

A photograph of a young tree in a field with a white circle overlaid on it. The tree is the central focus, surrounded by other trees and tall grass. The sky is blue with white clouds.

Aanlegmethoden nieuw bos

J.J. de Jong, S. Jacobs, C.M.A. Hendriks, E. Roest



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Aanlegmethoden nieuw bos

J.J. de Jong, S. Jacobs, C.M.A. Hendriks, E. Roest

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Environmental Research en gesubsidieerd door het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, in het kader van het Beleidsondersteunend onderzoekthema 'Verhoging vastlegging koolstof bos en natuur' (projectnummer BO-43.10-005-001).

Wageningen Environmental Research
Wageningen, januari 2024

Gereviewd door:

G.J. Nabuurs, hoogleraar Europese bossen (Wageningen Environmental Research)

Akkoord voor publicatie:

E.J.M.M. Arets, teamleider van Vegetatie-, Bos- en Landschapsecologie

Rapport 3312
ISSN 1566-7197

J.J. de Jong, S. Jacobs, C.M.A. Hendriks, E. Roest, 2024. *Aanlegmethoden nieuw bos*. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 3312. 94 blz.; 29 fig.; 25 tab.; 72 ref.

In dit rapport wordt beschreven welke methoden kunnen worden toegepast om bos aan te leggen zodat daarmee een bos kan ontstaan dat aansluit op de functies die het dient te vervullen, zoals het bieden van leefgebied voor planten en dieren of recreatiemogelijkheden, het produceren van hout of het vastleggen van koolstof. Het rapport bevat een stappenplan om initiatiefnemers te ondersteunen bij het proces van planvorming tot nazorg bij bebossing.

This report describes which methods can be applied to create forests that matches the functions it must fulfil, such as providing habitat for plants and animals or recreational opportunities, producing wood or capturing carbon dioxide. The report contains a step-by-step plan to support initiators in the process from planning to aftercare for afforestation.

Trefwoorden: Bosaanleg, aanplant, spontane ontwikkeling, bosstructuur, biodiversiteit, boomsoorten, bossenstrategie, stappenplan

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/644549> of op www.wur.nl/environmental-research (ga naar 'Wageningen Environmental Research' in de grijze balk onderaan). Wageningen Environmental Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

© 2024 Wageningen Environmental Research (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research), Postbus 47, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 07 00, www.wur.nl/environmental-research. Wageningen Environmental Research is onderdeel van Wageningen University & Research.

- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor commerciële doeleinden en/of geldelijk gewin.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.

Wageningen Environmental Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.



Wageningen Environmental Research werkt sinds 2003 met een ISO 9001 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem.

In 2006 heeft Wageningen Environmental Research een milieuzorgsysteem geïmplementeerd, gecertificeerd volgens de norm ISO 14001.

Wageningen Environmental Research geeft via ISO 26000 invulling aan haar maatschappelijke verantwoordelijkheid.

Wageningen Environmental Research Rapport 3312 | ISSN 1566-7197

Foto omslag: ruim geplante eiken in het Bentwoud

Inhoud

Verantwoording	5
Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	15
1.1 Achtergrond	15
1.2 Doelstelling	15
1.3 Werkwijze	16
1.4 Leeswijzer	16
2 Uitwerking doelen van de Bossenstrategie	17
2.1 Visie en doelen	17
2.2 Functies en doelen in de Bossenstrategie	17
2.3 Visie en doelen bij provincies	19
2.4 Uitwerking per functie of doel	21
2.4.1 Natuur, biodiversiteit	21
2.4.2 Houtproductie	25
2.4.3 Recreatie	25
2.4.4 Klimaatmitigatie	26
2.4.5 Vitaliteit van bos	26
2.4.6 Klimaatadaptatie	27
2.4.7 Totaaloverzicht kenmerken om op te sturen	28
3 Beschrijving bebossingsmethoden	29
3.1 Inleiding aanlegmethoden	29
3.2 Spontane bebossing	32
3.2.1 Aanwezige vegetatie	32
3.2.2 Bodemvruchtbaarheid	33
3.2.3 Begrazing	33
3.2.4 Reliëf, microklimaat	34
3.2.5 Aanwezigheid zaadbronnen	34
3.3 Aanplant	35
3.3.1 Boomsoortenkeuze	35
3.3.2 Herkomstkeuze	36
3.3.3 Plantafstand en plantverband	36
3.3.4 Mengen van boomsoorten	37
3.3.5 Technische zaken aanplant	39
3.4 Zaaïen	41
3.5 Het combineren van aanlegmethoden	42
3.5.1 Microniveau	42
3.5.2 Mesoniveau	44
3.5.3 Macroniveau	44
3.6 Sturen op kenmerken	46
3.6.1 Boomsoortensamenstelling	46
3.6.2 Natuurlijkheid bebossing	49
3.6.3 Structuur	50
3.6.4 Kwaliteit voor houtproductie	52
3.6.5 Dikke bomen	53
3.6.6 Dode bomen, dood hout	53

3.6.7	Stikstof- en fosforgehalte van de bodem	54
3.6.8	Andere factoren: ontwikkelingssnelheid en dichtheid	55
3.7	Beheer in de eerste fase na bebossing	55
3.7.1	Onkruidbestrijding	55
3.7.2	Inboeten, begeleidingssnoei, water geven	56
3.7.3	Sturen in de boomsoortensamenstelling	56
3.8	Kosten van bebossing	57
4	Toepassing van bebossingsmethoden	61
4.1	Bebossingsmethoden en bosbeelden	61
4.1.1	Volledig spontane ontwikkeling zonder bodembewerking, gradiënt vanaf bestaande bosrand	61
4.1.2	Volledig spontane ontwikkeling op bewerkte bodem, gradiënt vanaf bestaande bosrand	62
4.1.3	Spontane ontwikkeling met afwisselend wel/geen bodembewerking	63
4.1.4	Kloempen	63
4.1.5	Eensoortig vlaktegewijze aanplant	64
4.1.6	Eensoortig geplant, grenzend aan bos ruimer geplant voor spontane vestiging	65
4.1.7	Vlaktegewijs geplant, met groepen met struiken	65
4.1.8	Individueel gemengd geplant	66
4.1.9	Individueel gemengd geplant – met groepjes van 3 populieren en open plekken	67
4.1.10	Groepsgewijs gemengd geplant	67
4.1.11	Groepsgewijs gemengd geplant, met groepen met struiken ingeplant	68
4.2	Overzicht kenmerken per aanlegmethode	69
4.3	Voorbeelden voor specifieke locaties	70
4.3.1	Bebossing van kruidenrijk graslandperceel grenzend aan bos	70
4.3.2	Uitbreiding habitatype bos in een beekdal	71
4.3.3	Bos bij bebouwing	73
5	Stappenplan bebossing	76
5.1	Stappenplan op hoofdlijnen	76
5.2	Uitwerking van de stappen	77
5.2.1	Visievorming	77
5.2.2	Toetsing kaders	78
5.2.3	Terreinanalyse en aanvullend vooronderzoek	78
5.2.4	Ontwerp (bebossingsplan)	79
5.2.5	Vorbereiding uitvoering	80
5.2.6	Uitvoering	80
5.2.7	Nazorg	81
5.3	Planning	81
6	Conclusies en aanbevelingen	82
	Literatuur	85
Bijlage 1	Habitattypen	88
Bijlage 2	Soorten	91
Bijlage 3	Doelen en kenmerken van enkele provinciale bossenstrategieën	92

Verantwoording

Rapport: 3312

Projectnummer: 5200047544

Wageningen Environmental Research (WENR) hecht grote waarde aan de kwaliteit van zijn eindproducten. Een review van de rapporten op wetenschappelijke kwaliteit door een referent maakt standaard onderdeel uit van ons kwaliteitsbeleid.

Akkoord referent die het rapport heeft beoordeeld,

functie: hoogleraar Europese bossen

naam: G.J. Nabuurs

datum: 15-12-2023

Akkoord teamleider voor de inhoud,

naam: E.J.M.M. Arets

datum: 15-12-2023

Woord vooraf

Rijk en provincies willen het bosareaal in Nederland met 37.000 hectare uitbreiden. Dit bos moet bijdragen aan vele maatschappelijke functies. Het bieden van zowel recreatiemogelijkheden voor mensen als leefgebieden voor planten en dieren is daarbij erg belangrijk. Maar met bos kan veel meer: er kan bijvoorbeeld ook hout worden geproduceerd om bij te dragen aan onze behoeften aan grondstoffen, er kan CO₂ worden vastgelegd om onze invloed op het klimaat te verminderen en er kan water opgevangen worden.

Bos kan op allerlei manieren worden gerealiseerd. Als gronden in Nederland niet meer actief worden beheerd, zal daar uiteindelijk meestal bos op ontstaan. Door de bodem kaal te maken, zal dit proces veel sneller verlopen. De snelste methode is bebossen door middel van aanplant. Deze manieren kunnen op allerlei wijzen en schaalniveaus met elkaar gecombineerd worden. Het aantal mogelijkheden om een bos te realiseren, is daarom erg groot. De wijze waarop het bos wordt gerealiseerd, bepaalt in grote mate hoe het er in de komende tientallen jaren of langer uit komt te zien en in welke mate het daarmee bijdraagt aan het vervullen van maatschappelijke functies.

In dit rapport zijn de functies en doelen van bossen vertaald naar aanlegmethoden voor nieuw bos die daarop aansluiten. Een aantal opties is als voorbeeld uitgewerkt, waarbij is aangegeven in welke situaties de methode met name geschikt is, en in welke juist niet. Er is ook aandacht voor een aantal technische aspecten voor bebossing, maar voor meer details daarover verwijzen we naar de diverse handboeken die daarvoor beschikbaar zijn. Het rapport bevat een stappenplan dat een initiatiefnemer kan doorlopen om op een efficiënte en planmatige manier een bos te verwezenlijken.

De klankbordgroep voor dit onderzoek bestond uit Pauline Buffing (Ministerie van LNV), Ramon de Louw (Ministerie van Economische Zaken), Coert Donker (Staatsbosbeheer), Martijn Boosten (Staatsbosbeheer), Pieter Westerhof (Bosgroep Midden Nederland) en Wouter Delforterie (provincie Gelderland). We bedanken hen hartelijk voor het begeleiden van dit onderzoek. Ook collega Jaap van Raffe danken we voor het meedenken bij de invulling van dit onderzoek.

De auteurs

Samenvatting

Rijk en provincies hebben de ambitie om 37.000 hectare bos te realiseren. Om dit te laten slagen, zijn er slimme keuzes nodig bij de uitvoerders over bosaanlegmethoden. De keuzes hangen samen met de specifieke situaties waarin bos wordt aangelegd (landschap, bodem, omgeving) en de doelen die ermee worden beoogd (CO₂-vastlegging, biodiversiteit, recreatie). In dit document zijn de beschikbare methoden op een rij gezet, zodat de initiatiefnemers met hulp van een stappenplan geholpen worden bij het maken van de juiste keuzes.

Voordat wordt overgegaan tot de aanleg van bos is het belangrijk om eerst na te denken over welk doel, of welke doelen, het te realiseren bos dient te verwezenlijken. De belangrijkste doelen zoals beschreven in de Bossenstrategie:

1. Natuur en biodiversiteit
2. Houtproductie
3. Recreatie
4. Vitaliteit van bos
5. Klimaatadaptatie
6. Klimaatmitigatie

Aan elk doel zijn kenmerken van bos te koppelen die relevant zijn om het doel te behalen en die gerealiseerd kunnen worden bij bosaanleg.

Voor de natuurfunctie is in de Bossenstrategie aangegeven dat uitbreiding van bepaalde habitattypen en leefgebieden voor fauna relevant zijn. Daarnaast zijn voor natuur in het algemeen spontaniteit, kenmerkendheid en natuurlijkheid van belang. Onderdeel daarvan is het voorkomen van processen, structuren (zoals open/dicht, hoog/laag) en (dieren-, planten- en boom)soorten die passen bij de groeiplaats. Voor houtproductiefunctie is het van belang dat boomsoorten goed passen bij de groeiplaats en een goede bijgroei hebben van hout van voldoende kwaliteit. Voor de recreatiefunctie is variatie van belang, bijvoorbeeld in boomsoorten, kleuren, openheid en ondergroei. Natuurlijkheid wordt gewaardeerd, terwijl een herkenbaar patroon van aanleg negatief is voor recreanten. Voor klimaatmitigatie is het relevant dat het bos koolstof vastlegt, zodat bomen met een goede groei van belang zijn, die zo mogelijk hout leveren voor duurzame toepassingen.

Om de functies goed te vervullen, wordt gestreefd naar vitaal bos. Daarvoor is het relevant dat het bos een variatie aan boomsoorten en herkomsten heeft, waarbij soorten en leeftijden worden afgewisseld en bomen zich spontaan kunnen verjongen. Het bos bevat boom- en struiksoorten die een gunstige invloed hebben op de bodemontwikkeling (rijk strooisel) en bij voorkeur – afhankelijk van de locatie – weerbaar zijn tegen droge of juist erge natte situaties. Dat laatste is ook voor klimaatadaptatie van belang.

In onderstaande tabel is aangegeven welke kenmerken voor verschillende functies en doelen relevant zijn.

Tabel 0.1 Selectie kenmerken totaal (v = relevant voor vitaliteit van het bos, k= relevant voor klimaatadaptatie).

Kenmerken om op te sturen	natuur	hout	recreatie	klimaatmitigatie
Boomsortensamenstelling (v, k)	*	*		
- gemengd (v, k)	*		*	
- PNV	*			
- functionele groepen (v, k)	*	*		
- rijk strooisel (v)	*	(*)		
- herkomsten (v)	*	*		
- autochtoon	*			
- groei		*		*
- weerbaar tegen droogte, natte perioden (v, k)	*	*	*	*
Natuurlijkheid bebossing	*			
Structuur (v)	*		*	
- bosontwikkelingsfasen, inclusief open plekken	*		*	
- struiklaag (evt. 2 ^{de} boomlaag)	*		*	
Patroon van aanleg		(*)	*	
Dikke bomen	*	(*)	*	
Dode bomen, dood hout	*			
Behoud van bodemkoolstof (v)	*			*
Stikstof- en fosforgehalte van de bodem (v)	*	(*)		
Ontwikkelingssnelheid (snel)	*	*	(*)	*

De methode van bebossing bepaalt in welke mate gestuurd kan worden op bovengenoemde kenmerken. Spontane ontwikkeling en aanplant zijn de basismethoden voor bebossing. Met zaaien is weinig recente ervaring, zaad is beperkt beschikbaar en het succes van een bebossing met zaaien is onzeker. Daarom wordt deze methode vooralsnog niet aanbevolen.

Spontane ontwikkeling kan, afhankelijk van de uitgangssituatie en eventuele bodembewerking en terreininrichting (grondwerk), leiden tot een gevarieerde structuur en samenstelling, maar ook tot een meer eenvormig bos. Vooral als er een snelle vestiging is van pioniersoorten op kale bodem kan een gelijkjarig bos ontstaan. Op een dichtbegroeide bodem kan het vele jaren duren voordat zich bomen vestigen, vooral op grotere afstand van zaadbronnen, en kan het decennia duren voordat er een gesloten bos ontstaat. Door al dan niet de bodem kaal te maken en reliëf aan te brengen, kan gestuurd worden in spontane ontwikkeling. Als het gewenst is dat er zich op kortere termijn bos ontwikkelt, maar deze ontwikkeling wordt belemmerd door dichte vegetatie, dan is het van belang een geschikt kiembed te maken door de bodem kaal te maken.

Spontane bebossing kan toegepast worden als het te verwachten bos dat hiermee ontstaat, goed aansluit bij wat gewenst is. Bijvoorbeeld een dicht bos van pioniersoorten (zoals passend in een dynamisch rivierenlandschap) of een open bos van soorten die zich beter in dichte vegetatie kunnen vestigen doordat ze grotere en zwaardere zaden hebben (climaxsoorten). Spontaan bebossen is toe te passen wanneer natuurlijke processen een belangrijk element zijn in het nieuwe bos. Als de kosten (zie hieronder) een erg belangrijke factor zijn, kan dat ook meewegen in de keuze voor spontane bebossing. Spontane bebossing kan ook bijdragen aan de variatie van een bestaand bos, bijvoorbeeld als areaal dat aansluit op een bestaand gelijkjarig bos.

Aanplant heeft als voordeel dat sterk gestuurd kan worden op structuur en samenstelling. Er kan eensoortig, individueel of groepsgewijs gemengd worden en er kan afwisseling in plantdichtheden (van dicht tot volledig open) toegepast worden, zodat sterk gestuurd kan worden op kenmerken van het bos. Bebossing is zichtbaar kunstmatiger en de kosten zijn hoger dan bij spontane ontwikkeling.

Doordat met aanplant sterk gestuurd kan worden, is deze methode geschikt voor het realiseren van specifieke bos- ofwel habitattypen, structuurkenmerken (open plekken, randen, dikke bomen) voor flora en fauna, gevarieerde bosbeelden voor recreatie, maar ook voor de productie van hout en de vastlegging van

koolstof. Daarnaast kan er gebruikgemaakt worden van specifieke boomsoorten en herkomsten, die bijvoorbeeld autochtoon zijn, kenmerkend zijn voor een groeiplaats of klimaatbestendig zijn. Bos kan daarnaast door aanplant relatief snel gerealiseerd worden. De methode is daarom goed toe te passen voor de meeste functies en doelen.

Beide methoden kunnen op verschillende schaalniveaus – van microniveau met individuele bomen tot meso (groepen) en macro (vakken of percelen) – worden gecombineerd. Op microniveau kan worden afgewisseld, waarbij aangeplante bomen en spontane opslag direct naast elkaar staan. Door de dichtheid van planten en toepassen van eventuele bodembewerking kunnen de verhoudingen gevarieerd worden. Op mesoniveau kan worden afgewisseld, waarbij groepen aanplant en groepen spontane opslag naast elkaar voorkomen. Dit kan variëren van bijvoorbeeld het planten van alleen enkele groepen (kloempen) tot het spontaan laten bebossen van enkele open plekken in een aanplant. Ten slotte kunnen hierboven genoemde varianten op grotere schaal worden afgewisseld, bijvoorbeeld gemengde vlakken met vlakken waarin alleen kloempen zijn geplant. Het is ook mogelijk om binnen de methoden af te wisselen met bijvoorbeeld bodembewerking (bij spontane bebossing), plantdichtheden, boomsoorten, om zo een bos te creëren waarbij verschillende bostypen en structuur worden afgewisseld om op die manier verschillende doelen te dienen. Daarmee kan een grote variatie in structuur en boomsoorten gemaakt worden. In tabel 0.2 is voor een aantal varianten, waarbij in meer of mindere mate methoden worden gecombineerd, aangegeven in welke mate ermee gestuurd kan worden op relevante kenmerken en daarmee de realisatie van doelen van de Bossenstrategie. Daarbij moet wel bedacht worden dat sommige kenmerken ook wel gerealiseerd kunnen worden zonder dat daarop gestuurd kan worden.

Voor de natuurfunctie van een bos kan spontane ontwikkeling bijdragen aan het natuurlijk verloop van het ontstaan van een bos en is het positief om spontane processen te benutten. Maar er is hiermee maar beperkt invloed op het ontwikkelende bos, bijvoorbeeld of daarmee de soorten van een PNV of van autochtone herkomst opkomen, en in welke mate er structuurvariatie komt. Een combinatie met (beperkte) aanplant, bijvoorbeeld met kloempen of kleine bosjes, kan deze invloed sterk vergroten. Bij natuur gericht op oorspronkelijkheid en biodiversiteit, waarbij habitats van soorten uitgebreid dienen te worden of de groeiplaats voor bosplanten moet worden uitgebreid, is tijd wellicht een factor van belang en kan geen decennia gewacht worden en is beplanten een logische keuze. Door aan te planten, is er naast het voordeel van een snellere ontwikkeling de mogelijkheid om te sturen in de soortensamenstelling en structuur (bv. afwisseling van open/dicht, hoog/laag en soorten) die van belang zijn voor specifieke flora en fauna.

Om de doelen van de Bossenstrategie te realiseren, waarbij bossen worden gerealiseerd die veerkrachtig zijn en op de kortst mogelijke termijn diverse functies kunnen vervullen en doelen realiseren, zal aanplant van bossen veelal de basis zijn. Hiermee kan namelijk het best een bos gerealiseerd worden met soorten of herkomsten gericht op onder andere specifieke habitattypen, klimaatbestendigheid, variatie of houtproductie. Daarbij wordt bij voorkeur in groepen of individueel gemengd geplant, met waar mogelijk ruimte voor spontane vestiging in de beplanting of in grotere open ruimten ertussen. Naarmate er meer nadruk ligt op natuurlijke processen, kan het aandeel aanplant afnemen tot alleen het aanplanten van kloempen of geheel geen aanplant.

Bij bebossing op landbouwgrond zal de afwaardering van grond de grootste kostenpost zijn (gemiddeld ca. 58.000 euro per ha). Vooral bij wat grotere bebossingen, waarbij recreatief gebruik een grote rol speelt, zullen inrichtingskosten daarnaast ook een belangrijke kostenpost zijn die ca. 14.500 euro per ha kan bedragen. Voor eventueel afgraven van een te rijke bovengrond, bijvoorbeeld om een bepaald habitatype te realiseren, bedragen de kosten daarbij nog 9.000-16.000 euro per ha. De kosten voor bebossing zijn daarbij sterk afhankelijk van de toe te passen methoden en variëren van nihil bij volledig spontane bebossing, of ca. 400 euro per ha bij alleen bodembewerking, tot ca. 6.000 euro per ha bij volledige aanplant. Daarbij komen, afhankelijk van de noodzaak ervan, kosten voor bescherming tegen wild (1.000-10.000 euro per ha), onkruid (tot enkele duizenden euro's per ha) en inboeten (tot enkele duizenden euro's per ha).

Tabel 0.2 Voorbeelden van enkele varianten voor aanleg van bos en de mogelijkheid ervan om te sturen op de realisatie van relevante kenmerken voor het realiseren van doelen van de Bossenstrategie. NB In een aantal gevallen kan het kenmerk ook gerealiseerd worden zonder erop te sturen.

	Spontane bebossing	Structuur	Soortensamenstelling	Habitat voor specifieke faunasoorten	Dikke bomen, - > dode bomen	N, P in bodem	Dichtheid beplanting, kwaliteit hout	Gemengd bos	Natuurrijkheid	Patroon van aanleg (geen)	Bodem koolstof	Snelle groei, hoge productie	Snelheid waarmee bos wordt gerealiseerd
1. Spontaan climaxsoorten (op gras, ruigte)	+	--	--	---	---	---	---	--	+	+	+	---	---
2. Spontaan pioniers (kale bodem)	+	---	--	---	-	+	-	---	+	+	---	+	+
3. Afwisseling spontane pioniers en climaxsoorten (1 en 2)	+	+	--	---	-	+	+/-	+	+	+	+/-	+/-	+/-
4. Kloempen met spontaan climaxsoorten (op gras, ruigte)	+/-	+	+/-	+/-	---	+	---	+	+	+	+	+/-	+/-
5. Eensoortig, vlaktegewijs	---	---	+/-	+	+	+	+	---	---	+/-	+	+	+
6. Eensoortig, ruimte voor spontane vestiging	+/-	---	+/-	+	+	+	+	+	+/-	+/-	+	+	+
7. Eensoortig, vlaktegewijs met structuurelementen	---	+	+/-	+	+	+	+	+/-	+	+/-	+	+	+
8. Individueel gemengd	---	---	+	+	+	+	+	+	+/-	+/-	+	+	+
9. Individueel gemengd met structuurelementen	---	+	+	+	+	+	+	+	+	+/-	+	+	+
10. Groepsgewijs geplant	---	+	+	+	+	+	+	+	+	+/-	+	+	+
11. Groepsgewijs geplant met structuurelementen	---	+	+	+	+	+	+	+	+	+/-	+	+	+

+ kan door sturen met de juiste keuzes gerealiseerd worden

+/- kan door sturen met de juiste keuzes beperkt gerealiseerd worden

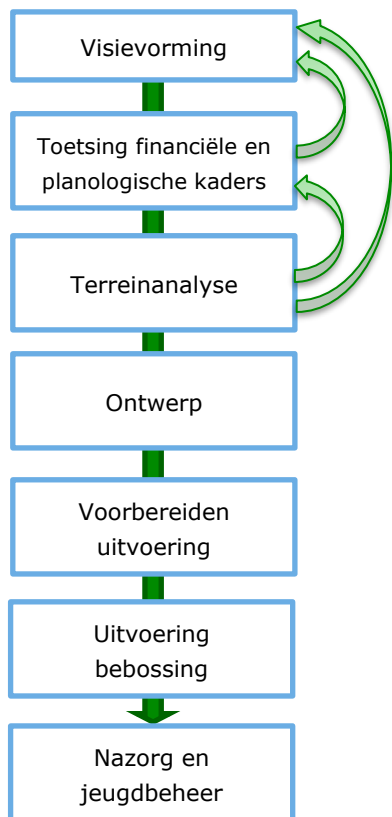
- kan niet op gestuurd worden en wordt waarschijnlijk wel gerealiseerd

-- kan niet op gestuurd worden, maar niet goed in te schatten (sterk afhankelijk van de situatie) of het wordt gerealiseerd

--- kan niet op gestuurd worden en wordt waarschijnlijk niet (wezenlijk) gerealiseerd

Bij de realisatie van bos moet zorgvuldig rekening worden gehouden met de planologische kaders, de lokale omstandigheden en terreinkenmerken. De factoren verschillen sterk van locatie tot locatie, zodat er keuzes moeten worden gemaakt. Ook visievorming, uitvoering en nazorg vereisen aandacht. Een stappenplan kan initiatiefnemers van bosaanleg helpen bij het houden van grip op alle stappen die doorlopen moeten worden. Zonder een goed stappenplan is de kans groot dat het proces vertraging oploopt of dat de doelen niet gehaald worden, bijvoorbeeld door vertraging bij het verkrijgen van vergunningen, de beschikbaarheid van het gewenste type plantmateriaal, de ervaring van aannemers en gebrekkig toezicht en nazorg.

In figuur 0.1 is het stappenplan schematisch weergegeven. Het stappenplan is lineair vormgegeven, maar in de praktijk wordt het proces vaak minder lineair doorlopen en zal het regelmatig nodig zijn om voorgaande stappen deels opnieuw te doorlopen.



Figuur 0.1 *Stappenplan bosaanleg.*

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Rijk en provincies hebben zich verbonden aan de doelstellingen in de Bossenstrategie. De ambitie om 37.000 ha bos te realiseren is een van de belangrijkste in de Bossenstrategie. Om bosaanleg te laten slagen, zijn er slimme keuzes nodig bij de uitvoerders over bosaanlegmethoden. De keuzes hangen samen met de specifieke situaties waarin bos wordt aangelegd (landschap, bodem, omgeving) en de doelen die ermee worden beoogd (CO₂-vastlegging, biodiversiteit, recreatie). Er is behoefte aan kennis om de juiste keuzes te maken, zodat bosaanleg optimaal kan bijdragen aan de gestelde doelen.

Bosuitbreiding is een van de grootste uitdagingen in de Theories-of-change (ToC) van het Meerjarige Missiegedreven Innovatie Programma (MMIP) Bomen Bos en Natuur. Er moeten bij de uitvoering keuzes worden gemaakt, zodat bosuitbreiding ook daadwerkelijk bijdraagt aan de beoogde doelstellingen. Bij de uitvoering voor de Bossenstrategie is het momenteel onduidelijk wat de strategische keuzes en opties zijn voor bosaanlegmethoden en wat dat voor beleidsinspanningen vraagt.

De beoogde bosuitbreiding moet bijdragen aan de beoogde doelstellingen (o.a. klimaat, biodiversiteit, recreatie en houtproductie) en op een kosteneffectieve manier gebeuren. Om bosuitbreiding te realiseren, is er onder uitvoerders van de Bossenstrategie (bos- en natuureigenaren en beleidsmakers) behoefte aan handvatten om strategische keuzes te maken voor bosuitbreiding en praktische handvatten voor de aanleg. Deze handvatten moeten eraan bijdragen dat nieuw bos doelgericht (bv. met een zo hoog mogelijke biodiversiteit), klimaatbestendig en kosteneffectief wordt aangelegd, en dat de slagingskans en groei-ontwikkeling van nieuw bos worden bevorderd.

Dit project geeft handvatten voor de volgende vragen: Wat zijn, in een bredere gebiedsbenadering, de strategische afwegingen in bosaanlegmethoden van nieuw bos ten opzichte van:

- ruimtelijke en landschappelijke inbedding,
- beoogde doelen (biodiversiteitsdoelstellingen, klimaatopgave, klimaatadaptatie),
- vitaal bos op de lange termijn?

1.2 Doelstelling

Doel van het project is om inzicht te geven in welke aanlegmethoden, afhankelijk van de uitgangssituatie in specifieke situaties, kunnen worden toegepast om op kosteneffectieve wijze de doelen van bosuitbreiding te realiseren.

De volgende deelvragen kunnen hieruit opgesteld worden:

- In welke uitgangssituaties wordt bos aangelegd?
- Welke doelen worden nagestreefd?
- Welke methoden kunnen worden toegepast om bos aan te leggen?
- Welke kosten zijn gemoeid met het toepassen van verschillende aanlegmethoden?
- Tot welke typen bos leiden de aanlegmethoden?
- In welke mate dragen deze typen bos bij aan de doelen van de bosuitbreiding (op korte en langere termijn)?
- Met welke technische aspecten dient bij de verschillende aanlegmethoden rekening gehouden te worden?

1.3 Werkwijze

Als eerste stap is gekeken naar de doelen van de Bossenstrategie. Ook is gekeken welke doelen enkele provincies in hun bossenstrategieën hebben opgenomen. De doelen en beoogde functies van bos zijn vertaald in kenmerken van het bos waarop bij aanleg gestuurd kan worden. Ook zijn de uitgangssituaties meegenomen die zich bij bosaanleg voor kunnen doen (die met name verwacht worden), zoals de landschappelijke context, groeiplaatsomstandigheden en de beoogde doelstellingen en functievervulling (zoals biodiversiteit, klimaatopgave, klimaatadaptatie, recreatie etc.).

Op basis van het literatuuronderzoek en twee terreinbezoeken zijn manieren waarop bebost kan worden – zoals aanplant van monocultures, aanplant individueel gemengd, aanplant bloksgewijs gemengd, zaaien en spontaan ontwikkelen –, beschreven. Ook variabelen binnen die methoden (o.a. plantdichtheid, boomsoorten, combineren van methoden) zijn daarbij meegenomen wanneer relevant. Vervolgens is gekeken hoe met behulp van verschillende aanlegmethoden de gewenste of benodigde terreinkenmerken gerealiseerd kunnen worden. Van de verschillende maatregelen is een indicatie van de kosten gegeven.

Op basis van de kenmerken die gewenst zijn om doelen en gewenste bosfuncties van de bossenstrategie te realiseren, zijn enkele aanlegmethoden op perceelniveau uitgewerkt als voorbeeld. Uitgangspunt daarbij is dat na de aanvankelijke bebossing en eventuele verzorging het bos de eerste decennia zo min mogelijk sturend beheer nodig heeft.

Verschillende mogelijke bebossingsmethoden zijn uitgewerkt in voorbeelden en voor drie fictieve, maar naar verwachting veelvoorkomende situaties, is een meer gedetailleerde uitwerking gemaakt. Ten slotte is er een stappenplan voor de aanleg van nieuw bos gemaakt. Hierin staan alle stappen beschreven die doorlopen moeten worden bij bebossing. In hoofdstuk 6 volgen conclusies en aanbevelingen.

1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 zijn de doelen van de Bossenstrategie uitgewerkt waarbij aandacht is voor vertaling van visie naar doelen en functies. In hoofdstuk 3 zijn de aanlegmethoden zelf beschreven en wordt beschreven hoe methoden ruimtelijk zijn te combineren en welke kosten ermee zijn gemoeid. Ook staan hierin de boskenmerken waarop gestuurd kan worden bij bosaanleg en het vervolgbeheer van het bos.

En er zijn verbeter- en aandachtspunten gegeven voor aanleg en beheer. In hoofdstuk 4 is een aantal bosbeelden gevisualiseerd die met aanleg gecreëerd kunnen worden. Vervolgens is als voorbeeld voor enkele situaties een uitwerking gemaakt voor bebossing, gebaseerd op de lokale doelen en omstandigheden. In hoofdstuk 5 is een stappenplan opgenomen dat doorlopen kan worden voor het realiseren van een bebossing.

2 Uitwerking doelen van de Bossenstrategie

2.1 Visie en doelen

Volgens de Bossenstrategie (Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, 2020) is bos belangrijk voor het behalen van natuurdoelen en klimaatdoelen en betekent bos veel voor mensen. Aan het begin van de 20^{ste} eeuw vond men bos vooral belangrijk vanwege de productie van hout voor de mijnbouwindustrie en voor de jacht, maar toen het oogstmoment was aangebroken, werden andere houtproducten gevraagd en werden heel andere functies belangrijk gevonden. Welke gebruikseisen in de toekomst gesteld worden, is onbekend. Daarom is het belangrijk om het bos op zo'n manier door te geven dat toekomstige generaties zelf kunnen beslissen hoe ze het bos willen gebruiken. Het is in het bosbeheer een algemeen toegepast principe dat diverse mogelijkheden voor gebruik van bossen open worden gehouden en dat de inrichting en het beheer niet te nauw op een beperkt aantal functies en doelen zijn gericht. Ook stelt de Bossenstrategie (Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, 2020) het volgende: *"De komende decennia ligt de opgave vooral in het tegengaan van klimaatverandering en versterking van de biodiversiteit. In onze strategie zoeken we naar wegen om hieraan een bijdrage te leveren. Daar ligt onze prioriteit. Bos heeft nog veel meer functies. We recreëren in het bos, we produceren hout en bos biedt ons koelte tijdens een hete zomer."*

De Bossenstrategie kijkt naar samenhang tussen de verschillende functies en genoemde acties dienen vaak meerdere doelen. Belangrijk is om te voorkomen dat maatregelen voor het ene doel het andere doel tegenwerken. Bij de aanleg van bos en de verweving van de toekomstige gebruiksfuncties van het bos moeten daarom de doelen van klimaat-, natuur- en bosbeleid zo goed mogelijk worden verbonden.

2.2 Functies en doelen in de Bossenstrategie

In de Uitwerking van de Bossenstrategie (Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, 2020) is aangegeven welke functies en doelen voor nieuwe bossen beoogd worden. Daarin komen functies en doelen voor natuur (biodiversiteit), recreatie, houtproductie, bosvitaliteit, klimaatadaptatie en -mitigatie naar voren. Een passage uit de uitwerking van de bossenstrategie: *"Meer bos of andere vormen van houtige beplantingen, zoals landschapselementen (denk bijvoorbeeld aan houtwallen of elzensingels) zijn nodig om doelen voor **biodiversiteit** te realiseren en **koolstof** vast te leggen, zoals afgesproken in het Klimaatakkoord. Het is een grote uitdaging om de biodiversiteitsdoelen te halen. Een aantal boshabitattypen en bossoorten staat onder druk [...] en vragen uitbreiding van het leefgebied. [...] Vooral voor rivier- en beekbegeleidende bossen, laag- en hoogveenbossen en haagbeuk-essenbossen is een uitbreiding van areaal nodig voor biodiversiteitsherstel. Dit zorgt voor meer leefgebied voor de meer dan 700 bedreigde bossoorten van ons land. Naast klimaat en biodiversiteit zijn er ook andere redenen om te streven naar meer bos, zoals extra **recreatiemogelijkheden**, de vermindering van **hittestress** in steden, verbetering van de **sponswerking** van de bodem en **extra houtopbrengsten** voor een circulaire economie."*

Er worden drie sporen voor bosuitbreiding onderscheiden:

1. Compensatie ontbossing door natuuromvorming (3.400 ha)
 - o realisatie zo veel mogelijk buiten het natuurnetwerk
 - o er zijn geen specifieke functies voor dit bos aangegeven
2. Bosuitbreiding binnen het Natuurnetwerk (ca. 15.000 ha)
 - o biodiversiteitsherstel als belangrijkste functie: o.a. uitbreiding bepaalde habitattypen
3. Bosuitbreiding buiten het Natuurnetwerk
 - o overgangszones rond natuurgebieden, voor:
 - biodiversiteitsherstel
 - scheiding van natuur en stikstofbronnen (bosuitbreiding koppelen aan de en de gebiedsgerichte aanpak om stikstofdeposities op Natura 2000-gebieden te verminderen)

- vergroting leefgebied soorten
- versterken van landschappelijke kwaliteit
 - verzachten van de overgang tussen natuur en landbouwgebieden
- vernatting
- rond steden en dorpen
 - uitloopgebied voor recreatie
- functiecombinaties. Dit vertaalt zich in bos veelal naar:
 - natuur
 - recreatie
 - productie
- waterberging

Bij andere thema's zijn ook doelen aangegeven die relevant kunnen zijn bij bosuitbreiding. Dit betreft vooral 'Aanpak van vitaal bos' en 'Het gebruik van Nederlandse bossen'. Bij Aanpak van vitaal bos worden de volgende onderwerpen genoemd:

- verbeteren verbinding van bos. Daarbij is areaaluitbreiding aangegeven. Er is echter geen invulling gegeven aan hoe de verbindingen eruit dienen te zien.
- kwaliteitsimpuls voor het bos:
 - structuur en boomsoortensamenstelling verbeteren
 - gebruik van aan de groeiplaats aangepast genetisch divers, erkend bosplantsoen
- gerichte aanplant van boomsoorten met rijk strooisel

Voor het gebruik van Nederlandse bossen gaat het om:

- recreatiemogelijkheden verbeteren
- houtproductie
 - meer hoogwaardig hout
 - hoger oogstvolume

Het thema 'Bomen buiten het bos' is wellicht minder relevant voor aanleg van bos, maar benadrukken wel enkele doelen die eerder zijn genoemd, zoals koolstofvastlegging, biodiversiteit en klimaatadaptatie.

Samenvattend zijn de volgende functies en doelen van belang:

Natuurfunctie, biodiversiteit

- uitbreiding habitattypen
- biodiversiteit algemeen
- verbinden
- natuurfunctie (algemeen)

Vitaliteit bos

- verbeteren soortensamenstelling
- verbeteren verbinding van bos
- aan groeiplaats aangepaste soorten en herkomsten
- meer bomen met rijk strooisel

Houtproductie

- kwaliteit verbeteren
- hoger volume

Recreatie, beleving

- recreatiemogelijkheden verbeteren
- leefbaarheid
- landschappelijke kwaliteit

Klimaatadaptatie

- waterberging
- aangepaste soorten

Klimaatmitigatie

- koolstofvastlegging

De Uitwerking van de Bossenstrategie geeft enkele kansrijke uitvoeringsstrategieën: "We onderscheiden een aantal voorkeursstrategieën voor bosuitbreiding die we ruimtelijk indelen. Het gaat om bosuitbreiding in

beekdalen, langs grote rivieren, rond steden en dorpen, in combinatie met landbouw, in combinatie met woningbouw en in combinatie met de energieopgave. In onderstaande tabel benoemen we per spoor een mogelijk streefgetal voor realisatie en een indicatie van effecten op doelbereik. De genoemde getallen zijn indicatief, omdat er mogelijk overlap is met bosuitbreiding binnen het NNN. Ook de strategieën zijn niet uitputtend. In veengebieden zijn ook kansen voor bossen die bijdragen aan biodiversiteit. Deze natte bossen kunnen eveneens water vasthouden en bodemdaling tegengaan.”

De kansrijkdom van verschillende strategieën voor verschillende doelen is weergegeven in tabel 2.1.

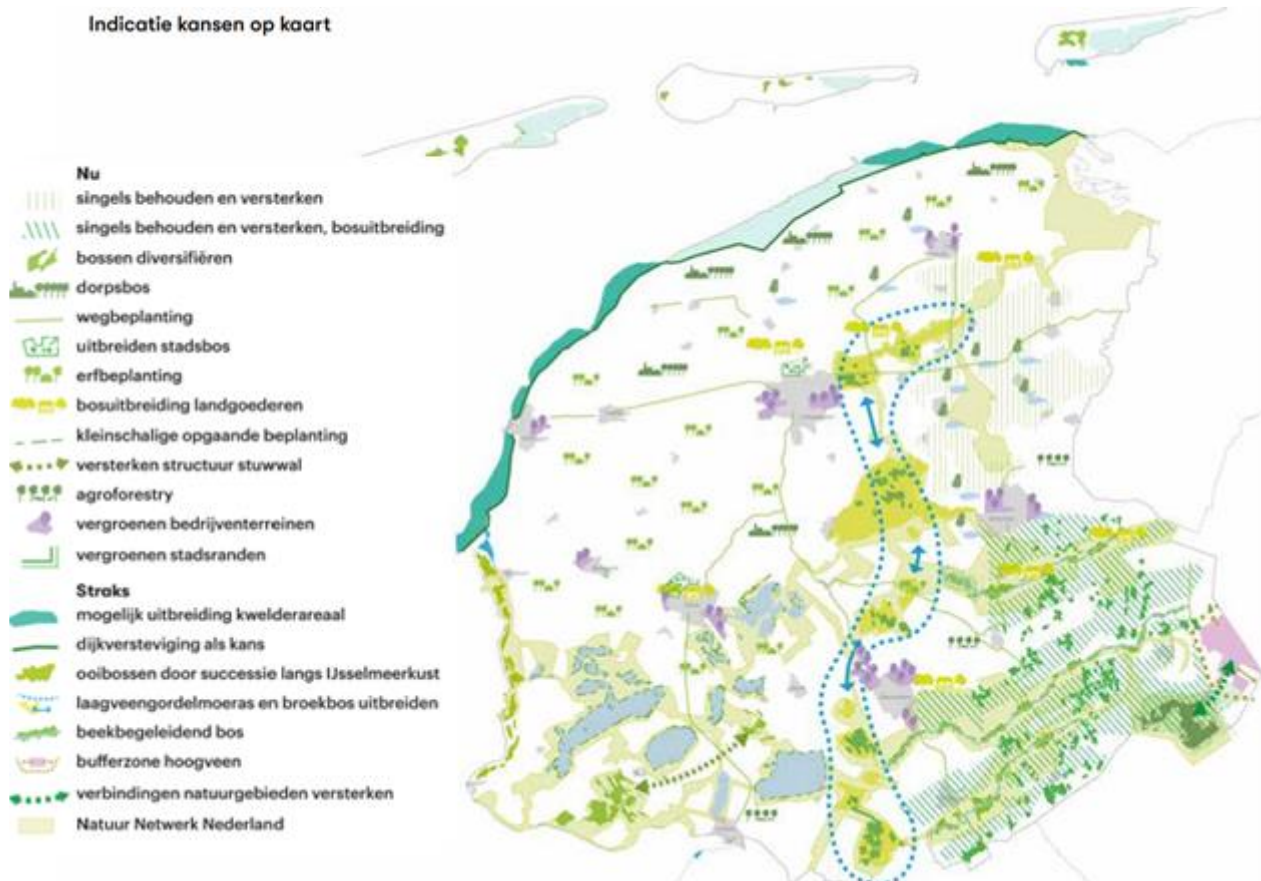
Tabel 2.1 Indicatieve effecten op doelbereik van voorkeursstrategieën bosaanleg in 2030 buiten het NNN volgens de Bossenstrategie (IPO, LNV, 2020).

Voorkeursstrategie, naar landschappelijke ligging	Effect per doel				Potentieel areaal (ha)
	Biodiversiteit	Natuur, landschap en recreatie	Klimaatmitigatie	Klimaatadaptatie	
Beekdalen en kreekruigen	++	+	++	++	2000
Grote rivieren	++	+	++	+	2000
Combinatie met landbouw (bomen buiten bos)	+	++	+	+	7000
Combinatie met woningbouw	+	++	+	++	5000
Windenergie	0	+	++	0	3000
Veengebieden	++	+	++	++	pm

2.3 Visie en doelen bij provincies

Provincies hebben voor hun werkgebied uitwerkingen gemaakt van de Bossenstrategie. Daarbij hebben ze voorkeuren in beeld gebracht voor typen bos en beplantingen, doelen en regio's waar de aanleg bij voorkeur gerealiseerd kan worden. Ook hebben ze prioriteiten benoemd voor aan te leggen bostypen, doelen en ligging van de bosgebieden en beplantingen (als voorbeeld figuur 2.1 en tekstkader als voorbeeld van Friesland, en in Bijlage 3 en in figuur 2.2 een voorbeeld van zoekgebieden van Overijssel).

Daarbij hebben ze aangegeven welke typen bos en welke functies ze op verschillende plaatsen wensen te realiseren. De doelen van de nationale Bossenstrategie komen met verschillende accenten allemaal terug in de provinciale plannen: er is bijvoorbeeld veel accent op natuur en biodiversiteit, vastleggen van koolstof is een terugkerend doel, recreatief gebruik komt overal terug (ook als bos bij dorpen) en er is aandacht voor vitaliteit van het (bestaande) bos, mede via toepassing van rijk-strooiselsoorten. Enkele keren wordt de combinatie van nieuw bos en waterwinning en waterberging genoemd. Houtproductie komt ook bij enkele provincies naar voren als gewenste functie. Verschillende provincies hebben aangegeven dat spontane ontwikkeling binnen het NNN een al dan niet belangrijke manier van bebossing zal zijn, en dat die bebossing op natuurgraslanden met weinig potentie voor natuurdoelen zullen plaatshebben.



Figuur 2.1 Mogelijkheden nieuw bos en beplanting in Friesland.

Kader Prioriteiten voor nieuw bos en beplanting in provincie Friesland (Probos en Laos landschapsarchitectuur, 2022)

Binnen Natuurnetwerk (223 ha)

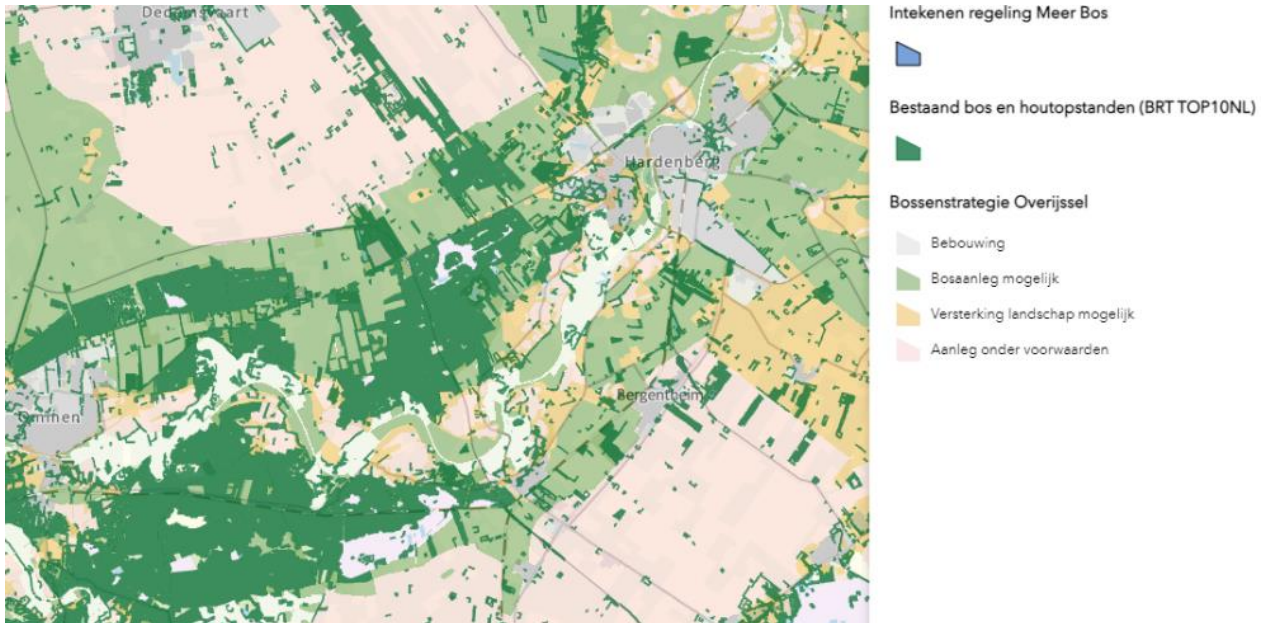
- Positief effect op biodiversiteit
- 70% spontane ontwikkeling
- 30% aanplant
- Bij aanplant focus op soorten van belang voor biodiversiteit
- Op hoge gronden gebruik van rijk-strooiselsoorten
- Vernatting in combinatie met spontane bosontwikkeling
- CO₂-vastlegging
- Nadrukkelijke aandacht voor de volgende bostypen
 - Hardhoutooibossen
 - Hoogveenbossen
 - Laagveenbossen
 - Beekdalbossen

Buiten Natuurnetwerk (315 ha nieuw bos)

- Opgaand bos
- Landschapselementen
- Agroforestry
- Bosaanleg op verschillende bodemtypes (zand, veen, klei)
- Nabij bestaande bosgebieden
- Overgangszones landbouw en stikstofgevoelige natuur
- Nabij dorpen
- Ooibossen uitbreiden
- CO₂-vastlegging

Algemeen (voor zover te relateren aan bosaanleg)

- Revitaliseren van bestaande bossen
- Nutriënten- en vochtvoorziening verbeteren
- Rijk-strooiselsoorten toepassen
- Geschikt plantmateriaal (o.a. klimaatslim, autochtoon)
- Ook aandacht voor naaldhoutsoorten



Figuur 2.2 Zoekgebied nieuw bos in Overijssel (uitsnede; Overijssel.maps.arcgis.com), ruim zoekgebied: zowel bij de bebouwde kom, tegen bestaande natuur als in landbouwgebied kan nieuw bos komen.

2.4 Uitwerking per functie of doel

Om de vertaalslag te maken van doelen van de Bossenstrategie naar aanlegmethode wordt in deze paragraaf gekeken welke kenmerken van bossen gewenst zijn om de functies te vervullen en doelen te realiseren.

2.4.1 Natuur, biodiversiteit

In de uitwerking van de Bossenstrategie wordt bij de uitwerking van biodiversiteitsdoelen specifiek een aantal habitattypen met een ongunstige staat van instandhouding (na 2027; op basis van Pouwel en Henkens, 2020) genoemd die uitbreiding nodig hebben (vetgedrukt waar specifiek biodiversiteitsherstel is aangegeven):

- duinbossen
- essenbossen
- veldbies-beukenbossen
- beuken-eikenbossen met hulst
- **vochtige alluviale bossen**
- **eiken-haagbeukenbossen**
- oude eikenbossen
- **laag- en hoogveenbossen**
- droge hardhoutoibossen

In de profielendocumenten (www.natura2000.nl/profielen) zijn kenmerken van de habitattypen opgenomen die voor bosaanleg relevant zijn. De belangrijkste zijn de boomsoortensamenstelling en structuurkenmerken. Deze zijn samengevat in tabel 2.2. Uit de tabel blijkt dat voor de meeste habitattypen een bepaalde samenstelling van de boomlaag relevant is. Daarnaast is een bepaalde structuur van belang met bijvoorbeeld open plekken en een goed of juist niet goed ontwikkelde struiklaag. Zowel de boomsoorten als structuurkenmerken behoren doorgaans bij ouder bos in latere stadia van successie.

In de uitwerking van de Bossenstrategie worden ook enkele doelsoorten genoemd die aandacht verdienen. Deze komen voor in bossen of beplantingen met specifieke kenmerken. Deze zijn weergegeven in tabel 2.3.

Tabel 2.2 Habitattypen met boomsoorten en structuurkenmerken volgens de profielendocumenten.

Habitatype	Boomsoorten	Structuur en dood hout
Beuken-eikenbossen met hulst	beuk, hulst	open plekken, bosranden, oude levende of dode dikke bomen en/of oude hakhoutstoven
Vochtige alluviale bossen	wilgen, zwarte populier, gewone es, iep of zwarte els	gevarieerde bosstructuur, oude levende of dode dikke bomen en/of oude hakhoutstoven
A. zachthoutoibossen	smalbladige wilgen	„
B. essen-iepenbossen	es	„
C. beekbegeleidende essenbossen	es	„
Eiken-haagbeukenbossen	eik, haagbeuk	gevarieerde bosstructuur, twee boomlagen en struiklaag, oude levende of dode dikke bomen en/of oude hakhoutstoven
Veenbossen	zachte berk	oude levende of dode dikke bomen en/of oude hakhoutstoven
Duinbossen	zomereik	oude levende of dode dikke bomen
A. droog	berk, eik, beuk	„
B. vochtig	zachte berk, eik, ratelpopulier	„
C. binnenduinrand	-	„
Veldbies-beukenbossen	beuk	weinig ontwikkelde struiklaag, oude levende of dode dikke bomen en/of oude hakhoutstoven
Droge hardhoutoibossen	es, zomereik, iep	hoge bedekking struiklaag, oude levende of dode dikke bomen en/of oude hakhoutstoven
Oude eikenbossen	zomereik, ruwe berk	open structuur, ijle struiklaag, mantel- en zoomvegetatie, dood hout op de bosbodem

Tabel 2.3 Bossoorten met ongunstige staat van instandhouding (na 2027) en relevantste boskenmerken.

Soort	Boomsoorten	Structuur en dood hout
zwarte specht	naaldbomen, (dikke) beuken	uitgestrekte naaldbossen, afgewisseld door beuken, jong naaldbos
wielewaal	loofbossen (ook populier)	vochtig, structuurrijk, gevarieerd qua leeftijdssamenstelling
fluiters	beuk en eik	gevarieerd loofbos met open plekken
kramsvogel	populier	halfopen cultuurlandschap
matkop	berk, wilg	jong open loofbos, rotte boomstronken, open structuur
keep		bosranden
vliegend hert	eik	aangetast rottend eikenhout, oude eikenbossen, bosranden, verbinding

Het bijdragen aan natuurdoelen gaat verder dan het realiseren van habitattypen of het bieden van leefgebied voor specifieke soorten. De natuurfunctie kan op verschillende manieren worden ingevuld. Hekhuis et al. (1994) concluderen dat drie kenmerken basaal zijn voor (het evalueren van) natuurwaarde, namelijk natuurlijkheid, kenmerkendheid en verscheidenheid.

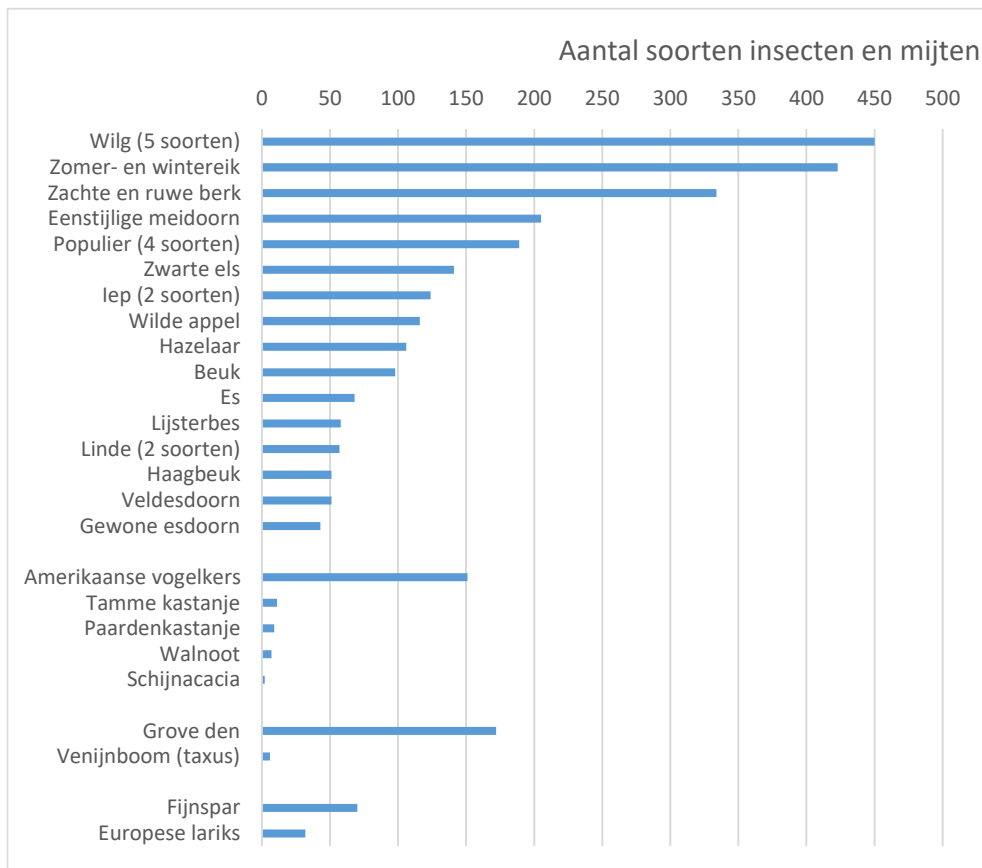
Andere kenmerken kunnen hiervan worden afgeleid. Natuurlijkheid is door Hekhuis et al. (1994) als volgt uitgewerkt:

- spontaniteit
 - spontane en natuurlijke bosverjonging (ofwel bebossing)
 - hoeveelheid dood hout (natuurlijke processen)
- ongestoordheid
 - ongestoordheid van de bosbodem (oude bosbodem)
 - ongestoordheid van de kruid-, struik- en boomlaag
- aansluiten op natuurlijke referentie
 - aansluiten op potentieel natuurlijke vegetatie (PNV)
 - hoeveelheid dood hout, dik dood hout
 - grootte van verjongingseenheden
 - voorkomen van ontwikkelingsfasen
 - voorkomen van oude en aftakelende bomen

Kenmerkendheid gaat eveneens om de mate waarin bos aansluit op natuurlijke referentie, zoals ook hierboven is genoemd. De mate van voorkomen van spontane en natuurlijke bosverjonging en aansluiting op de PNV zijn belangrijke kenmerken om mee te nemen bij de beoordeling van aanlegmethoden. Echter, afhankelijk van de aanlegmethode en het beheer kunnen ook dood hout en het voorkomen van ontwikkelingsfasen een rol spelen op middellange termijn.

Verscheidenheid vertaalt zich in de aanwezigheid van zeldzame soorten en soortenrijkdom. Hekhuis et al. (1994) geven soortgroepen van fauna aan die bij specifieke boskenmerken passen. De Jong et al. (2002) werken verscheidenheid uit in specifieke boskenmerken van belang voor bos om geschikt te zijn als habitat: boomsoortensamenstelling, bosontwikkelingsfase, struiklaag, kroonbedekking, percentage en grootte van open plekken, bosrandlengte, hoeveelheden dikke bomen en dode bomen. De boomsoortensamenstelling is daarnaast direct gekoppeld aan soortenrijkdom en het voorkomen van specifieke soorten. Zo geven Kennedy en Southwood (1984) aan dat op wilgen en inheemse eiken aanzienlijk meer soorten voorkomen dan op (uitheemse) soorten als walnoot en schijnacacia (figuur 2.3).

Sissingh (1978) geeft een andere indeling, maar die sluit hierop aan. Hij onderscheidt ook natuurlijkheid (aansluiten op PNV), zo min mogelijk menselijk ingrijpen (aansluitend op spontaniteit) en een zo groot mogelijke diversiteit, zowel in ruimte en tijd.



Figuur 2.3 Aantal soorten insecten en mijten per boomsoort (gegroepeerd naar loof- versus naaldhout en inheems versus uitheems) in Groot-Brittannië, naar Kennedy en Southwood (1984).

Een goed ontwikkelde bosvegetatie met kenmerkende bossoorten kan een relevant aspect zijn van de natuurfunctie. Voor goede kansen voor vestiging van een vegetatie met oud-bosplanten is het van belang dat nieuw bos grenst aan bestaand bos met die soorten, omdat ze zich in het algemeen langzaam en maar over beperkte afstand verspreiden (Van den Berg et al., 2022; Baeten et al., 2011; De Keersmaecker et al., 2010). Als dit niet het geval is, kan herintroductie een optie zijn, mits aan de groeiplateiseisen wordt voldaan, zoals een juist bosklimaat met de juiste lichtomstandigheden. In de eerste jaren na bebossing is dit dan ook nog niet aan de orde.

Voor de ontwikkeling van een specifieke bosbodemvegetatie is de toestand van de bodem een belangrijke factor. Vooral oud-bosplanten zijn doorgaans niet gebaat bij hoge concentraties stikstof en fosfor in de bodem (Baeten et al., 2011; Van den Berg et al. 2022). De boomsoortensamenstelling is ook relevant vanwege de invloed op de ontwikkeling van de bodem, strooisellaag en kruidlaag (Van den Berg et al., 2022). Een boomlaag met rijk-strooiselsoorten leidt minder snel tot verzuring van de bodem en tot minder ontwikkeling van een strooisellaag dan soorten met armer strooisel. Bij een bodem met een lagere pH (zuurdere bodem) komen andere soorten voor dan bij bodems met een hogere pH (Thomaes et al., 2013). De beperking van verzuring en strooiselophoping is veelal gunstig voor typische bosplanten (Van den Berg et al., 2022; Baeten et al., 2011), aangezien diverse bosplanten nadelig beïnvloed worden door verhoogde aluminiumconcentraties die ontstaan door verzuring (Baeten et al., 2011). Als rijk-strooiselsoorten voor rijke en matig rijke standplaatsen worden winterlinde, zomerlinde, gewone esdoorn, veldesdoorn, Noorse esdoorn, haagbeuk, fladderiep, boskers, gewone vogelkers genoemd. Maar ook de zwarte populier en Canadese populieren kunnen als gunstige rijk-strooiselsoorten worden gezien (Thomaes en De Keersmaeker, 2011). Voor armere standplaatsen zijn dat ruwe berk, hazelaar, vuilboom, lijsterbes, ratelpopulier en boswilg. Maar ook de dichtheid van het bos heeft invloed op de kruidlaag. Door schaduwboomsoorten (beuk, haagbeuk, linde) worden ruigtekruiden onderdrukt (De Schrijver, 2011). Een dicht bos met soorten met armer strooisel (zomereik, beuk, Amerikaanse eik, grove den) leidt tot een afname van ruderaal soorten, maar Van den Berg et al. (2022) vonden daarbij ook de minste bossoorten. Typische oud-bosplanten reageren positief op wat meer licht, maar hebben daarbij last van meer lichtminnende soorten zoals braam. Naarmate de bodem rijker is, kunnen ze meer schaduw verdragen (De Keersmaeker et al., 2010). Variatie in lichtomstandigheden (structuur, boomsoorten) kan zorgen voor een diversere bosvegetatie (Van de Berg et al., 2022).

Een goede (gevarieerde) bosstructuur is een belangrijk kenmerk voor het herbergen van natuurwaarden. Bosstructuur betreft de ruimtelijke verdelingen van bomen en andere planten, en onderdelen daarvan. Het kan op verschillende niveaus bekeken worden. Op een laag niveau kunnen structuren binnen bomen onderscheiden worden (zo hebben eiken een andere structuur dan grove dennen, en vrij opgegroeide bomen een andere dan dicht opgegroeide bomen). Op boomniveau kunnen de plaats van bomen en de open ruimtes daartussen worden onderscheiden. Op het niveau van boomgroepen gaat het om de afwisseling van groepen bomen van eenzelfde samenstelling en vooral ontwikkelingsfase, ook wel eco-units genoemd. Binnen eco-units kunnen de structuren en open ruimtes tussen de bomen uiteraard variëren. Eco-units kunnen een aanzienlijk areaal hebben, bijvoorbeeld bij grote gelijkjarige aanplant, of na een grootschalige catastrofe (storm, brand) in een natuurlijke situatie. Ten slotte is er ook nog de gelaagdheid van het bos, ofwel de verticale structuur: het voorkomen van verschillende vegetatielagen, zoals een struiklaag en een eerste en tweede boomlaag.

Het belangrijkste structuurniveau om op te sturen, is wellicht het voorkomen van eco-units met verschillende ontwikkelingsfasen (zie tabel 2.4) van het bos, waardoor planten- en diersoorten die gebonden zijn aan de ontwikkelingsfasen een geschikte groeiplaats of habitat kunnen hebben (Londo, 1991). De verdeling van ontwikkelingsfasen over het oppervlak is in natuurlijke omstandigheden afhankelijk van het bostype. In natuurlijke bossen zijn de open en jonge fase percentages gevonden van 3-18% (De Jong et al., 1995). De hogere waarden zijn gevonden in bossen waarin wat meer invloed is geweest van de mens (Londo, 1991). Een percentage van 5-10% open of jonge fase lijkt goed aan te sluiten bij een natuurlijke situatie.

Tabel 2.4 Bosontwikkelingsfasen.

Bosontwikkelingsfase	Toelichting
Kale of open fase	Boomloos, vaak met kruidenbegroeiing.
Jonge fase	Zaailingen en boompjes tot 2 m hoog, vaak met een kruidlaag.
Dichte fase	Dichte opstand van 2-10 m hoog, weinig kruidlaag.
Stakenfase	Dichte opstand, 10-20 m hoog, weinig kruidlaag.
Boomfase	Opstand hoger dan 20 m, ruimte tussen bomen, struik- en kruidlaag kan ontwikkelen.
Aftakelingsfase	Bomen takelen individueel of groepsgewijs af. Veel open plekken. Ruimte tussen bomen.

Samengevat zijn binnen het bos de volgende kenmerken (het meest) relevant voor het realiseren van natuurwaarden en biodiversiteit:

- Natuurlijke verjonging (spontane processen)
- Boomsortensamenstelling (specifieke soorten en functionele groepen, PNV-soorten, rijk-strooiselsoorten)
- Bosontwikkelingsfase, inclusief open plekken
- Struiklaag
- Dikke bomen
- Dode bomen/dood hout
- Stikstof- en fosforgehalte van de bodem

Voor natuurwaarde, maar ook wel voor andere functies zoals recreatie, is het daarnaast van belang hoe de elementen van het bos ruimtelijk hun plek hebben, zoals open plekken en randen. Maar ook de omvang van het bos en de verbinding met ander bos, van waaruit soorten naar (nieuw) bos kunnen migreren, is van belang. Daarnaast spelen zaken een rol die meer met de inrichting te maken hebben, zoals (micro)reliëf en watergangen.

2.4.2 Houtproductie

Voor verbetering van productie van hout zijn twee richtingen aangegeven in de uitwerking van de Bossenstrategie: verbeteren van de kwaliteit en verhogen van de bijgroei en potentiële oogst. Het realiseren van een goede houtkwaliteit betekent in de aanlegfase dat bos gerealiseerd wordt met soorten en herkomsten die voor houtkwaliteit goede kenmerken hebben, zoals een rechte stamvorm en goede takafstoting, en een goede groei hebben en daarmee dikke bomen vormen. Een voldoende hoge dichtheid is gewenst voor goede takafstoting. Menging van verschillende functionele groepen is gunstig, zoals het toepassen van verzorgende soorten (schaduwverdragende soort die bij voorkeur langzamer groeit dan de hoofdboomsoort), wat helpt bij het krijgen van een goede takafstoting. Of het toepassen van pioniersoorten die climaxsoorten beschermen tegen weersextremen. Wildbescherming kan belangrijk zijn om te voorkomen dat schade ontstaat die negatief is voor de stamvorm (zie paragraaf 0). Een hoge bijgroei en bijbehorende potentiële oogst wordt gerealiseerd door het kiezen van soorten die snel groeien en passen bij de groeiplaats. Een zeer lage dichtheid, waarbij het lang duurt voordat de kronen in sluiting komen, heeft daarnaast een negatief effect op de bijgroei. Hoe langer het duurt voordat de kronen in sluiting komen, hoe groter dit effect zal zijn. De groeiplaats is eveneens van groot belang voor de bijgroei. Daarvan is de beschikbaarheid van nutriënten een relevant onderdeel, dat in geval van bebossing van voormalige landbouwgronden in het algemeen voldoende zal zijn. De ontwateringstoestand en vochtlevering spelen ook een belangrijke rol, maar in de meeste gevallen zal hierop de boomsoortkeuze aangepast kunnen worden.

Samengevat zijn de volgende kenmerken relevant voor houtproductie:

- specifieke boomsoorten en herkomsten (kwaliteit, menging van o.a. functionele groepen en bijgroei);
- stamkwaliteit en volumegroei;
- dichtheid van het bos in de eerste ontwikkelingsfase (kwaliteit).

2.4.3 Recreatie

De wensen van recreanten ten aanzien van bos zijn divers en verschillen, afhankelijk van de recreatiemotieven van de recreanten (Hut, 2017; Goossen en De Boer, 2007; Boerwinkel, 1994). De Boer et al. (2001) concluderen dat in het algemeen gemengd bos de voorkeur heeft. Natuurlijkheid, kleur en openheid worden positief gewaardeerd, en vooral rust en stilte zijn van belang (maar niet relevant voor de aanlegmethode). De groep recreanten die Boerwinkel (1994) natuurvorsers noemt, heeft een voorkeur voor structuurrijke bossen. Landschapsgenietters hebben daarentegen voorkeur voor meer open bos (ofwel parkachtig landschap), terwijl rustzoekers en vermaakzoekers zowel structuurrijk bos als meer monotoon bos waarderen.

Een belangrijk aspect van een natuurlijke aanblik is de herkenbaarheid van de aanleg, en dan met name een regelmatig patroon van aanleg (rijen), dat algemeen als negatief wordt gewaardeerd (Jansen et al., 2018; Troost, 2022).

Samengevat zijn de volgende kenmerken vooral relevant voor recreatie:

- gemengde boomsoortensamenstelling
- natuurlijkheid
- structuur, openheid
- patroon van aanleg

2.4.4 Klimaatmitigatie

Bos kan bijdragen aan klimaatmitigatie door middel van koolstofvastlegging in de biomassa of de bodem. Voor vastlegging van koolstof in biomassa is het van belang dat de bomen die het bos vormen snel groeien. Daarnaast kan het op langere termijn relevant zijn dat het bos hout oplevert dat hoogwaardig kan worden toegepast zodat de koolstof voor lange tijd vastligt, bijvoorbeeld in constructies. Voor koolstofvastlegging in de bodem is het relevant dat de bodem zo min mogelijk wordt verstoord om daarmee te voorkomen dat organische stof mineraliseert en CO₂ vrijkomt. Hiermee kan in de aanlegfase rekening worden gehouden. Voor het vastleggen van koolstof in de bodem is het van belang dat de vegetatie productief is en veel organisch materiaal aan de bodem levert. Het effect van verschillende boomsoorten (al dan niet rijk strooisel) is nog niet voldoende bekend.

Samengevat zijn de volgende kenmerken relevant voor klimaatmitigatie:

- Snelgroeiende boomsoorten, voor koolstofvastlegging in biomassa en bodem op korte termijn;
- Boomsoorten die hout leveren dat voor duurzame toepassingen geschikt is (voor koolstofvastlegging op langere termijn);
- Behoud van koolstof in de bodem (zo min mogelijk bodembewerking bij aanleg).

2.4.5 Vitaliteit van bos

Voor bosvitaliteit wordt in Nederland vaak verwezen naar de volgende definitie (Thomassen, Wijdeven et al., 2020): "Vitaal bos is bos dat nu én in de toekomst duurzaam zo veel mogelijk in staat is de door ons gewenste ecosysteemdiensten te leveren, ook wanneer het klimaat verandert. Hiervoor moeten onze bosccosystemen weerbaar en veerkrachtig ingericht worden. Dit betekent dat:

- de bossen weerbaar zijn tegen extreme omstandigheden (zoals droogte, storm, nieuwe boomziekten of massaal voorkomen van plaaginsecten);
- de bossen in staat zijn te herstellen na het plaatsvinden van catastrofes (bijvoorbeeld uitvallen van boomsoorten, bosbrand of (lokaal) verdwijnen van soorten);
- de bossen in staat zijn zich aan te passen aan onzekere toekomstige omstandigheden (bijvoorbeeld minder neerslag en hogere temperatuur, vestiging van nieuwe soorten, toename van ziektes en plagen);
- bossen, wanneer het beheer gestaakt wordt, zich onder het veranderende klimaat kunnen ontwikkelen naar zelfregulerende bossen."

In Nederland wordt gestreefd naar een vitaler bos om het bos beter bestand te maken tegen klimaatverandering, zodat de vele functies van het Nederlandse bos behouden blijven. Bij de aanleg van nieuwe bossen is het van belang de juiste afwegingen te maken om te zorgen dat bij de ontwikkeling van het nieuwe bos een vitaal en toekomstbestendig bos gecreëerd wordt. Het manifest voor vitaal en veerkrachtig bos (KNBV, 2023) streeft daarom naar:

- veerkrachtige bossen,
- die onder andere gemengd en structuurrijk zijn, met verschillende boomsoorten en leeftijden,
- met voldoende genetische variatie in bomen en struiken (mede via zorgvuldige aanplant van ontbrekende soorten en genotypen),
- waarbij ook het ontstaan van een spontane, gevarieerde en continue verjonging van het bos wordt gestimuleerd, zodat boomsoorten de gelegenheid krijgen zich aan te passen aan het veranderende klimaat.

Enkele mogelijkheden om bosvitaliteit te verbeteren, betreffen het aanpakken van omgevingsfactoren en hebben daarom geen directe relatie met bosaanleg. In de uitwerking van de Bossenstrategie wordt aangegeven dat het tegengaan van stikstofdepositie via Rijksbeleid wordt opgepakt. Herstel van watersystemen (zandgronden) overstijgt het natuur- en bosbeleid. Verbeteren van mogelijkheden van natuurlijke bosverjonging wordt deels via afspraken met faunabeheer gerealiseerd, maar hier kunnen

boseigenaren ook zelf sturen in de wilddruk en wildbescherming toepassen. Ook relevant voor bosaanleg is het verbeteren van de verbinding van bossen.

Bij het verbinden van bossen heeft het verbinden van zeldzame bostypen en oude boskernen prioriteit. Er is echter geen invulling gegeven aan hoe de verbindingen eruit dienen te zien. Het ligt voor de hand dat een verbindingzone voor specifieke soorten ten minste voor een deel dezelfde kenmerken dient te hebben als de bostypen die het leefgebied van die soorten zijn, vooral als het soorten betreft die zich langzaam en moeilijk verspreiden. De kenmerken kunnen dan zeer divers zijn, zoals specifieke boomsoorten, dikke of dode bomen, struweel, bosstructuur. De betreffende kenmerken zijn daarom op deze plek niet uitgewerkt.

Maatregelen *in* het bos of kenmerken van het bos betreffen het realiseren van gemengde en structuurrijke bossen die in het algemeen weerbaarder zijn en zelfregulerend kunnen zijn. Een gevarieerde structuur is gewenst, met bomen van verschillende leeftijden. In relatie tot aanleg kan hierbij ook gedacht worden aan het combineren van boomsoorten met verschillende te verwachten eindleeftijden (waarna natuurlijke aftakeling of eindkap plaatsvindt), zodat op verschillende momenten het bos tot volle wasdom komt en op verschillende locaties verjonging zal plaatsvinden, of het plaatselijk open houden van plekken. Bij menging van soorten is het daarbij relevant dat het bos verschillende functionele groepen van bomen omvat, zoals pioniers en climaxsoorten (paragraaf 3.6.1).

In de uitwerking van de Bossenstrategie is aangegeven dat er bij verjonging (of aanleg) gebruikgemaakt dient te worden van aan de groeiplaats aangepast, genetisch divers, erkend bosplantsoen. Aan de andere kant is stimuleren van (natuurlijke/spontane) bosverjonging ook gewenst. Voordeel van natuurlijke verjonging is dat de wortels niet zijn afgesneden in een kwekerij en een penwortel behouden blijft waarmee bomen diep wortelen. Spontane verjonging kan op diverse momenten in een omloop aanwezig zijn en zorgt daarmee voor structuur, terwijl bij sterfte van volwassen bomen direct een nieuwe boomlaag gevormd kan worden. De soorten die door middel van spontane verjonging komen, zijn niet per se de soorten die optimaal zijn voor een vitaal bos, maar de soorten die in de nabijheid aanwezig zijn en zich daardoor kunnen vestigen. Voor een vitale bodem wordt ook het toepassen (inbrengen) van rijk-strooiselsoorten (es, esdoorn, linde etc.) aangegeven. Rijk-strooiselsoorten kunnen bijdragen aan een goede beschikbaarheid van nutriënten en beperken verzuring. Voor een vitaal bos dienen de nutriënten in een goede verhouding beschikbaar te zijn, waarbij zowel een tekort als een overmaat (m.n. bij stikstof of fosfor) niet gewenst is. Daarnaast kan organische (kool)stof bijdragen aan het vermogen van de bodem om water en nutriënten vast te houden.

Samengevat zijn de volgende kenmerken relevant voor vitaliteit:

- gebruik van specifieke boomsoorten en herkomsten;
- gemengde boomsoortensamenstelling;
- structuur (variatie in leeftijd, omlooptijd, open plekken);
- natuurlijke verjonging;
- bodemkoolstof- en nutriëntgehalte.

Ter ondersteuning van het bovenstaande zijn goede omgevingsfactoren, verbinding en een beperkte wilddruk van belang.

2.4.6 Klimaatadaptatie

Een aspect van klimaatadaptatie is het weerbaar maken van het bos voor een veranderend klimaat: toepassen van soorten en herkomsten die aangepast zijn aan een veranderend klimaat en extremen, waaronder lange droogteperioden of juist natte perioden. In het algemeen zijn voor de weerbaarheid van het bos tegen klimaateffecten de aspecten die genomen zijn bij vitaliteit van bos (paragraaf 2.4.5) van belang. Vooral de soortensamenstelling speelt een rol, die menging van boomsoorten en functionele groepen van bomen omvat, zoals pioniers en climaxsoorten (paragraaf 3.6.1). In dit aspect zijn wellicht juist ook pioniers van belang, omdat die snel voor een beschermend bosklimaat zorgen.

De combinatie van bossen met vernatten van overgangsgebieden kan gunstig uitpakken om ons land klimaatadaptief in te richten en de waterkwaliteit te verbeteren. Waterberging is een veelgenoemd onderwerp in de Bossenstrategie. Het is echter niet duidelijk hoe de aanlegmethode van invloed is op de functie voor waterberging. Wel dienen boomsoorten aangepast te zijn aan periodiek natte omstandigheden. Dit zijn soorten als zwarte els, diverse wilgen en diverse populieren.

Samengevat zijn de volgende kenmerken relevant voor klimaatadaptatie:

- toepassen van boomsoorten en herkomsten die zijn aangepast aan natte of juist droge omstandigheden of een veranderend klimaat.

2.4.7 Totaaloverzicht kenmerken om op te sturen

In tabel 2.5 zijn de relevantste kenmerken weergegeven en is aangegeven voor welke functies ze het relevantst zijn. Daarbij zijn voor vitaliteit en klimaatadaptatie geen kolommen opgenomen, omdat dit geen bosfuncties zijn, maar ze zijn wel ondersteunend voor het realiseren van de overige bosfuncties. Vitaliteit en klimaatadaptatie zijn daarom met letters achter de kenmerken aangegeven indien relevant.

Tabel 2.5 Selectie kenmerken totaal (v = relevant voor vitaliteit van het bos, k= relevant voor klimaatadaptatie).

Kenmerken om op te sturen	Natuur	Hout	Recreatie	Klimaatmitigatie
Boomsoortensamenstelling (v, k)	*	*		
- gemengd (v, k)	*		*	
- PNV	*			
- functionele groepen (v, k)	*	*		
- rijk strooisel (v)	*	(*)		
- herkomsten (v)	*	*		
- autochtoon	*			
- groei		*		*
- weerbaar tegen droogte, natte perioden (v, k)	*	*	*	*
Natuurlijkheid bebossing	*			
Structuur (v)	*		*	
- bosontwikkelingsfasen, inclusief open plekken	*		*	
- struiklaag (evt. 2 ^{de} boomlaag)	*		*	
Patroon van aanleg		(*)	*	
Dikke bomen	*	(*)	*	
Dode bomen, dood hout	*			
Behoud van bodemkoolstof (v)	*			*
Stikstof- en fosforgehalte van de bodem (v)	*	(*)		
Ontwikkelingssnelheid (snel)	*	*	(*)	*

3 Beschrijving bebossingsmethoden

3.1 Inleiding aanlegmethoden

Bij de aanleg van nieuw bos zijn verschillende elementen en de keuzes die daarbij gemaakt worden van belang. Wanneer de keuze voor een locatie voor het nieuw aan te leggen bos gemaakt is, staan een bepaalde groeiplaats en uitgangssituatie vast. De groeiplaats en uitgangssituatie zijn van invloed op de mogelijkheden van het nieuw aan te leggen bos. Daarnaast spelen ook de schaal en het doel en functie van het bos een rol bij de keuzes die gemaakt dienen te worden.

Hoewel er in de periode voor de 19^{de} eeuw wel enige bebossing in Nederland heeft plaatsgevonden, werd er vanaf ongeveer 1850 op grotere schaal bebost. Heide had geen economische waarde meer en door bebossing werden de heidegronden weer productief gemaakt. Vanuit de mijnbouw was er een grote vraag naar hout. Tot 1950 ging het vooral om ontginningsbosbouw. In het begin werd heide afgebrand en de gronden bezaaid met grove dennenzaad. Later werden de gronden bewerkt en werd bos aangeplant. Het waren voornamelijk grove dennen die aangeplant werden. Grove den is een soort die de groeiomstandigheden op de heidevelden aankon. Het ging in die tijd voornamelijk om productie en de bossen werden voornamelijk eensoortig en gelijkjarig aangelegd (Raap en Janse, 2021).

In jaren 70 en 80 van de vorige eeuw werden in het kader van de Ruilverkavelingswet ook frequent gelijkjarige en eensoortige bossen aangeplant. Er werden bossen aangelegd met de regeling voor snelgroeiend bos op landbouwgrond, die tot doel hadden de houtproductie in eigen land te verhogen en CO₂ vast te leggen, maar ook om het landschap en de recreatiepotenties te verbeteren, verbindingzones aan te leggen en buffers te creëren rond natuurgebieden en de waterwinning te verbeteren (Von Meijenfeldt et al., 1991). Beoogde soorten waren populier, wilg, sitka- en fijnspar, Corsicaanse den en Douglas spar. Aspecten van de aanleg en beheer van gelijkjarig bos zijn door Schütz en van Tol (1982) uitgebreid beschreven.



Figuur 3.1 Holsterwold, deel met vlaktegewijze aanplant.

In de jaren 80 van de vorige eeuw werden andere functies, vooral natuur, belangrijker en de focus ging naar het aanleggen van gevarieerder bos. Niet alleen werd er gebruikgemaakt van een grotere variatie in soorten ook werd er meer variatie in structuur gerealiseerd. Dit was bijvoorbeeld het geval bij de aanleg van een aantal bossen in de Flevopolder, waarbij bij de aanleg rekening werd gehouden met structuur en soortensamenstelling voor het realiseren van meer biodiversiteit, waarbij natuurbossen de inspiratie vormden (Vredenburg en Winkel, 1982). Aan de hand van groeiplaatsanalyses kan de PNV van locaties bepaald worden waaruit soorten gekozen kunnen worden die aansluiten bij een natuurlijk bos. Aanleg verandert hierbij mee met nieuwe inzichten in manieren van beheer die meer aansluiten op natuurlijke processen. Dit wordt onder andere beschreven in de methode van Jager en Oosterbaan (1994), 'Gemengde loofhoutbeplantingen', waarbij een stappenplan wordt gebruikt om een beplantingsmodel op te stellen. Eerst worden de functie en het eindbeeld van het aan te leggen bos bepaald. Daarna wordt een groeiplaatsbeoordeling uitgevoerd. Aan de hand van de groeiplaatsbeoordeling kan worden vastgesteld welke potentieel natuurlijke vegetatie op die groeiplaats te verwachten is en welke boomsoorten op deze plek goed zullen groeien. De groeiplaatsbeoordeling en de functiebepaling leiden tot een beplantingsdoeltype. Hiervoor worden basissortimenten gekozen en aangevuld met andere soorten. Ten slotte wordt het aanlegstelsel bepaald en een beheerregime gekozen.

In de jaren 90 van de vorige eeuw werd 'geïntegreerd bosbeheer' een veel toegepaste beheervorm, waarbij meerdere bosfuncties op klein schaalniveau worden gecombineerd. In 2001 kwam Probos met het boekje 'Aanleg geïntegreerde bossen' (Jansen et al., 2001). Hierin wordt rekening gehouden met de drie belangrijkste functies. Ten eerste moeten bossen aantrekkelijk zijn voor bezoekers, ten tweede moet de natuur zich kunnen ontwikkelen en ten slotte moet er hout geproduceerd worden. Om dit te bereiken, bestaat de aanleg van een geïntegreerd bos uit verschillende bouwstenen die variëren van de menging van boom- en struiksoorten tot dood hout en markante elementen. Deze bouwstenen zorgen ervoor dat alle drie de functies tot uiting komen.

De laatste jaren zijn er verschillende methoden toegepast voor meer natuurlijk bos. Hier vallen onder andere de aanlegmethoden van Buiting, Ecogroen en Ark Natuurontwikkeling onder. Buiting ontwikkelde een methode voor bosaanleg die erop gericht is om tijdens de aanleg al zo veel mogelijk de structuuropbouw, soortensamenstelling en dynamiek van een natuurlijk bos te imiteren. Hij plant daarvoor groepsgewijs aan, waarbij de groepen afwisselende grootten (eco-eenheden) hebben die aansluiten bij een natuurlijke referentie. Elke groep heeft daarbij een andere plantdichtheid (soms extreem dicht, soms extreem vrijstaand), waardoor de ontwikkelsnelheid van de bomen sterk varieert en de verschillende ontwikkelingsfasen van bos geïmiteerd worden (Van den Bos, 2022). Ook plant hij solitaire populieren aan om snel dood hout en grote bomen te hebben. Dit principe is bijvoorbeeld toegepast in het Bentwoud bij Zoetermeer en het Noorderbos bij Tilburg.

Recentelijk heeft Ecogroen in de omgeving van Apeldoorn drie natuurbossen aangelegd (Peterman & Bakker, 2022). Om structuurrijke bossen te creëren, hebben ze gecombineerd pioniersoorten en climaxsoorten aangeplant, waardoor er sneller een bosklimaat ontstaat door de pioniersoorten waarin de climaxsoorten zich verder kunnen ontwikkelen. Daarnaast is er gevarieerd met plantafstanden en is met de plantmachine in bochten gereden om een natuurlijk bosbeeld te krijgen. Er is handmatig met veren tussen de machinale aanplant geplant. Met de aanplant worden autochtone bomen en struiken ingebracht die zich later verder kunnen verspreiden. Voor grotere arealen wordt voorgesteld om mede gebruik te maken van spontane verjonging van bos.



Figuur 3.2 Het Noorderbos, aangelegd met de methode van Buiting. De aanplant van verschillende groepsgrootte en menging, gecombineerd met spontane ontwikkeling.



Figuur 3.3 Gradiënt van bosontwikkeling vanuit bestaand bos op droge zandgrond op de Veluwe (links) en spaarzame bosontwikkeling op rijke, dichtbegroeide grond in de uiterwaarden bij Arnhem (rechts).

Bij de ontwikkeling van nieuw bos wordt spontane bosontwikkeling al langere tijd toegepast. Bij Natuurmonumenten is dit een belangrijke methode voor bebossing (mond. med. H. Siebel). Spontane ontwikkeling wordt ook gecombineerd met beperkte aanplant. Zo worden bij de methode van Ark Natuurontwikkeling (Linnartz et al., 2021) bomen samen met struiken groepsgewijs en gemengd aangeplant om – mede met begrazing – halfopen, parkachtig bos te realiseren. Er wordt ook doornstruweel aangeplant ter bescherming van de bomen tegen de grazers. De bomen worden relatief ver uit elkaar aangeplant, zodat er minder concurrentie is onderling. Het halfopen bos is rijk aan structuur en soorten.

Het aantal manieren om bos te realiseren, blijkt erg groot. Hier worden spontane ontwikkeling en aanplant (planten, zaaien en stek steken) onderscheiden als basismethoden. Deze manieren zijn op verschillende

schaalniveaus te combineren: op zeer kleine schaal (van individuele boom), op groepsschaal en op perceelniveau. In de onderstaande paragrafen worden de basismethoden toegelicht. In paragraaf 3.5 wordt ingegaan op het combineren van de methoden.

3.2 Spontane bebossing

De meeste gronden in Nederland zullen tot bos ontwikkelen als de mens niet ingrijpt in de vegetatie door middel van maaien, opslag afzetten, branden, begrazen en dergelijke. De opslag van bomen kan als natuurlijk of spontaan getypeerd worden. Met natuurlijke verjonging (of bebossing) wordt in de bosbouwwereld bedoeld dat de verjonging van boomsoorten ontstaat nadat er door de mens bewust maatregelen zijn genomen om opslag van bomen te stimuleren. Dit in tegenstelling tot spontane verjonging, die geheel zonder ingrijpen van de mens, en gewenst dan wel ongewenst opkomt. Spontane verjonging ontstaat dus bij minder menselijke ingrepen en kan in die zin als natuurlijker beschouwd worden. Doordat de term natuurlijke verjonging echter in de bosbouw in gebruik was geraakt voor verjonging na bodembewerking, is de term spontaan gebruikt voor verjonging zonder ingrepen (Londo, 1991).

In deze rapportage gebruiken we steeds de term **spontaan** voor bos dat door bezaaiing of wortelopslag van bomen in de omgeving ontstaat, zonder dat de mens bomen aanplant of uitzaait. Dus ook voor situaties waarbij bewust maatregelen genomen worden om bosontwikkeling te stimuleren. Dit is mede omdat de grens tussen spontaan en natuurlijk soms vaag is. Maar ook doordat bij beide manieren eenzelfde of vergelijkbare uitgangssituatie voor bezaaiing kan ontstaan met eenzelfde resultaat. Een verlaten akker met kale grond kan spontaan verbossen. Maar een grasland dat is geploegd en gecultiveerd voor natuurlijke bosontwikkeling kan na bewerking bijvoorbeeld qua uitgangssituatie voor bezaaiing sterk vergelijkbaar zijn.

Voor spontane bosontwikkeling kan gekozen worden wanneer natuurlijke processen een belangrijke doelstelling of randvoorwaarde zijn. Daarnaast zijn de kosten om bos spontaan te laten ontwikkelen lager ten opzichte van aanplant en is er geen afhankelijkheid van de beschikbaarheid van plantmateriaal. Spontane vestiging kan echter ook als voordeel hebben dat de wortels van de bomen nooit afgepend zijn, wat gunstig is voor bijvoorbeeld de vorming van een diepgaand (pen)wortelgestel. Daar staat tegenover dat het lastig is om het verloop van de bosontwikkeling vooraf te bepalen. Dat is sterk afhankelijk van de uitgangssituatie, waaronder de aanwezige zaadbank, de klimaat- en groeiomstandigheden en het voormalig gebruik van het land. Er kunnen wel inschattingen gemaakt worden van de mate waarin soorten spontaan komen en daar kan ook in gestuurd worden. Bij spontane verjonging wordt de samenstelling van de verjonging bepaald door de boomsoorten in de directe omgeving van de verjongingsplek. De soortensamenstelling en genetische diversiteit zullen dus sterk lijken op het bestaande bos. Indien andere boomsoorten gewenst zijn, moeten die door zaaien of planten worden ingebracht.

Voor bosuitbreiding in Nederland zullen landbouwgronden een belangrijke uitgangssituatie zijn, maar ook natuurgraslanden met weinig potentie voor soortenrijk grasland spelen een belangrijke rol (paragraaf 2.3). De snelheid waarmee bos zich spontaan ontwikkelt, hangt van een aantal factoren af.

3.2.1 Aanwezige vegetatie

Concurrentie met aanwezige vegetatie speelt een belangrijke rol. Op graslanden of verruigde graslanden is het lastig voor zaden om te kiemen en hebben zaailingen veel last van de concurrentie van de vegetatie. Deze vegetaties bemoeilijken de vestiging en overleving van boomvormers (Smith en Olf, 1998; Herbert, 2022; OBN, 2022). Ook bij ruigtevegetaties is er veel concurrentie voor de jonge zaailingen (Verstraeten et al., 2001). Vooral pioniersoorten (zoals grove den) hebben moeite om zich in een dichte vegetatie te vestigen, terwijl soorten verder in de successie (bijv. zomereik) en climaxsoorten (bijv. beuk), die meer reserves hebben meegekregen in het zaad, meer kans hebben om door een vegetatie heen te groeien, maar ook om met het zwaardere zaad de bodem te bereiken. Op een begroeide bodem is er daarnaast aanzienlijk meer predatie van zaden en jonge bomen door muizen (Moraal, 1993; Moraal en Kuiper, 1992). Gill en Marks (1991) vonden dat op begroeide bodem 85% van de zaden werd opgevreten, terwijl dat op open grond 6% was. Door vraat van woelmuizen vonden ze ook een hogere sterfte van zaailingen in begroeide bodem (62%) tegenover kale bodem (6%). Vanuit die situaties kan het daarom lang duren voordat zich een (gesloten) bos vormt.

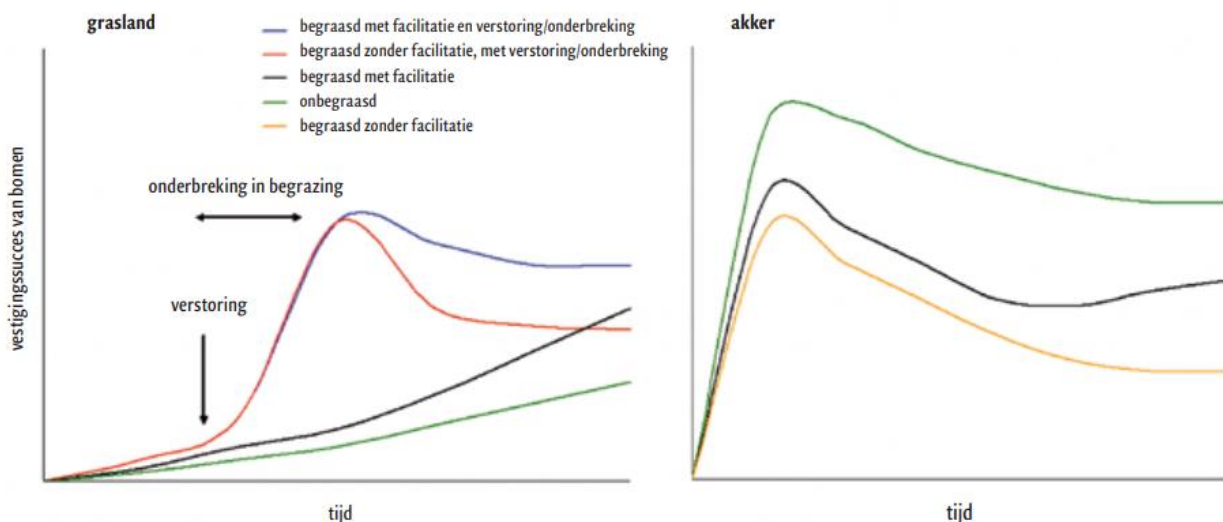
Om de bosontwikkeling te versnellen, kunnen bodems eerst bewerkt worden waarmee er gezorgd wordt voor een beter kiembed voor de zaden. De uitgangssituatie is daarmee vergelijkbaarder met voormalige akkers. Hier kunnen zich dan snel pioniersboomsoorten vestigen (OBN, 2022) en kan snel een gesloten pioniersbos ontstaan. Zaden van soorten als wilg en populier zijn maar kort kiemkrachtig. Als een snelle ontwikkeling met pionierssoorten gewenst is, is het zaak de bodem kaal te hebben als deze soorten hun zaad laten vallen. Als de bodem kaal gemaakt wordt enige tijd nadat de pionier het zaad heeft laten vallen, bestaat de kans dat ruigte ontstaat en de pionier daarna nauwelijks kans meer heeft, zoals waargenomen door Verstraeten et al. (2001). Wanneer een bestaand bos wordt uitgebreid door middel van spontane ontwikkeling, kan een gradiënt ontstaan waarbij bij een kleine afstand tot de zaadbomen meer zaailingen staan dan bij een grotere afstand (Verstraeten et al., 2001). Dit kan er ook voor zorgen dat er meerdere soorten komen dan alleen de pioniersboomsoorten nabij het bestaande bos.

3.2.2 Bodemvruchtbaarheid

Bodemvruchtbaarheid speelt een belangrijke rol voor de spontane vestiging van bomen. Op voormalige landbouwgronden zal de nutriëntenvoorziening voor de meeste boomsoorten voldoende zijn. Juist op rijkere bodem kan het echter lang duren voordat bos zich vormt, doordat er sneller een dichte vegetatie ontstaat (Smit en Olf, 1998). In grasland kan dat een dichte grasmat met uiteindelijk ruigtekruiden zijn, terwijl op kale grond (bewerkt, afgegraven of voormalige akker) een- en tweejarige kruiden snel op kunnen komen. Op armere bodems, bijvoorbeeld na verschrallingsbeheer van graslanden, hebben bomen minder last van de concurrentie van grassen en kruiden, waardoor bomen zich gemakkelijker kunnen vestigen. Ook na bewerking van de bodem groeit deze minder snel dicht met grassen en kruiden.

3.2.3 Begrazing

Begrazing kan een rol spelen bij de vestiging van bomen. Als begrazing extensief is, kan het lokaal openingen in de vegetatie bieden voor vestiging van bomen (figuur 3.4). Grazers zullen daarnaast door hun vraatvoorkeur de samenstelling van de boomsoorten kunnen beïnvloeden. Begrazing wordt doorgaans ingezet voor de ontwikkeling van open tot halfopen natuurtypen en blijft in deze studie verder buiten beschouwing. Spontane ontwikkeling is vaak in de beginfase meer divers en structuurrijk vergeleken met aanplant (Verstraeten et al., 2007). Bij snelle vestiging bestaat echter de kans dat voornamelijk één soort zich vestigt (De Schrijver et al., 2011; Langeveld et al., 2003; Verstraeten et al., 2001), zoals wilg op rijke gronden en berk op armere zandgronden. Hierdoor kan bij snelle vestiging een gelijkjarige monocultuur ontstaan. Bij de langzame(re) vestiging is er meer kans op vestiging van meerdere soorten, en zal er meer leeftijdsvariatie ontstaan.



Figuur 3.4 Verschillen in vestigingssucces van boomsoorten in begraasde en onbegaasde voedselrijke graslanden en akkers en het effect van verstoring, onderbrekingen in de begrazing en facilitatie (= bescherming van jonge bomen door zich ontwikkelend struweel) (De Schrijver et al., 2011).

3.2.4 Reliëf, microklimaat

Reliëf kan bij spontane ontwikkeling ook voor variatie zorgen (Verstraeten et al., 2001). In laagtes is de windsnelheid lager, waardoor zaden die met de wind verspreiden op die plekken meer aan de grond komen. De vochtvoorziening van de bodem (die in laagtes doorgaans groter is) speelt ook een belangrijke rol. Sommige soorten dienen een permanent vochtige bodem te hebben voor goede vestiging, soms zelfs nat, terwijl andere soorten weinig kieskeurig zijn, of juist niet tegen natte omstandigheden kunnen (Jumpponen, 1999). Ook op deze manier kan reliëf een rol spelen.

Microklimaat is medebepalend voor welke soorten zich op welke plek kunnen handhaven. In grote open vlaktes zijn pioniers in het voordeel omdat die in het algemeen beter bestand zijn tegen intensieve invloeden van wind, zon en vocht- en temperatuurschommelingen. Vooral climaxsoorten (Douglas spar, beuk, es) kunnen in de eerste levensjaren problemen hebben door vorst of zon als beschutting van grotere bomen ontbreekt (Oosterbaan, 2000). Hoewel climaxsoorten zich wel zouden kunnen vestigen, zijn ze in hun groei benadeeld ten opzichte van pioniers. Er kan daarom een gradiënt ontstaan, bijvoorbeeld vanaf een bosrand of bomenrij.

3.2.5 Aanwezigheid zaadbronnen

De opkomst van verjonging is uiteraard sterk afhankelijk van de aanwezigheid van zaadbronnen. De afstand die zaden afleggen, verschilt per boomsoort: van enkele tientallen tot honderden meters. Lichte zaden, doorgaans van pionierssoorten, kunnen zich over grote afstanden verspreiden door de wind. Zwaardere zaden, vooral van climaxsoorten, verspreiden zich minder ver (zie tabel 3.1), maar ook bij lichtere zaden valt het merendeel relatief dicht bij de zaadbron (figuur 3.5). Bij harde wind kunnen lichte zaden aanzienlijke afstanden afleggen. Weeda et al. (1985) noemen 2 kilometer voor dennen. Ook zwaardere zaden, van bijvoorbeeld eik en beuk, kunnen door dieren over grotere afstand verplaatst worden. Maar het deel van de zaden dat ver komt, is in het algemeen maar beperkt.

Bij afwezigheid van zaadbronnen kan het erg lang duren voordat er gesloten bos ontstaat: 10-20 jaar (Verstraeten et al., 2007) of soms meer dan 30 jaar (diverse pers. ervaringen). Op vochtige tot natte bodems is er een goede kans op opslag van wilgen. Zwarte elzen slaan op deze bodems op wanneer er zaadbronnen nabij aanwezig zijn of wanneer er zaad over water aangevoerd kan worden.

Behalve de aanwezigheid van zaadbronnen en de gesteldheid van bodem en vegetatie spelen nog andere factoren een rol, zoals aantastingen (schimmels, insecten) en vraat. Deze zijn veelal lastig te voorspellen.

Spontane ontwikkeling kan dus in verschillende snelheden plaats hebben. Hieronder de tijd van vestiging van bomen in jaren (indicatief):

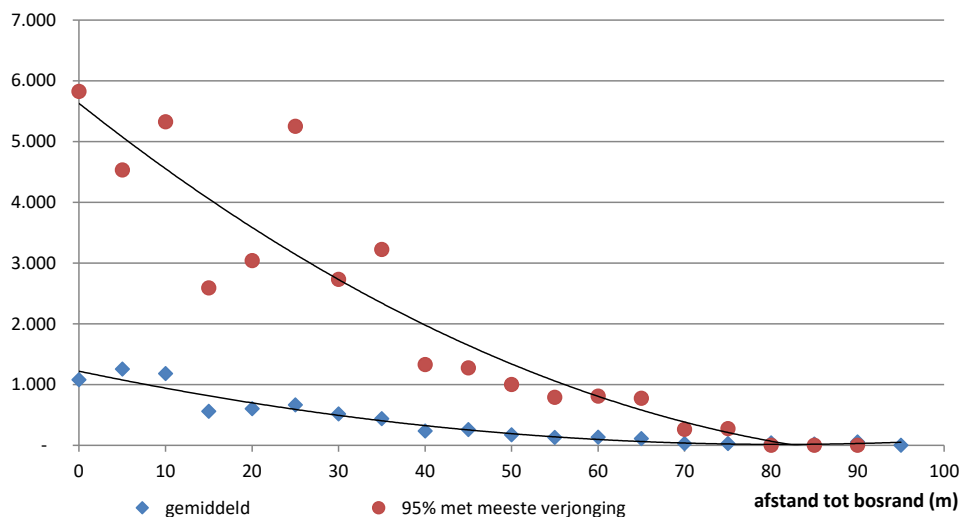
- snel, 1-2 jaar
 - op kale bodems (afgegraven bodems, bewerkte bodems, bv. geploegd grasland of direct na akkerbouw), afhankelijk van de aanwezigheid van zaadbronnen pionier- en/of climaxsoorten;
- matig snel, 3-10 jaar
 - op schralere bodems met open vegetatie (vooral na verschalingsbeheer van grasland), vooral op (vochtige) zandgronden, afhankelijk van de aanwezigheid van zaadbronnen pionier- en/of climaxsoorten;
- langzaam, > 10 jr., meest 20-30 jaar
 - op ruigtes, en dichte grasvegetaties op voormalige landbouwgronden die veelal verruigen zonder maaibeheer, voornamelijk soorten met zwaardere zaden.

Hoewel spontaan ontwikkelen niet altijd voorspelbaar is en erg traag kan zijn (Probos, 2021), kan het ook resulteren in bos met veel structuur en variatie. Bomen kunnen verdeeld over het gebied staan als solitaire bomen, maar ook in groepen en ook open plekken kunnen ontstaan. Spontane ontwikkeling kan ook leiden tot weinig variatie, wanneer het gebied dicht bezaaid is met één boomsoort (Verstraeten et al., 2006), zoals een pionier (wilg) die snel in hoge dichtheden opkomt. Spontane ontwikkeling kan dus, afhankelijk van de uitgangssituatie, leiden tot een gevarieerde structuur en samenstelling, maar ook tot een meer eenvormig bos.

Tabel 3.1 Verspreidingsafstand van zaden (Oosterbaan, 2000). Percentage van de zaden dat binnen een afstand valt: *** is 50-100%, ** is 10-50%, * is een paar procent.

Soort	Afstand			
	0 - 20 m	20 - 50 m	50 - 100 m	> 100 m
grove den	***	**	**	*
Douglas spar	***	***	**	*
lariks	***	**	**	*
fijnspar	***	**	*	*
zomereik	***	*	*	*
berk	***	**	**	**
beuk	***	**		
zwarte els	***	**	**	*
es	***	**	**	*
populier	***	**	**	**
esdoorn	***	**	**	*

Spontane opslag in heide (n/ha/jr)



Figuur 3.5 Hoeveelheid opslag van bomen gemeten in 57 transecten: aantal per hectare per jaar, afhankelijk van de afstand tot de bosrand, gemiddeld en 95%-percentiel (hoogste aantallen waargenomen), vooral grove den en berk, in heideterreinen die vooral aan gemengde grove-dennenbossen grenzen.

3.3 Aanplant

Door middel van aanplant kan sturing gegeven worden, in meer of mindere mate, welke boom(soort) waar komt te groeien. Er is grotere controle over de soortensamenstelling en de kwaliteit van de planten dan bij spontane ontwikkeling. Als de uitgangssituatie geanalyseerd is en doelen zijn vastgesteld, kan naar een gewenst eindresultaat toegewerkt worden.

3.3.1 Boomsortenkeuze

Planten geeft vele mogelijkheden om een soortensamenstelling te realiseren die gewenst is in het aan te leggen bos. Bij het uitvoeren van een groeiplaatsanalyse wordt duidelijk welke soorten geschikt zijn voor de locatie waar het bos aangelegd gaat worden. Afhankelijk van deze groeiplaatsanalyse en de doelen kunnen de geschikte soorten gekozen worden (Janssen et al., 2009; Jager & Oosterbaan, 1994; zie ook paragraaf 3.6.1). Wanneer houtproductie een hoofddoel is, wordt gekozen voor productieve soorten, bijvoorbeeld es, eik, esdoorn, Douglasspar. Als het bos een natuur- en biodiversiteit-belangrijke functie is, kunnen inheemse

soorten een logische keuze zijn. Daarbij kan ook nog gekeken worden naar autochtoon materiaal. Met het oog op de toekomst kan ook rekening gehouden worden met klimaat-aangepaste soorten die beter bestand zijn tegen bijvoorbeeld droogte.

De Bossenstrategie geeft een aantal habitattypes die uitbreiding nodig hebben om de biodiversiteitsdoelen te halen. Dit gaat om rivier- en beekbegeleidende bossen, laag- en hoogveenbossen en haagbeuk-essenbossen (LNV, 2020). Bij de juiste uitgangssituaties voor deze bossen kunnen de soorten die bij deze habitattypes horen, aangeplant worden.

Bij de keuze voor soorten moet ook rekening gehouden worden met de concurrentiekracht en met concurrentie-verdragend vermogen. De groeiplaats heeft hier ook invloed op. Wanneer de groeiplaats minder geschikt is, zal concurrentiekracht en concurrentie-verdragend vermogen afnemen. Dit heeft ook invloed op de wijze van mengen (Jager en Oosterbaan, 1994).

3.3.2 Herkomstkeuze

Wanneer de keuze voor aanplanten is gemaakt, wordt ook gekozen voor het met aandacht kiezen van plantmateriaal. Kiezen voor kwalitatief goede herkomsten is essentieel voor het aanslaan van het nieuw aan te leggen bos. De herkomst bepaalt onder andere de groeisnelheid en de ontwikkeling van de stam en de betakking. Daarnaast heeft de herkomst ook invloed op de waarde voor biodiversiteit (Jansen en Boosten, 2015; Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, 2021). Met behulp van de Nederlandse Rassenlijst Bomen kan gezorgd worden voor het bestellen van het juiste plantmateriaal. Eerst worden de gewenste soorten gekozen, waarna een selectie gemaakt kan worden van de herkomst met de Nederlandse Rassenlijst bomen.

Onderscheid kan gemaakt worden tussen autochtone en niet-autochtone of bosbouwkundige herkomsten. Wanneer het doel overwegend gericht is op natuur en biodiversiteit kan de keuze voor autochtoon materiaal belangrijk zijn. Zowel de soort als de herkomst is dan inheems. Deze herkomsten zijn doorgaans aangepast aan het Nederlandse klimaat en hebben belangrijke ecologische relaties met andere organismen. Wanneer de doelen voornamelijk gericht zijn op houtproductie en koolstofvastlegging kan het van groter belang zijn om bosbouwkundige herkomsten te kiezen, zodat invloed uitgeoefend kan worden op de stamvorm en de hoeveelheid betakking, wat weer invloed heeft op de houtkwaliteit (Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, 2021). Ook zijn de bosbouwkundige herkomsten geselecteerd op vitaliteit en ziekteresistentie, waardoor ze ook bijdragen aan de vitaliteit van het toekomstige bos. Overigens is het belangrijk om te vermelden dat autochtone herkomsten beschikbaar zijn voor een groot aantal voor Nederland inheemse boom- en struiksoorten. Bosbouwkundige herkomsten zijn beschikbaar voor zowel inheemse boomsoorten als uitheemse, in Nederland ingeburgerde boomsoorten.

3.3.3 Plantafstand en plantverband

De plantafstand tussen de bomen heeft invloed op de aanlegkosten, maar ook op het beheer na aanplant. Om risico's te verminderen door een snellere sluiting van de aanplant kan gekozen worden voor een dichte plantafstand. De snelle sluiting onderdrukt onkruid en maakt de bebossing minder kwetsbaar voor uitdrogen. Daarnaast is een dichte plantafstand ook gunstig voor de kwaliteit van het hout door takafstoting. Ook zijn er meer selectieopties bij dunningen bij een dichtere plantafstand. Een dichte plantafstand is minder van belang als de focus niet op houtproductie ligt. Risicovermindering kan dan nog steeds een reden zijn. Wanneer er gunstige groeiomstandigheden zijn en een meer dan gemiddelde groei wordt verwacht, kan eventueel de plantafstand ruimer worden genomen (Jager en Oosterbaan, 1994).

Een dichte plantafstand (1,5 x 1,5 m) is ideaal voor een snelle sluiting en toekomstige potentie van houtproductie. Wanneer de dichtheid lager wordt, bijvoorbeeld 2 x 2 m, scheelt dat aanzienlijk in kosten. Het bos sluit zich dan minder snel. Bij een nog grotere afstand is de besparing ook groter, maar dit vermindert ook de toekomstige potentie voor houtproductie sterk doordat de bomen te zwaar betakt worden. Dit kan worden opgevangen door begeleidings snoei, maar daar zijn uiteraard ook kosten aan verbonden. Daarnaast kan de lage betakking ook ongunstig zijn voor de vorming van een struiklaag op termijn (Jager en Oosterbaan, 1994). Populieren en wilgen worden doorgaans ruim aangeplant, of op de definitieve afstand

(8 x 8 m of 10 x 10 m) of op iets minder ruime afstand (4 x 4 m of 5 x 5 m) wanneer nog twee dunningen worden uitgevoerd voor tussentijdse opbrengsten (Jansen et al., 2018). Ruyten (2006) gaat voor verschillende boom- en struiksoorten uit van aanplant van veelal groot plantmateriaal op eindafstand, met als belangrijke doelen een dichte fase te voorkomen, snel grotere bomen te realiseren en onderhoudskosten na de aanlegfase te beperken.

Er is bij een ruimere stand meer kans op spontane opslag. Dit kan gunstig zijn voor meer menging, maar kan ook ongunstig zijn wanneer het niet tot het gewenste bostype leidt. De spontane opslag betreft voornamelijk pioniersoorten als op volledig bewerkte bodem wordt geplant.

Het plantverband geeft de afstand tussen planrijen en de afstand tussen planten in de rij aan. Verschillende type plantverbanden zijn te onderscheiden. Wanneer de plantafstand tussen en in de rij gelijk is, wordt er volgens het vierkantsverband geplant. In het rechthoeksverband is de afstand tussen de rijen groter dan de afstand tussen de planten in een rij. In het driehoeksverband is de plantafstand tussen de planten hetzelfde in alle richtingen. De afstand tussen de rijen is iets kleiner. Bij het verschoven verband zijn de rijen verschoven, maar is de afstand tussen en in de rij hetzelfde. Bij deze plantverbanden worden de boompjes in strakke rijen geplant.

Het gebruik van vaste plantverbanden heeft als nadeel dat dit negatief wordt gewaardeerd door recreanten (Jansen et al., 2018; Troost, 2022). Door gebruik te maken van een wild verband worden deze strakke rijen voorkomen (Jansen et al., 2018). Dit kan worden toegepast bij soorten die met bosplantsoen worden geplant, zoals als eik en beuk, als die handmatig worden geplant. Maar wellicht juist ook bij soorten als wilg en populier, die traditioneel in een ruim schematisch verband worden geplant.

Bij de keuze van het plantverband moet rekening worden gehouden met de kosten van de planten en de tijd tussen planten en het sluiten van de beplanting. Bij minder rijen nemen kosten af, maar de tijd dat de beplanting sluit, is langer. Onder goede groeiomstandigheden kan gekozen worden voor minder rijen. De kans op uitval is dan kleiner (Jager en Oosterbaan, 1994).

3.3.4 Mengen van boomsoorten

Het aanplanten van monoculturen is qua aanleg het makkelijkst (Jager en Oosterbaan, 1994). Monoculturen worden vaak in rijen aangeplant, waardoor deze bossen een lage diversiteit in soorten hebben en ook het patroon van aanleg erg zichtbaar is. Dit wordt vaak niet gewaardeerd door recreanten (Jansen et al., 2018). Een gemengde struikenrand kan aangebracht worden om het bosbeeld aantrekkelijker te maken. Een specifieke vorm van monoculturen betreft snelgroeiende bossen van populier en wilg, die in ruim verband van 4 x 4 tot 10 x 10 m worden geplant. Monoculturen zijn in vergelijking met gemengde bossen kwetsbaarder voor ziekten en aantastingen of externe invloeden (Bauhus et al., 2017).

Gemengde bossen zijn vaak gevarieerd in zowel horizontale als verticale structuur en worden hierdoor gewaardeerd door recreanten. Daarnaast is deze variatie ook goed voor de biodiversiteit. Bij de aanleg van gemengde bossen kan rekening gehouden worden met de keuze in menging, zodat er in de eerste decennia geen sturing of ingrepen nodig zijn om de menging in stand te houden. De soortensamenstelling is hier van belang, maar ook de manier van mengen. Snelgroeiende boomsoorten kunnen langzamere groeiende boomsoorten verdringen, wat al snel leidt tot het verlies van een boomsoort in de menging. Gemengde bossen kunnen gerealiseerd worden door individuele menging, groepsgewijze menging, rijgewijze menging of strookgewijze menging (figuur 3.6).

Individuele menging

Bij individuele menging moet goed nagedacht worden over de te combineren soorten vanwege ongelijke groeiritmes tussen verschillende soorten. Soorten met eenzelfde groeitempo kunnen eenvoudig individueel gemengd worden. Als het groeitempo erg verschilt, dient het aandeel van de langzamere groeier groter te zijn. Wanneer een groot aandeel (>65%) uit langzaam groeiende soorten bestaat, kunnen deze bijvoorbeeld ook individueel gemengd worden met snelgroeiende soorten (Jager en Oosterbaan, 1994). Tussen langzaam groeiende soorten kunnen ook random individueel snelgroeiende soorten geplant worden, maar selectie van vorm en aantal moet dan geen rol spelen.

Groepsgewijze menging

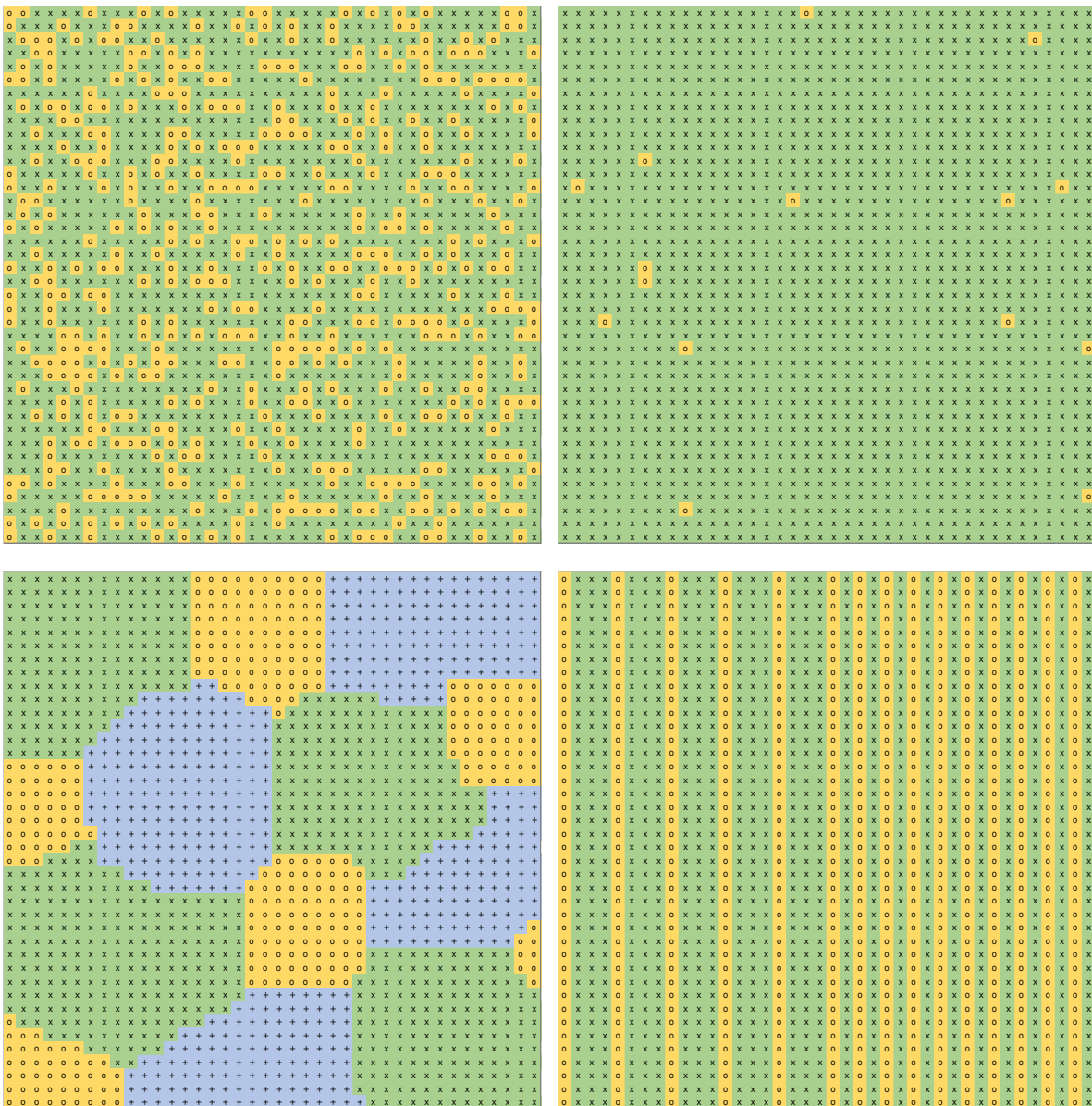
De meeste soorten zijn groepsgewijs te mengen. Met groepsgewijze menging kan er ook gevarieerd worden met snel en langzaam groeiende soorten. De groepen moeten dan wel groot genoeg zijn. Jansen et al. (2001) geven aan dat groepen van langzaam groeiende soorten minimaal twee keer de kroondiameter groot moeten zijn om de noodzaak van vroeg ingrijpen te verkleinen. Jager en Oosterbaan (1994) geven een groepsgrootte van minimaal 1,5 maal de te verwachten boomhoogte, gebaseerd op verjonging in bestaand opgaand bos. De grootte is echter afhankelijk van de gewenste mengverhoudingen en grootte van de eenheden, ook voor de toekomstige schaal van de eindfase. Er kan gestuurd worden in de grootte van de eenheden door de randen vrij te stellen, maar dit betekent dat er op tijd ingegrepen moet worden, wat niet altijd wenselijk is, bijvoorbeeld bij procesgerichte ontwikkeling. Zonder verder ingrijpen kan verwacht worden dat de grootte van de groep van langzamere soorten aan de randen afneemt met de te verwachten eindstraal van de kroon van de snellere soort eromheen. Als de groep uit sneller groeiende soorten bestaat, zal de grootte van de groep er juist mee toenemen.

Rijgewijze of strookgewijze menging

Bij rijgewijze menging kunnen alleen soorten gebruikt worden met hetzelfde groeitempo. Hier geldt, net als bij individuele menging, dat snel ontmenging kan optreden bij aanplant van soorten met verschillende groeitempo's, waarbij snelgroeiende soorten langzaam groeiende soorten verdringen. Met beheer kan hier nog in gestuurd worden. Bij strookgewijze menging zijn er, net als bij groepsgewijze menging, ook allerlei combinaties tussen soorten mogelijk wanneer de stroken maar breed genoeg zijn en bij voorkeur noord-zuid georiënteerd. De stroken van langzaam groeiende soorten moeten twee keer de kroondiameter breed zijn of ook hier moeten stroken vroegtijdig vrijgesteld worden. Bij soorten met dezelfde groeisnelheid is dit minder van belang.

Bij strookgewijze menging kunnen wijkers worden gebruikt. Dit betreft plantsoen (meestal pionier elen) dat goedkoper in aanschaf is en als doel heeft om uiteindelijk geheel uit de opstand te verdwijnen. Als de wijker langzamer groeit dan de hoofdboomsoort(en) verdwijnt deze vanzelf. Groeit deze sneller, dan zal hij afgezet moeten worden als hij de hoofdboom dreigt te overgroeien. Nadeel van deze methode is dat er bijna per definitie langere tijd een min of meer kunstmatig oegend rijenpatroon zichtbaar blijft.

Voor het toepassen van strookgewijze menging of groepsgewijze menging moet het oppervlakte van de aanplant van redelijke grootte zijn. Deze aanlegmethoden zijn meestal niet geschikt voor oppervlaktes van enkele ares (Jager en Oosterbaan, 1994).



Figuur 3.6 Mengvormen (met in geel [o] de sneller groeiende soort): linksboven willekeurig individueel gemengd in een verhouding 70-30, rechtsboven individueel bijgemengd met een sneller groeiende soort in een verhouding van 1 op 100, linksonder groepsgewijs gemengd, rechtsonder strooksgewijs 1 op 3 (linker kant) en om-en-om rijgewijs gemengd (rechterkant, wat op kortere termijn verzorging vergt).

3.3.5 Technische zaken aanplant

Type plantmateriaal

De kwaliteit en de geschiktheid van plantmateriaal worden bepaald door de genetische kenmerken, de verhouding lengte/wortelhals-diameter, het type plantsoen, de teeltwijze en de maat en leeftijd. Rietema (1990) geeft richtlijnen voor het keuren van geleverd plantsoen.

Wanneer bosplantsoen wordt gebruikt, gaat het meestal om tweejarige planten. In tegenstelling tot eenjarige planten zijn de afmetingen van tweejarige planten groot genoeg, waardoor ze niet worden onderdrukt door kruiden. Ook is het wortelstelsel goed ontwikkeld. De plantschok is minder bij tweejarig plantmateriaal ten opzichte van ouder plantmateriaal (driejarig of vierjarig). Hierdoor is de uitval bij ouder plantmateriaal groter. Daarnaast heeft ouder plantmateriaal een hogere prijs in aanschaf en transport. Tweejarig plantmateriaal is ook makkelijker te planten waardoor het vaak beter geplant wordt (Jager en Oosterbaan, 1994; Jansen et al., 2009). De keuze kan gemaakt worden tussen plugplantsoen en naaktwortelplantsoen. De wortels van plugplantsoen zijn omhuld met een substraat dat ervoor zorgt dat de

plantschok bij aanplant sterk verminderd wordt. Doordat het substraat ook een kleine hoeveelheid voedingsstoffen bevat en het vocht iets beter vasthoudt, zorgt dit ervoor dat plugplantsoen een grotere kans heeft om aan te slaan ten opzichte van naaktwortelplantsoen. Daarnaast heeft plugplantsoen ook een langer plantseizoen (Jansen, 2012). Bij naaktwortelplantsoen is de grond van de wortels verwijderd, waardoor ze gevoelig zijn voor uitdroging. Naaktwortelplantsoen is in grotere mate beschikbaar in vergelijking met plugplantsoen (Jansen en Boosten, 2015) en is beter toepasbaar in gebieden met veel wilddruk.

Ouder plantsoen kan gebruikt worden op locaties met veel nachtvorst of andere extreme klimaatomstandigheden of waar veel ruigte aanwezig is (Jansen et al., 2001). Ook wanneer de wilddruk hoog is, kan er gekozen worden voor ouder plantsoen. Dan worden veren vaak gebruikt. Veren zijn bomen van minimaal 150 cm in lengte en kunnen dus gebruikt worden wanneer groter plantmateriaal gewenst is (Jansen et al., 2009). Voor de aanplant van wilg en populier kunnen staken gebruikt worden. De staken hebben vaak een diameter van 5 cm en vormen gemakkelijk wortels wanneer ze geplant zijn (Agentschap voor Natuur en Bos, 2008). Laanbomen zijn bomen die een takvrije stamlengte hebben van minimaal 180 cm (Agentschap voor Natuur en Bos, 2008). Variatie in verschillende afmetingen en type plantsoen kan op korte termijn zorgen voor structuurvariatie.

Plantsoenzorg

Het plantmateriaal moet na de levering gecontroleerd worden. Het controleren, ook wel keuren genaamd, is erop gericht om te toetsen of het geleverde materiaal overeenkomt met datgene wat besteld is. Hierbij wordt onder andere gekeken naar lengtecategorie, variatie in sortering, afgerijptheid, L/D-verhouding, doorgaande spil, ontwikkeling wortelgestel, schadelijke organismen, conditie kroon en wortelstelsel. Als de leverancier het vervoer regelt, vindt de keuring plaats op de kuilplaats en als de koper het vervoer regelt, vindt de keuring plaats op de kwekerij. Een standaardkeuringsformulier en kwaliteitseisen zijn opgesteld door Rietema (1990). Het planten van het plantsoen kan het best direct na de levering gedaan worden. Wanneer er niet direct geplant kan worden, moet het ingekuuld worden. Het plantsoen moet beschermd worden tegen verdroging tijdens het transport van de kwekerij naar de plantlocatie, bij de opslag en ook tijdens het plantwerk. Ook moet ervoor gezorgd worden dat het plantsoen niet beschadigd raakt tijdens het vervoeren.

Planten

Planten gebeurt met name tussen eind oktober en begin april buiten het groeiseizoen. Planten gebeurt bij voorkeur in een goed bewerkte bodem en niet in een graszode of ruigte (zie ook paragraaf 3.7.1), met uitzondering wellicht voor schralere graslanden (Buysse et al., 2021). Bij het planten moet het plantsoen op een juiste manier behandeld worden, zodat deze niet beschadigd wordt en goed aanslaat (Jansen en Boosten, 2015; Jansen et al., 2009). Wanneer de omstandigheden het toelaten, worden de meeste loofbomen het best in het najaar geplant. Zodoende kunnen ze alvast haarwortels ontwikkelen, zodat ze water kunnen opnemen als verdamping in het voorjaar begint. De meeste naaldbomen, maar ook populieren kunnen het best in het voorjaar geplant worden. Geplant dient te worden bij temperaturen onder de 15 graden Celsius. Er wordt niet geplant bij felle zon, vorst in de grond, sneeuw en harde wind (Jansen et al., 2009). Wanneer gekozen is voor plugplantsoen kan beter (plant)weer eenvoudiger afgewacht worden, omdat dit plantmateriaal beter opgeslagen kan worden. De toepassing van plugplantsoen heeft daarnaast als voordeel dat later in het seizoen kan worden geplant, tot begin juni, zodat het vaak droge voorjaar daarmee geen risico vormt (Jansen, 2012).

Het plantsoen moet op de juiste diepte geplant worden en recht staan. Ook mogen de wortels niet boven de grond uitkomen en moeten de planten voldoende vast staan, zonder grote luchtgaten of rottende biomassa rond de wortels. Naaktwortelplantsoen moet op dezelfde diepte geplant worden als op de kwekerij en bij plugplantsoen moet de plug in de minerale grond staan (Jansen en Boosten, 2015).

Randen met mantel- en zoomvegetaties

Randen spelen een belangrijke rol voor biodiversiteit en voor structuurvariatie. Een geleidelijke overgang van bos naar korte vegetatie bestaat bij voorkeur uit een mantel en een zoom. De mantel bestaat vaak uit struiken en de zoom uit meerjarige (ruigte)kruiden en grassen. Een grote variatie in structuur en in planten geeft een geschikte leefomgeving voor insecten, vogels en andere dieren. Voor de aanleg van de mantel moet wederom de groeiplaats geanalyseerd worden. Deze analyse geeft aan welke soortensamenstelling mogelijk en wenselijk is. De keuze voor autochtoon materiaal geeft hierbij meer kansen voor insecten. De mantel is bij voorkeur meer dan 7 m breed zijn (enigszins afhankelijk van de struiksoorten), zodat struiken voldoende ruimte krijgen. De plantafstand tussen de aan te planten struiken is ook afhankelijk van welke soorten gekozen worden. Het is

goed om inhammen te creëren voor structuurvariatie met luwe plekken. De zoomvegetatie vestigt zich spontaan als daarvoor de ruimte gegeven wordt (niet of beperkt maaien en begrazen). Eerst met pioniersvegetatie en wanneer zaadbronnen aanwezig zijn, kunnen typische bosssoorten zich ontwikkelen. Het is belangrijk om de mantelvegetatie te beheren. Als dat niet gebeurt, zullen uiteindelijk boomvormers opkomen en raakt de struikrand verloren (Jansen et al., 2009). Struiken worden veelal op beperkte afstand van elkaar geplant (tot 2 m), zodat het binnen enkele jaren dichtgroeit. Voor de individuele struiken is dit niet optimaal, en wordt veelal gedund zodat ze uit kunnen groeien. Er kan bij aanleg ook al voor gekozen worden om het plantsoen op de afstand te planten met de ruimte die zij nodig hebben, zodat er minder ingegrepen hoeft te worden (Jager en Oosterbaan, 1994). Dit leidt ook meteen tot meer structuur (nissen en luwe plekken) en randlengte.

Wildbescherming

Bij een hoge wilddruk in het aan te planten gebied is het essentieel om de jonge aanplant te beschermen. Wild kan namelijk een enorme schade aanbrengen aan de aangeplante verjonging en dit is niet gewenst. De schade kan verschillende gradaties hebben. Het kan gaan om het regelmatig afvreten van bladeren en scheuten waardoor groei wordt vertraagd. Het afvreten van de topscheut heeft een negatief effect op de stamvorm en dus op de toekomstige houtkwaliteit. Bij herhaaldelijke vraat kunnen bomen uitgeput raken afsterven. Doordat de ene soort meer aangevreten wordt dan de andere, en omdat de ene soort vraatdruk beter kan verdragen dan de ander, kan ontmenging ontstaan. Door sterfte kan het noodzakelijk zijn om in te boeten, als men alsnog de aanvankelijke bebossing wil laten slagen. Maar ook de eerste jaren na aanleg, als de bomen al een duidelijke start hebben gemaakt, kan er schade door wild ontstaan door vegen en schillen van de bast. Bescherming kan bij alle methoden (aanplant, spontane ontwikkeling en zaaien) gewenst of noodzakelijk zijn. Bij de keuze van boomsoorten kan wel enigszins rekening gehouden worden met het risico op wildschade door bijvoorbeeld soorten te kiezen die minder smakelijk zijn of door pionierssoorten toe te passen die sneller door de vraatgrens groeien.

De kosten voor bescherming tegen wild kunnen gemakkelijk de kosten voor aanplant overstijgen. Het is daarom belangrijk om goed in te schatten welke schade wild kan aanbrengen aan de verjonging om de noodzaak vast te stellen en geschikte bescherming te kiezen (Donker, 2022). Daarnaast moet bepaald worden welk niveau van schade acceptabel is en wat nodig is om dit niet te overschrijden. Mocht de aanplant beschermd moeten worden, dan zijn de effectiefste manieren rasteren, individuele beschermingsmiddelen, chemische wild-afschrikingsmiddelen en het reguleren van de wilddichtheden. Alle middelen hebben hun voor- en nadelen, zowel in kosten als in esthetische, beheersmatige en milieu-gerelateerde aspecten.

3.4 Zaaien

Zaaien is een relatief goedkope manier van bosaanleg. Bij zaaien zijn er geen kosten verbonden aan het telen van plantsoen bij de kweker. Ook levert zaaien sterke planten op, door natuurlijke wortelontwikkeling. Het is niet nodig om de planten te verplanten of af te pennen. Hierdoor is de penwortel nog aanwezig. Er is ook geen plantschok (KWF, 2020). In het verleden, vooral voor 1940, werd zaaien met enige regelmaat toegepast, vooral bij de bebossing van heide met grove den. Andere naaldhoutsoorten werden weinig gezaaid en ook loofhout werd maar sporadisch gezaaid. Er is overgegaan op planten, omdat zaaien vaak mislukte. Dit had te maken met voorjaarsdroogte, schade van konijnen, muizen en vogels, verwildering en aantasting. Ook schaarste aan zaad speelde een rol, waarbij meewoog dat met gekweekt plantsoen uit zaad meer bebost kon worden dan met direct zaaien van zaad (Schütz en van Tol, 1981). Schaarste aan zaad is nog steeds aan de orde.

Er is vrij weinig recente ervaring met zaaien in Nederland. Het is lastig in te schatten of het met andere herkomsten en andere uitgangssituaties meer succes kan hebben dan bij de bebossing van de heide in het verleden. Willoughby et al. (2004) hebben richtlijnen opgesteld voor bosaanleg door middel van zaaien en geven succesvolle voorbeelden. Daarin wordt aangegeven dat bescherming tegen wild van belang is, maar dat onkruidbestrijding daarnaast ook essentieel is. De voorgestelde onkruidbestrijding is intensief en gaat uit van regelmatig gebruik van herbiciden. Ook Balandier et al. (2009) geven aan dat de beste resultaten bij zaaien worden behaald als onkruid chemisch wordt bestreden. Dat laatste zal in Nederland in de meeste gevallen niet geaccepteerd worden.

Het zaaien is niet verder uitgewerkt in dit rapport. Het is wellicht wel iets om meer mee te experimenteren, bv. pleksgewijs in combinatie met aanplant van plantsoen. Ook voor het inbrengen van soorten die bij planten veel uitval hebben, is het wellicht een goed alternatief voor aanplant, zoals wintereik.

Zaaien in combinatie met het toepassen van een dekgewas is wellicht een goede optie om verder te verkennen, aangezien daarmee in Frankrijk in een experiment een redelijk goed resultaat werd verkregen (Balandier et al., 2009).

3.5 Het combineren van aanlegmethoden

Door het combineren van methoden (verschillende manieren van spontaan bebossen of aanplanten) kan variatie in horizontale en verticale structuur en boomsoorten gerealiseerd worden. Er kan deels worden gestuurd in de samenstelling door gewenste soorten aan te planten, terwijl daarnaast ook spontane processen een rol krijgen. Het combineren van de basismethoden spontane ontwikkeling en aanplant kan op verschillende niveaus. We onderscheiden microniveau, mesoniveau en macroniveau.

- Microniveau. Dit is de daadwerkelijke wijze van realisatie van bebossing, waarmee sterk gestuurd wordt op de **soorten** die de bebossing bepalen.
- Mesoniveau: groepen (tot ca. 2 x boomhoogte), voor het realiseren van horizontale **structuur** en het **mengen** van soorten op macroniveau.
- Macroniveau: vakken, percelen (> 0,3 ha), voor het variëren met **bostypen** en structuren op grotere schaal.

De grens tussen de verschillende niveaus is lastig in algemene termen vast te stellen. De grenzen van het mesoniveau (groepen bomen) zijn hierin bepalend. Den Ouden en Mohren (2020) gaan voor groepenkap uit van een grootte van een- tot tweemaal de boomhoogte, wat neerkomt op 0,05 - 0,5 ha. Jager en Oosterbaan (1994) gegeven een minimumgrootte voor groepen aan van anderhalf maal de te verwachten boomhoogte. De grens wordt medebepaald door de schaal van het bos, het type bos, de verwachte boomhoogte en de potentiële dominantie of onderdrukking van de groep ten opzichte van de bomen eromheen. In een groot bosperceel zullen groepen bijvoorbeeld iets groter kunnen zijn dan in een klein perceel. En in een van nature meer dynamisch bostype (lichtboomsoorten, waarin van nature grotere 'catastrofes' voorkomen als brand en windworp), zullen groepen groter kunnen zijn dan in een meer stabiel climaxbos met schaduwboomsoorten. In een bos met een grotere (verwachte) boomhoogte, zullen de groepen groter moeten zijn om de bomen er voldoende ruimte en zon te geven en de veelal gewenste variatie aan microklimaat te herbergen. En als de bomen in de groep na bebossing aan de rand overgroeid raken door omringende bomen, zal de groep bij aanleg groter gemaakt kunnen worden dan de gewenste eindgrootte van de groep. Omgekeerd kan een groep wat kleiner zijn bij aanleg als deze de omringende bomen zal overgroeien.

3.5.1 Microniveau

Bij het combineren op microniveau wordt op kleine schaal in meer of mindere mate aanplant en spontane verjonging gecombineerd. Dit kan door ruimer dan gebruikelijk te planten en/of bewust gunstige omstandigheden voor spontane verjonging te maken (vooral bodem bewerken) (figuur 3.7). In het vervolgbeheer kan er dan voor gekozen worden om te sturen in de samenstelling door bijvoorbeeld spontane opslag in meer of mindere mate te verwijderen of juist vrij te stellen. Zowel de aanplant als de spontane verjonging heeft een bepaalde dichtheid en soortensamenstelling.

Bij aanplant wordt gevarieerd met:

Plantdichtheid

- Dichte aanplant (zeg 1-2 m plantafstand), bedoeld om de aanplant snel in sluiting te krijgen;
- Ruime aanplant (>> 2 m), bedoeld om ruimte te geven aan spontane opslag;
- Geen aanplant, bos ontwikkeling volledig door spontane ontwikkeling.

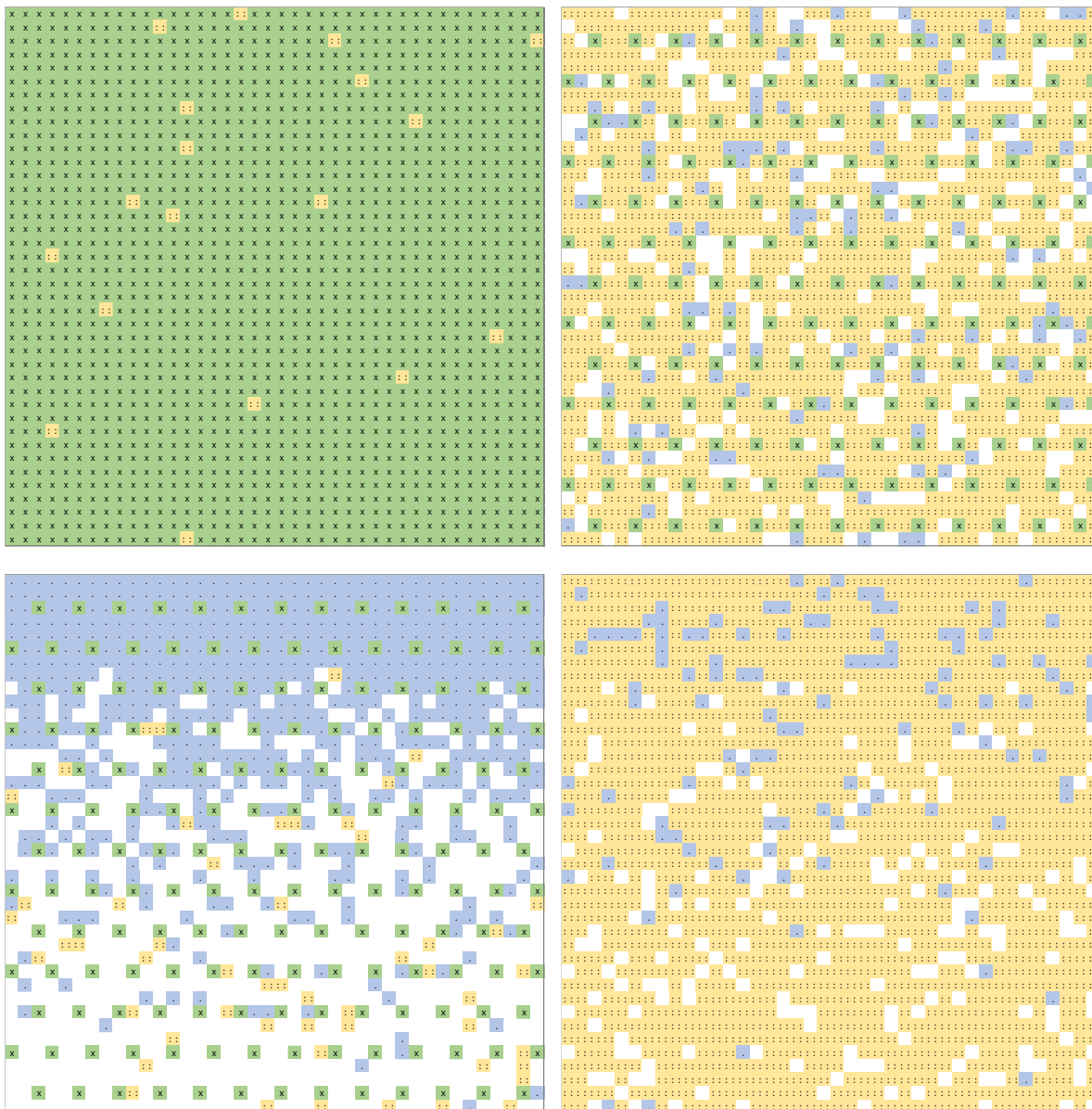
Soortensamenstelling

- Eensoortig of gemengd, van de gewenste soort(en).

En bij spontane ontwikkeling gaat het om:

- Hoge dichtheid, vooral pioniersoorten (wild, berk etc.) op kale bodem;
- Hoge dichtheid, vooral climaxsoorten (zomereik, es, esdoorn etc.), dicht bij zaadbron;
- Lage dichtheid, vooral climaxsoorten (zomereik, es, esdoorn etc.) op begroeide bodem, verder van zaadbron;
- Geen spontane opslag.

Mogelijk is zaaien ook te combineren met planten en/of spontane ontwikkeling, maar welke soorten geschikt zijn om te zaaien en hoe zaaien toe te passen, ook in combinatie met spontane ontwikkeling en planten, is niet goed bekend.



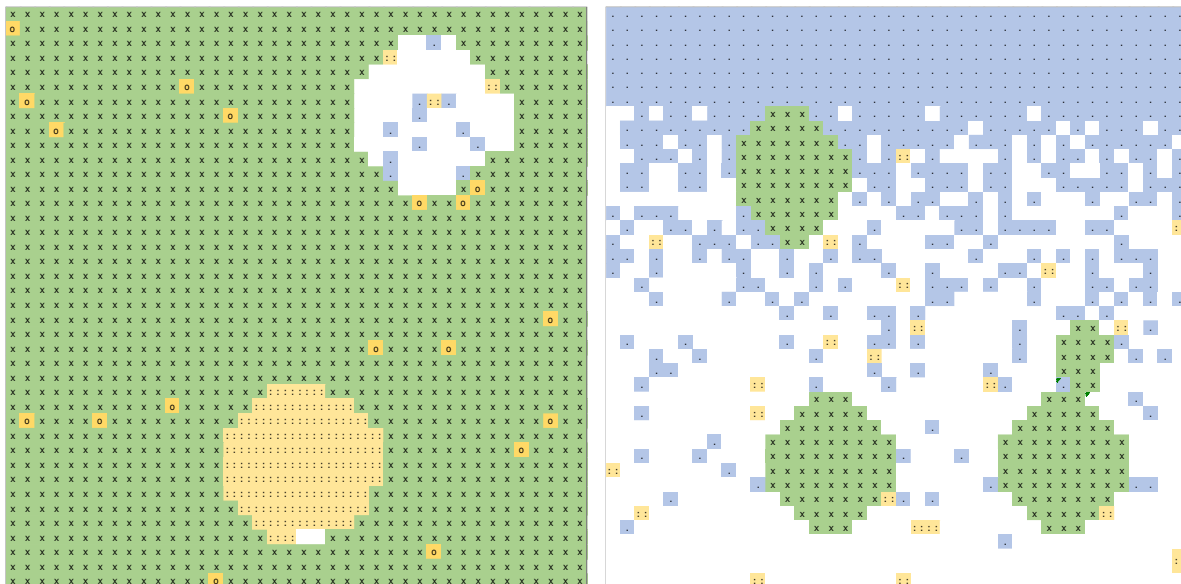
Figuur 3.7 Voorbeelden van meer of mindere mate van combineren van methoden op microniveau. Groen [x] is aanplant, blauw [.] is een spontaan gekomen climaxsoort, geel [::] is een spontaan gekomen pioniersoort. Linksonder volledig aangeplant, met enkele spontane exemplaren van pioniers. Rechtsboven ruim ingeplant met daartussen veel spontane opslag van pioniers (bodem bewerkt) en verspreid enkele exemplaren van een climaxsoort. Linksonder ruim gepland, met boven grenzend aan een zaadbron veel opslag van een climaxsoort, en verspreid enkele exemplaren van pioniersoorten (bodem niet bewerkt). Rechtsonder volledig spontane ontwikkeling op (bewerkte bodem), met vooral pioniers en enkele exemplaren van een climaxsoort.

3.5.2 Mesoniveau

Bij het combineren op mesoniveau kunnen in een vlaktegewijze aanplant plekken opengelaten worden (figuur 3.8 links). In deze open plekken zou dan spontaan bos kunnen ontwikkelen. Hiermee kan variatie in soortensamenstelling worden verkregen. Als deze soorten sterk verschillen van de aanplant (bijvoorbeeld boswilg in eikenaanplant) ontstaan er voor zowel de kortere als langere termijn variaties in structuur. De plekken kunnen ook voor langere tijd open blijven (figuur 3.8).

Op plekken waar in de basis voor is gekozen om bos spontaan te laten ontwikkelen, kunnen groepen ingeplant worden ('kloempen') (figuur 3.8 rechts). Hierbij worden groepen aangeplant van een beperkte doorsnede, vanaf enkele exemplaren (bomen, al dan niet met struiken) tot groepen met een doorsnede van tweemaal de boomhoogte. De rest van het aan te leggen bos kan spontaan ontwikkelen. Dit kan op middellange termijn leiden tot een parkachtig landschap op plekken waar spontane ontwikkeling naar bos langzaam gaat (paragraaf 3.2). Maar de open ruimte kan – afhankelijk van de situatie – ook snel worden opgevuld door spontane opslag (zie paragraaf 3.2). Er kunnen door het aanplanten van groepen in een verder spontaan te ontwikkelen locatie soorten of herkomsten worden ingebracht die gewenst zijn, maar zich niet spontaan zullen vestigen door gebrek aan zaadbronnen.

Juist op mesoniveau (maar ook wel op de andere niveaus) kan ook worden gevarieerd in de tijd. Verstraeten et al. (2007) stellen bijvoorbeeld voor om spontane ontwikkeling te combineren met aanplant door eerst spontane ontwikkeling enkele jaren de kans te geven en vervolgens de plekken waar zich geen bomen hebben gevestigd in te planten.



Figuur 3.8 Voorbeelden van meer of mindere mate van combineren van methoden op mesoniveau. Groen [x] is aanplant, blauw [■] is een een spontaan gekomen climaxsoort, geel [::] is een een spontaan gekomen pioniersoort. Links is grotendeels aangeplant vak, met boven een niet-beplante en niet-bewerkte open plek waar op termijn spontaan enkele climaxsoorten in zijn gekomen en onder een niet-beplante en wel bewerkte open plek waar spontane bebossing van pioniers is gekomen. Rechts een vak, boven grenzend aan een bos, waarin enkele groepen ofwel kloempen zijn ingeplant en het overige deel onbewerkt is. Dicht bij de bosrand ontstaat een dichte spontane opslag van een climaxsoort, en verder daarvandaan op termijn enkele exemplaren van climax- en pioniersoorten.

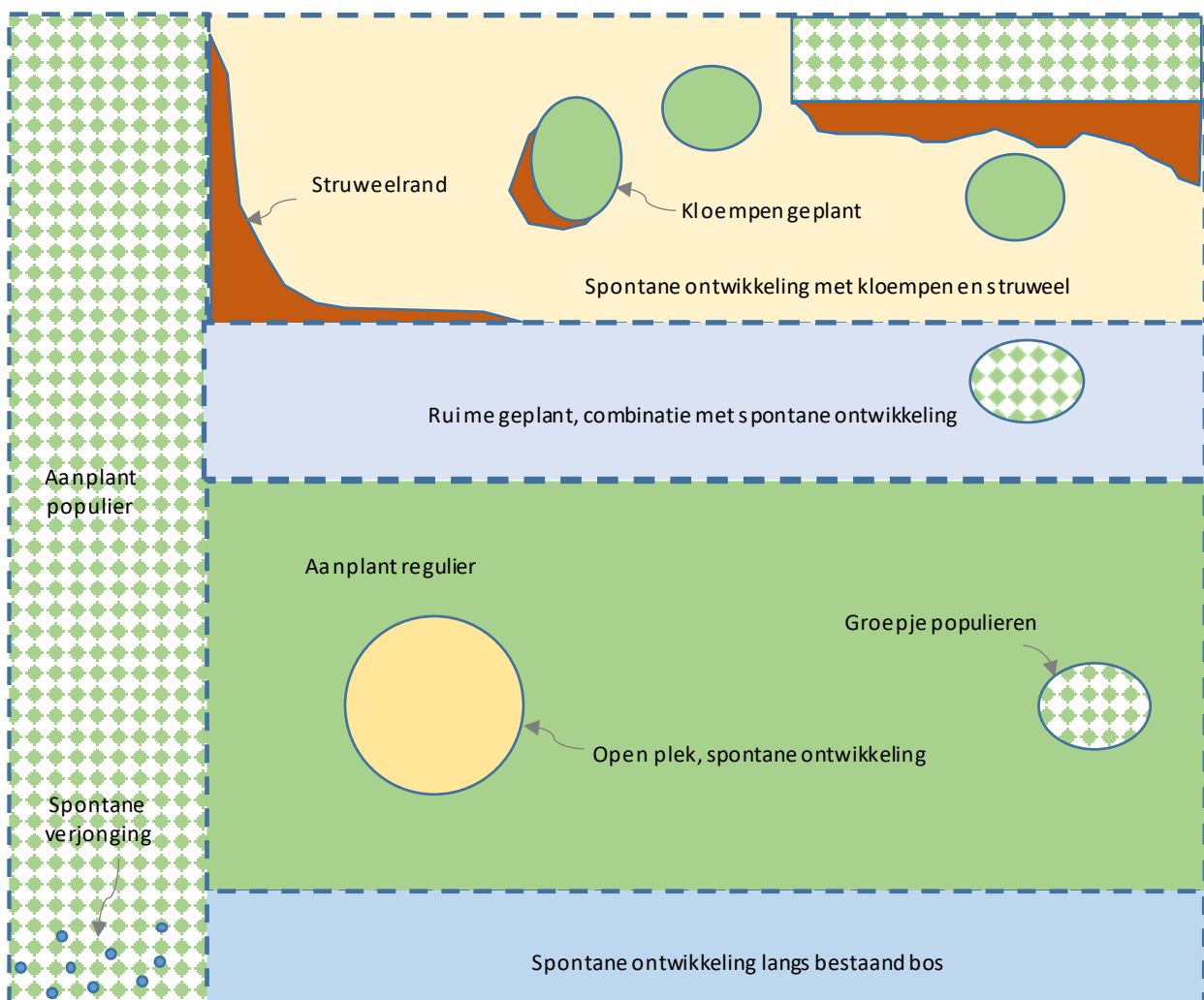
3.5.3 Macroniveau

Het combineren van methoden op macroniveau betreft de afwisseling van manieren waarop op perceel- of vakkniveau bebossing wordt gerealiseerd (zie als voorbeeld figuur 3.9). Op macroniveau wordt een bostype gerealiseerd met combinaties op micro- en mesoniveau, dat tot een bepaalde structuur en boomsoortensamenstelling leidt, en op die plek zo goed mogelijk bepaalde functies vervult. Als een bebossing voldoende omvang heeft, zeg meer dan 5 ha, dan kan afgewisseld worden met bostypen. Dit kunnen

bijvoorbeeld bostypen zijn die voor andere diersoorten een geschikte habitat zullen bieden. Het ene perceel kan bijvoorbeeld lichtboomsoorten met een struiklaag betreffen, terwijl in het andere perceel climaxsoorten groeien waarin open plekken liggen. Of de afwisseling betreft percelen die in meer of mindere mate geschikt zijn voor de productie van hout. Ook kunnen de potenties voor spontane bebossing variëren. Zo kan er op plekken dicht bij een zaadbron voor spontane bebossing worden gekozen, terwijl er verderop wordt geplant. Of er wordt langs een watergang gekozen voor spontane ontwikkeling met zwarte els of schietwilg, terwijl elders wordt geplant.

Er kunnen ook bostypen toegepast worden die wellicht niet optimaal de gewenste functies vervullen op macroniveau, maar die juist op een iets groter schaalniveau wel erg bijdragen aan de totale functievervulling van het bos. Als voorbeeld kan een nieuw te bebossen object sterk gericht zijn op het realiseren van bos met veel variatie en structuur. Percelen die daarvan sterk afwijken, zoals een perceel populieren, kunnen dan toch een nuttige toevoeging zijn, doordat ze bijvoorbeeld voor recreanten op grotere schaal afwisseling bieden, snel het bos volume en beschutting geven en een geschikte habitat bieden voor specifieke soorten (wielewaal, kramsvogel).

Wanneer op microniveau gekozen wordt voor het combineren van methoden en deze methoden worden op macroniveau toegepast, dan is het bos op grotere schaal weinig gevarieerd. Dit kan voor bepaalde doelstellingen, soorten die een bepaald oppervlak van bijvoorbeeld hetzelfde type bos nodig hebben, gunstig zijn, maar geeft een eentonig beeld op grotere schaal. Bij keuzes over het combineren van methoden op macroniveau moeten de doelstellingen meegenomen worden, waarbij het mogelijk is om verschillende doelstellingen te combineren op macroniveau waarbij delen bijvoorbeeld specifiek ingericht worden voor houtproductie.



Figuur 3.9 Voorbeeld van combinatie van vakken (gemarkeerd met stippellijnen) die op micro- en mesoniveau verschillend zijn bebost (aan de onderkant grenzend aan bestaand bos).

3.6 Sturen op kenmerken

In deze paragraaf wordt aangegeven in welke mate en hoe er door middel van verschillende manieren van bebossing gestuurd kan worden op boskenmerken. Na de aanvankelijke bebossing en eerste verzorging kan er uiteraard met vervolfbeheer erg veel gestuurd worden. Het uitgangspunt is echter dat de bebossing zo wordt uitgevoerd dat er in de eerste decennia zo min mogelijk beheer wordt uitgevoerd.

3.6.1 Boomsoortensamenstelling

Met boomsoortensamenstelling worden de boomsoorten bedoeld die het (aan te leggen) bos vormen. De boomsoortensamenstelling kan eensoortig zijn, maar ook gemengd, dat wil zeggen, op kleine schaal (van minder dan 0,5 ha) komen meerdere soorten voor. Voor de bebossing kan een gewenste soortensamenstelling vastgesteld worden. Dit wordt voornamelijk bepaald door de doelen van het aan te leggen bos en door de Ausgangssituatie. Sommige soorten zijn vanwege hun functie voor natuur en biodiversiteit van belang. Andere zijn erg mooi of opvallend, waardoor ze voor recreatie extra waardevol zijn. Weer andere leveren waardevol hout. De groeiplaats (m.n. bodemtype en waterhuishouding) bepaalt welke soorten geschikt zijn voor de locatie, bijvoorbeeld omdat ze een goede groei hebben of passen binnen een PNV (Jager en Oosterbaan, 1994, zie ook tekstkader). Daarnaast kan de aanwezigheid van soorten in de omgeving ook invloed hebben op (de mogelijkheden van) de keuze voor een boomsoortensamenstelling door potenties van natuurlijke verjonging en spontane ontwikkeling.

Bij het bepalen van de gewenste plantensoorten is het belangrijk om ook te kijken naar de rol van soorten binnen het ecosysteem en naar zogenaamde functionele soortgroepen. Verschillende bomen vervullen verschillende rollen binnen het ecosysteem, denk aan donker versus licht, naald versus loof, droogtetolerant versus vochttolerant en penwortelaar versus oppervlakkig wortelend. Sommige boomsoorten groeien als pionier snel en kunnen weersextremen goed verdragen. Die soorten zorgen snel voor een bosklimaat waar climaxsoorten van profiteren en kunnen bij een eerste beplanting snel boven een ruigte uitgroeien die ze vervolgens onderdrukken. Sommige soorten zijn schaduwtolerant, terwijl andere veel licht nodig hebben. Schaduwtolerante soorten zorgen voor een donkerder bos. Boomsoorten zoals beuk en haagbeuk kunnen daarmee ook een verzorgende rol (voor stamkwaliteit) hebben voor andere soorten. Het soort strooisel dat de bomen aan de bodem leveren, verschilt tussen boomsoorten, daardoor verschillen ze in de mate waarin de bodem verzuurt. Door te kiezen voor (combinaties van) boomsoorten kan sterk gestuurd worden in de manier waarop het bos functioneert en door bomen met verschillende groeikenmerken te mengen, wordt het bos veerkrachtiger.

Boomsoorten en bosfuncties

Specifieke doelen vragen een bepaalde boomsoortensamenstelling. Voor het ondersteunen van de vitaliteit van de bosbodem kan gekozen worden voor soorten met rijk strooisel. Wanneer het aan te leggen bos een natuurfunctie heeft, kan dit betekenen dat er voor inheemse soorten en autochtoon plantmateriaal gekozen wordt of soorten die vallen binnen de PNV van de groeiplaats of belangrijk zijn voor een bepaald habitatype. Sommige soorten zijn relevant voor het realiseren van habitats voor dieren of een groeiplaats voor bosplanten.

Bij klimaatmitigatiedoelen is het van belang dat er snel koolstof vastgelegd wordt. De keuze voor productieve soorten die snel groeien, zou hier een logische zet zijn.

Om een snel bosklimaat te realiseren, kan er gekozen worden voor snelgroeiende soorten. Dit kan van belang zijn voor recreatieve doeleinden, zodat de recreant al snel een bosbeleving kan ondervinden. Daarnaast vindt een recreant variatie ook belangrijk. Een diverse soortensamenstelling draagt hieraan bij, maar ook een variatie tussen snelgroeiende soorten en langzaam groeiende soorten, wat leidt tot structuurvariatie.

Voor productiedoeleinden wordt gekozen voor productieve soorten en kunnen bepaalde herkomsten ook eerder gewenst zijn, zoals snelgroeiende herkomsten of herkomsten met een goede groei, stamvorm en takafstoting.

Voor veel van deze bosfuncties is het klimaatadaptieve vermogen van bos van belang. Hierop kan gestuurd worden met droogtetolerante soorten, soorten die juist (tijdelijk) erg nat kunnen staan en een gemengde soortensamenstelling om risico's te spreiden.

De gewenste boomsoortensamenstelling bepaalt voor een groot deel de te kiezen aanlegmethode. Bij spontane ontwikkeling kan veelal een inschatting gemaakt worden van de soorten die zich gaan vestigen en kan er met maatregelen gestuurd worden. Wanneer zaad van de gewenste boomsoorten (of herkomsten) de locatie van aanleg met voldoende aantallen kan bereiken, kan spontane ontwikkeling een goede mogelijkheid zijn (zie paragraaf 3.2). De daadwerkelijke uitkomst blijft echter onzeker. Indien verwacht wordt dat de gewenste soorten zich niet zullen vestigen, zal er geplant moeten worden. Wanneer een deel van de soorten nabij aanwezig is, kan er ook gekozen worden voor een combinatie van aanplant en spontane ontwikkeling. De ontbrekende soorten kunnen dan worden aangeplant en de aanwezige soorten kunnen spontaan opkomen. Daarvoor dienen dan wel de juiste omstandigheden voor spontane vestiging aanwezig te zijn of gecreëerd te worden.

Spontane ontwikkeling is mogelijk wanneer er geen specifiek doel is voor de boomsoorten in het te ontwikkelen bos of wanneer de gewenste soorten aanwezig zijn op verspreidingsafstand van het gebied waar het bos zich moet gaan ontwikkelen. In tabel 3.2 staat beschreven hoever bepaalde zaden kunnen verspreiden en wat voor uitgangssituatie deze zaden prefereren om te ontkiemen. De periode van zaadval is daarbij ook van belang. Voor pioniersoorten wordt aanbevolen om kort voor de zaadval te zorgen voor een goed kiembed.

Met aanplant kunnen in theorie alle gewenste soorten ingebracht worden. Individuele menging is in allerlei aantalsverhoudingen mogelijk wanneer de gekozen boomsoorten dezelfde groeisnelheid hebben. Wanneer er een combinatie is tussen snelgroeiende soorten en langzaam groeiende soorten kan er snel ontmenging optreden. Individuele menging met verschillende groeisnelheden is mogelijk wanneer er een voldoende aantal langzaam groeiende bomen aangeplant wordt (>65%). Een langzamer groeiende soort kan eventueel gemengd worden met een sneller groeiende soort als die eerste veel schaduw verdraagt en de tweede voldoende licht doorlaat. Groepsgewijze en strookgewijze menging kan gebruikt worden voor de meeste soorten. De groepsgrootte of strookbreedte moet wel groot genoeg zijn om de langzaam groeiende soorten in het midden van een groep of strook vrij te stellen van concurrentie van de snellere soort (Jager en Oosterbaan, 1994). Wanneer specifieke boomsoorten of herkomsten gewenst zijn voor de doelen van het bos, is aanplant een voor de hand liggende keus.

Met beheer kan gestuurd worden in de soortensamenstelling. Ongewenste soorten kunnen in een vroeg stadium verwijderd worden uit het ontstane bos door bij dunning de ene soort te bevoordelen ten opzichte van een andere. Als er na bebossing geen actief beheer gewenst is, zal bij menging in groepen of stroken de ruimte voor langzaam groeiende soorten ten minste tweemaal de toekomstige kroonomvang moeten hebben, wat veelal neerkomt op > 20 m, tenzij de langzaam groeiende soorten de schaduw van de snelgroeiende soorten kunnen verdragen (bijvoorbeeld beuk onder berk).

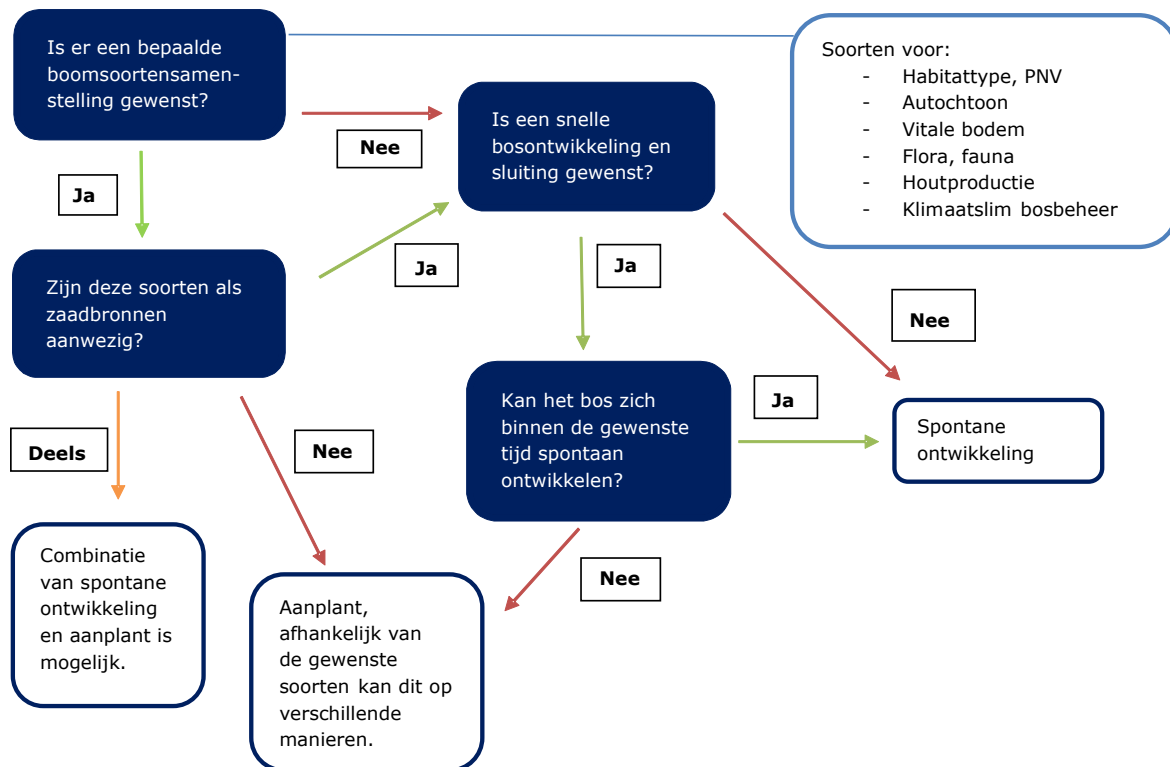
Tabel 3.2 *Potenties voor natuurlijke verjonging.*

Boomsoorten	Dispersie-afstand	Zaadperiode	Voornaamste verspreiding	Bodem, vegetatie	Natte/droge bodems
Grove den	Tot 100 m	Winter	Wind	Kale bodem tot open vegetatie. Bodemverwonding nodig bij dichte vegetatie of dikke strooisellaag.	Groeit van nat tot droog
Douglasspar	Tot 100 m	November-december	Wind	Niet te arme bodem. Niet op kalkrijke bodems en zware klei. Bodemverwonding. Bij vergraste bodem is bodembewerking nodig.	Redelijke vochtvoorziening nodig
Fijnspar	Tot 50 m	Oktober-januari	Wind	Rijke zandbodems. Niet op kalkhoudende gronden en kleibodems. Bij vergraste bodem is bodembewerking nodig.	Goede vochtvoorziening nodig
Zomereik	Meest tot 20 m, deels tot 100 m	Oktober-november	Geen of dieren	Voedselrijke bodems	Groeit van zeer vochtig tot droog
Berk	> 100 m	Juli-augustus tot in winter	Wind	Minerale grond gemengd met organische stof; kale bodem tot open vegetatie. Afplaggen bevorderlijk.	Groeit van nat tot droog
Beuk	Tot 50 m	Oktober-november	Geen of dieren	Gevoelig voor bodemverdichting	Geen natte omstandigheden
Zwarte els	Tot 50 m	November-december	Water	Minerale bodem. Afplaggen bevorderlijk; afgraven dichterbij grondwater.	Natte tot vochtige omstandigheden
Es	Tot 50 m	Oktober-november	Wind	Voedselrijke en kalkhoudende klei leem of löss. Geen zure bodem.	Goede vochtvoorziening nodig
Esdoorn	Tot 50 m	Najaar	Wind	Voldoende licht nodig. Liefst kalkrijke bodems	Goede vochtvoorziening nodig
Populier	> 100 m	Mei-juli	Wind	Kale bodem tot open vegetatie	Goede vochtvoorziening nodig
Ratelpopulier	> 100 m	Mei-juli	Wind	Kale bodem tot open vegetatie	Redelijke vochtvoorziening nodig
Schietwilg	> 100 m	Juni-juli	Wind	Kale bodem tot open vegetatie	Goede vochtvoorziening nodig
Boswilg	> 100 m	Juni-juli	Wind	Kale bodem tot open vegetatie	Redelijke vochtvoorziening nodig

Op boomsoortensamenstelling is te sturen:

- bij aanplant van bos door het aanplanten van de gewenste boomsoortensamenstelling;
- bij spontane bebossing zijn de mogelijkheden hiervoor sterk afhankelijk van de aanwezigheid van zaadbronnen. Binnen die mogelijkheden kan door wel of niet bewerken van de bodem gestuurd worden;
- Het combineren van spontane ontwikkeling en aanplant biedt meerwaarde – door een stukje van de basismethode af te wijken en daardoor de soorten niet volledig spontaan te laten vestigen – door aanvullende soorten toegevoegd te krijgen.

Wanneer wel of geen bepaalde boomsoortensamenstelling gewenst is, kan dit zorgen voor een bepaalde keuze in de aanlegmethode van nieuw bos. De beslisboom kan helpen bij die keuze.



Figuur 3.10 Beslisschema voor basismethode van bebossing.

3.6.2 Natuurlijkheid bebossing

Met natuurlijkheid, ofwel spontaniteit, van de verjonging wordt de mate waarin de mens ingrijpt of dit nalaat om bos tot stand te brengen, bedoeld. Zoals aangegeven in paragraaf 3.2 en 3.6.1, zijn er verschillende factoren van invloed op het spontaan ontstaan van bos. Er zal veelal een afweging gemaakt moeten worden tussen de mate van natuurlijkheid aan de ene kant en de mate waarin de bebossing die bij een bepaalde uitgangssituatie spontaan ontstaat, aansluit bij de verschillende doelen die worden beoogd. Daarbij spelen ook de snelheid waarmee de bebossing tot stand komt en de zekerheid over het resultaat een rol. Bij een nadruk op natuurfunctie kunnen natuurlijke processen een doel zijn en kan natuurlijke verjonging een rol spelen.

De spontaanste wijze van bebossen is geen maatregelen uitvoeren. Bij een dichte vegetatie en gebrek aan zaadbronnen van climaxsoorten voldoende dichtbij kan (tijdelijke) begrazing helpen om vestigingsmogelijkheden voor pioniersoorten te creëren. Als sneller en meer opslag daarvan gewenst is, kan vlaktegwijs de bodem worden bewerkt. Een te rijke bodem die de ontwikkeling van bosvegetatie (in de toekomst) bemoeilijkt kan worden afgegraven, waarmee direct een gunstig kiembed voor pioniers ontstaat. Als spontane ontwikkeling desondanks te lang op zich laat wachten of niet leidt tot de gewenste soorten, structuren en aantallen, dan kan worden aangeplant. Het is mogelijk om het plantsoen ruimer aan te planten en daarmee natuurlijke verjonging een kans te geven tussen het aangeplante plantsoen. Bij aanplant op bewerkte bodem krijgt spontane opslag van vooral pioniers meer kans zich te vestigen. Naarmate dichter wordt geplant en in een meer gesloten vegetatie wordt geplant, nemen de kansen voor spontane opslag af. Ook kunnen kloempen worden aangeplant om gewenste boomsoorten of herkomsten in te brengen en/of de bebossing plaatselijk te versnellen. Daarnaast kan er gekozen worden om binnen een aanplant bepaalde plekken niet te beplanten (open plekken) en deze spontaan te laten ontwikkelen. Hier kan de bodem bewerkt worden om de spontane verjonging meer kans te geven (Jansen et al., 2001).

Gradaties van ingrijpen zijn, van meest tot minst natuurlijk, grofweg:

- Geen ingrijpen
- Begrazen (tijdelijk)
- Bodem bewerken (ploegen, spitten, frezen, cultivatoren)
 - Sturen met tijdstip i.v.m. periode van zaadval

- Grondwerk
 - Sturen in de dikte van de nutriëntrijke bovengrond
 - Sturen met reliëf
 - Sturen met tijdstip i.v.m. periode van zaadval
- Aanplant van kloempen
- Vlaktegewijs aanplanten met spontane opslag
- Vlaktegewijs aanplanten zonder spontane opslag

In de eerste jaren na bebossing kan bij aanplant de keuze gemaakt worden voor het al dan niet bevoordelen van spontane opslag. In vervolgbeheer in zowel het aangeplante bos als het spontaan ontwikkelde bos kan spontane verjonging gestimuleerd worden door het creëren van open plekken en bij hoge wilddruk het plaatsen van rasters (Oosterbaan, 2000). De spontane verjonging heeft daarmee meer kans om op te komen en te overleven.

Op natuurlijkheid van bebossing is te sturen:

- door spontane ontwikkeling, waarbij gekozen kan worden voor:
 - het wel of niet bewerken van de bodem
 - het wel of niet aanplanten van aanvullende kloempen
- bij aanplant van bos:
 - door ruimte laten voor spontane opslag tussen de aangeplante bomen
 - door plekken open (onbeplant) te laten

3.6.3 Structuur

Structuurvariatie is belangrijk voor zowel natuurdoelen en recreatiedoelen. Bij zowel de aanplant van bos als de spontane ontwikkeling van bos kan hier invloed op uitgeoefend worden. De verticale structuur zijn de verschillende vegetatielagen (boomlaag, struiklaag, kruidlaag) en hoogteverschillen binnen deze verschillende vegetatielagen. De horizontale structuur wordt bepaald door de menging, leeftijdsverschillen en de verschillende dichtheden (open en gesloten) (zie paragraaf 2.4.1). Structuurvariatie is relevant met name voor aansluiting op een natuurlijke referentie, fauna (bv. open plekken voor bosmieren), bosvegetatie (verschillende lichtomstandigheden) en recreatie (afwisseling).

Voor de aanleg van bos is het van belang er rekening mee te houden dat er na verloop van tijd sterk gestuurd kan worden op dit kenmerk. Als dit echter niet gewenst is (het bos wordt volledig zelfregulerend), kan het raadzaam zijn om hier bij de bebossing rekening mee te houden door elementen in te bouwen waardoor op de langere termijn spontaan nieuwe structuurvariatie ontstaat.

Bij spontane ontwikkeling kan de variatie aan structuur die ontstaat sterk variëren. Het is mogelijk dat spontane ontwikkeling zorgt voor een homogeen bos. Het gaat hier dan voornamelijk om een eensoortig bos van een pioniersoort waarbij de bomen dicht op elkaar staan en waarbij de bomen in korte tijd zijn opgekomen en dus dezelfde leeftijd hebben (Verstraeten et al., 2006). Dit zal vooral voorkomen op plekken waarbij de zaden makkelijk kunnen ontkiemen.

Als de kiemomstandigheden en zaden niet gelijkmatig in het gebied terechtkomen, ontstaat er structuurvariatie, met bijvoorbeeld groepjes bomen en open plekken, of door een lage dichtheid aan bomen. Dit zorgt voor horizontale structuur, waarbij ook een gradiënt kan ontstaan vanaf de zaadbronnen (Verstraeten et al., 2001). Deze variatie aan structuur kan tijdelijk zijn doordat uiteindelijk het bos dichtgroeit en leeftijdsverschillen van 10 of 20 jaar op kleine schaal op lange termijn niet leiden tot duidelijke structuurvariatie. Open ruimte tussen de bomen groeit uiteindelijk dicht; een ruimte van 5 m tussen boompjes in de beginfase is na 10-15 jaar veelal dichtgegroeid. Verticale structuur kan ontstaan doordat onder snelgroeïende (pioniers) langzaam groeiende (climax)soorten komen of doordat struiken zich tussen de bomen vestigen.

Door te variëren met de omstandigheden voor vestiging kan voor de korte en voor de lange termijn structuurvariatie bevorderd worden. Dit kan door delen begroeid te laten (meer climaxsoorten, trage bebossing) en andere de delen kaal te maken (pioniers, snelle bebossing) en door variatie in microreliëf (vochtigere laagtes: meer pioniers). Wellicht kan variatie in bodemrijkdom (wel/niet afgraven) een rol spelen. Bij bodembewerking kan de wijze van afwerking (ruw achterlaten na ploegen, glad achterlaten na afgraven of frezen) ook effect hebben op vestigingsmogelijkheden, maar hierover zijn geen concrete gegevens bekend.

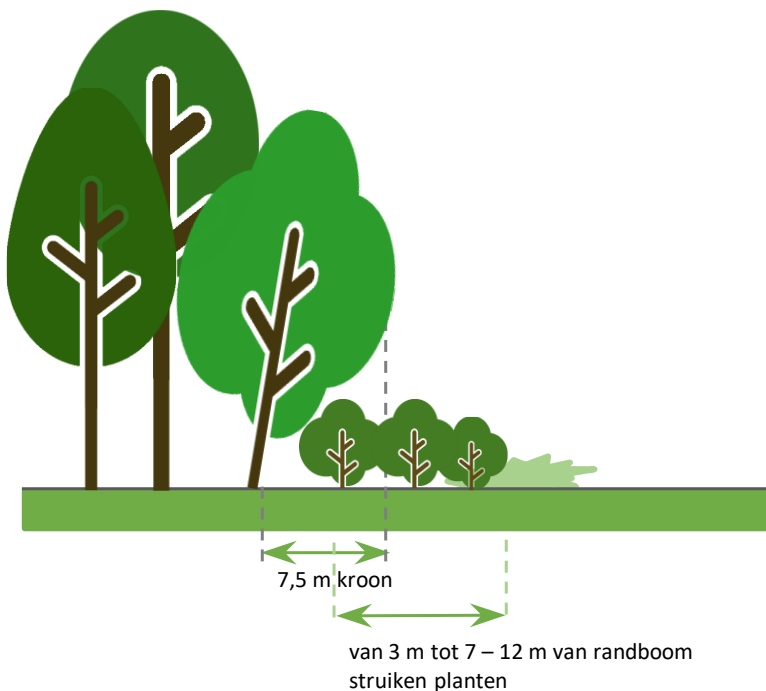
Het aanplanten van kloempen kan sterk bijdragen aan het verkrijgen van horizontale structuur in een verder spontaan te bebossen areaal. Daarnaast kan er gevarieerd worden met het jaargetijde waarin de bodem kaal gemaakt wordt en waarmee beter of juist minder wordt aangesloten met de vestiging van specifieke boomsoorten (zie ook tabel 3.2).

Bij aanplant kan er rekening gehouden worden met verschillende structuur elementen. Bomen met verschillende groeisnelheden en verschillende levensverwachting kunnen worden aangeplant. Een tweede boomlaag kan worden gerealiseerd door schaduw verdragende soorten (b.v. haagbeuk) te planten naast lichtboomsoorten (berk, eik). Er kan ook gevarieerd worden met de lichtbeschikbaarheid door op sommige plekken soorten te planten die veel licht doorlaten en op andere plekken soorten te planten die weinig licht doorlaten. Hierdoor ontstaat deels donker bos en deels licht bos (Jansen et al., 2001), wat medebepalend is welke bosvegetatie zich zal ontwikkelen (OBN, 2022). Daarnaast kunnen open plekken gecreëerd worden. Deze zullen op termijn dichtgroeien. De snelheid waarmee dit gebeurt, is afhankelijk van de grootte van de open plek, maar de open plekken zullen langere tijd zorgen voor structuurvariatie. In deze open plekken kan de bodem bewerkt worden, om spontane ontwikkeling te stimuleren.

Naast structuur aanbrengen met verschillende boomsoorten, kan er ook gebruikgemaakt worden van een struiklaag en mantel- en zoomvegetatie (Jansen et al., 2001) om variatie in structuur te verkrijgen.

Struiken kunnen zorgen voor een meer gevarieerd bos (Jansen et al., 2001) voor zowel de verticale als de horizontale structuur. Deze variatie heeft een positief effect op het bosbeeld van recreanten. Daarnaast is deze specifieke structuurvariatie ook van belang voor de biodiversiteit. Inbrengen van struiken binnen het perceel gebeurt bij voorkeur in lage dichtheden. Individuele menging met struiken en bomen is alleen mogelijk wanneer beide voldoende ruimte en licht krijgen, dus bij een ruim plantverband of bij boomsoorten die veel licht doorlaten, maar vaak is de aanplant van struiken in groepjes gewenst om ontmenging tegen te gaan. Daarnaast kunnen struiken langs randen aangeplant worden (Jansen et al., 2009). Een goede mantelvegetatie heeft voldoende breedte, en bij aanleg dient er rekening mee gehouden te worden dat randbomen een aanzienlijke kroon kunnen krijgen die een struikrand kan overgroeien. Plant de mantel daarom tot 7-15 m van de randbomen (figuur 3.11). De mantel is bij voorkeur zuid georiënteerd, heeft een gevarieerde structuur (soorten groepsgewijs afwisselen) en bevat naast struiken ook vruchtdragende bomen, zoals lijsterbes. Ze fungeren dan als zaadbron. En als er ruimte tussen de struiken is, ontstaat er meer randeffect en structuur dan wanneer ze in grotere groepen worden ingebracht.

Structuur hoeft niet volledig bij aanleg gerealiseerd te worden. In het beheer kan op verschillende manieren ingegrepen worden om structuur te behouden. Wanneer open plekken dichtgroeien, kunnen deze open gehouden worden. Ook kan er gekozen worden voor het creëren van nieuwe open plekken, om spontane ontwikkeling te stimuleren, wat zorgt voor structuurvariatie of voor het hebben van open plekken. Door middel van dunning kan de lichtbeschikbaarheid gestuurd worden. Dit kan relevant zijn voor bosvegetaties. Als het gewenst is dat er na de bebossing geen beheer plaatsvindt en dat het bos zich verder volledig spontaan ontwikkelt tot een natuurbos, kan het goed zijn om hier bij de bebossing rekening mee te houden en te voorkomen dat het bos lange tijd weinig horizontale structuur heeft. Dit kan door binnen een vak groepsgewijs te bebossen (planten of spontaan) met soorten met een afwijkende te verwachten leeftijd. Bijvoorbeeld wilg in een aanplant van esdoorn en es, of berk in een aanplant van zomereik.



Figuur 3.11 Een rand van struiken dient voldoende ruimte te krijgen om te voorkomen dat ze overgroeit wordt door randbomen.

Op structuur is te sturen:

- Bij spontane bebossing:
 - door het afwisselen van wel of geen bodembewerking
 - door gebruik te maken van de gradiënt vanaf zaadbronnen
- Bij aanplant van bos door:
 - door plekken open te laten
 - door aanplant van soorten met verschillende groeisnelheden op verschillende plantverbanden
 - door afwisseling in het planten van groepsgewijs, strooksgewijs, individueel gemengd
- Bij combinatie van spontane bebossing en aanplant:
 - door deze methoden op mesoniveau (groepsgewijs) af te wisselen

3.6.4 Kwaliteit voor houtproductie

Bij een trage spontane ontwikkeling zijn de kansen voor een goede houtproductie klein, doordat de bijgroei beperkt is (lage kroonbedekking) en doordat de bomen een slechte takafstoting zullen hebben. Kerr et al. (1993) stellen dat de kwaliteit van spontane verjonging voor houtkwaliteit inferieur is aan die van aangeplante verjonging, ook al kan die zeer hoge dichtheden krijgen, tot enkele honderdduizenden stuks per hectare (Lust, 1998). In een dichte, spontane verjonging zal daarom meer geselecteerd moeten worden op stammen met een goede kwaliteit. Doordat de dichtheid groot is, is er vaak veel te selecteren, wat een voordeel is. Juist omdat de verjonging erg dicht kan zijn en de verjonging geen regelmatig patroon heeft, kan de toegang tot de verjonging lastig zijn, wat sturen op kwaliteit moeilijk en kostbaar maakt.

Door middel van aanplant kunnen soorten en herkomsten met gewenste productie-eigenschappen ingebracht worden (paragraaf 3.6.1) en kan gestuurd worden op de initiële gewenste dichtheid. Om deze dichtheid in de eerste fase van ontwikkeling op peil te houden, kan het nodig zijn om wilddescherming toe te passen en in de eerste fase aanvullend beheer uit te voeren, zoals onkruidbestrijding, inboeten en water gegeven (paragraaf 3.7), maar dit is erg situatieafhankelijk. Verdere sturing kan relatief goed door opslag van ongewenste soorten of exemplaren te verwijderen en door in een latere fase te sturen op bomen met een gewenste groei en stamvorm. Bij te lage dichtheden kan (selectieve) begeleidingsnoei een alternatief zijn voor inboeten. Door verzorgende soorten toe te passen, zoals haagbeuk bij hoofdboomsoort eik, kunnen takafstoting en stamvorm bij de hoofdboomsoort verbeterd worden. Als in open terrein wordt gestart met

climaxboomsoorten, kan het nuttig zijn in lage dichtheden ook pioniersoorten bij te planten of spontane opslag ervan in lichte mate toe te staan.

Op kwaliteit voor houtproductie is te sturen:

- Bij aanplant van bos:
 - door te kiezen voor productieve soorten van de juiste herkomsten;
 - door wildbescherming toe te passen;
 - door het toepassen van beheer in de eerste fase;
 - door het toepassen van verzorgende soorten;
 - door op de goede dichtheid te planten.

3.6.5 Dikke bomen

Dikke bomen zijn structurelementen en kunnen bijdragen aan een verhoogde biodiversiteit en beleving van bezoekers. Om dikke bomen te krijgen in het aan te leggen bos, is uiteraard geduld nodig. Bomen hebben tijd nodig om uit te groeien tot dikke bomen. Er kan wel gestuurd worden op het sneller realiseren van dikke bomen. Sturen kan door gebruik te maken van snelgroeende soorten en door bomen ruimte te geven.

Bij het ontstaan van dicht pioniersbos vanuit spontane ontwikkeling, kan het enige tijd duren voordat dikke bomen aanwezig zijn. Voor langere tijd kan het bos bestaan uit relatief dunne bomen die elkaar sterk beconcurreren. Doorgaans zijn dit wel snelgroeende soorten, waardoor er op een termijn van dertig jaar dikkere bomen te verwachten zijn, met name bij wilg of populier. Wanneer een bos zich spontaan ontwikkelt met lage boomedichtheden (open bos), hebben de bomen volop ruimte om te groeien en zullen ze sneller dikke stammen ontwikkelen dan in gesloten stand.

Bij de aanplant van bos kan er, om snel dikke bomen te krijgen, gekozen worden om pioniers als populier en wilg te planten. Dit zijn snelle groeiers en zullen eerder een bepaalde dikte bereiken dan trage groeiers als zomereik (Van den Berg, 2022). Door (deze) bomen verder uit elkaar te planten, wordt de diktegroei bevorderd. Het is niet nodig om een perceel volledig met de snelgroeende soorten in te planten. Het voegt al veel toe als er groepjes van enkele bomen worden geplant tussen de langzamere groeiers. Een groepje van drie populieren op 5 m afstand geplant kunnen op een termijn van dertig jaar een diameter van ca. 30 cm krijgen met een oppervlak van 500 m². Een of twee van dergelijke groepjes per hectare hebben dan ook een sterk effect op het bos als geheel.

In het beheer kunnen bomen vrijgesteld worden, zodat zij meer groeiruimte krijgen en de stam sneller in dikte toeneemt (Van den Berg, 2022), zoals gebruikelijk is bij regulier beheer gericht op productie van hout.

Op (sneller te realiseren van) dikke bomen kan gestuurd worden:

- Bij aanplant van bos door het aanplanten van snelgroeende soorten en die bomen ruimte te geven.

3.6.6 Dode bomen, dood hout

Dood hout van verschillende diktes is relevant als structurelement en voor biodiversiteit. Het gaat hier om zowel staand als liggend dood hout om habitats te creëren voor verschillende organismen (Jansen et al., 2001). Dik dood hout heeft echter in het algemeen de meeste waarde. Dit vergt uiteraard eerst dikke bomen (zie aldaar).

Wanneer bij spontane ontwikkeling een open bos ontstaat, duurt het relatief lang voordat dood hout ontstaat.

Bij dicht pioniersbos zullen er eerder bomen afsterven door zelfdunning, maar het gaat hier dan aanvankelijk om relatief dunne bomen.

Om op relatief korte termijn dood hout te realiseren van enigszins dik formaat, kan gekozen worden voor het aanplanten van snelgroeende boomsoorten met een korte levensverwachting voor dood hout op een natuurlijke manier (Jansen et al., 2001). Daarnaast kunnen bomen dicht op elkaar geplant worden, zodat er

een donker bos ontstaat, waardoor door zelfdunning dood hout gerealiseerd wordt, al betreft het dan wel dunne stammen.

Met beheer kan het realiseren van dood hout gestimuleerd worden. Bomen kunnen omgeduwd worden, geveld en in het bos achtergelaten worden of geringd worden (Londo, 1991) om natuurlijke processen na te bootsen. Bij ringen zal de boom dan in enkele jaren aftakelen waardoor stand dood hout verkregen wordt. Hoelang het duurt voor een boom afsterft, is afhankelijk van de boomsoort. De bomen blijven ook niet allemaal even lang staan. Populier of wilg breken na ringen vaak vrij snel af (Jansen et al., 2001). Voor dunner dood hout kunnen dunningen zonder oogst uitgevoerd worden of kan bij oogsten het tak- en tophout achtergelaten worden in het bos, en ook de stobben zijn een relevante bijdrage aan dood hout.

Op (sneller te realiseren van) dode bomen kan gestuurd worden:

- Bij spontaan bos door via bodembewerking te sturen op snelle ontwikkeling van pioniersoorten waarna zelfdunning volgt. Dit proces kan na enkele decennia optreden.
- Bij aanplant van bos:
 - door het aanplanten van snelgroeiende soorten, maar net als bij het kenmerk dikke bomen is nog steeds geduld nodig.
 - door bomen dicht op elkaar te planten, waardoor door zelfdunning dood hout wordt gecreëerd.
- Door met beheer in te grijpen en door middel van ringen en vellen voor dood hout te zorgen.

3.6.7 Stikstof- en fosforgehalte van de bodem

De stikstof- en fosforgehalten in de bodem zijn belangrijke factoren voor de ontwikkeling van de kruidlaag en de groei van bomen. Bij bosaanleg op landbouwgronden zullen de gehalten in het algemeen relatief hoog zijn, wat ongunstig is voor de ontwikkeling van een vegetatie met oud-bosplanten. Een hoge diversiteit van de bosvegetatie en aansluiting op de kenmerkende samenstelling, is sterk afhankelijk van een beperkte beschikbaarheid van stikstof en fosfor, terwijl meer algemene ruderaal soorten veelal gebaat zijn bij een hoge beschikbaarheid ervan.

Vanuit een verrijkte landbouwsituatie kan de stikstoftoestand tot op zekere hoogte verbeteren door uitspoeling (mits de depositie beperkt). Het zal echter een proces van tientallen jaren zijn om tot een duidelijk lagere stikstofvoorraad te komen. Toepassing van stikstofbindende boomsoorten zoals zwarte els en schijnacacia (*Robinia*) is in dat opzicht ook negatief (Baeten et al., 2011; Van den Berg et al., 2022). Een hoge fosfortoestand zal niet verbeteren, doordat dit sterk aan de bodem gebonden wordt.

Fosfor spoelt nauwelijks uit, waardoor de voorraad niet wezenlijk zal afnemen. Wel zal onder invloed van lichte verzuring (vanuit een bekalkte landbouwsituatie) de fosforbeschikbaarheid afnemen (De Keersmaeker, 2019).

De effectiefste mogelijkheden voor het verlagen van de stikstof- en fosforbeschikbaarheid die een wezenlijke bijdrage leveren, is het afgraven van een verrijkte bovengrond. Dit is echter een kostbare maatregel. Een andere mogelijkheid is om lange tijd voorafgaand aan de bosaanleg de bodem te verschromen door maaien en afvoeren, een proces dat in feite veelal bij bosaanleg op natuurgronden al gaande is. Met het afvoeren van de vegetatie worden voedingsstoffen afgevoerd, vooral stikstof, kalium en fosfor. De beschikbare stikstof en kalium wordt hiermee in de bodem al relatief snel beperkt, waardoor de gewasproductie afneemt. Daardoor wordt het afvoeren van fosfor verminderd. Om die reden wordt bij uitmijnen veelal klaver (stikstofbindend) gebruikt en wordt kalium bij bemest, zodat de productie op niveau blijft. Desondanks kan het rond vijftien jaar duren voordat de fosforvoorraad in de 10 cm van de bovensten grond voldoende is afgevoerd voor streefwaarden voor schralere vegetaties, maar voor de totale bodem duurt dit langer (Timmermans et al., 2010) en kan het decennia duren voordat er op deze wijze voldoende fosfaat is afgevoerd (De Keersmaeker, 2019). Bij deze methode kan de grond wel in landbouwkundig gebruik blijven, zodat er geen kosten voor gemaakt hoeven te worden.

Op stikstof- en fosforgehalte van de bodem is te sturen:

- door het afgraven van een verrijkte bovengrond, zowel bij aanplant als spontane verjonging.

3.6.8 Andere factoren: ontwikkelingsnelheid en dichtheid

Met ontwikkelingsnelheid wordt de snelheid bedoeld waarin de bosopstand zich ontwikkelt en sluit na aanleg. Het gaat dan om het ontstaan van een bosklimaat waarvoor kronensluiting nodig is, humusopbouw en vestiging van een struik- en kruidlaag met bossoorten. De snelheid is van belang om te weten op welke termijn de bebossing bijdraagt aan de gewenste doelen.

In de eerste plaats wordt de snelheid van ontwikkeling bepaald door het moment waarop de bomen zich vestigen. Daarnaast speelt vanaf het moment van vestiging de groeisnelheid van de bomen een belangrijke rol: jong bos groeit op rijke groeiplaatsen sneller en komt eerder in sluiting dan op arme groeiplaatsen. Door de snelle groei gaat de bosontwikkeling sneller. Opstanden met snelgroeiende boomsoorten komen ook eerder in sluiting dan opstanden met langzaam groeiende boomsoorten. Bij hoge initiële dichtheden van bomen zal een bos ook eerder in sluiting komen dan bij lage dichtheden.

De aanlegmethode (planten, zaaien of natuurlijke verjonging) heeft grote invloed op de ontwikkelingsnelheid van de bosvorming. Bij planten van nieuw bos zal er snel een gesloten bos ontstaan, maar ook bij spontane ontwikkeling op kale bodem kan bos met pioniersoorten zich snel ontwikkelen, terwijl het bij spontane ontwikkeling op begroeide bodem decennia kan duren voor er een meer gesloten bos ontstaat (paragraaf 3.2).

Op ontwikkelingssnelheid kan gestuurd worden door:

- Bij spontaan bos door het al dan niet afgraven of bewerken van de bodem.
- Bij aanplant van bos door bij aanplanten rekening te houden met de groeisnelheid van de soorten.

3.7 Beheer in de eerste fase na bebossing

3.7.1 Onkruidbestrijding

Onkruidbestrijding kan nodig zijn wanneer de aanplant of spontane ontwikkeling overgroeid wordt door andere vegetatie en hierdoor de aanslag en groei sterk wordt aangetast. De mate van hinder van onkruid wordt voor een deel bepaald door de uitgangssituatie waarin geplant wordt. Het wordt afgeraden om in een graszode te planten, omdat de zode veel om vocht concurreert met de bomen (Donker, 2023; Buysse et al., 2021). Een goede bodembewerking vooraf is daarom van belang, behalve bij een verschaalde grasvegetatie (Buysse et al., 2021). Er zal ook dan een concurrerende vegetatie ontwikkelen. Enige competitie is echter geen probleem. Soms kan het nodig zijn in de eerste jaren hoge kruiden, struiken (bijv. braam) of klimplanten (bijv. winde of wilde clematis) te bestrijden vanwege het risico dat de beplanting wordt platgedrukt door de vegetatie. Bestrijden van onkruid kan zowel machinaal (met een trekker; dit kan alleen als er in rijen in geplant), motormanueel (bosmaaier) als via handkracht (bijv. met machete of sikkel) plaatsvinden (Donker, 2023). Elke methode heeft voor- en nadelen. Bij het maken van de keuze voor een bepaalde methode dienen de groeiplaats en de lokale omstandigheden daarom goed in ogenschouw te worden genomen. Op landbouwgrond zal onkruidbestrijding eerder aan de orde zijn dan op natuurgronden. In het algemeen is volgens Jager (1991) het slagingspercentage van aanplant op landbouwgrond echter goed en draagt maaien niet duidelijk bij aan een hoger overlevingspercentage, doordat er bij het maaien ook aanplant verloren gaat. Ten opzichte van de jaren 80 van de vorige eeuw van het onderzoek van Jager zijn de landbouwgronden echter rijker geworden en heeft aanplant wellicht meer concurrentie van grassen en ruigtekruiden. Vlaktegwijs maaien heeft echter ook als nadeel dat de zodevorming wordt versterkt en de bebossing beter toegankelijk wordt voor wild, met mogelijk extra schade tot gevolg. Bovendien is het duur. Nut, noodzaak en wenselijkheid van onkruidbestrijding is nog steeds twijfelachtig. Vroeg in het groeiseizoen selectief handmatig onkruid bestrijden bij alleen de bomen die het echt nodig hebben, is wellicht het doelmatigst (Donker, 2023).

Als er een groot risico is op sterke hinder van onkruid, dan kan daar bij het kiezen van de boomsoorten rekening mee worden gehouden. Sommige soorten kunnen snel boven een ruigte of bramen uit groeien en ondervinden daardoor minder hinder. Door gebruik te maken van deze pioniersoorten (bijvoorbeeld populier, wilg of els) kan het onkruid onderdrukt worden en wordt de groeiplaats geschikter gemaakt voor

climaxsoorten. Een andere mogelijkheid om de concurrentie van onkruid te beperken, is het inzaaien van een dekgewas voor aanplant.

Het toepassen van een dekgewas kan op meerdere manieren. Er kan al enkele jaren voor aanplant gezaaid worden zodat het dekgewas goed sluit, of er kan direct na zaaien geplant worden. Het dekgewas dient aan verschillende eisen te voldoen (Al en Donker, 2021):

- het bladoppervlak van het dekgewas moet snel toenemen na ontkieming;
- het dekgewas moet vervolgens snel in de hoogte groeien;
- het dekgewas moet zorgen voor continue bodembedekking gedurende het hele groeiseizoen en dat ook enkele jaren volhouden.

Omdat geen enkel gewas aan deze eisen voldoet, bevelen Al en Donker aan om een mengsel van een- en meerjarige gewassen te gebruiken. Donker (2023) voegt hieraan toe dat er niet te dicht moet worden gezaaid, zodat er een ijle laag van kruidige vegetatie ontstaat, er niet te veel concurrentie is met jonge bomen en er neerslag overblijft voor de bomen.

Om een dekgewas toe te passen, dient er vooraf een goede inschatting gemaakt zijn van het risico op hoge onkruiddruk (Al en Donker, 2021). Als die er niet is, zijn maatregelen tegen onkruid niet nodig en is een investering in dekgewas niet nodig. Mocht er toch te veel onkruiddruk komen, dan kan alsnog gemaaid worden, hoewel dat dan wellicht wel duurder is en schade oplevert. Als hoge onkruiddruk verwacht wordt, kan het toepassen van een dekgewas een goede keuze zijn.

Onkruidbestrijding is lastig bij spontane ontwikkeling, aangezien de bomen niet in strakke rijen staan en hierdoor de kans groot is dat bij onkruidbestrijding ook de bomen beschadigd raken. Grazers kunnen ingezet worden om open plekken in ruigtes te creëren, maar vaak worden dan ook de bomen en struiken begraasd. Dit leidt dus niet direct tot bos.

3.7.2 Inboeten, begeleidingssnoei, water geven

Inboeten kan nodig zijn wanneer het plantmateriaal niet is aangeslagen en hierdoor de gewenste doelen niet meer behaald kunnen worden. Belangrijke oorzaken hiervoor zijn sterfte door vraat en droogte. Voor het eerste geval is een goede wildbescherming nodig (paragraaf 0). Voor het tweede geval kan het gewenst zijn uitval te voorkomen door enkele keren water te geven.

Bij aanleg van nieuwe bossen met hoofdfunctie houtproductie of CO₂-vastlegging (>10% uitval) wordt bij een lagere uitval ingeboet dan bij bossen met de hoofdfunctie recreatie (>30% uitval). Wanneer her en der bomen zijn uitgevallen, heeft inboeten weinig zin, maar zijn bomen uitgevallen op grotere oppervlaktes, dan heeft inboeten wel zin. Van belang is om vast te stellen waardoor de aanplant niet is aangeslagen, zodat herhaling voorkomen kan worden (Jansen et al., 2009). De aangeplante bomen bij het inboeten hebben een groeiachterstand. Inboeten moet binnen drie tot vijf jaar gedaan worden na de aanplant, en heeft de grootste kans van slagen direct na de uitval. Er kan voor gekozen worden om groter plantmateriaal (veren) te gebruiken, zodat de inboet niet (te veel) achterloopt bij de aanvankelijke aanplant (Jansen et al., 2018).

Begeleidingssnoei kan een alternatief zijn voor inboeten als een goede stamkwaliteit het doel is. Met begeleidingssnoei kan daarnaast gecorrigeerd worden voor suboptimale plantkwaliteit en schade door wild.

3.7.3 Sturen in de boomsoortensamenstelling

In geval van gemengde opstanden kan het nodig zijn om dunningen uit te voeren om de menging in stand te houden. Een goed beplantingsplan kan hier echter veel werk besparen. Bij groepsgewijze aanleg zal dunning voor in stand houden van de menging minder snel (of niet) nodig zijn dan bij individuele menging. Ook een goede boomsoortenkeuze voor de menging speelt een rol. Bij soorten met een verschillende groeisnelheid in de jeugdfase is meer ingrijpen nodig dan bij soorten met een vergelijkbare groeisnelheid.

Vooraf nadenken over gewenst vervolgbeheer (selecteren, dunnen) is van belang:

- Geen vervolgbeheer verkleint mogelijk gebruikswensen in de toekomst.
- Geen vervolgbeheer stelt andere eisen aan wijze van mengen om tragere soorten in menging te houden.

3.8 Kosten van bebossing

Bij de realisatie van bebossing spelen verschillende kosten een rol. De belangrijkste categorieën die we hier onderscheiden, zijn:

- Waardeverandering van de grond
- Indirecte en algemene inrichtingskosten
- Directe inrichtingskosten
 - Directe planvorming
 - Planuitvoering (bebossingswerkzaamheden)

Waardeverandering van de grond

Bebossing betekent een functieverandering, met als gevolg dat de waarde van de betreffende grond verandert. De kosten voor functieverandering kunnen op verschillende manieren worden uitgedrukt, zoals een eenmalige waardeverandering of een inkomstenderving. Een aankoop op zich betreft in feite geen kosten, omdat tegenover de uitgave een bezit staat. Wel kan er sprake zijn van transactiekosten (makelaar, kadaster, procedures, begeleiding).

We beschouwen hier alleen kort de waardeverandering, omdat dit een eenmalig bedrag is dat eenvoudig in perspectief met de overige eenmalige kosten gezien kan worden. De huidige prijs van bosgrond ligt rond 22.000 euro per hectare (Kuiper et al., 2023), al zullen er sterke verschillen tussen bostypen zijn. De prijs van landbouwgrond ligt begin 2023 rond 80.000 euro per hectare (Kadaster, 2023), met aanzienlijke verschillen tussen regio's. In geval van verandering van agrarische grond naar bosgrond zal een aanzienlijke waardeverandering plaatshebben van gemiddeld 58.000 euro per ha, maar kan afhankelijk van regio en bostype gerust de helft meer of minder bedragen. Bij bebossing van natuurgrond speelt dit aspect veel minder, helemaal niet of geldt wellicht het omgekeerde (een waardetoeename).

Indirecte en algemene inrichtingskosten

Indirecte inrichtingskosten betreffen kosten voor inrichtingsmaatregelen voor inpassing van het bos in de omgeving van het aan te leggen terrein, zoals herverkavelingswerken, aanpassingen in waterbeheersing, milieumaatregelen, aanpassingen in de wegen- en padenstructuur (recreatief, maar ook voor algemene toegankelijkheid voor onderhoud en eventuele oogst in de toekomst) (Michels et al., 2023). Michels et al. (2023) rekenen hier een bedrag voor van 4.696 euro per hectare voor op basis van Bijl-Weisz en Van Wingerden (2009).

Algemene inrichtingskosten betreffen inrichtingskosten binnen het te bebossen terrein die niet direct het beplanten betreffen. Michels et al. (2023) rekenen voor dit aspect een bedrag van 4.971 euro per hectare voor 'beheer en ontsluiting' (opruimwerkzaamheden, beheerpad, recreatieontsluiting), 3.097 euro per hectare voor 'waterhuishouding', en 1.765 euro voor 'recreatie' per hectare op basis van Bijl-Weisz en Van Wingerden (2009)).

Deze kosten, samen 14.529 euro per hectare (tabel 3.3), zullen sterk afhankelijk zijn van de situatie waarin bebost wordt. Bij spontane bebossing van een perceel natuurgras zullen deze kosten nauwelijks een rol spelen. Bij aanleg van een recreatiebos bij een woonkern spelen deze kosten wel een rol.

Tabel 3.3 Indirecte en algemene inrichtingskosten, naar Michels et al. (2023).

Kostenpost	Bedrag (euro/ha) exclusief btw
Indirecte inrichtingskosten	3.946
Algemene inrichtingskosten	
beheer en ontsluiting	4.177
waterhuishouding	2.603
recreatie	1.483
Totaal	12.209

Directe inrichtingskosten

De werkzaamheden voor de daadwerkelijke bebossing variëren sterk, afhankelijk van de toegepaste methoden van bebossing. Om een indicatie te krijgen van de kosten die met de bebossingswerkzaamheden gemoeid gaan, zijn berekeningen gemaakt op basis van kostennormen (Van Raffe en De Jong, 2022, naar prijsniveau 2023). De kosten zijn inclusief 20% overhead (planning, begeleiding, winst, risico) en exclusief btw. Er is voor plantsoen uitgegaan van autochtoon materiaal met een bedrag van 1 euro per stuk gemiddeld voor bosplantsoen, en 5 euro per stuk voor populieren (bewortelde stek). De resultaten zijn weergegeven in tabel 3.4.

Met volledig spontane bebossing zijn uiteraard geen kosten voor bebossingswerk gemoeid. Bewerking van de bodem komt uit op 411 euro per hectare. De kosten voor beperkte aanplant (ruim of in kloempen, met als doel spontane ontwikkeling ertussen) varieert van grofweg 850 tot 1500 euro per hectare. Bij machinaal vlaktegwijs planten met 2500 stuks per hectare bedragen de kosten rond 3.750 euro per hectare. Als dit handmatig wordt uitgevoerd i.v.m. groepsgewijs planten, dan nemen de kosten met 500 (zand) – 1500 (klei) euro per hectare toe. De kosten voor vlaktegwijs planten met 4500 stuks per hectare liggen rond 6.000 euro per hectare (+/- 500 euro).

Afhankelijk van de aanlegmethode, de risico's op schade door onkruid en wild en de bereidheid om die risico's te dragen, kunnen beschermende of verzorgende maatregelen genomen worden. Daarnaast kan in de voorfase de bovengrond worden afgegraven. Een indicatie van de kosten daarvan is weergegeven in tabel 3.5. De kosten voor het afgraven, waarbij ervan wordt uitgegaan dat de vrijkomende grond lokaal 'om niet' kan worden verwerkt, bedragen bij 10 cm afgraven ruim 9.000 euro per hectare, en bij 20 cm afgraven ruim 16.000 euro per hectare. Maaien in een aanplant op rijen kost ca. 300-700 euro per hectare per keer. Daarbij moet bedacht worden dat dit – indien van toepassing – doorgaans meerdere keren zal moeten gebeuren. De kosten van afzetten van ongewenste opslag bedragen ca. 745-950 euro per hectare per keer. De kosten voor inboeten met bosplantsoen liggen rond 1.300 per 500 stuks, maar zijn bij het gebruik van veren aanzienlijk hoger.

De kosten voor bescherming tegen herten of zwijnen met rasters zijn erg afhankelijk van de schaal, en nemen per hectare sterk af naarmate het te beschermen areaal toeneemt. Bij een areaal van 1 hectare bedragen de kosten afgerond 7.700-9.300 euro per hectare, maar bij 50 hectare is dit ca. 1100-1300 euro per hectare.

Naast de uitvoering van de werkzaamheden en de begeleiding daarvan worden er kosten gemaakt voor de planvorming. Deze zijn sterk afhankelijk van de complexiteit van het ontwerp en de eisen die eraan worden gesteld (potenties en doelen bepalen en vertalen naar eisen en ontwerp). Teeuwen et al. (2020) gebruiken hiervoor een toeslag van 23,5%.

Tabel 3.4 Indicatie van kosten voor verschillende manieren van bebossing; bedragen zijn incl. 20% overhead voor planning, begeleiding, winst, risico en exclusief btw (prijsspeil 2023). Bedragen zijn per behandelde of bewerkte hectare. De kosten voor planten in bewerkte grond zijn inclusief de groundbewerking.

Maatregel	Bedrag euro per ha excl. btw
Spontane ontwikkeling	
Spontane ontwikkeling, geen bewerkingen	-
Spontane ontwikkeling, bewerkte grond (ploegen en cultivateren)	411
Groepsgewijs planten	
Planten (handmatig) van kloempen op 20% van het areaal, op 2x2 m, bewerkt terrein	1.500
Planten (handmatig) van kloempen op 20% van het areaal, op 2x2 m, onbewerkt terrein	1.007
Planten 3 populieren per cluster van 5 are, op kleigrond	468
Planten 3 populieren per cluster van 5 are, op zandgrond	443
Ruim planten	
Ruim planten in gewoelde grond (klei), 500/ha	913
Ruim planten in gewoelde grond (zand), 500/ha	867
Ruim planten in vlaktegewijs bewerkte grond (zand), 500/ha	1.359
Ruim planten in vlaktegewijs bewerkte grond (klei), 500/ha	1.406
Vlaktegewijs planten	
Planten (machinaal) in bewerkte grond (klei), 2500/ha	3.806
Planten (machinaal) in bewerkte grond (zand), 2500/ha	3.650
Planten handmatig in groepen in gewoelde gaten (klei), 2500/beplante ha	5.239
Planten handmatig in groepen in gewoelde gaten (zand), 2500/beplante ha	4.282
Planten vlaktegewijs (machinaal) in bewerkte grond (klei), 4500/ha	6.390
Planten vlaktegewijs (machinaal) in bewerkte grond (zand), 4500/ha	6.108
Planten vlaktegewijs (machinaal) in onbewerkte grond (klei), 4500/ha	5.898
Planten vlaktegewijs (machinaal) in onbewerkte grond (zand), 4500/ha	5.616
Planten populieren 8x8 m, op kleigrond	1.219
Planten populieren 8x8 m, op zandgrond	1.154

Tabel 3.5 Indicatie van kosten voor aanvullende maatregelen, bedragen incl. 20% overhead voor planning, begeleiding, winst, risico en exclusief btw (prijspeil 2023).

Maatregelen	Bedrag euro per ha
Afgraven 10 cm, grond op 3 km 'om niet' afleveren	9.191
Afgraven 20 cm, grond op 3 km 'om niet' afleveren	16.166
Maaien in jonge aanplant, rijafstand 1,5 m - 1-assige trekker met maaibalk, werkbr. 100 cm	389
Maaien in jonge aanplant, rijafstand 2 m - 1-assige trekker met maaibalk, werkbr. 120-140 cm	278
Maaien in jonge aanplant - met bosmaaier	707
Afzetten opslag in jonge aanplant	van 472 tot 943
Inboeten met 500 stuks bosplantsoen	1.344
Dekgewas*	997
Hertenraster, schaal 1 ha	9.267
Hertenraster, schaal 10 ha	3.012
Hertenraster, schaal 50 ha	1.325
Zwijnenraster, schaal 1 ha	7.747
Zwijnenraster, schaal 10 ha	2.518
Zwijnenraster, schaal 50 ha	1.108

*: aanschaf zaad bedraagt ca. 250-500 euro/ha (Al en Donker, 2021). Hier is uitgegaan van 375 euro/ha.

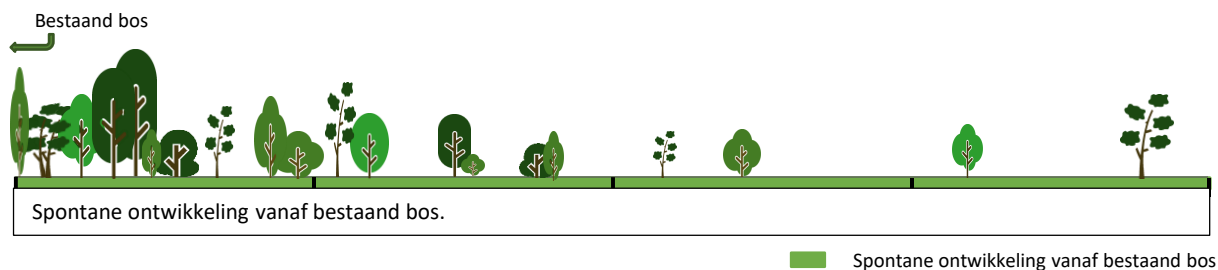
4 Toepassing van bebossingsmethoden

4.1 Bebossingsmethoden en bosbeelden

De verschillende bebossingsmethoden en combinaties ervan die in hoofdstuk 3 zijn beschreven, leiden tot uiteenlopende bosbeelden. In deze paragraaf zijn de bosbeelden van enkele van die (combinaties van) methoden schematisch gevisualiseerd. Daarbij is per methode een indicatie van een bosbeeld van ca. 30 jaar na start van de bebossing weergegeven met een transect (dwarsdoorsnede) van 160 m. Er is steeds beschreven of met de aangegeven manier van bebossing gestuurd kan worden op het realiseren van specifieke functies en doelen. Uitgangspunt is dat er na een aanvankelijke bebossing (met eventueel verzorging zoals onkruidbestrijding en inboeten) geen aanvullend beheer nodig is. Er is echter geen (of heel beperkt) rekening gehouden met de situering en schaal van de bebossing. De toegepaste manier is op zichzelf bekeken. Dit kan ertoe leiden dat de manier op de beboste grond matig of niet geschikt is voor bepaalde functies. Aansluitend op een bestaand bos kan het echter variatie en waarde toevoegen. Bijvoorbeeld door een vlakte bij te planten van een nieuwe soort. Of door aan een gelijkjarig bos aangrenzend een stuk spontaan te laten ontwikkelen.

4.1.1 Volledig spontane ontwikkeling zonder bodembewerking, gradiënt vanaf bestaande bosrand

Bij de keuze voor spontane ontwikkeling vanaf bestaand bos zonder bodembewerking, zal veelal op middellange termijn voornamelijk aan de rand van het bos spontane verjonging optreden. Naarmate de afstand vanaf het bestaande bos toeneemt, zal er minder spontane verjonging opkomen. De boomsoortensamenstelling van het nieuw te ontwikkelen bos wordt voornamelijk bepaald door de soorten die al aanwezig zijn in het aangrenzende bestaande bos. Er zullen zich met name climaxsoorten vestigen, omdat pioniersoorten zich moeilijk in de bestaande vegetatie kunnen vestigen. Het kan lang duren voordat bos zich ontwikkelt en climaxsoorten verder van de bosrand tot ontwikkeling komen.



Figuur 4.1 Voorbeeld van transect (30 jaar na start bebossing) van bebossing door spontane ontwikkeling, gradiënt vanaf bestaande bosrand.

Dicht bij het bos zullen bomen slank opgroeien en zal een dicht bos ontstaan. Iets verder weg ontstaat in eerste instantie veel structuurvariatie door open ruimte tussen de bomen. Deze zullen breed opgroeien en over een groot deel van de stam dikke takken vormen (zie foto in figuur 4.2). Dit kan een bosbeeld opleveren dat sterk afwijkt van de meeste opgaande bossen en op termijn markante bomen opleveren. Uiteindelijk zullen de open plekken dichtgroeien en verplaatst de zone met open bos zich steeds verder van het aangrenzende bos.

Deze methode is vooral geschikt voor:

- natuur, als spontane ontwikkeling en/of een (tijdelijk) open (parkachtig) bos gewenst is;
- recreatie, vooral als natuur om in te struinen gewenst is, of een bos met markante bomen op lange termijn, daarnaast voor minder veeleisende recreatievormen (rust of vermaak).

Deze methode is (veelal) minder of niet geschikt voor:

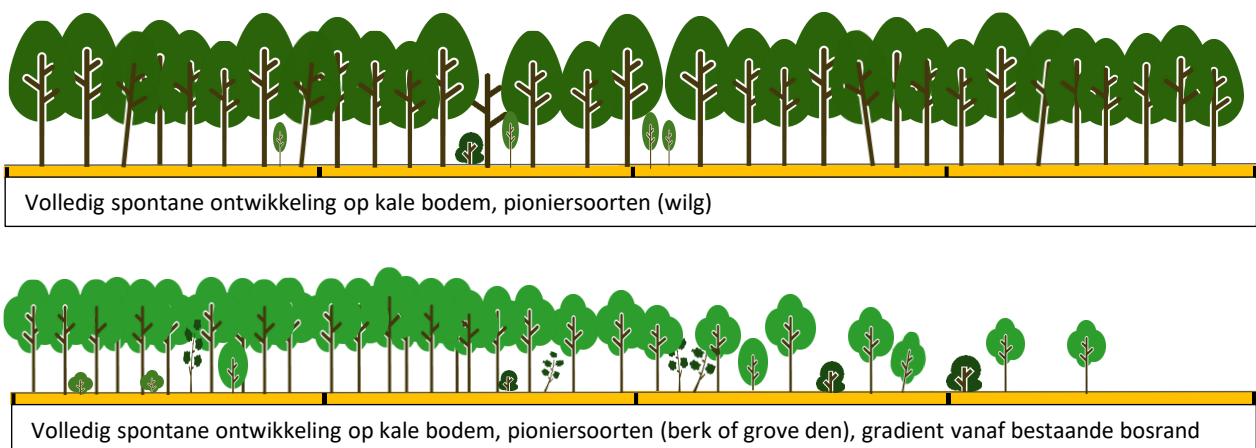
- natuur, als specifieke habitattypen, bosvegetaties of bosdiersoorten beoogd worden;
- houtproductie (weinig bijgroei, geen goede houtkwaliteit);
- klimaatmitigatie (weinig koolstofvastlegging in biomassa);
- klimaatadaptatie (geen sturing van boomsoorten);
- vitaliteit (geen sturing van boomsoorten).



Figuur 4.2 Voorbeeld van vrij opgegroeide boom.

4.1.2 Volledig spontane ontwikkeling op bewerkte bodem, gradiënt vanaf bestaande bosrand

Bij volledig spontane ontwikkeling op een bewerkte bodem zullen veelal pioniersoorten snel opkomen. Welke soortensamenstelling ontstaat, is afhankelijk van de aanwezige zaadbronnen. Dit kan leiden tot een eenvormig bos met weinig structuur. Er zal snel kroonsluiting plaatsvinden. Een soort als schietwilg kan zich massaal over grote afstanden verspreiden en kan grootschalig egaal bebossen. Soorten als berk en grove den komen op grotere afstand van de zaadbronnen minder massaal op. Aangrenzend aan het bos zal ook hier een gradiënt ontstaan, waarbij aan de rand van het bos zich eerder spontaan boompjes zullen vestigen dan op grotere afstand van het bos.



Figuur 4.3 Voorbeelden van transect (30 jaar na start bebossing) van bebossing door volledig spontane ontwikkeling op kale bodem, gradiënt vanaf bestaande bosrand, boven op kleigrond met wilg, onder op zandgrond met berk en grove den. Bij berk kan de afstand tot de zaadbron groter dan 100 m zijn.

Deze methode is vooral geschikt voor:

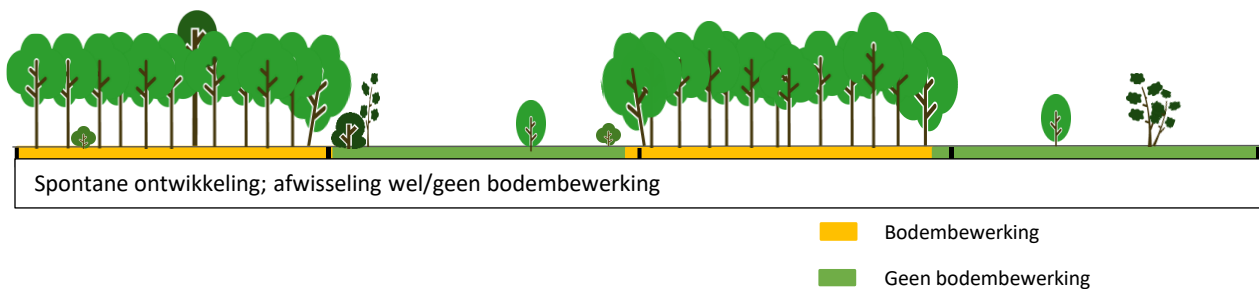
- natuur, als spontane ontwikkeling gewenst is;
- klimaatmitigatie (koolstofvastlegging in biomassa in de snelgroeiende pioniersoorten), maar wellicht niet voor de lange termijn;
- recreatie, de meer open delen vooral als natuur om in te struinen gewenst is, daarnaast voor minder veeleisende recreatievormen (rust of vermaak).

Deze methode is (veelal) minder of niet geschikt voor:

- natuur, als specifieke habitattypen, bosvegetaties of bosdiersoorten, of een open bos beoogd worden;
- houtproductie (geen goede houtkwaliteit);
- klimaatadaptatie (geen sturing van boomsoorten);
- vitaliteit (geen sturing van boomsoorten);
- recreatie, een grote kans op weinig tot geen structuurvariatie.

4.1.3 Spontane ontwikkeling met afwisselend wel/geen bodembewerking

Bij spontane ontwikkeling en een afwisseling in wel en geen bodembewerking ontstaat er structuurvariatie. Op de plekken waar de bodem bewerkt is, zullen bomen zich eerder vestigen en zullen gelijkjarige pioniersoorten zich vestigen. Ook hier geldt dat op de plekken waar de bodem bewerkt is bomen slank zullen opgroeien en een dicht bos ontstaat. Op de plekken zonder bodembewerking zal meer structuurvariatie ontstaan door open ruimte tussen de bomen. Deze bomen kunnen breed opgroeien.



Figuur 4.4 Voorbeeld van transect (30 jaar na start bebossing) van bebossing door spontane ontwikkeling met afwisselend wel/geen bodembewerking.

Deze methode is vooral geschikt voor:

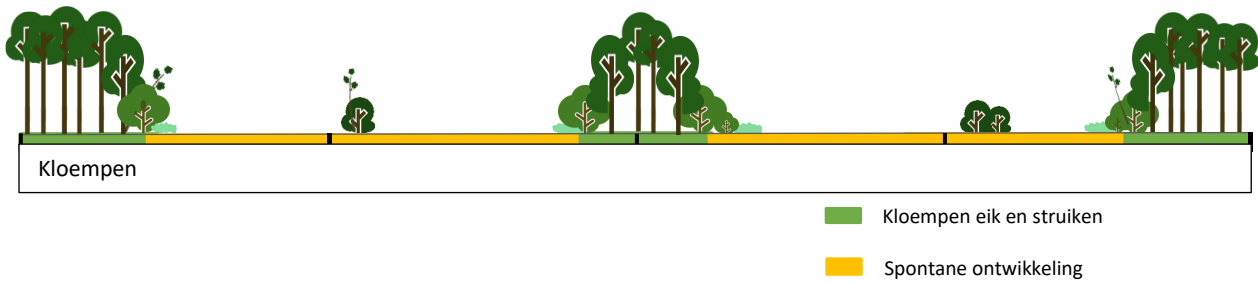
- natuur, als spontane ontwikkeling en/of een (tijdelijk) open (parkachtig) bos gewenst is;
- recreatie, vooral als natuur om in te struinen gewenst is, of voor een bos met markante bomen op lange termijn. Daarnaast voor minder veeleisende recreatievormen (rust of vermaak).

Deze methode is (veelal) minder of niet geschikt voor:

- natuur, als specifieke habitattypen, bosvegetaties of bosdiersoorten beoogd worden;
- houtproductie (weinig bijgroei, geen goede houtkwaliteit);
- klimaatmitigatie (beperkt koolstofvastlegging in biomassa);
- klimaatadaptatie (geen sturing van boomsoorten);
- vitaliteit (geen sturing van boomsoorten).

4.1.4 Kloempen

Bij spontane ontwikkeling op onbewerkte bodem, in combinatie met kloempen, ontstaat er een afwisseling van groepjes aangeplante bomen met daartussen open ruimte. Afhankelijk van wel of geen bodembewerking zal op de plekken waar spontane verjonging gepland is snel of minder snel spontane verjonging opkomen. Met kloempen kunnen specifieke boom- en struiksoorten ingebracht worden, die samen met spontane verjonging tot een gevarieerde soortensamenstelling kan leiden. Daarmee kan ten minste een deel van de toekomstige bomen gericht zijn op een vitaal en klimaatslim bos.



Figuur 4.5 Voorbeeld van transect (30 jaar na start bebossing) van bebossing met kloempen.

Deze methode is vooral geschikt voor:

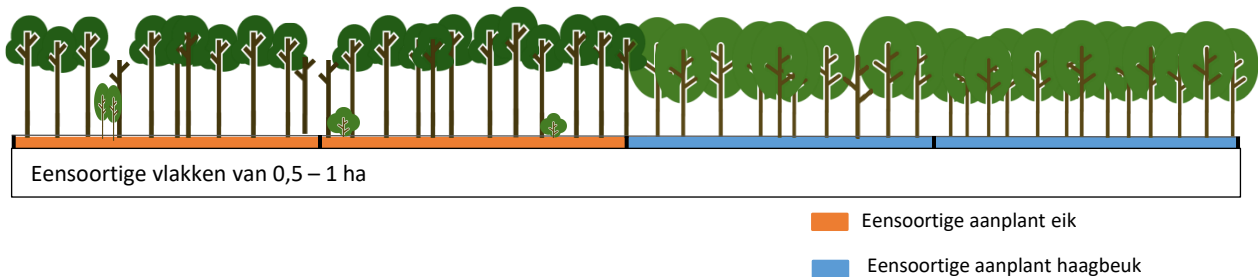
- natuur, als een (tijdelijk) open (parkachtig) bos gewenst is;
- recreatie, vooral als natuur om in te struinen gewenst is, of voor een bos met markante bomen op lange termijn. Daarnaast voor minder veeleisende recreatievormen (rust of vermaak);
- klimaatadaptatie (geen sturing van boomsoorten);
- vitaliteit (geen sturing van boomsoorten).

Deze methode is (veelal) minder of niet geschikt voor:

- natuur, als specifieke (bos)habitattypen, bosvegetaties of bosdiersoorten beoogd worden;
- houtproductie, (weinig bijgroei, geen goede houtkwaliteit);
- klimaatmitigatie (weinig koolstofvastlegging in biomassa).

4.1.5 Eensoortig vlaktegewijze aanplant

Bij de aanplant van eensoortige vlakken ontstaat op groepsniveau weinig variatie in samenstelling en structuur. Op macroniveau kan de variatie ontstaan door vakken van verschillende soorten af te wisselen, bijvoorbeeld afwisseling tussen snelgroeiende soorten en langzaam groeiende soorten.



Figuur 4.6 Voorbeeld van transect (30 jaar na start bebossing) van eensoortige, vlaktegewijze aanplant.

Deze methode is vooral geschikt voor:

- houtproductie (sturing van boomsoorten mogelijk en plantdichtheid te bepalen);
- klimaatadaptatie (sturing van boomsoorten mogelijk);
- vitaliteit (sturing van boomsoorten mogelijk, hoewel geen menging en weinig structuurvariatie op kleinere schaal, wat een risico kan zijn);
- klimaatmitigatie (koolstofvastlegging in biomassa);
- natuur, als specifieke habitattypen met eensoortig bos beoogd wordt;
- recreatie voor minder veeleisende recreatievormen (rust of vermaak).

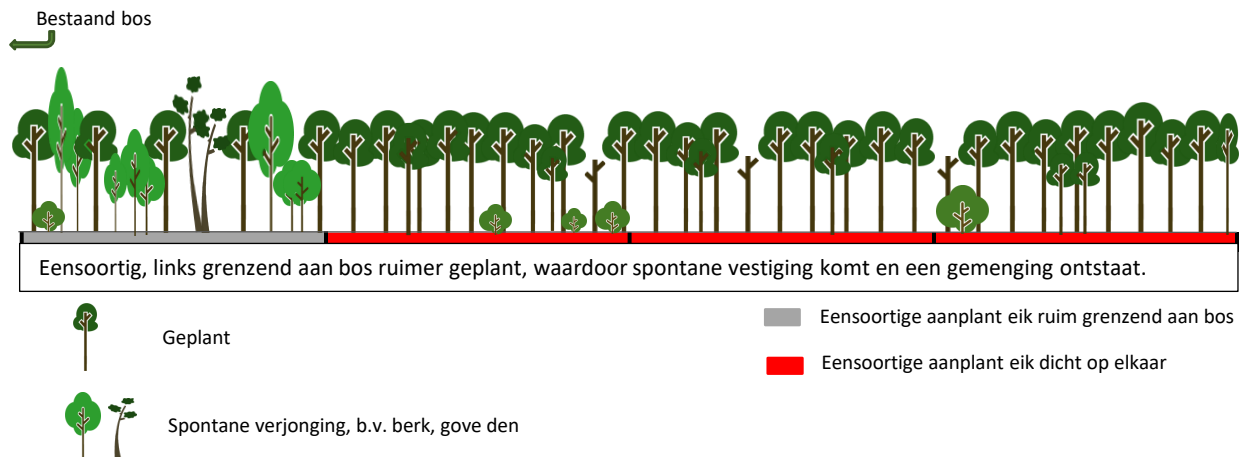
Kanttekening hierbij is dat eensoortige vakken groter dan 0,3-0,5 hectare worden afgeraden.

Deze methode is (veelal) weinig of niet geschikt voor:

- natuur, als specifieke habitattypen met gemengd bos, bosvegetaties of diersoorten beoogd worden;
- natuur, als een (tijdelijk) kleinschalig open (parkachtig) of structuurrijk, gemengd bos gewenst is;
- recreatie, bijvoorbeeld als natuur om in te struinen gewenst is, of voor een bos met markante bomen.

4.1.6 Eensoortig geplant, grenzend aan bos ruimer geplant voor spontane vestiging

Bij de keuze voor een eensoortig bos met variatie in plantdichtheden grenzend aan bestaand bos, kan toch gezorgd worden voor een gemengde soortensamenstelling op een deel van de bebossing. Wanneer aangrenzend aan het bos de bomen ruimer geplant worden, kunnen soorten aanwezig in het bos zich spontaan vestigen tussen de aanplant. In het overige aangeplante bos waar dichter op elkaar geplant is, kan kwaliteitshout groeien bij de juiste keuze van plantmateriaal. Vooral bij een kleine bebossing grenzend aan bestaand bos kan bij deze methode gebruikgemaakt worden van de voordelen van aanplant en spontane bebossing.



Figuur 4.7 Voorbeeld van transect (30 jaar na start bebossing) van eensoortig geplante bebossing, grenzend aan bos, ruimer geplant voor spontane vestiging.

Deze methode is vooral geschikt voor:

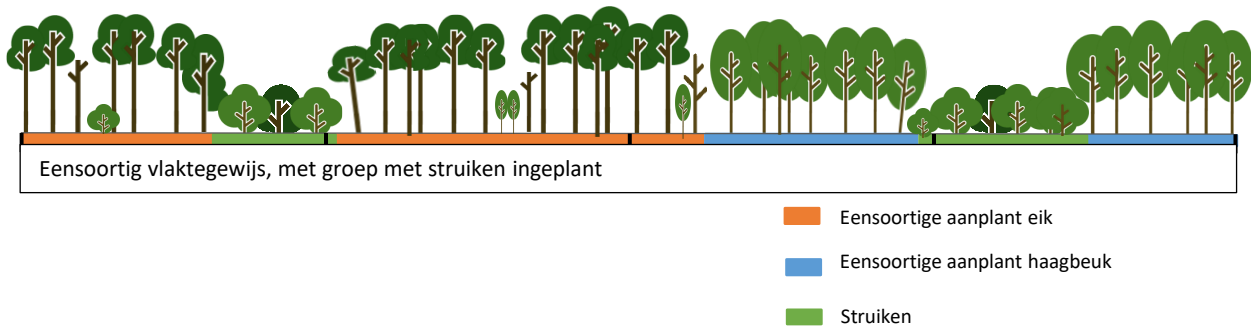
- houtproductie (sturing van boomsoorten mogelijk en plantdichtheid te bepalen);
- klimaatadaptatie (sturing van boomsoorten mogelijk);
- vitaliteit (sturing van boomsoorten mogelijk, hoewel grotendeels geen menging en weinig structuurvariatie op kleinere schaal, wat een risico kan zijn);
- klimaatmitigatie (koolstofvastlegging in biomassa);
- natuur, als specifieke habitattypen met eensoortig bos beoogd wordt;
- recreatie voor minder veeleisende recreatievormen (rust of vermaak).

Deze methode is (veelal) weinig of niet geschikt voor:

- natuur, als specifieke habitattypen met een gemengde boomsoortensamenstelling, bosvegetaties of bosdiersoorten beoogd worden, tenzij de bebossing kleinschalig is en het spontane deel een belangrijk oppervlaktedeel uitmaakt;
- natuur, als een (tijdelijk) kleinschalig open (parkachtig) of structuurrijk, gemengd bos gewenst is;
- recreatie, bijvoorbeeld als natuur om in te struinen gewenst is, of voor een bos met markante bomen.

4.1.7 Vlaktegewijs geplant, met groepen met struiken

Bij vlaktegewijze aanplant met groepen struiken wordt bos met veel structuurvariatie gecreëerd. Door groepen met struiken aan te planten tussen de aangeplante bomen, ontstaat verticale structuurvariatie met veel randlengte binnen het bos, wat zorgt voor verschillende microhabitats. De vlaktegewijze aangeplante bomen kunnen op termijn voor houtproductie zorgen. Door in de vakken verschillende boomsoorten af te wisselen kan variatie ontstaan, bijvoorbeeld afwisseling tussen snelgroeiende en langzaam groeiende soorten.



Figuur 4.8 Voorbeeld van transect (30 jaar na start bebossing) van vlaktegewise geplante bebossing, met groepen met struiken ingeplant.

Deze methode is vooral geschikt voor:

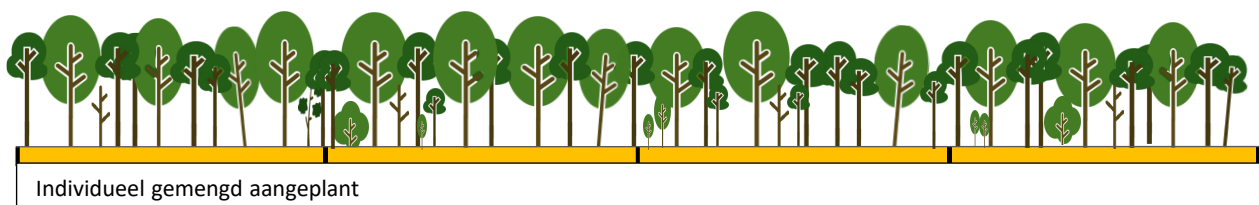
- houtproductie (sturing van boomsoorten mogelijk en plantdichtheid te bepalen in de vlaktegewise aanplant);
- klimaatadaptatie (sturing van boomsoorten mogelijk);
- vitaliteit (sturing van boomsoorten mogelijk);
- klimaatmitigatie (koolstofvastlegging in biomassa);
- natuur, als structuurrijk bos beoogd wordt;
- natuur, als specifieke habitattypen met een eensoortige boomsoortensamenstelling beoogd wordt;
- recreatie, vooral voor minder veeleisende recreatievormen (rust of vermaak).

Deze methode is (veelal) weinig of niet geschikt voor:

- natuur, als specifieke habitattypen met een gemengde boomsoortensamenstelling, bosvegetaties of diersoorten beoogd worden;
- natuur, als een (tijdelijk) open (parkachtig) bos gewenst is of spontane verjonging gewenst is;
- recreatie, bijvoorbeeld als natuur om in te struinen gewenst is, of voor een bos met markante bomen.

4.1.8 Individueel gemengd geplant

Bij individueel gemengde aanplant dient zo mogelijk gekozen te worden voor soorten die min of meer hetzelfde groeitempo of groeiritme hebben, zodat op termijn geen ontmenging optreedt. Naarmate de groeisnelheden meer verschillen, dienen de mengverhoudingen te verschuiven naar een hoger aandeel van de langzaamst groeiende soort, zodat deze laatste de kans krijg zich te handhaven zonder beheeringrepen. Een langzamer groeiende, maar schaduw verdragende soort kan eventueel gemengd worden met een sneller groeiende, licht doorlatende soort. Op deze manier wordt gezorgd voor een gemengde boomlaag.



Figuur 4.9 Voorbeeld van transect (30 jaar na start bebossing) van individueel gemengd geplante bebossing.

Deze methode is vooral geschikt voor:

- houtproductie (sturing van boomsoorten mogelijk en plantdichtheid te bepalen);
- klimaatadaptatie (sturing van boomsoorten mogelijk);
- vitaliteit (sturing van boomsoorten mogelijk);
- klimaatmitigatie (koolstofvastlegging in biomassa);

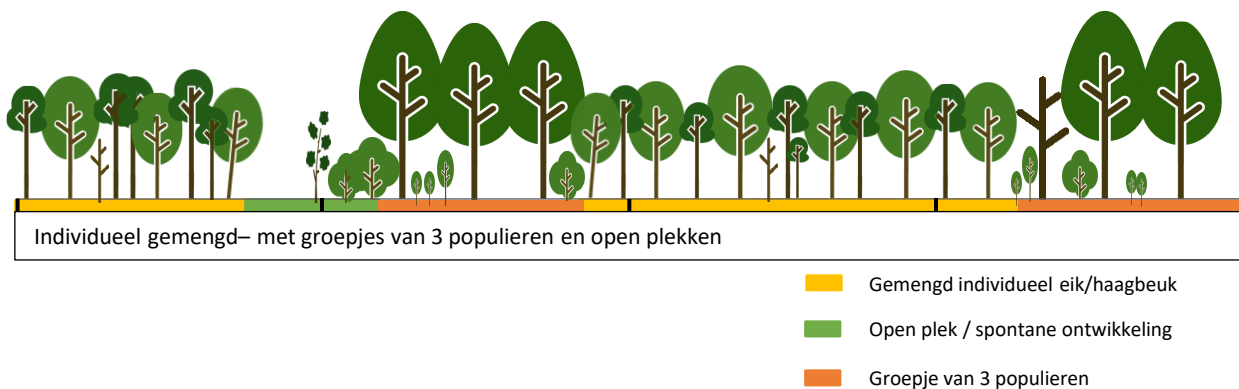
- natuur, als specifieke habitattypen, bosvegetaties of diersoorten beoogd worden (het is soms gewenst om met beheer structuurvariatie op termijn te vergroten);
- recreatie voor minder veeleisende recreatievormen (rust of vermaak).

Deze methode is (veelal) minder of niet geschikt voor:

- natuur, als een (tijdelijk) kleinschalig open (parkachtig) bos of spontane verjonging gewenst is;
- recreatie, bijvoorbeeld als natuur om in te struinen gewenst is, of een bos met markante bomen op lange termijn.

4.1.9 Individueel gemengd geplant – met groepjes van 3 populieren en open plekken

Wanneer gekozen wordt voor individueel gemengde aanplant met groepjes van populieren en open plekken ontstaat er veel structuurvariatie, zowel horizontaal als verticaal, en een gemengde soortensamenstelling. De snelgroeiende populieren zorgen snel voor een bosklimaat, dikke bomen en een onregelmatig kronendak. Open plekken zullen op termijn dichtgroeien met spontane verjonging.



Figuur 4.10 Voorbeeld van transect (30 jaar na start bebossing) van individueel gemengd geplante bebossing – met groepjes van 3 populieren en open plekken.

Deze methode is vooral geschikt voor:

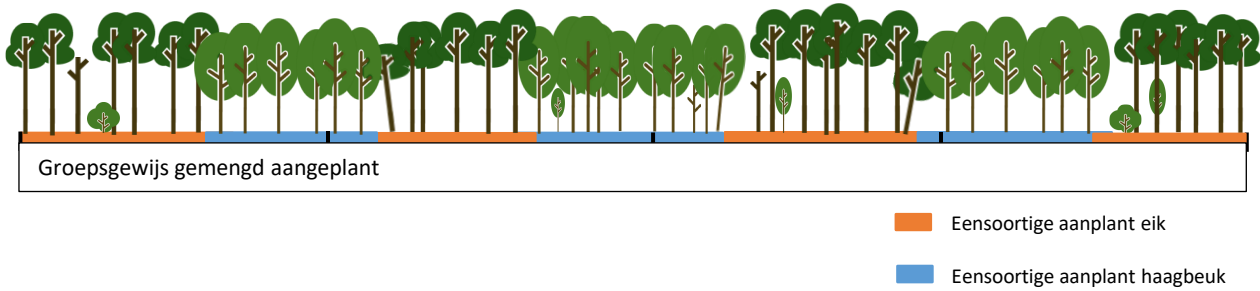
- houtproductie (sturing van boomsoorten mogelijk en plantdichtheid te bepalen);
- klimaatadaptatie (sturing van boomsoorten mogelijk);
- vitaliteit (sturing van boomsoorten mogelijk);
- klimaatmitigatie (koolstofvastlegging in biomassa);
- natuur, als specifieke habitattypen, bosvegetaties of diersoorten beoogd worden (gewenst om met beheer structuurvariatie op termijn te vergroten);
- recreatie voor de meeste recreatievormen.

Deze methode is (veelal) minder of niet geschikt voor:

- natuur, als een (tijdelijk) kleinschalig open (parkachtig) bos gewenst is natuur, of als spontane verjonging gewenst is.

4.1.10 Groepsgewijs gemengd geplant

Bij de keuze voor gemengd groepsgewijs aanplanten kunnen soorten gecombineerd worden die verschillende groeisnelheden hebben. Er zal minder snel spontaan ontmenging optreden wanneer de eensoortige vlakken groot genoeg zijn. Wanneer de bomen met de juiste dichtheid worden geplant, kan dit zorgen voor productie van hout.



Figuur 4.11 Voorbeeld van transect (30 jaar na start bebossing) van groepsgewijs gemengd geplante bebossing.

Deze methode is vooral geschikt voor:

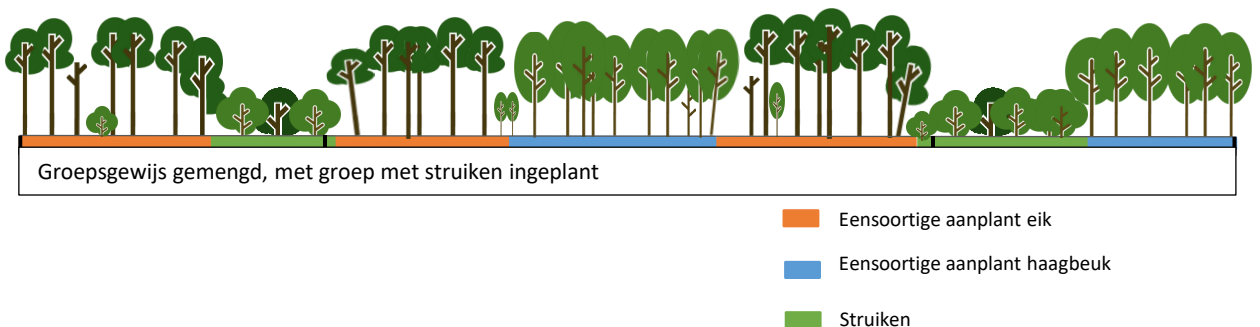
- houtproductie (sturing van boomsoorten mogelijk en plantdichtheid te bepalen);
- klimaatadaptatie (sturing van boomsoorten mogelijk);
- vitaliteit (sturing van boomsoorten mogelijk);
- klimaatmitigatie (koolstofvastlegging in biomassa);
- natuur, als specifieke habitattypen, bosvegetaties of diersoorten beoogd worden (gewenst om met beheer structuurvariatie op termijn te vergroten door open plekken te maken);
- recreatie voor minder veeleisende recreatievormen (rust of vermaak).

Deze methode is (veelal) minder of niet geschikt voor:

- natuur, als een (tijdelijk) kleinschalig open (parkachtig) bos of spontane verjonging gewenst is;
- recreatie, bijvoorbeeld als natuur om in te struinen gewenst is, of een bos met markante bomen op lange termijn.

4.1.11 Groepsgewijs gemengd geplant, met groepen met struiken ingeplant

Bij gemengd groepsgewijze aanplant met groepen struiken ingeplant, wordt meer variatie gecreëerd ten opzichte van de gemengde groepsgewijze aanplant zonder struiken. In de eensoortig aangeplante vlakken kan met het juiste plantmateriaal gezorgd worden voor houtkwaliteit. Ook kunnen bepaalde habitattypen gecreëerd worden.



Figuur 4.12 Voorbeeld van transect (30 jaar na start bebossing) van groepsgewijs gemengd geplante bebossing, met groepen met struiken ingeplant.

Deze methode is vooral geschikt voor:

- houtproductie (sturing van boomsoorten mogelijk en plantdichtheid te bepalen);
- klimaatadaptatie (sturing van boomsoorten mogelijk);
- vitaliteit (sturing van boomsoorten mogelijk);
- klimaatmitigatie (koolstofvastlegging in biomassa);
- natuur, als specifieke habitattypen, bosvegetaties of diersoorten beoogd worden (gewenst om met beheer structuurvariatie op termijn te vergroten);
- recreatie, vooral voor recreatie voor minder veeleisende recreatievormen (rust of vermaak).

Deze methode is (veelal) minder of niet geschikt voor:

- natuur, als een (tijdelijk) kleinschalig open (parkachtig) bos of spontane verjonging gewenst is;
- recreatie, bijvoorbeeld als natuur om in te struinen gewenst is, of voor een bos met markante bomen.

4.2 Overzicht kenmerken per aanlegmethode

Met de verschillende manieren van bebossing kan in verschillende mate gestuurd worden op het realiseren van doelen en functies. De manieren die in paragraaf 4.1 zijn beschreven, zijn in tabel 4.1 weergegeven, waarbij is aangegeven in welke mate gestuurd kan worden op verschillende kenmerken van het bos. Er moet wel bij bedacht worden dat sommige kenmerken toch ook gerealiseerd kunnen worden zonder dat daarop gestuurd kan worden. Het kan soms echter lang(er) duren of het kan in beperktere mate dan gewenst worden gerealiseerd, zoals het ontstaan van dikke en dode bomen of het ontwikkelen van een specifiek habitatype bij spontane ontwikkeling op gras/ruigte. Er is verder van uitgegaan dat er na de fase van bebossing met eventueel beheer in de eerste fase (onkruidbestrijding, wildbescherming, water geven) geen wezenlijk beheer wordt uitgevoerd.

Tabel 4.1 Voorbeelden van enkele varianten voor aanleg van bos en de mogelijkheid ervan om te sturen op de realisatie van relevante kenmerken voor het realiseren van doelen van de Bossenstrategie. NB In een aantal gevallen kan het kenmerk ook gerealiseerd worden zonder er op te sturen.

	Spontane bebossing	Structuur	Soortensamenstelling	Habitat voor specifieke faunasoorten	Dikke bomen, -> dode bomen	N, P in bodem	Dichtheid beplanting, kwaliteit hout	Gemengd bos	Natuurlijkheid	Patroon van aanleg (geen)	Bodem koolstof	Snelle groei, hoge productie	Snelheid waarmee bos wordt gerealiseerd
1. Spontaan climaxsoorten (op gras, ruigte)	+	--	--	---	---	---	---	--	+	+	+	---	---
2. Spontaan pioniers (bewerkte bodem)	+	---	--	---	-	+	-	---	+	+	---	+	+
3. Afwisseling spontane pioniers en climaxsoorten (1 en 2)	+	+	--	---	-	+	+ / -	+	+	+	+ / -	+ / -	+ / -
4. Kloempen met spontaan climaxsoorten (op gras, ruigte)	+/-	+	+/-	+/-	---	+	---	+	+	+	+	+/-	+/-
5. Eensoortig, vlaktegewijs	---	---	+/-	+	+	+	+	---	---	+/-	+	+	+
6. Eensoortig, ruimte voor spontane vestiging	+/-	---	+/-	+	+	+	+	+	+/-	+/-	+	+	+
7. Eensoortig, vlaktegewijs met structuurelementen	---	+	+/-	+	+	+	+	+/-	+	+/-	+	+	+
8. Individueel gemengd	---	---	+	+	+	+	+	+	+/-	+/-	+	+	+
9. Individueel gemengd met structuurelementen	---	+	+	+	+	+	+	+	+	+/-	+	+	+
10. Groepsgewijs geplant	---	+	+	+	+	+	+	+	+	+/-	+	+	+
11. Groepsgewijs geplant met structuurelementen	---	+	+	+	+	+	+	+	+	+/-	+	+	+

+ kan door sturen met de juiste keuzes gerealiseerd worden

+/- kan door sturen met de juiste keuzes beperkt gerealiseerd worden

- kan niet op gestuurd worden en wordt waarschijnlijk wel gerealiseerd

-- kan niet op gestuurd worden, maar niet goed in te schatten (sterk afhankelijk van de situatie) of het wordt gerealiseerd

--- kan niet op gestuurd worden en wordt waarschijnlijk niet (wezenlijk) gerealiseerd

4.3 Voorbeelden voor specifieke locaties

In de onderstaande paragraaf zijn enkele voorbeelden uitgewerkt voor specifieke hypothetische locaties. De exacte details, zoals PNV, aan te planten soorten en tot welke diepte moet worden afgegraven, zijn nu grof geschat en kunnen bij een concreet project uiteraard pas worden vastgesteld na uitgebreide literatuur, stakeholder- en terreinonderzoek. De voorbeelden betreffen drie situaties die bij bebossing regelmatig voor zullen komen. Het eerste voorbeeld betreft het bebossen van natuurgrasland dat grenst aan bos en dat niet tot een soortenrijke vegetatie is ontwikkeld. Het tweede voorbeeld betreft het realiseren van specifieke boshabitattypen, in dit geval in een beekdal. Het derde voorbeeld betreft bebossing bij een woonkern, waarbij recreatie de hoofdfunctie van het bos zal zijn.

4.3.1 Bebossing van kruidenrijk graslandperceel grenzend aan bos

Variant Spontaan	
Algemeen	
Situering	Kruiden- en faunarijk grasland van 1,5 ha, weinig ecologische waarde, gelegen tegen een boscomplex met ruwe berk, grove den en zomereik dat als natuurbos wordt beheerd
Doel	Versterken natuurwaarde en vergroten oppervlakte van bestaand bos, waarbij spontaniteit sterk gewaardeerd wordt
Grondsoort	Duinvaaggrond in zeer fijn tot matig fijn zand en zeer humusarm
Potentieel natuurlijke vegetatie (PNV)	Berken-Zomereikenbos en Wintereiken-Beukenbos
Huidige vegetatie op te ontwikkelen locatie	Verschraald grasland
Potentiële moederbomen in de omgeving	Berk, grove den, zomereik en lijsterbes
Terreinvoorbereiding	Ja, alleen ter plaatse van de te planten kloempen
Dekgewas	Nee

Onderbouwing voor gekozen aanlegmethode
<p>Natuurwaarden met spontane processen zijn hier het hoofddoel en er zijn in de omgeving voldoende moederbomen van de PNV-soorten aanwezig. Spontaan ontwikkeld bos heeft in de regel vanuit de bosrand een gevarieerde structuurgradiënt van dicht naar meer open verjonging. Spontane verjonging sluit goed aan op de doelstelling, mede omdat houtproductie hier geen rol speelt. De bodem is door verschalingsbeheer matig voedselrijk, zodat afgraven niet nodig is. De bomen die van nature op deze bodem thuishoren, zijn deels bomen die horen bij een licht bos (lichtboomsoorten) en deels bomen die horen bij een donker bos (schaduwboomsoorten). Beide typen hebben een verschillende concurrentiekracht en daarom is het beter om deze typen in aparte groepen, kloempen in dit geval, aan te planten.</p> <p>Het te bebossen terrein ligt tegen bestaand bos aan en de vegetatie is redelijk open. Daarom is de verwachting dat spontane verjonging goed van de grond zal komen. De twee belangrijkste boomsoorten van het Berken-Zomereikenbos (ruwe berk en zomereik) zijn in de omgeving aanwezig en aanvullend kan spontane verjonging van grove den verwacht worden. Vanwege het ontbreken van een aantal boom- en struiksoorten van het Wintereiken-Beukenbos en rijk-strooiselsoorten, is besloten om aanvullend in kloempen de ontbrekende soorten in te brengen. Wanneer dit niet wordt gedaan, kan het vanwege de migratiesnelheid van bomen nog vele decennia duren voordat deze soorten zich vestigen. Vanuit de groep van de rijk-strooiselsoorten worden vuilboom, hazelaar en ratelpopulier toegevoegd. Hazelaar en ratelpopulier horen niet direct thuis in het Berken-Zomereikenbos, maar wel in het Wintereiken-Beukenbos en zijn rijk-strooiselsoorten. De meeste van de lokale PNV-soorten produceren geen rijk strooisel, terwijl rijk strooisel wel bijdraagt aan een gezonde bosbodem. Dit maakt hazelaar en ratelpopulier in deze omgeving extra belangrijk. Dit geldt met name voor zandgrond. Vanwege de verspreide ligging worden de kloempen handmatig geplant.</p>

Aanlegmethode	Toegepast op 100% van de oppervlakte. Binnen dit blok wordt op 80% van de oppervlakte ingezet op spontane verjonging en op 20% van de oppervlakte op aanplant van kloempen met ontbrekende soorten.
Spontaan versus aanplant	Spontaan (op 80% van de oppervlakte)
Sortiment	Niet van toepassing
Plantdichtheid	Niet van toepassing
Plantmethode	Niet van toepassing
Spontaan versus aanplant	Aanplant in kloempen (op 20% van de oppervlakte)
Sortiment	Beuk, wintereik, ratelpopulier, hazelaar en vuilboom
Plantdichtheid	2,0 x 2,0 m
Plantmethode	Handmatig in geboorde plantgaten in kloempen (één boomsoort per kloemp)

4.3.2 Uitbreiding habitatype bos in een beekdal

Variant Beekdalen	
Algemeen	
Situering	Voormalige landbouwgrond (20 ha) met weinig ecologische waarde, voedselrijk, gelegen in een gebied met verspreid liggende wegbeplanting en singels
Doel	Een natuurlijk beekbegeleidend essenbos (uitbreiding habitatype H91E0C: vochtige alluviale bossen)
Grondsoort	Beekeerdgrond, lemig fijn zand
Potentieel natuurlijke vegetatie (PNV)	Vogelkers-Essenbos, met Eiken-Haagbeukenbos op de drogere delen
Huidige vegetatie op te ontwikkelen locatie	Grasland
Potentiële moederbomen in de omgeving	Es, in mindere mate zomereik, beuk
Dekgewas	Nee
Terreinvoorbereiding	Afgraven rijke toplaag, 20 cm

Onderbouwing voor gekozen methode van aanleg
<p>Het nieuwe bos heeft natuur, met habitatype beekbegeleidend essenbos, als hoofddoel. In principe sluit spontane bosontwikkeling hier goed op aan. Het aantal moederbomen van de gewenste soorten is echter beperkt en de afstanden tot de zaadbronnen zijn vaak te groot, zodat volledige bebossing decennia zal duren. Daarom wordt ervoor gekozen om het bos grotendeels aan te planten. De bomen die van nature op deze bodem te verwachten zijn, zijn deels bomen die horen bij een licht bos (lichtboomsoorten) en deels bomen die horen bij een donker bos (schaduwboomsoorten). Deze beide typen bomen hebben een verschillende concurrentiekracht en daarom worden beide typen bos in aparte blokken aangeplant. Dit zorgt tegelijk voor ruimtelijke variatie. De huidige bovenlaag is dermate verrijkt met voedingsstoffen dat dit naar verwachting nog decennialang voor een overschot aan voedingsstoffen zal zorgen. Dit houdt de ontwikkeling van het gewenste habitatype tegen. Daarom wordt de verrijkte bovengrond afgegraven. Dit heeft als bijkomend voordeel dat basenrijk grondwater dicht bij de oppervlakte komt. Dergelijke maatregelen dienen uiteraard voorafgegaan te worden door een grondige landschapsecologische systeemanalyse en in veel gevallen zijn voor natuurherstel aanvullende maatregelen noodzakelijke, zoals aanpassingen aan het watersysteem. Om de invang van depositie in de boskern te beperken, wordt een</p>

geleidelijk opgaande bosrand aangelegd, met in de buitenrand struiksoorten en naar binnen toe een geleidelijk toenemend aandeel boomsoorten (Wuyts et al., 2009).

Blok 1

Voor het deel met de lichtboomsoorten (blok 1) wordt deels gekozen voor spontane verjonging, omdat deze soorten naar verwachting goed opkomen op de kaal gemaakte bodem. Hiermee wordt tevens een gradiënt gemaakt van dicht naar meer open bebossing. Om de dichtheid van de verjonging te verhogen en het aantal soorten te vergroten, wordt als aanvulling op de natuurlijke verjonging in kloempen soorten ingebracht die niet of beperkt in de omgeving voorkomen. Deze combinatie wordt juist toegepast in combinatie met lichtboomsoorten, omdat deze in het algemeen beter bestand zijn tegen een open bosklimaat dan schaduwboomsoorten. Vanwege de verspreide ligging worden de kloempen handmatig geplant.

Blok 2 en 3

In deze blokken worden de schaduwboomsoorten toegepast. In blok 2 de boomsoorten en in blok 3 de struiksoorten ter vorming van een bosrand. De oppervlakte van deze blokken wordt volledig geplant en de bomen kunnen daarom machinaal worden geplant.

Aanlegmethode blok 1 (lichtboomsoorten)	Toegepast op 40% van de oppervlakte (binnen blok 1 wordt op 75% van de oppervlakte ingezet op spontane verjonging en op 25% van de oppervlakte worden kloempen met lichtboomsoorten ingebracht)
Spontaan versus aanplant	Spontaan (op 75% van Blok 1), vooral es, langs bestaand bos
Sortiment	Niet van toepassing
Plantdichtheid	Niet van toepassing
Plantmethode	Niet van toepassing
Spontaan versus aanplant	Aanplant (op 25% van Blok 1)
Sortiment	Vooral zomereik, gemengd met zwarte els, zoete kers, zachte berk en wat es inheemse vogelkers, hazelaar, eenstijlige meidoorn, kornoelje, lijsterbes en liguster
Plantdichtheid	2,0 x 2,0 m
Plantmethode	Handmatig in geboorde plantgaten in kloempen (één boomsoort per kloemp)
Aanlegmethode blok 2 (schaduwboomsoorten)	Toegepast op 40% van de oppervlakte
Spontaan versus aanplant	Aanplant, groepsgewijs
Sortiment	Esdoorn, haagbeuk, beuk, zomer- en winterlinde, tweestijlige meidoorn, lijsterbes, hazelaar en wat es (eigenlijk lichtboomsoort)
Plantdichtheid	2,0 x 2,0 m
Plantmethode	Handmatig in geboorde plantgaten (machinaal kan ook, afhankelijk van aan te leggen oppervlakte en terreinomstandigheden)
Aanlegmethode blok 3 (bosrand)	Toegepast op 20% van de oppervlakte
Spontaan versus aanplant	Aanplant
Sortiment	Gelderse roos, kardinaalsmuts, grauwe wilg, wegedoorn en hondsroos
Plantdichtheid	2,0 x 2,0 m
Plantmethode	Handmatig in geboorde plantgaten (machinaal kan ook, afhankelijk van aan te leggen oppervlakte en terreinomstandigheden)

4.3.3 Bos bij bebouwing

Variant Bij bebouwing	
Algemeen	
Situering	Landbouwgrond (50 ha) gelegen nabij een woonkern in een omgeving met verspreid liggende wegbepanting en singels
Doel	Een recreatiebos met nevenfunctie natuur en houtproductie
Grondsoort	Ooivaaggrond in lichte zavel
Potentieel natuurlijke vegetatie (PNV)	Abelen-Iepenbos of Elzenrijk Essen-Iepenbos (ruime soortenkeus)
Huidige vegetatie op te ontwikkelen locatie	Akker
Potentiele moederbomen in de omgeving	Es, els, gewone esdoorn en eik, en schietwilg op grotere afstand
Dekgewas	Ja
Terreinvoorbereiding	Eventueel wat beperkt grondverzet voor aanbrengen extra reliëf

Onderbouwing voor gekozen methode van aanleg
<p>Het nieuwe bos heeft recreatie als hoofddoel. Recreanten willen in de regel snel resultaat zien en het aantal moederbomen in de omgeving is beperkt, daarom wordt ervoor gekozen om het bos grotendeels aan te planten en maar op een klein deel van de oppervlakte te wachten op spontane verjonging. Voor het deel van het nieuwe bos dat gericht is op houtproductie wordt ook aangeplant voor een goede houtkwaliteit. De huidige bovenlaag is enigszins verrijkt met voedingsstoffen, maar aangezien het bos met name gaat dienen als recreatiebos, is het niet nodig om de bovengrond af te graven. Het terrein is nu in gebruik als akker, dus er hoeft niet voorafgaand geploegd te worden. De bij een akker horende zwarte grond kan wel snel verruigen, zeker op een wat rijkere bodem zoals een ooivaaggrond, dus wordt ervoor gekozen om voor het planten een dekgewas in te zaaien.</p> <p>Blok 1</p> <p>De soorten die van nature thuishoren op een dergelijke bodem zijn te verdelen in snel- en langzaam groeiende soorten. Deze beide typen bomen hebben een verschillende concurrentiekracht en daarom worden ze beide in aparte blokken aangeplant. Voordeel van het planten van bomen met een verschillende groeisnelheid is dat dit snel voor afwisseling en variatie zorgt. Snelgroeiende soorten als abeel en ratelpopulier hebben ook als voordeel dat deze een korte levensduur hebben, en daarmee op relatief korte termijn het ecologisch zeer relevante dood hout kunnen genereren.</p> <p>De langzaam groeiende soorten kunnen vanwege de grootschalige aanleg handmatig of machinaal geplant worden. De snelgroeiende bomen worden vanwege de omvang van het plantmateriaal veelal handmatig in geboorde plantgaten geplant.</p> <p>Blok 2</p> <p>Voor de houtproductie, om snel een bosbeeld te krijgen en ook als variatie ten opzichte van de andere blokken, wordt een deel van het bos ingericht voor de houtproductie. Hier wordt gekozen voor snelgroeiende populieren. Om risico's te spreiden, worden verschillende klonen van populier aangeplant. Om het productiebos ook voor recreanten aantrekkelijker te maken, is het wenselijk dat er enige structuur en variatie ontstaat door tussen de populieren groepen met struiken en trager groeiende bomen te planten. Deze struiken en bomen vervullen tegelijkertijd een belangrijke rol voor de natuur en zorgen ervoor dat wanneer op termijn de populieren weer geoogst worden, er bomen en struiken overblijven en er geen kale vlakte ontstaat.</p> <p>Blok 3</p> <p>In blok 3 worden de struiksoorten geplant ter vorming van bosranden. Voor recreanten hebben de bosranden meerdere functies: sturing van de wandelaars, een aantrekkelijk beeld met vroeg in het seizoen</p>

bloemen en later bessen en ook voor de natuur zijn bosranden van groot belang. De oppervlakte van dit blok wordt volledig beplant.

Blok 4

Ten behoeve van de variatie wordt een beperkt deel van het terrein niet ingeplant. Wanneer dit terrein niet gemaaid wordt, dan zal na verloop van tijd spontane verjonging optreden. Aangezien houtproductie hier geen hoofdrol speelt, sluit het hier prima op aan om gebruik te maken van spontane verjonging. Twee van de vier belangrijke boomsoorten uit de PNV zijn in de omgeving aanwezig en aanvullend kan spontane verjonging van esdoorn en struiksoorten verwacht worden. De spontane verjonging zal duidelijk afwijken van de aanplant, wat de variatie voor recreanten ten goede komt.

Blok 5

Een deel van het gebied wordt niet beplant en blijft permanent een open ruimte. Hier is voor gekozen, omdat door recreanten vaak juist de afwisseling tussen open en gesloten ruimten hoog wordt gewaardeerd en de open ruimte voor dagrecreatie kan worden gebruikt. Dit deel wordt jaarlijks gemaaid met afvoer van het maaisel.

Aanlegmethode blok 1 (langzaam + snel)	Toegepast op 40% van de oppervlakte (in blok 1 worden op 75% langzaam groeiende soorten gepland en op 25% worden kloempen met snelgroeiende soorten gepland)
Spontaan versus aanplant	Aanplant langzaam groeiend (op 75% van het blok)
Sortiment	Bomen (2/3 deel van de aanplant): esdoorn, zwarte els, fladderiep en zomereik Struiken (1/3 deel van de aanplant): veldesdoorn, hazelaar, lijsterbes, eenstijlige meidoorn
Plantdichtheid	2,0 x 2,0 m
Plantmethode	Handmatig in geboorde plantgaten (machinaal kan ook, afhankelijk van aan te leggen oppervlakte en terreinomstandigheden)
Spontaan versus aanplant	Aanplant snel groeiend (op 25% van het blok)
Sortiment	Grauwe abeel, ratelpopulier, schietwilg
Plantdichtheid	8 x 8 m
Plantmethode	Handmatig in geboorde plantgaten, in kloempen te midden van de langzaam groeiende soorten
Aanlegmethode blok 2 (snel)	Toegepast op 20% van de oppervlakte (mede t.b.v. snelle ontwikkeling structuur en potentieel dood hout)
Spontaan versus aanplant	Aanplant
Sortiment	Verschillende populierenklonen
Plantdichtheid	8 x 8 m
Plantmethode	Handmatig in geboorde plantgaten
Aanlegmethode blok 2 (langzaam)	Aanplant (groepen tussen de populieren)
Sortiment	Esdoorn, zwarte els, fladderiep, veldesdoorn, hazelaar, eenstijlige meidoorn
Plantdichtheid	2,0 x 2,0 m
Plantmethode	Handmatig in geboorde plantgaten
Aanlegmethode blok 3 (bosrand)	Toegepast op 10% van de oppervlakte
Spontaan versus aanplant	Aanplant
Sortiment	Hazelaar, gewone vogelkers, gewone vlier, aalbes, eenstijlige meidoorn

Plantdichtheid	2,0 x 2,0 m
Plantmethode	Handmatig in geboorde plantgaten
Aanlegmethode blok 4 (spontaan)	Toegepast op 20% van de oppervlakte
Spontaan versus aanplant	Spontaan
Sortiment	Niet van toepassing
Plantdichtheid	Niet van toepassing
Plantmethode	Niet van toepassing
Aanlegmethode blok 5 (permanente open ruimte)	Toegepast op 10% van de oppervlakte
Spontaan versus aanplant	Niet van toepassing
Sortiment	Niet van toepassing
Plantdichtheid	Niet van toepassing
Plantmethode	Niet van toepassing

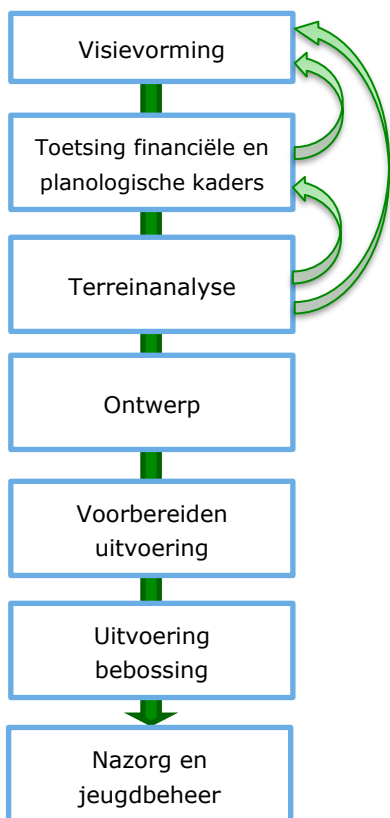
Tabel 4.2 Kosten van aanleg van de verschillende varianten o.b.v. paragraaf 3.8, met aantal (aandeel beboste; 1 = 100%) en kosten in euro per beboste hectare, exclusief kosten voor grond.

Activiteit	Basisnorm	Grenzend aan bos		Bos in beekdalen		Bos bij bebouwing	
		aantal	kosten	aantal	kosten	aantal	kosten
Indirecte en algemene kosten							
Planvorming (indirecte inrichtingskosten)	4.696	1	4.696,00	1	4.696	1	4.696
Ontsluiting	4.971	0	-	0,5	2.486	1	4.971
Recreatieve voorzieningen	1.765	0	-	0	-	1	1.765
Directe kosten, terreinvoorbereiding							
Afgraven 20 cm, grond op 3 km 'om niet' afleveren	16.166		-	1	16.166	0	-
Dekgewas	997	1	997	0	-	1	997
Hertenraster, schaal 10 ha	3.012		-	1	3.012		-
Hertenraster, schaal 50 ha	1.325		-		-	1	1.325
Directe kosten, planten							
Spontane ontwikkeling, geen bewerkingen	-	0,8	-	0,3	-	0,2	-
Planten (handmatig) van kloempen op 20% van het areaal, op 2 x 2 m, bewerkt terrein	1.500	1	1.500		-		-
Planten (handmatig) van kloempen, op 2 x 2 m, onbewerkt terrein	5.035		-	0,3	1.511		-
Planten handmatig in groepen in gewoelde gaten (zand), 2500/beplante ha	4.282	0	-	0,4	1.713		-
Planten handmatig in groepen in gewoelde gaten (klei), 2500/beplante ha	5.239					0,6	3.143
Populieren, klei, 8*8	1.219					0,2	244
Planten 13*13m, op kleigrond	468		-		-	0,1	47
Blijvend open ruimte	-					0,1	-
			-		-		-
Directe kosten, nazorg							
Maaien in jonge aanplant - met bosmaaier	707	0,2	141,40	0,7	495	0,8	566
Totaal			7.334		30.078		17.754

5 Stappenplan bebossing

5.1 Stappenplan op hoofdlijnen

Bij de realisatie van bos wordt een proces doorlopen waarbij diverse keuzes worden gemaakt en zaken worden geregeld. Al naargelang de grootte en complexiteit variëren, zal dit proces aanzienlijk meer of minder tijd en aandacht vergen. Er bestaat een grote diversiteit aan typen bos en bos kan op allerlei manieren tot stand komen. De keuze welk type op een specifieke locatie gerealiseerd wordt, hangt samen met de visie en welke voorkeuren de terreineigenaar heeft voor het toekomstige bos. De keuzes hangen af van de uitgangssituatie van het terrein. Bodem en waterhuishouding spelen een belangrijke rol bij de keuze van boomsoorten. Maar ook de ligging, de functievervulling van de omgeving en cultuurhistorie spelen een belangrijke rol. Afhankelijk van de uitgangssituatie, waaronder ook de grootte van het te realiseren bos, de keuzes voor functievervulling en de uitwerking daarvan voor de bebossing, zal het proces meer of minder uitgebreid zijn. Schematisch ziet het proces van visievorming tot bosaanleg eruit zoals aangegeven in het stappenplan in figuur 5.1.



Figuur 5.1 *Stappenplan bosaanleg.*

Het stappenplan kan initiatiefnemers van bosaanleg helpen bij het houden van grip op alle stappen die doorlopen moeten worden. Het stappenplan is lineair vormgegeven, maar uiteraard wordt het proces vaak minder lineair doorlopen en zal het regelmatig nodig zijn om vanwege voortschrijdend inzicht voorgaande stappen deels opnieuw te doorlopen. Het is dus een iteratief proces.

In de volgende paragraaf worden de stappen verder uitgewerkt en toegelicht.

5.2 Uitwerking van de stappen

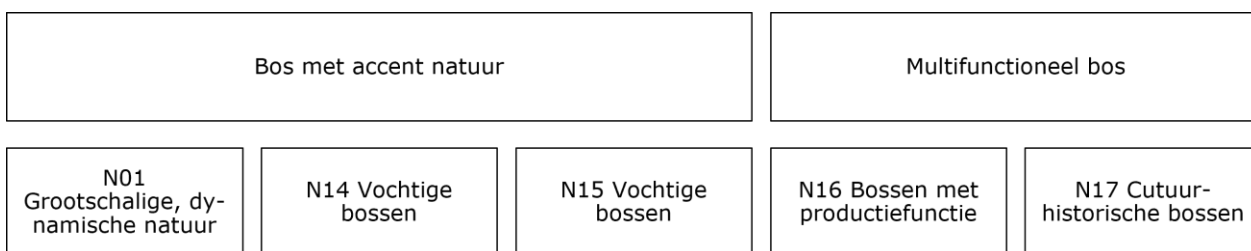
5.2.1 Visievorming

Als eerste stap in de analyse van de uitgangssituatie wordt een visie opgesteld. De visie vloeit voort uit de missie die de eigenaar heeft: wat zijn de beweegredenen (motieven) van een eigenaar voor het realiseren van bos? Voorbeelden zijn inkomen genereren, de maatschappij dienen (door natuur of recreatiemogelijkheden te creëren, of bv. CO₂ vast te leggen, aan een lokaal of landelijk onderwerp bijdragen), eigen genot van de eigenaar, verkrijgen van aanzien en status, iets nalaten (voor de maatschappij of voor familie) (zie van Raffe et al., 2002).

In de visie wordt aangegeven welke functies het bos moet realiseren, zoals natuur en biodiversiteit, klimaat (o.a. CO₂-vastlegging), water (o.a. drinkwater en waterberging), ruimtelijke kwaliteit (o.a. landschappelijke waarde, kwaliteit leefomgeving), productie (m.n. houtvoorziening), recreatie en toerisme en/of jacht en wildbeheer.

Hiervoor wordt, naast de persoonlijke voorkeuren, een verkenning van de omgeving uitgevoerd waarbij de landschappelijke context wordt geanalyseerd en wordt meegewogen in de functieervulling van het aan te leggen bos. Is de ligging in of nabij andere bossen of natuurgebieden, binnen of buiten het NNN, in een agrarisch gebied of nabij stedelijk gebied? Vormt het aan te leggen bos een verbindingsschakel met andere bossen of natuurgebieden? Herbergt het terrein archeologische waarden? Wat is het streekeigen karakter van het gebied en hoe vertaalt dat zich in bostypen? Zijn er cultuurhistorische vormen van gebruik van het bos of bepaalde structuren (bv. lanen)? Licht het terrein bijvoorbeeld tussen landbouwgronden en bestaand natuurgebied, dan kan het als een bufferzone worden ingericht. Bosontwikkeling binnen de NNN zal zich meer kunnen richten op ontwikkeling van natuurwaarden (zie uitwerking Bossenstrategie, div. provinciale bossenstrategieën). Bos in een landbouwomgeving kan wellicht meer op productie gericht worden. Wanneer het nieuw aan te leggen bos nabij een stad of dorp wordt aangelegd, kan de nadruk op de recreatieve waarde worden gelegd en wordt een bos nagestreefd met veel afwisseling in soorten, structuur en openheid. Bij uitbreiding van een bestaand bos is er een kans om andere soorten te introduceren, bijvoorbeeld klimaatslimme soorten en/of soorten die sterk bijdragen aan de koolstofvastlegging of aan de biodiversiteit. Daarnaast is er ook een mogelijkheid om mantelvegetaties en open ruimtes toe te voegen, wat vooral bij verbindingsszones van belang is.

In de visie wordt aangegeven welke typen bos nagestreefd worden. Vanuit het oogpunt van financiering van het beheer en het gebruik van uniforme termen is het praktisch om hierbij aan te sluiten bij de natuurtypenbenaming zoals die wordt gehanteerd binnen het Subsidiestelsel Natuur en Landschap (SNL) (BIJ12, n.d.), zoals kort aangegeven in figuur 5.2. Binnen die typen zijn nog beheertypen onderscheiden en kan nog meer detaillering aangebracht worden, bijvoorbeeld naar hoofdboomsoorten.



Figuur 5.2 Keuzemogelijkheden bostypen voor aanleg nieuw bos, aansluitend op de SNL-systematiek (BIJ12, nd).

De checklist voor het opstellen van de visie omvat de volgende punten:

- Missie vaststellen. Motieven zijn bijvoorbeeld:
 - inkomen genereren
 - de maatschappij dienen
 - eigen genot van de eigenaar

-
- verkrijgen aanzien en status
 - iets nalaten
 - Functies bepalen, bijvoorbeeld:
 - Natuur
 - Klimaatmitigatie
 - Waterberging
 - Ruimtelijke kwaliteit
 - Productie
 - Recreatie, beleving
 - Jacht en wildbeheer
 - Landschappelijke context analyseren
 - Bostype bepalen

5.2.2 Toetsing kaders

Als de visievorming is afgerond en doelen helder zijn, moet een financiële en planologische toetsing worden uitgevoerd. Welke financiële middelen zijn aanwezig om de aanleg te bekostigen, welke subsidiemogelijkheden zijn er en welke voorwaarden horen daarbij? Welke alternatieven zijn er en met welke financiële consequenties? Visie, planologische en financiële randvoorwaarden moeten goed op elkaar worden afgestemd. Zo nodig wordt de uitwerking in doelen bijgesteld zodat het binnen de planologische randvoorwaarden en financiële armslag past.

De planologische kaders geven aan of bos op de betreffende plek al dan niet in overeenstemming is met het bestemmingsplan. Voor gronden gelegen binnen de NNN is het van belang om na te gaan of bos het juiste habitatype is voor die locatie of dat een ander type passender is (bijvoorbeeld heide of schraal grasland). In de Bossenstrategie wordt een onderscheid gemaakt tussen bosaanleg binnen NNN en buiten NNN. De kosten voor bosuitbreiding binnen NNN zijn vaak lager aangezien de gronden meestal niet aangekocht hoeven te worden. Het is van belang om niet alleen rekening te houden met planologische kaders gericht op natuur en milieu, maar ook met andere thema's, zoals archeologische waarden. Aanvullend onderzoek naar archeologische waarden in de bodem is vaak vereist en kost veel tijd.

De checklist voor het toetsen van de kaders omvat:

1. Planologische toetsing (bestemmingsplan, binnen NNN keuze voor soorten passend binnen habitatype e.d.):
 - a. De initiatiefnemer van bosaanleg dient bij de planvorming rekening te houden met bestaande wet- en regelgeving, zoals Wet natuurbescherming, Wet op de archeologische monumentenzorg, Omgevingswet, Bestemmingsplan en Algemene Plaatselijke Verordeningen
2. Financiële middelen. Een eerste inschatting maken van:
 - a. Eigen beschikbare middelen
 - b. Beschikbare subsidies en voorwaarden

5.2.3 Terreinanalyse en aanvullend vooronderzoek

Wanneer de financiële en planologische kaders helder zijn, wordt een terreinanalyse gemaakt, in combinatie met een bureaustudie. De terreinanalyse geeft inzicht in de status van de groeiplaatsfactoren. Deze factoren zijn van invloed op de boomsoortenkeuze voor het aan te leggen bos. Een goede bodemanalyse van de groeiplaats zorgt ervoor dat de juiste soorten en methoden gekozen kunnen worden, waardoor de kans van slagen van het aan te leggen bos wordt vergroot.

De bureaustudie en terreinanalyse dienen minimaal te kijken naar de onderstaande onderwerpen:

1. Bodemtype
2. Voedingstoestand, nutriëntengehalten, organische stof, zuurgraad
3. Hydrologie, vochtvoorziening
4. Reliëf
5. Weer en klimaat
6. Voorhistorie (voormalig landgebruik, archeologisch vooronderzoek)
7. Huidig landgebruik

-
8. Ligging kabels en leidingen (KLIC-melding)
 9. Verkenning benodigde vergunningen
 10. Stakeholderanalyse
 11. Wilddruk en potentiële schade door andere diersoorten
 12. Potenties voor het realiseren van (habitat)typen bos, doelsoorten, PNV, vegetaties
 13. Potenties voor spontane bosvorming (aanwezigheid moederbomen van gewenste soorten en plaagsoorten in de omgeving)
 14. Beschermd flora en fauna (ook in verband met vergunningen)
 15. Aardkundige, cultuurhistorische en landschappelijke waarden

5.2.4 Ontwerp (bebossingsplan)

Met de resultaten van de terreinanalyse kan binnen de geconstateerde wettelijke kaders een ontwerp worden gemaakt van het te realiseren bos. Bij kleine bosuitbreidingen van 1 à 2 hectare groot tegen bestaand bos aan kan vaak worden volstaan met een eenvoudig bebossingsplan. Bij grotere bosaanlegprojecten, waarbij het bos ruimtelijk ingepast moet worden in het landschap en er sprake is van veel ontwerpcomponenten (struikranden, wegen waterpartijen, open plekken etc.), is een uitgebreider ontwerp nodig.

In een ontwerp wordt een uitwerking gemaakt van de functies naar concrete doelen en de terreinkenmerken die daarvoor nodig zijn. Het resultaat hiervan is een ruimtelijke schets van het nieuw aan te leggen bos met een beschrijving van de werkzaamheden die nodig zijn om dit ontwerp te realiseren. Er wordt een plattegrond van het bos ontworpen met een wegen- en padenstructuur en er worden vakken ingetekend waar in overeenstemming met de doelen een bepaald bostype wordt beoogd, welke soorten gewenst zijn en welke bebossingsmethode wordt gekozen. Dit wordt beschreven in het beplantings- of bebossingsplan dat concrete informatie bevat voor de uitvoerders van de aanleg van het nieuwe bos. Ook de stappen in de ontwerpfase kunnen iteratief doorlopen worden, waarbij doelen en mogelijkheden worden bijgesteld en er uiteindelijk een ontwerp ligt dat optimaal invulling geeft aan de doelen en tevens optimaal is afgestemd op de terreinomstandigheden.

In een beplantings- of bebossingsplan wordt de keuze gemaakt voor de boomsoorten, afgestemd op de eerder uitgevoerde terreinanalyse. Voor de aanlegwijze van het bos kan in principe voor spontane bebossing of aanplant (eventueel zaaien) worden gekozen, maar een combinatie ervan kan ook worden toegepast. De ligging van het te bebossen gebied bepaalt of spontane verjonging een kans van slagen heeft, welke soorten in dit geval verwacht kunnen worden en of terreinbewerking vooraf gewenst is. Bij locaties verderaf gelegen van bestaande zaadbronnen is de zaadaanvoer van soorten met zwaarder zaad (eik, esdoorn, beuk) beperkt of afwezig. Spontane vestiging zal dan met name gebeuren door soorten die zich via de wind over grotere afstand verspreiden, zoals populier, wilg en berk. Ook de bodem en de groeiplaatsfactoren spelen een rol bij vestiging. Populier en wilg vragen een rijke vochtige tot natte groeiplaats, terwijl ruwe berk zich ook op droge armere groeiplaatsen goed kan vestigen. Gesloten gras- en kruidenvegetaties kunnen spontane bosontwikkeling van pionierssoorten lang tegenhouden.

Het huidige landgebruik is van invloed op de wijze van aanleg. Landbouwgrond bijvoorbeeld geeft een uitgangssituatie met een nutriëntenrijke bodem en deze gronden zijn meestal goed ontwaterd. Bij natuurdoelen is het een optie om deze gronden te versralen door het afgraven van de fosfor- en stikstofrijke toplaag van de bodem, en sloten en greppels zo nodig dicht te gooien. Natuurgronden zijn vaak al schraler waardoor verdere versraling meestal niet nodig is. De terreinanalyse laat zien of eventueel maatregelen nodig zijn om het terrein geschikt te maken voor het gewenste bostype.

Meer gestuurde aanleg kan door te planten of door te zaaien, waardoor er sterker gestuurd kan worden op de uiteindelijke boomsoortensamenstelling en bosstructuur dan wanneer wordt gewacht op spontane verjonging. Meestal wordt machinaal geplant en moet het terrein dus goed toegankelijk en begaanbaar zijn voor machines. In geval van dichte vegetatie kan het nodig zijn deze eerst te verwijderen vanwege concurrentie met de aanplant en muizenshade. Het toepassen van een dekgewas is ook mogelijk tegen onkruid, maar hier is nog maar beperkt ervaring mee. Hoewel de kosten van zaaien lager zijn dan die van planten, wordt dit maar weinig toegepast. Dit komt vanwege de vaak slechte beschikbaarheid van zaad, het beperkte succes van opkomst, en de nodige, maar lastig uit te voeren bestrijding van onkruid.

In een goed ontwerp worden minimaal de volgende onderwerpen uitgewerkt, waarbij het verstandig is om ook alvast na te denken over het toekomstige beheer en dit uit te werken in een beheerplan:

1. Beschrijving van welke terreinkenmerken nodig zijn om doelen te realiseren
2. Beoogd eindbeeld van het bos (habitattype, vegetatie), inclusief uiteindelijke menging en structuur
3. Ruimtelijke schets
 - o Ruimtelijke ligging bos, open plekken, bosranden e.d.
 - o Recreatieve ontsluiting
 - o Exploitatieontsluiting (wegen voor aan- en afvoer bosproducten, brandweer e.d.)
 - o Risicobeheer zoals bosbrand
 - o Waterhuishouding
 - o Grondverzet, afgraven toplaag
4. Uitwerking bebossing
 - o Spontaan, planten, ruimtelijke structuur
 - o Keuze voor al dan niet toepassen van dekgewas
 - o Menging van boomsoorten en herkomsten (afgestemd op groeisnelheid en de rol die ze vervullen), verhouding tussen boom- en struiksoorten, aandeel rijk-strooiselsoorten
 - o Plantverband
 - o Keuze sortiment (soorten, formaat)
 - o Keuze voor welke kwaliteit plantsoen (Rassenlijst: autochtoon/selectie)
5. Aanvullende nutriëntengiften
6. Methode van wildbescherming (extra afschot, raster, individuele bescherming of gebruik van extra groot plantmateriaal)
7. Beheerplan

5.2.5 Voorbereiding uitvoering

Na het vaststellen van het ontwerp kan worden gestart met het voorbereiden van de uitvoering. In de voorbereiding dient minimaal rekening gehouden te worden met de volgende onderwerpen:

1. Opstellen uitvoeringsplan (beschrijving van uit te voeren werkzaamheden)
2. Informeren naar levertijd plantsoen en doorlooptijd vergunningen
3. minimaal een halfjaar, veelal een jaar, maar voor kweek op verzoek ca. 3 jaar
4. Aanvragen benodigde vergunningen
5. Archeologisch onderzoek
6. Keuze voor wijze van aanleg (werkmethode: machinaal/handmatig, boren plantgaten e.d.)
7. Maken planning, incl. keuze moment van aanplant
8. Bestellen van plantsoen
9. Uitvragen en gunnen opdracht

5.2.6 Uitvoering

Na het opstellen van het ontwerp en de voorbereiding breekt de fase aan van realisatie, ofwel het daadwerkelijk planten van bomen of het gereed maken van het terrein voor spontane bosontwikkeling. Afhankelijk van de keuze voor ofwel bosaanleg of spontane bosontwikkeling dienen de volgende werkzaamheden in het veld al dan niet plaats te vinden:

1. Uitmijnen/verschralen of afgraven van grond
 - o Uitmijnen vergt meerdere jaren (voor fosfor wellicht > 15 jaar)
2. Inzaaien dekgewas
 - o Doorlooptijd bij voorkeur 1 tot 3 jaar
3. Overige terreinvoorbereiding (verwijderen eventuele ongewenst vegetatie, grondbewerking e.d.)
4. Afroepen plantsoen
5. Inrichten inkuilplaats
6. In ontvangst nemen (keuren en inkuilen plantsoen)
7. Aanplant
8. Aanbrengen wildbeschermende voorzieningen

5.2.7 Nazorg

Na de aanleg kan ervoor gekozen worden om niets te doen, maar in het algemeen is het van belang om de nieuwe aanplant of de spontane bosontwikkeling te blijven volgen. Hierbij dient minimaal gelet te worden op de volgende onderwerpen:

1. Eventueel maaien van concurrerende vegetatie
2. Verwijderen van spontane opslag van ongewenste bomen en struiken om de gewenste menging in stand te houden
3. Water geven
4. Controle aanslag beplanting
5. Inboeten
6. Wildbescherming (controle en zo nodig aanvullen)
7. Begeleidingssnoei

De aanlegfase stopt als de kronen sluiten. Tijdens het beheer dat erop volgt, kan nog veel gestuurd worden, bijvoorbeeld in de boomsoortensamenstelling of structuur (bijvoorbeeld open plekken maken, of een open kronendak voor een struiklaag of tweede boomlaag).

Meer achtergrondinformatie over bosaanleg en hoe de verschillende stappen uit te voeren, is onder andere te vinden in de volgende boeken en publicaties:

1. Jansen, P., Boosten, M., Winterink, A. en van Benthem, M. 2009. De aanleg van nieuwe bossen. Stichting Probos. ISBN 978 90 5345 378 0
2. Jager, K. en A. Oosterbaan, 1994. Aanleg van gemengde loofhout-beplantingen met inheemse soorten. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen, Schuyt & Co Uitgevers en Importeurs BV, Haarlem.
3. Jansen, P., Kuiper, L., van Wijk, M., Blitterswijk, H., Houtzager, M. en Klingen, S. 2001. De aanleg van geïntegreerde bossen. Stichting Probos, Alterra, Klingen bomen. ISBN 978 90 74277 19 5
4. Rietema, J. H. 1990 (tweede druk 2020). Zakboek Plantsoenkeuring. Directie Bos- en Landschapsbouw i.s.m. Stichting Praktijkonderwijs en Leerlingwezen voor bosbouw, cultuurtechniek en groene sector.

5.3 Planning

De doorlooptijd van de aanleg van bos is van veel verschillende factoren afhankelijk. Het opstellen van een standaardplanning is daarom erg lastig. Ter indicatie is in tabel 5.1 de doorlooptijd weergegeven, voor een project zonder veel bijzonderheden. Enkele voorbeelden van omstandigheden waardoor het traject langer kan duren:

- er is uitgebreid onderzoek naar flora en fauna nodig;
- er moet een bestemmingsplanprocedure doorlopen worden;
- er wordt een dekgras toegepast of er wordt uitgemijnd;
- er wordt op verzoek plantsoen geteeld.

Tabel 5.1 Voorbeeld doorlooptijd van een bosaanlegproject (q1 = eerste kwartaal, q2 = tweede kwartaal etc.).

Onderwerp	q1	q2	q3	q4	q5	q6	q7	q8	q9	q10	q11	q12	.. q20
	winter	lente	zomer	herfst	winter	lente	zomer	herfst	winter	lente	zomer	herfst	
Visie en doelstelling	X	X											
Toetsingskaders		X		X		X	X						
Terreinanalyse en aanvullend onderzoek		X	X										
Ontwerp (bebossingsplan)		X	X	X	X								
Vorbereiding uitvoering					X	X	X	X					
Uitvoering									X				
Nazorg (loopt in tijd langer door)										X	X	X	X

6 Conclusies en aanbevelingen

Bij de aanleg van nieuw bos moeten veel keuzes gemaakt worden: van de doelen en functies van het nieuwe bos tot aan welke soorten in dit nieuwe bos aanwezig moeten zijn. Belangrijk bij bebossing is om te streven naar een vitaal en toekomstbestendig bos waarbij het bos verschillende functies kan vervullen. Voor een vitaal en toekomstbestendig bos is vooral de boomsoortensamenstelling relevant, maar ook variatie in structuur en eigenschappen van de bodem. Daarbinnen kan gekozen worden voor verschillende functies die het bos dient te vervullen. De aanleg van nieuw bos is een heel proces door de vele keuzes die gemaakt moeten worden en meerdere stappen die moeten worden gezet. Verscheidene stappen kosten tijd en hier moet op tijd mee gestart worden, zodat het bosaanlegproces hier niet op vastloopt. Een goede planning is dus van belang.

Doel van bosaanleg

Volgens de Bossenstrategie is uitbreiding van de hoeveelheid bos en houtige beplanting nodig om doelen voor biodiversiteit te realiseren en koolstof vast te leggen. Hierover zijn ook afspraken gemaakt in het Klimaatakkoord. De belangrijkste aangegeven functies zijn natuur/biodiversiteit, recreatie, klimaatmitigatie en houtproductie, terwijl er ook doelen zijn aangegeven voor vitaliteit en klimaatadaptatie van bos. De zoekgebieden voor nieuw bos zijn vrij ruim, zodat op voorhand niet goed duidelijk is bij welke uitgangssituaties daadwerkelijk bebost zal worden.

Sturen op kenmerken

Om bij te dragen aan de doelen van de bossenstrategieën dient bos verschillende kenmerken te hebben. Belangrijk zijn vooral:

- de boomsoortensamenstelling, waaronder PNV-soorten, rijk-strooiselsoorten, functionele groepen, specifieke herkomsten van bomen en menging van soorten;
- structuurkenmerken zoals afwisseling van ontwikkelingsfasen (open/dicht, jong/oud) en ondergroei van bijvoorbeeld struiken;
- dikke en dode bomen;
- kenmerken van habitats van specifieke diersoorten;
- voedingstoestand van de bodem en koolstofgehalte ervan;
- dichtheid van de bebossing (voor houtkwaliteit);
- de snelheid waarmee bos wordt gerealiseerd.

Deze kenmerken bepalen in belangrijke mate het vervullen van functies van het bos.

Bosaanlegmethoden

Als bebossingsmethode kan gekozen worden voor spontane bosontwikkeling en aanplant. Deze methoden kunnen op boom-, groeps- en perceelniveau in verschillende mate worden gecombineerd. Variaties op een laag niveau (boom of groep) kunnen op een hoger niveau (groep en perceel) afgewisseld worden, wat het uiteindelijke aantal opties zeer groot maakt. De keuze voor de manier van bebossen beïnvloedt de manier waarop het bos zich ontwikkelt en welke kenmerken gerealiseerd kunnen worden.

Bij spontane bebossing is de ontwikkeling sterk afhankelijk van de (begroeiing van) de bodem en de afstand tot zaadbronnen. Er kan snel een gesloten bos van pioniers ontstaan, maar het andere uiterste is dat er nauwelijks bomen opkomen of dat er zeer langzaam bos ontwikkelt dat de eerste decennia erg open is. Die ontwikkeling kan gestuurd worden door rekening te houden met de afstand tot zaadbronnen, te variëren met bodembewerkingen en reliëf aan te brengen. Spontane bebossing kan toegepast worden als het te verwachten bos dat hiermee ontstaat goed aansluit bij wat gewenst is. Het is toe te passen wanneer natuurlijke processen een belangrijk element zijn in het nieuwe bos. Als de kosten (zie hieronder) een erg belangrijke factor zijn, kan dat ook meewegen in de keuze voor spontane bebossing.

Met aanplant kan bos relatief snel gerealiseerd worden en kan sterk gericht worden op boskenmerken. Daarmee kan sterk gestuurd worden in de mate en snelheid waarmee bosfuncties en doelen worden gerealiseerd. Snelle realisatie kan bijvoorbeeld relevant zijn voor klimaatdoelen die voor een bepaald jaar gehaald moeten worden, of om leefgebied van soorten te vergroten voordat deze soorten te ver in aantal

achteruit zijn gegaan. Doordat met aanplant sterk gestuurd kan worden op boomsoorten en herkomsten is deze methode geschikt voor het realiseren van specifieke bos- ofwel habitattypen, structuurkenmerken (open plekken, randen, dikke bomen) voor flora en fauna, gevarieerde bosbeelden voor recreatie, maar ook voor de productie van hout en de vastlegging van koolstof. Daarnaast kan er gebruikgemaakt worden van specifieke boomsoorten en herkomsten die bijvoorbeeld autochtoon zijn, kenmerkend zijn voor een groeiplaats of klimaatbestendig zijn.

Een combinatie van aanplant en spontaan bebossen kan zorgen voor een grote variatie in structuur en boomsoorten. Maar het is ook mogelijk om binnen de methoden af te wisselen met bijvoorbeeld bodembewerking, plantdichtheden en boomsoorten, om zo een bos te creëren waarbij verschillende bostypen en structuren worden afgewisseld om op die manier verschillende doelen te dienen.

Om de doelen van de Bossenstrategie te realiseren, waarbij bossen worden gerealiseerd die veerkrachtig zijn en op de kortst mogelijke termijn diverse functies kunnen vervullen en doelen realiseren, zal aanplant van bossen veelal de basis moeten zijn. Hiermee kan namelijk het best een bos gerealiseerd worden met soorten of herkomsten gericht op onder andere specifieke habitattypen, klimaatbestendigheid, variatie of houtproductie. Gelet op de verwachte veranderingen van het klimaat en de diversiteit aan functies die het bos zal moeten realiseren, heeft het toepassen van menging een grote voorkeur en wordt het gebruik van monoculturen (groter dan 0,3-0,5 ha) afgeraden. Bij menging wordt bij voorkeur in groepen of individueel gemengd geplant, met waar mogelijk ruimte voor spontane vestiging in de beplanting of in grotere open ruimten ertussen. Daarbij wordt gebruikgemaakt van verschillende functionele groepen, zoals pioniers die een eerste bosklimaat vormen en climaxsoorten. Naarmate er meer nadruk op natuurlijke processen is, kan het aandeel aanplant afnemen tot alleen het aanplanten van kloempen of geheel geen aanplant.

Kosten

Bebossing brengt kosten met zich mee die sterk afhangen van de uitgangssituatie, eventuele inrichtingsmaatregelen en van de manier waarop het bos wordt gerealiseerd. Belangrijke kostenposten zijn:

- afschrijving van de waarde van de grond, die in geval van landbouwgrond gemiddeld rond 58.000 euro per hectare kan bedragen;
- indirecte en algemene inrichtingskosten, die afhankelijk van de complexiteit van de inrichting ca. 14.500 euro per hectare kunnen bedragen, en als er grondwerk verricht wordt voor het afvoeren van een te rijke bovengrond komt daar 9.000-16.000 euro per hectare bij;
- de kosten voor de daadwerkelijke bebossing, die in geval van volledig spontane bebossing geen rol spelen, bij alleen bodembewerking ca. 400 euro per ha kunnen bedragen, en in geval van volledige aanplant rond 6.000 euro per ha kunnen bedragen;
- de kosten voor bescherming van de aanplant tegen wild, die sterk afhankelijk zijn van de schaal waarop dit wordt toegepast en kunnen daardoor variëren van minder dan 1.000 tot bijna 10.000 euro per hectare;
- en ten slotte de kosten van maaien in een aanplant om onkruiddruk te verlagen (300-700 euro per hectare per keer), het afzetten van houtige opslag (ca. 750-950 euro per hectare) of inboeten (1340 euro per hectare bij 500 stuks per hectare met bosplantsoen). Maaien van onkruid zal, indien van toepassing, meestal meerdere keren moeten gebeuren, zodat de kosten ervan kunnen oplopen tot een paar duizend euro per hectare.

Aanbevelingen voor terreineigenaren

Bij de realisatie van bos moet zorgvuldig rekening worden gehouden met de planologische kaders, de lokale omstandigheden en terreinkenmerken. De factoren verschillen sterk van locatie tot locatie, zodat er keuzes moeten worden gemaakt. Ook visievorming, uitvoering en nazorg vereisen aandacht. Het doorlopen van een stappenplan kan initiatiefnemers van bosaanleg helpen bij het houden van grip op alle stappen die doorlopen moeten worden. Zonder een goed stappenplan is de kans groot dat het proces vertraging oploopt, bijvoorbeeld doordat er problemen ontstaan met vergunningen (planologie, archeologie, flora- en fauna), draagvlak, logistiek (geen tijdig plantmateriaal), techniek of dat de doelen niet gehaald worden, met alle risico's van dien.

Belangrijk voor terreineigenaren is om de potenties voor bebossing goed te kennen en duidelijk vast te stellen welke doelen met het bos gerealiseerd moeten worden. Daarop afgestemd kan dan een uitwerking gemaakt worden van de gewenste boomsoorten, structuur en andere boskenmerken. Dat bepaalt ten slotte welke methode moet worden toegepast om ervoor te zorgen dat de doelen worden verwezenlijkt.

Aanbevelingen voor beleid

Voorwerk en nazorg

Bebossing gaat in de regel gepaard met aanzienlijke kosten, maar die kosten kunnen sterk variëren. De grote variatie in kosten wordt voor een deel bepaald door de gestelde doelen en de daarop afgestemde bebossingmethode. Echter, een deel daarvan komt ook voort uit externe omstandigheden, zoals de noodzaak om wildbescherming toe te passen, onkruid te bestrijden of water te geven. Maar ook voordat de bebossing in het veld aanvangt, worden er al kosten gemaakt, zoals vooronderzoek, het maken van een plan en het regelen van vergunningen. Al deze factoren kunnen het succes van een bebossing, en daarmee van een aanzienlijke investering in de toekomst, sterk bepalen. Met die factoren zou bij de subsidiëring van bebossing rekening gehouden moeten worden, bijvoorbeeld door geld vrij te maken voor planvorming en voor nazorg.

Keuze van bebossingsmethode

Diverse provincies hebben in hun provinciale plannen de wens opgenomen om ten minste deels spontaan te bebossen. De toepassing van deze methode heeft een groot effect op de wijze waarop het bos zal functioneren en in welke mate het zal bijdragen aan het realiseren van doelen. Om de juiste functies op de juiste plek gerealiseerd te krijgen, is het goed om de gewenste bebossingsmethode per plek specifiek vast te stellen, afhankelijk van de doelen en terreinomstandigheden.

Vervolg

Het resultaat van een bebossing is niet altijd goed te voorspellen. Bij spontane ontwikkeling is dit mede afhankelijk van de aanwezigheid van zaadbronnen en de toestand van de bodem en vegetatie. Het weer speelt eveneens een belangrijke rol. Bij aanplant is het succes van het beplanten en eventuele sterfte van plantmateriaal afhankelijk van wildvraat, concurrentie met vegetatie en het weer.

Om beter in te kunnen schatten welke maatregelen nodig zijn om tot een succesvolle bebossing te komen, is inzicht gewenst in de succesfactoren ervan. Onderzoek en monitoring van aanplant en spontane ontwikkeling, al dan niet in combinatie, zijn daarom gewenst. Het gaat daarbij om:

- succesfactoren aanplant:
 - wel of niet de bodem kaal maken, en hoe?
 - wanneer een dekgras toepassen, wat zijn voor- en nadelen?
 - succes van het zaaien van bomen, hoe en bij welke boomsoorten?
 - maaien na aanplant
- opkomst spontane opslag onder verschillende omstandigheden:
 - wel/geen bodembewerking, tijdstip bewerking, bodemtype, afstand zaadbronnen ...
 - spontane opslag binnen een aanplant
- wanneer wildbescherming toepassen?

Literatuur

- Agentschap voor Natuur en Bos, 2008. Technisch Vademecum Bomen Harmonisch Park- en Groenbeheer.
- Al, E. en C Donker, 2021. Verkenning gebruik van dekgewassen bij nieuwe bosaanleg. z.pl., 3 p.
- Baeten, L., A. Schrijver en L. de Keersmaeker, 2011. Bosplanten in de tang genomen: landschap en bodem als knelpunten voor de ontwikkeling van soortenrijke jonge bossen. In *Bosrevue*, 37, p. 2 - 4.
- Balandier, P., H. Frochot en A. Sourisseau, 2009. Improvement of direct tree seeding with cover crops in afforestation: Microclimate and resource availability induced by vegetation composition. In: *Forest Ecology and Management*, 257, p. 1716 – 1724.
- Bauhus, J., D.I. Forrester, B.A. Gardiner, H. Jactel, R. Vallejo en H. Pretzsch, 2017. Ecological Stability of Mixed-Species Forests. In: H. Pretzsch, D.I. Forrester en J. Bauhus (eds) *Mixed-Species Forests*. Springer, Berlin, p 337 – 382.
- BIJ12, n.d., Natuurtypen, <https://www.bij12.nl/onderwerpen/natuur-en-landschap/index-natuur-en-landschap/natuurtypen/> 7 november 2023
- Bijl-Weisz, A. en W. van Wingerden, 2009. Berekening normkosten Inrichting met de SSK. Dienst Landelijk Gebied.
- Boerwinkel, H.W.J., 1994. Bosrecreatie: van bosbelust tot bosbewust. In: *Nederlands Bosbouw tijdschrift*, p. 203 - 208.
- De Boer, T. A., Gerritsen, E., & van Raffe, J. K. (2001). Beleving van bosbeelden; een methode voor het bepalen van de belevingswaarde van bosbeelden en de resultaten van een pilotonderzoek uitgevoerd met deze methode. (Alterra-rapport; No. 250). Alterra.
- De Jong, J.J., R.C. van Apeldoorn, F.A. Bink, D.A. Jonkers, A.A. Mabelis, J.G. de Molenaar, H. Sierdsema, A.H.P. Stumpel en B. Verboom, 2002. Fauna en terreinkenmerken van bos. Een studie naar de relatie tussen terreinkenmerken en de geschiktheid van bos als habitat voor een aantal diersoorten. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-Rapport 565.
- De Jong, J.J., S.M. van der Kooi, J.A. Koppe en E.H. van Valkengoed, 1995. Omvorming van een productiebos op basis van structuur en samenstelling van het "Bialowieza National Park". *Forest Research Institute, Bialowieza*, 66 p.
- De Keersmaeker, L., J. Cornelis en L. Baeten, 2010. Oudbosplanten in Vlaanderen. In: *Bosrevue*, 34, p. 17 - 21.
- De Keersmaeker, L., 2019. Advies over de ontwikkeling van ecologisch waardevolle bossen op landbouwgronden. Instituut Bos en Natuuronderzoek, 22 p.
- De Schrijver, A., J. Van Uytvanck, A. Thomaes, S. Schelfout en J. Mertens, 2011. Ecologische bosontwikkeling op voormalige landbouwgronden in de praktijk: keuzes voor beheerders. *Bosrevue*, 37, p. 7-11.
- Den Ouden, J en G.M.J. Mohren, 2020. De ecologische aspecten van vlaktekop in het Nederlandse bos. Rapport voor het ministerie van LNV in het kader van de Bossenstrategie. Wageningen, Rapport Wageningen University, 69 p.
- Donker, C., 2022. Beschermen van beplanting en verjonging. *Staatsbosbeheer*, 9 p.
- Donker, C., 2023. Handreiking onkruidbestrijding in beplantingen. *Staatsbosbeheer*, 7 p.
- Gill, D.S. en P.L., 1991. Tree and shrub seedling colonisation of old fields in Central New-York. In: *Ecological Monographs*, 61, p. 183-205.
- Goossen, C.M. en T.A. de Boer, 2007. Recreatiemotieven en belevings-sferen in een recreatief landschap; Literatuuronderzoek. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1692. 78 blz.; 2 fig.; 12 tab.; 50 ref.
- Hekhuis, H.J., J.G. de Molenaar en D.A. Jonkers, 1994. Het sturen van natuurwaarden door bosbedrijven. Een evaluatiemethode voor multifunctionele bossen. Wageningen, Instituut voor Bos- en Natuurbeheer, IBN-rapport 078, 146 p.
- Hut, B., 2017. Natuurbeleving per belevingswereld: Een mooi wandelpark of liever een ruig bos? In: *Recreatie en toerisme*, p. 38 - 42.
- Jager, K., 1991. Aanleg en onderhoud loofhoutbeplantingen. Deel 4. Invloed van grondbewerking en onkruidbestrijding op slaging en groei. Wageningen, De Dorschkamp, Rapport 651, 226 p..

-
- Jager, K. en A. Oosterbaan, 1994. Aanleg van gemengde loofhout-beplantingen met inheemse soorten. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen, Schuyt & Co Uitgevers en Importeurs BV, Haarlem.
- Jansen, P., Boosten, M., Cassaert, M., Cornelis, J., Thomassen, E. en Winnock, M., 2018. Praktijkboek Bosbeheer. Stichting Probos en Inverde. ISBN 978 90 74277 29 7
- Jansen, P. en Boosten, M., 2015. Bestellen van bosplantsoen Handvaten voor de praktijk. Stichting Probos. ISBN 978 90 74277 266
- Jansen, P., 2012. Het gebruik en de aanplant van plugplantsoen. Stichting Probos in opdracht van Staatsbosbeheer. Wageningen.
- Jansen, P., Boosten, M., Winterink, A. en van Benthem, M. 2009. De aanleg van nieuwe bossen. Stichting Probos. ISBN 978 90 5345 378 0
- Jansen, P., Kuiper, L., van Wijk, M., Blitterswijk, H., Houtzager, M. en Klingen, S. 2001. De aanleg van geïntegreerde bossen. Stichting Probos, Alterra, Klingen bomen. ISBN 978 90 74277 19 5
- Jumpponen, A., H. Vare, K.G. Mattson, R. Ohtonen en J.M. Trappe, 1999. Characterization of 'safe sites' for pioneers in primary succession on recently deglaciated terrain. *Journal of Ecology*. 87, 1, p. 98 - 105.
- Kadaster, 2023: <https://www.kadaster.nl/zakelijk/vastgoedinformatie/vastgoedcijfers/vastgoeddashboard/agrarische-grond>
- Kerr, G., R. Harmer and S.R. Moss, 1996. Natural colonisation: a study of Broadbalk Wilderness. Vegetation management in forestry, amenity and conservation areas: managing for multiple objectives, 19 and 20 March 1996, University of York, York, UK. *Aspects of Applied Biology*. 44, p. 25-32.
- Kennedy CEJ, Southwood TRE 1984. The number of species of insects associated with British trees: a re-analysis. *Journal of Animal Ecology* 53, 455 -478.
- KNBV, 2023. Manifest voor vitaal en veerkrachtig bos. Gedownload op 28 juni 2023: <https://knbv.nl/2023/05/30/manifest-voor-vitaal-en-veerkrachtig-bos/>
- Koop, H.G.J.M., 1981. Vegetatiestructuur en dynamiek van twee natuurlijke bossen: het Neuenburger en Hasbrucher Urwald. Wageningen, Pudoc, 112 p.
- Kuiper, P.P., L. Prins, M. Voskuilen en J. Woltjer, 2023. Prijs bosgrond sterk gestegen. Kadaster, Wageningen Economic Research, z.pl., 7 p.
- Linnartz, L., Helmer, J., Rademakers, J., Meertens, H., Koning, N. de en Slagt, J. 2021. Begraasde, wandelende bossen. De bosvisie van Ark Natuurontwikkeling. Ark Natuurontwikkeling.
- Londo, 1991. Natuurtechnisch Bosbeheer. Wageningen, Pudoc, 190 p.
- Lust, N., 1998. Begrippen van bosbouw. Rijksuniversiteit Gent. Laboratorium voor Bosbouw. 148 p.
- Meijenfeldt, C.F.W.M. von, A.J.H. Willems en R.A. Zakee, 1991. Snelgroeiend bos in Nederland. In: *Nederlands Bosbouw tijdschrift*. p 100 - 103.
- Michels, R., M.J. Voskuilen, W.H.G.J. Hennen en P.C. Roebeling, 2022. Actualisatie normkosten natuur ten behoeve van kostenberekeningen. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-rapport 146, 64 p.
- Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, 2021. Planten voor de toekomst Advies over de bescherming van autochtone genenbronnen en de beschikbaarheid van plantmateriaal voor bos en landschap. Den Haag, 76 p.
- Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, 2020. Bos voor de toekomst Uitwerking ambities en doelen landelijke Bossenstrategie en beleidsagenda 2030. Den Haag, 60 p.
- Moraal, L.G. 1993. Preventie van muizenschade bij bomen: een literatuuronderzoek. NBT 1993, pp 263-269.
- Moraal, L.G. en E.M. Kuiper, 1992. Veldmuizen bedreigen bosaanleg op landbouwgrond. *Bosbouwvoorlichting* 1992(1): 5-8.
- Oosterbaan, A., 2000. Begeleiding van natuurlijke bosverjonging. Wageningen, Alterra, 44 p.
- Pouwel, R., en R. Henkens, 2020. Naar een hoger doelbereik van de Vogel- en Habitatrichtlijn in Nederland. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport, 2989.
- Probos 2021. Kansen voor spontane bosontwikkeling. *Bosberichten* #5.
- Probos en Laos landschapsarchitectuur, 2022. Friese bomen- en bossenstrategie. De Fryske aanpak voor CO₂-vastlegging. Provincie Friesland.
- Provincie Drenthe, 2022. Ontwerp de Drentse bomen- en bossenstrategie, uitwerking van de landelijke bossenstrategie. Versie 3
- Provincie Friesland, 2022. Friese Bomen- En Bossenstrategie. De Fryske aanpak voor CO₂-vastlegging. Leeuwarden, 110 p.
- Provincie Gelderland, 2020. Vitaal en divers bos. Uitvoeringsprogramma Bomen en bos.
- Provincie Limburg, 2022. Concept Limburgse aanpak bossen.

-
- Provincie Noord-Brabant, 2022. Actieplan Brabantse Bomen. z.pl. 40 p.
- Rietema, J. H., 1990. Zakboek Plantsoenkeuring. Directie Bos- en Landschapsbouw i.s.m. Stichting Praktijkonderwijs en Leerlingwezen voor bosbouw, cultuurtechniek en groene sector.
- Schütz, P.R. en G. van Tol 1981. Aanleg en beheer van bos en beplantingen. Pudoc, Wageningen.
- Smith R. en H. Olf, 1998. Woody species colonisation in relation to habitat productivity. *Plant Ecology*. 139, 2, P. 203 - 209.
- Raap, E. en J. Janse, 2021. Historische schets van bossen en bosaanplant in Nederland. Amersfoort, Staatsbosbeheer, 30 p.
- Teeuwen, S., A. Reichgelt en J. Oldenburger, 2020. Factsheets. Kostenindicatie aanleg nieuw bos en landschapselementen, Stichting Probos,
- Thomaes, A. en L. De Kleermaeker, 2011. Onder een tentje van populier. Populier als pionier voor natuurontwikkeling. In: *Natuur.focus*, 10, 4, p. 166 - 170.
- Timmermans, B.G., N.V. Eekeren, E. Finke, F. Smeding en M. Bos 2010. Fosfaat uitmijnen op natuurpercelen met gras/klaver en kalibemesting: Handreiking voor de praktijk. Brochure Louis Bolk Instituut, 28 p.
- Troost, V., 2022. Rechte rijen in het bos. In *Vakblad natuur, Bos en Landschap*, 188, p. 7 - 9.
- Van den Berg, L.J.L., L. Baeten, J. Bloem, E. Brouwer, R.F. van der Burg, M.C.C. de Graaf, E. Verbaarschot, K. Verheijen, S. van der Vlist en M. Weijters, 2022. Naar een strategie voor ontwikkeling van soortenrijke bossen op voormalige landbouwgronden. Rapport nummer OBN-2020-119-NZ, Kennisnetwerk OBN, Driebergen
- Van den Bos, H., 2022. Rijker bos door ecologische bosaanleg. In: *Vakblad natuur bos landschap*, 182, p 6 - 10.
- Sissingh, G., 1978. Mogelijkheden en beperkingen van het Nederlandse bos ten aanzien van het realiseren van de doelstellingen. In: *Nederlands bosbouw tijdschrift*, 50, 1, p. 39 - 51.
- Van Raffe, J.K. en J.J. de Jong, 2022. Normenboek Natuur, Bos en Landschap 2022. Wageningen, Wageningen Environmental Research, 184 p.
- Van Raffe, J.K., J.J. de Jong, R.J.A.M. Wolf en R.A.M. Schrijver. 2002. Bedrijfsdiagnose bosbedrijven; Een methode voor bedrijfsonderzoek. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 247. 85 blz. 4, fig.; 8 tab.; 25 ref.
- Verstraeten A., K. Vandekerkhove en L. De Keersmaeker, 2001. Natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden. Deel II: kansen van spontane verbossing versus actieve bosaanplant. Eindverslag van project VLINA 99/02, studie uitgevoerd voor rekening van de Vlaamse Gemeenschap binnen het kader van het Vlaams Impulsprogramma Natuurontwikkeling in opdracht van de Vlaamse minister bevoegd voor natuurbehoud."
- Verstraeten, A., K. Vandekerkhove en P. Quataert, 2007. Bosaanplanting of spontane verbossing? Aanbevelingen voor het beleid en het beheer. In: *Bosrevue*, 20, p. 1 - 5.
- Vredenburg, J. en Winckel, R. 1982. Bos, biologische rijkdom, aanplant en beheer. Voorstellen omtrent aanleg en verder beheer, van bos op ecologische grondslag, op jonge klei en zware zavelgronden (Zuidelijk Flevoland). Ministerie van verkeer en Waterstaat. Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders. Lelystad.
- Weeda E.J., R. Westra, Ch. Westra en T. Westra, 1985. Nederlandse oecologische flora. Wilde planten en hun relaties 1. Een uitgave van het IVN in samenwerking met de VARA omroepvereniging, VEWIN en KNNV uitgeverij, 304 p.
- Wuyts K., A. De Schrijver, F. Vermeiren and K. Verheyen, 2009. Gradual forest edges can mitigate edge effects on throughfall deposition if their size and shape are well considered. *Forest Ecology and Management*, 257, 2, p. 679 687.

Bijlage 1 Habitattypen

Habitattypen met wens voor uitbreiding en biodiversiteitsherstel volgens uitwerking bossenstrategie:

- Beuken-eikenbossen met hulst [9120]
- Vochtige alluviale bossen [91E0]
- Eiken-haagbeukenbossen [9160]
- Veenbossen/hoogveenbossen (Laag- en hoogveenbossen, door Pouwels en Henkens (2020) alleen hoogveenbossen genoemd)

Overige habitattypen met wens voor uitbreiding

- Duinbossen [2180]
- Essenbossen [geen N2000 habitatype], maar past binnen Vochtige alluviale bossen
- Veldbies-beukenbossen [9110]
- Droge hardhoutbossen [H91F0] (moet zijn Droge hardhoutooibossen?) (door Pouwels en Henkens (2020) genoemd met slechte staat van instandhouding)
- Oude eikenbossen [9190] (door Pouwels en Henkens (2020) genoemd met slechte staat van instandhouding)

De profielendocumenten van de habitattypen geven de onderstaande (relevantste) kenmerken.

Beuken-eikenbossen met hulst [9120]

Bossen met meestal beuk in de boomlaag en hulst en/of taxus in de struiklaag.

Tot het habitatype worden alleen gerekend: bossen op bosgroeiplaatsen van vóór 1850 en bosopstanden van minstens 100 jaar oud die daaraan grenzen. Een belangrijk deel van de biodiversiteit van dit habitatype komt voor in de zomen en mantels van het bos zelf. Kenmerken zijn:

- Op landschapsschaal: aanwezigheid van soortenrijke open plekken en bosranden met plantensoorten uit de klasse Melampyro-Holcetea mollis of bijzondere braamsoorten (Rubus).
- Aanwezigheid van oude levende of dode dikke bomen en/of oude hakhoutstoven.
- Optimale functionele omvang: vanaf tientallen hectares.

Vochtige alluviale bossen [91E0]

- type A, zachthoutooibossen: smalbladige wilgen. Natste en meest dynamische plekken, soms onder invloed van getijden. Ook als wilgengriend.
- type B, essen-iepenbossen, vochtig hardhoutooibos: gewone es domineert. In uiterwaarden. Ook als essenhakhout.
- type C, beekbegeleidende essenbossen: lijkt op vochtig hardhoutooibos (gewone es domineert). In het rivierengebied ook als Vogelkers-Essenbos, in beekdalen ook als elzenbroekbos.

Algemeen (voor zover relevant):

- Periodieke overstroming met rivier- of beekwater;
- Dominantie van wilgen, zwarte populier, gewone es, iep of zwarte els;
- Bedekking van exoten < 5%;
- Getijdeninvloed (subtype A; alleen in zoetwatergetijdengebied);
- Hakhoutbeheer (in gecultiveerde typen van bos, subtype A en B);
- Gevarieerde bosstructuur en gemengde soortensamenstelling (subtype B en C);
- Aanwezigheid van oude levende of dode dikke bomen en/of oude hakhoutstoven;
- Optimale functionele omvang: vanaf tientallen hectares (alle subtypes).

Eiken-haagbeukenbossen [9160]

Loofbosgemeenschap met een gevarieerde vegetatiestructuur met een (tot 30 m) hoge en een lage boomlaag, een goed ontwikkelde struiklaag en een weelderige, soortenrijke kruidlaag met typische soorten.

- type A Eiken-haagbeukenbossen (hogere zandgronden) komt voor op kleiige of lemige mineraalrijke bodems van de beekdalen die deel uitmaken van het landschap van de hogere zandgronden.
- type B Eiken-haagbeukenbossen (heuvelland) komt voor op kalkgronden (nagenoeg altijd met een dek van lössleem).

Algemeen (voor zover relevant):

- Eik als (hoofd)boomsoort is van belang (voorkomen opkomst beuk).
- Gevarieerde bosstructuur met hoge boomlaag, lage boomlaag en struiklaag. De gevarieerde structuur van deze bossen hangt samen met een eeuwenlange menselijke exploitatie, waarvan het middenbosbeheer het belangrijkste aspect vormt.
- Aanwezigheid van oude levende of dode dikke bomen en/of oude hakhoutstoven.
- Hoge bedekking van voorjaarsflora (> 10%).
- Lage bedekking van klimop (< 10%).
- Optimale functionele omvang: vanaf tientallen hectares.

Vooraf op kalkarme, min of meer lemige bodems is de boomsoort mede van invloed op de zuurgraad van de bodem; soorten met een 'gunstig' strooisel (zoals linde, es en esdoorn) zijn in staat via hun strooisel basen uit de ondergrond naar de humuslaag te brengen.

Veenbossen/hoogveenbossen (Laag- en hoogveenbossen)

Door Pouwels en Henkens alleen hoogveenbossen genoemd. Hoogveenbossen: Dit habitatype omvat relatief laag blijvende berkenbossen met dominantie van Zachte berk (*Betula pubescens*) in de boomlaag en een ondergroei die vooral bestaat uit veenmossen (*Sphagnum* soorten).

Zowel de veenbossen van het 'laagveenstadium' (met invloed van kwel) als het 'hoogveenstadium' (uitgegroeid boven de invloed van het grondwater) behoren bij dit habitatype. Het habitatype wordt aangetroffen op voedselarme, zure veengronden die permanent onder invloed staan van hoge grondwaterstanden.

Overige kenmerken:

- Veenvorming
- Optimale functionele omvang: vanaf tientallen hectares
- Aanwezigheid van oude levende of dode dikke bomen en/of oude hakhoutstoven

Duinbossen [2180]

Vaak is de zomereik (*Quercus robur*) de dominante boomsoort, maar met name in duinvaleien en in de meest landinwaarts gelegen gedeelten spelen (ook) andere boomsoorten een belangrijke rol.

Loofboomsoorten overheersten naaldbomen en het aandeel exoten in de boomlaag is < 25%.

- Aanwezigheid van oude levende of dode dikke bomen
- Optimale functionele omvang: vanaf tientallen hectares (alle subtypen)
- type A, droog: Berken-Eikenbossen en bossen met beuk
- type B, vochtig: zachte berk is de meest voorkomende boomsoort. Daarnaast ratelpopulier en zomereik
- type C, binnenduinrand: geen verdere specificatie van boomsoorten

Veldbies-beukenbossen [9110]

Het habitatype is optimaal ontwikkeld indien beuk domineert. Weinig ontwikkelde struik- en kruidlaag.

- Boomhoogte tot 20-25 meter
- Bedekking van exoten < 50%
- Aanwezigheid van oude levende of dode dikke bomen en/of oude hakhoutstoven
- Oude boslocatie

Hardhoutooibossen [H91F0]

Hardhoutooibossen op oeverwallen en andere hoge en droge delen van het rivierengebied waar enige aanvoer van baserijk water optreedt en tot in de wortelzone doordringt. Kenmerken zijn:

- Hoog aandeel van hardhoutboomsoorten (es, zomereik, iep)
- Gevarieerde vegetatiestructuur met hoge bedekking van struiklaag (> 30%)
- Aanwezigheid van oude levende of dode dikke bomen en/of oude hakhoutstoven
- Hoog aandeel van bolgewassen in voorjaarsaspect

Oude eikenbossen [9190]

Het habitatype betreft eiken-berkenbossen op leemarme zandbodems, waarvan de boomlaag en/of de bosgroeiplaats oud is. In de boomlaag van Oude eikenbossen domineren zomereik (*Quercus robur*) en ruwe berk (*Betula pendula*). In de ijle struiklaag vallen vooral wilde lijsterbes (*Sorbus aucuparia*), sporkehout (*Rhamnus frangula*) en ratelpopulier (*Populus tremula*) op. Ze zijn in het algemeen ontstaan in het heide- en stuifzandlandschap. Overige kenmerken:

- Beperkt aandeel beuk
- Aanwezigheid van dood hout op de bosbodem
- De mantel- en zoomgemeenschappen van dit bostype zijn van wezenlijk belang
- Zeer open structuur

Provincies met een grote verantwoordelijkheid per habitatype (Pouwels en Henkens, 2020)

Gelderland

- Beuken-eikenbossen met hulst
- Oude eikenbossen
- Vochtige alluviale bossen
- Droge hardhoutooibossen

Limburg

- Eiken-haagbeukenbossen

Noord-Holland

- Duinbossen

Zuid-Holland

- Duinbossen

Bijlage 2 Soorten

De onderstaande bossoorten hebben een ongunstige staat van instandhouding (na 2027, Uitwerking Bossenstrategie, op basis van Pouwel en Henkens, 2020).

Zwarte specht

- Zwarte spechten komen in Nederland het meest voor in uitgestrekte **naaldbossen**, afgewisseld door **beukenlanen en -percelen**. Ze hakken hun nestholte vooral uit in **dikke beuken**. Zwarte spechten foerageren graag in **jong naaldhout** op mieren (vooral houtmieren) en eten ook larven van in dood hout levende kevers (vogelbescherming.nl).

Wielewaal

- De wielewaal bewoont liefst **vochtige, structuurrijke loofbossen**; vaak zijn slechts **een of twee boomsoorten** dominant. Met name grootbladige **populieren** zijn geschikt. Juist hier kunnen bladminnende insecten, waar wielewalen van profiteren, massaal voorkomen. Water in de buurt is een pre. Periodieke **overstromingen** zorgen er voor een **gevarieerd bos qua leeftijdssamenstelling en structuur** (maar niet qua soortensamenstelling), waarbij verschillende successiestadia naast elkaar worden gevonden (vogelbescherming.nl).

Fluiter

- **Hoogopgaand gevarieerd loofbos** met **open plekken** op de bosbodem. In Nederland bij voorkeur in **beukenbos**, maar ook te vinden in **eikenbossen en gemengde bossen** (vogelbescherming.nl).

Kramsvogel

- De kramsvogel broedt in **halfopen cultuurlandschap** met vochtige graslanden en boomgroepen [...] ook in **kleine gebieden met bomen in open, ruig landschap** (vogelbescherming.nl).
- Nestelt vooral in kleinschalig cultuurlandschap met hoogstamboomgaarden en **populieren**. Handhaven van hoogstamboomgaarden en populierenbossen/singels in Zuid-Limburg en Oost-Nederland, indien (vochtig) grasland in de buurt is (bv. in beekdalen) (BIJ12.nl).

Matkop

- Matkoppen broeden vooral op de hoge gronden, zowel in bossen en natuurgebieden als in boerenland met houtwallen of singels. Ze zijn het talrijkst in gebieden met veel **berken, wilgen** of **rotte boomstronken: broekbos**, heide met opslag en **jonge loofbossen met een open structuur** (vogelbescherming.nl).

Keep

- De broedgebieden van kepen zijn meestal **gemengde bossen en naaldbossen**. In de winter kunnen kepen vooral gevonden worden op akkers langs **bosranden, beukenbossen** en parken met beukenbomen. De zaden van de beuk vormen een van de belangrijkste voedselbronnen voor deze vinkachtige (vogelbescherming.nl).
- Beukenbossen, beukenlanen en **bossen met een groot aandeel beuk** (BIJ12.nl).

Vliegend hert

- Het vliegend hert is, voor de ontwikkeling van haar larven, afhankelijk van door schimmels **aangetast rottend eikenhout** (eis-nederland.nl).
- Volgroeide en **oude bossen en bosrandhabitats**, met voldoende warme plekken en (dood) eikenhout in alle stadia. In Nederland halfopen landschap, houtwallen, bosranden met volledig ontwikkelde zoom en mantelvegetaties en (ook) oude (solitaire) bomen, tuinen en holle wegen. Versterk bestaand biotoop met oude eikenbestanden. Verbind deze door het leefgebied uit te breiden: daarvoor is een uitbreiding van de beplanting met eiken nodig. Verbinding/leefgebied is min. 5 m breed, maar bij voorkeur breder (BIJ12.nl).

Bijlage 3 Doelen en kenmerken van enkele provinciale bossenstrategieën

Noord-Brabant (Provincie Noord-Brabant, 2022)

Binnen Natuurnetwerk

- Bosaanleg vooral op ecologisch weinig interessant natuurgrasland
- Natuurfunctie is belangrijk (procesnatuur; deel spontaan bos (500 ha per jaar))
- Ook in ecologische verbindingzones zal spontaan bos ontstaan
- CO₂ vastleggen

Buiten Natuurnetwerk

- Doelen bosaanleg:
 - Bosaanleg met wonen/werk
 - Klimaatadaptatie: EHS + waterberging beken, rivieren
 - Bosaanleg in waterwingebied
 - Duurzame energie
 - CO₂ vastleggen
 - Hout gebruiken
 - Compensatie: aansluiten aan verbindingzones of N2000, verlies bosecologie zo veel mogelijk compenseren
 - Gebiedsgerichte aanpak stikstof: bufferwerking
 - Landschap: kleine bosjes, landschapselementen
- Agroforestry toepassen

Algemeen (voor zover te relateren aan bosaanleg)

- Nutriënten- en vochtvoorziening verbeteren
- Rijk-strooiselsoorten toepassen
- Geschikt plantmateriaal (o.a. klimaatslim)
- Uitbreiding en bescherming A-locaties

Drenthe (Provincie Drenthe, 2022)

Binnen Natuurnetwerk

- Bos aanleggen waar huidige vegetatietypen een lage ecologische verwachting hebben
- Aanplanten, maar ook spontante bosontwikkeling stimuleren
- Deel bebossen, deel spontane ontwikkeling van bos en deel openhouden met grazers
- Focus op biodiversiteit
- 800 ha binnen bestaande natuur
- 1200 ha binnen de opgave nieuwe natuur

Buiten Natuurnetwerk (1900 ha)

- Deels compensatie Natura 2000-doelen (200 ha)
- Functies combineren
- Bos aanleggen:
 - In beekdalen
 - Langs grote rivieren
 - Rond steden en dorpen
 - Combinatie met landbouw
 - Combinatie met woningbouw
 - Combinatie met energieopgave

Algemeen

- Vitaliteit verbeteren, mede met gebruik van rijk-strooiselsoorten, hydrologie herstellen en stikstofdepositie verlagen
- Functies combineren
 - Recreatief gebruik mogelijk maken (openstelling)
 - CO₂ vastleggen
 - Water bergen
 - Hout produceren
 - Instandhouding en uitbreiding van autochtone bomen en struiken

Limburg (Provincie Limburg, 2022)

Binnen Natuurnetwerk Limburg (1250 ha)

- Streven naar spontane ontwikkeling, stimuleren natuurlijke processen
- Actieve aanplant of zaaian als gewenste bomensamenstelling niet verwacht kan worden, dit kan ook gedeeltelijk
- Daar waar natuurwaarden vergroot kunnen worden (kruiden- en faunarijke graslanden)
- Nog niet ingerichte natuur gronden gebruiken
- Doel verbetering biodiversiteit en landschappelijke meerwaarde
- Eigenaren van de meeste gronden zijn terreinbeherende organisaties

Buiten Natuurnetwerk Limburg (2400 ha)

- Bos aanleggen in overgangsgebieden en verbindingzones
 - Beekdalen
 - Rond dorpen/steden
 - Tussen versnipperde bosgebieden
- Doelen voor uitbreiding:
 - Biodiversiteit
 - Wateropgave
 - Klimaatadaptatie en -mitigatie
 - Transitie landelijk gebied
 - Gezonde leefomgeving
 - Recreatie
- Agroforestry toepassen
- Deels compensatiebos (150 ha)
- Landschapselementen aanleggen

Gelderland (Provincie Gelderland, 2020)

Binnen Gelders Natuurnetwerk (1200 ha)

- Optimale biodiversiteit realiseren
- Bosaanleg op graslanden alleen als die weinig biodiversiteit hebben
- Aanplant of spontane ontwikkeling
- Ook halfopen bossen realiseren

Buiten Gelders Natuurnetwerk (circa 500 ha)

- Doelen voor uitbreiding:
 - Droogtebestrijding
 - CO₂-opslag
 - Biodiversiteit
 - Recreatiedruk Veluwe verlichten
 - Stikstof mitigeren
 - Energietransitie (combinatie ook met windmolens)
- Landschapselementen aanleggen
- Agroforestry toepassen

Wageningen Environmental Research
Postbus 47
6700 AA Wageningen
T 0317 48 07 00
wur.nl/environmental-research

Wageningen Environmental Research
Rapport 3312
ISSN 1566-7197



De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.600 medewerkers (6.700 fte) en 13.100 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Wageningen Environmental Research
Postbus 47
6700 AB Wageningen
T 0317 48 07 00
wur.nl/environmental-research

Rapport 3312
ISSN 1566-7197

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.600 medewerkers (6.700 fte) en 13.100 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

