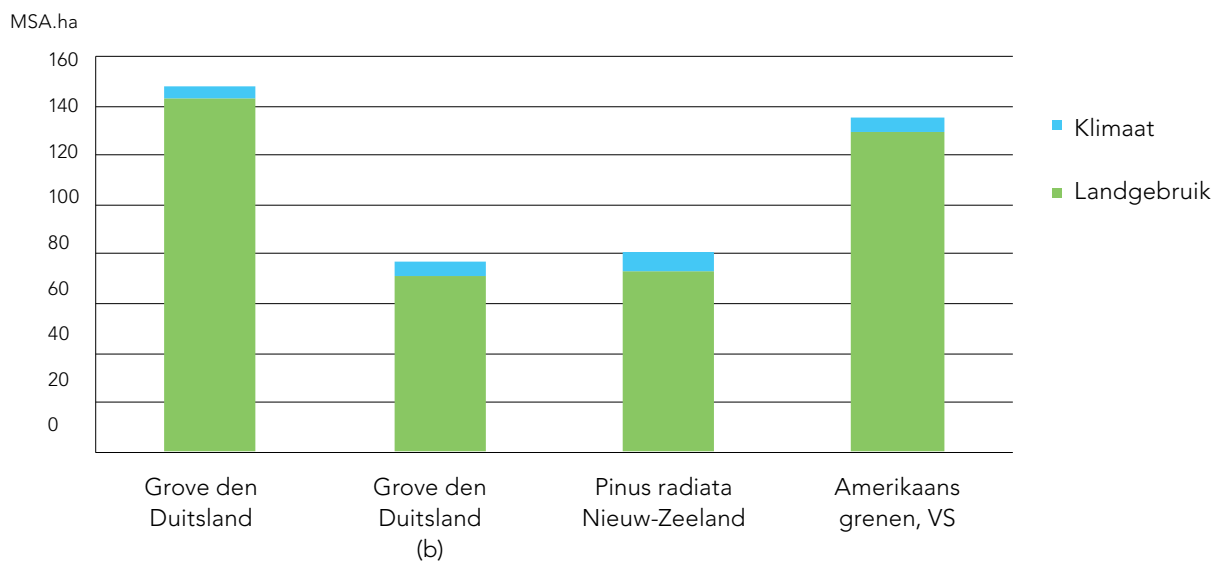
N- en P-emissies

Er zijn bij Foreco geen gegevens bekend over het gebruik van meststoffen voor de houtproductie, waardoor deze drukfactor voor deze case buiten beschouwing wordt gelaten. Toepassing van meststoffen zou in lichte mate het geval kunnen zijn voor de snelgroeiende Pinus Radiata plantages in Nieuw-Zeeland. Wanneer dat het geval is moet de concentratieverhoging van N en P in de omringende waterlopen worden gemeten zodat de aquatische biodiversiteitsvoetafdruk bepaald kan worden.

3.2.4 Conclusies

Biodiversiteitsvoetafdruk

Landgebruik levert de belangrijkste bijdrage aan de biodiversiteitsvoetafdruk in alle vier de scenario's. Als voor de oogst van grenen uit Duitsland geen rekening wordt gehouden met de economische allocatie van ander landgebruik, dan hebben de zeer intensieve plantages in Nieuw-Zeeland de kleinste voetafdruk (figuur 3.1). De impact per eenheid oppervlakte is hier weliswaar het grootst, maar doordat een relatief kleiner oppervlakte nodig is, is de totale voetafdruk voor de productie van 1000 m³ ook kleiner dan in de andere systemen. Als echter ook rekening wordt gehouden met



Figuur 3.1. Biodiversiteitsvoetafdruk voor de drie productiesystemen in Duitsland, Nieuw-Zeeland en de VS, en voor het systeem in Duitsland inclusief overig gebruik van het bos (b).

overig gebruik van het bos (toerisme , jacht) en de economische waarde daarvan wordt meegewogen, dan neemt de totale voetafdruk van de oogst in het bos in Duitsland af (figuur 3.1). De toepassing van grove den uit Duitsland levert in dat geval de laagste biodiversiteitsvoetafdruk. Er was geen informatie beschikbaar of er sprake was van medegebruik in de overige twee bostypen, maar aangenomen kan worden dat er geen sprake zal zijn van toerisme of jacht in de zeer intensief beheerde Radiata bossen. Het medegebruik van de Amerikaanse opstanden wordt ook gering geacht vanwege de veel lagere bevolkingsdichtheid in de omgeving van deze bossen.

De broeikasgasemissies per m³ worden in hoge mate bepaald door de emissies uit de bosbouw-activiteiten en emissies in de zagerij. Deze werden voor alle drie de scenario's identiek beschouwd. Alleen bij het betrekken van Pinus radiata uit Nieuw-Zeeland komen de emissies uit transport hoger uit dan die uit de bosbouw en zagerij. Grove den (Pinus s) uit Duitsland is vanuit het klimaatperspectief de meest gunstige van de drie scenario's (figuur 3.1).

Evaluatie van databeschikbaarheid en methode

Door de scenario's te bouwen rond al beschikbare informatie van andere vergelijkbare producten was voor het berekenen van de impact op klimaat voldoende informatie voorhanden. De meegeleverde levenscyclusanalyse gaf voor alle onderdelen de benodigde informatie. De informatie over landgebruik, zoals bijvoorbeeld de bijgroei per ha en informatie over bosbeheersysteem leverden voldoende basis om ook de impact van landgebruik te kunnen bepalen.

Robuustheid resultaat

Een vergelijking met een voetafdrukberekening met ReCiPe laat zien dat landgebruik ook in ReCiPe domineert. Hoewel ReCiPe geen onderscheid maakt in het (meervoudig) gebruik van bossen ("used forest") is de nulmeting met grove den in Duitsland (referentie) het minst schadelijk (in bijlage 4 is dat scenario 1). De alternatieven veroorzaken meer schade, met name de houtkap in Nieuw-Zeeland (in bijlage 4, scenario 3), gevolgd door Noord-Amerika (in bijlage 4, scenario 4).

3.3 MOYEE



Moyee koffie levert Fairchain koffie. Met FairChain wil Moyee de toegevoegde waarde niet exporteren en wegtrekken uit producerende landen, maar juist delen met de lokale economie. In plaats van ongebrande groene bonen te exporteren worden de bonen lokaal gebrand. Zo blijft meer toegevoegde waarde in het koffieproducerende land. FairChain is een 50/50 onderneming met lokale ondernemers

3.3.1 Beknopte beschrijving van de case

In deze casestudie wordt de biodiversiteit footprint van de huidige situatie vergeleken met enkele alternatieve scenario's.

Momenteel worden de koffiebonen voornamelijk betrokken van de plantage Tega en Tula in Ethiopië. Deze plantage beslaat 370 ha, waarvan in 2015/16 van 130 ha daadwerkelijk koffie geoogst werd. De plantage wordt biologisch beheerd. De plantage ligt vlakbij Jimma in de Kaffa zone, een belangrijk koffiebosgebied in Ethiopië. De bossen in deze regio worden van nature gekenmerkt door de groei van wilde koffie in de ondergroei van het bos. Volgens een in 2015 uitgevoerde Environmental Impact Assessment (Teklu 2015) hebben de plantages Tega en Tula een natuurlijk voorkomen, maar zijn de koffieplanten van zaden van het Jimma agricultural research centre. Aan de plantages grenzen stukken 'natuurlijk' bos en stukken koffiebos van smallholders.

Moyee nam in 2015 circa 90% van de productie van de Tega en Tula plantages af. Naast de bonen van de plantage worden ook bonen van smallholders rond de plantage verwerkt. De opbrengst en kwaliteit van deze bonen is echter een stuk lager en er mag (nog) niet direct afgenomen worden van de smallholders zelf (volgens Ethiopische wet om smallholders te 'beschermen'). De bonen worden in de branderij in Addis Abeba in Ethiopië gebrand. Lage kwaliteit bonen worden lokaal verhandeld, de hoge kwaliteit bonen worden verplicht geëxporteerd. De branderij is voor circa de helft in handen van Moyee Coffee Nederland BV (58%) en voor de helft in lokale handen (Ahadu Woubshet). De gebrande en verpakte bonen worden naar Nederland geëxporteerd. Moyee overweegt om in de nabije toekomst een 'modelplantage' op te zetten.

Kenmerken huidige situatie

- Productie zonder kunstmest en pesticiden
- De koffiehusk wordt nu nog niet systematisch hergebruikt als brandstof of als grondstof voor voedingsmiddelen.
- Transport van bonen van smallholders naar de boerderij: veelal ongemotoriseerd.
- Transport tussen boerderij, de verwerkings stappen, de branderij en het vliegveld: trucks.
- Vervoer naar Nederland: per vliegtuig i.v.m. lange wachttijden scheepstransport (door kleine hoeveelheden).
- Branderij maakt nog geen gebruik van lokaal opgewekte hernieuwbare energie. Huidige energie is een combinatie van elektriciteit uit waterkracht en diesel voor generatoren wanneer de stroom uitvalt.
- Waterverbruik op de plantage vindt plaats zonder mechanische irrigatie. Water wordt onttrokken aan één van de zes rivieren in het gebied. Dit heeft (volgens een eerder uitgevoerde EIA, waarin echter waarschijnlijk geen metingen van het waterverbruik zijn verricht) geen invloed op de waterstand en andere gebruikers.
- Opslag vindt plaats bij de branderij en in Nederland (beperkt landgebruik).
- Er vindt geen gebruik van chemicaliën plaats in de branderij.

Functionele eenheid voor het berekenen van de biodiversiteit footprint:

100 kg gebrande koffie(bonen), van voldoende kwaliteit om in Nederland verkocht te kunnen worden.

Scenario's

Scenario's voor de doorrekening van de biodiversiteitsvoetafdruk:

- Scenario 1
Als uitgangspunt wordt een nulmeting gedaan waarin wordt uitgegaan van een situatie waarin alle bonen worden betrokken van de Tega en Tula plantages. Dit is waarschijnlijk ook een goed uitgangspunt voor een situatie waarin Moyee werkt met een eigen modelplantage.
- Scenario 2
In een eerste alternatief scenario wordt gekeken naar de biodiversiteitsvoetafdruk als alle koffiebonen betrokken zouden worden van smallholders. Er zal worden gekeken hoe de voetafdruk van deze boeren zich verhoudt tot de plantage. Aangenomen wordt dat alle andere verwerkingsstappen gelijk blijven. Verschillen in opbrengst en impact van landgebruik zullen hier de belangrijkste rol spelen. Binnen dit scenario wijzigt dus alleen de landgebruikscomponent.
- Scenario 3
In een tweede alternatief scenario zal het effect bekeken worden van overschakeling naar uitsluitend gebruik van zonne-energie in de branderij. Gebruik van stroom, lpg en diesel in de branderij wordt daarbij vervangen door zonne-energie. Effecten van landgebruik worden daarbij gelijk gehouden aan die in de nulsituatie.
- Scenario 4
In een derde alternatief scenario wordt het effect bepaald van overschakeling van transport van Ethiopië naar Nederland per vliegtuig naar transport per schip.

3.3.2 Datagebruik en aannames

Landgebruik

Grondstof uit Tega en Tula koffieplantages

Koffiebonen vormen de grondstof voor de productie van koffie. De koffiebonen worden in de nulmeting voor 100% afgenomen van de Tega en Tula koffieplantages uit het Gimbo district in Ethiopië. Op de plantages wordt jaarlijks gemiddeld 56.000 kg 'clean green' koffie geproduceerd op in totaal 130 hectare. Met

clean wordt bedoeld dat bonen zijn ontdaan van de buitenste vruchtschil en klaar zijn om geroosterd te worden. Deze productie leidt tot een gemiddelde productie van 431 kg clean koffie per ha per jaar. Ervan uitgaande dat na het roosteren ca 83% van het gewicht overblijft, is voor de productie van 100 kg gebrande koffie 0,28 ha koffieplantage nodig.

Grondstof van smallholders

In scenario 2 wordt ervan uitgegaan dat de koffiebonen geheel van kleinschalige boeren uit dezelfde regio worden onttrokken. De opbrengst van groene koffiebonen bij kleine boeren waar Moyee ook koffie van betreft varieerde sterk, maar komt gemiddeld uit op 172 kg bonen per ha per jaar (Sachse 2016). Met dezelfde conversiefactor van 83% als bij de plantages betekent dit dat hier 142 kg geroosterde bonen mee geproduceerd worden. Om 100 kg geroosterde bonen te produceren is bij de smallholders dus ca. 0,70 ha land nodig.

Leveranciers

De verse koffiebonen van de Tega en Tula plantages worden ontdaan van de buitenste schil en het vruchtvlees (ontpulpen). Hierna worden ze gewassen en gedroogd. Gegevens over de precieze omvang van het areaal dat wordt gebruikt voor het drogen en ontpulpen ontbreken, maar wordt ingeschat op circa 100 m² per 100 kg bonen.

Na het ontpulpen en drogen worden de bonen vervoerd naar een lokaal bedrijf dat de 'clean' koffiebonen ontdoet van de harde zaadschil. Vervolgens worden de geschilde bonen naar een lokale branderij gebracht waar de bonen geroosterd en voor een deel gemalen worden tot de uiteindelijke geïmporteerde koffie. Het oppervlak voor de opslag (zakken) en het schillen is ca 200 m², en is relatief klein ten opzichte van het plantageoppervlak. Ook het oppervlak voor het roosterproces voor 100 kg geroosterde koffie is gering, want het betreft slechts een relatief klein deel van het oppervlak van de branderij, waar meer koffie wordt geroosterd. Door het geringe gebruiksooppervlak voor beide processen hoeft het niet meegenomen te worden in de voetafdrukberekening.

Proces	Oogst Tega en Tula/ Smallholders (nulsituatie en scenario 1)	Branden op zonne-energie (scenario 2)	Alleen zeevracht (scenario 3)
Oogst	26,0	26,0	26,0
Ontpulpen	132,2	132,2	132,2
Wassen	1,1	1,1	1,1
Pellen	0,0	0,0	0,0
Borstelen	0,0	0,0	0,0
Sorteren	0,4	0,4	0,4
Branden	14,1	0,0	14,1
Malen	0,6	0,6	0,6
Inpakken	0,4	0,4	0,4
Transport totaal	204,7	204,7	56,0
Opslag NL	0,0	0,0	0,0
Totaal	379,6	365,5	230,9

Tabel 3.5. Emissies van broeikasgassen (kg CO₂ eq.) per 100 kg gebrande bonen

Klimaat

Informatie over broeikasgasemissies voor de verschillende ketenonderdelen zijn gehaald uit een impactanalyse die Moyee heeft laten uitvoeren op basis van de situatie in 2015. De resultaten van de analyse zijn gepresenteerd in Moyee (2015). De analyse bevat alle broeikasgasemissies uit energie (scope 3) die in de keten wordt gebruikt, van energie voor oogst aan de landbouw kant, tot het branden, verpakken en verschepen in de verwerking en transport kant. Emissies uit landgebruik en landgebruiksverandering zijn hierin niet gegeven. Doordat de koffieproductie onderdeel is van een boslandbouwsysteem waarin bomen voor schaduw zorgen en de koffie bovendien een meerjarig gewas betreft, is ook te verwachten dat die emissies relatief klein zijn. De gegevens uit de impactanalyse zijn gebruikt voor de nul-situatie en omgerekend naar emissies per 100 kg gebrande bonen.

Voor alternatief scenario 1, alle koffiebonen van smallholders, is de aanname dat emissies van broeikasgassen hetzelfde zijn als in de nulsituatie. Hoewel bekend is dat in de plantages op

beperkte schaal mechanisatie wordt toegepast bij de oogst (gebruik van tractors) konden de daarmee geassocieerde emissies van broeikasgassen niet worden gekwantificeerd in de analyse van emissies door Moyee. Voor alternatief scenario 2, koffiebranden volledig op zonne-energie, is de aanname dat alle overige emissie hetzelfde blijven, alleen de emissie uit koffiebranden vervalt in dit geval. Voor alternatief scenario 3, alle transport van bonen vanuit Ethiopië naar Nederland via zeevracht, is de aanname dat alle andere emissies hetzelfde blijven en alleen de emissies voor transport naar Nederland wijzigen.

Broeikasgasemissies zijn per ketenonderdeel bepaald (tabel 3.5). Emissies uit transport, verspreid over de hele keten, beslaan 87% van de totale emissies. In de uitgangssituatie in 2015 werd ca. 23% van de bonen die naar Nederland komen via luchtvracht getransporteerd, en de overige 77% via zeevracht en trein. In dat geval neemt het luchttransport 75% van alle broeikasgasemissies uit transport voor zijn rekening en 67% van de totale emissies door de hele keten.

Bij het branden van de koffiebonen worden verschillende energiebronnen zoals LPG, aardgas, diesel en elektriciteit gebruikt. In de nulsituatie bedragen de emissies voor koffiebranden gemiddeld 0,14 kg CO₂ per kg gebrande bonen. Dat is 3,7% van de totale broeikasgasemissies door de hele keten. Onder de aanname dat de benodigde energie volledig uit zonne-energie wordt gehaald, komen deze emissies grotendeels te vervallen (tabel 3.5).

Watergebruik

De koffieplantages liggen in gebieden met veel neerslag en er wordt daarom geen irrigatie gebruikt. Voor het wassen van de koffie wordt water gebruikt uit zijtakken van de Teree rivier die langs de Tega en Tula plantages stromen. Volgens de EIA-rapporten die voor de plantages zijn uitgevoerd leidt het relatief geringe watergebruik niet tot een significante verlaging van het grondwaterniveau. Er wordt in de rapporten geen melding gemaakt van schade aan omringende natuur. Omdat er in dit gebied normaal gesproken geen sprake is van watertekorten wordt de impact van de wateronttrekking op biodiversiteit gering geacht. Verder wordt er ook water gebruikt bij het schillen van de zaadomhulling, de boonselectie en ook bij het branden wordt water gebruikt. Gegevens hierover zijn opgenomen in de EIA-tabel die Moyee heeft laten maken (2015), maar het is onduidelijk wat het watergebruik-deel is dat nodig is voor de productie van koffie uit de Tega en Tula plantages. Aanvullende informatie is nodig ten aanzien van de hoeveelheid en locatie van de wateronttrekking en nabijgelegen natuurgebieden om de effecten van wateronttrekking voor genoemde processen op biodiversiteit te bepalen. Om deze redenen is in deze voetafdrukberekening watergebruik buiten beschouwing gelaten.

N- en P-emissie in water

Er zijn geen gegevens bekend over de uitspoeling van meststoffen uit de plantages naar de zijtakken van de Teree rivier, waardoor de impact hiervan niet kan worden meegenomen in deze analyse.

3.3.3 Biodiversiteitsvoetafdruk per drukfactor

3.3.3.1 Nulsituatie 100% koffie van plantages

Landgebruik

Grondstof

De biodiversiteit op de plantages is vergelijkbaar met die van extensieve landbouw. Hiervoor wordt in GLOBIO een MSA_landgebruik gehanteerd van 0,3. De impact is dus een verlies van 0,7 MSA op het gebied waar het landgebruik op plaatsvindt. Op de 0,28 ha plantage die nodig is voor 100 kg koffie leidt dit tot een voetafdruk in de nulsituatie van $0,28 * (1-0,3) = 0,2$ MSA.ha voor het landgebruik van koffie als grondstof.

Leveranciers

Het land voor drogen en ontpulpen betreft meestal een kaal stuk grond waarvoor een MSA van 0,05 wordt gehanteerd. De totale landgebonden voetafdruk voor de leveranciers komt daarom op $0,01 * (1-0,05) = 0,0095$ MSA.ha

Landgebruik: Totaal

De totale biodiversiteitsvoetafdruk voor landgebruik wordt bepaald door de som van de voetafdrukken voor de grondstof en leveranciers en bedraagt **0,21 MSA.ha**

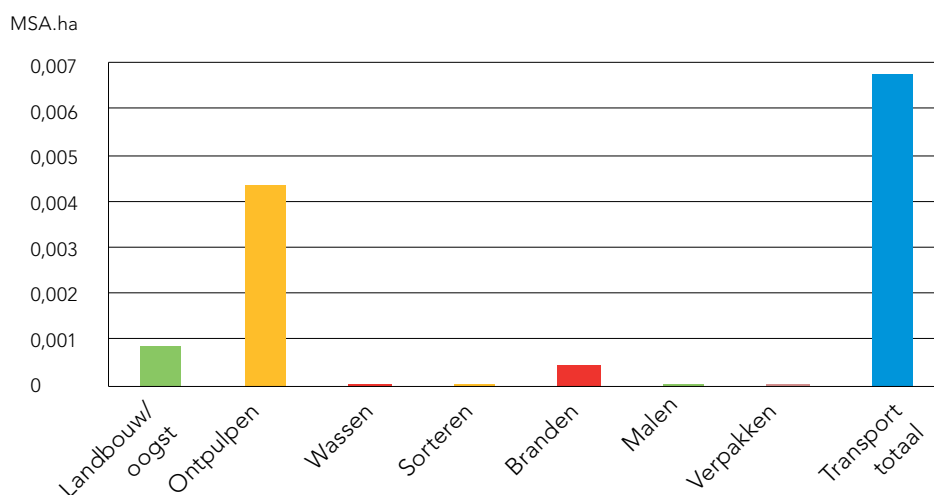
Klimaat

De totale biodiversiteitsvoetafdruk als gevolg van klimaatverandering bij een emissie van 379,6 kg CO₂ eq. in de nulsituatie wordt dan **0,0125 MSA.ha**. Figuur 3.2 geeft een overzicht van de opbouw van de klimaatimpact.

Totaal

De totale terrestrische biodiversiteitsvoetafdruk (impact door landgebruik en klimaatverandering) voor de nulmeting wordt dan **0.22 MSA.ha** per 100 kg gebrande bonen.

Klimaat voetafdruk koffie



Figuur 3.2 De klimaatgerelateerde voetafdruk van Moyee koffie.

3.3.3.2 Scenario 1

100% koffie van smallholders

Landgebruik

Grondstof

Moyee heeft geen data voorhanden over de soortensamenstelling van het bos dat door de smallholders wordt gebruikt en wat de intensiteit van dat gebruik door smallholders is. Er wordt hier daarom van uitgegaan dat de smallholders bestaand bos hebben omgevormd tot extensief beheerde koffieplantages met inheemse bomen voor schaduw en waarin restanten van de oorspronkelijke ondergroei nog aanwezig zijn. Voor de bepaling van de MSA_landgebruik waarde is aangenomen dat de smallholderactiviteit qua intensiteit te vergelijken is met dat van een agro-forestry systeem zonder gebruik van pesticiden. Voor dit systeem staat een MSA_landgebruik waarde van 0,5.

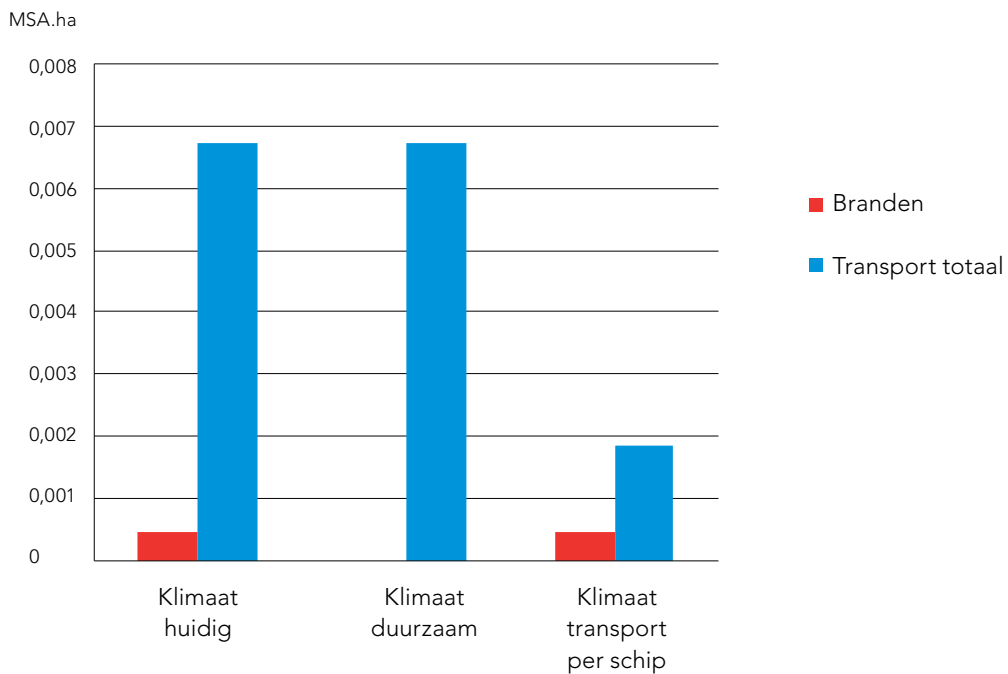
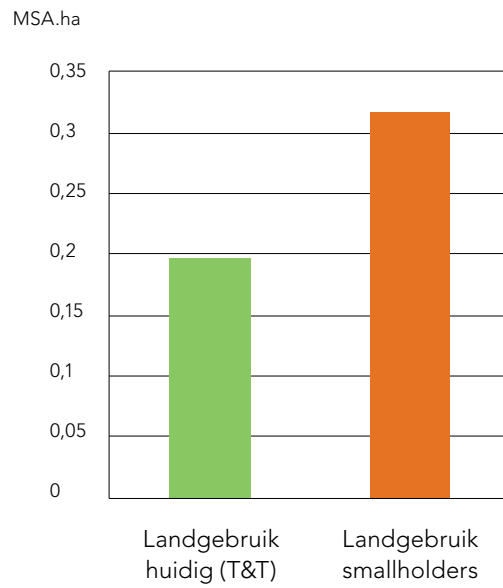
Volgens de enquête onder de smallholders krijgen enkelen van hen ook inkomsten uit honing en houden veel smallholders ook wat vee en

verbouwen ze gewassen als teff en mais. Uit de enquête die onder de boeren in de regio is gehouden is niet helemaal duidelijk of deze gewassen geteeld worden op dezelfde locatie als waar de koffie groeit, maar het totaal opgegeven landareaal komt vaak overeen met het totale oppervlak dat is opgegeven voor de verbouw van koffie. Gemiddeld genomen maken de overige opbrengsten circa 10% uit van het totale inkomen. 90% van de inkomsten komt uit de verkoop van koffie. Door dit meervoudig gebruik van het land dient er een economische allocatie correctie uitgevoerd te worden van 10% voor overig gebruik.

Bovenstaande leidt tot een voetafdruk voor het areaal waar de koffie verbouwd wordt van $(0,9 * 0,7) * (1 - 0,5) = 0,32$ MSA.ha

Voetafdruk landgebruik koffieteelt

Figuur 3.3 Verskil in landgebruik gerelateerde voetafdruk tussen koffiebonen afkomstig van efficiënte plantages (huidige plantages Tega & Tula) en van smallholders



Figuur 3.4 Effect op de klimaatgerelateerde biodiversiteitsvoetafdruk voor 100 kg gebrande koffiebonen bij omschakeling naar uitsluitend gebruik van duurzame energie of uitsluitend nog transport naar Nederland per schip.

Leveranciers

De voetafdruk voor het wassen, ontpulpen en drogen is gelijk aan die van de nulmeting: 0,0095 MSA.ha

Totaal landgebruik

De totale grondgebonden voetafdruk voor dit scenario bedraagt 0,76 MSA.ha. Dit is bijna 3.5 maal zo groot als wanneer de koffie op productievere plantages wordt geteeld (figuur 3.3).

Klimaat

Emissies van broeikasgassen worden voor dit scenario gelijk geacht aan de emissies in de nulsituatie (tabel 3.5). De biodiversiteitsvoetafdruk als gevolg van een bijdrage aan klimaatverandering blijft dan 0,0125 MSA.ha.

Totaal

De totale terrestrische biodiversiteitsvoetafdruk (impact door landgebruik en klimaatverandering) voor scenario 1 wordt dan 0.34 MSA.ha per 100 kg gebrande koffiebonen.

3.3.3.3 Scenario 2

Branden van koffiebonen volledig op zonne-energie

Landgebruik

In dit scenario wordt de impact van landgebruik gelijk genomen aan dat in de nulsituatie (0,21 MSA.ha).

Klimaat

In dit scenario komen de broeikasgasemissie die gepaard gaan met het branden van de koffiebonen grotendeels te vervallen. De totale emissies van broeikasgassen komen daarmee op 365,5 kg CO₂ per 100 kg gebrande bonen (tabel 3.5). De biodiversiteitsvoetafdruk als gevolg van een bijdrage aan klimaatverandering wordt daarmee 0,012 MSA.ha per 100 kg gebrande bonen (figuur 3.4).

Totaal

De totale terrestrische biodiversiteitsvoetafdruk (impact door landgebruik en klimaatverandering) voor scenario 2 wordt dan 0.22 MSA.ha per 100 kg gebrande bonen.

3.3.3.4 Scenario 3

Transport naar Nederland per schip

Landgebruik

In dit scenario wordt de impact van landgebruik gelijk genomen aan dat in de nulsituatie (0,21 MSA.ha).

Klimaat

Eerder werd duidelijk dat een belangrijk deel van de emissies van broeikasgassen in de nulsituatie wordt veroorzaakt door emissies uit luchttransport van een relatief klein deel van de bonen naar Nederland. Als alle luchttransport vervangen zou worden door zeevracht, dan nemen de CO₂-emissies per 100 kg bonen sterk af tot 231 kg CO₂ eq. (tabel 3.5). De biodiversiteitsvoetafdruk als gevolg van een bijdrage aan klimaatverandering wordt daarmee 0,008 MSA.ha per 100 kg gebrande bonen.

Totaal

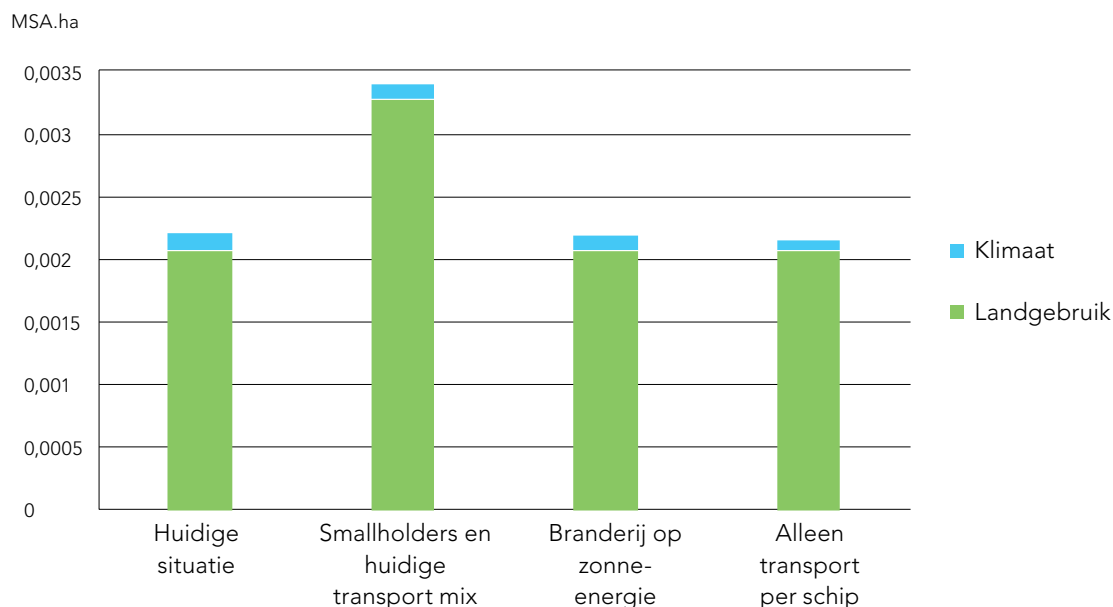
De totale terrestrische biodiversiteitsvoetafdruk (impact door landgebruik en klimaatverandering) voor scenario 3 wordt dan 0.22 MSA.ha per 100 kg gebrande bonen.

3.3.4 Conclusies

Biodiversiteitvoetafdruk

De voetafdruk voor landgebruik voor de verbouw van koffie door smallholders is ongeveer anderhalf keer zo groot als de voetafdruk voor landgebruik voor de Tega en Tula plantages. Hoewel de impact lokaal per perceel veel kleiner is dan bij de plantage, is er ook veel meer land nodig om dezelfde hoeveelheid bonen te produceren. Voor smallholders is multifunctioneel gebruik van het land belangrijk, zowel om direct te voorzien in levensonderhoud, maar ook om extra inkomsten te genereren. Ondanks meervoudig gebruik van het land door de smallholders en de correctie daarvoor via economische allocatie, is de voetafdruk gemiddeld veel groter omdat er veel minder wordt geproduceerd per hectare. Uit de bevindingen door Sachse (2016) blijkt wel dat er grote verschillen bestaan tussen de kleinschalige boeren. Een duurzame verhoging

Opbouw terrestrische voetafdruk Moyee koffie



Figuur 3.5. Biodiversiteitsvoetafdruk voor 100 kg gebrande koffiebonen, voor de huidige (nul) situatie en de drie scenario's opgesplitst tussen klimaat en landgebruik.

van de productiviteit (kwantiteit en kwaliteit van bonen) en verminderen van verliezen bij de smallholders zal direct leiden tot een lagere voetafdruk.

Een aspect dat niet mee is genomen in de analyse is de druk die een eventuele toename van de koffieproductie kan uitoefenen op de resterende bossen in deze regio. Uit de EIA-rapportage voor de Tega en Tula plantages blijkt dat tussen 2000 en 2015, 30 hectare van 400 hectare bos is omgezet naar koffieplantage in de directe omgeving van Tega en Tula. Ook is aangegeven is dat bij een toekomstige uitbreiding van de Tega en Tula plantages naburig land zal worden gebruikt. Een deel van het omringende land bestaat echter uit 'koffiebos' (13%, extensieve koffieoogst uit semi-natuurlijk bos), onbeheerd semi-natuurlijk bos (13%) en bos en 'woodland' (12%). Het is onduidelijk of dit ten koste zal gaan van deze bossystemen.

Broeikasgasemissies leveren maar een klein deel van de totale voetafdruk per scenario (figuur 3.5). Dit varieert van 4% in scenario 1, waarbij de lage productiviteit van de smallholders leidt tot een relatief hoge impact door landgebruik, tot 6% in de nulsituatie. De maatregelen om broeikasgasemissies te beperken leiden weliswaar tot een 40% reductie in emissies van broeikasgassen en daarmee in de klimaatgerelateerde voetafdruk, de totale biodiversiteitsvoetafdruk wordt er nauwelijks door verminderd. Dat heeft hier alles te maken met de relatief grote impact van landgebruik. Los van de effecten van klimaatsverandering op biodiversiteit zal het belangrijk blijven om emissies van broeikasgassen te verminderen.

In een afrondend stadium van deze studie kwam informatie beschikbaar over emissies en verwijderingen van broeikasgassen uit landgebruik bij smallholders (zie Sachse 2016). Die

resultaten laten zien dat ook hiervoor aanzienlijke verschillen bestaan tussen verschillende boeren, waarbij recente veranderingen in landgebruik en (gedeeltelijke) omzetting van natuurlijk bos de hoogste emissies laten zien, terwijl bij andere boeren netto koolstof in het koffiebos wordt vastgelegd. Die resultaten zijn hier nu niet gebruikt omdat vergelijkbare informatie voor de plantages ontbrak.

Evaluatie van databeschikbaarheid en methode

Aan de hand van de beschikbare informatie uit de impactanalyse die Moyee over het jaar 2015 heeft uitgevoerd en aanvullende informatie over opbrengsten was het goed mogelijk om de benodigde arealen voor landgebruik te berekenen en een inschatting te maken van de intensiteit van het landgebruik. Doordat de productiviteit van smallholders niet goed bekend is en deze wel een belangrijk effect heeft op de uitkomst voor de totale biodiversiteitsvoetafdruk, is het belangrijk om hier beter inzicht in te krijgen.

De emissies van broeikasgassen konden goed worden bepaald op basis van de beschikbare spreadsheets die gebruikt zijn in de impactanalyse voor Moyee (2015), waarbij een inschatting van de belangrijkste emissies gemaakt is.

Robuustheid van het resultaat

De analyse met behulp van ReCiPe (bijlage 4) laat een vergelijkbaar patroon zien voor de nulsituatie en de drie scenario's. De resultaten en conclusies die daaruit getrokken worden zijn daarmee dus robuust.

3.4 NATURAL PLASTICS



3.4.1 Beknopte beschrijving van de case

Natural Plastics is gespecialiseerd in een boomplantsysteem dat m.b.v. biobased materiaal, het 'keeper' systeem, een alternatief biedt voor het gebruik van boompalen om net geplante bomen te ondersteunen. Het keeper systeem verankert te plaatsen bomen met kluit met behulp van 4 speciale biobased haringen en biobased touw dat aan de haringen is bevestigd. Het vormt een alternatief voor de gebruikelijke boompalen en voorkomt dat er bomen gekapt moeten worden voor boomaanplant systemen. Bovendien maakt het de van synthetisch rubber geproduceerd boomband overbodig waarmee de boompalen normaal gesproken aan de bomen worden bevestigd.

Biobased procedé

De plantharingen worden gemaakt in bestaande fabrieken waarvan de machines voor een aantal uur gehuurd kunnen worden. Eerst wordt de Cradonyl® Bio-plastic grondstof (granulaat) gemaakt in een bestaande zetmeel-fabriek uit voornamelijk aardappelsnijrestafval en vervolgens worden met behulp van het granulaat de haringen in een reguliere plasticfabriek gemaakt, onder lagere temperaturen dan gebruikelijk is voor plastic (160 °C i.p.v. 220 °C).

Het biobased touw wordt in Portugal gemaakt op basis van plantaardig restmateriaal (mais) en via vrachtvervoer naar Nederland vervoerd.

Case

Bepalen van het verschil in biodiversiteitsvoetafdruk tussen het traditionele boomplantsysteem op basis van boompalen van hout in combinatie met synthetisch boomband en het keepers boomplantsysteem op basis van biobased materialen.

Functionele eenheid:

boomplantmateriaal voor de aanplant van 20.000 bomen per jaar (diameter borsthoogte 20-50cm). Hiervoor zijn nodig:

Nulsituatie: 40.000 boompalen van (vuren)hout en 20.000 m boomband (ca 1 m per boom).
Scenario: 80.000 grote keepersysteem haringen (4 per boom) en 200 km biobased touw (ca 10 m per boom).

3.4.2 Datagebruik en aannames

Er is gebruik gemaakt van een screening LCA-analyse die in 2013 is gemaakt en waarin inventarisatietabellen voor een LCA zijn opgenomen (BECO 2013). Die analyse richtte zich op verschillen in emissies van broeikasgassen tussen het gebruik van boompalen en het keeper systeem. De LCA was gemaakt ten behoeve van de "Sustainable Hero Award" die Natural Plastics in 2012 gekregen heeft. Voor landgebruik zijn aanvullende aannames gemaakt.

Nulsituatie

In de nulsituatie gelden de volgende uitgangspunten. De benodigde grondstoffen (zie LCA-data) zijn:

- Hout voor de vervaardiging van 40.000 vuren boomplantpalen van 2,50 m lang en 7 cm diameter.
- Olie voor plasticproductie van 20.000 m synthetisch rubber boomband.
- Staal, voor 280 kilo stalen draadnagels (14 g per boom).

Afval: Levensduur paaltjes en band: 3 tot 5 jaar:

- Bovengronds houtrestant houten boompaaltjes. In de regel worden die niet meer hergebruikt. Ondergronds deel rot in bodem weg rest gaat naar de vuilverbranding en levert energie.
- Plastic band: stort/vuilverbranding.

Scenario

In het scenario waarin het keeper systeem wordt gebruikt zijn de volgende uitgangspunten genomen.

Grondstoffen:

- Aardappels (NL)
- Mais (Portugal)

Afval:

Geen. Het systeem is volledig afbreekbaar en blijft in de grond.

Landgebruik

Hout

In de nulsituatie is er landgebruik voor de productie van de boompaaltjes. Bij de herkomst van de boompaaltjes is ervan uitgegaan dat deze gemaakt zijn van fijnspar afkomstig uit Baltische of Oost-Europese bossen. De 40.000 palen hebben een gezamenlijk volume van 384.85 m³ hout. Voor de productie van het hout is uitgegaan van een gemiddelde groei van 5 m³/ha/jr en van een conversie factor van 0,73 voor de vervaardiging van de boompaaltjes uit geogoste houtstammen (Arets et al. 2011; Del Lungo en Ball 2006). Voor de productie van 1 m³ paalhout is dan 0,27 hectare nodig. Maar omdat boompaaltjes in de regel uit dunningshout worden gemaakt en niet uit de eindstammen die meestal voor zaaghout dienen, kan niet het gehele landgebruiksareaal toegeschreven worden aan de productie van de boompaaltjes. Aangezien Natural Plastics niet over informatie beschikt over de houtproductie, is ervan uitgegaan dat de dunningsopbrengsten 50% bedragen van de totale opbrengst. Hierdoor neemt het gebruiksareaal voor de productie van de boompaaltjes met de helft af, waardoor het gebruiksdeel voor de productie van 1 m³ paalhout 0,135 hectare is.

Zagerij

Voor het areaal van de zagerij die de boompaaltjes vervaardigd is een oppervlak van 1 hectare ingeschat. Uitgaande dat de productie van 40.000 paaltjes circa 10% uitmaakt van de totale zagerijomzet, komt het gebruiksoppervlak voor de fabricage van deze paaltje uit op 0,1 ha.

Synthetisch rubberen banden

Een boomband weegt ongeveer 86 gram. Er is dus 1720 kg aan synthetisch rubber nodig voor 20.000 boombanden. Ervan uitgaande dat het synthetisch rubber gemaakt wordt van ruwe olie die op zee wordt gewonnen, zal het landareaal dat voor de productie van de benodigde banden wordt gebruikt erg klein zijn. Dit wordt dan ook niet meegenomen in de voetafdrukberekening.

Stalen draadnagels

Natural plastics heeft geen informatie beschikbaar over de productie van de spijkers. Ervan uitgaande dat het staal wordt gewonnen in ondergrondse of open mijnen, zal het benodigd oppervlak voor de spijkers relatief erg klein zijn ten opzichte van het benodigde bosareaal (voor de productie van de boompalen). Er wordt daarom van uitgegaan dat dit oppervlak nauwelijks zal bijdragen aan de totale landgebonden voetafdruk en niet meegenomen hoeft te worden in de berekening.

Klimaat

Voor het bepalen van de klimaateffecten wordt volledig gebruik gemaakt van de screening LCA die is uitgevoerd door BECO (2013). Broeikasgasemissies als gevolg het gebruik van boompalen (43.800 kg CO₂ eq.) worden in belangrijke mate (51%) bepaald door transport naar Nederland en door verbranding aan het einde van de levensduur van de paaltjes (18%), zie De totale emissie van broeikasgassen door toepassing van het keeper systeem zijn ongeveer de helft lager dan die van het systeem waarbij boompalen worden gebruikt (vergelijk tabel 3.7 met tabel 3.6).

Onderdeel	kg CO ₂ eq.	kg CO ₂ eq.
	per geplante boom	per 20.000 geplante bomen
Houtproductie	0,32	6.400
Transport naar Nederland	1,11	22.200
Rubber en spijkers	0,23	4.600
Transport naar eindgebruiker	0,14	2.800
Afvalfase	0,39	7.800
Totaal	2,20	43.800

Tabel 3.6. Emissies van broeikasgassen in CO₂ eq. bij gebruik van boompalen. Emissies (kg CO₂ eq.) staan gegeven per geplante boom (bron: BECO 2013) en per 20.000 geplante bomen (functionele eenheid).

Onderdeel	kg CO ₂ eq.	kg CO ₂ eq.
	per geplante boom	per 20.000 geplante bomen
Keeper productie	0,51	10.200
Transport naar Nederland	0,59	11.800
Rubber en spijkers	0,08	1.600
Transport naar eindgebruiker	0,00	0
Afvalfase	0,01	2.00
Totaal	1,20	23.800

Tabel 3.7. Emissies van broeikasgassen in CO₂ eq. bij gebruik van het keeper systeem. Emissies (kg CO₂ eq.) zijn vermeld per geplante boom (bron: BECO 2013) en per 20.000 geplante bomen (functionele eenheid)

3.4.3 Biodiversiteitsvoetafdruk per drukfactor

3.4.3.1 Nulsituatie: Gebruik houten boompalen en boombanden

Landgebruik

In de commercieel beheerde plantagebossen wordt een rotatie gehanteerd tussen de 50 en 100 jaar en gekapt via een kaalkapsysteem. Voor dit type secundaire bossen wordt in GLOBIO3 een MSA_landgebruik gehanteerd van 0,2. Dit leidt voor de productie van 40.000 boompaltjes tot een voetafdruk van 42,17 MSA.ha voor het landgebruik van het benodigde bosreaal.

Voor het areaal van de zagerij geldt een MSA-waarde van 0,05, waardoor de voetafdruk voor dit landgebruik uitkomt op 0,1 MSA.ha.

Totaal landgebruik

De totale voetafdruk voor landgebruik wordt berekend door de voetafdruk van het benodigde bosoppervlak bij die van het zagerijareaal op te tellen: $42,17 + 0,1 = 42,27$ MSA.ha voor het planten van 20.000 bomen.

Klimaat

De totale emissies van broeikasgassen van 43.800 kg CO₂ leveren een biodiversiteitsvoetafdruk van 1,44 MSA.ha voor het planten van 20.000 bomen.

3.4.3.2 Scenario: Gebruik Keeper systeem

Landgebruik

Grondstof

De grondstoffen die gebruikt worden voor de vervaardiging van de zogenaamde 'Keeper' haringen bestaan uit aardappelresten en voor de vervaardiging van het benodigde touw worden maisresten gebruikt. Voor beide restmaterialen hoeft niet betaald te worden, waardoor volgens het economische allocatieprincipe het landgebruik voor de productie van aardappels en mais niet meegenomen hoeft te worden in de voetafdrukberekening.

Productieproces

Voor de productie van de keepers wordt gebruik gemaakt van bestaande productiefaciliteiten. Omdat voor de jaarproductie van 80.000 keepers een dergelijke faciliteit slechts voor 1 tot 2 dagen gehuurd hoeft te worden, en de economische waarde van de productie van de keepers slecht een zeer kleine fractie uitmaakt van de totale omzet van de productiefaciliteit, volgt uit de economische allocatie correctie een te verwaarlozen gebruiksoppervlak. Voor de vervaardiging van het touw geldt eenzelfde afweging, waardoor de landgebonden voetafdruk voor de vervaardiging van het Keeper systeem te verwaarlozen is.

Klimaat en Totale voetafdruk

Bij een totale emissie van 23800 kg CO₂ eq., wordt de biodiversiteitsvoetafdruk 0,78 MSA.ha voor het planten van 20.000 bomen. Omdat landgebruik geen of slechts een te verwaarlozen voetafdruk oplevert is dit tevens de totale voetafdruk

3.4.4 Conclusies

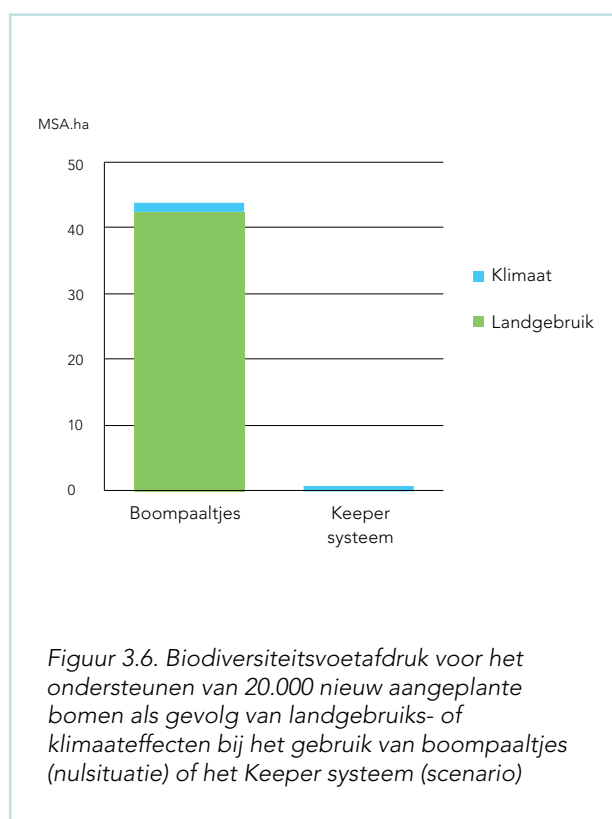
Biodiversiteitvoetafdruk

Bij het gebruik van het traditionele boomplant-systeem met boompalen wordt het grootste deel van de biodiversiteitsvoetafdruk bepaald door het bosbouw gerelateerde landgebruik. Deze component ontbreekt volledig bij het Tree Keeper systeem, omdat er niets betaald hoeft te worden voor de restmaterialen die gebruikt worden voor de vervaardiging van de keepers en het touw. Ook de biodiversiteitsvoetafdruk ten gevolge van broeikasgasemissies is relatief veel hoger bij het gebruik van boompalen. De voetafdruk van het traditionele boomplant-systeem is 56 maal groter dan die voor het Keeper systeem (figuur 3.6). Wanneer er in de toekomst betaald moet worden voor de restmaterialen, dan zal dit verschil kleiner worden omdat het economische gebruiksdeel van het land dat gebruikt wordt voor de teelt van de aardappelen en mais en daarmee de voetafdruk aan de restmaterialen moet worden toegekend. Op dat moment kan de vraag naar de eerdere restmaterialen de vraag naar aardappels en mais ook laten toenemen.

Evaluatie van databeschikbaarheid en methode

De belangrijkste bron van data betrof een screening LCA die is uitgevoerd door BECO (2013), waarin inventarisatietabellen voor de belangrijkste grondstoffen en bijbehorende emissies van broeikasgassen zijn gegeven. Informatie over landgebruik was daar niet in opgenomen, maar omdat het hier hoofdzakelijk om hout gaat waar relatief veel informatie voor beschikbaar is, kon landgebruik met een aantal aannames toch goed worden meegenomen.

Door de beperkte scope van het LCA-rapport van BECO (2013) was niet altijd goed op te maken wat precies onder de verschillende emissies is meegenomen. Zo wordt het transport van touw voor het Keeper systeem van Portugal (waar het geproduceerd wordt) naar Nederland niet expliciet genoemd, maar dit kan in de analyses onder het kopje 'touw' zijn meegenomen. Verder lijkt er geen rekening



gehouden te zijn met het feit dat de boompalen, nadat ze afgeschreven zijn en in de afvalfase verbrand worden, ook energie produceren waarmee emissies van fossiele brandstoffen worden vermeden.

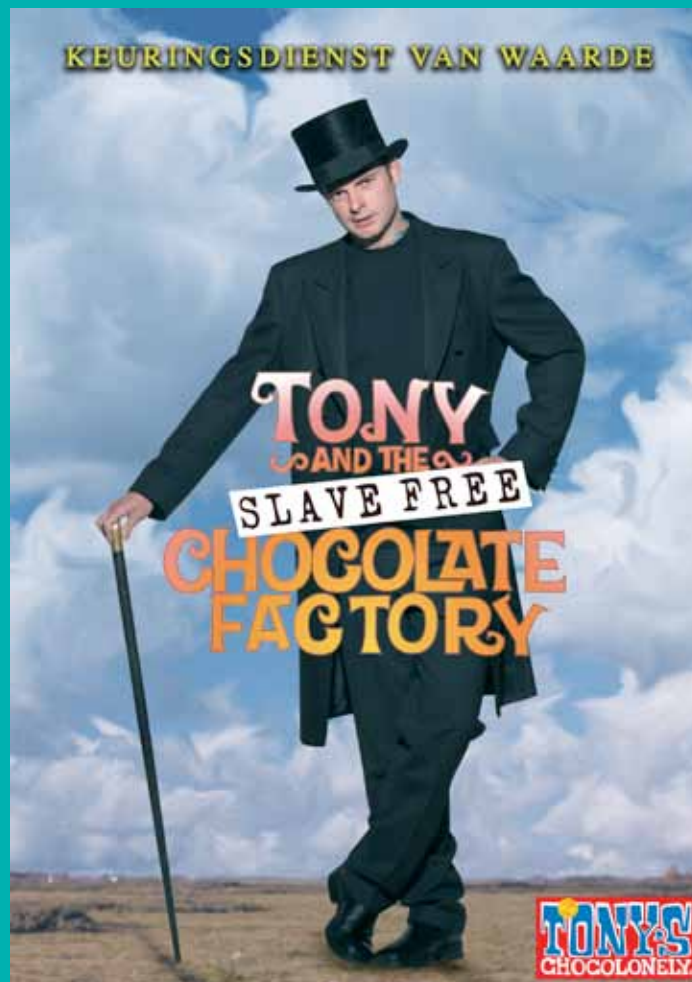
Broeikasgasemissies uit landgebruik, bosbouw en houtverwerking lijken wel meegenomen te worden in de analyse onder 'houtproductie', maar het is niet duidelijk welke aspecten daaronder zijn meegenomen. Om te voorkomen dat zaken dubbel geteld worden en om zo goed mogelijk bij deze bestaande LCA aan te sluiten, is ervoor gekozen om deze LCA één op één te volgen en geen additionele emissies te schatten.

Robuustheid van het resultaat

Ook de ReCiPe analyse (bijlage 4) wijst uit dat het alternatief (Keeper systeem, scenario 2 in bijlage 4) een grote verbetering inhoudt t.o.v. de nulmeting (scenario 1 in bijlage 4).

3.5

TONY'S CHOCOLONELY



3.5.1 Beknopte beschrijving van de case

Tony's Chocolonely (TC) heeft een sociale missie: 100% slaafvrije chocolade. Niet alleen hun eigen chocolade, maar alle chocolade wereldwijd. De sociale missie staat bij Tony's voorop en is verwerkt in 5 samenwerkingsprincipes:

1. Betaal eerlijke prijs
2. Traceer cacaofoon
3. Samen kwaliteit en productiviteit verbeteren
4. Boeren staan samen sterk
5. Ga voor de lange termijn

Natuurlijk kapitaal is dienend aan deze missie; zonder cacao bonen geen productie, dus geen inkomsten in Ghana en Ivoorkust.

Voor de chocolade, los van de toegevoegde ingrediënten, ziet de keten van Tony's er op hoofdlijnen als volgt uit:

- Inkoop van cacao bonen bij zes coöperaties in Ivoorkust (4) en Ghana (2). Afspraken met boeren worden zowel per seizoen als per 5 jaar gemaakt. Productie en fermentatieproces (via drogen in de zon) vinden plaats bij de boeren. De bonen gaan vervolgens naar de coöperatie
- Een lokale opkoper koopt namens Tony's de bonen bij de coöperatie en brengt deze via vrachtwagens naar de havens (Accra, Ghana of Abidjan, Ivoorkust). Export naar Antwerpen via eigen containers; geen 'mass balance' (toerekening op basis van een massabalans in plaats van gescheiden transport).
- In seizoen 2015/2016 is in totaal 2050 ton bonen ingekocht bij coöperaties.
- Barry Callebaut in België roostert en 'breekt' de bonen, waarna van de boonkern cacao-poeder van cacao boter wordt gescheiden en vervolgens via receptuur een couverture vloeibaar chocolademengsel wordt gemaakt waaraan suiker en melk toe worden gevoegd. In de fabriek van Barry Callebaut worden Tony's bonen apart bewerkt, zodat alleen eigen bonen in de repen gaan en wordt op basis van mass balance Fairtrade bietsuiker gebruikt uit West-Europa: Fairtrade riet-suiker uit Mauritius en melk uit Europa via Barry Callebaut.
- De vloeibare chocolade gaat naar twee andere fabrieken in België: Althaea en Kim's Chocolates. Daar wordt het in de juiste vorm gegoten en krijgt de chocolade de wikkel (aluminium + papier uit agrarisch restmateriaal). Hierna wordt de chocolade over de weg naar afnemers in Europa en per schip naar Amerika vervoert.

De cacao wordt Fairtrade en deels biologisch geproduceerd. De productie is niet biologisch gecertificeerd omdat biologische certificaten duur zijn, en omdat de sociale missie de 1e prioriteit heeft bij Tony's. Er wordt geen irrigatie gebruik, maar wel deels kunstmest gebruikt, waarbij Tony's zorgt voor training met betrekking tot het gebruik. Veel smallholders hebben weinig geld voor kunstmest of pesticiden. Training moet voorkomen dat extra opbrengst onder meer wordt gebruikt voor te veel kunstmest en pesticiden.

Input	Melkchocolade		Pure chocolade	
	gram/reep	kg CO ₂ /reep	gram/reep	Kg CO ₂ /reep
Productie	180,0	0,0078	180,0	0,0078
Chocolade	61,2	0,0566	131,4	0,0922
Suiker	77,4	0,0317	48,6	0,0199
Melk	41,4	0,3871	0,0	0,0000
Aluminium	1,0	0,0148	1,0	0,0148
Papier	5,0	0,0080	5,0	0,0080
Totaal		0,5060		0,1428

Tabel 3.8. Grondstoffen en Emissies van broeikasgassen (kg CO₂ eq.) voor de productie en verpakking van een reep (180 gram) melkchocolade of pure chocolade van Tony's Chocolonely.

Item	Landgebruik (m ²)		
	Per kg	Per reep	Per reep
	bestanddeel	melkchocolade	pure chocolade
Cacao gemiddelde boeren (m ²)	31,75	1,94	4,17
Cacao productieve boeren (m ²)	17,86	1,09	2,35
Rietsuiker (50% per reep) (m ²)	0,75	0,03	0,02
Bietsuiker (50% per reep) (m ²)	1,20	0,05	0,03
Melkpoeder (grasland) (m ²)	9,54	0,40	-
Melk (voer) (m ²)	2,10	0,09	-

Tabel 3.9. Landgebruik in m² per kg bestanddeel en per 180 gr reep melkchocolade of pure chocolade volgens de inhoud van grondstoffen zoals in tabel 3.8 is gegeven. Voor suiker wordt ervan uitgegaan dat van ieder type suiker 50% in de repen wordt toegepast. Vanwege de lage hoeveelheden worden de arealen hier in m² gegeven (1 ha = 10.000 m²). De gegevens voor de gemiddelde boeren zijn voor de huidige gemiddelde situatie (450 kg/ha/jr) en voor productieve boeren voor als ze een productiviteit van 800 kg/ha/jr weten te halen.

Case

In deze case wordt het verschil in voetafdruk van een melk versus een pure reep chocolade van 180 gram onderzocht. Hierbij is tevens gekeken naar het verschil in de huidige gemiddelde productiviteit van de cacao-boeren (met 450 kg/ha/jr als laag productief aangeduid) en de situatie waarbij boeren onder meer ideale omstandigheden met de juiste kennis en middelen meer produceren (aangeduid als hoog productief). De verwachting van Tony's is dat de productiviteit dan kan toenemen tot 800 kg/ha/jr.

De voetafdruk van de papieren en aluminium wikkel van de repen is niet meegenomen in de case omdat deze gelijk is voor beide repen. De functionele eenheid is in dit geval dus de productie van een 180 grams reep chocolade.

3.5.2 Datagebruik en aannames

True Price heeft in 2014 een CO₂ voetafdruk gemaakt van Tony's repen melk en puur, maar er is slechts een beperkte samenvatting vrijgegeven door True Price. Daarin staat een overzicht van de verschillende grondstoffen die worden gebruikt in een melk of pure reep chocolade (tabel 3.8).

Landgebruik

Ten aanzien van het landgebruik moet bepaald worden hoeveel areaal er voor de productie van de grondstoffen nodig is. De grondstofhoeveelheden (gram/reep) zijn ontleend aan de beschikbare LCA samenvatting van True Price (tabel 3.8).

Cacao

In het jaarverslag (2014/2015) van Tony's Chocolonely staan cacao-productiecijfers. De gemiddelde cacao productie bij boeren ligt op 450 kg/ha/jr, terwijl onder ideale omstandigheden met de juiste kennis en middelen verwacht wordt dat boeren 800 kg/ha/jr kunnen halen. Bij het roosteren van de verse bonen treedt een gewichtsverlies op van 30%. Op basis hiervan kan zowel voor de gemiddelde en de meer productieve boeren het areaal landgebruik per kg cacaobestanddelen en per reep berekend worden (tabel 3.9).

Suiker

Bij de berekening wordt uitgegaan van een 50/50 verdeling van riet- en bietsuiker. De productie van rietsuiker in Mauritius is met 8,3 ton suiker per hectare (Kwong 2005) een stuk lager dan de suikerproductie uit suikerbieten (13,3 ton/ha/jr)⁴. Met deze productiecijfers kan het areaal landgebruik per kg suiker en per reep worden berekend (tabel 3.9).

Melkpoeder

Voor de melkreep is ook nog melk als grondstof nodig. Tony's gebruikt melkpoeder dat gemaakt is van melk afkomstig uit Europa en standaard gebruikt wordt bij Barry Callebaut. Aangenomen is dat de melkproductie hier vergelijkbaar is met die van reguliere melkveehouderijen in Nederland, waarvoor volgens Thomassen et al. (2008) gemiddeld 1,3 m² grasland per liter melk nodig is. Verder wordt voor de melkproductie een additioneel mais-areaal gerekend voor de productie van bijvoer van 0.29 ha (gebaseerd op een relatief aandeel van 22% t.o.v. grasland op basis van Elferink 2012, zie van Rooij et al. 2016). Verder is voor de omzetting van melk naar melkpoeder een conversieratio van 7.34 l melk per kg melkpoeder gebruikt (Finnegan et al. 2017). Hiermee kan het areaal landgebruik per kg melkpoeder en per reep worden berekend (tabel 3.9).

Productiefaciliteit en opslag

De arealen voor de productiefaciliteiten en opslaglocaties voor de productie van melk, suiker en cacao zijn relatief erg klein ten opzichte van de grondstoffen arealen, waardoor deze buiten de analyse zijn gehouden.

Klimaat

De emissies van broeikasgasemissies zijn gebaseerd op informatie per reep chocolade uit een LCA-studie van True Price. De originele LCA was niet beschikbaar, maar een samenvatting per inputcategorie is wel door True Price beschikbaar gemaakt (zie tabel 3.8). Emissiewaarden zijn beschikbaar voor de productie van cacao, bietsuiker en melk en voor het productieproces van de chocolade.

Watergebruik

Voor het gebruik van water voor de grondstoffen heeft TC geen data voorhanden.

Aangenomen wordt dat het bij alle gewassen om regen gevoede gewassen gaat zonder additionele irrigatie. Voor het wassen van de gefermenteerde cacaobonen is wel water nodig, maar TC heeft geen data hierover beschikbaar. Ook is er geen informatie voorhanden met betrekking tot het watergebruik voor de vervaardiging van vloeibare chocolade door Callebaut in België. Watergebruik is om deze redenen verder buiten beschouwing gelaten.

N- en P-emissie naar water

De boeren gebruiken in sommige gevallen beperkte hoeveelheden mest van hun vee voor de cacaoplanten. Om de gewenste productie- verhoging naar 800 kg/ha/jr te realiseren zal de mestgift waarschijnlijk iets toenemen, maar aangezien het om kleine hoeveelheden gaat wordt aangenomen dat N- en P-emissie naar nabijgelegen water klein is. Metingen zouden nodig zijn om dit te kunnen bevestigen en de eventuele voetafdruk te kunnen berekenen.

Landgebruik	MSA landgebruik	Melkchocolade		Pure chocolade	
		Gemiddelde cacao boer 10-5 MSA.ha	Als boeren hogere productie realiseren 10-5 MSA.ha	Gemiddelde cacao boer 10-5 MSA.ha	Als boeren hogere productie realiseren 10-5 MSA.ha
Cacao gemiddelde boeren	0,5	9,71		20,86	
Cacao hoog productieve boeren	0,3		7,65		16,43
Bietsuiker (50%)	0,1	0,26	0,16		
Rietsuiker (50%)	0,1	0,42	0,26		
Melkpoeder (grasland)	0,1	3,56	0		
Melkpoeder (veevoer)	0,1	0,78	0		
Totaal		14,73	12,67	21,29	16,85

Tabel 3.10. Biodiversiteitsvoetafdruk per 180 gr reep melk- of pure chocolade met cacao van boeren die gemiddeld produceren (450 kg cacao/ha/jr) of als de boeren meer productief worden (800 kg cacao/ha/jr). De MSA landgebruik geeft de bij het landgebruik behorende MSA-waarde. De MSA.ha impact is berekend volgens $[Areaal * (1 - MSA_{landgebruik})]$ waarbij het areaal is overgenomen uit tabel 3.9. De voetafdrukwaarden worden in de tabel in 10-5 MSA.ha gegeven vanwege de relatief kleine functionele eenheid.

3.5.3 Biodiversiteitsvoetafdruk per drukfactor

Landgebruik

De biodiversiteitsvoetafdruk voor het landgebruiksdeel kan op basis van de benodigde arealen en de MSA-impact per areaal berekend worden. Het aandeel cacao in de pure reep is hoger dan in de reep melkchocolade (tabel 3.8, tabel 3.9).

Cacao

De impact van de cacao productie is bepaald voor de huidige situatie waarbij de boeren gemiddeld een relatief lage opbrengst realiseren (450 kg/ha/jr) en voor de situatie dat de boeren de productiviteit gemiddeld weten te verhogen naar 800 kg/ha/jr. De MSA-waarde voor de extensieve cacao plantages met gemiddelde huidige productie wordt geschat op de waarde voor agro-bosbouw van 0,5 (tabel 3.10). Bij verdere productieverhoging zal die waarde afnemen doordat er meer cacao planten per oppervlakte-eenheid worden gehouden waardoor er minder van de originele vegetatie over blijft en meer gebruik zal worden gemaakt van kunstmest en pesticiden. De verwachting is dat de MSA-waarde daardoor zal afnemen tot een waarde tussen de 0.3 en 0.4. Omdat er onvoldoende informatie beschikbaar is over de eventuele natuurvriendelijke teeltmethoden is voor deze case veiligheidshalve aangenomen dat de intensivering leidt tot een landgebruikstype dat vergelijkbaar is met extensieve landbouw waarvoor in GLOBIO3 een MSA-waarde van 0.3 wordt gehanteerd. De werkelijke waarde zou dus iets hoger uit kunnen vallen maar veel zal daarbij afhangen hoe productiviteitsverhoging gaat plaatsvinden en of daarbij biodiversiteitsbehoud als een uitgangspunt wordt meegenomen. Bij een hogere productiviteit is minder land nodig om dezelfde hoeveelheid cacao te produceren (tabel 3.9) waardoor ondanks de verlaging van de MSA de voetafdruk toch afneemt. Dit is goed te zien in tabel 3.10, in een reep melkchocolade

van 180 gr is de biodiversiteitsvoetafdruk bij de laag productieve cacao teelt $9,71 \cdot 10^{-5}$ MSA.ha terwijl die voetafdruk in het geval van hogere productieve teelt $7,65 \cdot 10^{-5}$ MSA.ha zou bedragen. Een vergelijkbaar effect is te zien bij de pure chocolade (tabel 3.10).

Overige bestanddelen

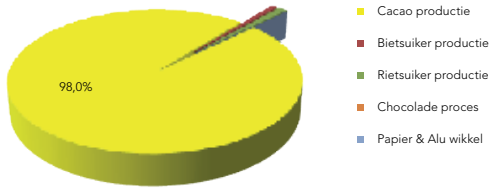
De berekening van de impact van de overige bestanddelen gaat op dezelfde manier (tabel 3.10). De MSA-landgebruik waarde voor biet- en rietsuiker, en gebruik van grasland en ruwvoer (mais) van een reguliere melkveehouderij is gelijk aan de MSA-waarde die voor het GLOBIO3 landgebruikstype 'intensieve landbouw' wordt gebruikt (0,1). Door de lagere productiviteit bij rietsuiker is het areaal voor de productie van die suiker relatief groter dan bij bietsuiker. Daarmee wordt de biodiversiteitsvoetafdruk voor rietsuiker hoger dan voor bietsuiker. De relatieve verhouding in gebruik van riet- en bietsuiker wordt in alle berekeningen gehouden op een 50/50 verdeling.

Puur versus melk en productiviteit van de boeren

Uit figuur 3.7 blijkt dat de totale landgebruikgerelateerde voetafdruk van een pure reep groter is dan die van een melk reep. Dit komt omdat het cacao gehalte van een reep melkchocolade aanzienlijk lager is en doordat de cacao productie verreweg het grootste deel van de voetafdruk veroorzaakt. Hoewel melkproductie ook een aanzienlijk aandeel in de voetafdruk heeft bij een melkreep, is de toename van de melk gerelateerde voetafdruk kleiner dan de afname van de cacao gerelateerde voetafdruk. Uit de figuur blijkt ook dat de voetafdruk van chocolade afkomstig van laagproductieve boeren groter is dan die voor cacao uit plantages. Bij een verschuiving van cacao volledig afkomstig van laagproductieve boeren naar cacao van boeren met een hogere productiviteit neemt de totale land gerelateerde voetafdruk van een pure reep af met 26% en die van een melk reep met 16%.

Aandeel landgebruik voetafdruk pure chocolade

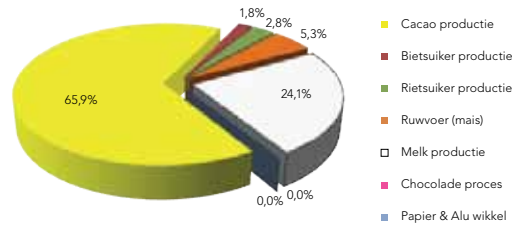
Cacao van laag productieve boeren



Totale landgebruik voetafdruk 1 ton chocolade: 1,18 MSA.ha

Aandeel landgebruik voetafdruk melkchocolade

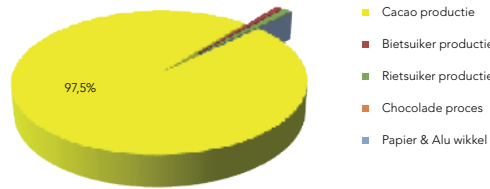
Cacao van laag productieve boeren



Totale landgebruik voetafdruk 1 ton chocolade: 0,18 MSA.ha

Aandeel landgebruik voetafdruk pure chocolade

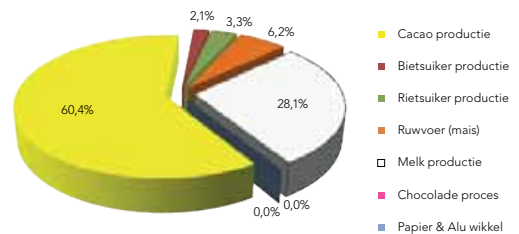
Cacao van hoog productieve boeren



Totale landgebruik voetafdruk 1 ton chocolade: 0,94 MSA.ha

Aandeel landgebruik voetafdruk melkchocolade

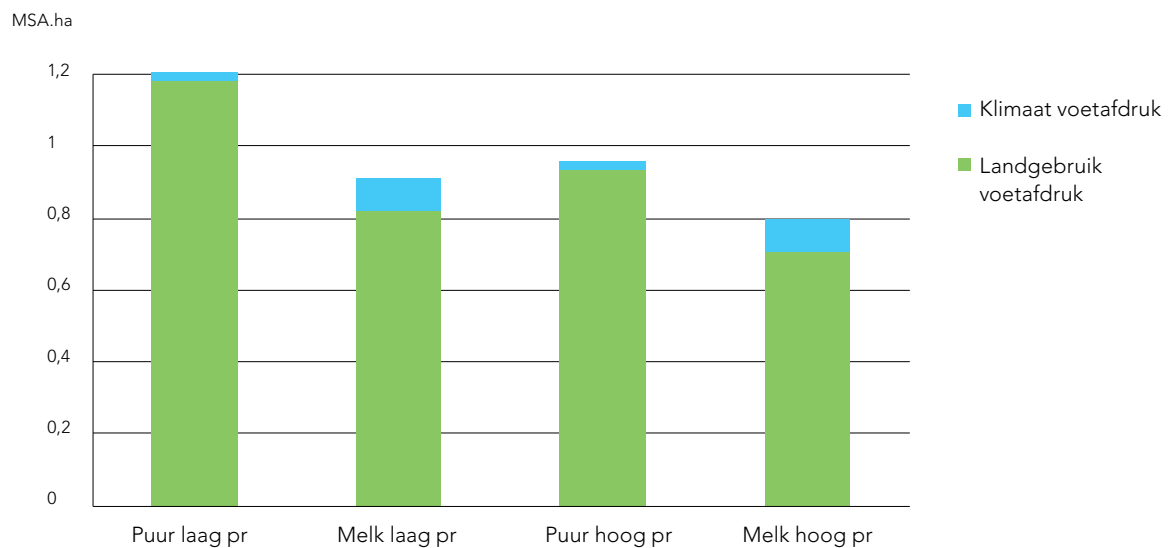
Cacao van hoog productieve boeren



Totale landgebruik voetafdruk 1 ton chocolade: 0,18 MSA.ha

Figuur 3.7: Biodiversiteitsvoetafdruk opbouw ten aanzien van landgebruik voor een reep pure chocolade en melkchocolade voor twee verschillende productiesystemen: Cacao geheel afkomstig van boeren met huidige relatief lage gemiddelde productiviteit (450 kg cacao/ha/jr) of cacao geheel afkomstig van hoog productieve boeren (800 kg cacao/ha/jr).

Totale voetafdruk per type chocola en producent per 1000 kg chocolade



Figuur 3.8 Terrestrische voetafdruk 1000 kg pure en melk chocolade en voor 2 scenario's waarbij cacao geproduceerd wordt door laag en hoog productieve (pr) boeren

Klimaat

De broeikasgasemissies van melkchocolade worden voor een belangrijk deel bepaald door de emissies die met het melkbestanddeel samenhangen (tabel 3.8). De totale emissies van broeikasgassen van melkchocolade worden daarmee twee keer zo hoog als die bij pure chocolade.

De totale emissies voor een 180 gram reep melkchocolade van 0,506 kg CO₂ eq. leveren een biodiversiteitsvoetafdruk van 1,66•10⁻⁵ MSA.ha en de totale emissies voor een 180 gram reep pure chocolade van 0,143 kg CO₂ eq. veroorzaken een biodiversiteitsvoetafdruk van 0,47•10⁻⁵ MSA.ha.

Figuur 3.8 geeft een overzicht van de totale terrestrische voetafdruk voor de productie van 1 ton pure of melk chocoladerepen wanneer de cacao volledig geproduceerd wordt door laagproductieve en hoogproductieve boeren.

3.5.4 Conclusies

Biodiversiteitsvoetafdruk

Hoewel niet alle benodigde data voor de impactberekening voorhanden waren, is het toch mogelijk geweest om inzicht te krijgen in de grootste impact factoren met betrekking tot de productie van de chocoladerepen. De melkreep gemaakt met cacao afkomstig van hoogproductieve boeren heeft de laagste voetafdruk. De impact van klimaat is relatief klein omdat het landgebruik verreweg de grootste bijdrage aan de voetafdruk levert. Bij een efficiëntere cacao-productie neemt de relatieve impact van landgebruik af en die van klimaat toe. Dit is goed te zien in figuur 3.8.

Evaluatie van databeschikbaarheid en methode

Voor het bepalen van de klimaatgerelateerde biodiversiteitsvoetafdruk voor een reep pure of melkchocolade zijn gegevens gebruikt afkomstig uit een samenvatting van een eerder uitgevoerde LCA. Daarin staan emissiegegevens voor verschillende bestanddelen van de repen in CO₂ eq. gegeven. Door het ontbreken van de originele LCA kan niet worden beoordeeld of deze compleet is en is het onbekend welke aannames in het assessment gebruikt zijn, bijvoorbeeld voor het transport van de grondstoffen. Hier zijn de aangeleverde gegevens overgenomen.

Informatie over landgebruik was beperkt voorhanden. De lijst met bestanddelen en hoeveelheden van de verschillende repen uit de samenvatting van de LCA zijn ook hier als uitgangspunt genomen. De productiviteit van de cacao zoals die door TC wordt betrokken was bij TC beschikbaar. Informatie van het belangrijkste bestanddeel en ook het deel waarop TC's missie voornamelijk gericht is, de cacao, was dus voldoende beschikbaar voor deze case. De informatie voor de voetafdruk als gevolg van suikergebruik en melk (in melkchocolade) zijn gebaseerd op de eerdergenoemde aannames en tussenstappen. Voor melk is gebruik gemaakt van de informatie voor melkproductie uit de eerdere Plansup studie (van Rooij et al. 2016).

Robuustheid van het resultaat

De ReCiPe analyse in bijlage 4 laat zien dat het alternatief (scenario 1b genoemd) een verbetering inhoudt t.o.v. van de nulmeting (scenario 1a). Dit is vrijwel geheel toe te schrijven aan verminderd landgebruik, dat de ecologische schade in beide scenario's domineert

3.6

BETTER FUTURE FACTORY



Better Future Factory (BFF) werkt door een combinatie van design en ingenieurswerk aan hoogwaardige producten uit gerecyclede grondstoffen die ook op langere termijn een (positieve) impact moeten hebben.

Het bedrijf is begonnen met het verwerken van plastic bekertjes tot draad die gebruikt wordt in 3D printers (<http://www.perpetualplasticproject.com/#ppp1>). Het apparaat dat dit mogelijk maakt wordt ook verhuurd, bijvoorbeeld aan evenementen. Het principe is opschaalbaar. Op industriële schaal kun je grote rollen 3D-print inkt produceren van gerecyclede plastic (door BFF in de markt gezet als refill). Als grondstof wordt ook het plastic ABS (bijvoorbeeld uit dashboardkastjes van auto's) gebruikt. Hiervoor worden alleen specifieke materiaalstromen geselecteerd die aan veiligheidsnormen (geen weekmakers) en kwaliteitseisen moeten voldoen.

In Deventer wordt de 'New Marble' tegel gemaakt, en wel voor de Nederlandse/Europese markten. Dit gebeurt in samenwerking met een sociale werkplaats. Aantrekkelijke eigenschap van het product is dat je er figuren uit kunt snijden. In tegenstelling tot de keramieken variant, is deze tegel heel makkelijk bewerkbaar.

3.6.1 Beknopte beschrijving van de case

Oorspronkelijk zou de casus bestaan uit een vergelijking van de 'New Marble' tegel met een standaard keramieken tegel (cement met natuurstenen-look bovenzijde). Omdat er uiteindelijk onvoldoende specifieke informatie beschikbaar was om een scenario met een standaard keramieken tegel door te rekenen, wordt hier alleen de biodiversiteitsvoetafdruk voor de 'New Marble' tegel bepaald. Er wordt nu 60 m² aan 'New Marble' tegels per maand geproduceerd. Dit wordt binnenkort opgeschaald. Voor de case wordt uitgegaan van een functionele eenheid van 1000 m² tegels per jaar.

Overigens zou bij een vergelijking met een keramieken tegel in de functionele eenheid ook rekening moeten worden gehouden met de levensduur van de tegel. In de nu voorliggende berekening van de biodiversiteitsvoet-

afdruk wordt dit aspect buiten beschouwing gelaten en wordt aangenomen dat de levensduur van de New Marble tegel vergelijkbaar is met andere tegels.

Uitgangspunten case

Als bronmateriaal voor het vervaardigen van de New Marble tegels wordt PET uit gerecyclede flessen gebruikt. De flessen en ander PET-afval wordt ingezameld en verwerkt door twee recyclingbedrijven. Daar worden de PET-flessen gesorteerd, versnipperd en gewassen en opgeslagen. De flessen worden gerecycled door middel van open loop recycling, de meest voorkomende vorm van recycling van PET flessen. Ten behoeve van de productie van de tegel kunnen bestaande productiefaciliteiten worden gebruikt/ingehuurd.

3.6.2 Datagebruik en aannames

BFF heeft geen LCA's uitgevoerd of laten uitvoeren, maar uit andere studies is wel informatie beschikbaar over het recyclen van PET-flessen.

Een m² 'New Marble' tegels weegt 10 kg en 1 tegel van 20x20 cm weegt 400 gram. De functionele eenheid van 1000 m² komt dus overeen met 10000 kg New Marble tegels. Aanname is dat 1 kg PET-grondstof 1 kg tegel levert.

Landgebruik

Ten aanzien van het landgebruik heeft het bedrijf slechts beperkte informatie voorhanden. Voor de vervaardiging van de New Marble tegel worden gerecyclede PET-flessen gebruikt die op hun beurt vervaardigd zijn op basis van olie als grondstof. Omdat de meeste olie op zee wordt gewonnen is het landgebruik voor de winning beperkt. Ook voor de raffinage en opslag van de olie is relatief weinig land nodig. Omdat er een kostprijs betaald wordt voor de flakes die gemaakt zijn van afgedankte PET flessen (800 euro per 1000 kg) zou het gebruiksdeel van de oppervlakte die

nodig is voor de vervaardiging en opslag van PET-flessen bepaald kunnen worden (economische allocatie van het landgebruik). Hierbij moeten ook gegevens opgevraagd worden ten aanzien van de gemiddelde kostprijs voor de PET-flessen zelf. BFF heeft hier echter geen gegevens over. Hierbij moet vervolgens het oppervlak voor de fabricage van de PET flakes opgeteld (en toegerekend) worden.

De productie van de tegels vindt plaats in Deventer, waar circa 20 m² oppervlak in gebruik is voor de productie en 10 m² voor de opslag. De verwachte levensduur van de New Marble tegel is 15 jaar. Afdankte tegels worden in principe gerecycled door ze eerst te verwerken tot flakes, waarna weer nieuwe tegels kunnen worden gemaakt. Hierdoor hoeft er geen landgebruik te worden meegenomen met betrekking tot de afvalverwerking.

Door het gebrek aan gegevens kan de berekening voor landgebruik niet verder worden uitgevoerd. Het aandeel van landgebruik in de voetafdruk lijkt echter beperkt te zijn. Bij cement voor keramiek zou het gebruiksdeel van het afgravingsoppervlak bepaald moeten worden dat nodig is voor de cementproductie en voor het productieproces en opslag van 1000 m² keramische tegels zelf. Hiernaast dient het areaal bepaald te worden dat nodig is voor de stort van 1000 m² afdankte tegels. Zoals aangegeven wordt ook deze berekening niet uitgevoerd.

Klimaat

Recycling

Een LCA-studie (Shen et al. 2010) is gebruikt om de broeikasgasemissies van recycling van PET-flessen te bepalen. Hier zijn we uitgegaan van mechanische open loop recycling. In Shen et al. (2010) worden voor verschillende LCA-uitgangspunten de emissies berekend die samenhangen met de productie van gerecycled PET. Hier is de uitkomst voor de 'system expansion' methode gebruikt, waarbij rekening wordt gehouden met de oorspronkelijk productie en recycling van PET. Die emissiefactor is 1,3 kg CO₂ eq. per kg PET. Voor de functionele eenheid betekent dat een emissie van 13.000 kg CO₂ eq.

Transport en procesemissies

Additionele informatie die door BFF is geleverd is gebruikt om ook de emissies als gevolg van transport van de toeleveranciers naar de productiefaciliteit te bepalen, en de emissie als gevolg van de tegelproductie te bepalen. Uitgangspunten hierbij waren:

- Transport korrels naar tegelproductielocatie (afstand op basis van route in Google Maps)
 - Afstand Spijk – Deventer 73 km
 - Afstand Zeewolde – Deventer 70 km

Onder de aanname dat beide toeleveranciers een gelijk aandeel hebben in de gebruikte PET-grondstof, is voor het berekenen van de emissies uitgegaan van een gemiddelde afstand van 71,5 km. Omdat beide afstanden niet veel verschillen heeft dit uiteindelijk geen groot effect op de uitkomsten. De emissiefactor voor transport is gebaseerd op transport met een kleine vrachtwagen en bedraagt 0,432 kg CO₂ eq per ton.km⁵. Daarmee levert het transport van 10000 kg PET een emissie van 308,9 kg CO₂.

- Energieverbruik voor tegelproductie
 - Het gebouw draait volledig op zonne-energie.
 - Er zijn twee ovens in gebruik van 1300 Watt per stuk. Deze staan 6 uur per dag, 4 dagen in de week aan.
 - Productie per maand +/- 40 m²

Op basis van deze informatie en onder de aanname van 4 weken productie per maand kan worden berekend dat de 2 ovens samen ongeveer 192 uur per maand operationeel zijn en in die tijd 40 m² tegel produceren. De emissiefactor voor een kWh door zonnepanelen is 0,07 kg CO₂ eq.⁶, waarbij rekening wordt gehouden met de productie van de zonnepanelen. Op basis hiervan kan worden berekend dat voor de productie van 1000 m² 6.240 kWh aan energie nodig is, resulterend in een emissie van 436,8 kg CO₂ eq.

Watergebruik

Voor de productie van de New Marble tegel is weinig water nodig. Het grootste deel zal voor rekening komen van het schoonmaken van de gebruikte PET-flessen voor de vervaardiging

⁵ <http://co2emissiefactoren.nl/lijt-emissiefactoren/#goederenvervoer>

⁶ <http://co2emissiefactoren.nl/lijt-emissiefactoren/#elektriciteit>

van de flakes tijdens de recycling. BFF heeft geen informatie verstrekt over de hoeveelheid water die hiervoor gebruikt wordt, maar ingeschat wordt dat dit relatief gering is en geen effect zal hebben op aangrenzende natuur.

Stikstof en Fosfor emissie naar water

Bij de productie van zowel de New Marble tegel als de keramische tegel vindt geen emissie plaats van N en P naar water.

3.6.3 Biodiversiteitsvoetafdruk per drukfactor

Landgebruik

De MSA voor alle productie- en opslaglocaties kan gesteld worden op 0,05, maar doordat er te veel informatie ontbreekt over het landgebruik-oppervlak van de verschillende ketenonderdelen kan de uiteindelijke landgebruik gerelateerde voetafdruk voor deze case niet op basis van de GLOBIO methode vastgesteld worden.

Klimaat

De biodiversiteitsvoetafdruk voor 1000 m² New Marble tegels wordt op basis van de emissie van broeikasgassen gesteld op 0,45 MSA.ha (tabel 3.11). Het grootste deel van de emissies is gerelateerd aan de gerecyclede PET-flessen, terwijl de tegelproductie en transport slechts een zeer geringe bijdrage hebben.

3.6.4 Conclusies

Biodiversiteitvoetafdruk

Door gebrek aan informatie over landgebruik en over het te substitueren product, een standaard keramieken tegel, kan alleen de klimaat

voetafdruk voor de New Marble tegel deels worden bepaald. De verwachting is echter dat de voetafdruk grotendeels zal worden bepaald door klimaatgerelateerde emissies. Het grootste deel van deze emissies is gerelateerd aan de gerecyclede PET-flessen, terwijl de tegelproductie en transport slechts een zeer geringe bijdrage hebben.

Evaluatie van databeschikbaarheid en methode

Er was onvoldoende informatie beschikbaar om de biodiversiteitsvoetafdruk als gevolg van landgebruik te bepalen. Op basis van een ruwe expertschatting is de verwachting dat de bijdrage van de aan landgebruik gerelateerde voetafdrukfactor beperkt zal zijn. Daarom is besloten om de impact van landgebruik buiten beschouwing te laten.

Ook voor broeikasgasemissies leken er in eerste instantie geen of onvoldoende gegevens beschikbaar van BFF. Met behulp van een gepubliceerde LCA waarin één van de BFF leveranciers van gerecyclede PET meegenomen werd, kon uiteindelijk toch de klimaatgerelateerde biodiversiteitsvoetafdruk voor BFF bepaald worden.

Doordat in deze case uiteindelijk slechts één uitgangssituatie is doorgerekend en alleen klimaateffecten kunnen worden bepaald, bleek het niet zinvol om additioneel een berekening met ReCiPe door te voeren. De uitspraken over de trend, verschillen tussen de alternatieven en tussen de drukfactoren zouden per definitie overeenkomen.

Onderdeel	Broeikasgasemissies (kg CO ₂)	Biodiversiteitsvoetafdruk (MSA.ha)
PET recycling	13.000	0,43
Transport recycling-productie	308,9	0,01
Tegel productie	436,8	0,02
Totaal	13.745,7	0,45

Tabel 3.11. Broeikasgasemissies (kg CO₂ eq) en biodiversiteitsvoetafdruk (MSA.ha) voor ketenonderdelen van New Marble tegels.

3.7 SCHUT PAPIER



3.7.1 Beknopte beschrijving van de case

Schut Papier beschikt over een relatief kleine productie-eenheid waar papier wordt geproduceerd. Met een bereik van 55 tot 600 gr/m² kan het bedrijf uiteenlopende papiersoorten produceren. Ook kan het bedrijf diverse type vezels inzetten. Op basis van kennisbundeling wordt continu gewerkt aan de technische verbetering van de papiermachine gericht op het leveren van hoogwaardige kwaliteit, efficiëntcyverbetering en optimalisatie van het milieutechnische proces. Het bedrijf kan als pilot-plant fungeren bij de ontwikkeling van nieuwe producten voor toekomstige bulkproductie. De segmenten waarin het bedrijf actief is, zijn kunstenaarspapier, technisch & op maat papier, grafisch papier en gekleurd papier.

Schut Papier is FSC en PEFC gecertificeerd en betreft grondstoffen uit verantwoord gekapt bos en gebruikt uitsluitend chloorvrij gebleekte pulp. Het zuivere water voor het productieproces wordt maximaal hergebruikt.

Schut Papier loopt voorop met innovatieve programma's om organische vezels uit reststromen te gebruiken voor biobased papierproducten. Naast cellulose werkt Schut Papier ook met vezels uit vlas, katoen, suikerriet en lompen. Schut werkt ook aan het gebruik van vezels uit residuen uit de glastuinbouw ('kasresiduen') als grondstof. Daarmee zet het bedrijf een belangrijke stap in de productie van papiersoorten uit niet-houtige vezels.

Case

Bepalen biodiversiteitsvoetafdrukverschil tussen traditioneel 250 g papier en 250 g Valorise papier.

Productie-eenheid: 1000 kg/jr op rol. Dit is tevens de functionele eenheid.

Voor productie van het Valorise papier wordt maximaal 30% van de 'virgin' papierpulp uit hout vervangen door vezels uit kasresiduen. Hiervoor worden met name tomatenstengels gebruikt in verband met het type vezel. De bladeren van de tomatenplant kunnen ook worden gebruikt in andere papiertoepassingen.

Baseline

1000 kg traditioneel 250 g papier/jaar

Scenario

1000 kg Valorise 250 g papier/jaar

3.7.2 Datagebruik en aannames

In opdracht van Schut Papier hebben Meesters en Keijsers (2016) een verkenning uitgevoerd van milieueffecten van de toepassing van kasresiduen voor de productie van papier. In dit LCA-onderzoek worden verschillen in ingrediënten voor reguliere en Valorise papierproductie gegeven. Tevens wordt het watergebruik in het productieproces bij reguliere papierproductie en Valorise papierproductie vergeleken. De studie geeft daarnaast informatie over de effecten op broeikasgasemissies als gevolg van papierproductie uit houtpulp en Valorise papier. Uit dit LCA-rapport zijn de meeste kentallen en overige gegevens ontleent voor de biodiversiteitsvoetafdruk ten gevolge van emissies van broeikasgassen.

De virgin papierpulp is voornamelijk afkomstig uit Chili van het bedrijf Arauco en wordt gemaakt van de houtsoort Pinus radiata. Een deel van de pulp komt uit België, maar omdat informatie over de precieze verdeling van de pulpsamenstelling ontbreekt wordt ervan uitgegaan dat de pulp geheel uit Chili komt.

Papierpulp

De CO₂ emissiefactor die Meesters en Keijsers (2016) voor de productie van 1 ton papierpulp geven is 1,63 ton CO₂. Deze informatie is gebaseerd op ENVIRON (2012) en is gebaseerd op de aanname dat 50% kraft en 50% mechanische pulp wordt gebruikt. Om consistent te blijven met de informatie uit Meesters en Keijsers (2016) gaan we hier ook uit van

een mix van 50% kraft (chemisch) en 50% mechanisch geproduceerde pulp. Uit Arets et al. (2011) blijkt dat voor de productie van 1 ton pulp volgens het kraft proces 4,5 m³ hout nodig is, terwijl voor de mechanische productie van 1 ton pulp 2,5 m³ hout nodig is. Voor de productie van 1 ton pulp in een 50/50 mix is dan dus gemiddeld 3,5 m³ hout nodig.

Volgens Meesters en Keijsers (2016) is voor de productie van 540 ton papier 530 ton 'virgin' papierpulp nodig, terwijl voor de productie van 540 ton Valorise papier 380 ton papierpulp nodig is. Voor 1000 kg 'traditioneel' papier is dus 981 kg pulp nodig en voor 1000 kg Valorise papier 703 kg. Uitgaande van 3,5 m³ hout per ton pulp wordt berekend dat voor 1000 kg normaal papier 3,44 m³ hout nodig is en voor 1000 kg Valorise papier 2,46 m³ hout.

In Chili bedraagt de gemiddelde houtproductie 24 m³/ha/jr (Arets et al. 2011). Voor de jaarlijkse productie van 1000 kg normaal papier is dan 0,14 ha plantagebos nodig en voor de jaarlijkse productie van 1000 kg Valorise papier is 0,10 ha nodig.

Kasresiduen

Voor de productie van 540 ton Valorise papier zijn naast de papierpulp ook nog 585 ton kasresiduen nodig (Meesters en Keijsers 2016). Voor 1000 kg Valorise papier komt dat neer op 1083 kg kasresiduen. Als kasresiduen niet gebruikt zouden worden in het Valorise papier dan kan er compost en biogas uit geproduceerd worden. Meesters en Keijsers (2016) berekenen dat per ton kasresiduen daarmee 0,105 ton CO₂-emissie vermeden worden. Omdat dit niet meer gebeurt op het moment dat de kasresiduen in het papier worden gebruikt, moet dit als emissie worden meegenomen bij het Valorise papier.

Transport

De LCA-analyse in Meesters en Keijsers (2016) laat transport van pulp en kasresiduen buiten beschouwing. Hier hebben we de broeikasgasemissies uit transport ingeschat door een schatting te maken van transportafstanden en emissies van broeikasgassen per ton.km. Voor transport per vrachtwagen of boot hebben we

de emissiefactoren uit Purse en Muss (2009) gebruikt. Die zijn 0,148 kg CO₂ per ton.km voor wegtransport en 0,013 kg CO₂ per ton.km voor zeetransport. Lokaal transport in Chili is geschat op 50 km. De afstand van zeetransport is 14.196 km en is gebaseerd op een gemiddelde van twee berekeningen⁷ voor de afstand van de haven in Talcahuano in Chili, die in de regio ligt waarin ook de pulpfabriek van Arauco ligt, naar Rotterdam. Wegtransport in Nederland voor de pulp is 135 km van Rotterdam Europort naar Schut in Heelsum en voor kasresiduen is 120 km van Westland naar Heelsum.

N- en P-emissies naar water

Volgens de product footprint kentallen die Schut Papier hanteert (Meesters en Keijsers 2016) zal er geen verschil in emissie van stikstof optreden tussen het fabricageproces voor regulier papier en die voor het Valorise product. Daarom worden de drukfactor N- en P-emissie niet meegenomen in de analyse.

3.7.3 Biodiversiteitsvoetafdruk per drukfactor

Landgebruik

de productie van Valorise papier voornamelijk zal bestaan uit het landgebruik dat benodigd is voor de productie van het houtpulp. Gedetailleerde informatie over het areaal dat in gebruik is voor de papierproductie in Heelsum ontbreekt, maar deze zal verwaarloosbaar zijn in vergelijking tot het grondstofareaal en bovendien nauwelijks verschillen tussen de nulsituatie en scenario. Dit landgebruik wordt daarom achterwege gelaten in de analyse van de biodiversiteitsvoetafdruk. Ook is aangenomen dat het Chileense hout in intensieve monocultuur plantages wordt geteeld met een MSA_landgebruik waarde van 0,2. Omdat er geen prijs betaald hoeft te worden voor kasresiduen, komt het landgebruik voor de tomatenteelt geheel onder verantwoording van de tomatenteelt zelf (geen economische allocatie nodig) en hoeft deze niet meegenomen te worden voor de bepaling van het landgebruik van het Valorise papier. In combinatie met de arealen nodig voor de productie van het hout in 1000 kg papier (0,14 ha, zie 3.7.1) of 1000 kg

⁷ <http://www.sea-distances.org/> en <https://www.searates.com>

Valorise papier (0,10 ha) kan de biodiversiteitsvoetafdruk voor beide berekend worden. Voor 1000 kg normaal papier bedraagt die dan 0,11 MSA.ha en voor 1000 kg Valorise papier 0,08 MSA.ha.

Een overzicht van de land gerelateerde voetafdruk voor normaal en Valorise papier onder mechanisch en chemisch pulpproces is weergegeven in figuur 3.9.

Klimaat

De broeikasgasemissies als gevolg van bosbeheer, pulpproductie en productie van papier kunnen worden bepaald op basis van de hoeveelheid hout, pulp en papier en bijbehorende emissiefactoren (zie 3.9.1 en tabel 3.12).

Op basis van deze afstanden, gewicht van te transporteren pulp voor 1000 kg (1 ton) papier of Valorise papier kan de CO₂ emissie uit transport berekend worden (tabel 3.13).

In totaal veroorzaakt de productie van 1000 kg regulier papier daarmee de emissie van 2701 kg CO₂ eq. en die van 1000 kg Valorise papier 2317 kg CO₂ eq. De biodiversiteitsvoetafdruk als gevolg van de bijdrage aan klimaatverandering komt dan voor 1000 kg regulier papier op 0,089 MSA.ha en voor 1000 kg Valorise papier op 0,076 MSA.ha. Een overzicht van de klimaat (en land-) gerelateerde voetafdruk voor normaal en Valorise papier is weergegeven in figuur 3.9 en figuur 3.10.

Watergebruik

Volgens Meesters en Keijsers (2016) wordt er voor de productie van 540 ton regulier papier 12533 ton water (23,2 m³ water per 1000 kg papier) gebruikt en voor de productie van 540 ton Valorise papier is 12079 ton water (22,4 m³ water per 1000 kg papier) nodig. Per ton papier is de waterbesparing bij gebruik van Valorise papier 0,84 m³, een besparing van 3,6%.

De biodiversiteitsimpact van watergebruik wordt gebaseerd op de verandering in de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG). Omdat naast neerslag en bodemfactoren ook het totale watergebruik van belang is bij de berekeningen van het effect van wateronttrek-

king op de GVG is het effect gemodelleerd en berekend voor het geval de hele grondwateronttrekking door Schut Papier met 3,6% verlaagd zou worden (dus als volledige reguliere papierproductie vervangen wordt door Valorise papier).

De winning van het water bij de papierfabriek van Schut Papier vindt grotendeels plaats op een diepte van 80 m. Voor het effect van de verminderde winning is het van belang naar de bodem te kijken. Tussen de put en het oppervlak bevinden zich twee kleilagen in het zand, die het effect van verminderde winning dempen. Op de grondwaterstand en dus ook de hier gehanteerde voorjaarsgrondwaterstand is het effect zeer gering, zelfs in de directe omgeving van de bron. Naar schatting gaat het om een verschil van enkele millimeters, wat geen effect heeft op het voorkomen van plantensoorten en dus de MSA.

Dicht bij de put leidt het huidige niveau van winning tot een verlaging van de MSA van 1 naar 0,96. Binnen een afstand van 500 m is er geen effect meer.

N en P emissie naar water

Door Schut wordt geen verschil tussen de emissie van regulier en Valorise papier verwacht, waardoor deze drukfactor niet wordt meegenomen.

3.7.4 Conclusies

Biodiversiteitvoetafdruk

De totale biodiversiteitsvoetafdruk voor 1000 kg regulier papier is 0,20 MSA.ha waarvan 56% als gevolg van landgebruik (houtproductie voor papierpulp). Voor 1000 kg Valorise papier wordt de biodiversiteitsvoetafdruk 0,16 MSA.ha; 78% van de impact van regulier papier. Vervangen van 30% van de papierpulp door kasresiduen leidt dus tot een reductie van de voetafdruk met 22%.

Pulpproductie

De verschillen in hoeveelheid hout die nodig is voor chemische productie van pulp (4,5 m³ per ton pulp) of mechanische pulpproductie

	Emissie factor	Traditioneel papier	Valorise papier
Gewicht papier pulp per ton papier (kg)		981	703
Volume hout in pulp per ton papier (m ³)		3,44	2,46
Gewicht kasresiduen per ton papier (kg)			1083
CO ₂ bosbeheer voor hout (kg)	8,3 kg CO ₂ /m ³ hout	28,5	20,4
CO ₂ pulpproductie (kg)	1,63 kg CO ₂ /kg pulp	1600	1147
CO ₂ papierproductie (kg)	0,867 kg CO ₂ /kg papier	876	876
CO ₂ kasresiduen	0,105 kg CO ₂ /kg residu	0	114
CO ₂ totaal proces (kg CO ₂)		2495	2148

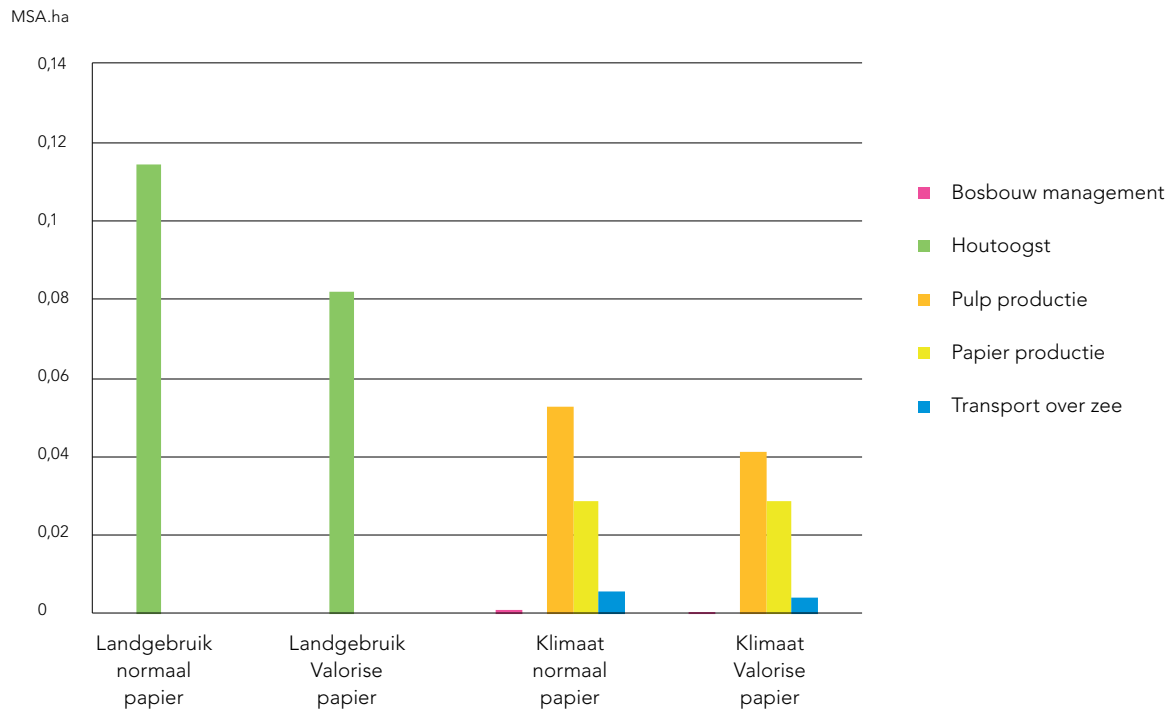
Tabel 3.12. CO₂-emissies als gevolg van bosbeheer, pulpproductie en papierproductie voor de productie van regulier en Valorise papier

	Afstand (km)	Emissie factor (CO ₂ / ton.km)	Traditioneel papier (kg)	Valorise papier (kg)
Gewicht papier pulp per ton papier (kg)			981	703
Gewicht kasresiduen per ton papier (kg)				1083
CO ₂ wegtransport Chili	50	0,148	7,3	5,2
CO ₂ zeetransport Chili	14196	0,013	181,1	129,9
CO ₂ wegtransport pulp	135	0,148	19,6	14,1
CO ₂ wegtransport kasresiduen	120	0,148	0	19,2
CO ₂ totaal transport (kg CO ₂)			208	168

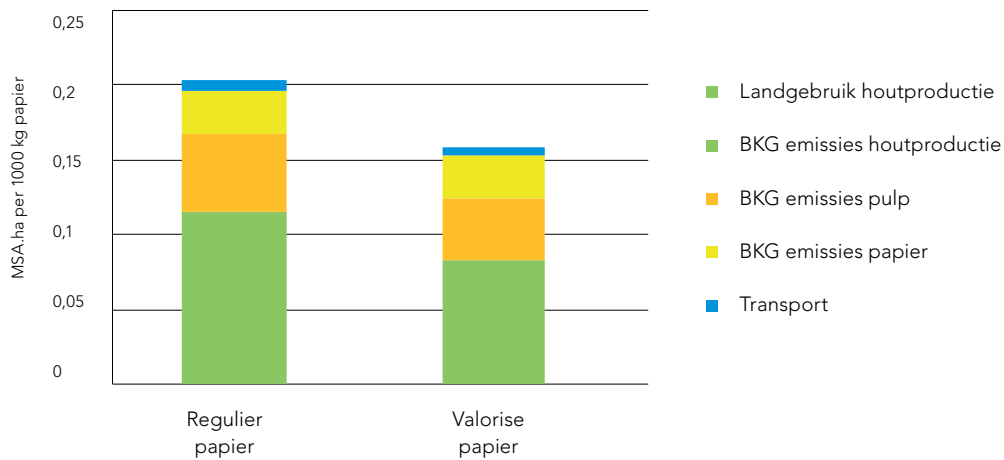
Tabel 3.13. CO₂-emissies als gevolg van transport van pulp en kasresiduen voor de productie van regulier of Valorise papier.

Voetafdruk normaal versus Valorise papier

1000 kg (250 grs) papier/jr



Figuur 3.9 Klimaat en landgebruik gerelateerde biodiversiteitsvoetafdruk voor regulier en Valorise papier met onderscheid tussen de toepassing van een mechanisch en chemisch pulp proces.



Figuur 3.10. Biodiversiteitsvoetafdruk (MSA.ha) voor 1 ton regulier papier of 1 ton Valorise papier. Voor papierpulp is uitgegaan van een 50/50 mix van mechanische en chemische pulp.

(2,5 m³ per ton pulp) is groot. In de huidige studie zijn we uitgegaan van regulier papier ten opzichte van Valorise papier, maar omdat het landgebruik een belangrijke factor is in de totale biodiversiteitsvoetafdruk kan ook een andere samenstelling van de houtpulp nog voor een aanzienlijke verlaging van de biodiversiteitsvoetafdruk leiden. Bij zo'n vergelijking zal dan echter ook naar verschillen in andere factoren zoals emissies uit energieverbruik en mogelijke andere milieueffecten gekeken moeten worden.

Watergebruik

Omdat alleen nog een modelbenadering beschikbaar is om het effect van wateronttrekking te modelleren voor wateronttrekking in Nederland, is nu alleen het watergebruik in het productieproces van papier in de fabriek van Schut meegenomen. De reductie in het watergebruik bij Valorise papier ten opzichte van regulier papier is relatief klein ten opzichte van de totale wateronttrekking.

Een reductie van het watergebruik met 3,6% heeft volgens de berekeningen nagenoeg geen effect op de biodiversiteit door de dempende werking van twee kleilagen tussen de put en het grondwaterniveau. Daarom hebben we ook gekeken naar het hypothetische geval dat Schut volledig zou stoppen met oppompen van grondwater (bijlage 3). Daaruit blijkt dat ook als de winning volledig stopt, het effect op de GVG beperkt blijft tot ca 4 cm direct bij de buurt van de put. Dicht bij de put is het effect van het oppompen het grootst. Zelfs als Schut volledig zou overstappen op Valorise papier zal het volgens de berekeningen nauwelijks een effect hebben op de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) en daarmee ook slechts een beperkt effect hebben op de omliggende biodiversiteit.

Ook bij de productie van pulp en het beheer van de plantages waar het hout wordt geproduceerd is veel water nodig. De effecten daarvan worden nu niet meegenomen, maar gezien de aanzienlijke reductie in het gebruik van papierpulp in het Valorise proces, is het effect op wateronttrekking en de biodiversiteit potentieel groot.

Evaluatie van databeschikbaarheid en methode

Landgebruik

In eerste instantie had Schut Papier vrijwel geen informatie over het areaal en type land dat in gebruik is voor de productie van pulp en papier. Doordat echter de LCA-analyse van Meesters en Keijsers (2016) wel informatie bevat over de benodigde hoeveelheid pulp voor zowel regulier als Valorise papier, kon met behulp van algemene literatuur over de productie van Chileens Radiata pine hout toch een goede inschatting gemaakt worden van het benodigde bosareaal. Ook de intensiteit van het bosbeheer kon goed worden ingeschat, omdat deze productiebossen bekend staan als hoogproductieve, intensief beheerde bosplantages. Het oppervlak van de papierproductiefaciliteiten in Heelsum hoeft in deze vergelijkende analyse niet meegenomen te worden omdat die gelijk is voor zowel het reguliere als Valorise papier en dit oppervlak bovendien relatief erg klein is ten opzichte van het benodigde plantageareaal.

Klimaat

De meeste benodigde informatie voor het bepalen van de klimaatgerelateerde voetafdruk kon worden gehaald uit de LCA door Meesters en Keijsers (2016). In aanvulling hierop zijn de emissies uit bosbeheer en transport toegevoegd op basis van bestaande emissiefactoren en schattingen van de afstanden die door transport worden afgelegd.

Robuustheid van het resultaat

ReCiPe geeft uitkomsten (bijlage 4) die geheel vergelijkbaar zijn met figuur 3.9. De ecologische schade wordt globaal voor de helft veroorzaakt door broeikasgasemissies en het alternatief is een bescheiden verbetering. In ReCiPe is de impact door broeikasgassen wat groter dan die door landgebruik. In GLOBIO geven broeikasgassen minder schade dan landgebruik, vooral in de nulsituatie.

3.8

WATERONTTREKKING AANVULLING DESSO



3.8.1 Inleiding

Het bedrijf Desso is onderdeel van het Tarkett groep en is leverancier van hoogwaardige tapijttegels en kamerbreed tapijt. Desso hanteert het zogenaamde Cradle to Cradle principe. Het bedrijf heeft productielocaties in Waalwijk en in het Belgische Dendermonde.

In de voorgaande Plansup studie waarin de methodiek voor het bepalen van de biodiversiteitsvoetafdruk voor een drietal bedrijven is uitgevoerd, lag de nadruk op de effecten op landgebruik en klimaatverandering op terrestrische biodiversiteit en van emissies naar water voor aquatische biodiversiteit (van Rooij et al. 2016). Eén van de cases betrof de Desso case waarin de voetafdruk werd bepaald voor de productie van tapijten in het jaar 2012 en voor het jaar 2020 waarbij de effecten van maatregelen uit Desso's 'Cradle to Cradle Roadmap – Vision 2020' zijn doorgerekend. De voetafdruk werd berekend voor de drukfactoren landgebruik, broeikasgassen en emissies naar water. Omdat Desso bij zijn productielocatie in Dendermonde ook aanzienlijke hoeveelheden water oppompt ontstond de behoefte om ook de effecten van wateronttrekking beter te bekijken. In aanvulling op de eerdere case-studie in van Rooij et al. (2016), wordt hier een schatting gemaakt van de impact van Desso Dendermonde BV op biodiversiteit. Hiervoor wordt de methode zoals gegeven in hoofdstukken 2.5.3 en 2.6.3 gevolgd.

3.8.2 Datagebruik en aannames

Gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand

De eerste stap in de berekening van de MSA-verandering als gevolg van wateronttrekking is het berekenen van de GVG (gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand) in het natuurgebied Denderbroek voor de huidige situatie, met waterwinning door Desso, en voor een situatie waarin die waterwinning niet langer zou plaatsvinden.

In een eerdere studie naar de effecten van de grondwaterwinning van Desso Dendermonde concludeert Patyn (2011) dat de grondwaterwinning uit 20 putten in de Dendervallei slechts

een marginale invloed heeft op het aangrenzende natuurgebied de Denderbellebroek (zie bijlage 2 voor een uitgebreide beschrijving van die analyse). De effecten door de freatische winningen op de GVG strekken zich uit tot de Bandsloot en bedragen in die strook gemiddeld 10 cm. Niet uitgesloten kan worden dat een klein effect ook aan de zuidwestzijde nog merkbaar is. De GVG hangt ook samen met het beheer van het pompgebied en de afwateringssluis. Echter, vanwege eerdere kritiek, is de freatische grondwaterwinning inmiddels vervangen door diepere winningen (Rudi Daelmans, pers. mededeling) uit 200 m diepe putten. Uitgangspunt daarbij is dat er nooit meer water onttrokken mag worden dan er bijvalt. Mocht er meer water nodig zijn dan wordt het aangevuld met leidingwater.

Voor het Noordoostelijke deel van het natuurgebied Denderbellebroek wordt beïnvloed. Daarom is voor dit deel onderzocht wat het effect op het potentieel voorkomen van plantensoorten is. In het gebied staan peilbuizen voor het meten van de grondwaterstand. Er zijn vier punten gekozen met een duidelijk verschillende grondwaterstand omdat het effect van de verandering grondwaterstand-afhankelijk is. Op basis van de metingen is de huidige GVG berekend. Voor het berekenen van het effect van stopzetten van de waterwinning is gebruik gemaakt van de bodemkaart, hydrologische modelberekeningen (Patyn 2011), de peilbuizen en de hoogte kaart. Op basis hiervan is een vlakdekkende GVG kaart gemaakt (zie in bijlage 2)

Biodiversiteit

Op basis van de berekende GVG-waarden is onderzocht welke (Nederlandse) plantensoorten voor zouden kunnen komen op basis van hun abiotische voorkeur voor de GVG. Van de soorten zijn responsies voor abiotische

randvoorwaarden bekend, waaronder de GVG (Wamelink et al. 2005, 2011). Voor de berekende GVG's wordt gescoord welke soorten wel (1) of niet (0) voor zouden kunnen komen. Dit geeft voor de drie plekken met peilbuizen een lijst met soorten voor de situatie zonder waterwinning en een lijst met soorten voor waterwinning volgens de huidige situatie. Vervolgens worden deze met elkaar vergeleken en wordt er berekend welk deel van de plantensoorten dat potentieel voor zou komen in de oorspronkelijke situatie zonder wateronttrekking ook voor zou komen met de huidige wateronttrekking. Soorten die onder de huidige wateronttrekking zouden kunnen voorkomen, maar niet in de situatie zonder de wateronttrekking door Desso worden niet meegenomen. De resulterende fractie is vergelijkbaar met de MSA-indicator en kan alleen afnemen.

3.8.3 Biodiversiteitsvoetafdruk

Hoewel de verandering in GVG niet heel groot is, zijn er wel effecten zichtbaar. Dit komt voor een deel doordat de veranderingen plaatsvinden in de range van grondwaterstanden waarop planten gevoelig zijn voor de GVG (tot ongeveer 75 cm -mv). Voor de eerste drie punten daalt de GVG bij de huidige hoeveel-

heid water die opgepompt wordt). Het aantal soorten dat onder de huidige wateronttrekking zou kunnen voorkomen is hoger dan het aantal soorten dat onder de oorspronkelijke, nattere, omstandigheden kan voorkomen (tabel 3.14).

Echter maar een deel van de soorten uit de situatie zonder waterwinning door Desso kan voorkomen in de huidige situatie. De MSA laat daarom voor deze drie peilpunten een achteruitgang zien. Van de onder de situatie zonder waterwinning potentieel aanwezige soorten verdwijnt mogelijk tot een kwart van de soorten (punt 1). Voor de rode lijst soorten is dat zelfs tot bijna de helft. Het effect op het aantal algemene plantensoorten is deels anders dan voor de rode lijst soorten.

Bij het verder weggelegen vierde peilpunt verandert de GVG niet onder invloed van de waterwinning. Hier zal dus geen effect meer optreden op de potentieel aanwezige soorten en de MSA is daar dan per definitie 1.

Op basis van de gegevens van de vier punten is met een regressieanalyse de relatie tussen verandering in GVG en MSA bepaald. Het natuurgebied waar de waterwinning bij plaatsvindt is vervolgens opgedeeld in een raster van cellen van 5x5 m. Voor ieder van die rastercel-

Peilpunt	Situatie	GVG	nsoorten (cm -mv)	n tov	MSA zonder	nrls	nrls tov zonder	% r.l.
Punt 1	Zonder	1	587		99	17		
	Huidig	27	697	439	0,75	98	56	14
Punt 2	Zonder	51	861			133		15
	Huidig	66	868	760	0,88	116	109	13
Punt 3	Zonder	-2	565			95		17
	Huidig	14	662	510	0,90	102	76	15
Punt 4	Zonder	-40						
	Huidig	-40			1,0			

Tabel 3.14. Effect van waterwinning door Desso bij het natuurgebied Denderdellebroek voor vier peilpunten in het noordoosten van het gebied. Per punt is voor een situatie zonder en een situatie met huidige waterwinning de GVG gegeven in centimeters beneden maaiveld (-mv), een negatieve waarde geeft dus een grondwaterstand boven maaiveld! Behalve voor punt 4 waar geen effect op GVG werd gevonden zijn per punt voor beide situaties het aantal plantensoorten (nsoorten) en aantal rode lijst soorten (nrls) dat er potentieel kan voorkomen berekend. Vervolgens is er voor de soorten die zonder waterwinning voorkomen bepaald welke soorten ook met de huidige waterwinning nog steeds kunnen voorkomen (n tov zonder) en idem voor de rode lijst soorten (nrls tov zonder). De MSA is de fractie van dit aantal soorten dat nog overblijft gedeeld door het totale aantal soorten dat zonder waterwinning potentieel zou voorkomen.

len is vervolgens het verschil in GVG voor de situatie met en zonder wateronttrekking bepaald (figuur 3.11).

Vervolgens is voor iedere raster cel met behulp van de relatie tussen GVG verschil en MSA een MSA-waarde bepaald (tabel 3.15) en figuur 3.12). Als die 1 is dan is er geen verschil tussen de situatie met of zonder wateronttrekking. Per raster cel van 25 m² kan de biodiversiteit-impact 1-MSA worden bepaald en worden vermenigvuldigd met het oppervlakte. De som van deze waarden voor het gehele gebied geeft vervolgens de biodiversiteitsvoetafdruk in MSA.ha. Het totale gebied beslaat 148,5 ha. Daarvan ondervind 94% geen effect (1-MSA = 0; tabel 3.15). In het overige gebied is de biodiversiteitsvoetafdruk alles bij elkaar 0,64 MSA.ha.

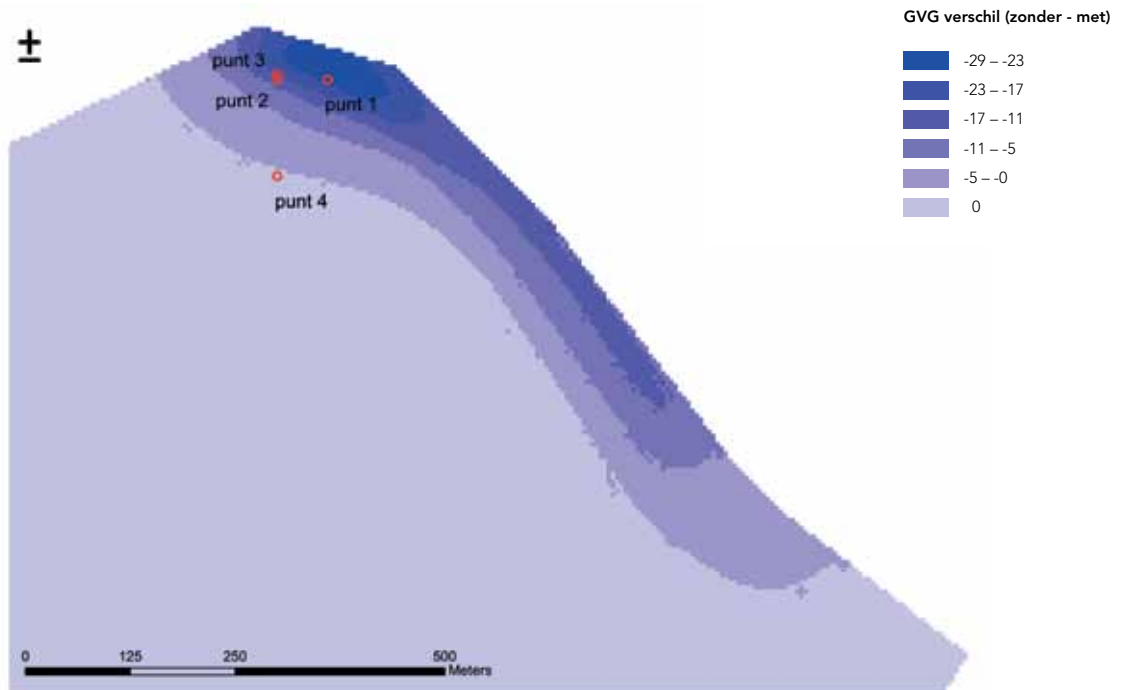
3.8.4 Conclusie

De biodiversiteitsvoetafdruk voor wateronttrekking door Desso in Dendermonde is 0.64 MSA.ha. Daarmee draagt deze wateronttrekking 0.007% bij aan de totale biodiversiteitsvoetafdruk van Desso (8960 MSA.ha voor klimaat en landgebruik, zie van Rooij et al. 2016).

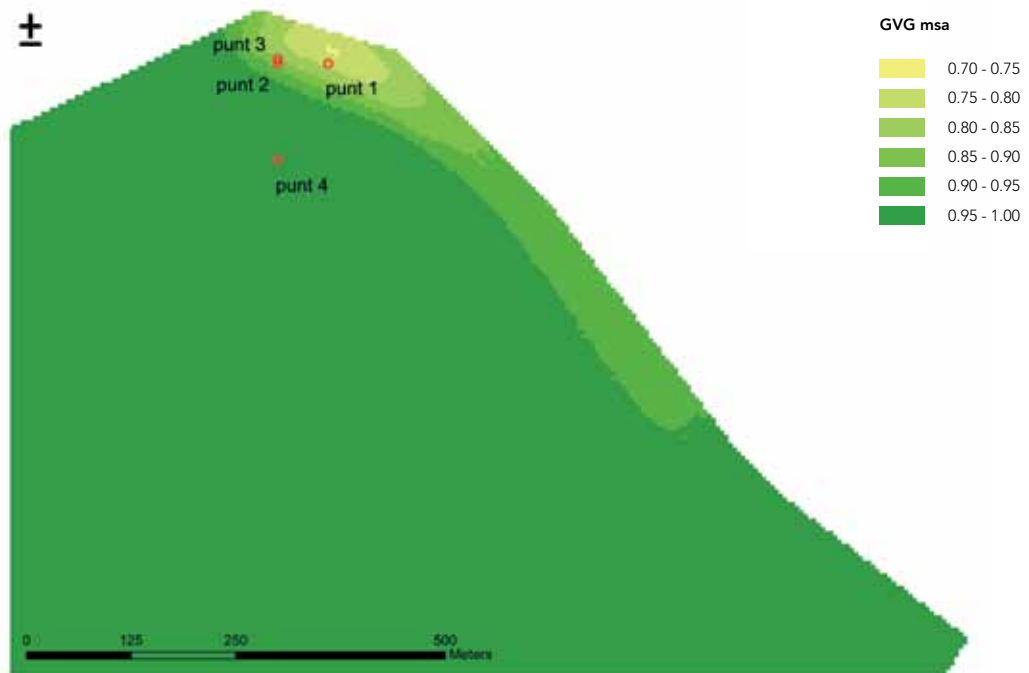
Met deze nieuwe methode is het mogelijk om een biodiversiteitsvoetafdruk (in MSA.ha) van wateronttrekking te bepalen die vergelijkbaar is met de biodiversiteitsvoetafdruk zoals die voor klimaat en landgebruik wordt bepaald. Een belangrijk verschil is dat voor de andere twee drukfactoren gebruik gemaakt kan worden van een meta-model waarmee de biodiversiteitsimpact van een drukfactor direct bepaald kan worden. De methode om de effecten van wateronttrekking te bepalen is echter nog meer een primair model dat eigenlijk alleen kan worden toegepast met gedetailleerde achtergrondinformatie over het gebied waar de onttrekking plaatsvindt en daarmee niet overal toe te passen is. Naarmate meer resultaten voor vergelijkbare casestudies beschikbaar komen zal het mogelijk zijn om met behulp van meta-analyse een meta-model te ontwikkelen zoals dat bijvoorbeeld ook is gedaan voor de berekeningen van de klimaat-effecten (zie Arets et al. 2014).

MSA klasse	Aantal	Areaal gridcellen	Areaal %	Gemiddelde MSA	Gemiddelde 1-MSA	MSA.ha
<0.8	196	0,5	0,3%	0,77	0,23	0,111
0.8-0.85	254	0,6	0,4%	0,83	0,17	0,109
0.85-0.9	299	0,7	0,5%	0,88	0,12	0,090
0.9-0.95	1150	2,9	1,9%	0,92	0,08	0,241
0.95-1	1793	4,5	3,0%	0,98	0,02	0,086
1	55703	139,3	94,0%	1,00	0,00	0
Totaal	59395	148,5				0,64

Tabel 3.15 Alle rastercellen uit de kaarten



Figuur 3.11. Kaart met berekende verschillen in GVG voor 5x5 m raster cellen. Op de kaart zijn de verschillen in zes klassen ingedeeld, maar in de berekening wordt met de actuele verschillen per rastercel gerekend.



Figuur 3.12. Kaart met verdeling van berekende MSA-waardes per rastercel. MSA-waardes zijn per rastercel bepaald op basis van de afname in GVG als gevolg van wateronttrekking door Desso.

3.9

NATUURHERSTEL

Omvorming landbouwgebied
naar natuur

Omdat binnen GLOBIO natuurherstel niet is opgenomen terwijl dit wel een belangrijk aspect kan zijn voor bedrijven die in een gebied met lage biodiversiteit een hogere natuurlijkheid willen realiseren, is een denkbeeldige case opgenomen waarbij landbouwgrond wordt omgevormd tot natuur. In deze voorbeeldcasestudie wordt alleen naar de mogelijkheden gekeken om voor natuurontwikkeling de veranderende impact van landgebruik te bepalen.

3.9.1 Beschrijving van de case

De case voor het testen van een nieuwe natuurherstelmethodologie bestaat uit het vergelijken van de landgebruiksgerelateerde biodiversiteitsvoetafdruk van een gebied van 30 hectare landbouwgebied (nulsituatie) met de voetafdruk bij omvorming naar 30 ha natuurgebied. De natuurontwikkeling vindt plaats conform lokale natuurdoeltypen. Omdat de omvorming van het landbouwgebied naar natuur enige tijd duurt en waarin de natuurwaarden zich ontwikkelen, wordt de biodiversiteitsvoetafdruk bepaald voor twee tijdstippen: 1 jaar na omvorming en na een periode van 25 jaar.

De functionele eenheid is 30 ha land. De biodiversiteitsvoetafdruk voor het landbouwgebied is alleen voor het betreffende gebied bepaald en betreft niet de impact van andere landbouwactiviteiten waar die 30 ha landbouwgrond een rol in spelen.

3.9.2 Datagebruik en aannames

Informatie over natuurherstel en biodiversiteit in termen van natuurlijkheid zijn zeer beperkt. Om deze reden zijn een aantal aannames gemaakt die gestaafd dienen te worden op basis van aanvullend onderzoek.

Landgebruik

Binnen de standaard GLOBIO3 methodologie wordt ervan uitgegaan dat landgebruik constant blijft over de tijd. Er wordt dus niet gebruik gemaakt van een herstelperiode voor bijvoorbeeld de omvorming van een intensief landbouwgebied naar natuur. Voor de voetafdrukberekening is dit echter wel van belang waardoor er voor deze case een aanzet is gemaakt voor een natuurherstel methodologie.

In de berekeningen wordt de aanname gemaakt dat het voormalige intensieve landbouwgebied (MSA = 0,1) onder toepassing van typische initiële natuurherstel maatregelen (bijvoorbeeld losmaken van de grond, aanplant en zaai van lokale boom en plantesoorten, herstel van originele afwatering). Hierbij wordt ervan uitgegaan dat de verstoring die deze beheersmaatregel tijdens de eerste jaren niet tot een verlaging van de al lage MSA-waarde leidt. Omdat het niet bekend is hoeveel jaar er nodig is om het betreffende natuurdoeltype te realiseren (qua structuur en soortensamenstelling), is de aanname gemaakt dat het terrein na toepassing van de beheersmaatregelen over 25 jaar een natuurlijkheid van 70% zal bereiken (MSA = 0,7). Deze waarde wordt niet rechtstreeks door de GLOBIO3 methode onderbouwd, omdat daarin herstel van natuur en de tijdsfactor niet expliciet in worden meegenomen. Hersteltijden zullen bijvoorbeeld ook afhangen van het nagestreefde vegetatietype en andere lokale omstandigheden. De MSA waarde van 0.7 moet daarom gezien worden als een eerste expert schatting.

Voor de vaststelling van het exacte MSA-verloop van het natuurherstel zal aanvullend onderzoek moeten worden verricht op basis waarvan dosis-respons relaties kunnen worden vastgesteld per hersteljaar.

3.9.3 Biodiversiteitsvoetafdruk per drukfactor

3.9.3.1 Handhaving intensief landbouwgebied

Landgebruik

De uitgangssituatie voor deze case is een perceel van 30 hectare met intensieve landbouw. De MSA voor dit landgebruik is 0,1 (0,05 indien geïrrigeerd). De landgebruik voetafdruk bedraagt dan: $30 \cdot (1-0,1) = 27$ MSA.ha

3.9.3.2 Natuurontwikkeling

Landgebruik

Voor dit scenario wordt het intensieve landbouwgebied onder toepassing van een aantal standaard natuurbeheer ingrepen, omgevormd tot natuurgebied. De MSA is direct na omvorming gelijk aan die van het intensieve landbouwgebied (MSA = 0,1). Er wordt aangenomen dat na 25 jaar natuurontwikkeling een MSA van 0,7 wordt bereikt. Het is mogelijk dat dit natuurherstel logaritmisch verloopt zoals wel meer natuurlijke processen, maar omdat hiervoor geen verwijzingen uit de literatuur beschikbaar zijn is uitgegaan van een lineaire afname (figuur 3.13). Omdat er tussendoor geen intensieve verstoringen zullen plaatsvinden zal de MSA in het volledige areaal van 30 ha geleidelijk jaarlijks met 0,024 toenemen (verschil MSA eind (0,7) en eind (0,1), gedeeld door de tijdsduur (25 jr)).

Conversie intensief landbouwgebied naar natuurgebied: Jaar 1

In het eerste jaar na omvorming van het gebied van intensieve landbouw naar natuurgebied heeft de natuur nog maar kort tijd gehad om zich te ontwikkelen. De MSA van het gebied is dan gestegen van 0,1 naar 0,124 en de biodiversiteitsvoetafdruk is dan $30 \cdot (1-0,124) = 26,3$ MSA.ha (figuur 3.13)

Conversie intensief landbouwgebied naar natuurgebied: Jaar 25

Volgens de aanname bereikt de MSA van het gebied na 25 jaar een waarde van 0,7. Daarmee verkleint de voetafdruk op het gebied na 25 jaar natuurontwikkeling tot $30 \cdot (1-0,7) = 9$ MSA.ha (figuur 3.14).

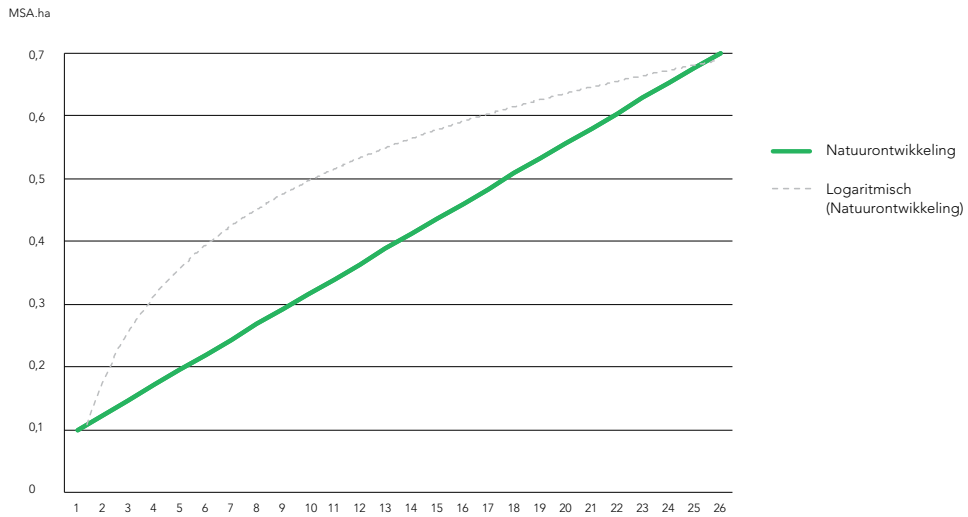
3.9.4 Conclusies

Biodiversiteitsvoetafdruk

De biodiversiteitsvoetafdruk bij omvorming van het voormalige landbouwgebied zal geleidelijk afnemen. De resultaten voor het natuurherstel na 25 jaar laten verder zien dat de natuurontwikkeling de biodiversiteitsvoetafdruk met 2/3 heeft verkleind (van 27 naar 9 MSA.ha, zie figuur 3.15). Verdere ontwikkeling naar een volledig herstel zal naar verwachting steeds langzamer gaan. Dit komt onder meer omdat Nederland dicht bevolkt is en altijd er diverse drukfactoren van kracht zullen blijven.

Evaluatie van databeschikbaarheid en methode

Op het moment dat deze analyses gedaan zijn waren geen kwantitatieve data en informatie beschikbaar over het verloop van natuurherstel en bijbehorende voetafdruk. De GLOBIO3 methode is in eerste instantie niet ontwikkeld om herstel van natuurwaarden over de tijd te bepalen. De schatting van de biodiversiteitsvoetafdruk op basis van landgebruik die gemaakt wordt voor natuurontwikkeling geeft een indicatie van wat maximaal bereikt kan worden na 25 jaar. Mogelijk medegebruik van het land voor bijvoorbeeld recreatie of jacht zal een versturende werking hebben op het herstel. De mate waarin deze verstoring optreedt is afhankelijk van de intensiteit en periodiciteit van het medegebruik. Een kwantitatieve studie waarin de impact van medegebruik wordt gemeten en gemonitord zal voor de bepaling van de exacte impact van belang zijn.

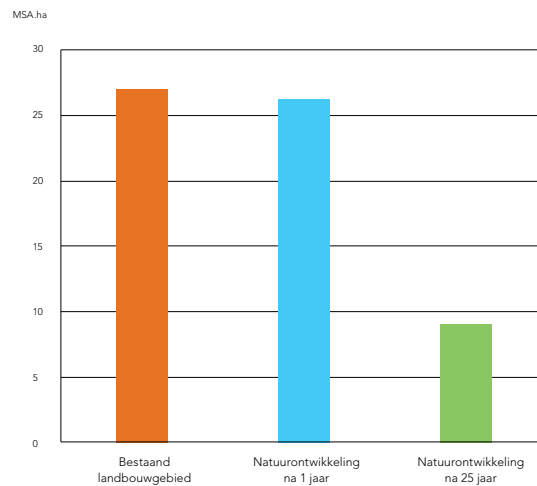


Figuur 3.13 Veronderstelde MSA ontwikkeling voor een conversie van intensief landbouwgebied naar natuurgebied zonder verstoring. De grijze stippellijn illustreert een mogelijk logaritmisch verloop van de toename, maar is niet gebruikt binnen de analyse.



Figuur 3.14 Landgebruik gerelateerde voetafdruk verloop voor conversie van intensief landbouwgebied naar natuurgebied zonder verstoring

Figuur 3.15. Biodiversiteitsvoetafdruk (MSA, ha) voor bestaande intensieve landbouw, en natuurontwikkeling na 1 jaar en 25 jaar na omvorming.



4

ALGEMENE RESULTATEN EN CONCLUSIES

4.1 Databeschikbaarheid

Voor de casestudies is steeds als eerste uitgegaan van de informatie en data die de bedrijven aanleverden. Het was nadrukkelijk niet de doelstelling van het project om (complete) levenscyclusinventarisaties of -analyses uit te voeren. Er is steeds gekeken welke data beschikbaar waren, hoe compleet die waren en waar mogelijk en nodig zijn die aangevuld met additionele externe informatie.

Oorspronkelijk zouden negen casestudies doorgerekend worden. Voor twee cases bleek het echter niet mogelijk om dat te doen. In één geval bleek dat het voor het bedrijf een te grote tijdsinvestering was om de benodigde informatie bij elkaar te krijgen. In het andere geval was het niet mogelijk om de data voor de alternatieven bij elkaar te krijgen.

In een aantal gevallen hadden bedrijven informatie uit LCA's voor in ieder geval de uitgangssituatie, maar ontbrak inzicht in en informatie over eventuele alternatieven. In die gevallen zijn de LCA's als uitgangspunt genomen. In de meeste gevallen moest informatie uit additionele databronnen (academische literatuur, LCA-rapporten voor vergelijkbare producten, etc.) gehaald worden en zijn aannames en expertschattingen gemaakt om de beschikbare data aan te vullen. Veel bedrijven hebben die informatie echter niet zondermeer beschikbaar

Over het algemeen blijken de effecten van landgebruik goed te bepalen voor ketenonderdelen of producten die een agrarische of bosbouwkundige oorsprong hebben (zie ook hierboven). De meeste bedrijven hadden daar zelf geen of slechts beperkt gegeven over. Door gebruik te maken van door bedrijven geleverde of uit de literatuur gehaalde productiviteitsdata bleek het veelal mogelijk om toch een schatting te maken van het benodigde areaal van specifieke landgebruikscategorieën.

Informatie over broeikasgassen was meestal aanwezig in de vorm van LCA-informatie of eigen overzichten van de bedrijven. In een aantal gevallen kon de geleverde informatie over bijvoorbeeld transportafstanden of energieverbruik met emissiefactoren omgerekend worden naar broeikasgasemissies.

In tabel 4.1 is een overzicht gegeven van de databeschikbaarheid per bedrijfs-case en per ketenonderdeel. Uit de tabel blijkt dat emissies van N en P naar water waren voor geen van de cases voorhanden of werden door bedrijven ingeschat als gelijk voor de nulmeting en de alternatieven. Daardoor is voor geen enkele case de emissie van N en P naar water meege-nomen en zijn geen aquatische voetafdrukken bepaald.

Omdat voor de meeste bedrijven de grootste impact veroorzaakt wordt door landgebruik en broeikasgassen ten gevolge van grondstoffen en het productieproces zelf, is de beschikbaarheid van gegevens hierover van doorslaggevend belang voor de biodiversiteitsvoetafdruk bepaling.

Bedrijf	Informatie beschikbaarheid								
	Grondstoffen					Leveranciers			
	LCA	Lg	BKG	N&P	W	Lg	BKG	N&P	W
Desso	+	+	+/-	-	-	-	+	-	-
DSM	+	+	+	+/-	+	nr	nr	nr	nr
Melk sector NL	+	+	+/-	-	-	+	+/-	+/-	-
Better Future									
Factory	-	-	-	-	-	-	+/-	-	+/-
Coolrec	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Foreco	+	+	+	-	-	e	+	e	e
Moyee	-	+/-	+	-	+/-	-	+	-	-
Natural Plastics	+	+	+	-	-	-	+	-	-
Schut Papier	+/-	+/-	+/-	-?	-	-	-?	-?	-?
Tony's Chocolonely	+	+/-	+	-	+/-	-	+	-	+/-

Bedrijf	Informatie beschikbaarheid							
	Productie proces				Opslag	Transport	Afval	
	Lg	BKG	N&P	W	Lg	BKG	Lg	BKG
Desso	-	+	+	+	-	+	+	+
DSM	-	+	+	+	-	-	+	+
Melk sector NL	+/-	+	-	+	+	+	+	-
Better Future								
Factory	+/-	+/-	-	+	+	-	+/-	+/-
Coolrec	-	+	-	-	+	+	+	+
Foreco	e	e	e	e	-	+	e	e
Moyee	-	+	-	-	-	+	-	-
Natural Plastics	nr	nr	nr	nr	-	+	+/-	+/-
Schut Papier	+/-	+	+	+	+/-	+	-?	-?
Tony's Chocolonely	-	+	-	+/-	e	+	e	e

+ Informatie beschikbaar, - Informatie niet beschikbaar, +/- Informatie indirect of gedeeltelijk beschikbaar, e Niet opgenomen in de analyse, nr Niet relevant, ? Informatie niet ontvangen.
Lg Landgebruik, BKG Broeikasgassen, N&P Stikstof en Fosfor emissie naar water, W Watergebruik.

Tabel 4.1 Data beschikbaarheid per bedrijf voor de verschillende ketenonderdelen

4.2 GLOBIO methode

Productiviteit

De resultaten laten ook zien dat land gebonden productiviteit een belangrijke factor is voor de omvang van de biodiversiteitsvoetafdruk. Productiviteit speelt direct mee bij het vaststellen van de omvang van het areaal dat nodig is voor het realiseren van de gekozen functionele eenheid. Aangezien het areaal de biodiversiteitsvoetafdruk voor een groot deel bepaalt (MSA.ha), werkt dat meteen door in het eindresultaat. Als de productiviteit verdubbelt, halveert het benodigde areaal. Daarnaast wordt de landgebruik gerelateerde biodiversiteitsvoetafdruk echter ook in belangrijke mate bepaald door de kwaliteit van het areaal (in MSA termen). Die is afhankelijk van de intensiteit van het landgebruik. Omdat intensiever beheerde arealen normaal gesproken ook een hogere productiviteit hebben, speelt productiviteit ook aan de kwaliteit kant een rol. Die rol is tegengesteld aan die van het effect op benodigd areaal.

Door de dubbele rol die productiviteit speelt en het gebruik van een functionele eenheid is het belangrijk om bij een vergelijking tussen alternatieven niet alleen naar de biodiversiteitsvoetafdruk in MSA.ha te kijken, maar ook naar wat dat betekent voor de lokale impact. Een hoogproductief, intensief beheerd systeem kan een lagere biodiversiteitsvoetafdruk hebben om een bepaalde hoeveelheid van product x te produceren. Bijvoorbeeld doordat de productiviteit sterker doorwerkt dan het negatieve effect op natuur (MSA). Een alternatief dat weliswaar lokaal een hogere natuurlijkheid (MSA) realiseert, maar voor de productie van dezelfde hoeveelheid product x een veel groter areaal beslaat, kan dan relatief slechter scoren. Een hogere overall biodiversiteitsvoetafdruk kan op het niveau van lokale landschappen dan toch leiden tot een duurzamere leefomgeving. Dat bleek ook al een belangrijke factor in de Melksector case in het eerste rapport (van Rooij et al. 2016). Het kan uit sociaal maatschappelijke of politieke overwegingen ook gewenst zijn om in bepaalde gebieden een hogere natuurwaarde in stand te houden ten koste van de productiviteit. Dit vormt dus een belangrijke kanttekening bij de resultaten.

In aansluiting hierop leidt een lagere productiviteit bij een hogere biodiversiteit tot een productiesysteem dat meer andere diensten kan leveren en langer 'houdbaar' is. Zo kan intensieve landbouw in sommige gevallen leiden tot uitputting van de bodem, waardoor de productiviteit terugloopt en productie uiteindelijk zelfs onmogelijk wordt. Deze factor wordt in de huidige GLOBIO methode niet meegenomen.

Door het meer generieke gebruik van dosis-respons relaties is het momenteel met de toegepaste GLOBIO methode en responsrelaties nog niet goed mogelijk om de effecten van hele specifieke natuurvriendelijke maatregelen mee te nemen. Om dat te kunnen verbeteren zijn meer op natuurherstel gerichte studies nodig, zodat op basis daarvan specifieke dosis-respons relaties afgeleid kunnen worden.

Extensief landgebruik

De op GLOBIO gebaseerde voetafdrukmethodologie is nog niet helemaal (uit)ontwikkeld voor zeer extensieve landgebruikssystemen in natuurlijke of semi-natuurlijke ecosystemen. Bijvoorbeeld voor het berekenen van de landgebruik gerelateerde voetafdruk voor schapen in een groot semi-natuurlijk grasland, of voor een extensief uitkapsysteem in een semi-natuurlijk bos. Voor begrazing zou een biomassa-correctie uitgevoerd kunnen worden waardoor het werkelijk gebruikte areaal wordt bijgesteld, maar het is nog onzeker of een dergelijke correctie ook uitgevoerd kan worden voor een selectief uitkapsysteem.

Herstel van biodiversiteit

GLOBIO maakt geen gebruik van een overgang- of herstelperiode tussen twee opeenvolgende landgebruikstypen. De conversie van meer natuurlijke systemen naar minder natuurlijke kan plotseling optreden, maar omgekeerd is dat niet het geval. Hierdoor is het lastig om de MSA_landgebruik waarde te bepalen van een (semi-)natuurlijk gebied dat onlangs nog een intensiever landgebruik had. De biodiversiteit van een dergelijk gebied zal in de regel langzaam toenemen. De snelheid waarmee herstel tot stand komt zal afhankelijk zijn van

meerdere factoren en per locatie kunnen verschillen. De aanwezigheid van, en bereikbaarheid van het betreffende gebied voor originele soorten zal hierbij een belangrijke rol spelen.

In GLOBIO ontbreekt verder een leeftijdscorrectie of herstelfactor voor oudere plantages met een langere rotatie die over het algemeen een hogere biodiversiteit hebben. Juiste correctiefactoren zouden bepaald kunnen worden door de huidige databestanden die gebruikt zijn voor de dosis-respons relaties opnieuw te onderwerpen aan een meta-analyse voor de bovengenoemde factoren.

Economische allocatie

Bij de correctie van de landgebruik gerelateerde voetafdruk voor meervoudig landgebruik is het van belang om de economische waarde van dit gebruik te bepalen, zodat alleen de voetafdruk berekend wordt waarvoor het bedrijf zelf verantwoordelijk is. Soms is de waarde van het medegebruik makkelijk vast te stellen, bijvoorbeeld voor de waarde van het vlees van melkkoeien bij de bepaling van de voetafdruk van melk. Lastiger is dit voor de bepaling van de maatschappelijk gerelateerde waarde van een semi-natuurlijk natuurlandschap dat deels gebruikt wordt door een bedrijf. Zo kan er sprake zijn van natuurbehoud en recreatie waarvoor het niet altijd eenvoudig is om vast te stellen wat de economische waarde van deze diensten is.

Voor de toepassing van bovengenoemde verbeteringen is aanvullend onderzoek nodig. Een deel van dit onderzoek zou kunnen worden uitgevoerd met behulp van een additionele meta-analyse op basis van bestaande data die al binnen GLOBIO gebruikt zijn voor de vaststelling van de dosis-respons relaties.

4.3 Conclusies op basis van de case resultaten

De resultaten voor de cases in de hoofdstukken 3.2 t/m 3.9 geven voor een aantal heel verschillende producten en diensten de biodiversiteitsvoetafdruk in termen van MSA.ha. Hoe hoger die waarde, hoe groter de biodiversiteitsvoetafdruk. In het merendeel (5 uit 7) van de beschreven cases speelt landgebruik een dominante rol in de totale biodiversiteitsvoetafdruk. Dat zijn voornamelijk cases waarbij hout (Foreco, Natural Plastics) of landbouwproducten (Moyee, Tony's Chocolonely) een belangrijke rol spelen. Maatregelen om emissies van broeikasgassen te verkleinen zijn over het algemeen makkelijker in te voeren, maar de resultaten uit de cases laten ook zien dat, in ieder geval voor de beschreven cases, daarmee maar een beperkt deel van de biodiversiteitsvoetafdruk verkleind kan worden.

Watergebruik oefent alleen impact op biodiversiteit uit indien het leidt tot een grondwaterdaling in naburige natuurterreinen. De effecten van (punt)wateronttrekking zoals voor de twee onderzochte cases (Schut Papier en Desso) blijken klein te zijn. Lokale geo-hydrologische omstandigheden in de bodem en de ligging van de puntbronnen ten opzichte van natuurterreinen zijn hierbij belangrijke factoren. Hiernaast moet er sprake zijn van een onttrekking van relatief grote hoeveelheden water.

Respons bedrijven

Vrijwel alle bedrijven die aan de casestudies hebben meegewerkt hebben aangegeven dat de resultaten tot nieuwe inzichten hebben geleid ten aanzien van hun impact op biodiversiteit. Bij de meeste cases nam zoals verwacht de biodiversiteitsvoetafdruk af voor de door hen gesuggereerde alternatieve situaties ten opzichte van de huidige situatie.

Sommige captains verwarden in eerste instantie het begrip biodiversiteit met natuurlijk kapitaal. Biodiversiteit is echter slechts een onderdeel van natuurlijk kapitaal en binnen de voetafdruk methode wordt aspecten als duurzaamheid en risico's voor de mens niet meegenomen. Ook bleken de meeste captains niet

goed op de hoogte van welke van hun bedrijfsprocessen de meeste impact zouden hebben op biodiversiteit. Dit leidde onder meer tot verrassende resultaten bij enkele bedrijven.

Voor het management van Desso tapijten was het een verrassing dat het gebruik van wol, dat slechts een relatief klein aandeel van het totale grondstofgebruik inneemt, een grote rol speelt in de voetafdruk.

Bij Foreco was het een verrassing dat het gebruik van hout uit een extensief beheerd semi-natuurlijk bos tot een hogere voetafdruk kan leiden dan hout uit intensieve plantages. Door medegebruik van het semi-natuurlijk bos mee te nemen in de berekening neemt de voetafdruk weer af waardoor het belang van dergelijke medegebruik en gegevens daarover nu wordt erkent.

Bij Natural Plastics werd in eerste instantie niet begrepen waarom er sprake is van een voetafdruk aandeel wanneer er voor bedrijfsafval een prijs betaald moet worden. Bedrijfsafval wordt tegenwoordig echter meer en meer beschouwt als restmateriaal en wanneer de vraag naar dat materiaal toeneemt kan het een productiedoel aan sich worden.

Bij de Better Future Factory case kon alleen de voetafdruk berekend worden voor de nieuwe tegel uit gerecycled materiaal, omdat er niet voldoende impact gerelateerde informatie beschikbaar was voor de alternatieve keramische tegel. Tijdens de afronding van deze voetafdruk studie melde het BFF management dat er een aanvullende LCA uitgevoerd wordt.

Voor Tony's Chocolonely komt het welzijn van de cacaoboeren op de 1e plaats. Door training kunnen de smallholders een hogere productiviteit bereiken wat zowel voor de inkomsten als de voetafdruk een gunstig effect heeft.

Dat geldt ook voor Moyee. Voor dit bedrijf was het een verrassing dat een overschakeling van het koffietransport per vliegtuig naar transport per zee een relatief kleine bijdrage heeft in de biodiversiteitsvoet-afdruk. De overschakeling speelt echter wel een belangrijke rol in het terugbrengen van de uitstoot van broeikasgassen voor het bedrijf. Een stijging van de zeespiegel en veranderde regenval patronen treffen ook de mens waardoor klimaat relatief meer aandacht krijgt binnen de politiek en in de media. Het verminderen van de emissie uitstoot is daarom ook één van de doelstellingen van Moyee, net als voor veel andere bedrijven.

Bij Schut Papier en Desso was men opgelucht dat watergebruik slechts beperkt bijdraagt aan de voetafdruk.

Op basis van de resultaten en feedback ten aanzien van de bedrijfscases kan worden geconcludeerd dat de op GLOBIO gebaseerde voetafdruk bedrijven met succes kan helpen om:

- inzicht te krijgen welke drukfactoren en bedrijfsprocessen de grootste bijdrage leveren aan de biodiversiteitsvoetafdruk, rekening houdend met lokale omstandigheden,
- het verschil in voetafdruk te bepalen tussen de huidige en een alternatieve of toekomstige situatie,
- de effectiviteit van biodiversiteitsvriendelijke maatregelen door te rekenen.

LITERATUUR

- 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., 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., P. J. van der Meer, C. C. Verwer, G. J. Nabuurs, G. M. Hengeveld, G. W. Tolcamp en M. van Oorschot. (2011). Global wood production: Assessment of industrial round wood supply from different management systems in different global regions. Alterra Report 1808. Alterra, Wageningen UR, Wageningen, The Netherlands.
- 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. Statutory Research Tasks Unit for Nature & the Environment, Wageningen UR
- BECO. (2013). 2012 Sustainable Hero Award for Natural Plastics. Part 1: screening life cycle assessment of tree keeper system compared with traditional tree stakes. BECO, Rotterdam, Nederland.
- Bergsma, G., I. Odegard, S. de Bie, M. Head en H. Croezen. (2014). De impact op biodiversiteit van Nederlandse sectoren. Benchmark Biodiversiteit. CE rapport Delft.
- Del Lungo, A. en J. Ball. (2006). Global planted forests thematic: Country responses to reporting tables for planted forests survey. Working Paper 35a. Food en Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. <http://www.fao.org/docrep/011/j9419e/j9419e00.htm>.
- Elferink, E. (2012). Carbon footprint of milk - the carbon footprint of dairy production by Royal FrieslandCampina in 2009, 2010 en 2011. Update 2011. CLM onderzoek en advies, Culemborg, Nederland.
- ENVIRON. (2012). Life cycle assessment of deinked en virgin pulp. ENVIRON International Corporation, Denver. <http://images.nationalgeographic.com/wpf/media-live/file/2012-LCA-Deinked-Virgin-Pulp.pdf>.
- Finnegan, W., J. Goggins, E. Clifford en X. Zhan. (2017). Environmental impacts of milk powder and butter manufactured in the Republic of Ireland. *Science of The Total Environment* 579:159-168.
- 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.
- Huijbregts, M. A. J., Z. J. N. Steinmann, P. M. F. Elshout, G. Stam, F. Verones, M. Vieira, M. Zijp, A. Hollander en R. van Zelm. (2017). ReCiPe2016: a harmonised life cycle impact assessment method at midpoint and endpoint level. *The International Journal of Life Cycle Assessment* 22:138-147.
- Huijbregts, M. A. J., Z. J. N. Steinmann, P. M. F. Elshout, G. Stam, F. Verones, M. D. M. Vieira, A. Hollander, M. Zijp en R. van Zelm. (2016). ReCiPe 2016: A harmonized life cycle impact assessment method at midpoint and endpoint level. Report I: Characterization. RIVM Report 2016-0104. RIVM, Bilthoven, The Netherlands.

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.

Jansen, B. I. en E. E. Keijzer. (2015). Milieueffecten verschillende uitvaartmogelijkheden. TNO-rapport R10308 (vs2). TNO, Utrecht, Nederland.

Kwong, R. N. G. K. (2005). Status of sugar industry in Mauritius: Constraints and future research strategies. *Sugar Tech* 7:5-10.

Meesters, K. P. H. en E. R. P. Keijzers. (2016). Toepassing van kasresiduen voor productie van papier. Verkenning van Milieueffecten. Wageningen Food and Biobased Research, Wageningen.

Moyee. (2015). Life is unfair. A radically transparent impact report 2015. Moyee, Amsterdam.

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 en 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, en 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.

Patyn, J. (2011). Effect van de grondwaterwinning Desso Dendermonde NV. Studie uitgevoerd in opdracht van Desso Dendermonde NV: 2011/RMA/R/16. VITO, Mol, België.

Purse, L. en H. Muss. (2009). Greenhouse Gas Emissions Assessment for Accoya Wood - Public Version. CAMCO <https://www.accoya.com/wp-content/uploads/2015/09/Greenhouse-Gas-Emissions-Assessment-for-Accoya-Wood-CAMCO-11Dec2009.pdf>.

Sachse, I. (2016). Assessment on agricultural practices and carbon sequestration potential of small coffee farmers in the Kafa region, Bonga, Ethiopia for Moyee Coffee. Soil & More International, Hamburg, Germany.

Shen, L., E. Worrell en M. K. Patel. (2010). Open-loop recycling: A LCA case study of PET bottle-to-fibre recycling. *Resources, Conservation and Recycling* 55:34-52.

Teklu, A. (2015). Environmental Impact Assessment/Statement. Tega and Tula Forest Coffee. Ethiopia.

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 Rooij, W., E. Arets en J. Struijs. (2016). Eindrapport biodiversiteitsvoetafdruk voor koploperbedrijven. Platform Biodiversiteit, Ecosystemen en Economie

Wamelink, G. W. W., M. H. C. v. Adrichem, H. F. v. Dobben, J. Y. Frissel, M. E. d. Held, V. Joosten, A. H. Malinowska, P. A. Slim en R. M. A. Wegman. (2012). Vegetation relevés and soil measurements in the Netherlands: the Ecological Conditions Database (EC). *Biodiversity & Ecology* 4:125-132.

Wamelink, G. W. W., P. W. Goedhart, A. H. Malinowska, J. Y. Frissel, R. M. A. Wegman, P. A. Slim en H. F. v. Dobben. (2011). Ecological ranges for the pH and NO₃ of syntaxa: a new basis for the estimation of critical loads for acid and nitrogen deposition. *Journal of Vegetation Science* 22:741-749.

Wamelink, G. W. W., P. W. Goedhart, H. F. Van Dobben en F. Berendse. (2005). Plant species as predictors of soil pH: Replacing expert judgement with measurements. *Journal of Vegetation Science* 16:461-470

Bijlage 1

Dosis-respons relatie landgebruik

**Generieke GLOBIO3 dosis-respons relaties voor landgebruik
(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 biobrandstoffen	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

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

Gemiddelde MSA-waarden voor verschillende begrazingsintensiteiten, op basis van de meta analyse (Alkemade et al. 2013)

Type begraasd grasland	Korte omschrijving	MSA
Natuurlijke begraasde	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 (bijv. 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

Bijlage 2

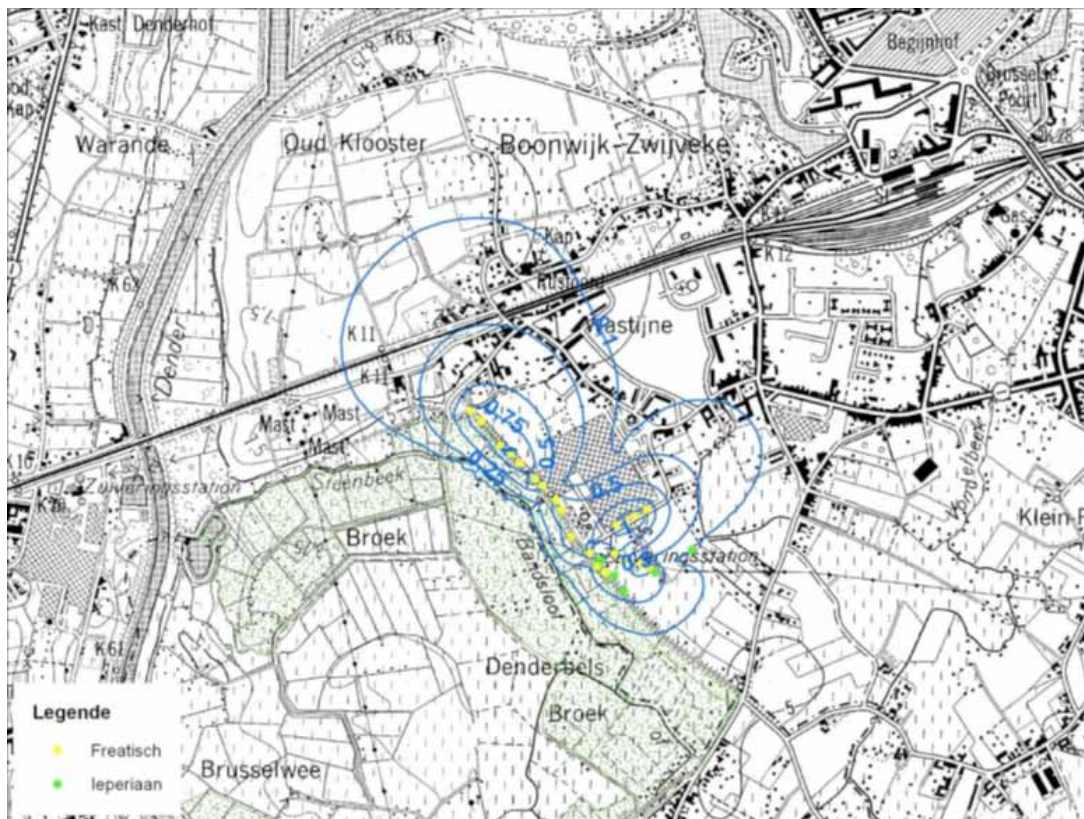
Wateronttrekking Desso

In de Plansup studie waarin de methodiek voor het bepalen van de biodiversiteitsvoetafdruk voor een drietal bedrijven is uitgevoerd lag de nadruk op de effecten op landgebruik en klimaatverandering op terrestrische biodiversiteit en van emissies naar water voor aquatische diversiteit (van Rooij et al. 2016). Omdat Desso bij een van zijn productielocaties ook aanzienlijke hoeveelheden water oppompt ontstond de behoefte om ook de effecten van wateronttrekking beter te bekijken. In aanvulling op de eerdere casestudie in van Rooij et al. (2016), wordt hier een schatting gemaakt van de impact van Desso Dendermonde BV op biodiversiteit. Hiervoor wordt de methode zoals gegeven in hoofdstuk 2.5.3 gevolgd

Effect van de grondwaterwinningen bij Desso Dendermonde op de GVG

Op basis van hydrologische modelberekeningen komt Patyn (2011) in het rapport 'Effect van de grondwaterwinning Desso Dendermonde' tot de volgende conclusies:

- De grondwaterwinning uit de tertiaire afzettingen door Desso Dendermonde N.V. capteert water uit de freatische laag van de kwartaire zanden en de afzettingen van het paniseliaan, en uit de half afgesloten zanden van Egem (Form. Tielt) die voorkomen onder de klei van Merelbeke. De beperkte winning uit de paleozoïsche sokkel is hier niet relevant.
- De berekeningen tonen aan dat de afpompingskegel van de winning Desso Dendermonde NV in het westen wordt ingesnoerd door de Bankloop en de Steenbeek. Hierdoor is er slechts een marginale invloed op de uiterste oostrand van het Denderbellebroek, waarbij de freatische waterspiegel maximum 10 cm zou dalen (zie ook figuur B2.1).
- De winning is gesitueerd in de vallei van de Dender. De vallei van de Dender nabij Dendermonde is van nature gekenmerkt is door een hoge grondwaterstand en een dicht drainagenetwerk.
- Gegeven de topografie en hydrografie van Denderbellebroek zal een tijdelijke en beperkte verlaging van de grondwatertafel in de oostelijke rand geen blijvende gevolgen hebben voor de vegetatie in het natuurgebied. Door zijn positie wordt het broek ook als overstromingsgebied gebruikt : de natte tot zeer natte omstandigheden blijven dus bewaard.
- De winning van Desso Dendermonde NV is onmiddellijk ten oosten van het natuurgebied Dender-Bellebroek gelegen. In onderhavige studie is onderzocht wat het mogelijke effect is van de winning op het nabije natuurgebied. Bij de berekeningen is het vergunde debiet gebruikt, waarmee de facto een maximaal effect wordt berekend.



Figuur B2.1. Afpomping in freatische laag door winning Desso Dendermonde NV (uit Patyn, 2011)



Figuur B2.2. Bodemkaart van het Denderbellebroek

De bodemkaart (figuur B2.2) laat zien dat de strook die beïnvloedt wordt uit zware klei bestaat.

De berekeningen zijn uitgevoerd voor een freatische winning, zijnde 20 productieputten met een totaal debiet van 1.200 m³/d, hetzij 323.000 m³/j en verder 5 productieputten uit de zanden van Egem onder een goed afsluitende laag (c = 4000 dagen) van 220 m³/d of 70.000 m³/j. Als de afsluitende laag in een groter gebied voorkomt zal het effect op de freatische grondwaterstand vrijwel nihil zijn.

De reden dat er uit 20 productieputten water wordt gewonnen zal samenhangen met het matige doorlaatvermogen van de freatische laag.

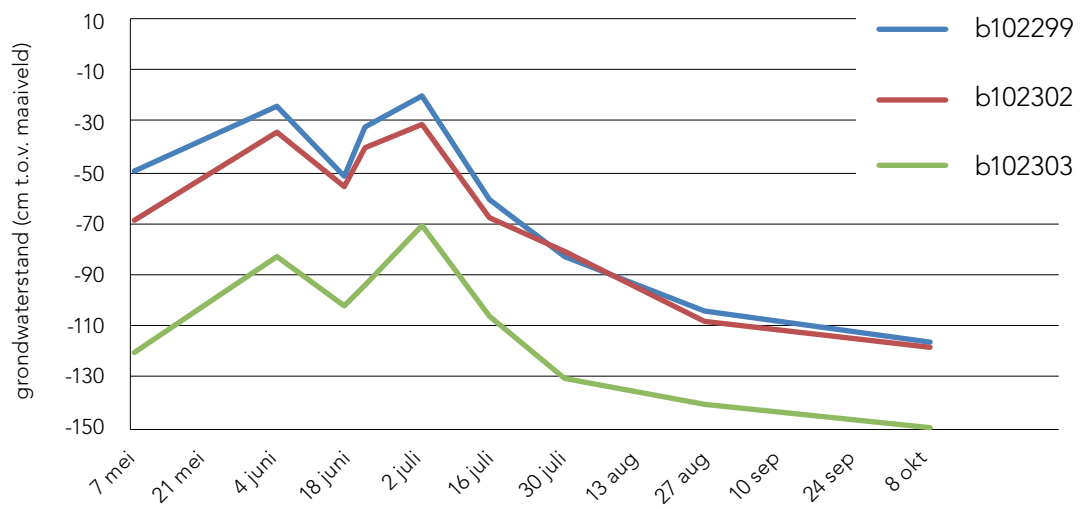
Om het effect op de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) te bepalen is naar

vlak dekkende grondwatergegevens van het natuurgebied gezocht, maar die blijken niet voorhanden, en er zijn weinig waarnemingen van aparte waarnemingspunten. Er zijn 3 buizen gevonden die in de zomer van 2016 een aantal malen zijn waargenomen (figuur B2.3 en figuur B2.4). Ze liggen aan de westzijde van de Randsloot, waar geen beïnvloeding meer is door de grondwaterwinningen. Regionaal waren er grote verschillen in neerslag, maar in de natte periode in juni/juli zijn op veel plaatsen grondwaterstanden tot GHG-niveau gemeten. Aannemende dat de pieken GHG-niveau benaderden en de waterstand vervolgens in de nazomer tot GLG-niveau is uitgezakt, zijn GVG's berekend (handleiding bodem geografisch onderzoek; Ten Cate et al., 1995):

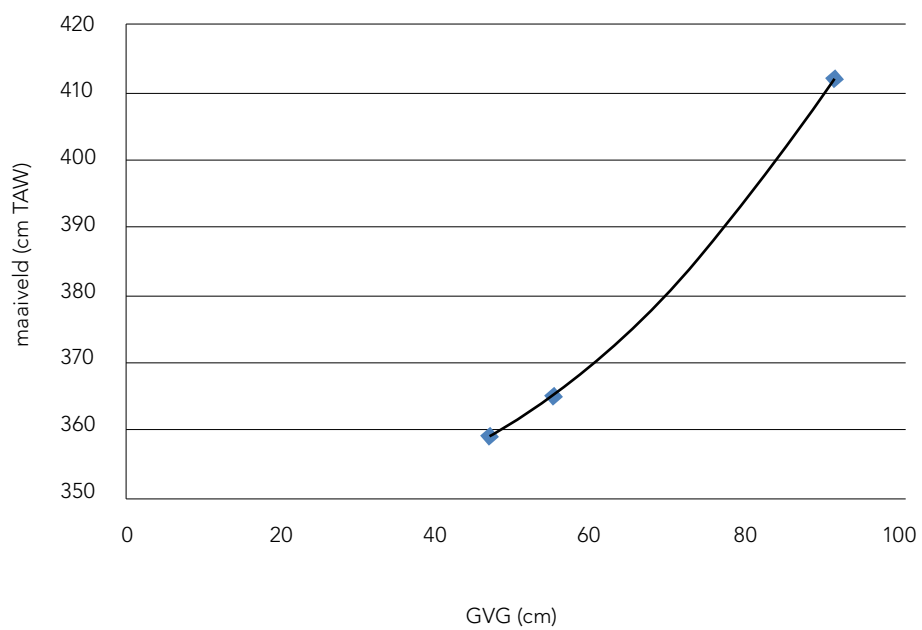
Buis 102299	47 cm
Buis 102302	55 cm
Buis 102303	91 cm



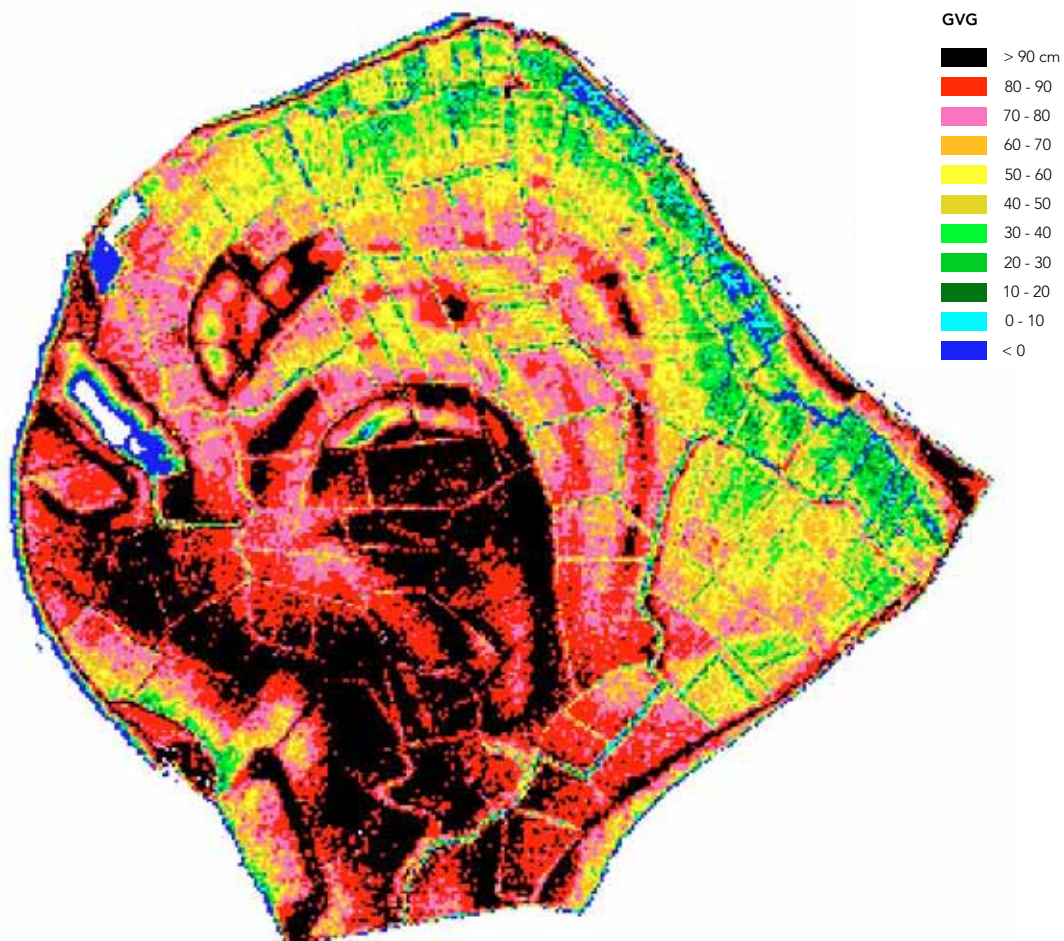
Figuur B2.3 Grondwatermeetpunten het in Denderbellebroek



Figuur B2.4 Stijghoogteverloop in de zomer van 2016 in drie meetbuizen in Denderbellebroek



Figuur B2.5 Verband tussen de maaiveldhoogte en de GVG

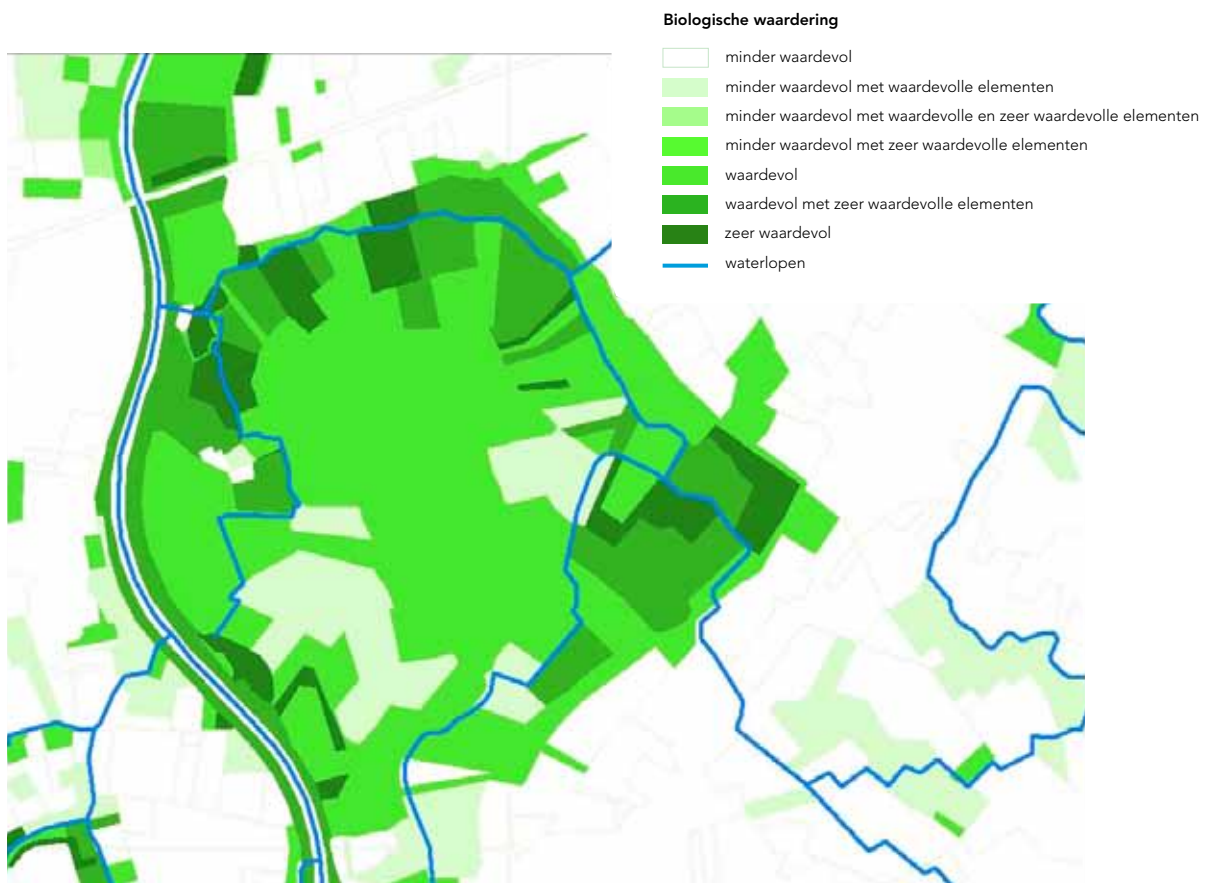


Figuur B2.6 GVG in het Denderbellebroek

Op grond van de hoogtekaart is een vlak dekkende GVG-kaart gemaakt. Daarvoor is aangenomen dat het drainageniveau in het hele natuurgebied door de grote dichtheid aan waterlopen weinig verschillen vertoont en dat er een verband is tussen de maaiveldhoogte en de GVG (figuur B1.5). De GVG staat in figuur B1.6.

In het noordoosten in de strook met zware klei is de GVG het hoogst, op de laagste delen rond de 0 cm, oplopend tot 40 cm. Volgens de berekeningen is dat ook de strook tot de Bandsloot waar een daling van 10 cm is opgetreden door de grondwaterwinningen. Het effect van de daling zal vooral in de zomer optreden als er geen aanvulling door het neerslagoverschot plaatsvindt en de aanvoer via de Bandsloot is afgenomen.

Ontwikkelingen maken dat de berekende grondwaterstands daling anders uitpakt. Zo is het gebied een retentie- of kombergingsgebied van de Dender. Bij hoog water op de Dender en wanneer het water door de getijdewerking niet onmiddellijk in de Schelde kan worden geloosd, komt het water het gebied binnen. Dit gebufferde water wordt dan tijdens laagwaterperiodes door middel van pompen vanuit het broek terug naar de Dender gepompt. Omdat de capaciteit onvoldoende is, is een uitwateringssluis gebouwd die bij eb vrij afwatert op de Dender.



Figuur B2.7. Biologische waarderingkaart voor het Denderbellebroek, versie 2 (De Saeger & Vriens 2003)



Figuur B2.8. Overstromingskaart van het Denderbellebroek bij het afslagpeil van het pompemaal (3,05 m T.A.W.)

Onderstaande tekst en de afbeeldingen zijn afkomstig uit het rapport over de effecten van de aanleg van de uitwateringssluis.

“Het behoud en de ontwikkeling van vegetaties in het Denderbellebroek is vooral afhankelijk van een gemiddelde hoge grondwaterstand (Vannieuwenhuysse et al. 1982; Aggenbach et al. 1998). Ook het behoud en de ontwikkeling van watervogelpopulaties is gekoppeld aan het behoud van natte graslanden met plas-drassituaties met seizoensgebonden fluctuaties van het waterpeil, in het bijzonder wat betreft de voedselbeschikbaarheid en de broedkansen (bv. Grutto, Wulp, Kievit, Smient, Watersnip, Kluut, Slobeend, Zomertaling, Gele kwikstaart) (Fog et al. 1982; Van der Winden et al. 1996).

Een mogelijke oplossing voor de knelpunten van wateroverlast is het realiseren van een uitwateringssluis, een regelbare schuif, met een drempelpeil van 2 m T.A.W., ter hoogte van het pompstation van het Denderbellebroek in de Dender.

Invloed op oppervlaktewater

Wanneer het Denderbellebroek tijdens periodes van (extreem) hoogwater toch gevuld wordt, stijgt het grondwater geleidelijk mee en daalt het weer naar de oorspronkelijke situatie wanneer het broek terug leeg is. Door de uitwateringssluis in gebruik te nemen, zullen niet alleen de peilen in het broek lager zijn, maar zal ook de uitwatering sneller verlopen in vergelijking met de uitwatering d.m.v. pompen. Na een paar dagen (bij terugkeerperiodes van 1 à 2 jaar) blijkt de evenwichtstoestand zich reeds hersteld te hebben t.o.v. de huidige situatie.

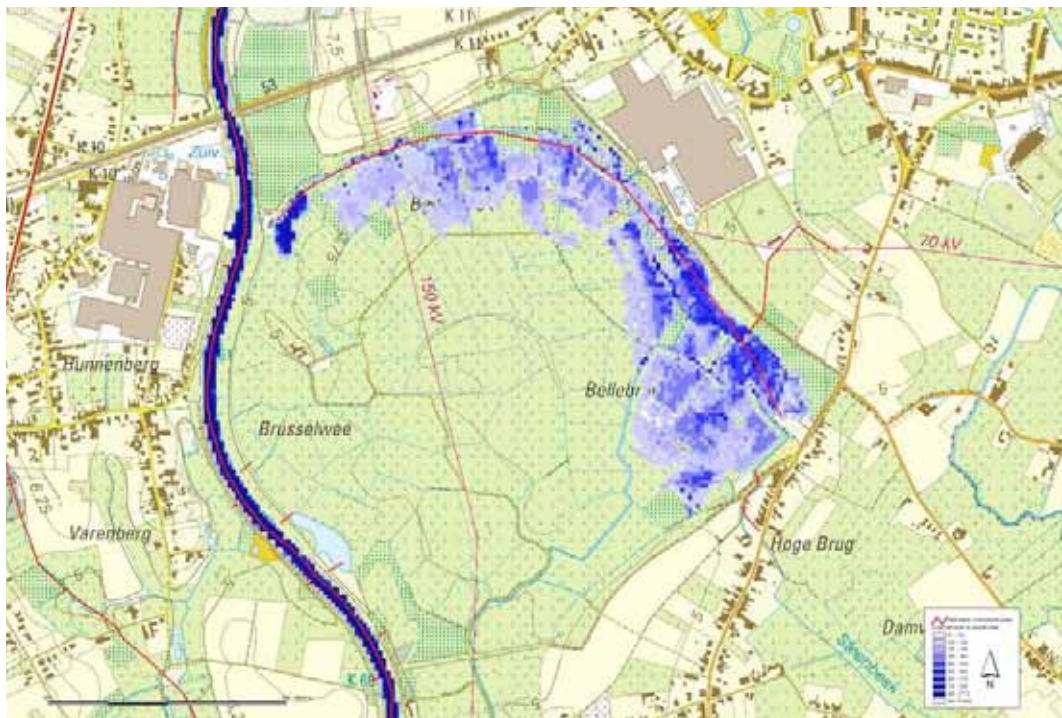
Invloed op grondwater

Aangezien de verblijftijd van het water in het Denderbellebroek korter is geworden, zou men kunnen veronderstellen dat de grondwateraanvullingen lager zijn en de oorspronkelijke evenwichtstoestand vlugger bereikt zou worden. Het tijdsverloop nodig voor het bereiken van een evenwichtstoestand bij grondwateraanvullingen is afhankelijk van de diepte van het grondwater en de hydraulische

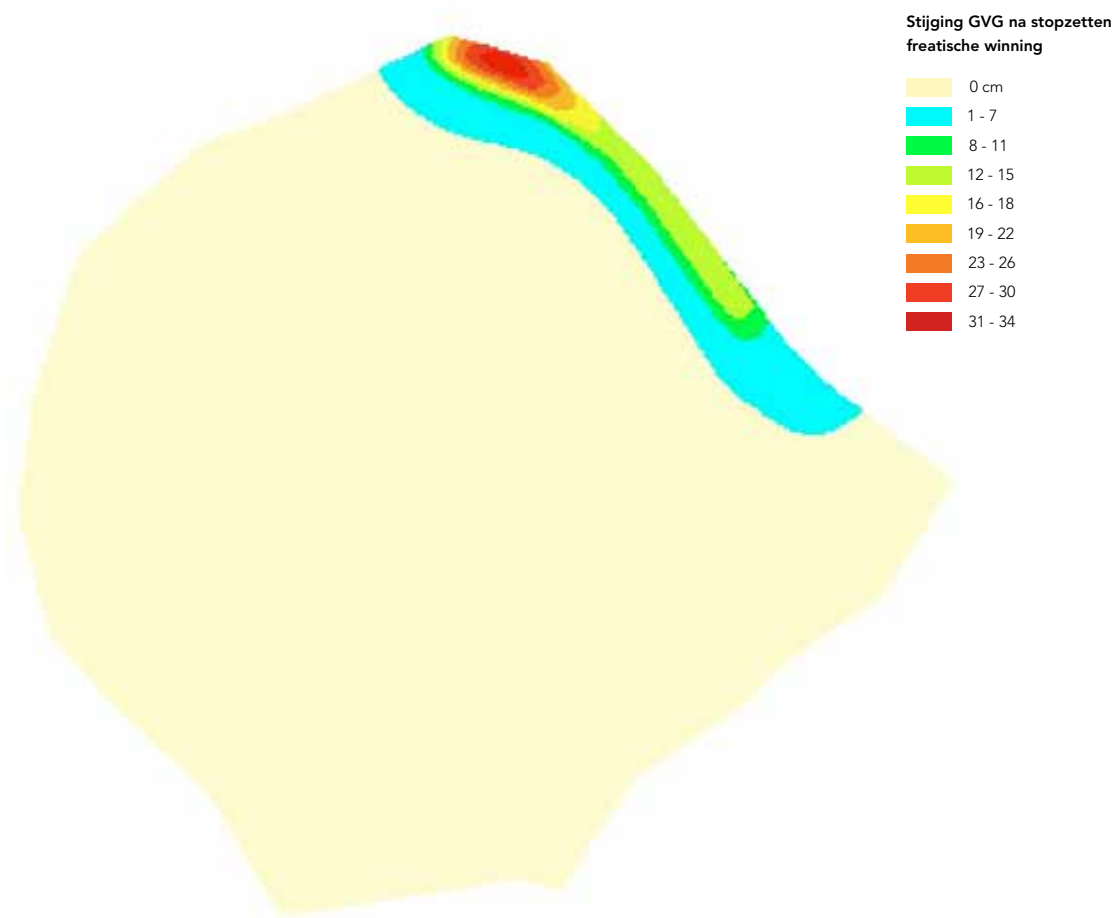
eigenschappen van de bodem (Bear 1979). Doordat in het gebied voornamelijk kleibodems aanwezig zijn met een lage hydraulische conductiviteit en het oppervlaktewaterpeil bij retourperioden van één jaar binnen de 48u tot de oorspronkelijke situatie hersteld wordt, kan men veronderstellen dat de grondwateraanvullingen hier geen effect zullen ondervinden van het inwerking treden van de uitwateringssluis (Batelaan & De Smedt 1996; Aubroek et al. 2001). De vallei van de Dender, waarvan het Denderbellebroek een illustratie is, heeft immers een lage tot gemiddelde grondwatervoeding, door de aanwezigheid van kleiige bodems en kwelgebieden (2,5 - 6 cm/jaar) (Batelaan & De Smedt 1996).

Zelfs indien de realisatie van een uitwateringssluis een eventuele tijdelijke mindere aanrijking van de grondwatertafel zou veroorzaken bij het evacueren van het Denderbellebroek heeft dit geen invloed op de gemiddelde hoge waterstanden (WLH 2004b). De impact op verdroging van het pompgemaal die ten behoeve van landbouwdoeleinden in het gebied aanwezig is, met een afslagpeil op 3,05 m T.A.W. (figuur 3), is vele malen groter dan het gebruik van een uitwateringssluis (figuur 4).

Het gebruik van een pompgemaal laat slechts nog een beperkt areaal aan overstroombare gebieden toe ten oosten van het broek, terwijl een uitwateringssluis overstromingen toelaat over de hele lengte van de waterloop. De realisatie van een uitwateringssluis biedt dus mogelijkheden om in de toekomst de natuureigenschappen te verhogen. Door een efficiëntere afwatering van het broek tussen twee tij pieken in, is de nood naar afwateringspompen ten behoeve van waterbeheersing minder acuut en zou er een aangepast (minder intensief) pompregime kunnen ingesteld worden. Toekomstige studies zouden kunnen uitwijzen wat de optimale grondwaterstanden zijn voor het beoogde natuurbeheer.



Figuur B2.9. Overstromingskaart van het Denderbellebroek bij het einde van een gravitaire lozing via een afwateringsschuif



Figuur B1.10. Verandering in de GVG bij stopzetting van de waterwinning uit het freatisch vlak.

Besluit

De tijdelijke grondwaterstijging, die de omliggende natuurgebieden ondervinden door water te bufferen in het Denderbellebroek, zal door het gebruik van de nieuwe uitwateringssluis verminderen. Uit het hydraulisch model voor de Dender blijkt immers dat het maximale waterpeil in het broek bij een gravitaire afwatering in combinatie met de afwatering via pompen lager ligt dan bij de afwatering via pompen alleen. Aangezien deze situatie slechts een paar dagen aanhoudt vooraleer een evenwichtstoestand weer bereikt wordt, wordt de impact op de natuurwaarden beschouwd als zijnde te verwaarlozen. Bovendien is er bij dreigende wateroverlast een efficiëntere afwatering mogelijk.”

Einde van de geciteerde tekst.

Conclusie

De effecten door de freatische winningen op de GVG strekken zich uit tot de Bandsloot en bedragen in die strook gemiddeld 10 cm. Niet uitgesloten kan worden dat een klein effect ook aan de zuidwestzijde nog merkbaar is. De GVG hangt ook samen met het beheer van het pompgemaal en de afwateringssluis.

Echter, de freatische grondwaterwinning is vervangen door diepere winningen (Rudi Daelmans, pers. mededeling). De in het verleden gebruikte 50 m diepe waterputten zijn inmiddels vervangen door 200 m diepe putten. Uitgangspunt is dat er nooit meer water onttrokken mag worden dan er bijvalt. Mocht er meer water nodig zijn dan wordt het aangevuld met leidingwater.’ Gezien de geohydrologische opbouw en de relatief kleine onttrekking is het onwaarschijnlijk dat deze winningen effect hebben op de GVG.

Bijlage 3

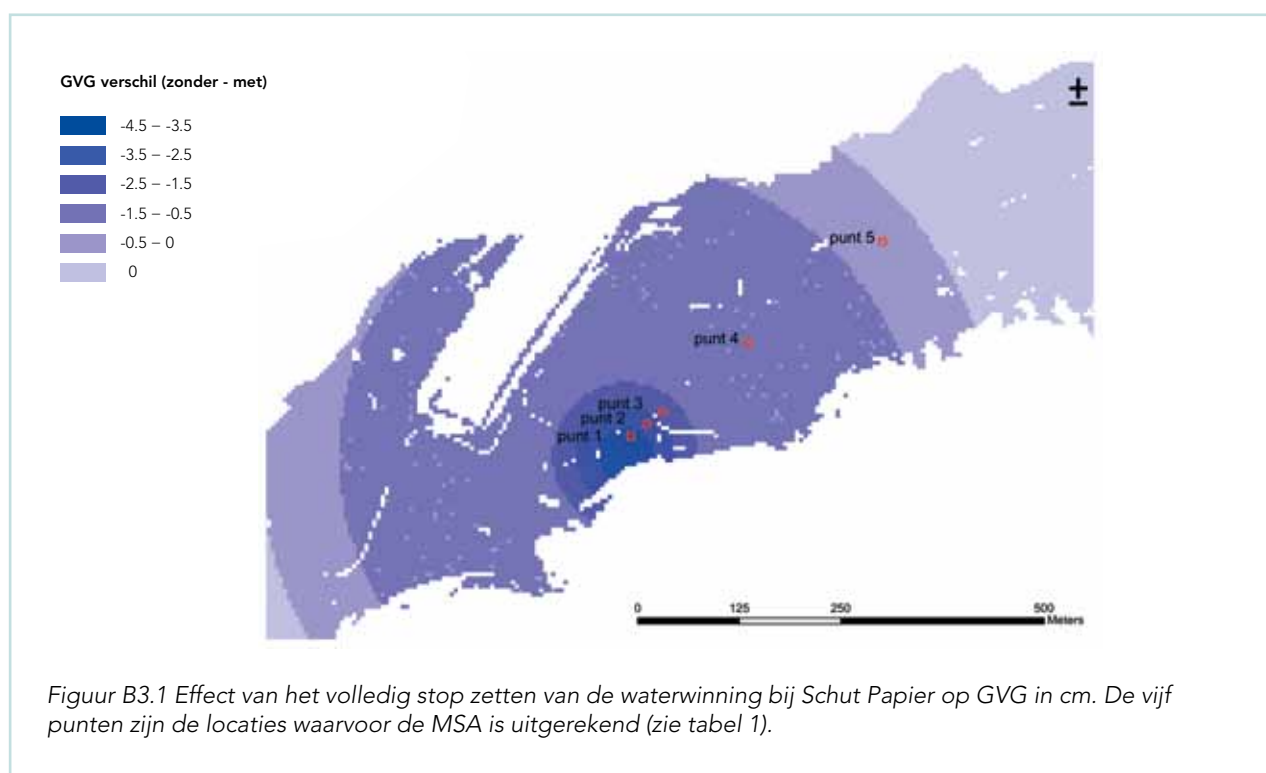
Wateronttrekking Schut Papier

Hier worden de resultaten gegeven voor verschillende mate van oppompen van water door de papierfabriek van Schut Papier uit zijn eigen bron bij de fabriek in het Heelsums beekdal. Het water wordt gewonnen uit een 80 meter diepe put en de winning bedroeg in 2013 95201 m³. De twee aanwezige putten op 60 m diepte worden bijna niet gebruikt en zijn daarom buiten beschouwing gelaten. Voor de productie van Valorise papier zal er minder water worden verbruikt en dus opgepompt. Het te verwachten effect hiervan op de natuur in de omgeving is onderzocht. Schut Papier gaat ongeveer 3,6% minder water verbruiken als gevolg van de verduurzaming.

Voor het effect van de verminderde winning is het van belang naar de bodem te kijken. Tussen de put en het oppervlak bevinden zich twee kleilagen in het zand, die het effect van verminderde winning dempen. Op de grondwaterstand en dus ook de hier gehanteerde voorjaargrondwaterstand is het effect zeer gering, zelfs in de directe omgeving van de bron. Naar schatting gaat het om een verschil van enkele millimeters, wat geen effect heeft op het voorkomen van plantensoorten en dus de MSA. Er is daarom alleen gekeken naar het huidige effect van oppompen. Om de MSA te bepalen wordt gekeken welke soorten er voor zouden komen onder de condities als er geen water wordt opgepompt. Van de soorten zijn responsies voor de GVG bekend (Wamelink et al. 2005, 2011). Voor de berekende GVG wordt

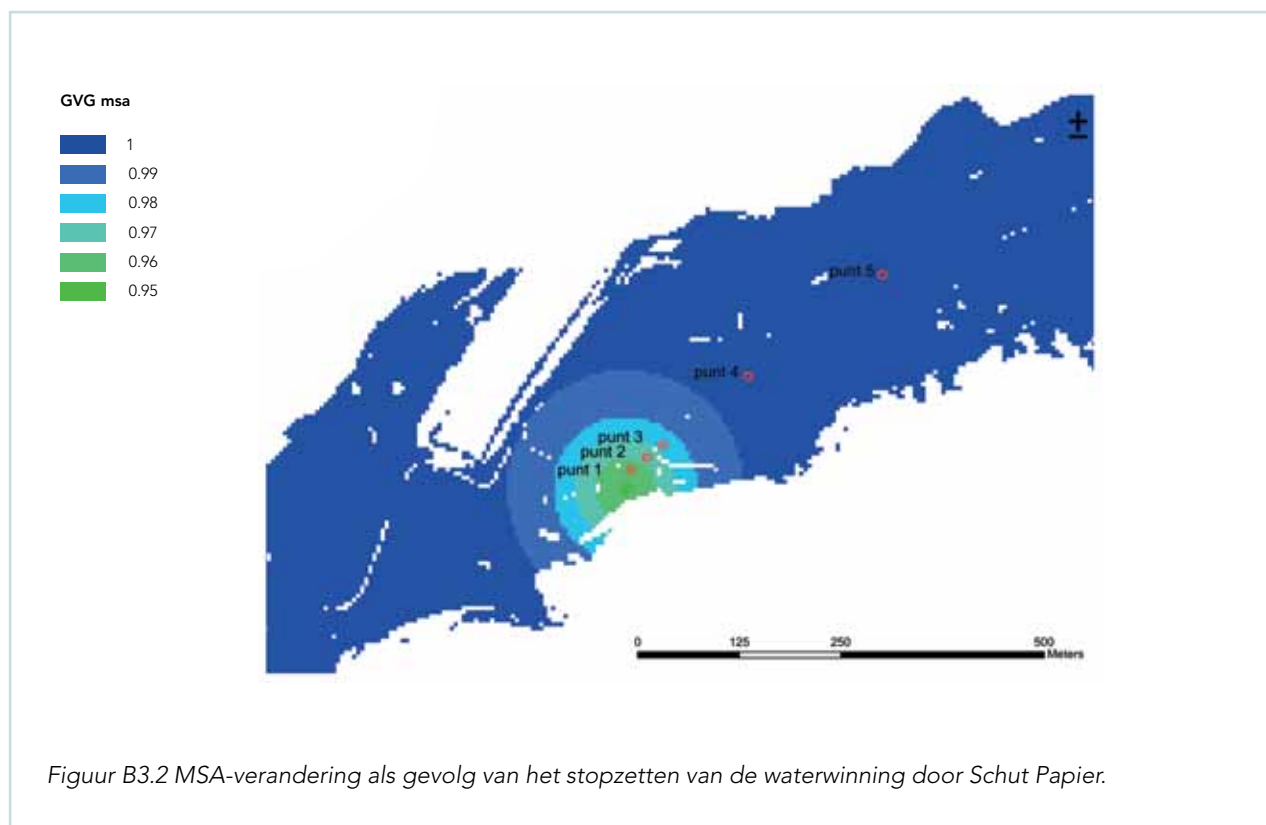
onderzocht welke soorten voor zouden kunnen komen op basis van 0-1 waarden; of de plantensoort er in principe voor kan komen of niet. Dit geeft een lijst met soorten voor de situatie zonder waterwinning, en een lijst met soorten met waterwinning, bijvoorbeeld de huidige situatie. Deze worden met elkaar vergeleken. Daarnaast wordt volgens de GLOBIO methode de MSA berekent waarbij het aantal soorten in de huidige situatie vergeleken wordt met het aantal soorten onder de nul situatie. De soortenset van de situatie zonder waterwinning wordt gebruikt als natuurlijke referentie (MSA = 1).

Figuur B3.1 laat het effect op de GVG zien. De effecten zijn klein en maximaal rond de 4 cm direct in de buurt van de winning (voor



punt	situatie	GVG (cm - mv)	Afstand (m)	# soorten	MSA soorten	# rode lijst soorten tov geen oppompen
1	huidig	39,05	35	712	0,96	110
	zonder oppompen	35,21		742		115
2	huidig	28,31	60	673	0,97	93
	zonder oppompen	25,30		696		97
3	huidig	48,89	90	833	0,98	130
	zonder oppompen	46,74		847		132
4	huidig	17,79	350	670	0,99	102
	zonder oppompen	17,29		674		103
5	huidig	22,74	460	692	1,00	101
	zonder oppompen	22,64		692		101

Tabel B3.1. Aantal soorten (inclusief rode lijst soorten), rode lijst soorten voor het al dan niet oppompen van grondwater door Schut Papier voor vijf punten op verschillende afstanden van de put (zie ook figuur 1). De gegeven afstanden zijn de afstanden vanaf de put tot aan de klassegrens.



berekeningen zie onder het kopje "berekeningen GVG" hieronder).

Voor vijf punten is de MSA uitgerekend om het potentiële effect op de plantendiversiteit vast te stellen (tabel B3.1). Dit is gebeurd voor alle soorten en voor rode lijst soorten. Zoals verwacht is ook bij het stoppen van de winning het effect gering en alleen groot direct rond de put. Volledig stopzetten van de winning zou het aantal soorten en aantal rode lijst soorten potentieel doen toenemen. Voor punt 4 is dit effect al nagenoeg weggeëbd en voor punt 5 wordt al geen verschil meer gevonden.

De ruimtelijke verandering als gevolg van de waterwinning van Schut Papier laat hetzelfde patroon zien als het verschil in de waterwinning (figuur B3.2). Het is daar dan ook direct aan gerelateerd. Voor dit specifieke gebied in het beekdal kon namelijk geen significant effect van de hoogte t.o.v. NAP op de MSA worden gevonden en die is daarom niet meegenomen

in de regressie om de MSA specifiek per grid uit te rekenen. Het effect van de winning is ook hier binnen 100 m al gering.

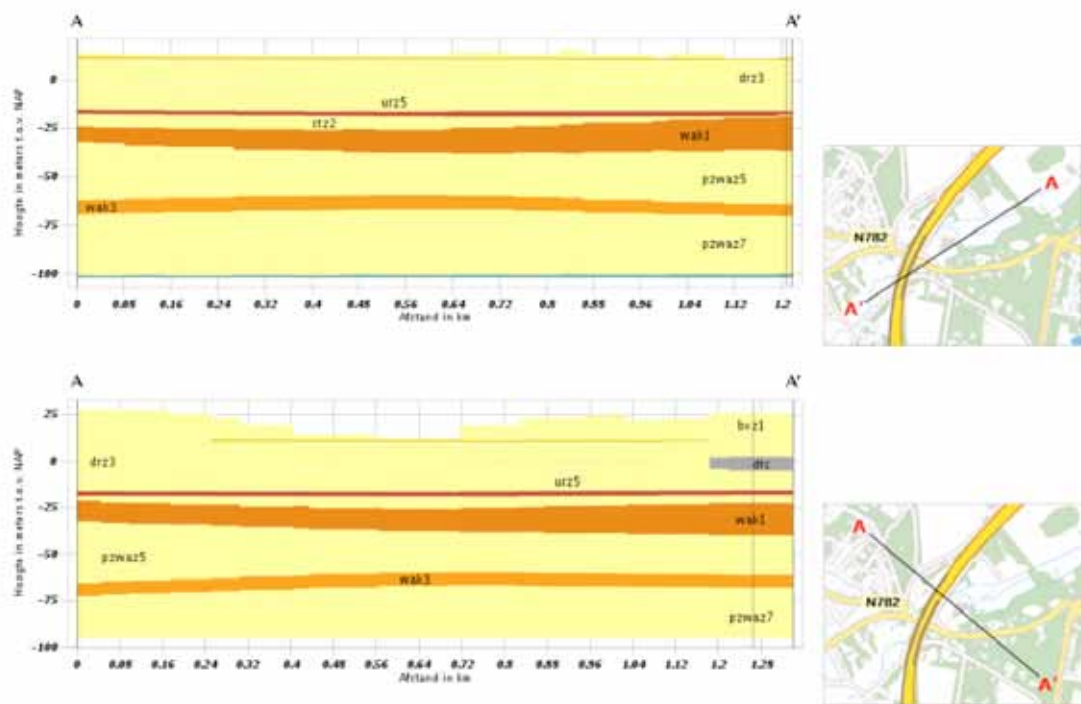
Eindconclusie. Hoewel op zich goed dat er minder water nodig is bij het productieproces bij Schut Papier, is de invloed hiervan nihil. Zelfs bij de put is het effect hoogstens enkele mm op de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand en niet meetbaar op de plantendiversiteit en de MSA. Zelfs het volledig stopzetten van de winning heeft alleen een effect in de directe nabijheid van de put, het effect is al gering binnen 100 m en verdwenen op 460 m van de put.

Berekening GVG

Van de drie bronnen/putten bij papierfabriek Schut in Heelsum wordt er normaliter één gebruikt. Gemiddeld wordt er 94615 m³ water per jaar opgepompt, iets ten zuidoosten van de fabriekshal (figuur B3.3). De winning vindt plaats onder een (tweede) kleilaag. In figuur B3.4 staan twee doorsneden, één in de lengte-



Figuur B3.3 Boringen rond papierfabriek Schut. Bij B40A0523 bevindt zich de diepe winning.



Figuur B3.4 Hydro-geologische doorsneden. De winning ligt in het midden van de transecten. De aanduidingen van de verschillende bodemlagen staan in tabel B3.2

Formatie	hoofdsoort	diepte (m)	kD (m ² /dag)	c (dagen)
Boxtel	zand		122	
Drenthe	zand	0 - 39	291	
Urk	zand		385	
Sterksel	zand		389	
Waalre	klei	39 - 50		595
Peize Waalre	zand	50 - 72	450	
Waalre	klei	72 - 79		50
Peize Waalre	zand	79 - 113	850	

Tabel B3.2 Opbouw en eigenschappen van de bodemlagen. De winning vindt plaats uit de diepste laag.

richting en één dwars op het beekdal. In tabel B3.2 staan de eigenschappen van de verschillende bodemlagen.

Om te bepalen wat de invloed is van de grondwaterwinning met regulier papier en bij gebruik van een ander basismateriaal (Valorise) is eerst gekeken wat er met de grondwaterpotentiaal onder scheidende laag gebeurt. Daarvoor is de vergelijking van Glee gebruikt. De afname van de potentiaal hangt samen met de afstand tot de winning, de weerstand van de lagen boven de winning en het doorlaatvermogen van de laag waar de winning uit plaatsvindt. Een grote weerstand en een groot doorlaatvermogen zorgen ervoor dat het water vrijwel uitsluitend uit de laag afkomstig waaruit gepompt wordt.

Uit de weerstand van de alle bovenliggende lagen, die hier op 700 dagen is geschat, en de afname van de diepe potentiaal is de verandering in (diepe) verticale flux (kwel/wegzijging) berekend. In tabel B3.3 staat de verandering in (diepe) potentiaal en de verandering in kwel/wegzijging en op verschillende afstanden van de put, voor zowel de reguliere winning als

voor de kleinere winning voor Valorise. De verschillen tussen Reguliere winning en Valorise zijn erg klein.

Aan het maaiveld is gekeken welke weerstand de stroming naar ontwateringsmiddelen ondervindt. Een grote weerstand betekent een moeizame ontwatering waardoor de grondwaterstand hoger is dan bij een kleine weerstand. De weerstand is afhankelijk van de doorlatendheid van de bovengrond en het aantal en de omvang van de sloten, beken en greppels. Rond de winning is de doorlatendheid goed en zijn er betrekkelijk veel greppels (om de kwel het smalle beekdal met de steile oevers af te voeren). Hier is voor de plek rond de papierfabriek de drainageweerstand (150 dagen) uit het NHI (Nationaal Hydrologisch Instrumentarium) gebruikt. Uit de verandering in kwel/wegzijging is de daling van de freatische grondwaterstand berekend. In figuur 3 staan de veranderingen voor de Regulier en Valorise winningen. De verschillen beide winningen zijn minimaal. Wanneer de winningen volledig worden gestopt zal dichtbij de put de waterstand met een paar centimeter stijgen, op 600 m afstand is dat nog maar 0,5 cm.

	Afstand tot de winning (m)						
	10	50	100	300	600	900	1500
Afname diepe potentiaal (m)							
Regulier	0,213	0,135	0,102	0,052	0,026	0,014	0,005
Valorise	0,205	0,130	0,098	0,050	0,025	0,014	0,005
Verandering kwel/wegzijging (mm/dg)							
Regulier	0,304	0,193	0,145	0,074	0,037	0,020	0,007
Valorise	0,293	0,186	0,140	0,072	0,036	0,020	0,007

Tabel B3.3 Afname van de diepe potentiaal (m) en verandering van de diepe kwel/wegzijging bij Reguliere waterwinning en winning t.b.v. Valorise

Bijlage 4
Karakterisering volgens
ReCiPe 2016

Vanwege onvoldoende gegevens is alleen de schade aan de biodiversiteit berekend als gevolg van klimaatverandering en landgebruik. De karakterisatiefactoren voor klimaatverandering (CFCC) voor het terrestrische (terr) en voor het aquatische (aq) ecosysteem zijn weergegeven in tabel B4.1. In de analyse werd uitgegaan van een tijdhorizon van 100 jaar. De berekening is als volgt. De totale emissie van broeikasgassen (GHG, green house gases) wordt per case of bedrijf voor een scenario omgerekend naar CO₂ equivalenten. Vervolgens wordt dit getal vermenigvuldigd met de som van CFCC terr en CFCC aq.

Het verlies van biodiversiteit als gevolg van landgebruik (CFLU_{tot} in soorten·jaar per m²) is een samengestelde karakterisatiefactor die landbezetting en herstel over 20 jaar combineert in tabel B4.2. ReCiPe 2016 onderscheidt zes verschillende typen landgebruik.

tijd horizon (jr)	20	100	1000
CFCC _{terr}	$5,32 \cdot 10^{-10}$	$2,80 \cdot 10^{-9}$	$2,50 \cdot 10^{-8}$
CFCC _{aq}	$1,45 \cdot 10^{-14}$	$7,65 \cdot 10^{-14}$	$6,82 \cdot 10^{-13}$

Tabel B4.1 Karakterisatiefactoren in soorten·jaar per kg CO₂ volgens RIVM rapport Huijbregts et al. (2016).

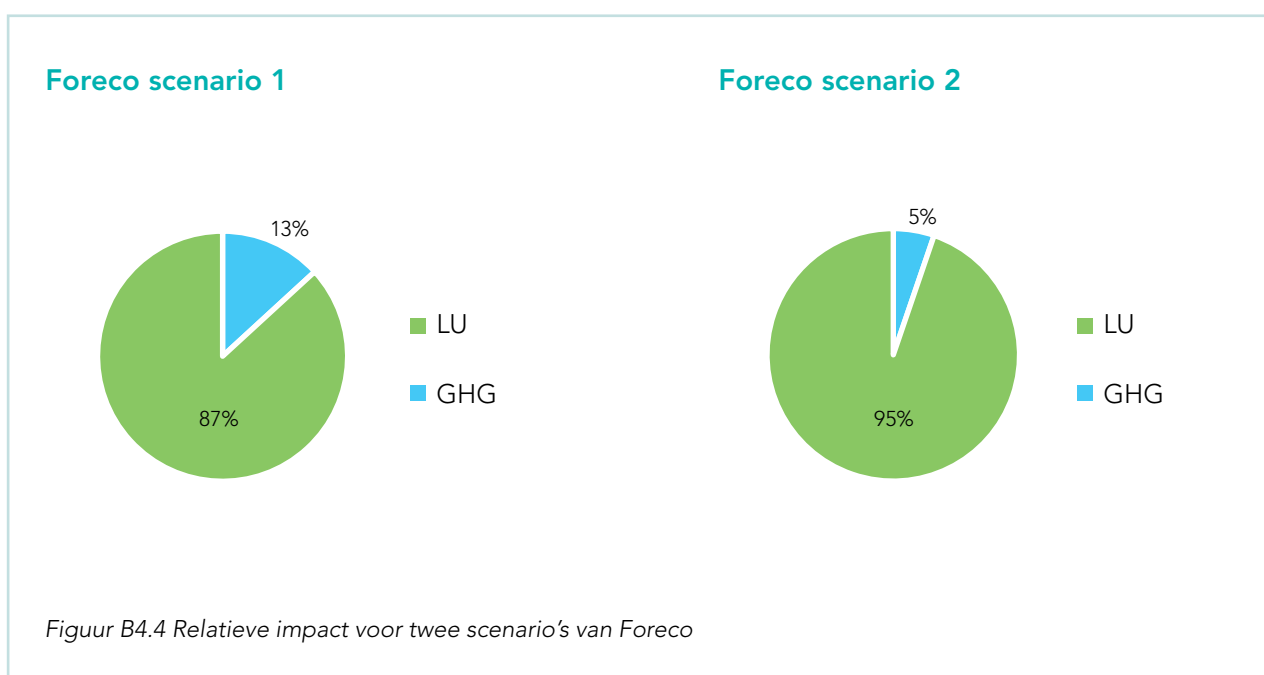
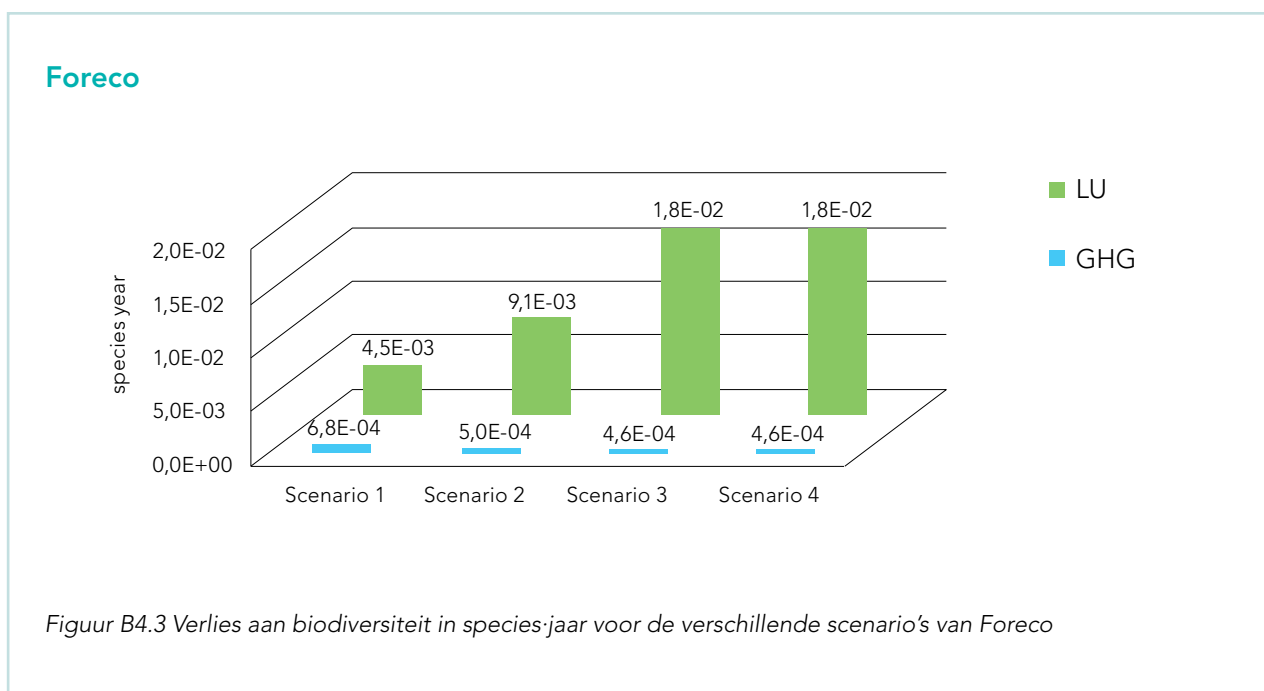
CFLU tot in species · year · m ⁻²	
Used forest	$4.92 \cdot 10^{-9}$
Pasture & meadow	$9.02 \cdot 10^{-9}$
Annual crops	$1.64 \cdot 10^{-8}$
Permanent crops	$1.15 \cdot 10^{-8}$
Mosaic agriculture	$5.41 \cdot 10^{-9}$
Artificial areas	$1.20 \cdot 10^{-8}$

Tabel B4.2 Karakterisatiefactoren in soorten·jaar per m² landgebruik in een jaar voor verschillende typen landgebruik volgens RIVM rapport Huijbregts et al. (2016). Het aantal m² landgebruik per case (scenario) van een bedrijf wordt vermenigvuldigd met het relevante type landgebruik uit tabel A2.

Foreco

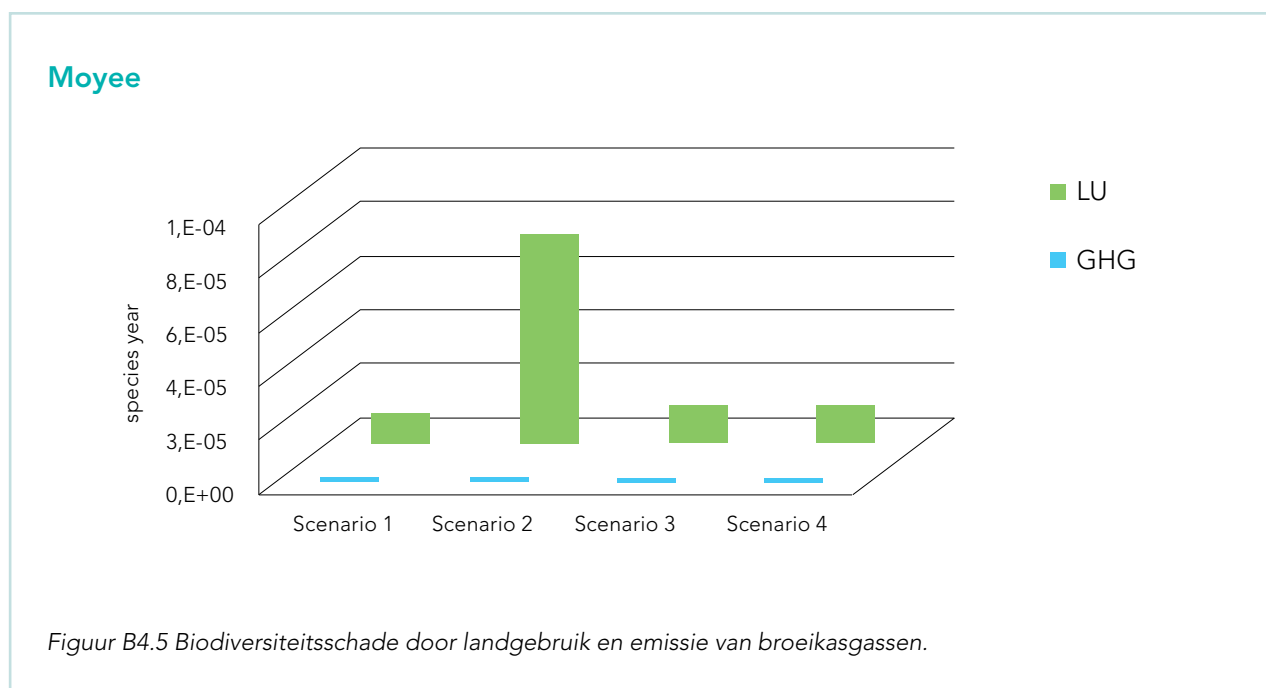
Er is wat betreft landgebruik LU, type 'used forests' een verschil tussen de 0-meting (scenario 1) en de alternatieven scenario 2, 3 en 4 die in toenemende mate ongunstiger uitvallen. Schade (in soorten-jaar) door broeikasgasemissie neemt juist af van 6,8 naar 5,0 en 4,6 ($\times 10^{-4}$) maar is klein t.o.v. landgebruik (zie figuur B4.3 en figuur B4.4).

De uitkomsten worden tevens weergegeven door figuur A 2 waarin het relatieve verschil tussen GHG en LU in scenario 1 en 2 duidelijk wordt. De bijdrage van broeikasgassen voor scenario 3 en 4 is minder dan 5 % en wordt niet in een taartdiagram getoond.



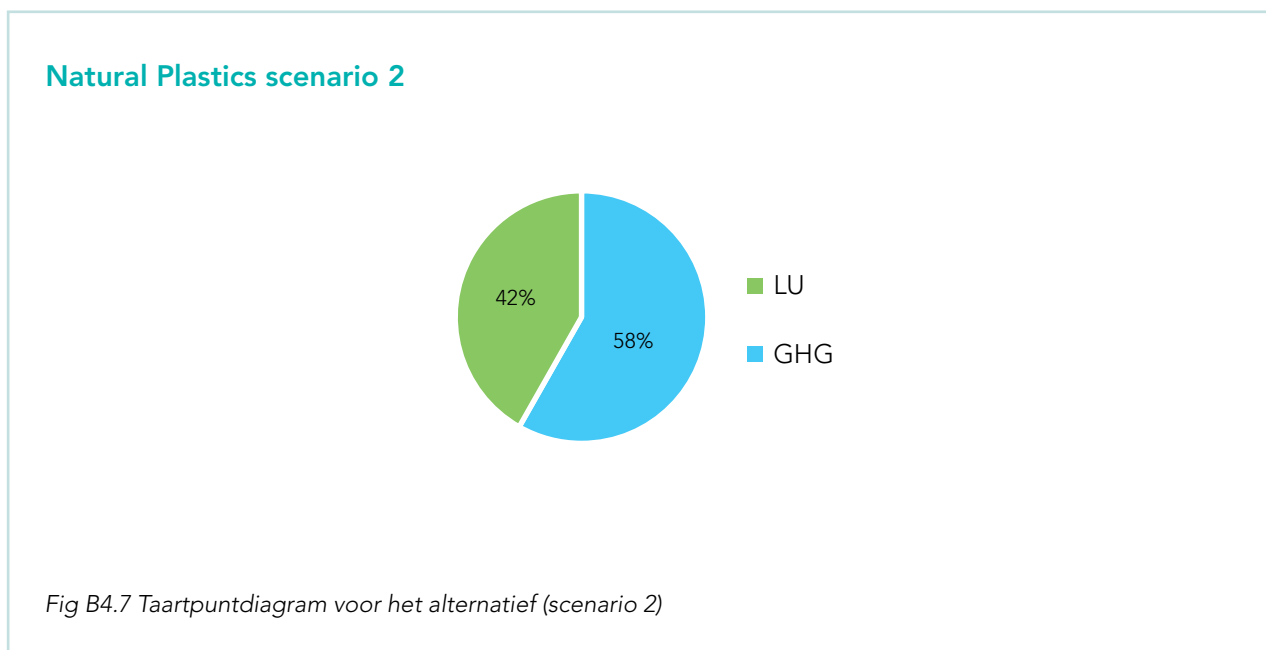
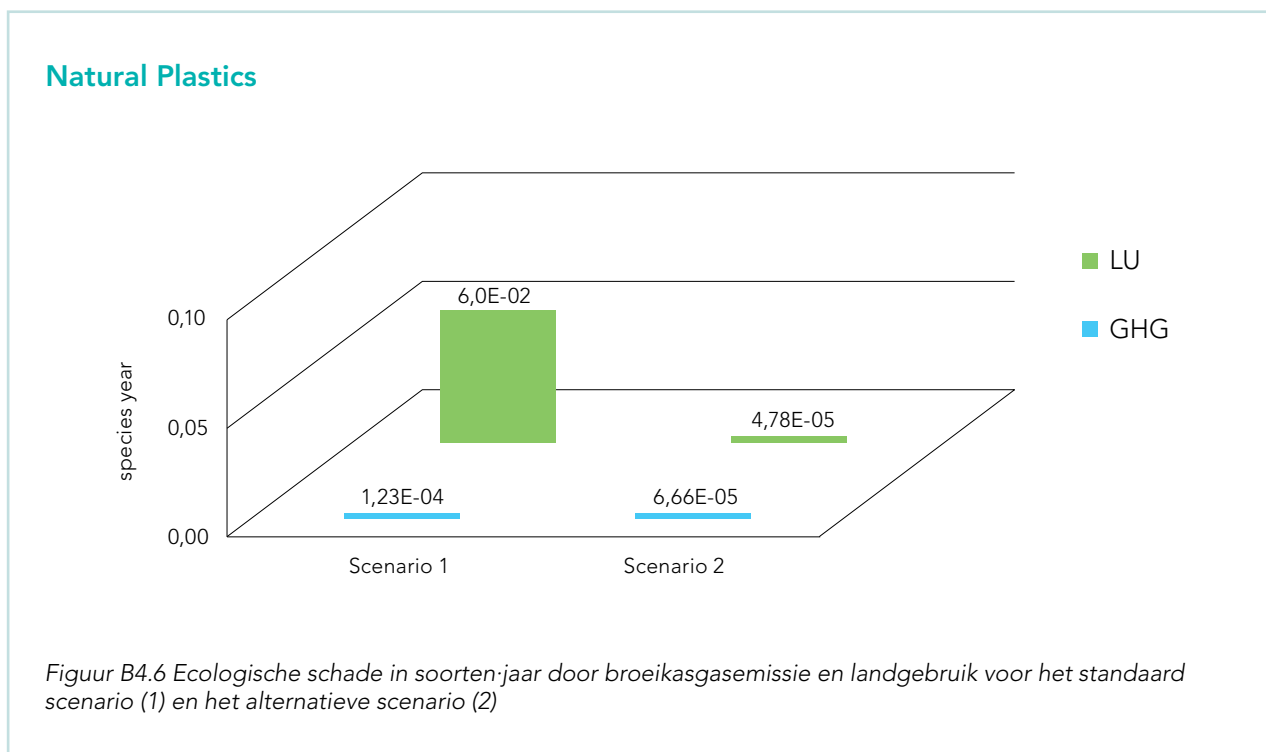
Moyee

Voor Moyee werden naast de scenario 1 (0-meting) nog 3 scenario's berekend (figuur B4.5). Scenario 2 is duidelijk een verslechtering. De andere scenario's wijken nagenoeg niet af van scenario 1 (0-meting). Taartpunctdiagrammen worden niet gegeven omdat landgebruik geheel domineert in alle scenario's.



Natural Plastics

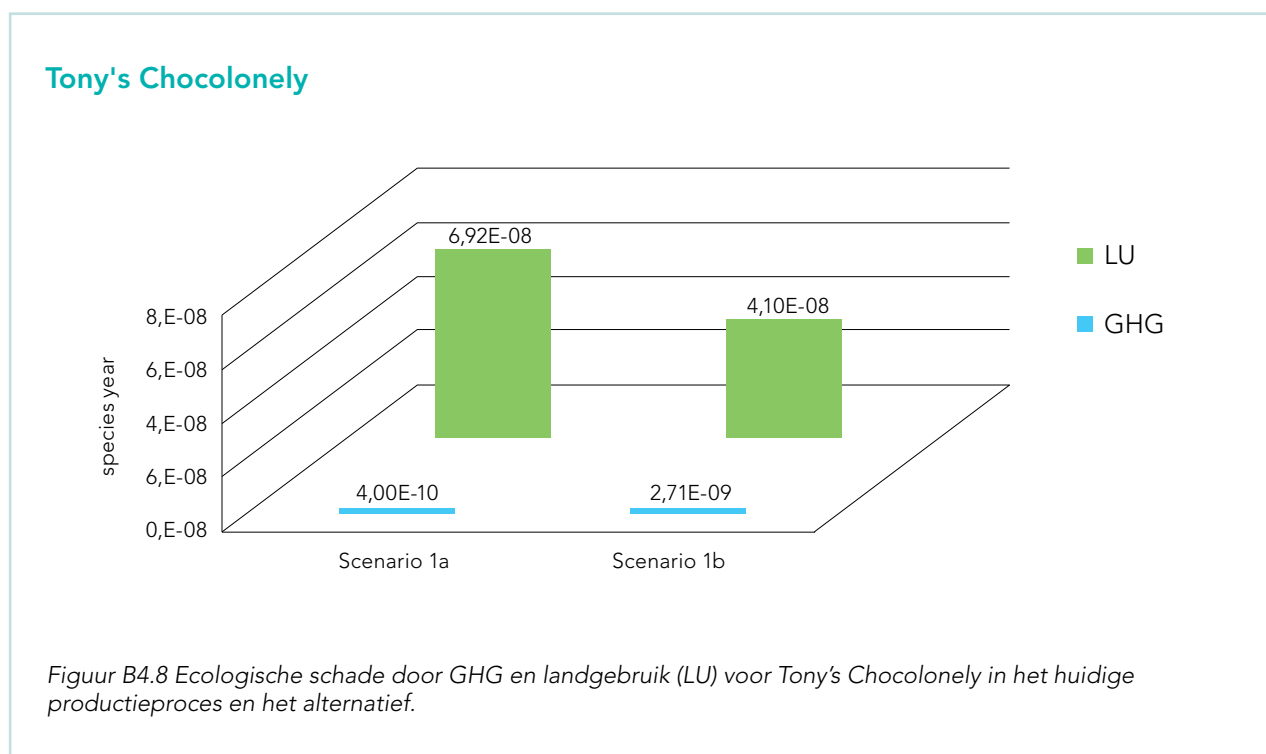
Het alternatief (scenario 2) reduceert, vergeleken met scenario 1 (0-meting), de ecologische schade a.g.v. landgebruik met bijna 100 % (figuur B4.6). Alleen voor scenario 2 wordt een taartdiagram gegeven (figuur B4.7) omdat bij de 0-meting landgebruik de ecologische schade door broeikasgassen geheel domineert. Bij het alternatief daarentegen blijkt de schade door broeikasgassen groter dan veroorzaakt door landgebruik.



Tony's Choclonely

Het alternatieve scenario is globaal een verbetering (scenario 2 in Fig B4.8) omdat ecologische schade door landgebruik significant afneemt terwijl die door broeikasgasemissie een factor 4 toeneemt.

Taartpuntdiagrammen worden niet gegeven omdat ze weinig toevoegen: landgebruik domineert, hoewel in scenario 2 het aandeel door klimaateffecten nog wel 6,6 % bedraagt.



Schut Papier

In deze case veroorzaken landgebruik en emissie van broeikasgassen ongeveer dezelfde ecologische schade (figuur B4.9, zie ook figuur B4.10). Het alternatief (scenario 2) geeft minder biodiversiteitsverlies, vooral door verlaging van landgebruik.

