



Bosgroep Midden Nederland



voor systeemgericht natuurherstel



Nieuw bos in Natuurnetwerk Nederland

Onderbouwing van een mogelijke verdeelsleutel

2021

Possen B.J.H.M., J.H.J. Thielemans, A. Reichgelt, E. Roest & M.E. Nijssen

COLOFON

Titel: Nieuw bos in Natuurnetwerk Nederland
Kenmerk: --
Auteurs: Possen B.J.H.M., J.H.J. Thielemans, A. Reichgelt , E. Roest & M.E. Nijssen
Foto voorkant:

Citeren als: Possen, B.J.H.M., J.H.J. Thielemans, A. Reichgelt, E. Roest & M.E. Nijssen, 2021.
Nieuw bos in Natuurnetwerk Nederland - Onderbouwing van een mogelijke
verdeelsleutel. Rapport Stichting Bargerveen, Bosgroep Midden-Nederland &
Probos.

Stichting Bargerveen | Nijmegen | december 2021

www.stichtingbargerveen.nl | www.linkedin.com/company/stichting-bargerveen



Inhoudsopgave

Inhoudsopgave.....	1
1 Inleiding.....	2
2 Methode en gebruikte gegevens.....	3
2.1 Verantwoording van de technische uitwerking.....	3
2.2 Interpretatie van de getallen	6
3 Resultaten	7
3.1 Resultaat van de technische uitwerking.....	7
3.2 Duiding van de resultaten	7
3.2.1 Haalbaarheid en uitdagingen	7
3.2.2 Spontane bosontwikkeling of verjonging in andere natuurtypen	8
4 Nieuw bos is een kans	9
4.1 Behalen van klimaatdoelen.....	9
4.2 Behalen doelen voor biodiversiteit en connectiviteit	10
4.3 Behalen doelen voor waterkwaliteit en -beschikbaarheid.....	12
4.4 Gebruik van het bos	14
4.5 Eenvoudige handvatten op hoofdlijnen voor synergie	15
Literatuur	17
Bijlagen.....	21
Bijlage 1 Gebruikte ruimtelijke informatie	22
Bijlage 2 Kaartbeelden per provincie.....	24

1 Inleiding

Als gezamenlijk beleidsvoornemen hebben Rijk en provincies in de Nationale Bossenstrategie (Rijksoverheid 2020) de ambitie neergelegd om het Nederlandse bosareaal in 2030 met tien procent te hebben uitgebreid tot 407.000 hectare. Op deze manier wordt een belangrijke bijdrage geleverd aan het Klimaatakkoord door het vastleggen van koolstof. Daarnaast wordt ook een bijdrage geleverd aan onder meer het stoppen van de achteruitgang van de biodiversiteit en het verduurzamen van het (grond)waterbeheer. Van de beoogde 37.000 hectare nieuw bos is circa 15.000 hectare binnen Natuurnetwerk Nederland voorzien. De beleidsaandacht voor de uitbreiding van bosareaal richt zich hierbij sterk op Kruiden- en faunairijk grasland (N12.02)¹ en nog in te richten (agrarische) gebieden (N00.01, N00.02).

Maar is de beoogde 15.000 hectare haalbaar? Welke mogelijkheden zijn er voor de afzonderlijke provincies om de gezamenlijke ambitie te realiseren? Sommige provincies hebben hier in eigen, provinciale Bossenstrategieën al ambities aan verbonden (e.g. Provincie Noord-Brabant 2020), andere werken hier momenteel aan. Een consistent landelijk overzicht van de mogelijkheden, uitgaande van voor elke provincie gelijke criteria, ontbreekt.

Er zal in de praktijk altijd sprake moeten zijn van een gebiedspecifieke invulling van de opgave voor bosuitbreiding, al was het maar om geen kansen te laten liggen. Er is desalniettemin op bestuurlijk niveau behoefte aan inzicht in de haalbaarheid van de geambieerde 15.000 hectare nieuw bos binnen Natuurnetwerk Nederland. Dat inzicht wordt in deze rapportage gegeven met behulp van een eenvoudige technische, ruimtelijke analyse (Tabel 3-1) in samenwerking met de provinciale Boscoördinatoren.

¹ Gehanteerde codes gelijk aan de Index Natuur en Landschap (BIJ12 2021a), zoals gebruik voor Natuurnetwerk Nederland.

2 Methode en gebruikte gegevens

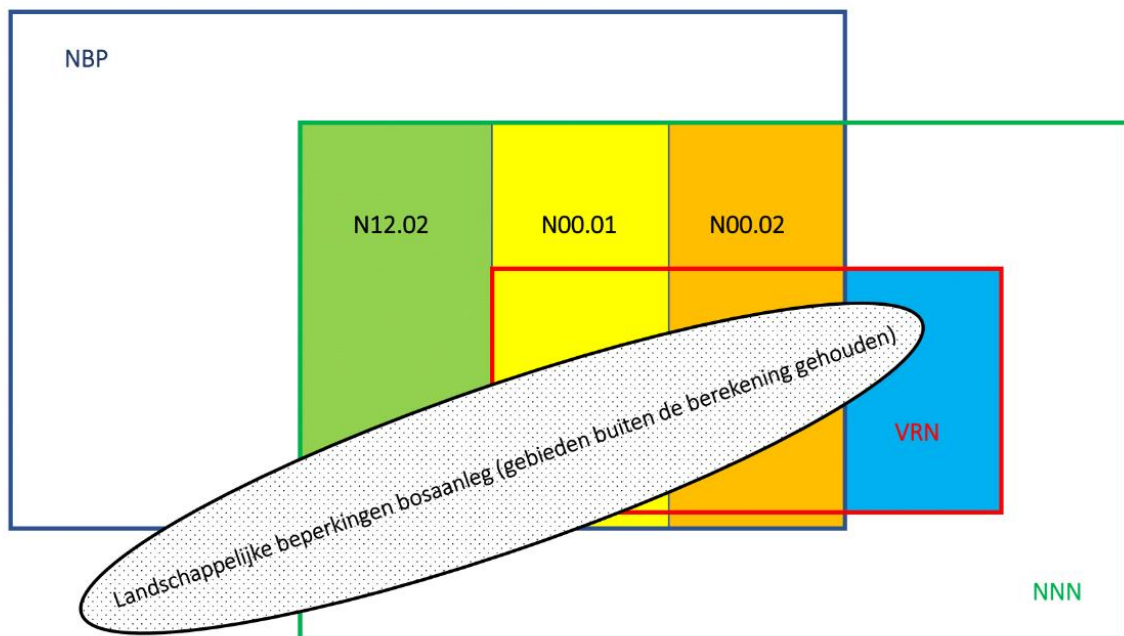
2.1 Verantwoording van de technische uitwerking

Om bestuurlijk overleg zo goed mogelijk te faciliteren is inzichtelijk gemaakt hoeveel ruimte elke provincie in beginsel voor nieuw bos binnen Natuurnetwerk Nederland beschikbaar heeft uitgaande van vaststaand landelijk beleid (Natuurnetwerk Nederland) en provinciaal ruimtelijk beleid (bijvoorbeeld invulling van Natuurnetwerk Nederland, begrenzing “open gebieden” zoals weidevogelkerngebieden) (Figuur 2-1). De keuze voor vigerend ruimtelijk beleid betekent dat voor elke provincie de criteria gelijk zijn. Vanuit die basis is met een simpele procentuele sleutel in drie stappen een technische invulling gegeven aan het deel van de geplande 15.000 hectare nieuw bos in Natuurnetwerk Nederland dat binnen elke provincie beschikbaar is. Het gaat nadrukkelijk om een technische uitwerking, waaraan geen bestuurlijke, ecologische of maatschappelijke afweging ten grondslag ligt.

Een dergelijke technische uitwerking is altijd een momentopname. Zo is de realisatie van Natuurnetwerk Nederland in alle provincies in volle gang en zijn voor veel “Nog in te richten gebieden” al processen opgestart of zelfs afspraken of plannen gemaakt. Die plannen, processen en afspraken zijn in deze studie nog niet verwerkt als deze nog niet waren opgenomen op de meest recente beschikbare kaarten die door de provincies zijn aangeleverd.

Tegelijkertijd is dan ook meteen duidelijk dat de achtergrondkaart bij deze rapportage nooit volledig of kloppend kan zijn op het niveau van individuele percelen. Dat is onvermijdelijk, maar passend bij het detailniveau van deze rapportage. Deze notitie brengt in beeld waar een gesprek over de wenselijkheid van bos tot de mogelijkheden behoort. Deze notitie maakt die afweging niet. De complexiteit van die afweging is daarvoor te groot.

De getallen die uit de technische analyse naar voren komen, zijn dan ook op te vatten als “zoeken naar ruimte”, als startpunt voor gesprekken over de invulling van de in de Nationale Bossenstrategie geformuleerde ambities op provinciaal niveau.



Figuur 2-1 Schematische weergave van de ruimtelijke analyse. De Natuurbeheerplannen (NBP; blauwe kader) zijn gebruikt om het areaal N12.02 (groen vlak), N00.01 (geel vlak) en N00.02 (oranje vlak) binnen Natuurnetwerk Nederland (groen kader; NNN) te bepalen. De Voortgangsrapportage Natuur (VRN; rood kader) is vervolgens gebruikt om de arealen binnen de NBP zo nauwkeurig mogelijk te krijgen. Daarnaast heeft het geleid tot een uitbreiding van nog in te richten gebied buiten de NBP (blauwe vlak). Het groene, rode, oranje en blauwe vlak samen, geven het voor deze rapportage relevante areaal dat het vertrekpunt vormt door de verdere berekening. Gebieden met “Landschappelijke beperkingen” (gestippelde ellips) volgen uit vigerend provinciaal beleid (per provincie verschillend) en zijn van het eerder berekende areaal afgetrokken. Voorbeelden van “Landschappelijke beperkingen” zijn weidevogelgebieden, open landschap en historisch erfgoed (zie bijlage 1 voor aanvullende beschrijving).

Stap 1: Het werkgebied

De focus ligt op de mogelijkheden voor nieuw bos binnen Natuurnetwerk Nederland zoals bedoeld in de Nationale Bossenstrategie (Rijksoverheid 2020). De basis vormt dan ook de vigerende begrenzing van Natuurnetwerk Nederland (BIJ12 2021a; Figuur 2-1). Daarbinnen ligt focus op het natuurbeheertype Kruiden- en Faunarijk grasland (N12.02) en die delen van Natuurnetwerk Nederland die nog niet als natuur zijn ingericht (N00.01 Nog om te vormen naar Natuur en N00.02 Omvorming – Kwaliteitsimpuls)¹. Samen bepalen zij wáár op grond van de Nationale Bossenstrategie in beginsel over nieuw bos binnen Natuurnetwerk Nederland nagedacht kan worden (Figuur 2-1). De basis hiervoor zijn de provinciale natuurbeheerplannen, waarin is vastgelegd welke functie elk perceel binnen Natuurnetwerk Nederland heeft of moet krijgen.

Om over zo actueel mogelijke informatie te beschikken, is voor N00.02 Omvorming – Kwaliteitsimpuls gebruik gemaakt van de Voortgangsrapportage Natuur (VRN) zoals beschikbaar bij BIJ12 (2021b; Figuur 2-1). Deze kaart laat de voortgang van de realisatie van Natuurnetwerk Nederland zien.

Het eindresultaat van deze stap is een maximaal areaal nieuw bos binnen Natuurnetwerk Nederland per provincie. Dat areaal vormt het vertrekpunt voor stap 2.

Stap 2: Niet overal past nieuw bos binnen al bestaand beleid

Binnen het in stap 1 berekende areaal, is op grond van vigerend provinciaal beleid nieuw bos niet overal passend. Denk aan weidevogelgebieden of cultuurhistorisch waardevolle open landschappen. Het areaal waar staand provinciaal beleid dwingt tot openheid van het landschap moet dan ook in mindering worden gebracht (Figuur 2-1). Alleen door staand provinciaal beleid als uitgangspunt te nemen, kan dit op voor elke provincie gelijke en navolgbare wijze gebeuren. Welke gebieden het betreft (mede op aangeven van de 12 provinciale boscoördinatoren), is terug te vinden in bijlage 1.

Het resultaat van deze stap is het totale areaal waar binnen Natuurnetwerk Nederland uitgaand van staand beleid het gesprek gevoerd kan worden over ontwikkeling van nieuw bos. In tabel 3-1 is dit opgenomen in de kolom "*Totaal beschikbaar (ha)*". Het bijbehorende kaartbeeld is terug te vinden in bijlage 2.

In deze stap kon géén rekening worden gehouden met plannen of afspraken die bestaan voor de inrichting van Natuurnetwerk Nederland, maar die nog niet op de vigerende natuurbeheerplankaart terecht zijn gekomen. Het detailniveau van deze technische analyse laat dat niet toe.

Het kaartbeeld in bijlage 2 is op te vatten als een weergave van ruime "zoekgebieden" waar op grond van vigerend beleid het gesprek over ontwikkeling van nieuw bos gevoerd kan worden, maar betreft geen bestuurlijke, ecologische of maatschappelijke keuze, . Immers, het op kaart aangegeven areaal doet geen recht aan locatie specifieke ecologische of maatschappelijke kwaliteiten en kansen, lopende initiatieven, gebiedsprocessen of bestuurlijke keuzes. De gepresenteerde getallen en bijbehorende kaart zijn in die zin een momentopname voor de situatie in 2021. De kaart kan in een vervolgfase wel dienen als basis voor verdere uitwerking in overleg met terreineigenaren.

De uiteindelijke keuze om op perceelsniveau wel of niet te kiezen voor bos is altijd locatie-specifiek en vraagt om gegevens die niet op provinciaal, laat staan op landelijk niveau beschikbaar zijn. Denk daarbij ook aan mogelijkheden bij andere natuurtypen, bijvoorbeeld via spontane bosontwikkeling of verjonging (paragraaf 3.2.2).

Stap 3: Naar een provinciaal aandeel in de Nationale Bossenstrategie

De provincie-specifieke arealen uit de kolom "*Totaal beschikbaar (ha)*" zijn vervolgens vertaald naar een procentuele verdeling per provincie (*Percentage (%)*) in tabel 3-1). Uitgaande van dat percentage is vervolgens bepaald voor welk areaal nieuw bos binnen Natuurnetwerk Nederland elke provincie ruimte zou kunnen vinden om de ambitie uit de Nationale Bossenstrategie te halen (*Aandeel bosstrategie (ha)*) in tabel 3-1).

2.2 Interpretatie van de getallen

Een technische uitwerking kán geen rekening houden met complexe ecologische, maatschappelijke of bestuurlijke afwegingen. Het zorgvuldig maken van dergelijke afwegingen is wél essentieel voor het draagvlak voor -en dus het bereiken van- de beleidsvoornemens zoals verwoord in de Nationale Bossenstrategie. Die afwegingen zijn hier niet gemaakt, mede omwille van de beschikbare tijd, de beschikbare gegevens, maar zeker ook omdat aan handvatten daarvoor in andere kaders wordt gewerkt (Nijssen et al. 2021 en in voorbereiding; Possen et al. In voorbereiding).

Kortom: de technische uitwerking (tabel 3-1) zegt niet hoeveel nieuw bos binnen Natuurnetwerk Nederland ten minste gerealiseerd kan worden, wél voor welk areaal nagedacht kan worden of nieuw bos hier de maatschappelijk optimale vorm van landgebruik vertegenwoordigd, aansluitend bij de doelstelling van Natuurnetwerk Nederland.

Het gaat in deze studie dan ook niet om de exacte getallen, wel om inzicht in de technische haalbaarheid (in hectare) van de ambitie die is vastgelegd in de Nationale Bossenstrategie en de theoretische bijdrage die elke provincie daaraan kan leveren wanneer uitgegaan wordt van gelijke, in vigerende beleidstukken gehanteerde criteria. Een gedetailleerd overzicht van de gebruikte gegevens is terug te vinden in bijlage 1.

3 Resultaten

3.1 Resultaat van de technische uitwerking

Het resultaat van de analyse is terug te vinden in tabel 3-1.

Tabel 3-1 Verdeelsleutel voor nieuw bos in Natuurnetwerk Nederland conform de Nationale Bossenstrategie. Per provincie is weergegeven het *Totaal beschikbaar* areaal (in hectare): het theoretisch beschikbaar areaal voor nieuw bos binnen Natuurnetwerk Nederland verdeeld over Kruiden- en Faunarijk grasland (N12.02) en nog in te richten gebieden (N00.01 & N00.02), het *Percentage*: het percentage per provincie van het totaal theoretisch beschikbaar areaal in alle provincies samen, en het *Aandeel Bossenstrategie* (in hectare): het areaal in hectare dat uitgaande van de procentuele verdeling gevonden moet worden om de ambitie uit de Nationalae Bossenstrategie landelijk te halen. Uitwerking van de gehanteerde criteria is terug te vinden in hoofdstuk 2.

Provincie	Totaal beschikbaar areaal (ha)			Percentage (%)	Aandeel bosstrategie (ha)
	N12.02	N00.01 & N00.02	Totaal		
Drenthe	2.715,8	1.318,1	4.033,9	6,1	919,1
Flevoland	608,1	11,4	619,4	0,9	141,1
Friesland	2.901,0	147,9	3.049,0	4,6	694,7
Gelderland	6.633,7	3.333,2	9.966,9	15,1	2.271,0
Groningen	2.737,8	1.164,6	3.902,3	5,9	889,2
Limburg	7.376,9	3.654,9	11.031,8	16,8	2.513,6
Noord-Brabant	12.546,5	3.832,4	16.378,9	24,9	3.732,0
Noord-Holland	2.199,3	1.139,8	3.339,2	5,1	760,8
Overijssel	5.798,8	397,3	6.196,1	9,4	1.411,8
Utrecht	1.811,9	570,5	2.382,5	3,6	542,9
Zeeland	1.630,2	1,2	1.631,4	2,5	371,7
Zuid-Holland	1.781,7	1.518,6	3.300,3	5,0	752,0
Eindtotaal	48.741,7	17.089,9	65.831,6	100,0	15.000,0

3.2 Duiding van de resultaten

3.2.1 Haalbaarheid en uitdagingen

Het in tabel 3-1 weergegeven totaal beschikbare areaal is een overschatting. Er kan met draagvlak géén ruime 65.000 hectare nieuw bos gerealiseerd worden binnen Natuurnetwerk Nederland. Het ontbreekt immers aan de locatie-specifieke, ruimtelijke, ecologische maatschappelijke en bestuurlijke afwegingen die nodig zijn voor uitvoering op het niveau van individuele percelen. Dergelijke afwegingen zijn hier niet gemaakt. Dat is de logische volgende stap. Wel kan voor ruim 65.000 hectare nagedacht worden of nieuw bos hier de maatschappelijk optimale vorm van landgebruik vertegenwoordigd en daarnaast aansluit bij de doelstellingen van Natuurnetwerk Nederland.

Dat betekent dat het totaal beschikbare areaal vrijwel zeker sterk is overschat; het is een "ruime jas". Het berekende maximale areaal is ruim vier keer groter dan het op grond van de Nationale

Bossenstrategie beoogde areaal van 15.000 hectare. Met een zorgvuldige ecologische, maatschappelijke en bestuurlijke afweging moet blijken of hierbinnen voldoende ruimte gevonden kan worden om de geformuleerde ambitie te realiseren. Een zoekgebied dat vier maal groter is dan de ambitie wil niet zeggen dat dit eenvoudig gerealiseerd kan worden of dat er geen uitdagingen zijn. Tal van zaken zijn denkbaar die maken dat de in tabel 3-1 weergegeven arealen niet eenvoudig te realiseren zijn. Pacht, bijvoorbeeld, kan ervoor zorgen dat arealen die in bijlage 2 groen kleuren niet of pas over lange tijd beschikbaar zijn. Retentievoorzieningen of (huidige) opvattingen over waterveiligheid zijn andere zaken die van belang kunnen zijn. Naast deze mogelijke drempels zijn er echter ook kansen.

3.2.2 Spontane bosontwikkeling of verjonging in andere natuurtypen

Een van die kansen is spontane bosontwikkeling. Bosuitbreiding is ook mogelijk in andere natuurtypen dan Kruiden- en Faunarijk grasland (N12.02) of nog in te richten natuur (N00.01 en N00.02). In sommige grootschalige natuurgebieden kan ervoor gekozen worden om de natuurlijke successie naar bos toe te staan, wanneer daarmee voldoende ruimte blijft voor de zeldzame flora en fauna van de korte vegetaties. Dit is zeker interessant wanneer hierdoor zeldzame bostypen zoals Rivier- en Beekbegeleidend bos N14.01 of Hoog- en Laagveenbos N14.02 kan ontstaan. Deze vorm van bosuitbreiding blijft in voorliggende analyse buiten beschouwing, maar kan op een natuurlijke en (dus) kosteneffectieve wijze wel bijdragen aan de uitbreiding van bos binnen Natuurnetwerk Nederland.

4 Nieuw bos is een kans

Provincies staan aan de lat voor een aantal grote maatschappelijke opgaven: klimaat, biodiversiteit, gezondheid, woningbouw en werken. Allemaal hebben ze raakvlakken met het Nederlandse bos en tegelijkertijd is het bos een onderdeel van vele oplossingen. De Nationale Bossenstrategie geeft een nieuwe impuls aan de ecosystemendiensten die bos van nature levert en die in veel gevallen goed aansluiten bij andere provinciale of landelijke beleidsdoelen. Het uitbreiden van het bosareaal zoals beoogd op grond van de Nationale Bossenstrategie is niet “weer een nieuwe taak” die uitgevoerd moet worden. Het is veel eerder een manier om een (nieuwe) impuls te geven aan andere actuele beleidsdoelen. Denk bijvoorbeeld aan:

- Het vastleggen van CO₂ in duurzaam gebruikt hout of de bodem: bomen halen CO₂ uit de lucht en slaan dit op in (houtige) biomassa en bodem;
- Het stoppen van de achteruitgang van de biodiversiteit: de potentie van bossen is hoog. Meer dan 400 soorten planten en meer dan 2500 soorten insecten, spinnen en andere dieren in Nederland zijn afhankelijk van bos;
- Waterbeheer: bomen en bossen verbeteren de infiltratie van regenwater, houden water lang vast in de bodem, zuiveren het en geven het geleidelijk af aan de grondwatervoorraad en aan oppervlaktewateren.
- Houtopbrengst en -gebruik: bossen leveren de biobased grondstof hout, die hoogwaardig kan worden toegepast in de bouw;
- Recreatie en economische waarde: bossen zijn favoriete recreatiegebieden voor heel veel Nederlanders. Daarmee dragen ze bij aan de bloei van horecabedrijven, campings en recreatiegebieden;
- Invangen van fijnstof voor een betere luchtkwaliteit;
- Reductie van hittestress: bomen leveren schaduw en koelen lucht en water; bij stijgende temperaturen wordt dit steeds belangrijker;

Dat alles met positieve gevolgen voor de doelen die gelden op grond van de Vogel- en Habitatrichtlijn (i.e. Natura 2000; Pouwels & Henkens 2020) en de Kaderrichtlijn Water (e.g. Veraart et al. 2020), waarvoor ook provincies een belangrijke verantwoordelijkheid dragen. Bossen hebben uiteraard ook een hoge recreatieve belevingswaarde. Om de dwarsverbanden tussen nieuw bos (binnen of buiten Natuurnetwerk Nederland) en andere beleidsopgaven in beeld te brengen, worden enkele hoofdpunten hieronder bondig belicht.

De ecosystemendiensten vastleggen van CO₂, biodiversiteit, waterbeheer en het gebruik van het bos komen hieronder meer uitgebreid aan de orde.

4.1 Behalen van klimaatdoelen

Op grond van het Klimaatakkoord wordt gestreefd naar het vastleggen van ten minste 0,4 Mton CO₂ in bos en natuur (Rijksoverheid 2019), waarvan 0,26 Mton met behulp van bomen. Het ontwikkelen van nieuw bos levert meer bomen op die koolstofdioxide (CO₂) uit de lucht vastleggen tijdens hun groei. Dat is onlosmakelijk verbonden met de manier waarop planten (en dus bomen) aan hun energie komen uit water, zonlicht en koolstofdioxide (e.g. Lambers et al.

1998; Larcher 2003; Moors 2012)). De hoeveelheid CO₂ die bomen vastleggen in hun biomassa is niet meer beschikbaar in de atmosfeer. Daarnaast leggen bossen ook een aanzienlijke hoeveelheid koolstof vast in de bodem (zie Lesschen et al. 2012 voor koolstofvastlegging per compartiment voor de natuurtypen uit de Index Natuur en Landschap), iets dat nog veel sterker geldt voor graslanden, ook Kruiden- en Faunarijck grasland (N12.02).

Van belang is wel dat koolstofdioxide in bos alleen duurzaam kan worden vastgelegd wanneer

- een bos zich ongestoord kan ontwikkelen (oud kan worden; waardoor uiteindelijk een evenwicht ontstaat tussen de hoeveelheid in het boscysteem vastgelegde en de daaruit vrijkomende hoeveelheid CO₂) of
- het hout wordt geoogst voor duurzame toepassingen (zaaghout voor de bouw, bijvoorbeeld).

Alleen dan is sprake van langdurige CO₂-reductie (Schmidt & van Duinhoven 2016).

Concreet legt (nieuw) bos in alle componenten samen gemiddeld circa 400 ton CO₂ h⁻¹ vast in de eerste 50 tot 60 jaar, waarbij in de eerste 10 jaar gemiddeld 4,6 ton CO₂ h⁻¹ j⁻¹ en daarna circa 9,1 ton CO₂ h⁻¹ j⁻¹ wordt vastgelegd (cf. Greig 2015; Boosten et al. 2020). Uiteraard bestaan verschillen tussen bomen (Hoffman 2009) en dus tussen natuurbeheertypen (Lesschen et al. 2012). Zo laten Lesschen et al. (2012) zien dat bossen in vergelijking met andere natuurbeheertypen meer koolstof vastleggen, waarbij vochtige bossen in staat zijn om relatief het meeste CO₂ vast te leggen, waarvan ook een grote component in de bodem. Recent scherpsten Nijssen et al. (2021) dit onderzoek aan door te laten zien dat de meerwaarde voor CO₂ opslag ten opzichte van graslanden die bij een specifiek bodemtype passen het grootst is op binnendijkse lichte zeelei, buitendijkse riviergronden en rijke regenwater gevoede zandgronden. Ook in laagveen kan veel CO₂ worden vastgelegd, maar hier is het verschil in vastlegging tussen bossen en open gemeenschappen klein, omdat ook in natte, venige graslanden veel CO₂ wordt vastgelegd. In beekdalen wordt bij de vigerende beheervormen het minste CO₂ vastgelegd met bossen ten opzichte van graslanden. Wanneer hier met systeemherstel wordt gewerkt aan (bossen in) doorstroomvenen is hier meer CO₂-winst te behalen.

4.2 Behalen doelen voor biodiversiteit en connectiviteit

Op grond van allerlei verdragen, waaronder de Vogel- en Habitatrichtlijn, heeft Nederland zich verplicht tot het herstellen van de biodiversiteit. Provincies vervullen hier als gevolg van de decentralisatie van het natuurbeleid een belangrijke rol.

Om herstel van biodiversiteit te kunnen bereiken, moet bos meer zijn dan een verzameling bomen. Het gaat om zogenoemde functionele diversiteit (Odum 1971), wat betekent dat zoveel mogelijk "unieke plekken" (niches) in een systeem bezet zijn, waarmee het systeem zo compleet mogelijk is. De kans daarop is het grootst, wanneer bos wordt gerealiseerd op daarvoor geschikte standplaatsen (Bal 2001; BIJ12 2021a).

Verbondenheid (connectiviteit) of doordringbaarheid van het landschap, zowel binnen als buiten (beleidsmatig) beschermde gebieden spelen hierin een belangrijke rol. Volgens onder meer Pouwels en Henkens (2020) kan het uitbreiden van het areaal bos in Nederland dan ook leiden tot een versterking van de ruimtelijke samenhang (i.e. verbondenheid en doordringbaarheid). Van Hinsberg et al. (2020) laten daarbij een relatie zien tussen bosuitbreiding en het doelbereik voor soorten en habitattypen van de Vogel- en Habitatrichtlijn; het oplossen van knelpunten in de staat van instandhouding gebeurt in circa 40 procent van de gevallen door het vergroten van het verspreidingsgebied.

Verbondenheid en doordringbaarheid zijn zo belangrijk, ook gezien vanuit functionele diversiteit, omdat soorten andere leefgebieden wel moeten kunnen bereiken. Niet voor niets wordt de beperkte verbondenheid van de Nederlandse natuurgebieden al lang gezien als één van de belangrijkste oorzaken van de achteruitgang van biodiversiteit (e.g. Alterra 2001). Dat geldt zeker voor bossen, waar soorten zich vanwege het stabiele, voorspelbare karakter van het leefgebied dat natuurlijke bossen vormen vaak kenmerken door een laag dispersievermogen of een hoge plaatstrouw. Maatregelen of strategieën bedacht om het Nederlandse landschap voor flora en fauna weer doordringbaar en leefbaar te maken (Alterra 2001; Provincie Noord-Brabant 2005 en referenties daarin), moeten dan ook:

- Bijdragen aan het vergroten van bestaande bosgebieden en/of;
- Bijdragen aan het verdichten van het bestaande netwerk aan leefgebieden en/of;
- Bijdragen aan het verbinden van leefgebieden (als stapsteen of als verbindingszone, een functie die beken van nature hebben voor veel soorten).

Ook voor soorten van open landschappen is connectiviteit en doordringbaarheid van leefgebied essentieel. Het is daarom van belang dat, zoals verwoord in de Nationale Bossenstrategie, waardevolle open landschapstypen worden ontzien in geval van bosuitbreiding binnen Natuurnetwerk Nederland, niet in de laatste plaats gezien vanuit de doelen die gelden op grond van de Vogel- en Habitatrichtlijn. Alleen wanneer de genoemde doelen niet tot ontwikkeling (kunnen) komen, óók niet in geval van adequaat beheer, is bebossing een goed alternatief (Rijksoverheid 2020). Nijssen et al. (2021) toonden in dat licht bijvoorbeeld aan dat het ontwikkelen van kwalitatief goed ontwikkelde open gemeenschappen (droog schraalland of vochtig hooiland) altijd gunstig is voor biodiversiteit, terwijl ontwikkelen van die gemeenschappen tot bos juist nadelig uitpakt voor biodiversiteit (maar wel winst oplevert in termen van CO₂ vastlegging).

Zo levert omvorming naar goed ontwikkeld Kruiden- en Faunarijk grasland (N12.02) veel biodiversiteitswinst, maar weinig klimaatwinst. Andersom levert de ontwikkeling naar matig ontwikkelde bosvegetaties juist veel klimaatwinst, maar weinig winst voor biodiversiteit, terwijl ontwikkeling van matig naar goed ontwikkelde bosvegetaties ook biodiversiteitswinst oplevert. Het is goed te bedenken dat de abiotische oorzaken, zoals te voedselrijke of te wisselvochtige bodems, die het ontstaan van goed ontwikkelde Kruiden- en Faunarijke graslanden (N12.02) belemmeren óók het ontstaan van goed ontwikkelde bosgemeenschappen in de weg staan.

4.3 Behalen doelen voor waterkwaliteit en -beschikbaarheid

Naast Natura 2000 en Natuurnetwerk Nederland dragen provincies ook primaire verantwoordelijkheid voor het in beeld brengen van de invloed van grondwater op van grondwater afhankelijke terrestrische ecosystemen zoals verplicht op grond van de Kaderrichtlijn Water (KRW). Ook hiermee hebben bossen raakvlakken, bijvoorbeeld via hun invloed op grondwaterkwaliteit en grondwaterkwantiteit. De raakvlakken die bestaan tussen wateroverlast (piekafvoeren), waterveiligheid en ontwikkeling van bos blijven hier achterwege, gegeven dat waterschappen hier een leidende rol hebben.

Wat betreft de Kaderrichtlijn Water geldt in algemene zin dat beschaduwing van stromende wateren met behulp van bomen of bos (naar STOWA 2017 en referenties daarin):

- de groei van algen en waterplanten vermindert;
- het beekwater koelt en de zuurstofhuishouding verbetert;
- filtreert, neemt op of breekt stoffen af, zoals nutriënten (onder meer stikstof en fosfor) en toxische stoffen;
- oppervlakkige afspoeling van stoffen en sediment naar de waterloop vertraagt of voorkomt;
- habitat, voedsel, schuilplaats, oriëntatie en verbinding aan organismen biedt. Hier ligt een van de raakvlakken met biodiversiteit.

Kwaliteit van het (grond)water

Het onderzoek in relatie tot bossen, zéker in Nederland, staat nog in de kinderschoenen (Veraart et al. 2020), maar enig werk is wel gedaan (Jansen & Olsthoorn 2003). In algemene zin leidt het niet gebruiken van (kunst)mest, herbiciden en pesticiden in (natuur)bossen in vergelijking met andere vormen van landgebruik tot een betere waterkwaliteit, ook omdat veel minder sprake is van afspoeling van bodemdeeltjes of uitspoeling van stoffen naar het oppervlaktewater (Cassman 1999; Groenendijk et al. 2016; Compendium voor de Leefomgeving 2018). Als gevolg van klimaatverandering neemt de problematiek van uit- en afspoeling de komende jaren bovendien toe (Ursem et al. 2021), wat haaks staat op de noodzaak om tot reductie van vele tientallen procenten te komen om te kunnen voldoen aan de normen voor stikstof- en fosforconcentraties in regionale waterlichamen (Groenendijk et al. 2016).

Bomen kunnen een bijdrage leveren aan het terugdringen van de uit- en afspoeling van systeemvreemde stoffen naar het grond- en oppervlaktewater blijkt met name uit werk aan agroforestry systemen (e.g. Imbach et al. 1989; Udawatta et al. 2002; Lee et al. 2003), maar zie De Schrijver et al. (2011). Zo leverde bos in vergelijking met regulier agrarisch gebruik op kleibodem een reductie van 17 en 20 procent op voor uit- en afspoeling van respectievelijk fosfaat en stikstof. Zoals gezegd zijn vergelijkbare getallen voor de Nederlandse situatie nog niet beschikbaar; de Nationale Bossenstrategie formuleert hier dan ook een onderzoeksopgave (Rijksoverheid 2020).

Hoewel bos in vergelijking met gangbaar economisch gebruik een positieve bijdrage aan de grondwaterkwaliteit kan leveren, is dit niet eenduidig als het gaat om het ontwikkelen van bos op natuurgronden (Brechtel 1992; Harding et al. 1992; Jansen & Olsthoorn 2003; Tolkamp & Olsthoorn 2006; De Schrijver et al. 2007). Vanwege hun formaat maar zeker ook de structuurvariatie valt op dat bossen relatief veel stoffen uit de lucht invangen. Die invang kan leiden tot een ophoping van stikstof en zwavel onder bossen, die bij verzadiging uitspoelen (Jansen & Olsthoorn 2003) en benedenstrooms (in kwelgebieden) voor problemen kunnen zorgen (Van Delft et al. 2005), al is de situatie als gevolg van landelijk emissiebeleid sinds de jaren negentig aanmerkelijk verbeterd (Compendium voor de Leefomgeving 2021). Effecten hiervan kunnen tot in de verzadigde zone gemeten worden (Gundersen & Rasmussen 1990; Allen & Chapman 2001; Gundersen et al. 2006), al is de soortensamenstelling van groot belang (De Schrijver et al. 2007; Hommel 2007); soorten die gekenmerkt worden door relatief goed afbreekbaar meer basisch strooisel zijn te gebruiken om dit effect tegen te gaan en de bodem te verbeteren. Hier ligt een landschapsecologische relatie, onderdeel van de noodzakelijke complexe ecologische afweging als het gaat om het ontwikkelen van nieuw bos in Natuurnetwerk Nederland, waarvan het goed is rekenschap te geven.

Kwantiteit van het (grond)water

Grondwateraanvulling is het verschil tussen neerslag en verdamping. In Nederland is dit doorgaans een positief getal; het neerslagoverschot. Er is meer water beschikbaar dan voor verdamping nodig is. Dat water kan ten goede komen van de grondwatervoorraad. Landgebruik en vegetatietype zijn van grote invloed op de werkelijke hoeveelheid water die beschikbaar is voor grondwateraanvulling, bijvoorbeeld via de infiltratiecapaciteit, de verdamping, maar ook het oppervlaktewatersysteem (sloten et cetera).

Landgebruik bepaalt de balans tussen hoeveelheid neerslag die kan infiltreren en de hoeveelheid die aan de oppervlakte blijft en oppervlakkig afstroomt; het bepaalt niet alleen het watervasthoudend vermogen van de bodem (e.g. infiltratie, organisch stofgehalte), maar is ook een bepalende factor in de lokale hydrologie (Van Deursen et al. 2013).

De infiltratiecapaciteit van de bodem hangt samen met de (micro)structuur daarvan; hoe meer en hoe dieper poriën aanwezig zijn, hoe beter de infiltratie (Yunusa et al. 2002; Alaoui et al. 2011; Rahman & Ennos 2015; Driver 2016). De porositeit van de bodem wordt weer beïnvloed door doorworteling (vegetatie) en bodemleven (Alaoui et al. 2011). Het is dan ook daarom dat regenwater veel beter infiltreert in graslanden in vergelijking met akkerland, maar nog beter in kruidenrijke graslanden en bossen; de dikte van de doorwortelde bodemlaag én de variatie in wortelstructuur neemt steeds verder toe in de richting van akker naar bos (Gregory et al. 2010; Forbes et al. 2015). Zo laten Forbes et al. (2015) zien dat door schapen begraasd grasland een zes keer lager infiltrerend vermogen heeft in vergelijking met een open bos (respectievelijk circa 10 en 60 cm h⁻¹ constante infiltratiecapaciteit). Voorgaande betekent dat bos, in vergelijking met regulier agrarisch gebruik maar ook kortere natuurgraslanden of heiden, zorgt voor ruim meer infiltratie van regenwater dat de grond bereikt en daarmee voor verhoudingsgewijs meer, maar

vooral gelijkmatigere grondwateraanvulling. Gronden in gebruik als natuurgrond leveren dan ook belangrijke bijdrage aan de Nederlandse waterbalans (Van Loon et al. 2019).

Het aandeel organisch stof, waarvan de beschikbaarheid onder bossen doorgaans hoger is in vergelijking met andere vormen van landgebruik en veel (maar niet alle) natuurbeheertypen (Lesschen et al. 2012), is van belang als het gaat om het watervasthoudend vermogen van de bodem (Schipper et al. 2015; Veraart et al. 2020; Wösten & Groenendijk 2021). Zo lieten Wösten & Groenendijk (2021) zien dat het effect van een toename van het gehalte organisch stof is afhankelijk van de uitgangssituatie:

- In schrale zandgronden met $\leq 1\%$ organische stof leidt een toename van 1% organische stof tot een toename van $3 - 4$ mm beschikbaar water
- In bodems met 1 tot 3% organische stof leidt een toename van 1% organische stof tot een toename van $2 - 3$ mm beschikbaar water
- In bodems met $> 3\%$ organische stof leidt een toename van 1% organische stof tot een toename van 1 mm beschikbaar water.

Nederland-breed zal volgens Wösten & Groenendijk (2021) een verhoging van het organische stofgehalte, bijvoorbeeld door het ontwikkelen van bos, het meeste effect hebben op waterretentie van de zandgronden in Midden en Oost-Brabant, de Achterhoek en Twente.

Zoals gezegd is naast infiltratie ook verdamping van belang. Voor de waterbalans van een vegetatie zijn toevoer van water via neerslag en grondwater de voornaamste bronnen van water en verdamping van grondwater via fotosynthese (transpiratie) en verdamping van neerslagwater na interceptie in de kroon of vanuit de bodem de belangrijkste verliesposten van water (Dolman & Moors 1994; Kellomäki et al. 1998; Lambers et al. 1998; Larcher 2003; Den Ouden 2011; Moors 2012).

Verdamping wordt, naast landgebruik, in belangrijke mate bepaald door de vegetatie (Den Ouden 2011). Zo is de verdamping van kale bodem aanmerkelijk lager dan van begroeide bodem (Dolman & Oosterbaan 1986; Dolman & Moors 1994; Spijksma et al. 1995; Massop et al. 2005; De Schrijver et al. 2007). Het door het KNMI gebruikte getal voor verdamping, is de verdamping van water inclusief transpiratie (=evapotranspiratie) voor een referentiegewas: de zogenoemde referentieverdamping. De referentieverdamping is de theoretisch maximale verdamping van een ideale grasmat met een optimale beschikbaarheid van water, berekend met de formule van Makkink en bedraagt ongeveer 540 mm j^{-1} . Dat is gelijk aan de verdamping van regulier agrarisch grasland (Feddes 1987) en wordt daarvoor als referentie gebruikt. Dolman et al. (2000) laten op basis van directe metingen en literatuuronderzoek zien dat het waterverbruik voor gemengd loofbos hiermee vergelijkbaar is, circa 555 mm j^{-1} . Anders gezegd: in vergelijking met gangbaar agrarisch grondgebruik levert (natuur)bos geen groot voordeel op als het gaat om verdamping (wel als het gaat om infiltratie, zoals hiervoor onderbouwd).

4.4 Gebruik van het bos

Het Nederlandse bos vervult vele functies. Niet alleen de eerder beschreven functies van vastlegging van CO_2 , het belang voor de biodiversiteit en voor de waterhuishouding, maar er

wordt op veel meer manieren gebruik gemaakt van het bos. Denk hierbij aan recreatief medegebruik in de vorm van wandelen, mountainbiken, natuureducatie en ruitersport. Daarnaast is bos van belang voor houtproductie.

Het gebruik van het bos en het combineren van functies kan in bepaalde gevallen tot conflicten leiden. Bijvoorbeeld recreatief medegebruik en natuurbehoud en -ontwikkeling zijn soms strijdig, en ook houtproductie en natuurbehoud- en ontwikkeling gaan niet altijd samen. Het is daarom van belang altijd een zorgvuldige afweging te maken tussen de verschillende doelen die binnen Natuurnetwerk Nederland worden nagestreefd, waarbij binnen Natuurnetwerk Nederland de natuurdoelstelling voorrang heeft.

Het is verstandig om op voorhand de mogelijkheden tot houtproductie open te laten. De behoefte aan hout is namelijk groot en Nederland was in 2019 voor slechts 18,9% zelfvoorzienend (Teeuwen et al. 2020). Het past niet in de gedachte van het sluiten van grondstofkringlopen en het terugdringen van transportbewegingen om al dat hout uit het buitenland te halen. Bovendien is de verwachting dat de houtbehoefte in de toekomst verder zal toenemen, omdat we streven naar het duurzaam toepassen van in hout vastgelegde koolstof in duurzame toepassingen. Daarbij speelt ook de lagere milieubelasting van het gebruik van hout ten opzichte van beton en staal in de bouw (RVO 2021).

Volledige zelfvoorziening van hout in Nederland is niet realistisch, omdat de schaarste aan grond en de druk op de biodiversiteit in Nederland groot is, maar een toename van het areaal bos en een lichte toename van de houtproductie zijn zeer gewenst. In een duurzaam beheerd bos is het mogelijk om hout te oogsten zonder dat dit ten koste gaat van de biodiversiteit. Met name de productie van kwaliteitshout leent zich hiervoor en dit levert tegelijkertijd een hoogwaardig product op waar de CO₂ voor langere tijd in is vastgelegd. Bovendien draagt houtoogst bij aan het creëren van verbondenheid tussen het gebruik van hout en de waarde van het bos en kunnen mensen op die manier meer waardering en betrokkenheid voelen voor het bos en de herkomst van hout. Tenslotte kan houtoogst ook bijdragen aan het genereren van inkomsten uit het bos en de economische positie van de sector versterken (Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Voedselkwaliteit 2020).

4.5 Eenvoudige handvatten op hoofdlijnen voor synergie

In paragrafen 4.1 tot en met 4.4 wordt hierna aangegeven hoe het ontwikkelen van nieuw bos zich verhoudt tot andere belangrijke beleidsdoelen op het vlak van klimaat (CO₂-reductie), biodiversiteit en (grond)waterbeheer. Dat biedt kansen voor synergie als het gaat om het uiteindelijk daadwerkelijk in het veld op locatie ontwikkelen van nieuw bos. We zagen het volgende:

- Bossen die de tijd krijgen om oud te worden of wiens hout langdurig wordt gebruikt (bijvoorbeeld als bouwstof), leveren een duurzame bijdrage aan CO₂-reductie.
- Voor biodiversiteit is het van belang dat nieuw ontwikkelde bossen een bijdrage leveren aan de verbondenheid en doordringbaarheid van het landschap voor flora en fauna. Die bijdrage is het grootst, wanneer gestreefd wordt naar het ontwikkelen van zo compleet

mogelijke bosesystemen binnen “schootsafstand” van bestaande bossen op plaatsen waar de abiotische randvoorwaarden dat toelaten. Dat betekent ook dat het niet altijd een goed idee is om bestaande natuurwaarden om te zetten in bos, zowel vanwege deze natuurwaarden als het verbonden en doordringbaar houden van het landschap voor soorten van open vegetaties. Deze keuzes vragen goede kennis van de lokale omstandigheden en een gedegen ecologische en maatschappelijke afweging.

- Naast directe effecten op de kwaliteit van stromende wateren leveren bomen een grote bijdrage aan het vergroten van de infiltratiecapaciteit van de bodem, terwijl ze tegelijkertijd de oppervlakkige afstroming van water verhinderen. Ten opzichte van agrarisch gebruikte gronden, is de kwaliteit van het infiltrerende water bovendien beter. Op hoofdlijnen kan nieuw bos daarmee een bijdrage leveren aan een betere grondwaterkwaliteit en kwantiteit, zeker wanneer dit wordt gerealiseerd in de hogere delen van het landschap (intrekgebieden), al is dat laatste vanwege de relatief hoge verdamping van bossen afhankelijk van de uitgangssituatie.

Voorgaande paragrafen maakten ook duidelijk dat de verschillende aspecten elkaar raken. Zo kan bos als een “verzameling bomen” een bijdrage leveren aan CO₂-reductie, terwijl bos in die vorm voor biodiversiteit nauwelijks tot geen waarde heeft en niet in betekende mate bijdraagt aan een betere vochthuishouding. Datzelfde geldt voor de locatie van nieuw bos. Wanneer het doen toenemen van infiltratie het hoofddoel is, zijn intrekgebieden kansrijker dan gebieden lager op de landschapsecologische gradiënt, terwijl vanuit CO₂-opslag bekeken juist dat de kansrijke gebieden zijn vanwege de bijkomende veenvorming.

Voorgaande illustreert dat kansrijke of kansarme gebieden kunnen verschillen per belanghebbende of afhankelijk van de accenten van het vigerende beleid. Nieuw bos kan meerdere doelen dienen, maar is niet dé oplossing voor alle problemen. Een integrale, gebiedspecifiek uitwerking gebaseerd op bewuste en geïnformeerde keuzes en geborgd in het ecohydrologisch systeem zal altijd nodig zijn om het maximale uit het nieuw te ontwikkelen bos te halen, ook binnen Natuurnetwerk Nederland.

Literatuur

- Alaoui, A., U. Caduff, H. H. Gerke, & R. Weingartner. 2011. A Preferential Flow Effects on Infiltration and Runoff in Grassland and Forest Soils. *Vadose Zone J.* 10(1):367 Online beschikbaar: <https://www.soils.org/publications/vzj/abstracts/10/1/367>; Laatste bezocht July 17, 2019.
- Allen, A., & D. Chapman. 2001. Impacts of afforestation on groundwater resources and quality. *Hydrogeol. J.* 9(4):390–400 Online beschikbaar: <http://link.springer.com/10.1007/s100400100148>; Laatste bezocht June 15, 2021.
- Alterra, R. I. voor de G. R. 2001. *Handboek robuuste verbindingen: [ecologische randvoorwaarden]*. Online beschikbaar: <http://edepot.wur.nl/43373>; Laatste bezocht June 21, 2021.
- Bal, D. 2001. *Handboek natuurdoeltypen*. Expertisecentrum LNV, Wageningen.
- BIJ12. 2021a. Index Natuur en Landschap. Online beschikbaar: <https://www.bij12.nl/onderwerpen/natuur-en-landschap/index-natuur-en-landschap/>.
- BIJ12. 2021b. Voortgangsrapportage Natuur (VRN). Online beschikbaar: <https://www.bij12.nl/onderwerpen/natuur-en-landschap/productencatalogus/kaarten/voortgangsrapportage-natuur-vrn/>.
- Boosten, M., J. van den Briel, B. Lerink, V. Lokin, & M.-J. Schelhaas. 2020. Factsheets Klimaatmaatregelen met Bomen, Bos en Natuur. Online beschikbaar: <https://www.vbne.nl/klimaatlimbosennatuurbeheer/uploads/factsheets-final-16jan.691bb2.pdf>.
- Brechtel, H. 1992. Impact of acid deposition caused by air pollution in Central Europe. in *Responses of forest ecosystems to environmental changes*, Elsevier, New York.
- Cassman, K. G. 1999. Ecological intensification of cereal production systems: Yield potential, soil quality, and precision agriculture. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 96(11):5952–5959 Online beschikbaar: <http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.96.11.5952>; Laatste bezocht April 7, 2021.
- Compendium voor de Leefomgeving. 2018. Belasting van het oppervlaktewater door landbouw en natuur, 1990-2018. Online beschikbaar: <https://www.clo.nl/indicatoren/nl0103-belasting-oppervlaktewater-en-emissies-naar-water-door-land--en-tuinbouw>.
- Compendium voor de Leefomgeving. 2021. Grondwaterkwaliteit onder bossen, 1990 en 2000. Online beschikbaar: <https://www.clo.nl/indicatoren/nl027603-grondwaterkwaliteit-onder-bossen>.
- De Schrijver, A., G. Geudens, L. Augusto, J. Staelens, J. Mertens, K. Wuyts, L. Gielis, & K. Verheyen. 2007. The effect of forest type on throughfall deposition and seepage flux: a review. *Oecologia*. 153:663–674.
- De Schrijver, A., J. Van Uytvanck, A. Thomaes, S. Schelfhout, & J. Mertens. 2011. Ecologische bosontwikkeling op voormalige landbouw gronden in de praktijk: keuzes voor beheerders.
- Dolman, A., & E. Moors. 1994. *Hydrologie en waterhuishouding van bosgebieden in Nederland. Fase 1: toetsing instrumentarium*. DLO-Staring Centrum, Wageningen.
- Dolman, A., & W. Oosterbaan. 1986. Grondwatervoeding, interceptie en transpiratie van de castricumse boslysimeters. *H2O*. 19(9):174–175.
- Driver, A. 2016. Multiple benefits of river and wetland restoration – “Killer Facts” measured from projects implemented on the ground. Online beschikbaar: <https://ecosystemsknowledge.net/sites/default/files/wp->

- content/uploads/2017/BESS/KILLER-FACTS-Multiple_benefits_of_river_and_wetland_restoration-Jun16.pdf.
- Feddes, R. 1987. Crop factors in relation to Makkink's reference crop evapotranspiration. in *Evaporation and weather.*, Proceedings and information no. 39. CHO-TNO. Den Haag.
- Forbes, H., K. Ball, & F. McLay. 2015. *Natural flood management handbook*. Scottish environmental protection agency.
- Gregory, A. S., C. P. Webster, C. W. Watts, W. R. Whalley, C. J. A. Macleod, A. Joynes, A. Papadopoulos, et al. 2010. Soil Management and Grass Species Effects on the Hydraulic Properties of Shrinking Soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 74(3):753 Online beschikbaar: <https://www.soils.org/publications/sssaj/abstracts/74/3/753>; Laatst bezocht July 17, 2019.
- Greig, S. 2015. *A long-term carbon account for forestry at Eskdalemuir*.
- Groenendijk, P., E. van Boekel, L. Renaud, L. Greijdanus, R. Michels, & T. de Koeijer. 2016. *Landbouw en de KRW-opgave voor nutriënten in regionale wateren; Het aandeel van landbouw in de KRW-opgave, de kosten van enkele maatregelen en de effecten ervan op de uit- en afspoeling uit landbouwgronden*. Wageningen Environmental Research, Wageningen.
- Gundersen, P., & L. Rasmussen. 1990. Nitrification in Forest Soils: Effects from Nitrogen Deposition on Soil Acidification and Aluminum Release. P. 1–45 in *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, Reviews of Environmental Contamination and Toxicology. Ware, G.W. (ed.). Springer New York, New York, NY. Online beschikbaar: http://link.springer.com/10.1007/978-1-4612-3366-4_1; Laatst bezocht June 15, 2021.
- Gundersen, P., I. K. Schmidt, & K. Raulund-Rasmussen. 2006. Leaching of nitrate from temperate forests – effects of air pollution and forest management. *Environ. Rev.* 14(1):1–57 Online beschikbaar: <http://www.nrcresearchpress.com/doi/10.1139/a05-015>; Laatst bezocht January 4, 2019.
- Harding, R., C. Neal, & P. Whitehead. 1992. Hydrological effects of plantation forestry in north-western Europe. in *Responses of forest ecosystems to environmental changes*, Elsevier, New York.
- van Hinsberg, A., P. van Egmond, R. Pouwels, J. Dirks, & B. Breman. 2020. *Referentiescenario's natuur - Tussenrapportage Natuurverkenning 2050*. Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag.
- Hoffman, M. 2009. Planten en luchtkwaliteit. *Dendroflora*. 46:25–49.
- Hommel, P. W. F. M. 2007. *Terug naar het lindewoud: strooiselkwaliteit als basis voor ecologisch bosbeheer*. KNNV Uitgeverij, Zeist.
- Imbach, A., H. Fassbender, R. Borel, J. Beer, & A. Bonnemann. 1989. Modeling agroforestry systems of cacao (*Theobroma cacao*) with laurel (*Cordia alliodora*) and *Erythrina poeppigiana* in Costa Rica. Water balances, nutrient inputs and leaching. *Agrofor. Syst.* 8(3):267–287.
- Jansen, A., & A. Olsthoorn. 2003. Relatie bos en waterwinning. *Ned. Bosbouwkundig Tijdschr.* 75(2):7–10.
- Kellomäki, S., J. Gullichsen, H. Paulapuro, Suomen Paperi-Insinöörien Yhdistys, & Technical Association of the Pulp and Paper Industry, eds. 1998. *Forest resources and sustainable management*. Fapet Oy, Helsinki. 425 p.
- Lambers, H., F. S. Chapin, & T. L. Pons. 1998. *Plant physiological ecology*. Springer, New York. 540 p.
- Larcher, W. 2003. *Physiological plant ecology: ecophysiology and stress physiology of functional groups*. 4th ed. Springer, Berlin ; New York. 513 p.

- Lee, K., T. Isenhardt, & R. Schultz. 2003. Sediment and nutrient removal in an established multi-species riparian buffer. *J. Soil Water Conserv.* 58(1):1–8.
- Lesschen, J. P., H. Heesmans, J. Mol-Dijkstra, A. van Doorn, E. Verkaik, I. van den Wyngaert, & P. Kuikman. 2012. *Mogelijkheden voor koolstofvastlegging in de Nederlandse landbouw en natuur*. Alterra, Wageningen.
- van Loon, A., S. Clevers, & M. Jalink. 2019. *De waarde van natuur voor watervoorziening*. KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein.
- Massop, Ht., P. van Bakel, T. Kroon, G. Kroes, W. Tiktak, & W. Werkman. 2005. *Op zoek naar de 'ware' neerslag en verdamping*. Alterra, Wageningen.
- Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Voedselkwaliteit. 2020. Ambities en doelen van Rijk en provincies voor de Bossenstrategie.
- Moors, E. J. 2012. Water use of forests in the Netherlands. Vrije Universiteit, Amsterdam.
- Nijssen, M., W. Delforterie, & T. Termaat. 2021. *Nieuw bos voor klimaat en biodiversiteit*. Stichting Bargerveen, Bosgroepen, ProBos.
- Odum, E. P. 1971. *Fundamentals of ecology*. 3d ed. Saunders, Philadelphia. 574 p.
- Ouden, J. den. 2011. *Bosecologie en bosbeheer*. Acco, Leuven.
- Possen, B., B. van Velthoven, & M. Inckel. In voorbereiding. *Kansenkaart Nieuw Bos in Beekdalen*. STOWA, Amersfoort.
- Pouwels, R., & R. Henkens. 2020. *Naar een hoger doelbereik van de Vogel- en Habitatrichtlijn in Nederland - Een analyse van de resterende opgave na 2027 voor het bereiken van een gunstige staat van instandhouding van alle habitattypen en VHR-soorten*. Wageningen University & Research, Wageningen.
- Provincie Noord-Brabant. 2020. Brabantse bossenstrategie - meer en beter bos, goed voor mens, dier en plant.
- Provincie Noord-Brabant. 2005. *Groene schakels. Ecologische verbindingzones. Voorbeeldenboek*. Provincie Noord-Brabant, 's-Hertogenbosch.
- Rahman, M., & R. Ennos. 2015. What we know and don't know about the surface runoff reduction potential of urban trees.
- Rijksoverheid. 2020. Bos voor de toekomst. Bijlage bij de kamerbrief "Uitwerking ambities en doelen landelijke Bossenstrategie en beleidsagenda 2030" DGNVLG-SK / 20274438 d.d. 18 november 2020.
- Rijksoverheid. 2019. Klimaatakkoord. Online beschikbaar: <https://www.klimaatakkoord.nl/documenten/publicaties/2019/06/28/klimaatakkoord>.
- RVO. 2021. Meer bouwen met hout mogelijk en biedt meerwaarde. Online beschikbaar: <https://www.rvo.nl/actueel/nieuws/meer-bouwen-met-hout-mogelijk-en-biedt-meerwaarde>.
- Schipper, P. M. N., P. Groenendijk, N. van Eekeren, M. Zanen, J. C. Rozemeijer, G. Jansen, & B. Swart. 2015. *Goede grond voor een duurzaam watersysteem: verdere verkenningen in de relatie tussen agrarisch bodembeheer, bodemkwaliteit en waterhuishouding*.
- Schmidt, P., & G. van Duinhoven. 2016. Goed bosbeheer kan bijdragen aan langer vasthouden van C)2. *Vakbl. Nat. Bos Landsch.* :10–14.
- Speksma, J., A. Dolman, & J. Schouwenaars. 1995. *De parameterisatie van de verdamping van natuurterreinen in hydrologische modellen*. Vakgroep fysische geografie RUG, DLO-Staringcentrum, Nationaal Onderzoeksprogramma Verdroging, Lelystad.
- STOWA. 2017. *Kennisoverzicht kleinschalige maatregelen in Brabantse beken*. 2017-16, STOWA, Amersfoort.

- Teeuwen, S., J. Oldenburger, S. van Best, & J. Kremers. 2020. *Houtproductie en -gebruik in Nederland in 2019*. ProBos, Wageningen. Online beschikbaar: https://probos.nl/images/pdf/rapporten/Rap2020_Rapportage_houtgebruik_in_Nederland_2019.pdf.
- Tolkamp, G., & A. Olsthoorn. 2006. *De invloed van structuurdunning en noodverjonging op de effectieve depositie in bossen, een literatuurstudie*. Alterra, Wageningen.
- Udawatta, R. P., J. J. Krstansky, G. S. Henderson, & H. E. Garrett. 2002. Agroforestry Practices, Runoff, and Nutrient Loss: A Paired Watershed Comparison. *J. Environ. Qual.* 31(4):1214–1225 Online beschikbaar: <http://doi.wiley.com/10.2134/jeq2002.1214>; Laatste bezocht April 7, 2021.
- Ursem, M., M. van der Kamp, W. Hendriks, & S. Schep. 2021. Klimaatverandering en de uit- en afspoeling van nutriënten. *H2O-Online*. 21 april.
- Van Delft, S. P. J., R. H. Kemmers, & A. G. Jongmans. 2005. *Pyrietvorming in relatie tot interne eutrofiëring en verzuring*. Alterra, Wageningen.
- Veraart, J., J. Kruit, & P. Kraaijenbrink. 2020. *Deltafact Bomen, Bos en Waterbeheer*. STOWA, Delft. Online beschikbaar: <https://www.stowa.nl/deltafacts/waterveiligheid/innovatiedijkconcepten/bomen-bos-en-waterbeheer>.
- Wösten, H., & P. Groenendijk. 2021. *Belang van bodemorganische stof voor het waterbeheer*. Online beschikbaar: https://www.stowa.nl/sites/default/files/assets/DELTAFACTS/Deltafacts%20NL%20PDF%20nieuw%20format/DF_Belang_bodemorganische_stof%20v2_%28maart%202021%29_inclusief_figuur%204.pdf.
- Yunusa, I. A. . M., P. M. Mele, M. A. Rab, C. R. Schefe, & C. R. Beverly. 2002. Priming of soil structural and hydrological properties by native woody species, annual crops, and a permanent pasture. *Soil Res.* 40(2):207 Online beschikbaar: <http://www.publish.csiro.au/?paper=SR01038>; Laatste bezocht July 17, 2019.

Bijlagen

Bijlage 1 Gebruikte ruimtelijke informatie

Basiskaarten

- NNN – GIS-bestand Voortgangsrapportage Natuur beschikbaar via <https://www.bij12.nl/onderwerpen/natuur-en-landschap/productencatalogus/kaarten/voortgangsrapportage-natuur-vrn/>
- Natuurbeheerplan – BIJ12 beheertypenkaart 15-9-2021
- Natuurbeheerplan – BIJ12 ambitiekaart 15-9-2021

VRN-percelen verdeeld in Werving, Inrichting en Werving+Inrichting, verwijderd zijn bestaande beheerpakketten op hetzelfde perceel op de NBP en bovenstaande N00.01 en N00.02.

Algemeen

- Voor alle provincies waar N13.01 is meegenomen in de beheerkaart is een buffer gehouden van 500m. Binnen deze buffer is geen bos wenselijk.
- Voor provincies waar weidevogel(kern)gebieden bekend zijn is een buffer gehouden van 500m. Binnen deze buffer is geen bos wenselijk.

Gebieden waar op grond van staand beleid openheid gewaarborgd wordt

- Noord-Brabant
 - Omgevingsverordening, Rust- en foerageergebied ganzen en smienten (ORV_25_RFG_V) via Nationaal Georegister
- Utrecht
 - Ganzenrustgebieden via Nationaal Georegister
 - Weidevogelkerngebieden geo-point.provincie-utrecht.nl
 - Zichtlijnen (Militaire erfgoed en Kastelen en buitenplaatsen) uit de CHAT Utrecht - alle vlakken die een koppeling hadden met de lijn zijn eruit gelaten.
 - Unesco gebied Nieuwe Hollandse waterlinie en Stelling van Amsterdam (VE_VI_CHS_UNES_Mil_erfgoed)
- Zeeland
 - Ganzenrustgebieden (geonam_gnsrstgebvikPolygon) - Dataportaal.Zeeland.nl
 - Gebieden met een waardevolle openheid en gebieden met karakteristieke weidsheid uit de Zeeuwse Bosvisie. Selectie op Structuurdragers van de weidse polder en gebieden met een waardevolle openheid.
- Noord-Holland
 - Ganzenfoerageergebieden via geoapps.noord-holland.nl
 - PRV_Kaart_4_Ecologie_Weidevogelleefgebied via geoapps.noord-holland.nl
- Gelderland (via [geoserver.gelderland.nl/Nationaal georegister](http://geoserver.gelderland.nl/Nationaal_georegister))
 - Weidevogelgebieden
 - Waardevol open gebied

- Ganzenrustgebieden
- Groningen (via [geoservices.pronciegroningen.nl/Nationaal georegister](https://geoservices.pronciegroningen.nl/Nationaal_georegister))
 - Leefgebieden Akkervogels
 - Leefgebieden Weidevogels
 - Grootschalig Open Landschap
 - Foerageergebieden Ganzen
 - Foerageergebieden Ganzen Zone Waddenkust
- Zuid-Holland
 - Ganzenrustgebied
 - Belangrijk weidevogelgebied (VRM_PV_CAT2_Belangrijk_weidevogelgebied)
 - Selectie N12.02 in de nabijheid van N13, daarbij een afstand van 500 meter aangehouden.
- Flevoland
 - Zoekgebied Kiekendieffeurageergebied – geo2.flevoland.nl
 - Dijken-buffer – Afwegingskader en kans kaart nieuw bos in Flevoland
 - Bodemdalingsgebieden – Afwegingskader en kans kaart nieuw bos in Flevoland
 - Vliegveld Lelystad Bosvrije zone – Afwegingskader en kans kaart nieuw bos in Flevoland
 - Bosvrije zone dorpen – Afwegingskader en kans kaart nieuw bos in Flevoland
 - Bosvrije zone Panorama – Afwegingskader en kans kaart nieuw bos in Flevoland
- Friesland (via geoportaal.fryslan.nl)
 - Ganzenfoerageergebied 2021
 - Weidevogelkansgebied
- Drenthe
 - Gebied voor weidevogels (GBI_NAT_HPOP_Gebiedvoorweidevgl_V)
 - Rustgebied Ganzen (GBI_POV_RUSTGEBIED_Ganzen_V)
 - Foerageergebied ganzen (GBI_NAT-N2K_Ganzenfoerageergeb_V)
- Overijssel
 - Bossenstrategie 2021 Zoekgebieden – selectie Geen aanleg bos of landschapselementen
- Limburg
 - Geen Gegevens:

Bijlage 2 Kaartbeelden per provincie