
Nieuw bos voor klimaat en biodiversiteit



Marijn Nijssen¹, Wouter Delforterie² & Tim Termaat²

1 Stichting Bargerveen

2 Bosgroep Midden Nederland

Dit onderzoek is gefinancierd door het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Voedselkwaliteit (project nummer BO-00.00-000-000.00).



Hier komt een disclaimer

© 2021 Wageningen Environmental Research (an institute under the auspices of the Stichting Wageningen Research), P.O. Box 47, 6700 AA Wageningen, The Netherlands, T +31 (0)317 48 07 00, www.wur.nl/environmental-research. Wageningen Environmental Research is part of Wageningen University & Research.

- Acquisition, duplication and transmission of this publication is permitted with clear acknowledgement of the source.
- Acquisition, duplication and transmission is not permitted for commercial purposes and/or monetary gain.
- Acquisition, duplication and transmission is not permitted of any parts of this publication for which the copyrights clearly rest with other parties and/or are reserved.

Wageningen Environmental Research assumes no liability for any losses resulting from the use of the research results or recommendations in this report.

Photo cover: © Jaap Bouwman

Inhoud

Inhoud	3	
Samenvatting		6
1	Achtergrond en doel	7
	1.1 Aanleiding voor dit project	7
	1.2 De keuze voor kruiden- en faunarijke graslanden	7
	1.3 Onderzoeksdoel en -vragen	8
	1.4 Onderzoeksaanpak	8
	1.5 Inbedding onderzoek en samenwerking	9
2	Methode en opzet	10
	2.1 Indeling in landschapstypen	10
	2.2 Bosgemeenschappen en vervangingsgemeenschappen	10
	2.3 Berekening koolstofvastlegging	10
	2.3.1 Berekening CO ₂ opslag bossen	11
	2.3.2 Berekening CO ₂ vastlegging in de bodem	12
	2.3.3 Berekening CO ₂ vastlegging in graslanden	12
	2.4 Effecten op biodiversiteit	13
3	Resultaat	14
	3.1 Berekening koolstofvastlegging per landschap	14
	3.1.1 Rijke, regenwatergevoede zandgronden	14
	3.1.2 Laagveen en klei op veen	15
	3.1.3 Beekdalgronden	17
	3.1.4 Arme, regenwatergevoede zandgronden (droog)	18
	3.1.5 Binnendijkse lichte zeekleigronden	19
	3.1.6 Buitendijkse riviergronden	20
	3.1.7 Arme, regenwatergevoede zandgronden (vochtig)	21
	3.1.8 Conclusies CO ₂ opslag bij bos- en natuurontwikkeling binnen NNN	22
	3.2 Effecten op biodiversiteit	24
	3.2.1 Biodiversiteit in graslanden en bossen	24
	3.2.2 Biodiversiteitswinst bij omvorming	25
	3.2.3 Conclusies effecten biodiversiteit bij omvorming binnen NNN	29
4	Afwegingskader ontwikkeling nieuw bos	31
	4.1.1 Algemene opzet afwegingskader	31
	4.1.2 Klimaat als keuzefactor	32
	4.1.3 Biodiversiteit als keuzefactor	32
	4.2 Stappenplan afwegingskader	33
5	Uitwerking voorbeeldgebied	37
	5.1 Inleiding	37
	5.2 Uitwerking	37
	5.2.1 Stappen in het afwegingskader	37
	5.3 Resultaat voor klimaat en biodiversiteit	40
6	Literatuur	43

Annex 1. 44

Annex 2 45

Samenvatting

- In de Bossenstrategie is de ambitie opgenomen om 37.000 ha extra bos te realiseren. Ongeveer 15.000 hectare hiervan is binnen het Nationaal Natuurnetwerk (NNN) gepland. Met name Kruiden- en faunairijk grasland (N12.02) en nog in te richten agrarische gebieden (N.00.01) komen hiervoor in aanmerking; deze hebben een groot oppervlak en hebben momenteel vaak een geringe ecologische waarde.
- In totaal is er 113.786 ha aan N12.02 en N00.01 in het NNN aanwezig. Ambities voor klimaatbossen binnen NNN worden al gehaald als ongeveer 13% van de open vegetaties worden omgevormd tot bos. Dit percentage is geen doel op zichzelf, maar geeft een handvat over de mate waarin bosontwikkeling gemiddeld over Nederland gewenst is om de ambities in de Bossenstrategie waar te maken.
- De meeste CO₂ per hectare wordt vastgelegd in bos op binnendijkse lichte zeelei, buitendijkse riviergronden en rijke regenwatergevoede zandgronden; hier is de meerwaarde van bosontwikkeling ten opzichte van open vegetaties het grootst. Ook in laagveen kan veel CO₂ worden vastgelegd, maar hier is het verschil in vastlegging tussen bossen en open gemeenschappen klein. In de beekdalen wordt het minste CO₂ vastgelegd met bossen.
- Winst in biodiversiteit bij omzetting van N00.01 en N12.02 naar goed ontwikkelde gemeenschappen verschilt niet tussen de landschapstypen, maar (inter)nationaal zijn goed ontwikkelde Rivier- en beekbegeleidende bossen, hoogveen- en laagveenbossen, droog schraalland en vochtige hooilanden schaars, en dus belangrijk om te herstellen.
- Zowel voor vastlegging van CO₂ als voor biodiversiteitswinst is het omvormen van N00.01 of matig ontwikkeld N12.02 naar een goed ontwikkelde bosgemeenschap het meest efficiënt. Omvorming naar goed ontwikkelde open gemeenschappen (droog schraalland of vochtig hooiland) is voor de biodiversiteit altijd gunstig, maar levert alleen in natte gebieden ook een grote meerwaarde voor CO₂ vastlegging. Het ontwikkelen van matig tot redelijk ontwikkelde N12.02 vanuit N00.01 levert voor zowel klimaat als biodiversiteit relatief weinig winst op.
- Het omvormen van al goed ontwikkeld N12.02 levert discrepanties op: omvorming naar een hogere kwaliteit grasland kent veel biodiversiteitswinst, maar weinig klimaatwinst en ontwikkeling naar matig ontwikkelde bosvegetaties levert juist veel klimaatwinst, maar weinig winst voor biodiversiteit.
- Op basis van de effecten op vastlegging van CO₂ en biodiversiteit is een afwegingskader gemaakt voor ontwikkeling van nieuwe bossen voor klimaat en biodiversiteit. Hierbij wordt een top-down benadering voorgesteld:
 - Provincie/Regio: in welke landschapstypen binnen de provincie of regio valt relatief veel winst voor klimaat én biodiversiteit te halen?
 - Landschap: hoe open of gesloten moet een landschap zijn voor het behalen van provinciale/regionale beheerdoelen?
 - Gebied: wat is de functie van de nieuwe bossen en open vervangingsgemeenschappen in het gebied; uitbreiding leefgebied, verbinding van leefgebieden of versterking van het mozaïeklandschap?
 - Perceel: welke percelen in het gebied kennen de meest gunstige condities voor ontwikkeling van graslanden of juist voor bos?

1 Achtergrond en doel

1.1 Aanleiding voor dit project

Uitbreiding van bosareaal is een van de speerpunten in het huidige klimaatbeleid. In de Hoofdpijnen Bossenstrategie is de ambitie opgenomen om 10% meer bos te realiseren, wat neerkomt op een toename van ±37.000 hectare bos. Hiervan is ±15.000 hectare bos binnen het huidige en nog te ontwikkelen Nationaal Natuurnetwerk (NNN) gepland. De overige ±22.000 ha is gepland buiten het NNN, indien mogelijk in combinatie met andere functies zoals woningbouw (IPO/MinLNV, 2020). Binnen nog te realiseren NNN wordt het aanleggen van bos in combinatie met andere natuurtypen als belangrijke mogelijkheid gezien, met name in korte vegetaties van het type N12.02 (Kruiden- en faunarijke grasland).

Het draagvlak voor omvorming van deze graslanden naar bos verschilt echter tussen partijen, zowel bij provincies als bij terreinbeherende organisaties (TBO's). Zo streeft provincie Brabant naar de aanleg van 8.000 ha extra bos in het Natuurnetwerk Brabant (NNB), waarvan 5.000 ha op het beheertype kruidenrijk grasland en de overige 3.000 ha in reeds gepland bos dat nog niet gerealiseerd is (Provincie Brabant 2020). Staatsbosbeheer ziet hiervoor serieuze mogelijkheden en heeft de ambitie van 5.000 ha nieuw bos binnen het huidige beheerareaal. Andere TBO's in Noord-Brabant staan echter niet onverdeeld positief tegenover het idee van bosaanleg in graslanden binnen het NNN. Een belangrijk discussiepunt is de vraag wat de gevolgen zijn voor de biodiversiteit wanneer de keuze voor bos wordt gemaakt in plaats van kruidenrijk grasland. Enerzijds speelt hier het belang van deze graslanden voor het behalen van beheerdoelstellingen van open vegetatietypen in combinatie met een negatieve beeldvorming rond nieuw bos ('plantages', weinig biodiversiteit). Anderzijds speelt de vraag welke bijdrage slim vormgegeven en ingericht bos op de langere termijn kan leveren aan de biodiversiteitsopgave voor soorten van bossen als ook voor soorten die de overgangen tussen of combinaties van bos en open landschap nodig hebben.

Zowel de mate waarin klimaatdoelen met de aanleg van deze bossen behaald kunnen worden als de potentie van deze bossen om een bijdrage te leveren aan herstel en duurzame instandhouding van biodiversiteit is onbekend. Dit project betreft een verkenning van de klimaat- en biodiversiteitseffecten van bosaanleg als alternatieve inrichtingsvariant binnen de NNN.

1.2 De keuze voor kruiden- en faunarijke graslanden

Reden om voor de ontwikkeling van nieuw bos de aandacht te richten op kruiden- en faunarijke graslanden (N12.02) is dat deze een groot areaal omvatten binnen het NNN, waarvan de ecologische kwaliteit van veel van deze graslanden momenteel gering is. Het betreft graslanden op vochtige tot droge bodems met een (matig) voedselrijk karakter die niet tot soortenrijke schraallanden, glanshaverhooiland, vochtig hooiland of zilt grasland en overstromingsgrasland behoren. Bij een goede kwaliteit kennen N12.02 graslanden een variatie in structuur (ruigte en plaatselijk struweel, hogere en lage vegetatie) en een kruidenrijke graslandbegroeiing. Alleen dan zijn deze gevarieerde graslanden ook rijk aan kleine fauna. De kwaliteit wordt via SNL richtlijnen bepaald aan de hand van zowel structuurkenmerken, soortensamenstelling als de oppervlakte en connectiviteit met andere soortenrijke graslanden. De ecologische kwaliteit van het grasland is volgens SNL normen al goed wanneer er minimaal 6 doelsoorten voorkomen, zoals Bruin Zandoogje, Hooibeestje, Echte koekoeksbloem en Gewone margriet (BIJ12.nl). Op dit moment verkeert echter het grootste deel van het areaal in een structuur- en soortenarme fase met dominantie van Gestreepte witbol en/of Gewoon struisgras en is ook voor fauna van gering belang. De kwaliteit kan soms sterk worden verbeterd door intensieve beheeringrepen zoals tijdelijk akkerbeheer of herhaaldelijk frezen van de bodem (zwarte braak), in combinatie met het inbrengen van zaden van doelsoorten, nectar- en waardplanten. Door te

werken met sinusbeheer (gefaseerd maaien in onregelmatig gevormde stroken) of niet te intensieve begrazing kan de structuurvariatie in de gras- en kruidlaag worden verbeterd. Deze maatregelen hebben met name op voormalige akkers binnen enkele jaren een positief effect op de ecologische kwaliteit, maar de ontwikkeling op lange termijn voor deze graslanden is onduidelijk. Op voormalige graslanden en percelen met veel organisch stof en fosfaat in de bodem zijn de positieve resultaten van deze maatregelen slechts kort durend of geheel afwezig (Dorland *et al.* 2019). Ook bij het delen van de praktische kennis en ervaring bij beheerders is de conclusie dat het met regulier instandhoudingsbeheer op veel percelen heel lastig is om een goede kwaliteit te bereiken, omdat te veel percelen blijven steken in een grassen-stadium (Bosgroepen.nl).

1.3 Onderzoeksdoel en -vragen

Doel van dit project is inzichtelijk maken van de mogelijkheden voor meer bosaanleg binnen de nog in te richten natuur van het NNN met een meerwaarde voor biodiversiteit én klimaat (vastleggen CO₂ en bijdragen aan klimaatadaptatie). Vanuit de praktijk bekeken is de hoofdvraag:

Kan een strategische ontwikkeling van nieuwe bossen in combinatie met kruidenrijke graslanden van goede kwaliteit leiden tot een gevarieerd, klimaatbestendig landschap met hoge biodiversiteit?

Om dit te onderzoeken en om de belangrijkste draaiknoppen voor aanleg en beheer van deze landschappen te achterhalen, zijn de volgende onderzoeksvragen opgesteld:

1. In welke landschapstypen liggen NNN gebieden die nog ingericht moeten worden (N00.01) en waar liggen de kruiden- en faunarijke graslanden in de bestaande NNN?
2. Waar in de NNN is recentelijk (vanaf 2000) al nieuw bos aangelegd, of is bos spontaan ontstaan?
3. Welke bosgemeenschappen kunnen in deze landschapstypen gerealiseerd worden?
4. Wat is de bijdrage aan biodiversiteit van deze bosgemeenschappen?
5. Welke factoren bepalen de bijdrage aan biodiversiteit van kruiden- en faunarijke graslanden?
6. Op welke manier kunnen nieuw aan te leggen bossen in combinatie met andere habitattypen (graslanden, bestaande oudere bossen, heide) een aanvullende waarde hebben voor de biodiversiteit als gevolg van versterking van de kwaliteit van het leefgebied of als verbindingszone tussen natuurterreinen?
7. Wat zijn de potenties voor vastlegging van CO₂/ha en klimaatadaptatie van de verschillende bosgemeenschappen?
8. Welke factoren die onderzocht zijn in vragen 1-6 moeten worden opgenomen in een afwegingskader voor het prioriteren van gebieden voor de aanleg van nieuwe bossen?
9. Wat zijn draaiknoppen (succesfactoren) voor aanleg en inrichting van nieuwe bossen in de NNN om tot een optimalisatie van biodiversiteit én klimaatdoelen te komen?

De resultaten uit dit onderzoek worden vertaald in een praktisch afwegingskader, waarin met het doorlopen van logische stappen een beeld kan worden geschetst van nut en noodzaak van bosontwikkeling binnen de korte vegetaties in het NNN.

1.4 Onderzoeksaanpak

De landschapstypen zoals deze in de onderzoeksvragen worden bedoeld, worden in het project gedefinieerd als logische, voor terreineigenaren herkenbare eenheden op basis van o.a. bodemtype, invloed van grondwater en gebruik- en beheerhistorie van het landschap. Per landschapstype wordt geanalyseerd welke inrichtingsmogelijkheden (bosgemeenschap, oppervlakte, invulling van de bosrealisatie en ruimtelijke verdeling ten opzichte van andere ecotopen) sturend zijn op een optimalisatie van biodiversiteit binnen het NNN. Daarbij worden ook andere vormen van bosaanleg dan alleen 'gesloten bos' geanalyseerd, bijvoorbeeld dooradering van een gebied met lijnvormige elementen, kleinere bossen (stepping stones) en half-open boslandschappen. De effecten op

biodiversiteit en klimaat zullen zowel afhangen van welke bosgemeenschappen gerealiseerd kunnen worden als van de ecologische waarde van de alternatieve kruiden- en faunarijke graslanden en de mogelijke versterking voor de biodiversiteit wanneer deze bossen en graslanden gecombineerd worden. Daarnaast zullen de effecten waarschijnlijk verschillen per landschapstype en dus ook bij een andere verdeling van nieuwe bossen over de verschillende landschapstypen. In dit project wordt voor één voorbeeldgebied geanalyseerd wat de consequenties van verschillende inrichtingsvarianten zijn voor zowel biodiversiteit als het behalen van klimaatdoelen; het beekdal van de Mark bij Breda. De inrichting van het landschap is vaak een complex vraagstuk en biodiversiteit en klimaatwinst zijn zeker niet de enige factoren die hierbij een rol spelen. Onder andere recreatie, cultuurhistorie, landgebruik van aangrenzende percelen, huidige ecologische en culturele waarde van het landschap en draagvlak bij bezoekers en omwonenden zullen een rol spelen in de uiteindelijke beslissingen voor eventuele herinrichting. Deze factoren worden alleen in algemene termen opgenomen in het afwegingskader, maar de basis van dit kader bestaat enkel uit factoren die met biodiversiteit en klimaat te maken hebben. Specifieke vragen hierover die tijdens het project boven komen drijven worden geagendeerd voor een vervolgfase.

1.5 Inbedding onderzoek en samenwerking

Dit project is een van de pilots die uitgevoerd worden in het kader van de Klimaatvelop, onderdeel van het Klimaatakkoord. Bos en natuur ondervinden de gevolgen van klimaatverandering, maar zijn tegelijkertijd onderdeel van de oplossing. Daarnaast kan bos- en natuurbeheer soms gecombineerd worden met andere maatschappelijke opgaven, zoals aantrekkelijk wonen en werken, recreatie en de bijdrage aan de circulaire economie. De pilots resulteren in een Gereedschapskist Klimaatslim bos- en natuurbeheer die inzicht geeft in klimaatmaatregelen die adaptatie en mitigatie in bos en natuur kunnen versterken.

Stichting Bargerveen en Bosgroep Midden Nederland zijn samen verantwoordelijk voor de uitvoering van dit project. Het project wordt begeleid door een stuurgroep met medewerkers van verschillende TBO's die betrokken zijn bij de aanleg van nieuw bos voor klimaat- en biodiversiteitsdoelstellingen. Hiermee is de toepasbaarheid van de resultaten naar vuistregels en draaiknoppen voor de praktijk gewaarborgd. De stuurgroep bestaat uit Harrie Hekhuis (Staatsbosbeheer), Henk Siebel (Natuurmonumenten), Berry Lucas (LandschappenNL) en Michiel Wallis de Vries (De Vlinderstichting). Inhoudelijke is het project gekoppeld aan een onderzoek naar de mogelijkheden voor bosuitbreiding bij particuliere terreineigenaren (Kuneman *et al.*, 2020).

2 Methode en opzet

2.1 Indeling in landschapstypen

De effecten van omvorming van nog in te richten natuur (N00.01) en kruiden- & faunairijk grasland (N12.02) naar bos (N14 t/m N16) worden beoordeeld per landschapstype en locatie binnen dit landschapstype. Tevens worden de biodiversiteits- en koolstofvastleggingseffecten van verbossing vergeleken met omvorming van de N00.01 en N12.02 gronden naar een ambitieuzer landschapstype (N10 t/m N12).

De N00.01 en N12.02 gronden zijn – door middel van een GIS-analyse - toegewezen aan landschapstypen. Hierbij is gebruik gemaakt van de 'Bosgroeiplaatsenkaart van Nederland' (Bijlsma, Wijdeven & Al, 2014). Op deze kaart is het Nederlandse landschap ingedeeld in 23 landschapstypen. Tabel 2.1 geeft een overzicht van het areaal van N00.01 en N12.02 gronden binnen de verschillende landschapstypen. Het afwegingskader voor nieuwe bossen hebben we uitgewerkt voor de zeven landschapstypen waarbinnen de N00.01 en N12.02 gronden het grootste aandeel hebben: Rijke, regenwatergevoede zandgronden - Laagveen en klei op veen – Beekdalgronden - Arme, regenwatergevoede zandgronden (droog) - Binnendijkse lichte zeekleigronden - Buitendijkse riviergronden - Arme, regenwatergevoede zandgronden (vochtig). Deze typen beslaan gezamenlijk 69% van het areaal van de N00.01 en N12.02 gronden in het NNN. Tevens is van alle provincies het belangrijkste landschapstypen in deze selectie vertegenwoordigd.

2.2 Bosgemeenschappen en vervangingsgemeenschappen

Binnen elk landschapstype is op basis van een GIS analyse de verdeling van de N00.01 en N12.02 gronden over de aanwezige bodemtypen binnen het landschapstype geanalyseerd. Aan de vier bodemtypen in het specifieke landschap met het grootste aandeel binnen de N00.01 en N12.02 gronden, zijn vervolgens bosgemeenschappen toegewezen op basis van de bodem en het landschapstype (van der Werf, 1991). Vervolgens is voor elke bosgemeenschap binnen het landschapstype een vervangingsgemeenschap aangewezen. Binnen elk landschapstype zijn vervolgens twee of drie omvormingsscenario's uitgewerkt voor bijvoorbeeld nattere, drogere of rijkere delen van het landschap.

2.3 Berekening koolstofvastlegging

Voor het bepalen van de CO₂-voorraad binnen de N00.01 en N12.02 gronden, de bossen en de natuurgraslanden is gebruik gemaakt van bestaande kerngegevens ten aanzien van CO₂-voorraden in verschillende terreintypen (m.n. Lesschen *et al.* 2012). In sommige gevallen werden meerdere bronnen gevonden, het uitgangspunt is steeds geweest dat de meest specifieke gegevens gebruikt zijn (dus bijvoorbeeld niet de gemiddelde CO₂-voorraad voor graslanden, maar de voorraad uitgesplitst naar verschillende bodemtypen). Daarnaast is altijd conservatief gewerkt om een overschatting van de CO₂-voorraad te voorkomen. In de tekst wordt steeds verwezen naar de bronnen van de data en naar achterliggende literatuur. In de volgende alinea's is per terreintype aangegeven hoe tot de uiteindelijke CO₂-voorraad en -dynamiek is gekomen. In de bossen is de CO₂ voorraad berekend over 100 jaar na bebossing. De berekeningen zijn gebaseerd op de huidige 'gemiddelde' condities; effecten van klimaatverandering of hoge stikstofdepositie zijn niet in de berekeningen meegenomen.

Tabel 2.1. Oppervlakte kruiden- & faunarijkgasland (N12.02) en nog in te richten natuur (N00.01) per landschapstype (Naar: Bijlsma, Wijdeven & Al, 2014). De in dit rapport uitgewerkte landschapstypen zijn grijs gearceerd; deze beslaan gezamenlijk 69% van het areaal van de N00.01 en N12.02 gronden in het NNN.

Landschapstype	hectaren N12.02	hectaren N00.01	Totaal ha	%
Rijke, regenwatergevoede zandgronden	10.502	6.444	16.947	15%
Laagveen en klei op veen	9.614	3.704	13.318	12%
Beekdalgronden	8.744	4.108	12.851	11%
Arme, regenwatergevoede zandgronden (droog)	6.827	3.493	10.320	9%
Binnendijkse lichte zeekleigronden	7.190	1.663	8.853	8%
Buitendijkse riviergronden	5.298	3.303	8.601	7%
Arme, regenwatergevoede zandgronden (vochtig)	5.532	3.032	8.565	7%
Kwelgevoede zandgronden (buiten beekdalen)	4.506	2.198	6.704	6%
Stagnerende leem- en kleigronden	3.342	1.495	4.837	4%
Binnendijkse zware zeekleigronden	3.677	797	4.473	4%
Kleiarm (hoog)veen	2.994	1.264	4.258	4%
Overig	2.998	743	3.740	3%
Binnendijkse zware rivierkleigronden	1.745	526	2.271	2%
Binnendijkse lichte rivierkleigronden	1.667	539	2.206	2%
Droge leemgronden	1.111	614	1.724	1%
Kalkrijke zandgronden (duinen)	267	625	892	1%
Hellinggronden op ondiepe kalk	595	190	785	1%
Kalkarme zandgronden (duinen): arm, regengevoed zand	499	201	701	1%
Buitendijkse zeekleigronden	549	19	567	<1%
Kalkarme zandgronden (duinen): kwelgevoed zand	360	137	497	<1%
Arme, regenwatergevoede zandgronden (nat)	174	61	235	<1%
Kalkarme zandgronden (duinen): veen	165	7	172	<1%
Geen groeiplaatsgegevens	27	81	108	<1%
Gronden op vuursteeneluvium	71	24	94	<1%
Kalkarme zandgronden (duinen): rijk, regengevoed zand	19	48	67	<1%
Totaal	78.470	35.315	113.786	

2.3.1 Berekening CO₂ opslag bossen

Voor de bossen is de CO₂-voorraad berekend in de vegetatie (ondergronds en bovengronds), dood hout en de bodem (incl. strooisel). De CO₂-voorraad is berekend per bostype binnen elk landschapstype.

Berekening CO₂ opslag bosvegetaties

Om de CO₂-voorraad van bosvegetatie te berekenen is gebruik gemaakt van de 'Methode voor vaststelling van emissiereductie CO₂-eq.in nieuwe bossen' (Boosten & Snoep, [In voorbereiding]). Deze gebruikt de volgende berekening (voor detailinformatie zie de oorspronkelijke rapportage):

$$C_{bb} = \text{Volume} \times \text{Houtdichtheid} \times \text{BEF} \times (1+R) \times \text{KF} \times 44/12$$

In de volgende tabel staat een korte beschrijving van de parameters uit de formule.

Parameter	Eenheid	Beschrijving
C_bb	tCO ₂ -e	De koolstofvoorraad van de boombiomassa (bb)/ha. Het betreft levende biomassa van bomen bovengronds (stam, takken, bladeren) en benedengronds (wortels).
Volume	m ³ /ha	Het stamvolume van bomen per hectare. Afgeleid uit de opbrengsttabellen van de desbetreffende hoofdboomsoorten.
Houtdichtheid	t ds/m ³	Omrekenfactor voor houtvolume naar houtbiomassa, waarbij biomassa uitgedrukt wordt in massa droge stof (ton d.s.). Voor deze factor wordt een soortspecifieke waarde gebruikt. Hierbij zijn steeds de hoofdboomsoorten op het bodemtype gebruikt.
BEF		Biomassa Expansie Factor is de relatie tussen stambiomassa en totale bovengrondse boombiomassa. Voor naaldbout is dit 1,14 en voor loofhout 1,24 (Baritz, 2000). Voor onze berekening zijn we op de rijke gronden uitgegaan van loofbos en op de zandgronden gemengd bos. Voor deze laatste hebben we het gemiddelde genomen van de BEF voor loof- en naaldbout (1,19).
R		Root-Shoot ratio die de fractie van wortelbiomassa van bomen uitdrukt ten opzichte van de totale bovengrondse boombiomassa. Factoren overgenomen uit de de IPCC Good Practice Guidance for LULUCF (IPCC, 2003)
KF		Koolstoffractie van biomassa. De fractie is 0,5.
44/12		Massaverhouding van een C atoom en een CO ₂ molecuul, voor het omrekenen van Koolstof (C) naar CO ₂ .

Aan de hand van deze formule is per bodemtype de CO₂-voorraad van de bosvegetatie berekend. Hierbij is steeds gecorrigeerd voor het aandeel open fase binnen de bossen. Op zandige en natte groeiplaatsen is deze vastgesteld op 10%, op de overige groeiplaatsen op 5%. De berekening van de koolstofvoorraad in de vegetatie leidt tot een lichte onderschatting omdat de hoeveelheden koolstof in de struiklaag niet zijn meegenomen. Daarbij is de berekening gebaseerd op de aanname dat het houtvolume binnen de bossen zich ontwikkelen conform de opbrengsttabellen (Janssen *et al.*, 1996).

Dood hout

De voorraad dood hout is afgeleid van de gemiddelde hoeveelheden dood hout per bodemtype uit de Nederlandse bosseninventarisatie (Schelhaas *et al.*, 2014). Omdat deze enkel kijkt naar dood bovengronds stamhout is dezelfde root-shoot ratio gebruikt die voor de vegetatie is gebruikt. De hoeveelheid dood hout na 100 jaar zal in de praktijk sterk afhankelijk zijn van het beheer.

2.3.2 Berekening CO₂ vastlegging in de bodem

CO₂ in de bodem ligt vast in organische stof die onderdeel uitmaakt van de bodem (dus geen levende wortels). Deze is voor de bossen bepaald aan de hand van gemiddelden voor de bodemkoolstofvoorraad op verschillende bodems uit Lesscher *et al.* (2012). Deze gegevens zijn gebaseerd op een systematische bemonstering van diverse bodems in verschillende terreintypen in Nederland (Leeters, 2001; Schulp, 2009). De bodemkoolstofvoorraad loopt in de praktijk sterk uiteen, waardoor de gemiddelden een vrij hoge onzekerheid kennen.

2.3.3 Berekening CO₂ vastlegging in graslanden

Voor het bepalen van de CO₂-voorraad in de bovengrondse en ondergrondse delen van de vegetatie én in de bodem, in de verschillende typen grasland, is gebruik gemaakt van de kerngegevens uit Lesscher *et al.* (2012). Deze komen voort uit verschillende studies (Berendse, 1990; Fliervoet, 1984 & 1987; Kooistra, 2008; Vermeer & Berendse, 1983). De graslanden verschillen hoofdzakelijk op basis van de ondergrondse koolstofvoorraad.

De CO₂-voorraad in graslanden wordt bepaald aan de hand van de kengetallen over het SNL Beheertypen (N10.01 Nat schraalland, N10.02 Vochtig hooiland, N11.01 Droog schraalgrasland, N12.03 Glanshaverhooiland en N12.04 Zilt- en overstromingsgrasland). De koolstofvoorraad van de N00.01 gronden is gebaseerd op de koolstofvoorraad op agrarisch grasland binnen het specifieke landschap en bodemtype. Binnen het kruiden- en faunarijk grasland (N12.02) is onderscheid gemaakt tussen de bodemkoolstofvoorraad in graslanden met een goede natuurkwaliteit en een matige natuurkwaliteit. Hierbij zijn we er van uitgegaan dat de kwaliteit van de graslanden hoofdzakelijk wordt bepaald door de fosfaatlast in de bodem.

De koolstofvoorraad in N12.02-graslanden met een goede kwaliteit is gezet op het gemiddelde van de bodemkoolstofvoorraad van het agrarisch grasland en een ambitieuzer graslandtype binnen het specifieke landschapstype (bijv. vochtig hooiland). Matig N12.02-grasland is gezet op het gemiddelde van het agrarisch grasland en goed kruiden- en faunarijkgrasland binnen het specifieke landschapstype. Daarmee wordt aangenomen dat een hoge fosfaatlast zorgt voor versnelde omzetting van organisch materiaal in de bodem en daarmee een lagere bodemkoolstofvoorraad. Dit onderscheid is niet gemaakt in bossen omdat bodemverzuring in bos over het algemeen zal leiden tot strooiselophoping. Daarmee verplaatst de aanwezige koolstof zich waarschijnlijk van de bodemkoolstofvoorraad naar het strooisel. Uiteraard is dit een versimpeling van de werkelijkheid.

2.4 Effecten op biodiversiteit

De effecten op de biodiversiteit zijn geanalyseerd op basis van een kwalitatieve inschatting van de potentiële biodiversiteit van de bosgemeenschappen en de open vervangingsgemeenschappen.

Hiervoor zijn inschattingen gemaakt van drie variabelen, allemaal op basis van 5 klassen:

- 1) De algehele potentiële biodiversiteit van de bosgemeenschap en vervangingsgemeenschap voor alle organismen (1 = arm t/m 5 = zeer rijk). Hierbij is een inschatting gemaakt voor hogere planten, mossen, paddenstoelen, dagvlinders, sprinkhanen en krekels, broedvogels en overige terrestrische fauna (zoogdieren, reptielen en overige ongewervelden). Vervolgens is een gemiddelde biodiversiteitsklasse berekend voor al deze soortgroepen.
- 2) De unieke soorten die een bosgemeenschap danwel open vervangingsgemeenschap kan herbergen ten opzichte van andere gemeenschappen (1 = weinig unieke soorten t/m 5 = veel unieke soorten).
- 3) Het internationale belang van een bosgemeenschap en open vervangingsgemeenschap (1 = weinig belang t/m 5 = groot belang). Hiervoor is gebruik gemaakt van de beschrijvingen van de Natuurtypen (BIJ12.nl). Met name Droge schraallanden, Vochtige hooilanden en Rivier- en Beekbegeleidend bos zijn in Europa schaars, waarbij Nederland een grote verantwoordelijkheid heeft voor behoud en herstel van deze gemeenschappen en de karakteristieke biodiversiteit hiervan.

Anders dan voor de koolstofberekeningen is voor de biodiversiteit-schattingen (die veel grover zijn op basis van klassen) geen fijner onderscheid gemaakt in de samenstelling van de vegetatie-gemeenschappen per bodemtype binnen de landschapstypen. Voor alle omvormingen van open Natuurdoeltypen N00.01 of N12.02 in matige of goede staat in bosgemeenschappen óf in open vervangingsgemeenschappen van betere kwaliteit is berekend wat de toename in gemiddelde biodiversiteit zal zijn. Het feit dat een bosgemeenschap een geheel andere biodiversiteit herbergt dan een grasland, en dat de combinatie van deze gemeenschappen ook nog tot extra biodiversiteit kan leiden, wordt op landschapsschaal beoordeeld.

Net als voor de koolstofvastlegging is ook berekend wat de kosten zijn om tot een toename van biodiversiteit te komen. Hiervoor is een gemiddelde waarde berekend voor de drie bovengenoemde schattingen, lopend van 1 (weinig biodiversiteit en gering internationaal belang) t/m 5 (hoge biodiversiteit, vaak met veel unieke soorten en een groot internationaal belang). Vervolgens is – conform de koolstofvastlegging – per omvormingsscenario uitgerekend hoeveel elke toename van 1 biodiversiteitsklasse kost op basis van de eenmalige inrichtingskosten en 100 jaar beheerkosten op basis van de standaardkostprijsberekening van het SNL Beheertype.

3 Resultaat

3.1 Berekening koolstofvastlegging per landschap

In dit hoofdstuk is voor de landschapstypen waarvan binnen de NNN het grootse areaal N12.02 en N00.01 voorkomt, berekend hoeveel CO₂ er binnen 100 jaar in vegetatie en bodem wordt vastgelegd. Dit is berekend voor de huidige typen N12.02 en N00.01, als voor de meest voor de hand liggende bosgemeenschappen en open vervangingsgemeenschappen in dit landschapstype.

3.1.1 Rijke, regenwatergevoede zandgronden

Deze gronden komen binnen de NNN vooral voor in Noord-Brabant, Drenthe en Gelderland en in minder mate ook in Friesland, Limburg en Overijssel (Annex I). Binnen dit landschapstype komen met name Holtpodzolgronden en rijkere eerdgronden voor. Met name de Holtpodzolgronden zijn echter over al bebost. De aanwezige bodemtypen van open vegetaties in de NNN bestaan daardoor hoofdzakelijk uit iets rijkere en vochtige podzolgronden en eerdgronden (tabel 3.1).

In tabel 3.2 zijn de resultaten van de koolstofberekeningen weergegeven. Agrarisch land, matig tot goed ontwikkeld N12.02 en goed ontwikkeld droog schraalland kunnen tussen de 337 en 436 ton CO₂/ha opslaan, waarbij er geen verschil optreedt tussen bodemtypen. Bossen kunnen op veldpodzolen, laarpodzolen en vlakvaaggronden 693 ton CO₂/ha opslaan, maar op eerdgronden kan dit oplopen tot 939 ton CO₂/ha in matig ontwikkelde bossen en 1005 ton CO₂/ha in goed ontwikkelde bossen van het type Droog Wintereiken-Beukenbos. De winst in CO₂ opslag is bij omzetting van het ene type open gemeenschap naar een ander open type maximaal 29%. Bij omzetting van een open gemeenschap naar bos wordt op veldpodzolen, laarpodzolen en vlakvaaggronden bijna twee keer zoveel CO₂ opgeslagen (91% winst) en op eerdgronden zelfs drie keer zoveel (197% winst).

Tabel 3.1 *Overzicht van bosgemeenschappen per bodemtype binnen de Rijke, regenwatergevoede zandgronden.*

Bodemtype	Bosgemeenschap	N00.01	N12.02	Totaal (ha; %)
Veldpodzolgronden	Vochtig Zomereiken-Berkenbos	1.988	3.963	5.952 (35%)
	Elzen-Eikenbos (<i>eutroof</i>)			
	Vochtig Wintereiken-Beukenbos (<i>lemig</i>)			
Enkeerdgronden	Droog Wintereikenbeukenbos	2.904	2.430	5.334 (31%)
Laarpodzolgronden	Vochtig Zomereiken-Berkenbos	905	1.734	2.639 (16%)
	Vochtig Wintereiken-Beukenbos (<i>lemig</i>)			
Vlakvaaggronden	Vochtig Zomereiken-Berkenbos	197	1.331	1.528 (9%)
	Vochtig Wintereiken-Beukenbos (<i>lemig</i>)			
Overige gronden		450	1.044	1.495 (9%)
Totaal		6.444	10.502	16.947

Tabel 3.2 Berekening van de totale hoeveelheid koolstofvastlegging (ton CO₂/ha) voor alle omvormingen van agrarische grond (N00.01) of Kruiden- en faunarijke graslanden (N12.02 in matige of goede staat) naar een bosgemeenschap of een open vervangingsgemeenschap van een hogere kwaliteit op Rijke, regenwatergevoede zandgronden. De CO₂-berekeningen zijn gemiddelden voor het type gemeenschap: in de praktijk zullen deze afwijken afhankelijk van de lokale condities.

Huidig beheertype	CO ₂ -voorraad	Nieuw beheertype	CO ₂ -voorraad na 100 jaar	CO ₂ -toename 100 jaar	
	(ton CO ₂ /ha)		(ton CO ₂ /ha)	(ton CO ₂ /ha)	factor
(Vochtige) veldpodzol-, Laarpodzol- en Vlakvaaggronden					
<i>Van</i>		<i>Naar</i>			
N00.01 Agrarisch grasland	337	N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Matig)	364	27	1,08
N00.01 Agrarisch grasland	337	N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Goed)	390	53	1,16
N00.01 Agrarisch grasland	337	N11.01 Droog schraalgrasland	436	99	1,29
N00.01 Agrarisch grasland	337	N15.02 Dennen-, eiken-, beukenbos (Matig)	693	356	2,06
N00.01 Agrarisch grasland	337	N15.02 Dennen-, eiken-, beukenbos (Goed)	693	356	2,06
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Matig)	364	N11.01 Droog schraalgrasland	436	73	1,20
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Matig)	364	N15.02 Dennen-, eiken-, beukenbos (Matig)	693	329	1,91
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Matig)	364	N15.02 Dennen-, eiken-, beukenbos (Goed)	693	329	1,91
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Goed)	390	N11.01 Droog schraalgrasland	436	13	1,03
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Goed)	390	N15.02 Dennen-, eiken-, beukenbos (Matig)	693	303	1,78
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Goed)	390	N15.02 Dennen-, eiken-, beukenbos (Goed)	693	303	1,78
Eerdgronden					
<i>Van</i>		<i>Naar</i>			
N00.01 Agrarisch grasland	337	N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Matig)	364	27	1,08
N00.01 Agrarisch grasland	337	N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Goed)	390	53	1,16
N00.01 Agrarisch grasland	337	N11.01 Droog schraalgrasland	436	99	1,29
N00.01 Agrarisch grasland	337	N15.02 Dennen-, eiken-, beukenbos (Matig)	939	602	2,79
N00.01 Agrarisch grasland	337	N15.02 Dennen-, eiken-, beukenbos (Goed)	1005	668	2,98
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Matig)	364	N11.01 Droog schraalgrasland	436	73	1,20
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Matig)	364	N15.02 Dennen-, eiken-, beukenbos (Matig)	1005	641	2,76
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Matig)	364	N15.02 Dennen-, eiken-, beukenbos (Goed)	1005	641	2,76
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Goed)	390	N11.01 Droog schraalgrasland	436	13	1,03
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Goed)	390	N15.02 Dennen-, eiken-, beukenbos (Matig)	1005	615	2,58
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Goed)	390	N15.02 Dennen-, eiken-, beukenbos (Goed)	1005	615	2,58

3.1.2 Laagveen en klei op veen

Laagveen en klei op veen komen voor tussen de duinen en de hogere zandgronden, waarbij de open laagveengronden tegen de hogere zandgronden liggen en de met zeeklei bedekte veengronden meer naar de kust. In de NNN liggen de grootste oppervlaktes in de provincies Friesland, Groningen, Overijssel, Utrecht, Noord-Holland en Zuid-Holland. Het betreft voornamelijk koopveengronden (tabel 3.3).

In tabel 3.4 zijn de resultaten van de koolstofberekeningen weergegeven. Agrarisch land, matig tot goed ontwikkeld N12.02 en goed ontwikkeld vochtig hooiland kunnen tussen de 642 en 713 ton CO₂/ha opslaan, waarbij er geen verschil optreedt tussen bodemtypen. De vochtige bossen op laagveen en klei op veen kunnen tot 979 ton CO₂/ha opslaan, waarbij er geen verschil is tussen verschillende bodemtypen of tussen een matige of goede ontwikkeling van de bossen. De winst in CO₂ opslag is bij omzetting van het ene type open gemeenschap naar een ander open type maximaal 11%. Bij omzetting van een open gemeenschap naar bos wordt ongeveer anderhalve keer zoveel CO₂ opgeslagen (49 tot 52% winst).

Tabel 3.3 Overzicht van bosgemeenschappen per bodemtype binnen Laagveen en klei op veen.

Bodemtype	Bosgemeenschap	N00.01	N12.02	Totaal (ha; %)
Koopveengrond	Ruigt-Elzenbos	1.693	4.180	5.873 (44%)
Weideveengrond	Ruigt-Elzenbos	717	1.332	2.049 (15%)
Waardveengrond	Ruigt-Elzenbos (<i>Kleilig veen</i>) Elzenrijk Essen-lepenbos (<i>venige klei</i>)	353	1.500	1.853 (14%)
Madeveengrond	Berkenbroek Vochtig Berken-Zomereikenbos (<i>zandig</i>) Elzen-Eikenbos (<i>rijker</i>)	69	403	472 (4%)
Overige gronden	-	871	2.200	3.072 (23%)
Totaal		3.826	9.929	13.756

Tabel 3.4 Berekening van de totale hoeveelheid koolstofvastlegging (ton CO₂/ha) voor alle omvormingen van agrarische grond (N00.01) of Kruiden- en faunarijke graslanden (N12.02 in matige of goede staat) naar een bosgemeenschap of een open vervangingsgemeenschap van een hogere kwaliteit op Laagveen en klei op veen. De CO₂-berekeningen zijn gemiddelden voor het type gemeenschap: in de praktijk zullen deze afwijken afhankelijk van de lokale condities.

Huidig beheertype	CO ₂ -voorraad	Nieuw beheertype	CO ₂ -voorraad na 100 jaar	CO ₂ -toename 100 jaar	
	(ton CO ₂ /ha)		(ton CO ₂ /ha)	(ton CO ₂ /ha)	%
Klei op veen (Ruigt-Elzenbos)					
<i>Van</i>		<i>Naar</i>			
N00.01 Agrarisch grasland	642	N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Matig)	663	21	3%
N00.01 Agrarisch grasland	642	N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Goed)	681	39	6%
N00.01 Agrarisch grasland	642	N10.02 Vochtig hooiland	713	71	11%
N00.01 Agrarisch grasland	642	N14.02 Hoog- en Laagveenbos (Matig)	979	337	52%
N00.01 Agrarisch grasland	642	N14.02 Hoog- en Laagveenbos (Goed)	979	337	52%
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Matig)	658	N10.02 Vochtig hooiland	713	55	8%
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Matig)	658	N14.02 Hoog- en Laagveenbos (Matig)	979	321	49%
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Matig)	658	N14.02 Hoog- en Laagveenbos (Goed)	979	321	49%
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Goed)	677	N10.02 Vochtig hooiland	713	10	5%
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Goed)	677	N14.02 Hoog- en Laagveenbos (Goed)	979	303	45%
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Goed)	677	N14.02 Hoog- en Laagveenbos (Matig)	979	303	45%

3.1.3 Beekdalgronden

Beekdalgronden komen verspreid voor op de hogere zandgronden in het zuiden en oosten van het land. Binnen de NNN liggen ze voornamelijk in Noord-Brabant, Limburg, Overijssel en Drenthe (Annex 1). Deze beekdalen bestaan vooral uit beekerdgronden, moerige eerdgronden, en madeveengronden (tabel 3.5).

Tabel 3.5 Overzicht van bosgemeenschappen per bodemtype binnen de Beekdalgronden.

Bodemtype	Bosgemeenschap	N00.01	N12.02	Totaal (ha; %)
Beekeerdgrond	Vogelkers-essenbos	1.186	2.190	3.375 (26%)
	Elzen-Eikenbos (<i>Leemarm</i>)			
	Haagbeuken-Essenbos (<i>Leemrijk</i>)			
	Gewoon Elzenbroek (<i>Nat</i>)			
Moerige eerdgrond	Elzen-Eikenbos (<i>Leemarm</i>)	906	2.341	3.247 (25%)
	Gewoon Elzenbroek (<i>Nat</i>)			
Madeveengrund	Vochtig Berken-Zomereikenbos (<i>zandig</i>)	661	1.659	2.320 (18%)
	Elzen-Eikenbos (<i>rijker</i>)			
Gooreerdgrond	Elzen-Eikenbos	371	491	862 (7%)
Overige gronden	-	984	2.063	3.047 (24%)
Totaal		4.108	8.744	12.851

Tabel 3.6 Berekening van de totale hoeveelheid koolstofvastlegging (ton CO₂/ha) voor alle omvormingen van agrarische grond (N00.01) of Kruiden- en faunarijke graslanden (N12.02 in matige of goede staat) naar een bosgemeenschap of een open vervangingsgemeenschap van een hogere kwaliteit in Beekdalgronden. De CO₂-berekeningen zijn gemiddelden voor het type gemeenschap: in de praktijk zullen deze afwijken afhankelijk van de lokale condities.

Huidig beheertype	CO ₂ -voorraad	Nieuw beheertype	CO ₂ -voorraad na 100 jaar	CO ₂ -toename 100 jaar	
	(ton CO ₂ /ha)		(ton CO ₂ /ha)	(ton CO ₂ /ha)	%
<i>Geen abiotische knelpunten groeiplaats</i>					
<i>Van</i>		<i>Naar</i>			
N00.01 Agrarisch grasland	334	N10.02 Vochtig hooiland	537	203	61%
N00.01 Agrarisch grasland	334	N14.03 Haagbeuken- en Essenbos	572	238	71%
<i>Vermeste, verzuurde en/of verdroogde groeiplaats</i>					
<i>Van</i>		<i>Naar</i>			
N00.01 Agrarisch grasland	334	N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Matig)	388	54	16%
N00.01 Agrarisch grasland	334	N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Goed)	439	105	31%
N00.01 Agrarisch grasland	334	N10.02 Vochtig hooiland	537	203	61%
N00.01 Agrarisch grasland	334	N14.03 Haagbeuken- en Essenbos (Matig)	572	238	71%
N00.01 Agrarisch grasland	334	N14.03 Haagbeuken- en Essenbos (Goed)	572	238	71%
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Matig)	383	N10.02 Vochtig hooiland	537	154	40%
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Matig)	383	N14.03 Haagbeuken- en Essenbos (Matig)	572	189	49%
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Matig)	383	N14.03 Haagbeuken- en Essenbos (Goed)	572	189	49%
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Goed)	435	N10.02 Vochtig hooiland	537	28	24%
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Goed)	435	N14.03 Haagbeuken- en Essenbos (Matig)	572	138	32%
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Goed)	435	N14.03 Haagbeuken- en Essenbos (Goed)	572	138	32%

In tabel 3.6 zijn de resultaten van de koolstofberekeningen weergegeven. Agrarisch land, matig tot goed ontwikkeld N12.02 en goed ontwikkeld vochtig hooiland kunnen tussen de 334 en 537 ton CO₂/ha opslaan. De vochtige bossen in beekdalen kunnen tot 572 ton CO₂/ha opslaan, waarbij er geen verschil is tussen verschillende bodemtypen of tussen een matige of goede ontwikkeling van de bossen. De winst in CO₂ opslag is bij omzetting van het ene type open gemeenschap naar een ander open type maximaal 61%, bij omzetting van agrarisch land naar bos is dat 71%.

Hierbij moet opgemerkt worden dat er in deze studie uit wordt gegaan van de halfnatuurlijke natuurdoeltypen vochtig hooiland en Haagbeuken- en Essenbossen. Recent is er in beekdalen – zeker in relatie tot waterberging - veel aandacht voor het ontwikkelen van doorstroomvenen en –moerassen die hier van nature voorkomen. De verwachting is dat de vastlegging van CO₂ in deze systemen vergelijkbaar is met die van vochtige hooilanden en bossen op laagveen.

3.1.4 Arme, regenwatergevoede zandgronden (droog)

De droge variant van Arme, regenwatergevoede zandgronden komen voor op de hogere zandgronden. Binnen de NNN liggen de grootste oppervlaktes in de provincies Drenthe, Gelderland en Noord-Brabant, in mindere mate ook in Overijssel (Annex 1). Het betreft voornamelijk veldpodzol gronden en daarnaast verschillende andere podzolgronden en duinvaaggrond (tabel 3.7).

In tabel 3.8 zijn de resultaten van de koolstofberekeningen weergegeven. Agrarisch land, matig tot goed ontwikkeld N12.02 en goed ontwikkeld droog schraalland kunnen tussen de 337 en 436 ton CO₂/ha opslaan, waarbij er geen verschil optreedt tussen bodemtypen. De droge bossen op arme regenwatergevoede zandgronden kunnen tot 693 ton CO₂/ha opslaan, waarbij er geen verschil is tussen verschillende bodemtypen of tussen een matige of goede ontwikkeling van de bossen. De winst in CO₂ opslag is bij omzetting van het ene type open gemeenschap naar een ander open type maximaal 29%. Bij omzetting van een open gemeenschap naar bos wordt bijna twee keer zoveel CO₂ opgeslagen (92% winst).

Tabel 3.7 *Overzicht van bosgemeenschappen en open vervangingsgemeenschappen per bodemtype binnen de Arme, regenwatergevoede zandgronden (droog).*

Bodemtype	Bosgemeenschap	N00.01	N12.02	Totaal (ha; %)
Veldpodzolgrond	Droog Zomereiken-Berkenbos	2.521	4.413	6.934 (67%)
	Vochtig Zomereiken-Berkenbos (Vochtig)			
Haarpodzolgrond	Droog Zomereiken-Berkenbos	451	1.407	1.858 (18%)
	Vochtig Zomereiken-Berkenbos (Vochtig)			
	Droog Wintereiken-Beukenbos (Lemig)			
Duinvaaggrond	Droog Zomereiken-Berkenbos	116	328	444 (4%)
	Korstmossen- & Kussentjesmos-Dennenbos (Zeer arm)			
	Droog Wintereiken-Beukenbos (Overstoven profielen)			
Moerige podzolgrond	Droog Zomereiken-Berkenbos	197	145	342 (3%)
	Vochtig Zomereiken-Berkenbos (Vochtig)			
Overige gronden	-	208	533	742 (7%)
Totaal		3.493	6.826	10.320

Tabel 3.8 Berekening van de totale hoeveelheid koolstofvastlegging (ton CO₂/ha) voor alle omvormingen van agrarische grond (N00.01) of Kruiden- en faunarijke graslanden (N12.02 in matige of goede staat) naar een bosgemeenschap of een open vervangingsgemeenschap van een hogere kwaliteit op Arme, regenwatergevoede zandgronden (droog). De CO₂-berekeningen zijn gemiddelden voor het type gemeenschap: in de praktijk zullen deze afwijken afhankelijk van de lokale condities.

Huidig beheertype	CO ₂ -voorraad (ton CO ₂ /ha)	Nieuw beheertype	CO ₂ -voorraad na 100 jaar (ton CO ₂ /ha)	CO ₂ -toename 100 jaar	
				(ton CO ₂ /ha)	%
<i>Van</i>		<i>Naar</i>			
N00.01 Agrarisch grasland	337	N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Matig)	364	27	8%
N00.01 Agrarisch grasland	337	N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Goed)	390	53	16%
N00.01 Agrarisch grasland	337	N11.01 Droog schraalgrasland	436	99	29%
N00.01 Agrarisch grasland	337	N15.02 Dennen-, eiken-, beukenbos (Matig)	693	356	106%
N00.01 Agrarisch grasland	337	N15.02 Dennen-, eiken-, beukenbos (Goed)	693	356	106%
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Matig)	364	N11.01 Droog schraalgrasland	436	73	20%
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Matig)	364	N15.02 Dennen-, eiken-, beukenbos (Matig)	693	329	91%
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Matig)	364	N15.02 Dennen-, eiken-, beukenbos (Goed)	693	329	91%
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Goed)	390	N11.01 Droog schraalgrasland	436	13	12%
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Goed)	390	N15.02 Dennen-, eiken-, beukenbos (Matig)	693	303	78%
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Goed)	390	N15.02 Dennen-, eiken-, beukenbos (Goed)	693	303	78%

3.1.5 Binnendijkse lichte zeeleiggronden

Binnendijkse lichte zeeleiggronden komen voor in de kustprovincies. Binnen de NNN liggen de grootste oppervlaktes in de provincies Zeeland, Flevoland en Zuid-Holland, in mindere mate ook in Noord-Holland (Annex 1). Het betreft voornamelijk poldervaaggronden (tabel 3.9).

In tabel 3.10 zijn de resultaten van de koolstofberekeningen weergegeven. Agrarisch land, matig tot goed ontwikkeld N12.02 en goed ontwikkeld glanshaverhooiland kunnen tussen de 389 en 537 ton CO₂/ha opslaan. De bossen op de binnendijkse lichte zeeleiggronden kunnen tot 1192 ton CO₂/ha opslaan. De winst in CO₂ opslag is bij omzetting van het ene type open gemeenschap naar een ander open type maximaal 38%. Bij omzetting van een open gemeenschap naar bos wordt ruim drie keer zoveel CO₂ opgeslagen (206 % winst).

Tabel 3.9 Overzicht van bosgemeenschappen en open vervangingsgemeenschappen per bodemtype binnen de Binnendijkse lichte zeeleiggronden.

Bodemtype	Bosgemeenschap	N00.01	N12.02	Totaal (ha; %)
Poldervaaggrond	Elzenrijk Essen-lepenbos	1.355	5.988	7.342 (83%)
	Gewoon Eiken-Haagbeukenbos (Oude klei)			
Woudeerdgrond	Elzenrijk Essen-lepenbos	95	311	406 (5%)
Drechtvaaggrond	Elzenrijk Essen-lepenbos	46	184	230 (3%)
Nesvaaggrond	Elzenrijk Essen-lepenbos	41	164	205 (2%)
Overige gronden		126	544	670 (8%)
Totaal		1.663	7.190	8.853

Tabel 3.10 Berekening van de totale hoeveelheid koolstofvastlegging (ton CO₂/ha) voor alle omvormingen van agrarische grond (N00.01) of Kruiden- en faunarijke graslanden (N12.02 in matige of goede staat) naar een bosgemeenschap of een open vervangingsgemeenschap van een hogere kwaliteit op Buitendijkse lichte zeelegronden. De CO₂-berekeningen zijn gemiddelden voor het type gemeenschap: in de praktijk zullen deze afwijken afhankelijk van de lokale condities.

Huidig beheertype	CO ₂ -voorraad (ton CO ₂ /ha)	Nieuw beheertype	CO ₂ -voorraad na 100 jaar (ton CO ₂ /ha)	CO ₂ -toename 100 jaar	
				(ton CO ₂ /ha)	%
<i>Van</i>		<i>Naar</i>			
N00.01 Agrarisch grasland	389	N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Matig)	428	39	10%
N00.01 Agrarisch grasland	389	N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Goed)	465	76	19%
N00.01 Agrarisch grasland	389	N12.03 Glanshaver hooiland	537	148	38%
N00.01 Agrarisch grasland	389	N14.03 Haagbeuken- en Essensbos	1192	802	206%
N00.01 Agrarisch grasland	389	N14.03 Haagbeuken- en Essensbos	1192	802	206%
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Matig)	424	N12.03 Glanshaver hooiland	537	114	27%
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Matig)	424	N14.03 Haagbeuken- en Essensbos (Matig)	1192	768	181%
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Matig)	424	N14.03 Haagbeuken- en Essensbos (Goed)	1192	768	181%
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Goed)	460	N12.03 Glanshaver hooiland	537	21	17%
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Goed)	460	N14.03 Haagbeuken- en Essensbos (Matig)	1192	732	159%
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Goed)	460	N14.03 Haagbeuken- en Essensbos (Goed)	1192	732	159%

3.1.6 Buitendijkse riviergronden

De buitendijkse riviergronden liggen binnen de NNN voornamelijk in de provincies Gelderland, Limburg en Utrecht (Annex 1). Het betreft voornamelijk ooivaaggronden en poldervaaggronden (tabel 3.11). In tabel 3.12 zijn de resultaten van de koolstofberekeningen weergegeven. Agrarisch land, matig tot goed ontwikkeld N12.02 en goed ontwikkeld glanshaverhooiland kunnen tussen de 389 en 537 ton CO₂/ha opslaan, waarbij er geen verschil optreedt tussen bodemtypen. De Haagbeuken- en Essensbossen op buitendijkse riviergronden zandgronden kunnen tot 1192 ton CO₂/ha opslaan, waarbij er geen verschil is tussen verschillende bodemtypen of tussen een matige of goede ontwikkeling van de bossen. De winst in CO₂ opslag is bij omzetting van het ene type open gemeenschap naar een ander open type maximaal 38%. Bij omzetting van een open gemeenschap naar bos wordt ruim drie keer zoveel CO₂ opgeslagen (159% tot 206 % winst).

Tabel 3.11 Overzicht van bosgemeenschappen en open vervangingsgemeenschappen per bodemtype binnen de Buitendijkse riviergronden.

Bodemtype	Bosgemeenschap	N00.01	N12.02	Totaal (ha; %)
Ooivaaggrond	Droog Essen-lepenbos (<i>Klei</i>)	2.103	2.485	4.588 (53%)
	Abelen-lepenbos (<i>Lichte zavel</i>)			
Poldervaaggrond	Elzenrijk Essen-lepenbos	828	2.431	3.259 (38%)
	Schietwilgenbos (<i>Lage uiterwaarden</i>)			
Vorstvaaggrond	Droog Zomereiken-Berkenbos	151	154	305 (4%)
	Droog Wintereiken-Beukenbos (<i>Lemig</i>)			
	Gierstgras-Beukenbos (<i>Sterk lemig</i>)			
Vlakvaaggrond	Vochtig Berken-Zomereikenbos (<i>zandig</i>)	43	96	139 (2%)
	Droog Essen-lepenbos (<i>Kleidek</i>)			
Overige gronden	-	179	132	310 (4%)
Totaal		3.303	5.298	8.601

Tabel 3.12 Berekening van de totale hoeveelheid koolstofvastlegging (ton CO₂/ha) voor alle omvormingen van agrarische grond (N00.01) of Kruiden- en faunarijke graslanden (N12.02 in matige of goede staat) naar een bosgemeenschap of een open vervangingsgemeenschap van een hogere kwaliteit op Buitendijkse riviergronden. De CO₂-berekeningen zijn gemiddelden voor het type gemeenschap: in de praktijk zullen deze afwijken afhankelijk van de lokale condities.

Huidig beheertype	CO ₂ -voorraad	Nieuw beheertype	CO ₂ -voorraad na 100 jaar	CO ₂ -toename 100 jaar	
	(ton CO ₂ /ha)		(ton CO ₂ /ha)	(ton CO ₂ /ha)	%
<i>Van</i>		<i>Naar</i>			
N00.01 Agrarisch grasland	389	N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Matig)	428	39	10%
N00.01 Agrarisch grasland	389	N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Goed)	465	76	19%
N00.01 Agrarisch grasland	389	N12.03 Glanshaver hooiland	537	148	38%
N00.01 Agrarisch grasland	389	N14.03 Haagbeuken- en Essenbos	1192	802	206%
N00.01 Agrarisch grasland	389	N14.03 Haagbeuken- en Essenbos	1192	802	206%
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Matig)	424	N12.03 Glanshaver hooiland	537	114	27%
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Matig)	424	N14.03 Haagbeuken- en Essenbos (Matig)	1192	768	181%
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Matig)	424	N14.03 Haagbeuken- en Essenbos (Goed)	1192	768	181%
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Goed)	460	N12.03 Glanshaver hooiland	537	21	17%
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Goed)	460	N14.03 Haagbeuken- en Essenbos (Matig)	1192	732	159%
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Goed)	460	N14.03 Haagbeuken- en Essenbos (Goed)	1192	732	159%

3.1.7 Arme, regenwatergevoede zandgronden (vochtig)

De vochtige variant van Arme, regenwatergevoede zandgronden komen – net als de droge variant – voor op de hogere zandgronden. Binnen de NNN liggen de grootste oppervlaktes in de provincie Noord-Brabant en in mindere mate ook in Drenthe (Annex 1). Het betreft voornamelijk veldpodzolgronden en moerige podzolgronden (tabel 3.13).

In tabel 3.14 zijn de resultaten van de koolstofberekeningen weergegeven. Agrarisch land, matig tot goed ontwikkeld N12.02 en goed ontwikkeld droog schraalgrasland kunnen tussen de 337 en 436 ton CO₂/ha opslaan, waarbij er geen verschil optreedt tussen bodemtypen. De droge bossen op arme

regenwatergevoede zandgronden kunnen tot 693 ton CO₂/ha opslaan, waarbij er geen verschil is tussen verschillende bodemtypen of tussen een matige of goede ontwikkeling van de bossen. De winst in CO₂ opslag is bij omzetting van het ene type open gemeenschap naar een ander open type maximaal 29%. Bij omzetting van een open gemeenschap naar bos wordt ruim twee keer zoveel CO₂ opgeslagen (106% winst).

Tabel 3.13 *Overzicht van bosgemeenschappen en open vervangingsgemeenschappen per bodemtype binnen de Arme, regenwatergevoede zandgronden (vochtig).*

Bodemtype	Bosgemeenschap	N00.01	N12.02	Totaal (ha; %)
Veldpodzolgrond	Vochtig Zomereiken-Berkenbos	1.928	3.158	5.086 (59%)
	Elzen-Eikenbos (<i>eutroof</i>)			
	Vochtig Wintereiken-Beukenbos (<i>lemig</i>)			
Moerige podzolgrond	Vochtig Zomereiken-Berkenbos (Vochtig)	813	1.819	2.632 (31%)
	Elzen-Eikenbos (<i>eutroof</i>)			
Veengronden (Met een zanddek)	Vochtig Zomereiken-Berkenbos (Vochtig)	184	257	441 (5%)
	Elzen-Eikenbos (<i>eutroof</i>)			
Vlakvaaggrond	Vochtig Berken-Zomereikenbos	88	267	355 (4%)
Overige gronden	-	20	31	51 (1%)
Totaal		3.032	5.532	8.565

Tabel 3.14 *Berekening van de totale hoeveelheid koolstofvastlegging (ton CO₂/ha) voor alle omvormingen van agrarische grond (N00.01) of Kruiden- en faunarijke graslanden (N12.02 in matige of goede staat) naar een bosgemeenschap of een open vervangingsgemeenschap van een hogere kwaliteit op Arme, regenwatergevoede zandgronden (vochtig).*

Huidig beheertype	CO ₂ -voorraad		CO ₂ -toename 100 jaar
	Nieuw beheertype	CO ₂ -voorraad na 100 jaar	
	(ton CO ₂ /ha)	(ton CO ₂ /ha)	(ton CO ₂ /ha) %
<i>Van</i>	<i>Naar</i>		
N00.01 Agrarisch grasland	337	N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Matig)	364 27 8%
N00.01 Agrarisch grasland	337	N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Goed)	390 53 16%
N00.01 Agrarisch grasland	337	N11.01 Droog schraalgrasland	436 99 29%
N00.01 Agrarisch grasland	337	N15.02 Dennen-, eiken-, beukenbos (Matig)	693 356 106%
N00.01 Agrarisch grasland	337	N15.02 Dennen-, eiken-, beukenbos (Goed)	693 356 106%
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Matig)	364	N11.01 Droog schraalgrasland	436 73 20%
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Matig)	364	N15.02 Dennen-, eiken-, beukenbos (Matig)	693 329 91%
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Matig)	364	N15.02 Dennen-, eiken-, beukenbos (Goed)	693 329 91%
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Goed)	390	N11.01 Droog schraalgrasland	436 13 12%
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Goed)	390	N15.02 Dennen-, eiken-, beukenbos (Matig)	693 303 78%
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Goed)	390	N15.02 Dennen-, eiken-, beukenbos (Goed)	693 303 78%

3.1.8 Conclusies CO₂ opslag bij bos- en natuurontwikkeling binnen NNN

In tabel 3.15 is een vereenvoudigd samenvattend overzicht gegeven van de CO₂ opslag in bosgemeenschappen en open vervangingsgemeenschappen in de hierboven uitgewerkte

landschappen. Wanneer er simpelweg wordt gekeken naar waar het meeste CO₂ kan worden vastgelegd in huidige Kruiden- en faunarijke graslanden en agrarische percelen binnen de NNN, dan scoren Haagbeuken- en Essenbossen op zeeklei en buitendijkse riviergronden met 1192 ton CO₂/ha het hoogst. Ook Dennen-, Eiken- en Beukenbos op eerdgronden op de rijkere zandgronden (1005 ton CO₂/ha) en Hoog- en laagveenbos op laagveen en klei op veen (979 ton CO₂/ha) scoren hoog. Voor de open vervangingsgemeenschappen geldt dat vochtige hooilanden op laagveen en klei op veen met 713 ton CO₂ het gunstigste uitpakken.

Ook wanneer wordt gekeken wordt waar de meeste winst per hectare kan worden behaald m.b.t vastlegging van CO₂ komen de zeeklei- en riviergronden (2,2 mal zoveel CO₂/ha) en de eerdgronden in het rijkere zandlandschap (2,3 x zoveel CO₂/ha) als belangrijkste landschappen naar voren. In Laagveen en klei op veen is de absolute opslag in veenbossen, open vervangingsgemeenschappen en zelfs in agrarische gebieden (mits niet sterk ontwaterd) hoog. In de open vegetaties wordt vrijwel net zoveel CO₂ vastgelegd als in bossen op de armere delen van zandgronden! Juist omdat deze open vegetaties zo veel CO₂ vastleggen is de winst per ha bij omzetting naar bos vrij laag (factor 1,4). Voor beekdalen geldt dat er slechts een vrij kleine vastlegging is van CO₂ in bossen en vochtige hooilanden, met nauwelijks verschil tussen de bosgemeenschappen en open gemeenschappen.

Wanneer er dus enkel gekeken wordt naar CO₂ vastlegging dan is bosontwikkeling op binnendijkse lichte zeeklei, buitendijkse riviergronden en rijke zandgronden (eerdgronden) het meest efficiënt. Ook laagvenen kunnen een flinke bijdrage leveren aan vastlegging van CO₂, maar dat kan ook in matig of goed ontwikkelde open vegetatiegemeenschappen, mits deze niet sterk worden ontwaterd. In beekdalen is het minste winst te behalen met bosontwikkeling en levert dit nauwelijks extra CO₂ vastlegging op ten opzichte van vochtig hooiland. Hierbij moet worden opgemerkt dat deze berekeningen zijn gemaakt op basis van de huidige halfnatuurlijke natuurdoeltypen die door een strak waterregime en maaibeheer worden beïnvloed. Het ontwikkelen van de hier van nature voorkomende doorstroomvenen en -moerassen levert waarschijnlijk veel meer vastlegging van CO₂ op, vergelijkbaar met die in laagvenen.

Tabel 3.15 *Overzicht vastlegging CO₂ (in ton/ha) in bosgemeenschappen en open vervangingsgemeenschappen in de verschillende landschapstypen. De CO₂-berekeningen zijn gemiddelden voor het type gemeenschap: in de praktijk zullen deze afwijken afhankelijk van de lokale condities.*

Landschapstype	Opslag ton CO ₂ / ha			Winst CO ₂ /ha		
	Agrar.	open veg	bos	open	bos	verschil /factor
Rijke, regenwatergev. zandgr. (eerdgronden)	337	436	1005	99	668	569 / 2.3x
Rijke, regenwatergev. zandgr. (podzol/vaaggronden)	337	436	693	99	356	257 / 1.6x
Arme, regenwatergev. zandgr. (droog)	337	436	693	99	356	257 / 1.6x
Arme, regenwatergev. zandgr. (vochtig)	337	436	693	99	356	257 / 1.6x
Beekdalgronden	334	537	572	203	238	35 / 1.1x
Binnendijkse lichte zeekleigronden	389	537	1192	148	803	655 / 2.2x
Buitendijkse riviergronden	389	537	1192	148	803	655 / 2.2x
Laagveen en klei op veen	642	713	979	71	337	266 / 1.4x

In de berekeningen is uitgegaan van grotere aaneengesloten percelen bos. Veel van de CO₂ wordt vastgelegd in (dood) hout, maar ook in de strooisel en bodem van rijkere bossen. Randen van bossen en houtwallen waar de zon binnendringt kennen een hogere omzetting van strooisel. Daarnaast zal er in houtwallen en kleine bosfragmenten minder ruimte zijn voor de ontwikkeling van een voorraad dood hout. Voor de biodiversiteit kunnen dit soort randen van groot belang zijn, maar voor vastlegging van CO₂ wordt verwacht dat compact aaneengesloten bossen aanzienlijk efficiënter zijn dan hetzelfde oppervlak in lintvormige begroeiing of in kleine bosfragmenten.

3.2 Effecten op biodiversiteit

3.2.1 Biodiversiteit in graslanden en bossen

Biodiversiteit is een graad van verscheidenheid aan levensvormen binnen een gegeven geografisch gebied. In dit rapport wordt gewerkt op drie schaalniveaus: het landschap (>2000ha), een gebied (50-2000 ha) en afzonderlijke percelen (<10 ha). De genoemde oppervlaktes geven hierbij slechts een handvat voor de in de praktijk optredende continue gradiënt. Hierbij wordt er van uit gegaan dat op één perceel slechts één bosgemeenschap of open vervangingsgemeenschap groeit; gebieden en landschappen bestaan uiteraard uit verschillende percelen en dus ook uit verschillende bos- of vervangingsgemeenschappen.

De biodiversiteit van een gemeenschap op een perceel zal zowel afhangen van de bodem- en waterkwaliteit en het oppervlak van de groeiplaats als van de structuurvariatie van de vegetatie. Deze factoren worden voornamelijk bepaald door het historische en recente gebruik en/of beheer van de percelen, waarbij structuurvariatie in bossen veelal toeneemt door het uitblijven beheer. Bij de schattingen van potentiële biodiversiteit die voor de gemeenschappen zijn gemaakt, is telkens uitgegaan van een goede ontwikkeling onder gunstige condities.

De biodiversiteit van een gebied of landschap zal zowel afhangen van de diversiteit aan gemeenschappen als van de ontwikkeling van die gemeenschappen. In een gebied of landschap komen niet alleen de specifieke soorten van de verschillende gemeenschappen per perceel, maar ook soorten die afhankelijk zijn van de combinatie van verschillende gemeenschappen.

Er is geen eenduidige manier om 'de biodiversiteit' van verschillende gemeenschappen te meten, laat staan deze tussen gemeenschappen te vergelijken. Zo zullen boktorren en andere soorten die van dood hout leven veel voorkomen in goed ontwikkelde bossen, terwijl dagvlinders en sprinkhanen voornamelijk zijn gebonden aan warme, kruidenrijke graslanden. In deze studie wordt daarom per soortgroep een inschatting gemaakt in klassen 'laag' tot en met 'zeer groot'. Dit is

In tabel 3.16 zijn deze schattingen weergegeven voor de biodiversiteit van bostypen en hun open vervangingstypen op rijke en arme regenwatergevoede zandgronden, op beekdalgronden en op laagveen en klei op veen. Voor alle landschapstypen geldt dat de agrarische gronden en de Kruiden- en faunarijke graslanden de laagste biodiversiteit kennen, gevolgd door de matig ontwikkelde bosgemeenschappen. De goed ontwikkelde graslanden (Droog schraalland en Vochtig hooiland) zijn vergelijkbaar met de goed ontwikkelde bosgemeenschappen (Dennen-, Eiken- en Beukenbos, Hoog- en Laagveenbos en Rivier- en Beekbegeleidend bos). Zowel bij de matig als bij de goed ontwikkelde gemeenschappen zijn de open graslanden relatief belangrijk voor dagvlinders en sprinkhanen, terwijl de bosgemeenschappen relatief belangrijker zijn voor o.a. mossen en paddestoelen. Goed ontwikkeld vochtig hooiland is hoog ingeschaald voor broedvogels, omdat dit type belangrijk is voor schaarse weidevogels als Grutto, Kempfaan en Watersnip.

Goed ontwikkelde Droge schraallanden, Vochtige hooilanden en Rivier- en Beekbegeleidende bossen zijn internationaal zeldzaam en zijn daarom hoog ingeschaald in de categorie 'Europees belang'. De Hoog- en laagveenbossen zijn wat lager ingeschat, omdat het binnen de NNN voornamelijk berken- en wilgenbos op laagveen betreft en niet of nauwelijks het internationaal zeldzame hoogveenbos. Ook voor de Haagbeuken- en Essenbossen zijn zowel de gemiddelde biodiversiteit en het Europees belang lager ingeschat, omdat het hier niet de rijke variant in het kalkrijke heuvelland of oude klei en leembodem in Zuid-Limburg, maar de veelal aangeplante jonge variant op vlakke gronden in Flevoland, Zeeland en Zuid-Holland. Deze jonge polderbossen kennen vaak al wel een hoge rijkdom aan makkelijk koloniserende sporenplanten en vogels, maar zijn relatief arm aan vaatplanten en fauna die karakteristiek zijn voor oudere bosgroeiplaatsen en wel in de Beekdalen en het Heuvellandschap voorkomen. Hoewel er wordt verwacht dat deze bossen in de loop der tijd rijker aan soorten zullen worden, zullen ze waarschijnlijk door het gebrek aan reliëf, kalkrijkdom en kwelwater minder goed ontwikkelen dan de huidige oude bossen in Zuid-Limburg.

Tabel 3.16 Schattingen van biodiversiteit (in klassen 1 t/m 5) van bosgemeenschappen en open vervangingsgemeenschappen op Rijke regenwatergevoede zandgronden, Laagveen en klei op veen, Beekdalgronden, Arme regenwatergevoede zandgronden (droog en vochtig), Binnenlandse lichte zeelei en Buitendijkse riviergronden. De schattingen zijn gemaakt per soortgroep en vervolgens gemiddeld ('biodiversiteit algemeen'). Daarnaast is een inschatting gemaakt hoeveel van de soorten alleen voorkomen in dit type gemeenschap (unieke biodiversiteit) en hoe zeldzaam de betreffende gemeenschappen zijn op Europese schaal (Europees belang)

	Klassen: 1: laag 2: matig 3: gemiddeld 4: groot 5: zeer groot																				Biodiversiteit algemeen			
																					Vaatplanten	Mossen	Paddenstoelen en schimmels	Dagvlinders
RIJKE, REGENGEVOEDE ZANDGRONDEN	N00.01	agrarisch	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,0	1	1	
	N12.02	Kruiden- & faunarij grasland (Matig)	2	1	1	1	2	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1,4	1	1
	N12.02	Kruiden- & faunarij grasland (Goed)	2	2	1	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2,1	2	1
	N11.01	Droog schraalgrasland	3	3	4	4	4	4	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3	3,7	4	5
	N15.02	Dennen-, eiken-, beukenbos (Matig)	3	3	3	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2,4	2	3
	N15.02	Dennen-, eiken-, beukenbos (Goed)	4	5	5	3	2	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4,0	4	3
LAAGVEEN EN KLEI OP VEEN	N00.01	agrarisch	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,0	1	1	
	N12.02	Kruiden- & faunarij grasland (Matig)	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1,6	1	1
	N12.02	Kruiden- & faunarij grasland (Goed)	2	2	2	2	2	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	2,3	2	1
	N10.02	Vochtig hooiland	4	4	3	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3,7	4	5
	N14.02	Hoog- en Laagveenbos (Matig)	3	4	3	2	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2,7	3	4
	N14.02	Hoog- en Laagveenbos (Goed)	4	5	5	2	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3,6	4	4
BEEKDALGRONDEN	N00.01	agrarisch	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,0	1	1	
	N12.02	Kruiden- & faunarij grasland (Matig)	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1,6	1	1
	N12.02	Kruiden- & faunarij grasland (Goed)	2	2	2	2	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	2	2,3	2	1
	N10.02	Vochtig hooiland	4	4	3	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3,7	4	5
	N14.02	Rivier- en Beekbegeleidend bos (Matig)	3	4	3	2	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2,7	3	5
	N14.02	Rivier- en Beekbegeleidend bos (Goed)	4	5	4	2	1	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3,6	4	5
ARM, REGENGEVOEDE ZANDGRONDEN (droog en vochtig)	N00.01	agrarisch	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,0	1	1	
	N12.02	Kruiden- & faunarij grasland (Matig)	2	1	1	1	2	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1,4	1	1
	N12.02	Kruiden- & faunarij grasland (Goed)	2	2	1	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2,1	2	1
	N11.01	Droog schraalgrasland	3	3	4	4	4	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3,7	4	5
	N15.02	Dennen-, eiken-, beukenbos (Matig)	3	3	3	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2,4	2	3
	N15.02	Dennen-, eiken-, beukenbos (Goed)	4	5	5	3	2	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4,0	4	3
BINNENDIJKSE LICHTE ZEELEIGRONDEN & BUITENDIJKSE RIVIERGRONDEN	N00.01	agrarisch	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,0	1	1	
	N12.02	Kruiden- & faunarij grasland (Matig)	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1,6	1	1
	N12.02	Kruiden- & faunarij grasland (Goed)	2	2	2	2	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	2	2,3	2	1
	N12.03	Glanshaver hooiland	3	3	2	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	3,3	3	3
	N14.03	Haagbeuken- en Essenbos (matig)	3	3	3	2	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2,6	3	3
	N14.03	Haagbeuken- en Essenbos (goed)	4	4	5	2	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3,4	3	3

3.2.2 Biodiversiteitswinst bij omvorming

Bij de omvorming van agrarisch land (N00.01) of Kruiden- en faunarijke graslanden (N12.02) naar bosgemeenschappen of naar open vervangingsgemeenschappen van een hogere kwaliteit zal de biodiversiteit groter worden. Dit geldt zowel voor de biodiversiteit algemeen, als voor het aantal unieke soorten, en vaak ook voor de internationale ecologische betekenis van de gemeenschap. In tabel 3.17 t/m 3.20 is voor de omvormingen in verschillende landschapstypen weergegeven hoe groot deze winst in biodiversiteit is. Het spreekt voor zich dat de grootste biodiversiteitswinst wordt gehaald wanneer agrarisch land of een matig ontwikkeld grasland wordt omgezet naar een goed ontwikkelde gemeenschap.

Tabel 3.17 Berekening van de biodiversiteitswinst (in klassen) voor alle omvormingen van agrarische grond (N00.01) of Kruiden- en faunarijke graslanden (N12.02 in matige of goede staat) naar een

bosgemeenschap of een open vervangingsgemeenschap van een hogere kwaliteit op Rijke, regenwatergevoede zandgronden.

Huidig beheertype	Nieuw beheertype	Effect op de biodiversiteit <small>ΔBiod.klasse</small>	Effect op kenmerkende biodiversiteit <small>ΔBiod.klasse</small>	Effect op ecologische betekenis <small>ΔBiod.klasse</small>
<i>Geen abiotische knelpunten groeiplaats</i>				
<i>Van</i>	<i>Naar</i>			
N00.01 Agrarisch grasland	N11.01 Droog schraalgrasland	3,7	4	5
N00.01 Agrarisch grasland	N15.02 Dennen-, eiken-, beukenbos (Goed)	3,0	4	3
<i>Vermeste en verzuurde groeiplaats</i>				
<i>Van</i>	<i>Naar</i>			
N00.01 Agrarisch grasland	N12.02 Kruiden- & faunarijck grasland (Matig)	1,4	1	1
N00.01 Agrarisch grasland	N12.02 Kruiden- & faunarijck grasland (Goed)	2,1	2	1
N00.01 Agrarisch grasland	N11.01 Droog schraalgrasland	3,7	4	5
N00.01 Agrarisch grasland	N15.02 Dennen-, eiken-, beukenbos (Matig)	2,4	2	3
N00.01 Agrarisch grasland	N15.02 Dennen-, eiken-, beukenbos (Goed)	4,0	4	3
N12.02 Kruiden- & faunarijck grasland (Matig)	N11.01 Droog schraalgrasland	2,6	4	5
N12.02 Kruiden- & faunarijck grasland (Matig)	N15.02 Dennen-, eiken-, beukenbos (Matig)	1,7	2	3
N12.02 Kruiden- & faunarijck grasland (Matig)	N15.02 Dennen-, eiken-, beukenbos (Goed)	2,9	4	3
N12.02 Kruiden- & faunarijck grasland (Goed)	N11.01 Droog schraalgrasland	1,8	2	5
N12.02 Kruiden- & faunarijck grasland (Goed)	N15.02 Dennen-, eiken-, beukenbos (Matig)	1,0	1	3
N12.02 Kruiden- & faunarijck grasland (Goed)	N15.02 Dennen-, eiken-, beukenbos (Goed)	1,9	2	3

Rijke regenwatergevoede zandgronden

Op de rijke regenwatergevoede zandgronden (tabel 3.17) wordt de meeste winst behaald bij omzetting van N00.01 naar Droge schraallanden (N11.01) of naar goed ontwikkeld Dennen-, eiken-, beukenbos (N15.02), Hierbij scoren de bossen hoger op algehele biodiversiteit, maar zijn goed ontwikkelde droge schraallanden (inter)nationaal zeldzamer. Ook omvorming vanuit matig ontwikkelde N12.02 naar een goed ontwikkelde gemeenschap levert een aanzienlijke winst. Omvorming vanuit agrarische grond naar matig ontwikkeld N12.02, alsook van reeds goed ontwikkeld N12.02 naar droog schraalland of matig ontwikkeld bos is voor de biodiversiteit op perceelniveau veel minder interessant. Wanneer op gebieds- of landschapsschaal een van deze gemeenschappen (ook de minder goed ontwikkelde) schaars zijn, kan ontwikkeling van bos of graslanden wel een belangrijke meerwaarde voor de biodiversiteit hebben omdat het de landschappelijke variatie vergroot.

Laagveen en klei op veen

Op Laagveen en klei op veen (tabel 3.18) wordt de meeste winst behaald bij omzetting van N00.01 naar Vochtig hooiland (N10.02) of naar goed ontwikkeld Hoog- en laagveenbos (N14.02), Zowel de bossen als de hooilanden kennen een hoge biodiversiteit en zijn (inter)nationaal vrij zeldzaam. Omvorming vanuit matig ontwikkelde N12.02 naar een goed ontwikkelde gemeenschap of vanuit N00.01 naar goed ontwikkeld Kruiden en faunarijck grasland of een matig hoogveenbos levert nog een aardige winst in biodiversiteit op. Omvorming vanuit reeds goed ontwikkeld N12.02 naar bossen of naar hooilanden geeft lokaal slechts een geringe toename van de soortenrijkdom, maar leidt wel tot ontwikkeling van een op Europese schaal zeldzame gemeenschap.

Tabel 3.18 Berekening van de biodiversiteitswinst (in klassen) voor alle omvormingen van agrarische grond (N00.01) of Kruiden- en faunarijck graslanden (N12.02 in matige of goede staat) naar een

bosgemeenschap of een open vervangingsgemeenschap van een hogere kwaliteit op Laagveen en Klei op laagveen.

Huidig beheertype	Nieuw beheertype	Effect op de biodiversiteit Δ Biod.klasse	Effect op kenmerkende biodiversiteit Δ Biod.klasse	Effect op ecologische betekenis Δ Biod.klasse
<i>Geen abiotische knelpunten groeiplaats</i>				
<i>Van</i>	<i>Naar</i>			
N00.01 Agrarisch grasland	N10.02 Vochtig hooiland	3,7	4	5
N00.01 Agrarisch grasland	N14.02 Hoog- en Laagveenbos (Goed)	3,6	4	4
<i>Vermeste, verzuurde en/of verdroogde groeiplaats</i>				
<i>Van</i>	<i>Naar</i>			
N00.01 Agrarisch grasland	N12.02 Kruiden- & faunarijk grasland (Matig)	1,6	1	1
N00.01 Agrarisch grasland	N12.02 Kruiden- & faunarijk grasland (Goed)	2,3	2	1
N00.01 Agrarisch grasland	N10.02 Vochtig hooiland	3,7	4	5
N00.01 Agrarisch grasland	N14.02 Hoog- en Laagveenbos (Matig)	2,7	3	4
N00.01 Agrarisch grasland	N14.02 Hoog- en Laagveenbos (Goed)	3,6	4	4
N12.02 Kruiden- & faunarijk grasland (Matig)	N10.02 Vochtig hooiland	2,3	4	5
N12.02 Kruiden- & faunarijk grasland (Matig)	N14.02 Hoog- en Laagveenbos (Matig)	1,7	3	4
N12.02 Kruiden- & faunarijk grasland (Matig)	N14.02 Hoog- en Laagveenbos (Goed)	2,3	4	4
N12.02 Kruiden- & faunarijk grasland (Goed)	N10.02 Vochtig hooiland	1,6	3	5
N12.02 Kruiden- & faunarijk grasland (Goed)	N14.02 Hoog- en Laagveenbos (Goed)	1,2	2	4
N12.02 Kruiden- & faunarijk grasland (Goed)	N14.02 Hoog- en Laagveenbos (Matig)	1,6	3	4

Beekdalgronden

Op beekdalgronden (tabel 3.19) wordt de meeste winst behaald bij omzetting van N00.01 naar Vochtig hooiland (N10.02) of naar goed ontwikkeld Rivier- en beekbegeleidend bos (N14.02), Zowel de bossen als de hooilanden kennen een hoge biodiversiteit en zijn (inter)nationaal zeldzaam. Omvorming vanuit agrarisch landschap naar goed ontwikkelde N12.02 of matig ontwikkeld bos levert ook nog een aardige winst in biodiversiteit op, net als omvorming vanuit matig ontwikkeld N12.02 naar bossen of naar hooilanden. Ontwikkeling van goed ontwikkelde bos of hooiland vanuit goed ontwikkeld N12.02 geeft lokaal een geringe toename van de soortenrijkdom, maar leidt wel tot ontwikkeling van een op Europese schaal zeldzame gemeenschap

Arme regenwatergevoede zandgronden

Op de arme regenwatergevoede zandgronden (droge en vochtige variant; tabel 3.20) wordt – net als bij de rijkere zandgronden - de meeste winst behaald bij omzetting van N00.01 naar Droge schraallanden (N11.01) of naar goed ontwikkeld Dennen-, eiken-, beukenbos (N15.02). Hierbij scoren de bossen hoger op algehele biodiversiteit, maar zijn goed ontwikkelde droge schraallanden (inter)nationaal zeldzamer. Ook omvorming vanuit matig ontwikkelde N12.02 naar een goed ontwikkelde gemeenschap levert een aanzienlijke winst. Omvorming vanuit agrarische grond naar matig ontwikkeld N12.02, alsook van reeds goed ontwikkeld N12.02 naar droog schraalland of matig ontwikkeld bos is voor de biodiversiteit op perceelniveau veel minder interessant. Wanneer op gebieds- of landschapsschaal een van deze gemeenschappen (ook de minder goed ontwikkelde) schaars zijn, kan ontwikkeling van bos of graslanden wel een belangrijke meerwaarde voor de biodiversiteit hebben omdat het de landschappelijke variatie vergroot.

Tabel 3.19 Berekening van de biodiversiteitswinst (in klassen) voor alle omvormingen van agrarische grond (N00.01) of Kruiden- en faunarijke graslanden (N12.02 in matige of goede staat) naar een bosgemeenschap of een open vervangingsgemeenschap van een hogere kwaliteit op Beekdalgronden.

Huidig beheertype	Nieuw beheertype	Effect op de biodiversiteit Δ Biod.klasse	Effect op kenmerkende biodiversiteit Δ Biod.klasse	Effect op ecologische betekenis Δ Biod.klasse
<i>Geen abiotische knelpunten groeiplaats</i>				
<i>Van</i>	<i>Naar</i>			
N00.01 Agrarisch grasland	N10.02 Vochtig hooiland	3,7	4	5
N00.01 Agrarisch grasland	N14.02 Rivier- en Beekbegeleidend bos (Goed)	3,6	4	5
<i>Vermeste, verzuurde en/of verdroogde groeiplaats</i>				
<i>Van</i>	<i>Naar</i>			
N00.01 Agrarisch grasland	N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Matig)	1,6	1	1
N00.01 Agrarisch grasland	N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Goed)	2,3	2	1
N00.01 Agrarisch grasland	N10.02 Vochtig hooiland	3,7	4	5
N00.01 Agrarisch grasland	N14.02 Rivier- en Beekbegeleidend bos (Matig)	2,7	3	5
N00.01 Agrarisch grasland	N14.02 Rivier- en Beekbegeleidend bos (Goed)	3,6	4	5
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Matig)	N10.02 Vochtig hooiland	2,3	4	5
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Matig)	N14.02 Rivier- en Beekbegeleidend bos (Matig)	1,7	3	5
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Matig)	N14.02 Rivier- en Beekbegeleidend bos (Goed)	2,3	4	5
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Goed)	N10.02 Vochtig hooiland	1,6	3	5
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Goed)	N14.02 Rivier- en Beekbegeleidend bos (Matig)	1,2	2	5
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Goed)	N14.02 Rivier- en Beekbegeleidend bos (Goed)	1,6	3	5

Binnendijkse lichte zeekleigronden en Buitendijkse riviergronden.

Op de Binnendijkse lichte zeekleigronden en Buitendijkse riviergronden (tabel 3.21) wordt de meeste winst behaald bij omzetting van N00.01 naar Glanshaverhooiland (N12.03) of naar goed ontwikkeld Haagbeuken- en Essenbos (N14.03). Beide gemeenschappen zijn echter op Europese schaal niet zeer zeldzaam, althans niet in de vorm zoals deze op de vlakke, niet kalkrijke of kwelgevoede delen binnen de NNN gerealiseerd kunnen worden. Bovendien wordt de hoogste soortenrijkdom in deze bossen vaak behaald bij een vrij intensief gebruik – zoals hakhoutbeheer – zodat er voldoende licht op de bodem komt, waarbij het de vraag is of dit beheer samen gaat met de klimaatfunctie van deze bossen. Omvorming vanuit matig ontwikkelde N12.02 naar een goed ontwikkelde gemeenschap levert eveneens een redelijke winst in biodiversiteit. Omvorming vanuit agrarische grond naar matig ontwikkeld N12.02, alsook van al goed ontwikkeld N12.02 naar glanshaverhooiland of matig ontwikkeld bos is voor de biodiversiteit op perceelniveau veel minder interessant. Wanneer op gebieds- of landschapsschaal een van deze gemeenschappen (ook de minder goed ontwikkelde) schaars zijn, kan ontwikkeling van bos of graslanden wel een belangrijke meerwaarde voor de biodiversiteit hebben omdat het de landschappelijke variatie vergroot.

Tabel 3.20 Berekening van de biodiversiteitswinst (in klassen) voor alle omvormingen van agrarische grond (N00.01) of Kruiden- en faunarijke graslanden (N12.02 in matige of goede staat) naar een bosgemeenschap of een open vervangingsgemeenschap van een hogere kwaliteit op Arme, regenwatergevoede zandgronden (droge en vochtige variant samengevat).

Huidig beheertype	Nieuw beheertype	Effect op de biodiversiteit <small>ΔBiod.klasse</small>	Effect op kenmerkende biodiversiteit <small>ΔBiod.klasse</small>	Effect op ecologische betekenis <small>ΔBiod.klasse</small>
<i>Geen abiotische knelpunten groeiplaats</i>				
<i>Van</i>	<i>Naar</i>			
N00.01 Agrarisch grasland	N11.01 Droog schraalgrasland	3,7	4	5
N00.01 Agrarisch grasland	N15.02 Dennen-, eiken-, beukenbos (Goed)	3,0	4	3
<i>Vermeste en verzuurde groeiplaats</i>				
<i>Van</i>	<i>Naar</i>			
N00.01 Agrarisch grasland	N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Matig)	1,4	1	1
N00.01 Agrarisch grasland	N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Goed)	2,1	2	1
N00.01 Agrarisch grasland	N11.01 Droog schraalgrasland	3,7	4	5
N00.01 Agrarisch grasland	N15.02 Dennen-, eiken-, beukenbos (Matig)	2,4	2	3
N00.01 Agrarisch grasland	N15.02 Dennen-, eiken-, beukenbos (Goed)	4,0	4	3
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Matig)	N11.01 Droog schraalgrasland	2,6	4	5
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Matig)	N15.02 Dennen-, eiken-, beukenbos (Matig)	1,7	2	3
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Matig)	N15.02 Dennen-, eiken-, beukenbos (Goed)	2,9	4	3
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Goed)	N11.01 Droog schraalgrasland	1,8	2	5
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Goed)	N15.02 Dennen-, eiken-, beukenbos (Matig)	1,0	1	3
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Goed)	N15.02 Dennen-, eiken-, beukenbos (Goed)	1,9	2	3

3.2.3 Conclusies effecten biodiversiteit bij omvorming binnen NNN

Voor alle landschappen geldt dat de meeste biodiversiteitswinst wordt behaald wanneer agrarische gronden (N00.01) en matig ontwikkelde Kruiden en faunarijke graslanden (N12.02) worden omgevormd tot goed ontwikkelde bosgemeenschappen of open vervangingsgemeenschappen. Dat geldt ook – zij het in mindere mate wanneer de omzetting plaatsvindt naar goed ontwikkelde Kruiden- en faunarijke graslanden (N12.02). Omzetting naar matig ontwikkelde gemeenschappen hebben voor de biodiversiteit slechts een geringe waarde. Deze algemene conclusies gelden voor alle bosgemeenschappen en open vervangingsgemeenschappen in alle landschappen. Wanneer gekeken wordt naar de unieke soorten binnen de verschillende gemeenschappen en de internationale waarde (binnen Europa) dan zijn goed ontwikkelde droge graslanden op zandgronden, vochtige hooilanden in beekdalen en laagveen en rivier- en beekbegeleidend bos het meest waardevol, gevolgd door veenbossen in het laagveen landschap. De overige gemeenschappen, dus minder goed ontwikkelde schraallanden, glanshaverhooiland en droge bossen op arme zandgronden en op lichte kleigronden scoren hier minder op.

Voor zowel de gras- en hooilanden als de bossen is gerekend met een ontwikkelingsperiode van 100 jaar. Voor de vastlegging van CO₂ is dit een eenvoudige rekensom, waarbij er in bossen uiteindelijk altijd meer wordt vastgelegd dan in de open vervangingsgemeenschappen. Voor de biodiversiteit is dit veel lastiger te beoordelen. Op dit moment is ingeschat dat graslanden op vermeste bodems niet zullen ontwikkelen tot zeer soortenrijke gemeenschappen, maar het is onbekend of regulier beheer

(begrazen of maaien en afvoeren van biomassa) dat decennialang wordt uitgevoerd hier leidt tot eenzelfde soortenrijkdom als graslanden op niet vermeste of afgegraven bodems. Omgekeerd is ook nog niet duidelijk of de successen van graslandherstel door tijdelijk akkeren en inzaaien op de lange termijn stand houden bij regulier beheer. Voor de bossen is ingeschat dat deze zich zonder beheeringrepen in 100 jaar kunnen ontwikkelen tot gemeenschappen met een diverse soortsaamenstelling en structuur.

Tabel 3.21 Berekening van de biodiversiteitswinst (in klassen) voor alle omvormingen van agrarische grond (N00.01) of Kruiden- en faunarijke graslanden (N12.02 in matige of goede staat) naar een bosgemeenschap of een open vervangingsgemeenschap van een hogere kwaliteit op Binnendijkse lichte zeeleiggronden en Buitendijkse riviergronden.

Huidig beheertype	Nieuw beheertype	Effect op de biodiversiteit Δ Biod.klasse	Effect op kenmerkende biodiversiteit Δ Biod.klasse	Effect op ecologische betekenis Δ Biod.klasse
<i>Geen abiotische knelpunten groeiplaats</i>				
<i>Van</i>	<i>Naar</i>			
N00.01 Agrarisch grasland	N12.03 Glanshaver hooiland	3,3	3	3
N00.01 Agrarisch grasland	N14.03 Haagbeuken- en Essensbos (goed)	3,4	3	3
<i>Vermeste en verzuurde groeiplaats</i>				
<i>Van</i>	<i>Naar</i>			
N00.01 Agrarisch grasland	N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Matig)	1,6	1	1
N00.01 Agrarisch grasland	N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Goed)	2,3	2	1
N00.01 Agrarisch grasland	N12.03 Glanshaver hooiland	3,3	3	3
N00.01 Agrarisch grasland	N14.03 Haagbeuken- en Essensbos (matig)	2,6	3	3
N00.01 Agrarisch grasland	N14.03 Haagbeuken- en Essensbos (goed)	3,4	3	3
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Matig)	N12.03 Glanshaver hooiland	2,1	2	3
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Matig)	N14.03 Haagbeuken- en Essensbos (matig)	1,6	2	2
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Matig)	N14.03 Haagbeuken- en Essensbos (goed)	2,2	2	2
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Goed)	N12.03 Glanshaver hooiland	1,4	2	2
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Goed)	N14.03 Haagbeuken- en Essensbos (matig)	1,1	2	2
N12.02 Kruiden- & faunarijke grasland (Goed)	N14.03 Haagbeuken- en Essensbos (goed)	1,5	2	2

4 Afwegingskader ontwikkeling nieuw bos

4.1.1 Algemene opzet afwegingskader

Het praktische doel van dit project is te komen tot een algemeen geldend afwegingskader waarmee een onderbouwde keuze gemaakt kan worden voor de ontwikkeling van bosgemeenschappen in open vegetaties binnen het Nederlands Natuur Netwerk (NNN). In totaal betreft het bijna 114.000 ha aan Kruiden- en faunarijke grasland (N12.02) en nog in te richten agrarische gebieden (N.00.01). Het doel van de ontwikkeling van bosgemeenschappen en van goed ontwikkelde open vervangingsgemeenschappen is om zowel voor klimaat als voor biodiversiteit winst te behalen. De doelstellingen voor bosontwikkeling in het klimaatakkoord (15.000 ha binnen de NNN) worden reeds gehaald wanneer op ongeveer 13% van het beschikbare areaal bos wordt ontwikkeld. Dat betekent dus ook dat 87% van de huidige open graslanden in het NNN ook open kan blijven en ontwikkeld kunnen worden naar soortenrijkere (mozaïeken van) gras- en hooilanden. Dit percentage is bedoeld als een handvat voor keuzes, maar moet niet worden gezien als doel op zich!

Om tot een keuze te komen waar het beste nieuw bos kan worden ontwikkeld, moeten meerdere factoren in overweging worden genomen. In dit project is een afwegingskader gemaakt enkel op basis van de winst voor klimaatdoelen (vastlegging CO₂) en de winst voor biodiversiteit op het niveau van de combinaties van gemeenschappen die ontwikkeld kunnen worden. In de praktijk zullen er nog meer factoren een rol spelen, zoals waterberging, natuurdoelen in aquatische habitats (bijv. Kaderrichtlijn Water in beken en rivieren), recreatie, draagvlak bij omwonenden en kosten voor omvorming en beheer. Deze factoren zullen in een volgende fase worden meegenomen.

Het afwegingskader is opgesteld volgens een top-down benadering, waarbij per stap wordt ingezoomd van provinciaal/regionaal niveau naar de afzonderlijke percelen in een gebied. Hoewel het stappenplan steeds verder inzoomt, betreft het doorlopen ervan geen eenrichtingverkeer; bij elke stap wordt een keuze gemaakt voor een optimalisatie van de (verdeling van) ontwikkeling van bos en open vegetaties. Als in een vervolgstap blijkt dat de keuze niet uitgewerkt kan worden dan moet een eerdere stap heroverwogen worden. Om de graduele verschillen in oppervlakte, mate van openheid en effecten op klimaat en biodiversiteit toepasbaar te maken bij de keuzestappen wordt er met verschillende klassen gewerkt:

Schaalniveaus

- **Provincie/Regio:** in welke landschapstypen binnen de provincie of regio valt relatief veel winst voor klimaat én biodiversiteit te halen? Provincie en regio zijn bestuurlijk vastgelegde begrenzingen waarbinnen voor verschillende landschappen of gebieden de afweging voor bosontwikkeling moet worden gemaakt.
- **Landschap:** hoe open of gesloten moet een landschap zijn voor het behalen van provinciale/regionale beheerdoelen? Het landschapsniveau betreft het NNN-deelgebied in samenhang met het omliggende gebied (natuurterreinen, agrarische gronden, bebouwing etc.) en omvat een oppervlakte van tenminste 2000 ha.
- **Gebied:** wat is de functie van de nieuwe bossen en open vervangingsgemeenschappen in het gebied; uitbreiding, verbinding of versterking van het mozaïeklandschap? Het gebiedsniveau betreft alle percelen binnen de NNN (nog te ontwikkelen en bestaand natuurgebied) en alle direct aangrenzende percelen, die in samenhang ontwikkeld moeten worden om tot een optimalisatie van de biodiversiteit te komen. Deze gebieden zijn veelal tussen de 250 en 1000 ha groot.
- **Perceel:** welke percelen in het gebied kennen de meest gunstige condities voor ontwikkeling van graslanden of juist voor bos? Het perceelniveau betreft stukken land zoals ingedeeld op topografische en kadasterkaarten - veelal tussen 1 en 10 ha groot - die als een ecologische eenheid beoordeeld kunnen worden, dus met een vrij homogene bodemtype, -structuur en -chemie en eenzelfde gebruikshistorie.

Een belangrijk uitgangspunt bij het afwegingskader is dat de ontwikkeling van nieuw bos aansluit bij de bestaande waarden en doelen van het landschap. Dit wordt verder uitgewerkt in §4.1.3, maar speelt al een belangrijke rol bij de start van de afwegingen, namelijk bij de keuze of er een open, halfopen of meer gesloten landschap wordt nagestreefd. Net als bij schaalniveaus is er ook bij 'openheid' van het landschap sprake van een gradiënt. Als handvat wordt er in dit afwegingskader gewerkt met de volgende klassen:

Openheid van het landschap

Als handvatten hanteren we voor een open landschap dat er <5% opgaande begroeiing (struweel, bomen of bos) aanwezig is, in een halfopen landschap is 5 tot 60% van het landschap bedekt met opgaande begroeiing en in een gesloten boslandschap is >60% bedekt met opgaande begroeiing. Deze percentages zijn geen harde grenzen, maar geven houvast bij het doorlopen van het afwegingskader.

4.1.2 Klimaat als keuzefactor

In paragraaf 3.1. zijn berekeningen gemaakt van de effecten op klimaat (vastlegging CO₂). Het omvormen van agrarisch land (N00.01) of matig ontwikkeld Kruiden- en faunarijk grasland (N12.02) naar een goed ontwikkelde bosgemeenschap is het meest efficiënt voor vastlegging van CO₂. Omvorming naar goed ontwikkelde open gemeenschappen (droog schraalland of vochtig hooiland) levert alleen in natte gebieden een grote meerwaarde voor CO₂ opslag, die hier voornamelijk in de bodem plaatsvindt. Het ontwikkelen van matig en goed ontwikkelde N12.02 vanuit N00.01 levert voor klimaat slechts weinig winst op.

Enkeerdgronden op rijke, regenwatergevoede zandbodems, binnendijkse lichte zeeklei en buitendijkse riviergronden komen naar voren als belangrijk landschappen voor de ontwikkeling van bos wanneer het gaat om klimaateffecten. In totaal ligt ongeveer 20% van alle graslanden in het NNN op deze gronden. Bij bosontwikkeling op deze gronden is de vastlegging van CO₂ per hectare hoog; niet alleen in absolute zin, maar, ruim twee keer zo hoog dan wanneer er ontwikkeling naar een open vervangingsgemeenschap plaatsvindt. Ook op laagveen vindt veel CO₂ vastlegging plaats, maar hier zijn de verschillen tussen open gemeenschappen en bosgemeenschappen klein: bosontwikkeling heeft hier dus in relatie met klimaatdoelstellingen een kleinere meerwaarde dan op de eerder genoemde gronden. In beekdalen wordt relatief weinig CO₂ vastgelegd bij omvorming naar bos of goed ontwikkelde open gemeenschappen. Hierbij is echter gerekend met de huidige halfnatuurlijke natuurdoeltypen. Wanneer herstelbeheer in beekdalen meer gericht gaat worden op de van nature voorkomende doorstroomvenen zal de CO₂ vastlegging naar verwachting overeenkomen met laagvenen.

4.1.3 Biodiversiteit als keuzefactor

Effecten op biodiversiteit zijn, zeker voor de lange termijn, veel lastiger in te schatten dan de vastlegging van CO₂. In paragraaf 3.2 zijn schattingen gemaakt van de effecten op biodiversiteit op perceelniveau, ervan uit gaande dat de gemeenschappen gedurende lange tijd ontwikkelen tot een matige of juist goede kwaliteit. Omvormen van agrarisch land (N00.01) of matig ontwikkeld Kruiden- en faunarijk grasland (N12.02) naar een goed ontwikkelde bosgemeenschap of naar goed ontwikkelde open gemeenschappen (droog schraalland of vochtig hooiland) is voor de biodiversiteit altijd gunstig. Het ontwikkelen van matig ontwikkelde N12.02 vanuit N00.01 levert voor biodiversiteit slechts weinig winst op.

Op groter schaalniveau kunnen de effecten op biodiversiteit worden ingeschat op basis van de aanvullende waarde van de gemeenschappen ten opzichte van de reeds aanwezige natuurwaarden in omliggende natuurgebieden en landelijk gebied. Hierbij kan het gaan om een 1) **versterken** van een aanwezige gemeenschap door het uitbreiden van het oppervlak, het 2) **verbinden** van reeds aanwezige gemeenschappen door een geschikte corridor of 'stepping stones' te creëren of het 3) **aanvullen** van aanwezige gemeenschappen met andere, complementaire gemeenschappen die het

leefgebied van soorten versterken, bijvoorbeeld als broedbiotoop, foerageergebied of uitwijkmogelijkheid bij tijdelijk ongunstige omstandigheden. Bij deze laatste categorie gaat het vaak om het creëren van een gradiënt van voedselarmere/zure naar voedselrijkere/gebufferde gronden. Het ontwikkelen van bossen of juist open gemeenschappen als schraallanden en hooilanden kan dan ook belangrijk zijn voor het uitbreiden of versterken van leefgebied voor **doelsoorten**. Dit kunnen soorten zijn met een hoge beschermingsstatus, zoals Natura2000 Vogelrichtlijn- en Habitatrichtlijnsoorten, maar ook van Rode Lijstsoorten of provinciale doelsoorten.

Het aanleggen van houtwallen en singels en kleine bosjes kan in de praktijk een grote meerwaarde hebben voor de landschappelijke variatie, en daarmee op de biodiversiteit van een gebied. Voor de vastlegging van CO₂ zijn deze landschappelijke elementen echter van gering belang. Bomen in deze elementen worden immers meestal niet zeer groot (met name door beheer van de elementen) en doordat er relatief veel licht doordringt op de grond vindt er veel minder ontwikkeling van strooisel en organische bodem plaats dan in gesloten bossen.

4.2 Stappenplan afwegingskader

Onderstaande stappen zijn in figuur 4.1 als stroomschema weergegeven.

Stap 1: Afweging op provinciaal/regionaal niveau

Ontwikkeling van bos is in vrijwel alle landschapstypen beter voor CO₂ opslag dan het behouden of verder ontwikkelen van open gemeenschappen, en in een grootschalig gevarieerd mozaïeklandschap kunnen per definitie meer soorten voorkomen dan in een homogeen open of gesloten landschap. Er is echter wel een optimalisatie voor zowel CO₂ vastlegging als voor biodiversiteit mogelijk door een slimme keuze te maken waar wel en waar geen opgaand bos wordt ontwikkeld. Om het doel van 15.000 ha bosontwikkeling binnen de NNN te halen moet gemiddeld 13% van de open vegetatie worden omgevormd. Omdat bos op lichte klei, buitendijkse riviergronden en rijke zandgronden relatief meer extra CO₂ vastlegt dan open gemeenschappen op laagveen of beekdalgronden is het logisch om op deze gronden de nadruk te leggen. Bovendien zijn juist op de natte en vochtige veengronden vaak natuurdoelen voor een open landschap aanwezig (bijvoorbeeld weidevogels), terwijl veel natuurdoelen voor zandgronden met een halfgesloten tot gesloten landschap samenhangen. Hoogveen- en laagveenbossen leggen echter bijna net zoveel CO₂ vast als bossen op rijke zandgrond, maar zijn zowel landelijk als internationaal veel zeldzamer en kennen een bijzondere eigen flora en fauna. Op landelijke schaal is het dus wel interessant om ook op veenbodems te zoeken naar mogelijkheden voor bosontwikkeling.

Vraag 1: Wat is op basis van de oppervlakte van landschapstypen in de provincie/regio een optimaal percentage per landschapstype om bos of juist open graslanden te ontwikkelen en hoe zijn deze landschappen over de provincie of regio verdeeld?

Op basis van deze vraag wordt vastgesteld in welke landschappen binnen de provincie of regio op basis van ecologische doelen meer of juist minder bosontwikkeling is gewenst. Hierbij kan het landelijk gemiddelde van 13% als handvat (maar niet als doel op zich!) worden gebruikt. De doelpercentages die hieruit naar voren komen worden in de volgende stappen uitgewerkt.

Stap 2: Afweging op landschapsniveau

Niet alle landschapstypen lenen zich ecologisch voor de ontwikkeling van bos. Waar in de eerste stap een verdeling is vastgesteld van gewenste bosontwikkeling tussen de landschappen binnen een regio, wordt in deze stap per landschap bepaald of uitbreiding van bos, bosjes, hagen en ander opgaande begroeiing ongewenst is vanwege andere natuurdoelen, of dat uitbreiding van bos juist van meerwaarde kan zijn, of tenminste geen problemen voor andere doelen oplevert. Belangrijke voorbeelden zijn weidevogel(kern)gebieden en beïnvloeding van belangrijke inziggebieden van (naastgelegen) natuurgebieden. Ook gebieden voor akkervogels en op akkers broedende

'weidevogels', zoals Veldleeuwerik, Gele kwikstaart, Kievit en Scholekster vallen hieronder. In een halfgesloten landschap kan functioneel leefgebied voor soorten afnemen wanneer percelen met open vegetaties door bosontwikkeling van elkaar geïsoleerd raken en daardoor kwetsbare deelpopulaties van doelsoorten ontstaan. Voor andere beheerdoelen kan de kwaliteit van het leefgebied echter ook verbeteren wanneer er zich meer opgaande vegetatie ontwikkelt, bijvoorbeeld omdat het tot meer luwte en variatie leidt, een buffer vormt tussen intensieve landbouw en natuur, de waterberging verbetert tijdens droge periodes of als verbindingzone werkt tussen bospercelen. Dit geldt niet alleen voor soorten van bossen en houtwallen zelf, maar ook voor bijv. voor vlinder- en vleermuissoorten die voor hun oriëntatie gebruik maken van landschappelijke elementen, en voor vogels van akkers en schrale graslanden (zoals Geelgors, Kneu, Kwartel en Patrijs) die in een open landschap kunnen profiteren van de mozaïeken die ontstaan door ontwikkeling van hagen, houtwallen en bosranden.

Vraag 2: Vormt het gebied onderdeel van een open of halfopen landschap waar (verdere) bosontwikkeling een bedreiging vormt voor doelen of doelsoorten in het gebied of in de naastgelegen gebieden?

Ja) Het landschap heeft natuurdoelen die gebonden zijn aan een open landschap of aan een halfopen landschap, waarbij de openheid van het landschap nu al de beperkende factor is voor het behalen van die doelen.

- Geen bosontwikkeling mogelijk, wel verbetering kwaliteit graslanden. Als hierdoor de regionale of provinciale doelstelling niet wordt gehaald kan dit misschien gecompenseerd worden in een ander gebied; zo niet dan moet de doelstelling worden bijgesteld.

Nee) In het landschap komen geen natuurdoelen voor die strikt gebonden zijn aan een zeer open landschap en het landschap is nog niet té gesloten voor de natuurdoelen van het halfopen landschap.

- Bosontwikkeling in meer of mindere mate mogelijk, in combinatie met verbetering kwaliteit van overblijvende graslanden.

Stap 3: functionaliteit van uitbreiding bos in een gebied

Wanneer de ontwikkeling van bos mogelijk is, moet worden vastgesteld welk percentage van het oppervlak van een gebied maximaal beschikbaar is en wat de ecologische functie van de nieuw te ontwikkelen bossen is: uitbreiding bosareaal, verbinding van bestaande bossen via lijnvormige elementen (houtwallen) en/of stepping stones (kleine bosjes) of vergroting areaal mozaïek-landschap. In sommige gevallen kunnen deze functies gecombineerd worden, maar waar slechts beperkt oppervlakte voor uitbreiding beschikbaar is zal er een duidelijke keuze gemaakt moeten worden. Daarbij moet niet enkel naar de functie van bosuitbreiding worden gekeken, maar ook naar de functionaliteit van de natuurwaarden van de open gemeenschappen; ook hiervoor kan een groot minimum areaal, een mozaïeklandschap, een open verbinding of een verbinding via 'stepping stones' van belang zijn.

Vraag 3: Betreft het een al vrij gesloten gebied (>60% opgaande begroeiing) met een geringe percentage nieuw bos?

Ja) De functie van het nieuwe bos kan een verdere uitbreiding van het bosareaal zijn of eventueel een versterking van het mozaïeklandschap wanneer er grotere open delen zijn in het landschap. Zoek naar percelen waar de kans op goede ontwikkeling van gras- en hooilanden laag is en die aansluiten bij bestaande bospercelen, óf waar een aanzienlijk oppervlak bos als stepping stone binnen een open deel van het landschap gerealiseerd kan worden. Op percelen met een hoge potentie voor open gemeenschappen kunnen graslanden of hooilanden (incl. N12.02) van goede kwaliteit worden ontwikkeld. Percelen met een lage potentie kunnen lage/middel kwaliteit N12.02 worden of blijven en dienen als open verbindingen tussen de graslanden van hogere kwaliteit.

Nee →

Vraag 4: Betreft het een open gebied (<5% bos) of halfopen landschap (<60%) met slechts ruimte voor een gering percentage nieuw bos?

Ja) Gesloten bossen leggen meer CO₂ vast dan kleine verspreide bosjes, omdat de condities voor vastlegging in organische bodem en dood hout gunstiger zijn en de bomen veelal meer kans krijgen om ouder en groter te worden. Een keuze voor een geconcentreerde ontwikkeling op een of twee plekken aansluitend bij bestaand bos óf als grote stepping stone tussen bosgebieden is hier logisch. Houd de ontwikkeling weg van percelen met goede potentie voor de ontwikkeling van grootschalige schraallanden en vochtige hooilanden, in verband met leefgebied voor o.a. weide en akkervogels.

Nee →

Vraag 5: Betreft het een halfopen gebied (5-60% opgaande begroeiing) met kans voor slechts een gering percentage nieuw bos?

Ja) Kies voor versterking van het mozaïeklandschap door een of enkele (clusters van) percelen te zoeken met een lage potentie voor de ontwikkeling van waardevolle grasvegetaties en waar dus beter bos kan worden ontwikkeld. Let op: ook voor ontwikkeling van goede kwaliteit bos zullen inrichtingsmaatregelen nodig zijn.

Nee) Het betreft een halfopen landschap waarin een ruimere uitbreiding van nieuw bos de natuurdoelen ondersteund, of in ieder geval geen belangrijke doelen onmogelijk maakt. Hier kan afhankelijk van de doelen gekozen worden uit meerdere functies of wellicht zelfs functies gecombineerd worden: uitbreiding van bos (zoek aansluiting bij bestaande bossen), verbinding van bossen (zoek naar een rij van percelen die deze verbinding kunnen maken, óf naar een serie van percelen of perceelclusters die als 'stepping stones' kunnen dienen). Bij een serie van grotere bossen zal ook de variatie van het mozaïeklandschap worden vergroot. Zoek naar percelen waar de kans op goede ontwikkeling van gras- en hooilanden laag is: op percelen met een hoge potentie voor open gemeenschappen kunnen beter graslanden of hooilanden (incl. N12.02) van goede kwaliteit worden ontwikkeld. Zorg dat percelen met (potentie voor) goede kwaliteit graslanden niet van elkaar geïsoleerd komen te liggen, maar probeer deze juist te verbinden.

Eventueel heroverweging van doelstellingen

Indien bij stap 2 (landschap) of stap 3 (gebied) minder of juist meer ruimte blijkt te zijn voor bosontwikkeling dan vooraf werd ingeschat, moeten eventueel de doelstellingen voor ontwikkeling van nieuw bos die in stap 1 (provincie/regio) zijn vastgesteld worden heroverwogen. Pas wanneer stappen 1 tot en met 3 zijn voltooid kan er op perceelniveau gekeken worden wat de beste mogelijkheden voor verdere ontwikkeling van bossen en open gemeenschappen zijn.

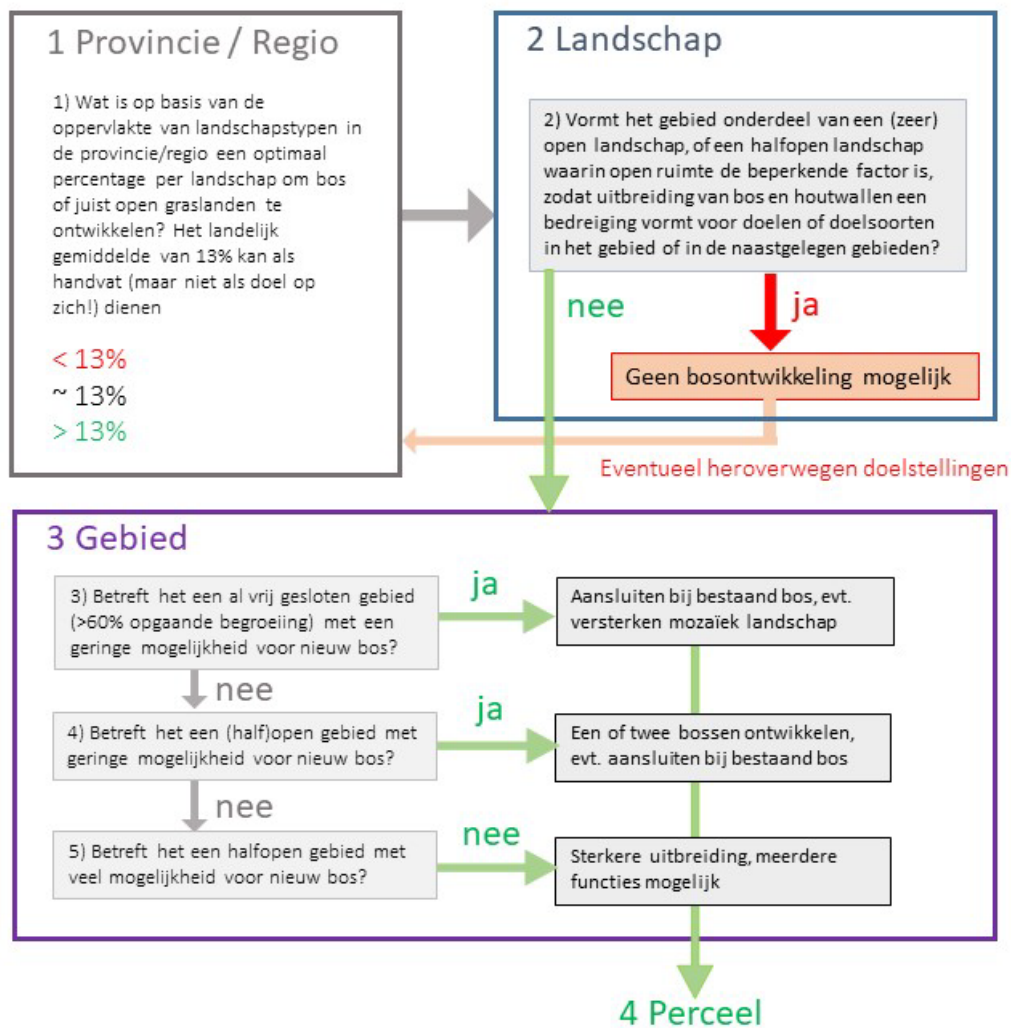
Stap 4 Beoordeling van percelen

Om de ontwikkeling van nieuw bos op perceelniveau te beoordelen is het nodig om naar de abiotische omstandigheden en gebruiksgeschiedenis te kijken. Omdat goed ontwikkelde grasvegetaties schaars zijn, is het verstandig om op percelen met goede potenties voor open gemeenschappen geen bos te ontwikkelen. Percelen met N00.01 en N12.02 in het NNN zijn vaak lange tijd in agrarisch gebruik geweest en hebben dan een hoog gehalte aan voedingsstoffen, met name fosfaat (P) en stikstof (N). De reden dat veel percelen die onder Kruiden- en faunarijke graslanden worden geschaard blijven steken in een soortenarm stadium is dat ondanks maatregelen die de bodem versralen (hooien en/of (na)beweiden) of die de bodem openen (eggen, frezen) er zich zeer snel weer een gesloten zode van grassen ontwikkelt. Dit treedt op in vrijwel alle percelen die een hoog P-gehalte kennen en een hoog organisch stofgehalte kennen, met name wanneer deze lange tijd als graslanden zijn beheerd. Pas wanneer de biomassagroei wordt geremd en de wortelbiomassa van aanwezige grassen sterk wordt beschadigd komt er ruimte voor meer kruidenrijkdom. Deze kruiden moet dan wel worden ingebracht in de vorm van zaad of maaisel uit een goed ontwikkeld grasland, omdat bronpopulaties voor kruiden vaak ontbreken.

Een aantal typen percelen hebben een hogere potentie voor de ontwikkeling van kwalitatief goede, kruidenrijke graslanden. Op droge, regenwatergevoede gronden zijn dit voormalige akkers; deze

hebben door de frequente bodemverstoring relatief weinig organisch stof en er ontbreekt een gesloten wortelzone van grassen. Waar het opentrekken van de bodem (zwarte braak) of tijdelijke beakkering in combinatie met het inzaaien van kruiden in voormalige akkers en schrale graslanden succesvol is, heeft dit in meer gesloten graslanden slechts een kort positief effect. Om hier soortenrijke gras- of hooilanden te ontwikkelen moet de P-rijke bovenlaag afgegraven worden, óf moet door langdurig maaien en afvoeren de bodem worden verschaald. Op percelen met vochtige bodems kan een zelfde effect bereikt worden door de invloed van gebufferde kwel te herstellen. De precieze werking is nog niet duidelijk, maar waarschijnlijk zorgt de kwelinvloed voor een veel lagere beschikbaarheid van P, waardoor de biomassagroei sterk wordt verkleind.

Ontwikkeling van bos op N00.01 en N12.02 zal vooral een meerwaarde hebben voor biodiversiteit wanneer het lukt om goed ontwikkelde bosvegetaties te realiseren. Daarbij gelden grotendeels dezelfde abiotische knelpunten als bij de ontwikkeling van kwalitatief hoogwaardige open vegetaties; onder ongunstige omstandigheden als te hoge P- of N-beschikbaarheid of een te lage grondwaterstand zal het ook lastig zijn een biodiverse bosvegetatie te ontwikkelen. Bovendien zullen in sterk gesloten grasmatten zich ook weinig boomsoorten en typische grassen en kruiden van bosgemeenschappen vestigen. Voor een goede ontwikkeling van bosgemeenschappen zal dus vaak, net als voor gras- en hooilanden, zowel de abiotiek op orde moeten worden gebracht als karakteristieke soorten worden ingebracht. Wanneer dit niet mogelijk is zal er zonder inrichtingsmaatregelen en beheer wel een bosvegetatie ontstaan waarvan de structuur functioneel is voor veel soorten (o.a. beschutting, verbindingszone of 'stepping stone' tussen goed ontwikkelde bossen), maar die op zichzelf weinig biodiversiteit kent.



Figuur 4.1 Stroomschema voor het afwegingskader voor de ontwikkeling van nieuw bos voor klimaat en biodiversiteit. Bij stap 4 is een abiotische beoordeling op perceelniveau nodig in relatie tot de doelgemeenschap voor bossen of open gemeenschappen van gras- en hooilanden.

5 Uitwerking voorbeeldgebied

5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk is het afwegingskader dat in hoofdstuk 4 is ontwikkeld toegepast op een voorbeeldgebied. Bij de keuze van het voorbeeldgebied is gekeken naar de provincie Noord-Brabant, omdat daar al concretere doelen voor ontwikkeling van nieuw bos zijn geformuleerd. Binnen deze provincie is gezocht naar een gebied waar binnen het NNN rijke, regenwatergevoede zandgronden aanwezig zijn. In de praktijk liggen deze gronden altijd in een logische mozaïek met zowel arme regenwatergevoede zandbodems als met beekdalgronden. Als voorbeeldgebied is hier het Markdal bij Ulvenhout en Breda gekozen.

Disclaimer

1. De uitkomsten van deze exercitie hebben geen enkele officiële status! Ze zijn niet afgestemd met terreineigenaren, beheerders, waterschappen of bevoegd gezag. De kaart is enkel het resultaat van de toetsing van de conceptversie van het afwegingskader waarin de potenties worden geanalyseerd voor bosontwikkeling die zowel ecologische winst als klimaatwinst oplevert. Wanneer dit afwegingskader in de praktijk gebruikt gaat worden moeten al deze stakeholders in een vroeg stadium mee worden genomen in de uitvoering.
2. Het afwegingskader is bij deze toetsing grof toegepast, zonder een gedegen landschapsanalyse. Dit geldt zowel voor de ecohydrologische processen, alsook voor de keuze op perceelsniveau. De uitkomst van deze analyse moet later getoetst worden met experts en eventueel met aanvullende metingen en/of schouw in het veld. Wanneer dit afwegingskader in de praktijk gebruikt gaat worden, moet deze kennis al vroeg in het proces worden meegenomen.

5.2 Uitwerking

5.2.1 Stappen in het afwegingskader

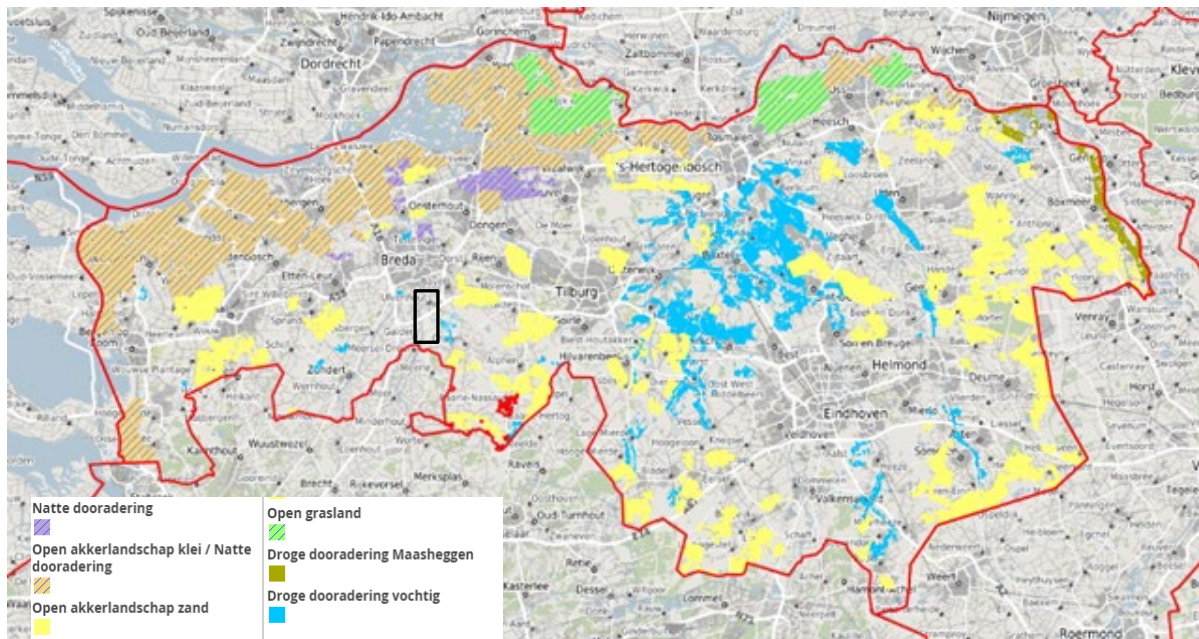
Stap 1) Provincie en regio's

Binnen Noord-Brabant is er eerst gekeken naar de verschillende regio's. Hierbij is voor enkele landschapstypen beoordeeld dat bosontwikkeling niet of slechts in geringe mate wenselijk is (figuur 5.1). Zo zijn er voor de agrarische natuurtypen grote gebieden voor open akkerlandschap met natte dooradering en open graslanden aangewezen op zowel de kleigronden in het noordwesten, als langs de Maas en op de hogere zandgronden. Ook het Maasheggen gebied langs de Maas in het oosten van de provincie is een halfopen landschap waar bosontwikkeling alleen op kleine schaal plaats zou kunnen vinden. Daarnaast zijn er op de arme zandgronden ook enkele grote heide, veen en stuifzandgebieden, zoals de Loonse en Drunense Duinen, de Peelvenen en de heides van de Kempen, waar openheid van het landschap belangrijk is. Alhoewel er in deze regio's zeker ontwikkeling van nieuw bos kan plaatsvinden, zijn de mogelijkheden geringer dan in de beekdalen en de aangrenzende rijkere zandgronden. Er zijn wellicht ook mogelijkheden in delen van het rivierengebied, met name in de Biesbosch om naast de open graslanden rivierbegeleidend bos te ontwikkelen. Hier liggen echter vrijwel geen NNN met percelen van type N00.01 of N12.02 die nog verder ontwikkeld kunnen worden; deze liggen wel veel in de beekdalen (figuur 5.2)

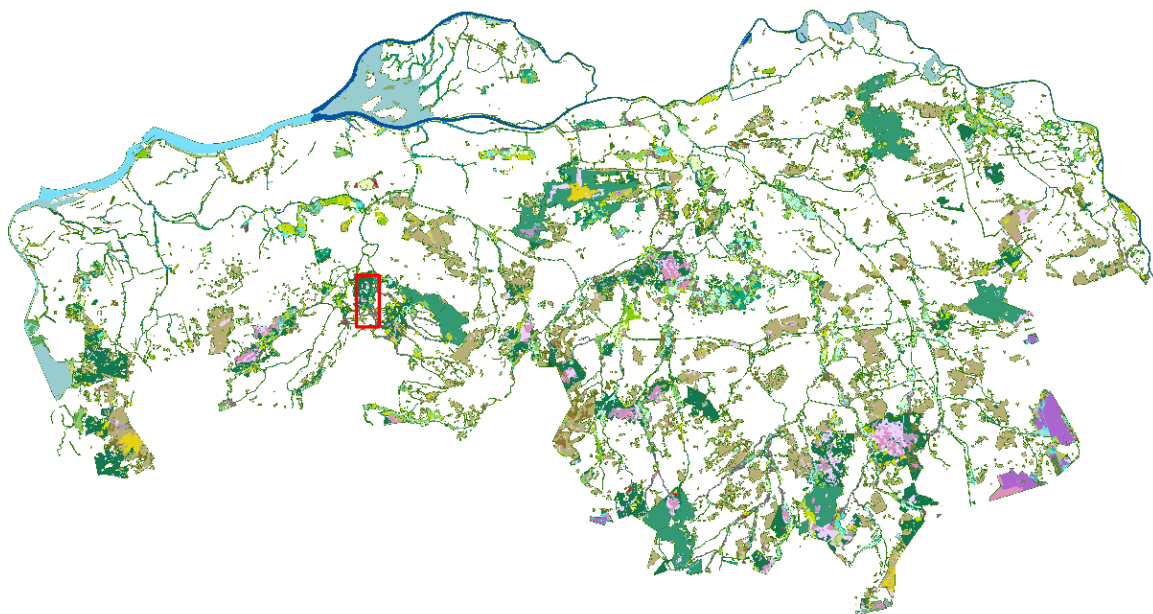
Stap 2) Landschap

De Brabantse beekdalen (in ruime zin, dus inclusief aangrenzende zandgronden) zijn halfopen landschappen waarin zowel ruimte is voor ontwikkeling van natte graslanden als voor bosontwikkeling. Hoewel een zekere mate van openheid is gewenst, zijn er veelal geen doelen voor zeer open

landschappen, zoals in weidevogelgebieden. Omdat er in enkele andere landschappen weinig ruimte is voor bosontwikkeling - binnen Noord-Brabant, maar zeker ook in andere provincies, met name in laag Nederland - kan er in beekdalen ruim gezocht naar potentiële plekken.



Figuur 5.1. Ligging van de agrarische natuurtypen met o.a. open akkerland op klei en zand, open graslanden en dooradering van het Maasheggengebied: hier is bosontwikkeling niet of alleen zeer lokaal gewenst. Het zwarte kader geeft de ligging van voorbeeldgebied het Markdal weer bij Ulvenhout en Breda, dat buiten deze open landschappen ligt (bron: kaartbank.brabant.nl/viewer - mei 2021).

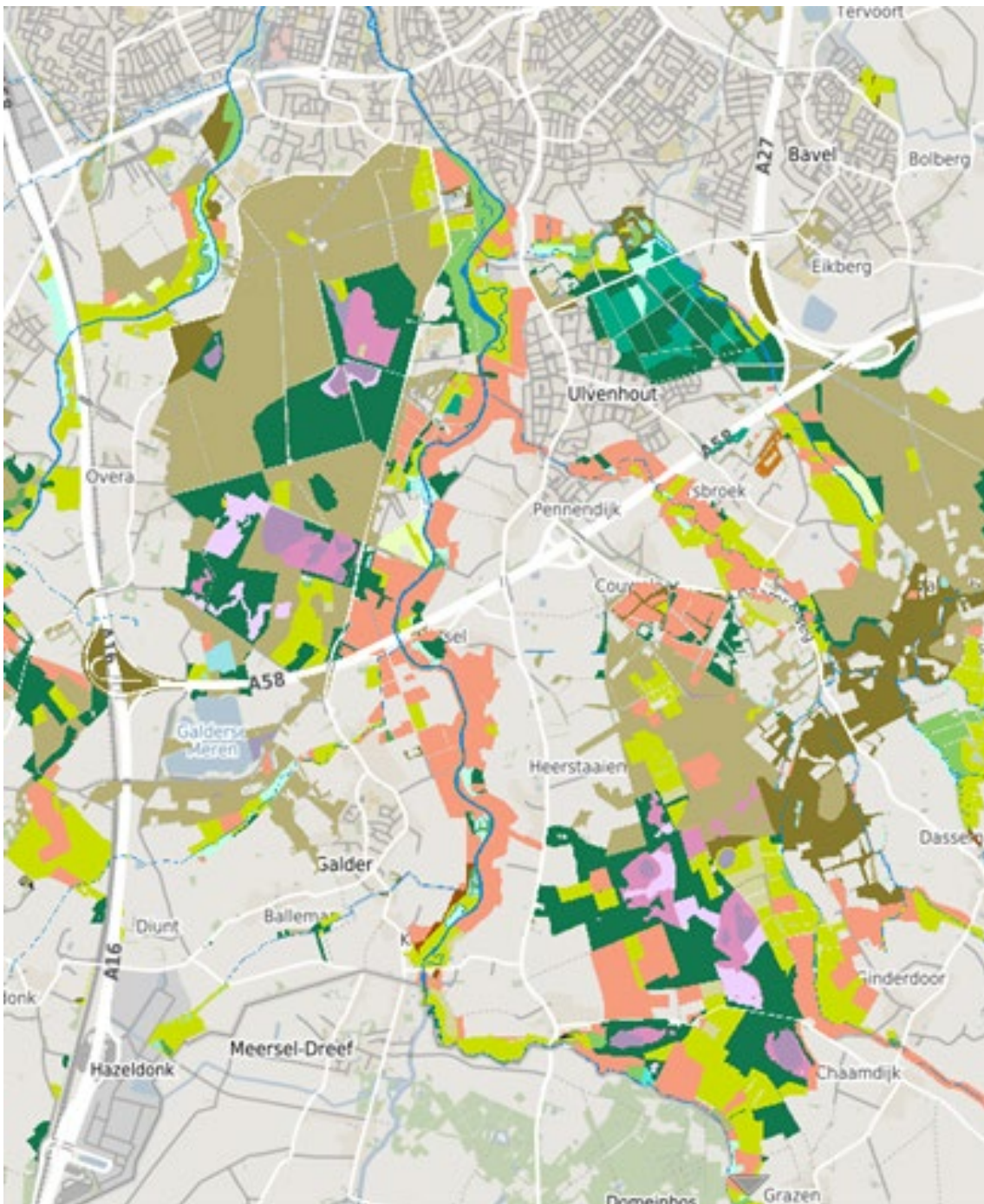


Figuur 5.2 Ligging van het Brabants Natuurnetwerk (BNN), onderdeel van het Nederlands Natuur Netwerk (NNN), waarbinnen de N12.02 en N00.01 liggen om tot ontwikkeling van nieuw bos te komen. Het rode kader geeft de ligging van het Markdal weer bij Ulvenhout en Breda (bron: kaartbank.brabant.nl/viewer - mei 2021).

Stap 3) Gebied

In Noord-Brabant lijken de meeste mogelijkheden voor uitbreiding van bos te liggen in de beekdalen in ruime zin; dat wil zeggen de beekdalgronden inclusief de direct aangrenzende rijkere en arme zandgronden. In dit voorbeeld is gekozen voor het Markdal tussen Ulvenhout en Breda, aangezien hier

een vrij groot aantal percelen van type N12.02 en N00.01 aanwezig is. Bovendien is er in het Markdal een duidelijke ambitie voor versterking van de natuurkwaliteit. Geflankeerd door o.a. het Ulvenhoutse Bos en het Mastbos is er de laatste jaren al gewerkt aan hermeandering van de beek, alsook het ontwikkelen van ecologische verbindingzones tussen bosgebieden, heidegebieden en langs de Mark zelf. Verschillende delen langs de beek zijn inmiddels aangewezen als N01.04 Zand- en kalklandschap; terreindelen waar natuurlijke processen als grondwaterstandfluctuaties, successie en waterdynamiek van beken in combinatie met integrale begrazing het landschap vormen. Een groot deel van de percelen heeft echter nog de status N00.01 of matig ontwikkeld N12.02, maar is wel zoekgebied voor landschappen met een hoge Cultuur Historische Waarde (CHW), waarin bosontwikkeling niet wenselijk is omdat dit de bestaande landschapsstructuur teveel aantast. In dit voorbeeld zijn we uitgegaan van alle nog in te richten N00.01 percelen en N12.02 in het gebied (figuur 5.3).



Figuur 5.3 Ligging van de nog in te richten agrarische gronden (N00.01; roze) en percelen met Kruiden- en faunarijck grasland N12.02 (lichtgroen) ten opzichte van o.a. droge bossen met en zonder productie (donkergroen en olijfgroen), heide (paars) en vochtige hooilanden (appelgroen) (bron: kaartbank.brabant.nl/viewer - mei 2021).

Bij het zoeken naar uitbreiding is gekeken naar de kwaliteit en het karakter van het huidige landschap. Er wordt dus uitgegaan van bestaande waarden: deze mogen niet verloren gaan en moeten het liefst versterkt worden. Er is dus duidelijk niet gericht op het omvormen van een halfopen landschap naar een veel dichter begroeide vorm met een ander karakter. Dit is voor de landschappelijke en ecologische waarden onwenselijk, voor het behalen van de doelstellingen voor uitbreiding van bossen niet nodig, en kan waarschijnlijk ook niet op voldoende draagvlak rekenen.

Bij de aanwijzing van percelen voor versterking van het landschap is gekozen voor:

- Het laten aansluiten van nieuw bos bij bestaande bossen, en te ontwikkelen graslanden aan te laten sluiten bij bestaande goed ontwikkelde graslanden, hooilanden en schraallanden. Op deze manier worden robuuste eenheden verkregen. Voor bossen geldt daarbij dat wanneer de randinvloeden kleiner worden er ook een hogere opslag van CO₂ plaatsvindt.
- Aanwezige bosgebieden worden met de ontwikkeling van nieuw bos beter met elkaar verbonden (stapstenen of aaneensluiten van kleine bosjes), waarbij ervoor is gewaakt dat waardevolle open vegetaties juist met elkaar verbonden blijven; dit geldt zowel voor graslanden onderling, maar ook de koppeling van natte en droge heide met wat voedselrijkere open grasvegetaties.
- Waar van toepassing is gekozen voor behoud van het kleinschalige (coulissen) landschap, of herstel hiervan wanneer de structuren in de percelen nog duidelijk aanwezig zijn, maar de hagen, singels en houtwallen ontbreken. Het herstellen van deze landschapselementen zal bijdragen aan de mozaïekstructuur van het landschap en daarmee ook voor verbindingen tussen bosgebieden, maar draagt weinig bij aan de vastlegging van CO₂.
- Soms is er voor gekozen om bossen strategisch aan te leggen tussen natuur en grootschalige agrarische gebieden of snelwegen om een buffer te vormen.

In figuur 5.4 is aangegeven welke percelen in aanmerking komen voor de omvorming naar bos. Hierbij is een tweedeling gemaakt in percelen waar omvorming naar bos naar verwachting een grote meerwaarde heeft en geen andere doelen in de weg zit (ontwikkeling nieuw bos mogelijk), en percelen waar nieuw bos mogelijk is maar naar verwachting een kleinere meerwaarde heeft voor biodiversiteit en landschap (eventueel). Deze laatste gebieden kunnen als 'reserve' dienen voor wanneer er om andere redenen veel percelen uit de categorie 'mogelijk' wegvallen.

Stap 4) Percelen

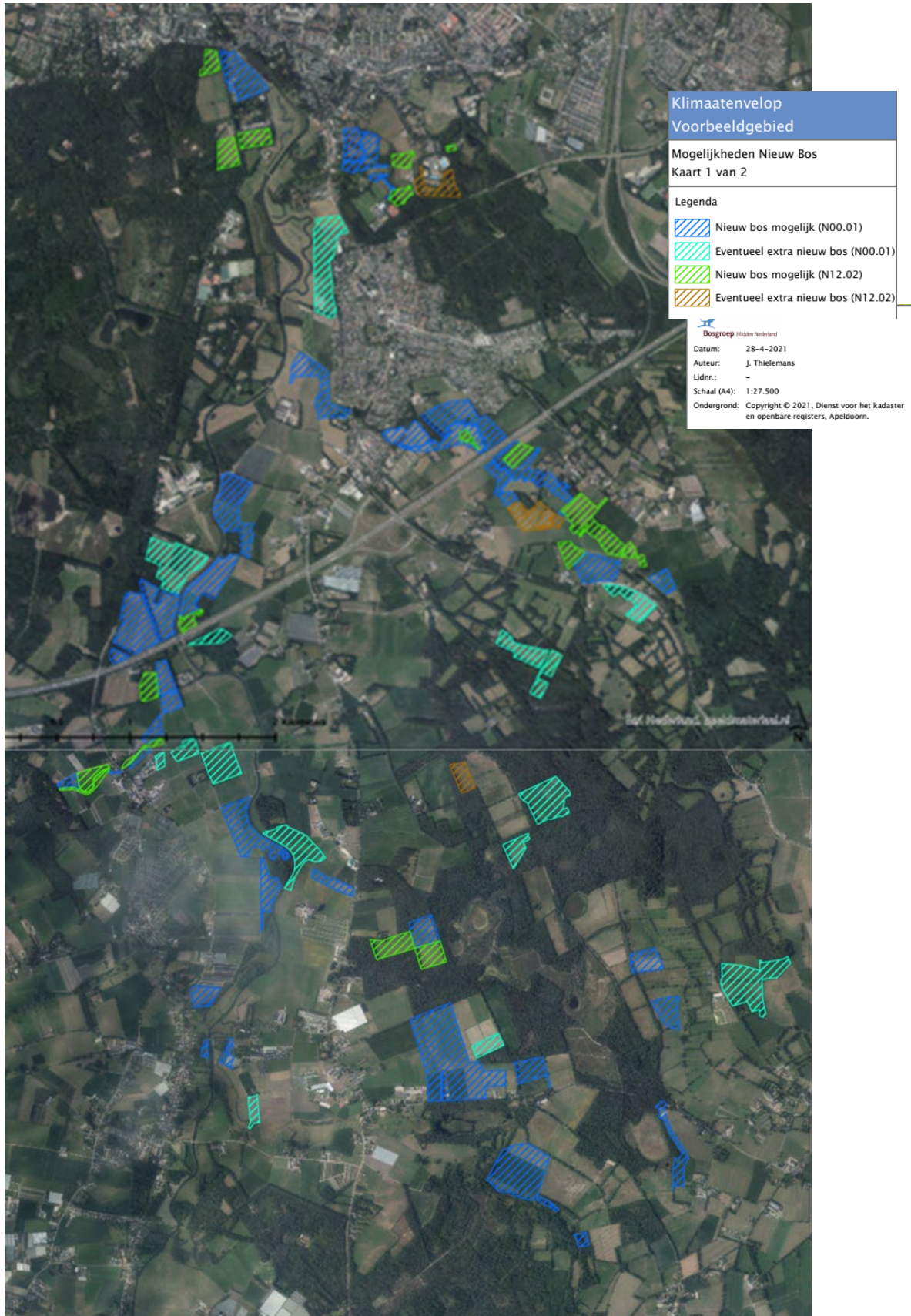
Om tot een uiteindelijke keuze te komen moet de abiotiek en gebruiksgeschiedenis van de afzonderlijke percelen bekend zijn, alsook informatie over de aanwezigheid van populaties van doelsoorten in het gebied. Deze informatie was in deze fase onvoldoende voorhanden. Er is daarom geen verdere analyse gemaakt op perceelniveau.

5.3 Resultaat voor klimaat en biodiversiteit

Zoals al aangegeven aan het begin van dit hoofdstuk hebben onderstaande resultaten geen enkele officiële status! Ze zijn niet afgestemd met terreineigenaren, beheerders, waterschappen of bevoegd gezag. De kaart (figuur 5.4) en de berekeningen die hierop zijn gebaseerd zijn enkel het resultaat van de toetsing van het conceptuele afwegingskader waarin de potenties worden geanalyseerd voor bosontwikkeling die zowel ecologische winst als klimaatwinst oplevert.

Bij het doorlopen van het afwegingskader in dit voorbeeld van het Markdal blijkt er veel potentiële ruimte te zijn voor bosontwikkeling. In totaal is 147 ha van het huidige oppervlak van 409 ha nog in te richten N00.01 (36%) geschikt voor omvorming en ruim 33 ha van 240 ha huidig N12.02 (14%). Met de percelen uit de categorie 'eventueel ontwikkeling van bos' erbij loopt dit aandeel op tot respectievelijk 210 ha (51%) en 43 ha (18%). Dit is ruim boven het gemiddelde van Nederland (13%) wat als handvat kan worden gezien voor ontwikkeling van nieuw bos als onderdeel voor het halen van klimaatdoelstellingen. In de praktijk zullen veel percelen nog vervallen als ontwikkelingsgebied door lokale wensen van eigenaars & beheerders, fosfaatbelasting op perceelniveau, andere gebruiksfuncties, etc. Het ligt echter voor de hand om in dit gebied ruim meer dan 13% van de huidige N00.01 en N12.02 tot bos te ontwikkelen, aangezien er in andere landschappen, zoals het

kleilandschap en de armere zandgronden met heiden en venen, vrijwel zeker minder uitbreiding mogelijk is.



Figuur 5.4 Aanwijzing van percelen die geschikt zijn voor omvorming naar bos, waarbij zowel voor de biodiversiteit (versterking leefgebied, verbindingen tussen leefgebieden), landschappelijke waarden (behouden of herstellen kleinschalige landschappen) en klimaatdoelstellingen (vastleggen CO₂) positieve effecten worden verwacht.

Vanwege het ontbreken van gedetailleerde gegevens over de abiotiek van de verschillende percelen (als proxy voor het kunnen ontwikkelen van bosgemeenschappen en open gemeenschappen van goede kwaliteit) en over de aanwezigheid van doelsoorten is het niet mogelijk om een berekening te maken van de winst in biodiversiteit. Omdat er echter in de beoordeling is gestuurd op het versterken van de huidige waarden (uitbreiding, verbinding) wordt verwacht dat de biodiversiteit i.i.g duurzamer is gewaarborgd en waarschijnlijk verder toe zal nemen in het gebied.

Met betrekking van de klimaatdoelstellingen kan er wel een berekening worden gemaakt van de hoeveelheid CO₂ die de ontwikkeling van bos zal opleveren (annex 2). Omdat de abiotiek van de percelen niet exact bekend is en diverse percelen uit een combinatie van verschillende bodems bestaan, is er een pragmatische, maar conservatieve berekening gemaakt; dit laatste om overschatting van CO₂ vastlegging te voorkomen. Uit deze berekeningen komt naar voren dat er met optimale bosontwikkeling in totaal ruim 230.000 ton CO₂ kan worden vastgelegd in de aanwezige percelen N00.01 en N12.02. Dit is meer dan twee keer zoveel dan ruim 100.000 ton de CO₂ die wordt vastgelegd op deze percelen wanneer er géén bosontwikkeling plaatsvindt. Het verschil tussen een goede of matige ontwikkeling van bosgemeenschappen en open vervangingsgemeenschappen is voor de biodiversiteit van groot belang, maar levert voor de klimaatdoelstellingen slechts ±5% extra vastlegging van CO₂ op.

6 Literatuur

BIJ12.nl. N12.02 Kruiden- en faunarijk grasland (<https://www.bij12.nl/onderwerpen/natuur-en-landschap/index-natuur-en-landschap/natuurtypen/n12-rijke-graslanden-en-akkers/n12-02/> ; versie op 25-05-2021)

Bosgroepen.nl Interne kennisdag voor Bosgroepers: Kruiden- en faunarijke graslanden 21 juni 2019 (<https://bosgroepen.nl/kennisdag-voor-bosgroepers-kruiden-en-faunarijke-graslanden/> ; versie op 25-05-2021)

Dorland, E., T. Van den Broek, K. Eichhorn & M.Courbois, 2019. Herstel van kruiden- en faunarijke graslanden in het droge zandlandschap. Rapport OBN230-DZ. VBNE, Driebergen

IPO/MinLNV, 2020. Bos voor de toekomst. Uitwerking ambities en doelen landelijke Bossenstrategie en beleidsagenda 2030. Uitgave Interprovinciaal Overleg & Ministerie van Landbouw, natuur en Voedselkwaliteit. Publicatie-nr. 1120-001, november 2020.

Kuneman, G.U., G. Koopmans & N. Welle, 2020. Inventarisatie bosuitbreiding bij particuliere terreineigenaren. Rapport Bosgroepen, Projectnummer: 20.30.3406.03. In opdracht van Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.

Provincie Brabant, 2020. Brabantse bossenstrategie. Statenmededeling, documentnummer 4639886, 28 januari 2020.

Annex 1.

Verdeling van N12.02 en N00.01 over landschapstypen per provincie

	Drenthe		Flevoland		Friesland		Gelderland		Groningen		Limburg		Noord-Brabant	
	N12.02	N00.01	N12.02	N00.01	N12.02	N00.01	N12.02	N00.01	N12.02	N00.01	N12.02	N00.01	N12.02	N00.01
Rijks, regenwatergevoede zandgronden	2.618	951	188	1	751	221	1.169	694	530	402	865	451	2.382	3.136
Laagveen en klei op veen	758	184	161	-	2.124	344	284	46	1.380	547	127	84	601	136
Beekdalgronden	2.929	1.021	-	-	579	366	412	225	364	25	1.144	475	1.648	1.392
Arms, regenwatergevoede zandgronden (droog)	1.516	576	45	-	253	38	1.362	353	451	137	773	226	1.445	1.403
Binnendijkse lichte zeeklaigronden	-	-	1.107	19	451	80	111	38	197	70	-	-	345	156
Buitendijkse riviergronden	-	-	-	-	-	-	2.478	1.240	-	-	743	1.144	619	654
Arms, regenwatergevoede zandgronden (vochtig)	1.142	344	38	-	468	70	455	282	494	246	306	65	1.683	1.539
Kwaligevoede zandgronden (buiten beekdalen)	1.044	322	3	-	80	105	996	456	323	178	535	191	742	658
Overig	135	46	303	0	182	35	753	162	96	35	429	294	531	184
Stagnerende leem- en kleigronden	140	27	32	18	14	18	426	163	49	37	775	490	1.294	559
Binnendijkse zware zeeklaigronden	1	0	341	-	590	173	19	21	430	309	-	-	332	37
Klaarm (hoogveen)	974	411	8	-	526	130	30	3	118	79	147	6	512	407
binnendijkse zware rivierklaigronden	-	-	-	-	-	-	691	182	-	-	-	-	201	119
binnendijkse lichte rivierklaigronden	-	-	-	-	4	-	868	392	-	-	101	27	144	54
droge leemgronden	-	-	-	-	-	-	73	10	-	1	970	537	144	66
kalkrijke zandgronden (duinen)	-	-	2	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
hellinggronden op ondiepe kalk	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	595	190	-	-
kalkarme zandgronden (duinen): arm, regenwatergevoede zand	-	-	-	-	296	65	-	-	-	-	-	-	-	-
buitendijkse zeeklaigronden	-	-	-	-	0	8	1	-	-	-	-	-	127	17
kalkarme zandgronden (duinen): kwaligevoede zand	-	-	-	-	65	2	2	10	-	-	3	0	0	4
arms, regenwatergevoede zandgronden (nat)	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
kalkarme zandgronden (duinen): veen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
gronden op vuursteenalluvium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
kalkarme zandgronden (duinen): rijk, regenwatergevoede zand	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	71	24	-	-
TOTAAL	11.260	3.881	2.228	38	6.384	1.655	10.131	4.288	4.433	2.066	7.582	4.203	12.673	10.521

	Noord-Holland		Overijssel		Utrecht		Zeeland		Zuid-Holland		TOTAAL	
	N12.02	N00.01	N12.02	N00.01	N12.02	N00.01	N12.02	N00.01	N12.02	N00.01	N12.02	%
Rijks, regenwatergevoede zandgronden	217	105	803	440	286	17	664	-	8	28	16.947	15%
Laagveen en klei op veen	965	389	1.117	593	1.217	390	6	-	873	993	13.318	12%
Beekdalgronden	-	-	1.569	560	98	41	-	-	-	-	12.851	11%
Arms, regenwatergevoede zandgronden (droog)	71	83	790	670	99	8	22	-	-	0	10.320	9%
Binnendijkse lichte zeeklaigronden	633	92	27	13	6	-	3.774	-	538	1.194	8.853	8%
Buitendijkse riviergronden	-	-	466	145	937	120	-	-	54	-	8.601	7%
Arms, regenwatergevoede zandgronden (vochtig)	99	6	706	456	141	13	0	-	-	-	8.565	7%
Kwaligevoede zandgronden (buiten beekdalen)	70	26	508	181	195	81	10	-	0	0	6.704	6%
Overig	235	160	406	66	288	19	520	-	586	270	5.736	5%
Stagnerende leem- en kleigronden	-	0	553	184	1	-	57	-	-	-	4.837	4%
Binnendijkse zware zeeklaigronden	990	100	7	2	48	-	723	-	195	154	4.473	4%
Klaarm (hoogveen)	44	5	400	202	246	19	-	-	-	-	4.258	4%
binnendijkse zware rivierklaigronden	0	1	51	51	670	51	-	-	182	171	2.271	2%
binnendijkse lichte rivierklaigronden	-	-	122	13	391	46	9	-	28	6	2.206	2%
droge leemgronden	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	1.724	1%
kalkrijke zandgronden (duinen)	58	388	-	-	-	-	11	-	194	237	892	1%
hellinggronden op ondiepe kalk	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	785	1%
kalkarme zandgronden (duinen): arm, regenwatergevoede zand	95	99	-	-	-	-	13	-	95	37	701	1%
buitendijkse zeeklaigronden	208	44	-	54	1	-	30	-	369	1	567	0%
kalkarme zandgronden (duinen): kwaligevoede zand	0	2	102	43	-	-	-	-	122	85	497	0%
arms, regenwatergevoede zandgronden (nat)	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	235	0%
kalkarme zandgronden (duinen): veen	-	-	-	-	-	-	-	-	165	7	172	0%
gronden op vuursteenalluvium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	94	0%
kalkarme zandgronden (duinen): rijk, regenwatergevoede zand	11	22	-	-	-	-	-	-	8	26	67	0%
TOTAAL	3.716	1.523	7.683	3.571	4.613	808	5.840	-	3.367	3.208	115.673	

Annex 2

Berekening van CO2 opslag in het voorbeeldgebied Markdal

Beheertype	Zeker/Eventueel	Bodemtypegroep	Bostype	Totaal	CO2-voorraad absoluut		CO2-toename absoluut		
Beheertype	Zeker/Eventueel	Bodemtypegroep	Bostype	Oppervlak	Matig	Goed	Matig	Goed	
N00.01	Eventueel	(Vochtige) veldpodzol-, Laarpodzol- en Vlakvaaggronden	15.02	7	4981	4981	2559	2559	
N00.01	Eventueel	(Vochtige) veldpodzol-, Laarpodzol- en Vlakvaaggronden	15.02	13	8938	8938	4592	4592	
N00.01	Eventueel	Combi	Combi	6	4082	4082	2097	2097	
N00.01	Eventueel	Combi	Combi	7	5756	5756	3333	3333	
N00.01	Eventueel	Combi	Combi	2	1246	1246	640	640	
N00.01	Eventueel	Eerdgronden	15.02	0	100	107	64	71	
N00.01	Eventueel	Eerdgronden	15.02	2	1720	1841	1102	1223	
N00.01	Eventueel	Eerdgronden	15.02	9	8445	9039	5414	6008	
N00.01	Eventueel	Leemame beekeerdgronden	15.02	6	5024	5024	2880	2880	
N00.01	Eventueel	Leemame beekeerdgronden	15.02	0	242	242	139	139	
N00.01	Eventueel	Leemame beekeerdgronden	N14.03	1	822	822	476	476	
N00.01	Eventueel	(Vochtige) veldpodzol-, Laarpodzol- en Vlakvaaggronden	15.02	12	8401	8401	4316	4316	
N00.01	Eventueel	(Vochtige) veldpodzol-, Laarpodzol- en Vlakvaaggronden	15.02	12	8401	8401	4316	4316	
N00.01	Eventueel	(Vochtige) veldpodzol-, Laarpodzol- en Vlakvaaggronden	15.02	12	8401	8401	4316	4316	
N00.01	Eventueel	(Vochtige) veldpodzol-, Laarpodzol- en Vlakvaaggronden	15.02	2	1213	1213	623	623	
N00.01	Zeker	(Vochtige) veldpodzol-, Laarpodzol- en Vlakvaaggronden	15.02	13	8938	8938	4592	4592	
N00.01	Zeker	Combi	Combi	14	9790	9790	5029	5029	
N00.01	Zeker	Combi	Combi	22	17766	17766	10289	10289	
N00.01	Zeker	Combi	Combi	16	10933	10933	5617	5617	
N00.01	Zeker	Eerdgronden	15.02	16	14632	15661	9381	10409	
N00.01	Zeker	Eerdgronden	15.02	21	20135	21550	12909	14324	
N00.01	Zeker	Eerdgronden	15.02	21	20135	21550	12909	14324	
N00.01	Zeker	Leemame beekeerdgronden	15.02	7	5883	5883	3373	3373	
N00.01	Zeker	Leemame beekeerdgronden	15.02	7	5883	5883	3373	3373	
N00.01	Zeker	Leemame beekeerdgronden	N14.03	1	822	822	476	476	
N00.01	Zeker	(Vochtige) veldpodzol-, Laarpodzol- en Vlakvaaggronden	15.02	28	19564	19564	10050	10050	
N00.01	Zeker	(Vochtige) veldpodzol-, Laarpodzol- en Vlakvaaggronden	15.02	2	1679	1679	863	863	
N12.02	Eventueel	(Vochtige) veldpodzol-, Laarpodzol- en Vlakvaaggronden	15.02	1	935	935	409	409	
N12.02	Eventueel	Eerdgronden	15.02	0	403	403	247	247	
N12.02	Eventueel	Leemame beekeerdgronden	15.02	0	48	48	21	21	
N12.02	Eventueel	Leemame beekeerdgronden	15.02	2	1454	1454	648	648	
N12.02	Eventueel	Leemame beekeerdgronden	N14.03	3	2499	2499	1133	1133	
N12.02	Eventueel	(Vochtige) veldpodzol-, Laarpodzol- en Vlakvaaggronden	15.02	0	130	130	57	57	
N12.02	Zeker	(Vochtige) veldpodzol-, Laarpodzol- en Vlakvaaggronden	15.02	0	116	116	51	51	
N12.02	Zeker	(Vochtige) veldpodzol-, Laarpodzol- en Vlakvaaggronden	15.02	0	7	7	3	3	
N12.02	Zeker	Combi	Combi	3	1987	1987	869	869	
N12.02	Zeker	Combi	Combi	1	792	792	359	359	
N12.02	Zeker	Eerdgronden (Droge Wintereiken-Beukenbossen)	15.02	1	1036	1036	634	634	
N12.02	Zeker	Eerdgronden (Droge Wintereiken-Beukenbossen)	15.02	0	403	403	247	247	
N12.02	Zeker	Eerdgronden (Droge Wintereiken-Beukenbossen)	15.02	0	403	403	247	247	
N12.02	Zeker	Eerdgronden (Droge Wintereiken-Beukenbossen)	15.02	1	1186	1186	725	725	
N12.02	Zeker	Leemame beekeerdgronden	15.02	2	1901	1901	848	848	
N12.02	Zeker	Leemame beekeerdgronden	15.02	2	1901	1901	848	848	
N12.02	Zeker	Leemame beekeerdgronden	N14.03	6	4791	4791	2173	2173	
N12.02	Zeker	(Vochtige) veldpodzol-, Laarpodzol- en Vlakvaaggronden	15.02	8	5586	5586	2442	2442	
Subtotaal N00.01 Eventueel						67772	68493	36867	37588
Subtotaal N00.01 Zeker						136163	140022	78859	82718
Subtotaal N12.02 Eventueel						5468	5468	2515	2515
Subtotaal N12.02 Zeker						20110	20110	9446	9446
Totaal N00.01						203934	208515	115726	120306
Totaal N12.02						25578	25578	11960	11960
Eindtotaal						229513	234093	127686	132267

Wageningen Environmental Research
P.O. Box 47
6700 AA Wageningen
The Netherlands
T +31 (0)317 48 07 00
www.wur.nl/environmental-research

Wageningen Environmental Research
Report
ISSN 1566-7197

The mission of Wageningen University and Research is "To explore the potential of nature to improve the quality of life". Under the banner Wageningen University & Research, Wageningen University and the specialised research institutes of the Wageningen Research Foundation have joined forces in contributing to finding solutions to important questions in the domain of healthy food and living environment. With its roughly 30 branches, 5,000 employees and 10,000 students, Wageningen University & Research is one of the leading organisations in its domain. The unique Wageningen approach lies in its integrated approach to issues and the collaboration between different disciplines.

