



Criteria voor het evalueren van bosverjonging in Natura 2000 habitattypen op de Veluwe

Jan den Ouden¹, Sander Teeuwen² & Gerrit-Jan Spek³

1 Wageningen University, leerstoelgroep Boscologie en bosbeheer

2 Stichting Probos, Wageningen

3 Spek Natuurlijk-fauna Advies, Vaassen

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen University, Probos en Spek Natuurlijk-fauna advies, in opdracht van de provincie Gelderland.

Wageningen University
Wageningen, juli 2022

Om vast te stellen wat een gewenste mate van bosverjonging zou moeten zijn in Natura 2000 boshabitats op de Veluwe is een analyse gedaan van bestaande databronnen van bosverjonging en -ontwikkeling. Dit is in verband gebracht met verzamelde informatie over dichtheden van hoefdieren in 25 deelgebieden op de Veluwe. Tevens is een analyse gedaan van het algemene verjongingsproces van bomen. De mate van bosverjonging is daarbij uitgesplitst in dichtheid, frequentie en soortensamenstelling. De lijsterbes (*Sorbus aucuparia*) is als indicatorsoort aangeduid voor de aanwezigheid van voldoende mogelijkheden voor het optreden van een gunstige mate van bosverjonging.

In order to determine what a desired degree of forest regeneration should be in Natura 2000 forest habitats on the Veluwe, an analysis was made of existing data sources of forest regeneration and development. This was related to collected information on densities of ungulates in 25 subareas on the Veluwe. An analysis was made of the general regeneration process of trees. The extent of forest regeneration was broken down into density, frequency and species composition. The mountain ash (*Sorbus aucuparia*) has been identified as an indicator species for the presence of sufficient opportunities for the occurrence of a favourable degree of forest rejuvenation.

Trefwoorden: bosverjonging, begrazing, vraat, hoefdieren, Natura 2000, Veluwe, lijsterbes

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/574008>. Wageningen University verstrekt geen gedrukte exemplaren van rapporten.

© 2022 Wageningen University (onderdeel van Wageningen University & Research), Postbus 47, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 07 00. CC BY-NC 4.0

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

Inhoud

Woord vooraf	5
Samenvatting	7
1 Inleiding	9
1.1 Aanleiding	9
1.2 Toename van loofbomen is gewenst	9
1.3 De begrazingsparadox	10
1.4 Doel van dit onderzoek	11
2 Aanpak van het onderzoek	12
3 Criteria voor evaluatie bosverjonging	14
3.1 Soortensamenstelling van verjonging	14
3.1.1 Welke verjonging kan worden verwacht?	14
3.1.2 Ontwikkeling op de Veluwe	15
3.1.3 Conclusie	17
3.2 Frequentie van verjonging	19
3.3 Dichtheid van verjonging	20
4 Indicatoren voor bosverjonging	21
4.1 Keuze van de indicatorsoort	21
4.1.1 De Lijsterbes als indicatorsoort	21
4.1.2 Indicatiewaarde van andere loofboomsoorten	22
4.2 Criteria voor lijsterbes als indicatorsoort	23
5 Evalueren van doelbereik bosverjonging	24
5.1 Verjonging op de Veluwe	24
5.2 Beschikbare datasets	24
5.3 Doelstelling voor verjonging	25
6 Conclusies	26
7 Aanbevelingen	27
Literatuur	28
Bijlage 1 Analyse Netwerk Graasdrukmonitoring	31
B1.1 Inleiding	31
B1.2 Methode	31
B1.2.1 Het graasdrukmonitoringsnetwerk op de Veluwe	31
B1.2.2 Dataverwerking	32
B1.3 Resultaten en discussie	36
B1.3.1 Dichtheid verjonging en hoefdieren, en vraat per deelgebied	38
B1.3.2 Dichtheid en vraat per boomsoort en hoogteklaas	40
B1.3.3 Selectiviteit van vraat	42
B1.3.4 Relatie tussen dichtheid hoefdieren en vraat	43
B1.3.5 Relatie dichtheden van hoefdieren en verjonging	45
B1.3.6 Het voorkomen van lijsterbes in verjongingen	46
B1.4 Conclusie	48

BIJLAGE 2 Analyse 7^e Nederlandse Bosinventarisatie	49
B2.1 Inleiding	49
B2.2 Methode	49
B2.3 Resultaten en discussie	50
B2.3.1 Diversiteit in houtigen	50
B2.3.2 Relatie tussen samenstelling struiklaag en dichtheid herbivoren	51
B2.3.3 Ingroei tussen NBI6 en NI7	52
B2.4 Conclusies	54
Bijlage 3 Analyse SyHI/Woodstock plots	55
B3.1 Inleiding	55
B3.2 Methode	55
B3.3 Resultaten en discussie	55
B3.3.1 Samenstelling recente verjonging	55
B3.3.2 Frequentie van lijsterbes en soortenaantallen	56
B3.3.3 Voorkomen van lijsterbes op de Veluwe	57
B3.3.4 Samenstelling verjonging irt bossamenstelling en wilddichtheid	58
B3.4 Conclusies	60
Bijlage 4 Wilddichtheden per deelgebied	61
Bijlage 5 Verslagen expert-meetings	65

Woord vooraf

Dit rapport is geschreven in opdracht van de provincie Gelderland in het kader van de herstelprogramma's voor Natura 2000 habitattypen op de Veluwe, onder begeleiding van Adri Kromwijk en Wouter Delforterie.

Ter voorbereiding van de rapportage is gesproken met een aantal direct betrokkenen en experts op het gebied van Natura 2000, boscologie en bosbeheer. Een kort verslag van deze gesprekken is opgenomen in bijlage 5 van dit rapport. De schrijvers danken Rienk Jan Bijlsma, Jaap Bouwman, John Janssen, Jop de Klein, Simon Klingen, Bart Muys, Henny Schoonderwoerd, Kris Verheyen en Arno Willems voor hun bijdragen aan deze gesprekken.

Gegevens over de Nationale Bosinventarisatie zijn beschikbaar gesteld door Mart Jan Schelhaas, en een bewerking daarvan door Louis Konig. De SyHI/Woodstock gegevens zijn verkregen via de Stichting Probos. De data van de vraatdrukmonitoring werden beschikbaar gesteld en konden worden gecheckt met hulp van Borgman Beheer. Gegevens over dichtheden van hoefdieren zijn beschikbaar gesteld door de FBE Gelderland en Kroondomein Het Loo.

De conceptversie van dit rapport is besproken met Frits Mohren, Jakob Leidekker, Annemiek Visser Winterink Renske Terhürne, Mark Karsemeijer, Sander Wijdeven en Arno Willems, en is uitgebreid gereviewd door Patrick Jansen. Laatstgenoemde heeft ook een aantal statische analyses verricht voor dit rapport. Nico Spliethof verzorgde het kaartmateriaal.

De schrijvers danken iedereen voor hun inzet en bijdragen.

Samenvatting

Voor het Natura 2000 Veluwe Herstelprogramma van de provincie Gelderland zijn beoordelingskaders opgesteld voor het evalueren van het huidige ecologisch functioneren van, onder meer, de boshabitattypen Beuken-Eikenbossen met hulst en Oude eikenbossen. Tevens worden knelpunten aangewezen om gerichte herstelmaatregelen te kunnen formuleren. Het achterblijven van loofbosverjonging is een van die knelpunten, maar op dit moment ontbreken duidelijke criteria om de doelen voor, en de mate van, bosverjonging vast te kunnen stellen. In dit rapport wordt onderzocht in welke mate de huidige begrazingsdruk een knelpunt oplevert voor de continuïteit van de loofbosverjonging. Naast de twee boshabitattypen richt dit onderzoek zich ook op verjonging in niet-kwalificerende bossen van de Veluwe vanwege het belang van deze bossen als reservoir voor bossoorten en als leefgebied voor verschillende VHR-soorten.

Voor het evalueren van de mate van verjonging worden drie criteria onderscheiden: soortensamenstelling, frequentie en dichtheid. Als algemeen doel voor de verjonging in de boshabitats, maar ook in veel niet-habitatbossen op de Veluwe, geldt dat deze moet bestaan uit inheemse loofboomsoorten. De frequentie waarin verjonging optreedt wordt in de context van dit rapport gezien als de tijd die nodig is voor het vestigen van een verjonging vanaf het moment dat er gunstige vestigingscondities bestaan op een gegeven plek. Uitgaande van een gemiddelde frequentie waarmee in Nederland zeer droge periodes voorkomen waarin selectie optreedt voor droogteresistentie binnen nieuw gevestigde loofbomen zou verjonging moeten optreden binnen een periode van ongeveer 10 jaar. Voor het vaststellen van een gewenste dichtheid van verjonging zijn geen duidelijke aanknopingspunten gevonden voor natuurbossen. Voor multifunctionele bossen wordt een minimale dichtheid van 2000-2500 individuen per ha als geslaagde verjonging gezien.

De mate van verjonging op de Veluwe is geanalyseerd aan de hand van beschikbare datasets. Uit gegevens van het vraatdrukmonitoringnetwerk Veluwe is afgeleid wat de samenstelling en dichtheid van recent gevestigde verjonging is, en in welke mate de verschillende soorten door grote herbivoren zijn aangevreten. Bosinventarisaties op basis van het SyHI/Woodstock protocol, verzameld vanaf 2001, geven inzicht in de samenstelling van de oudere verjonging, vanaf 50 cm hoogte tot een diameter van 5 cm. Ook de vergelijkbare verjongingsgegevens uit de 7^e Nationale Bosinventarisatie zijn geanalyseerd, en uit een vergelijking met de 6^e Nationale bosinventarisatie is vastgesteld welke soorten in het afgelopen decennium zijn doorgegroei tot voorbij de diametergrens van 5 cm en zich daarmee in de boomlaag hebben kunnen vestigen. Al deze gegevens zijn gerelateerd aan de dichtheden van populaties grote herbivoren (edelhert, damhert en ree), waarbij de Veluwe is onderverdeeld in 25 deelgebieden waarvoor de jaarlijkse dichtheden zijn bepaald vanaf 1983.

De verjonging wordt sterk gedomineerd door een beperkt aantal boomsoorten, waarbij het soortenpalet versmalt naarmate de verjonging ouder wordt. Loofbomen komen gemiddeld meer voor dan naaldbomen, maar het aandeel loofbomen neemt sterk af naarmate de dichtheid van grote herbivoren, met name edelhert, toeneemt. Bij zeer hoge dichtheden vindt vrijwel geen verjonging van loofbomen plaats. De grove den is de meest voorkomende soort in de vroege verjongingsfasen. Van de loofbomen komen beuk, inlandse eik, berk, lijsterbes, Amerikaanse vogelkers en Amerikaanse eik het meest voor. Alle andere loofboomsoorten komen in kleine aantallen, tot vrijwel niet, voor in de verjonging. De lijsterbes en inlandse eik nemen sterk in frequentie af naarmate de verjonging hoger wordt en deze soorten kunnen nauwelijks doorgroeien tot in de boomlaag.

De dichtheid van de verjonging is hoog op plekken met hoge lichtbeschikbaarheid. Naarmate de dichtheid van grote herbivoren toeneemt neemt de dichtheid aan loofbomen sterk af, maar bij naaldbomen blijft de dichtheid gelijk. Voor natuurbos, zoals de boshabitattypen, zijn geen duidelijke normen beschikbaar voor de gewenste dichtheid. De dichtheidsnorm voor een geslaagde verjonging hoger dan 50 cm tot 5 cm wordt – voor wat betreft loofbomen – nauwelijks gehaald.

Het is niet mogelijk gebleken om uit de beschikbare datasets eenduidige criteria af te leiden voor wat als een gunstige mate van verjonging kan worden beschouwd in de Natura 2000 boshabitattypen op de Veluwe. De gebruikte datasets ook niet ingezameld voor dit doel. In de nabije toekomst kunnen de gegevens uit het vraatdrukmonitoringsnetwerk wellicht meer duidelijkheid geven op dit punt, ook in relatie tot de effecten van vraat door grote herbivoren.

De lijsterbes is geïdentificeerd als een mogelijk geschikte indicatorsoort voor het bepalen van situaties waarin de verjonging van loofbomen sterk wordt gelimiteerd door vraat. Lijsterbes komt op de gehele Veluwe voor in een hoge frequentie, is makkelijk herkenbaar, is een sterk geprefereerde soort bij grote herbivoren en kan vraat goed overleven. Naarmate lijsterbes meer aanwezig is in de verjonging komen ook meer verschillende loofbomen voor. De aanwezigheid van nieuw gevestigde lijsterbessen hoger dan 2 m, of weinig (<25%) aangevreten lijsterbessen, indiceert een situatie waarin de vraatdruk laag genoeg is voor de succesvolle vestiging van de meeste loofboomsoorten.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De Veluwe is een van de grootste Natura 2000 gebieden in Nederland. De gehele Veluwe geldt als Vogelrichtlijn gebied, en onderdelen zijn aangewezen als habitattypen binnen de Habitatrichtlijn. De kwaliteit van de onderscheiden habitats wordt regelmatig beoordeeld voor de nationale rapportage (o.a. Janssen et al. 2020). Voor de uitwerking van het Natura 2000 beheerplan Veluwe is een beoordelingskader (Bijlsma et al. 2021) opgesteld voor het evalueren van het huidige ecologisch functioneren van de habitattypen en leefgebieden (mate van doelbereik), en het aanwijzen van knelpunten om gerichte herstelmaatregelen te kunnen formuleren. De provincie Gelderland heeft de mate en samenstelling van bosverjonging opgevoerd als een van de beoordelingscriteria voor het functioneren van Natura 2000 gebieden. Eerder is al vastgesteld dat hoefdieren een groot effect hebben op de dichtheid en samenstelling van de bosverjonging, en dat bij de huidige populatiedichtheden veelal geen sprake is van een continue verjonging van gewenste loofboomsoorten (den Ouden et al. 2020). In de uitwerking van de beoordelingskaders is dit knelpunt grotendeels nog buiten beeld gebleven (zie Bijlsma & Janssen 2021).

De vraatdruk van hoefdieren kan een dusdanige verstoringfactor vormen in boshabitattypen dat de vestiging en doorgroei van een breed palet aan loofbomen buiten bereik blijven. Op dit moment ontbreken duidelijke criteria voor de beoordeling van de mate waarin boomsoorten verjongen, en in welke soortssamenstelling, om vast te kunnen stellen of voldaan wordt aan de gewenste doelen.

1.2 Toename van loofbomen is gewenst

Vrijwel alle kwalificerende boshabitattypen op de Veluwe kennen een geschiedenis van aanplant en/of intensief beheer. In oude bossen hebben strooiselooft, sprokkelen, beweiding en eiken(hakhout)teelt zowel de bodem als de boomsoortensamenstelling verarmd. In de huidige bossen ontbreken veel loofboomsoorten omdat zij in het verleden doelbewust zijn verwijderd. De lage soortenrijkdom van de Veluwe is dus deels het resultaat van voormalig landgebruik.

Veluwe-breed is een toename van, en een grote soortenvariatie in, loofbomen gewenst. Door de verzurende werking van stikstofdepositie verliest de bodem essentiële nutriënten door versnelde uitspoeling (Bobbink et al. 2017) en verwerking van bodemmineralen uit de bovengrond (Bergsma et al. 2016). Dit leidt tot verdere verarming en verzuring van de bosbodem en het verlies van typische bossoorten, waaronder veel kenmerkende (kwaliteits)soorten van de boshabitattypen (Cortenraad & Mulder 1989; Hommel et al. 2010). De dominantie van eik, beuk en aangeplante naaldbomen versterken de bodemverzuring verder door ophoping van slecht afbreekbaar strooisel. Vergroting van het aandeel loofboomsoorten met beter afbreekbaar strooisel kan de verzuring remmen en de pH van de bodem verhogen, de beschikbaarheid van basische kationen verbeteren en aldus de soortenrijkdom vergroten (Hommel et al. 2001; Desie et al. 2020). Dit is relevant voor vrijwel de gehele Veluwe. Gebrek aan zaadbronnen en de selectieve vraatdruk door hoefdieren (den Ouden et al. 2020) belemmeren de spontane vestiging van deze soorten, waardoor de loofboomsamenstelling arm blijft en de vegetatie gedomineerd blijft door boomsoorten met overwegend slecht afbreekbaar strooisel. De huidige revitaliseringsprojecten beogen hierin verandering te brengen door de actieve inbreng van nu nog ontbrekende of weinig voorkomende loofboomsoorten.

Klimaatverandering gaat gevolgen hebben over de gehele breedte van de soortensamenstelling in bossen. Loofbos verlaagt het risico op bosbranden (Schelhaas et al. 2010). Modelstudies geven aan dat een temperatuurstijging van enkele graden de vitaliteit van boomsoorten negatief zal beïnvloeden (Lindner et al. 2014). Voor sommige soorten, met name naaldboomsoorten, wordt verwacht dat bestaande populaties sterk gereduceerd zullen worden of zelfs uitsterven (voor de fijnspar is dit al duidelijk zichtbaar, zie Schelhaas et al. 2022). Gevarieerde loofbossen bezitten een hogere veerkracht om klimaatverandering op te vangen. De werkelijke effecten zijn nog onzeker, en hangen af van het aanpassingsvermogen van aanwezige populaties. Dit aanpassingsvermogen moet via natuurlijke selectie gestalte krijgen. Om het natuurlijke selectieproces zijn werk te kunnen laten doen moeten de komende eeuw soorten zich met grote regelmaat kunnen verjongen zodat binnen de nieuwe generaties meer resistentie wordt opgebouwd tegen droogte en hitte (Schueler et al. 2021).

Voor verjonging in de boshabitattypen komen in principe alle inheemse loofboomsoorten in aanmerking die onderdeel uitmaken van de vegetatietypen die het habitatype karakteriseren. In de profielbeschrijvingen van de boshabitattypen van de Veluwe (Bijlsma et al. 2008) worden expliciet de beuk en eik genoemd als kwalificerende eis voor aanwijzing als habitatype, de berk als een soort van pionierssituaties, en hultst als onderdeel van latere successiestadia van H9120. De zeer zeldzame wilde appel wordt als karakteristieke soort vermeldt, en exotische loofbomen als Amerikaanse eik en vogelkers, en krent als ongewenst.

1.3 De begrazingsparadox

Voor de boshabitattypen Beuken-eikenbossen (H9120) en Oude eikenbossen (H9190) wordt extensieve begrazing genoemd als een essentiële voorwaarde voor het ontstaan van ruimtelijke differentiatie, voor het open houden van de Oude eikenbossen, en voor de aanwezigheid van semipermanente open ruimtes in Beuken-eikenbossen. Daarmee schuilt er in de beoordeling van begrazingseffecten in Natura 2000 habitats een paradox: voor het handhaven van de gewenste openheid moet 'extensieve begrazing' de bosverjonging vertragen, en tegelijkertijd moet de begrazingsdruk laag genoeg zijn om de verjonging van loofboomsoorten met grote regelmaat te kunnen doen plaatsvinden. Dit kan nooit tegelijk op eenzelfde locatie worden gerealiseerd. De oplossing van de paradox ligt dan besloten in een differentiatie naar lokale doelen en in variatie in ruimte en tijd van de begrazingsdruk. Ook is het mogelijk om een open bosstructuur en open ruimtes via beheer (maaien, afzetten) te behouden.

Onder 'extensieve begrazing' wordt door (Bijlsma & Janssen 2021) een 'begrazingsdruk' verstaan "*die zodanig varieert in ruimte en tijd dat andere gewenste functies niet overal en niet constant onder druk komen te staan*". Voor de Veluwe geldt echter dat de genoemde 'andere gewenste functies' niet uitsluitend de habitattypen betreffen, maar ook het omringende, niet-kwalificerende bos. Dat omringende bos fungeert als buffer en als potentieel uitbreidingsgebied voor de habitattypen (vooral H9120), wordt als leefgebied benut door onder andere VHR-soorten Zwarte specht, Wespandief en Vliegend hert en veel typische- en kwaliteitssoorten, en vervult additionele functies. Pogingen om de kwaliteit van deze ondersteunende habitats te verbeteren door toename van een gevarieerde loofboomsamenstelling, of bos om te vormen naar kwalificerend habitat, sneuvelen als gevolg van de begrazingsdruk. Het ruimtegebruik van populaties hoefdieren, met name edelhert, overstijgt ruimschoots de kleinere schaal waarop veel kwalificerend habitat voorkomt of waarop specifieke terreindoelen zijn gesteld door de verschillende terreineigenaren. Daardoor is sturing in ruimtelijke variatie van de vraatdruk in het licht van voorkomende habitattypen moeilijk uitvoerbaar. Dit geldt ook voor sturing in variatie in de tijd. Onduidelijk is hoe deze variatie in de tijd zich verhoudt tot de gewenste continuïteit in de bosverjonging. Het uitrasteren van de verjonging leidt tot grote hoeveelheden rasters, verkleining van het effectieve leefgebied van hoefdieren en, onder de huidige vraatdruk nog steeds tot ontoereikende verjonging in de ongerasterde delen (den Ouden et al. 2020).

1.4 Doel van dit onderzoek

Dit onderzoek richt zich, in opdracht van de provincie Gelderland, op de vraag of op de Veluwe de huidige begrazingsdruk een knelpunt oplevert voor de continuïteit van de bosverjonging. Dit betreft in eerste instantie de loofboomsoorten die direct relevant zijn voor de duurzame instandhouding van de boshabitat-typen H9120 en H9190, te weten beuk, inlandse eik, berk en hulst, aangevuld met de overige loofboomsoorten voorkomend in de relevante vegetatietypen. In tweede instantie betreft het de vestiging van loofbomen in niet-kwalificerende bossen van de Veluwe, vanwege het belang van deze bossen als reservoir voor bossoorten en als leefgebied voor verschillende VHR-soorten, het ruimtegebruik van hoefdieren (met name edelhert), de uitbreidingsdoelen voor het oppervlakte kwalificerend habitat en het relatief kleine oppervlakte-aandeel van de boshabitattypen. De resultaten worden gebruikt voor het Herstelprogramma voor de Veluwe.

Deze studie wil antwoord geven op de door de provincie Gelderland geformuleerde onderzoeksvragen:

1. Hoe moet 'continuïteit van verjonging' worden gedefinieerd, en hoe kan dit worden vastgesteld?
2. Hoe kan de 'continuïteit van verjonging' worden gekwantificeerd op basis van beschikbare gegevens?
3. Hoe kan worden vastgesteld of sprake is van een voldoende mate van verjonging van relevante loofboomsoorten binnen de verschillende deelgebieden uit het 'Veluwe Natura 2000 herstelprogramma bossen'?
4. Welke indicatoren zijn geschikt om een als gunstig te beschouwen mate van verjonging eenvoudig vast te stellen?

Verder worden bovenstaande vragen in verband gebracht met populatiedichtheden van wilde hoefdieren. Daarbij gaat de aandacht uit naar de directe vraateffecten op verjongende bomen en struiken van de hertachtigen op de Veluwe (edelhert, damhert, ree), en zijn de effecten van wild zwijn buiten beschouwing gelaten.

2 Aanpak van het onderzoek

De definitie en de bepaling van doelbereik van continuïteit in bosverjonging is uitgewerkt aan de hand van bestaande literatuur en door gesprekken met vertegenwoordigers uit de beheerpraktijk. Het uitgangspunt was om tot een breed gedragen definitie te komen en concrete doelen vast te stellen. Een beknopt verslag van deze gesprekken is weergegeven in Bijlage 5.

Om te bepalen of doelen met betrekking tot een na te streven mate van verjonging kunnen worden gekwantificeerd op basis van beschikbare gegevens, is gebruik gemaakt van een aantal reeds bestaande, geanonimiseerde databestanden. In de analyse van deze bestanden is aandacht geschonken aan de mate van verjonging, de soortensamenstelling, en de relatie met aanwezige populatiedichtheden van wilde hoefdieren.

Het betreft de volgende databestanden:

Vraatmonitoring Veluwe: netwerk van steekproefpunten over de gehele Veluwe met een dichtheid van 1 plot per 25 ha, opgenomen in 2020 en 2021 (zie Reichgelt et al. 2022). Het netwerk geeft informatie over samenstelling, hoogteverdeling en topvraatschade van jonge bomen. Data zijn, in tegenstelling tot NBI en SyHI/Woodstock, niet direct representatief voor de verjongingsvoortgang op de Veluwe aangezien plots zijn geselecteerd op basis van het voorkomen van vraat-gevoelige individuen (< 160 cm hoog). De dataset leent zich voor analyse van het voorkomen van vraateffecten in relatie tot dichtheden van hoefdieren. Dit is uitgewerkt in Bijlage 1.

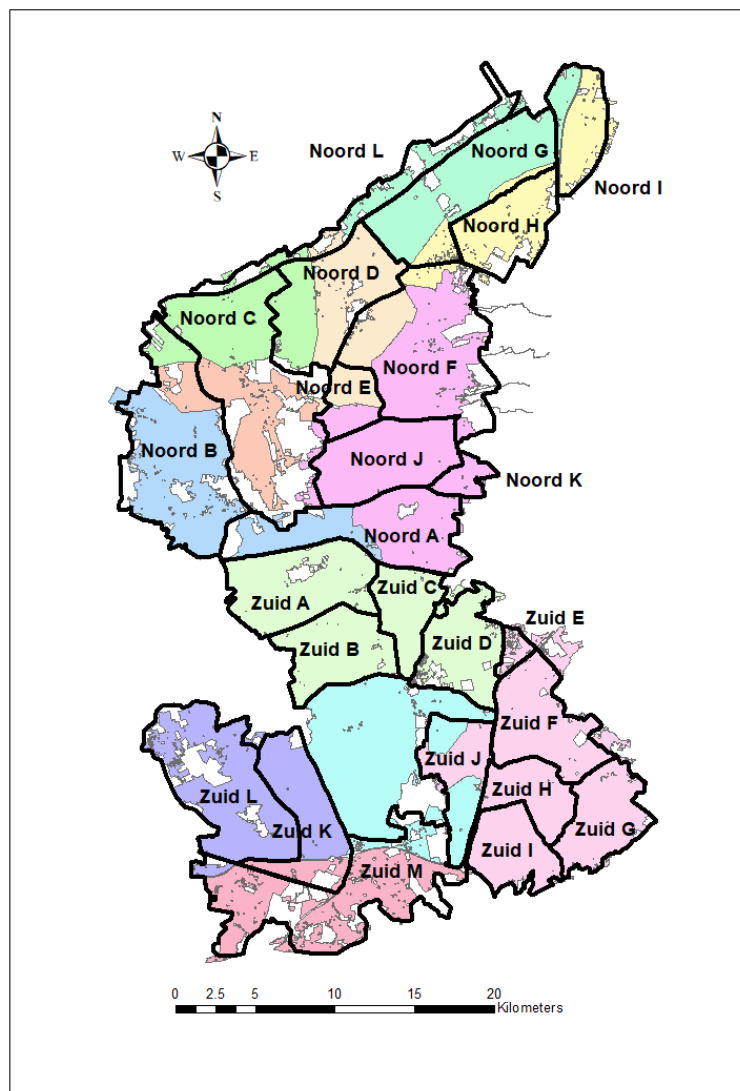
Nederlandse bosinventarisatie (NBI): een steekproefsgewijze opname van bossen, met een plotdichtheid van 1 plot per 100 ha (zie Schelhaas et al. 2022). Geeft informatie over boomsoortensamenstelling van de struiklaag (met daarin de gevestigde jonge generatie bomen) en boomlaag. Dit is uitgewerkt in Bijlage 2.

SyHI/Woodstock inventarisaties: series van steekproefsgewijze opnames, vergelijkbaar met de NBI, van afzonderlijke bosgebieden verspreid over de Veluwe. Een deel van de inventarisaties is meerdere malen uitgevoerd met zo'n tien jaar tussen opnames. Informatie over de struiklaag is standaard opgenomen vanaf 2000. Dit is uitgewerkt in Bijlage 3.

Populatiedichtheden hoefdieren: schattingen van populatiedichtheden van edelhert, ree, en damhert, verzameld door de Vereniging Wildbeheer Veluwe en sinds kort beheerd door Faunabeheereenheid Gelderland. De database is gebruikt voor het inschatten van populatiedichtheden in verschillende perioden in 25 deelgebieden, verspreid over de gehele Veluwe (fig. 1). Deze indeling komt niet overeen met de indeling in de 12 deelgebieden voor de kwaliteitsbeoordeling van de boshabitatstypen (fig. 1), zodat effecten van wilddichtheid alleen zijn geanalyseerd op het niveau van de 25 deelgebieden. Dichtheden van moeflon (weinig voorkomend) en wild zwijn (beperkt effect op vraat aan bomen) zijn buiten beschouwing gelaten. De verzamelde gegevens zijn weergegeven in Bijlage 4.

De analyse van bovenstaande databestanden is op verschillende niveaus uitgevoerd. De primaire aandacht lag bij de situatie in de habitattypen, en richtte zich op verjonging van de voor Natura 2000 relevante boomsoorten. Dit waren echter steeds maar een beperkt aantal plots en soorten. Om een breed beeld van verjongingsvoortgang te krijgen is in de analyse vooral gebruik gemaakt van gegevens uit niet-kwalificerend habitat, en is gekeken naar alle aanwezige houtige soorten. Bovendien zijn de meeste kwalificerende boshabitats relatief klein ten opzichte van het terreingebruik van hoefdieren, met name edelhert, zodat dichtheidseffecten van hoefdieren op een grotere schaal moeten worden geëvalueerd dan alleen de oppervlakte kwalificerend boshabitat.

In eerder onderzoek (den Ouden et al., 2016; 2020) kwam naar voren dat de lijsterbes mogelijk een geschikte indicatorsoort is voor het vaststellen van een gunstige mate van loofboomverjonging. In de uitwerking van de verschillende datasets (Bijlagen 1, 2 en 3) is daarom extra aandacht besteed aan de lijsterbes.



Figuur 1: Indeling van de Veluwe in 25 deelgebieden waarbinnen de wild-dichtheden bekend zijn, en daaronder de indeling in 12 deelgebieden (gekleurd) voor de beoordeling van de kwaliteit van de habitattypen.

3 Criteria voor evaluatie bosverjonging

De verjonging (het vestigen van een nieuwe generatie) van bomen in het bos hangt af van verschillende factoren (zie o.a. Pickett et al. 1987; den Ouden et al. 2010): (1) de beschikbaarheid van licht, en van water en voedingsstoffen (de kwaliteit van de groeiplaats), (2) de beschikbaarheid van zaden (verbreidingsmechanisme, aanwezigheid van zaadbronnen) of de mogelijkheid tot vegetatieve groei (uitstoelen van stobbes, herstel na beschadiging), (3) het voorkomen van drukfactoren en verstoringen (droogte, herbivorie) en (4) concurrentie tussen individuen.

Voor het evalueren van de mate van verjonging worden in dit rapport drie aspecten onderscheiden:

- samenstelling - welke soorten komen voor
- frequentie - hoe regelmatig komt verjonging voor
- dichtheid - hoeveel individuen zijn aanwezig per oppervlakte-eenheid

3.1 Soortensamenstelling van verjonging

Voor de soortensamenstelling van de verjonging zijn eenduidige doelen te definiëren, die nauw samenhangen met de gewenste functie(s) van een bosgebied en de aard van de groeiplaats. In multifunctionele bossen is sprake van wijd uiteenlopende doelen, afhankelijk van de functie-accenten die zijn gelegd op bosgebieden of zelfs individuele opstanden. In boshabitattypen wordt groot belang gehecht aan de verjonging van inheemse loofbomen en struiken die onderdeel uitmaken van het van nature voorkomend geachte vegetatietype. Exoten zijn daarin ongewenst.

Multifunctionele bossen beslaan het grootste deel van de Veluwe. Zij vormen de matrix waarbinnen de boshabitattypen en overige niet-kwalificerende natuurbossen liggen en vormen belangrijke reservoir-, voedsel- of broedgebieden die van belang zijn voor veel karakteristieke soorten van de boshabitattypen en voor de VHR-soorten. Bovendien vormen veel multifunctionele bossen potentiële uitbreidingslocaties voor de (aangrenzende) boshabitattypen. Vooral grove dennenopstanden spelen daarin een belangrijke rol als vroeg successiestadium in de ontwikkeling naar loofbos (zie tab. B2.2). In het multifunctionele bos komen zeer frequent opstanden van uitheemse boomsoorten voor als douglas, lariks, reuzenzilverspar en Amerikaanse eik. In deze opstanden is de verjonging van inheemse loofboomsoorten beperkt, en doordat vooral naaldboomsoorten zich efficiënt verbreiden en de zaailingen gemedend worden door grote hoefdieren weten zij zich makkelijk in nabijgelegen boshabitattypen te vestigen. Daarnaast weet ook de Amerikaanse vogelkers zich plaatselijk succesvol te vestigen in lichtere bossen, waaronder de Oude eikenbossen. Door areaalvergroting van de boshabitats kan de kans op vestiging van deze soorten in de kernen van de boshabitats worden beperkt.

3.1.1 Welke verjonging kan worden verwacht?

Vanwege de droge, voedselarme groeiplaatsen komen in het Oude eikenbos van nature relatief weinig boomsoorten voor. Meest voorkomende inheemse boom- en struiksoorten zijn hier de zomer- en wintereik, ruwe en zachte berk, vuilboom, lijsterbes, hulst en grove den. Ook beuk kan zich hier vestigen. In het Beuken-eikenbos met hulst komen daar de boomsoorten van iets rijkere groeiplaatsen bij, zoals hazelaar, gewone vlier en trosvlier, zoete kers, haagbeuk, meidoorns, sleedoorn, taxus, boswilg, ratelpopulier, gewone esdoorn en winterlinde. De laatste twee soorten groeien goed op de rijkere leemhoudende stuwwallen, maar worden niet als typisch Veluwe soorten gekenschetst vanwege het ontbreken van autochtoon veronderstelde populaties op de Veluwe (Rövenkamp & Maes 2002; Bijlsma et al. 2022). Dat wil echter niet zeggen dat deze soorten geen rol van betekenis zouden kunnen spelen in het Beuken-eikenbos met hulst, en dan vooral op uitbreidingslocaties van het habitatype. Behalve de soorten van rijke en natte habitats, zoals zwarte els en es, kunnen vrijwel alle loofboom- en struiksoorten onderdeel uitmaken van het Beuken-eikenbos.

Soorten zullen zich niet overal kunnen vestigen. De kans op, en samenstelling van, de verjonging van boomsoorten is in grote lijnen afhankelijk van de aanwezigheid van een omgeving die gunstig is voor de vestiging van zaailingen, de beschikbaarheid van zaden op die plek en de verschillen in eigenschappen van soorten zoals groeisnelheid, aanwezige concurrenten, resistentie tegen vraat, etc. (Pickett et al. 1987). Voor het uiteenrafelen van sturende factoren in het verjongingsproces is het begrip '*recruitment limitation*' gemunt, wat zich laat vertalen in 'verjongings-limitatie' (Clark et al. 1998, 1999; Muller-Landau et al. 2002; Schupp et al. 2002). Dit begrip valt uiteen in de volgende componenten:

Limitatie in zaadbronnen: Soorten kunnen zich niet vestigen omdat zaden of zaadbronnen ontbreken. Een soort kan zeldzaam zijn, of produceert te weinig zaden.

Limitatie in zaadverbreiding: Soorten kunnen zich niet vestigen op geschikte plekken omdat de zaden die niet kunnen bereiken als gevolg van een beperkte zaadverbreiding. Dit lot treft vooral soorten die voor hun zaadverbreiding afhankelijk zijn van dieren. Zaden vallen dicht bij de bron, maar ontbreken dan op grotere afstand.

Limitatie in kieming: de groeiplaatscondities belemmeren of verlagen de kieming van zaad of zorgen voor hoge sterfte in zaailingen als gevolg van bijvoorbeeld droogte, zaadpredatie of schimmelaantasting.

Limitatie in vestiging: Soorten zijn niet in staat om na de kiemplantfase succesvol door te groeien naar een volwassen stadium, bijvoorbeeld door beschaduwing, concurrentie, of herbivorie.

De beschikbaarheid van zaadbronnen staat in directe relatie met het voorkomen van soorten op de Veluwe. Op grote delen van de Veluwe ontbreekt een aanzienlijk aantal loofboomsoorten die eigen zijn aan de groeiplaatsen van de habitattypen (zie tab. 1), met name van de Beuken-eikenbossen met hulst. Zonder actieve inbreng van deze soorten is een substantiële uitbreiding van veel van deze soorten niet te verwachten, ondanks hun vaak goede verbreedingspotentieel (tab. 1). De hulst weet zich wel langzaam uit te breiden.

Van de sterk door wild geprefereerde soorten komt alleen de lijsterbes gebiedsdekkend op de Veluwe voor. Ook vuilboom is algemeen, maar minder frequent dan lijsterbes (zie fig. 2). Andere sterk geprefereerde soorten als ratelpopulier, boswilg en hazelaar zijn zeldzaam in het Veluwse boslandschap. Plaatsen waar ze wel voorkomen zijn vrijwel altijd gebieden waar tijdens de vestigingsfase geen edelherten aanwezig waren of waren uitgerasterd.

3.1.2 Ontwikkeling op de Veluwe

Het is moeilijk om eenduidig te bepalen waardoor een boomsoort in zijn vestiging wordt gelimiteerd. Een gedeeltelijk antwoord kan worden afgeleid uit de relatie tussen het voorkomen van soorten in de verschillende stadia van het verjongingsproces en de dichtheid aan hoefdieren (fig. 2). De frequentie in het voorkomen van lijsterbes en vuilboom neemt af naarmate de individuen hoger worden. Tegelijkertijd nemen hun frequenties in alle verjongingsstadia af naarmate de dichtheid aan herbivoren toeneemt. Deze soorten zijn dus kennelijk weinig concurrentiekrachtig in de latere fasen van de bosontwikkeling en worden beperkt in hun verjonging door herbivorie.

Ook de inlandse eik laat een sterke afname zien in frequentie naarmate de individuen hoger worden, maar er is geen duidelijke relatie met dichtheden van herbivoren (fig. 2). Dit duidt er op dat zomer- en wintereik vooral in concurrentie met andere soorten het onderspit delven, wat er op duidt dat deze soorten als echte pioniersoorten moeten worden gezien en zich in directe concurrentie met andere boomsoorten nauwelijks zullen verjongen (zie Bobiec et al. 2018). Ingroei van eik vindt hoofdzakelijk in grove dennenbossen plaats (tab. B2.2). Herbivorie zal de concurrentiepositie van inlandse eik wel verder verslechteren door beperking van de lengtegroei in de jeugdfase.

Tabel 1: Overzicht van een aantal eigenschappen van boomsoorten, hun mate van voorkomen op de Veluwe in verschillende vegetatielagen en de mate van limitatie met betrekking tot verschillende onderdelen in het verjongingsproces. Voor de betekenis van variabelen en weergegeven waarden, zie voetnoten onder tabel.

Betekenis	Zaadbronnen	Verbreidingsmechanisme	Vruchttype	Verbreidingsafstand	Frequentie goede zaadjaren (jr)	Schaduw tolerantie	Grondvlakaandeel (%) in SyHI 2001-20	VDM - aantal individuen	SyHI2001-2010 - aantal individuen	SyHI2011-2020 - aantal individuen	NBI7-ingroei - aantal individuen	VDM - frequentie	SyHI2001-2010 - frequentie	SyHI2011-2020 - frequentie	NBI7-ingroei - frequentie	Limitatie - Zaadbronnen	Limitatie - Zaadverbreiding	Limitatie - Kieming	Limitatie - Vestiging
Boomsoort																			
Beuk	A	dier	noot	1	5-8	4.6	9.7	4.6	7.4	28.7	9.8	42.2	7.6	26.2	13.5				
Zomereik	ZA	dier	noot	3	3-8	2.5													
Inlandse eik							13.0	3.6	6.0	25.2	5.6	69.3	2.1	13.9	9.2				
Wintereik	Z	dier	noot	3	5-8	2.7													
Ruwe berk	ZA	wind	gevleugeld	3	1-2	2.0													
Berk							6.6	11.0	14.1	34.3	14.4	81.1	17.2	33.2	17.3				
Zachte berk	VA	wind	gevleugeld	3	2-3	3.0													
Hulst	VZ	dier	bes	2	2-3	3.9	0.0	0.3	0.0	0.6	0.9	20.9	0.0	0.2	1.5				
Lijsterbes	VZ	dier	bes	3	2-3	2.7	0.2	7.0	18.5	32.0	2.3	63.9	15.1	29.5	3.1				
Vuilboom	A	dier	bes	3	1-2	2.7	0.0	4.4	0.1	0.3	2.2	37.3	0.0	0.1	3.5				
Am. vogelkers	A	dier	bes	2	1-2	2.5	0.3	3.2	6.5	19.8	11.5	40.3	11.5	24.6	12.3				
Amerikaanse eik	A	dier	noot	1	2-3	2.8	4.0	2.0	7.4	12.2	6.0	25.3	9.0	9.3	5.4				
Boswilg	Z	wind	pluis	3	1-2	2.2	0.0	--	0.0	0.0	0.5	--	0.0	0.1	0.8				
Trilpopulier	Z	wind	pluis	3	1-2	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	--	0.2	0.0	0.1	--				
Tamme kastanje	VZ	dier	noot	1	3-4	3.2	0.2	0.1	0.1	0.8	1.1	2.8	0.1	0.8	1.5				
Esdoorn	Z	wind	gevleugeld	2	1-2	3.7	0.1	0.1	0.3	1.0	0.1	1.9	0.4	1.1	0.4				
Zoete kers	Z	dier	bes	2	1-2	3.3	0.0	0.0	0.0	0.1	--	1.3	0.0	0.1	--				
Vogelkers	Z	dier	bes	2	2-3	3.3	0.0	0.0	0.0	0.1	--	0.1	0.0	0.0	--				
Winterlinde	ZZ	wind	gevleugeld	1	1-2	4.2	0.0	0.0	0.0	0.1	--	0.5	0.0	0.1	--				
Spaanse aak	ZZ	wind	gevleugeld	2	1-2	3.2	0.0	0.0	--	--	--	0.1	0.0	0.0	--				
Grove den	ZA	wind	gevleugeld	2	3-4	1.7	39.6	37.3	14.2	24.5	18.4	86.8	16.4	27.4	15.4				
Douglas	A	wind	gevleugeld	2	2-3	2.8	14.5	12.7	18.7	31.8	12.9	47.1	11.6	30.0	14.2				
Lariks	A	wind	gevleugeld	2	2-4	1.5	5.3	5.9	0.0	0.1	8.5	40.0	0.0	0.1	8.1				
Fijnspar	VA	wind	gevleugeld	2	3-5	4.5	1.6	2.4	0.5	3.5	1.7	21.6	0.8	5.3	2.3				
Reuzenzilverpar	VA	wind	gevleugeld	2	3-4	4.0	0.7	3.3	0.2	0.7	1.2	3.7	0.3	1.3	1.2				
Hemlockspar	VZ	wind	gevleugeld	2	2-3	5.0	0.3	0.7	0.7	1.4	0.5	5.9	1.1	2.7	1.2				

variabelen en hun waarden: Zaadbronnen: Mate van voorkomen van zaadproducerende individuen, met ZA= zeer algemeen, A=Algemeen, VA=vrij algemeen, VZ = vrij zeldzaam, Z=zeldzaam, ZZ=zeer zeldzaam. NB: dit is een inschatting mbt Veluwse bossen, wijkt af van indeling zeldzaamheidsklassen van Floron. Grondvlakaandeel in SyHI 2001-2020: Percentage dat de soort inneemt in totale grondvlak van alle SyHI's op de Veluwe in betreffende periode. Verbreidingsafstand: 1: zaadval grotendeels binnen 50 m, 2= 50-100 m, 3= > 100 m (Oosterbaan 2000, aangevuld met schatting). Frequentie goede zaadjaren (Brzeziecki & Kienast 1994, aangevuld met schatting). Schaduw tolerantie: 1-5 = zeer lichtbehoevend -zeer schaduwverdragend (Niinemets & Valladares 2006). Graasdruk preferentie: Mate waarin soort selectief wordt aangevreten, met L(aag) = soort gemeden, M(atig) = soort aangevreten naar rato voorkomen, H(oog) = soort geprefereerd, op basis van fig. B1.3 (zie Bijlage 1.3.3, aangevuld met schatting). VDM = dataset vraatdrukmonitoring, individuen <200 cm hoog, 984 plots; SyHI = dataset bosinventarisaties in periodes 2001-2010: 5478 plots en 2011-2020: 5565 plots), individuen 50 cm hoog - 5 cm diameter, met alleen gegevens objecten die tweemaal zijn geïnventariseerd; NBI = Nederlandse Bosinventarisatie, individuen die diametergrens van 5 cm passeerden tussen NBI6 en NBI7 (ingroei), selectie van permanente plots op de Veluwe, 260 plots. Aantal individuen = percentage van het aantal individuen per soort ten opzichte van alle soorten; Frequentie = percentage van de plots waarin een soort is aangetroffen ten opzichte van alle plots in de betreffende dataset. Limitaties: oranje = sterk gelimiteerd, geel = matig gelimiteerd, l.groen = weinig gelimiteerd, d.groen = nauwelijks gelimiteerd. Zie hoofdstuk voor betekenis van de limitaties.

Ook de berk maakt minder frequent deel uit van de verjonging naarmate de verjonging doorgroeit, maar weet door zijn snelle jeugdgroei uiteindelijk wel door te groeien tot in de boomlaag (tab. 1). Echter, bij een zeer hoge wilddruk zal ook de berk niet weten door te groeien. De beuk kan zich goed handhaven als die eenmaal als jong individu onderdeel uitmaakt van de verjonging. De frequentie waarin de beuk voorkomt in de plots van de opgenomen inventarisaties is vrijwel gelijk over de verschillende verjongingsstadia heen. Dit geldt ook voor de lariks. Grove den is de meest frequente boomsoort in vroege verjongingsfasen, verliest door concurrentie terrein in de hogere klassen, maar blijft een belangrijk aandeel houden in de ingroei (tab. 1; fig. 2).

De frequentie van voorkomen van de meeste loofboomsoorten (uitgezonderd lijsterbes en vuilboom) heeft geen eenduidige relatie met dichtheden aan herbivoren. Er is echter wel een duidelijke relatie met wilddichtheid en de dichtheden van zowel loofhout als naaldhout (B1.3.5), zodat de effecten van vraat op individuniveau gemaskeerd blijven wanneer gekeken wordt naar de relatieve aandelen van soorten. In het deelgebied met de hoogste dichtheid aan herbivoren (Zuid J; zie Bijlage 4) zijn vrijwel geen loofboomsoorten meer aanwezig. Hier is de grove den de meest frequente soort. Het aandeel naaldhout neemt toe met toenemende wilddichtheid (fig. B3.1).

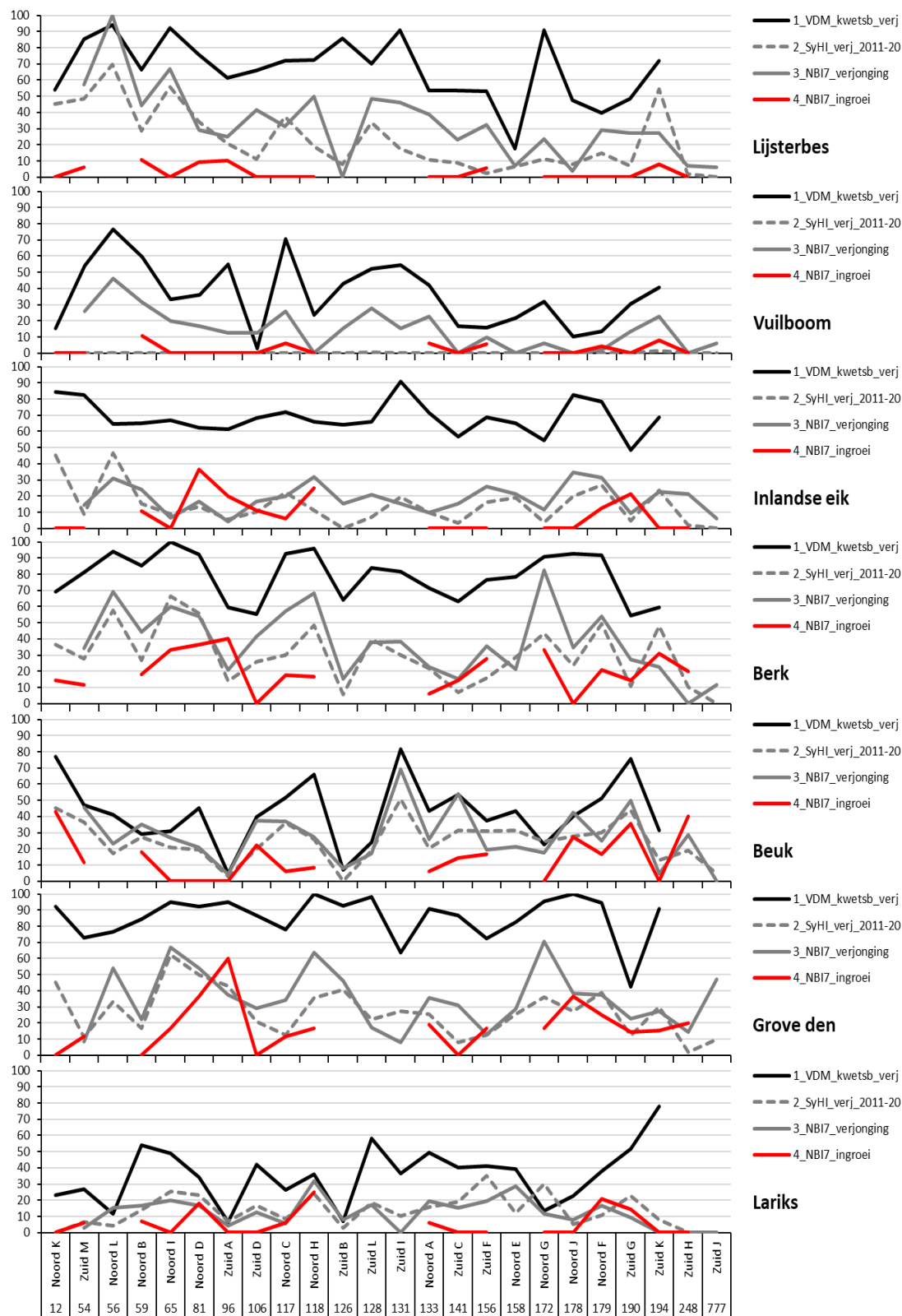
Tot slot speelt ook het voorkomen van natuurlijke barrières een rol in het verjongingsproces, zoals takkenkooien en braamstruwelen. Het is erg onzeker of dit een belangrijke rol speelt op de Veluwe. In braamstruwelen kunnen individuen tijdelijk beschermd blijven tegen vraat, maar evengoed gehinderd worden in hun groei (Harmer et al, 2018). Braam wordt veel gegeten door hoefdieren, en dus juist bij hoge wilddichtheden valt de beschermende werking van braam weg. Ook de beschermende werking van takkenkooien lijkt af nemen bij toenemende wilddichtheden (GJ Spek, pers. observ.). De aanwezigheid van onsmakelijke soorten kan vraat aan loofbomen verminderen (Smit et al. 2006).

3.1.3 Conclusie

De soortensamenstelling van de verjonging wordt door een groot aantal factoren gestuurd. In de bovenstaande analyse zijn effecten van bodemsamenstelling nog niet meegenomen, maar deze zullen zeker een rol spelen. Dit geldt ook voor de aanwezigheid van zaadbronnen in de directe omgeving (maar zie bijvoorbeeld tab. B2.2). In de verschillende stadia van het verjongingsproces verschuiven de aandelen van de verschillende loofboomsoorten als gevolg van concurrentie, versterkt door de mate van herbivorie en de preferentie in de voedselkeuze van herbivoren. De gegevens uit de Vraatdrukmonitoring, NBI en SyHI/ Woodstock geven een indruk van de ontwikkelingen in de soortensamenstelling en dichtheden van de verjonging, maar zijn niet volledig toegesneden op het uiteenrafelen van concurrentie en herbivorie als sturende processen. Mogelijk leidt klimaatverandering tot een verschuiving in de relaties tussen soorten.

Er kunnen al met al uit de beschikbare databronnen geen eenduidige grenswaarden worden afgeleid met betrekking tot de samenstelling van de loofboomverjonging. Daarvoor is het verjongingsproces te stochastisch en context-afhankelijk. In de context van Natura 2000 habitattypen en de doelen voor veel multifunctionele bossen kan wel worden gesteld dat de boomsoortensamenstelling gedomineerd zou moeten worden door een variatie aan (inheemse) loofboomsoorten. Vanuit de bredere Natura 2000 doelstelling en zorgen over doorgaande bodeverzuring zou het aandeel rijk-strooiselsoorten daarin beduidend hoger moeten zijn dan hun huidige aandeel in de boomlaag.

In de latere fasen van het verjongingsproces speelt ook de concurrentie tussen boomsoorten een belangrijke rol. Vanaf het kiemplantstadium is ook herbivorie een belangrijke selecterende factor, hetgeen bij hoge dichtheden herbivoren het effect van concurrentie geheel kan overschaduwen (zie o.a. Millett et al. 2006). Ook kan sprake zijn van de interactie tussen deze twee factoren, de zogenaamde "apparent competition" wat zich laat vertalen tot schijnbare concurrentie. Hierbij krijgen onbegraasde, onsmakelijke soorten een concurrentievoordeel ten opzichte van soorten die in hun hoogtegroeit worden beknot door begrazing (zie o.a. Huntly 1991; Holt & Lawton 1994).



Figuur 2: Het percentage van de plots, per deelgebied, waarin soorten aanwezig zijn ten opzichte van het totaal aantal plots binnen vier inventarisaties op de Veluwe: VDM = Vraatdrukmonitoring 2020-2021; SyHI = bosinventarisaties 2011-2020; NBI7 = 7^e Nationale Bosinventarisatie 2016-2020, onderverdeeld in opname van de recente verjonging (individueën tussen 50-500 cm) en ingroei (bomen die tussen NBI6 en NBI7 de diametergrens van 5 cm passeerden). De deelgebieden staan gerangschikt naar oplopende wilddichtheid (metabolisch gewicht in kg, zie Bijlage 1).

3.2 Frequentie van verjonging

Verjonging van loofbomen zal zich niet altijd direct vestigen wanneer daarvoor op gunstige omstandigheden heersen. Klimatologische omstandigheden, zoals droogte of nachtvorst, en concurrentie met bodemvegetatie kunnen het verjongingsproces vertragen of zelfs voor enige tijd blokkeren. Uit enclosure-studies blijkt dat vraat door hoefdieren een sterk effect heeft op de snelheid waarmee nieuwe individuen van boomsoorten zich kunnen vestigen (zie o.a. Kuiters & Slim 2002). Bij hoge dichtheden kan vestiging van verjonging zelfs langdurig uitblijven (Smit et al., 1998; Jorritsma et al. 1997). Dit is gunstig voor het handhaven van een open bosstructuur en semipermanente open plekken wat ruimte geeft aan lichtbehoevende kruidachtigen. De hiervoor benodigde vraatdruk zal tegelijkertijd de verjonging van loofbomen onder het kronendak sterk vertragen of zelfs verhinderen (zie ook 1.3)

In de context van de Natura 2000 boshabitattypen is de natuurlijke dynamiek leidend. Dit betekent dat, bij uitblijven van grote verstoringen, langdurige donkere fases zullen optreden waarin vestiging van verjonging nauwelijks tot niet zal voorkomen, behalve in lichtere bostypen (o.a. inlandse eik, berk en grove den). Verjonging kan, op een gegeven plek, dus decennia uitblijven, zelfs wanneer de vraatdruk zeer laag is.

Langdurig uitblijven van verjonging is geen probleem voor het voortbestaan van populaties van boomsoorten wanneer de primaire groeiplaatsomstandigheden (klimaat, bodem, hydrologie) constant blijven. Dit is anders nu de groeiplaatsomstandigheden veranderen. De bestaande populaties moeten zich kunnen aanpassen aan hogere maximum temperaturen en frequentere droogteperiodes (zie KNMI'14 klimaatscenario op knmi.nl), terwijl nutriëntenbeschikbaarheid en bodem-pH's blijven dalen als gevolg van bodemverzuring, en dus de bodemcondities verslechteren (Bobbink et al. 2017).

Een deel van de aanpassing van boomsoorten aan de klimaatverandering vindt plaats door acclimatisering, waarbij reeds gevestigde individuen zich fenotypisch aanpassen aan de nieuwe omstandigheden. Ook epigenetische effecten (veranderingen in de werking van genen in het individu) spelen hierbij waarschijnlijk een rol (Payne & Wagner 2019). Wanneer herkomsten van wintereik en beuk opgroeien onder andere klimaatomstandigheden kunnen zij weliswaar veel veranderingen opvangen, maar gemiddeld functioneren zij beter onder koudere omstandigheden; een gevolg van de reeds voortgeschreden opwarming (Saenz-Romero et al. 2019). Dit laat zien dat op de langere termijn de genetische opbouw van de populatie zich via natuurlijke selectie op nakomelingen zal moeten aanpassen. Deze genetische aanpassing verloopt traag en vergt meerdere generaties. Voor een soort als de wintereik lijken lokale (of autochtone) herkomsten niet in staat om zich voldoende snel aan te passen, zodat inbreng van genetisch materiaal uit warmere en drogere herkomstgebieden noodzakelijk lijkt voor voldoende klimaatadaptatie (Mátyás, 2021; Mátyás & Kramer, 2016). Het is dus van belang dat de huidige populaties in staat worden gesteld zich genetisch aan te passen aan het veranderende klimaat via een regelmatige verjonging.

Wat is dan een regelmatige verjonging? Volgens de Wet natuurbescherming (art. 4.3) dient na velling van een houtopstand binnen maximaal 3 jaar verjonging te zijn gerealiseerd, en in het geval van natuurlijke verjonging binnen maximaal 6 jaar (Provincie Gelderland 2022). De verjonging dient op bosbouwkundig verantwoorde wijze te geschieden, wat inhoudt dat de nieuwe generatie bomen "geen schade toebrengt aan de natuurlijke kenmerken en instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000 habitattypen", en de boomsoorten passen bij "de bodemkwaliteit en waterhuishouding ter plaatse" (Provincie Gelderland 2022, art. 3.88). Tevens moet de verjonging een dichtheid hebben waardoor binnen 10 jaar de nieuwe generatie een gesloten kronendak vormt. Er wordt in de Wet natuurbescherming niets gezegd over de verjonging in bos waarin geen velling plaatsvindt, hoe snel en in welke mate het bos zich zou moeten verjongen in een situatie waarin alleen op kleine schaal wordt ingegrepen (<0,1-0,2 ha), of wanneer uitsluitend de natuurlijke dynamiek van het bos bepalend is voor (kleinschalige) verstoringen die kunnen leiden tot verjonging. Voor een vast te stellen frequentie van verjonging in niet-geveld bos, dus onder een scherm, biedt de wet geen aanknopingspunten.

Een mogelijke benadering is uit te gaan van de frequentie waarmee droogtes optreden in Nederland. Dit zijn dan de momenten waarop in de verjongingsfase natuurlijke selectie kan ingrijpen op de genetische samenstelling van de verjongende populatie. Vanaf 1958 waren de lentes en zomers van 1959, 1983, 2003 en 2018 zeer droog, en die van 1976 extreem droog KNMI (2022). Gemiddeld treedt dus eens in de ongeveer 15 jaar een zeer of extreem droog groeiseizoen op, en verwacht wordt dat de frequentie van optredende droogtes deze eeuw sterk zal toenemen (KNMI'14 klimaatscenario, zie KNMI.nl). Vanuit dit perspectief zou verjonging zich steeds binnen ongeveer 10 jaar moeten vestigen op locaties die ontvankelijk zijn voor verjonging. Onduidelijk is echter hoe dit verder geoperationaliseerd kan worden, bijvoorbeeld met betrekking tot het aandeel oppervlak dat daadwerkelijk binnen de gestelde periode door verjonging wordt bezet ten opzichte van het oppervlak dat voor verjonging ontvankelijk is.

3.3 Dichtheid van verjonging

In diverse bosinventarisaties (Nationale Bosinventarisaties, SyHI en Woodstock) monitoren de overheid, terreinbeherende organisaties en particulieren de ontwikkelingen in de bosstructuur en -samenstelling. Voor het evalueren van de verjongingsvoortgang wordt daarbij een ondergrens van 2000-2500 individuen (vanaf 50 cm hoogte en een diameter < 5 cm) per hectare gesteld voor een geslaagde verjonging. Dit is aan de orde in multifunctioneel bos met een oogstdoel, omdat een voldoende hoge dichtheid leidt tot een gunstige stamkwaliteit. In de SyHI/Woodstock inventarisaties 2011-20 blijkt de dichtheid vooral hoog in de jonge en dichte fase (fig. B3.1). Dit is typisch op plekken in gecreëerde gaten die zijn ontstaan na velling van bomen.

De gewenste dichtheid van verjonging is afhankelijk van de grootte van de individuen; hoe kleiner, hoe meer individuen nodig zijn, omdat de sterftekans onder kleine individuen hoger is dan bij grotere individuen. McWilliams et al. (1995) ontwikkelden voor Pennsylvania (VS) een opnameprotocol voor het evalueren van geslaagde verjonging, waarbij bomen gewogen worden naar hun hoogte en daaraan gerelateerde sterfte-kans. Het kleinste gewicht (1) kregen bomen van 5-30 cm hoog, terwijl bomen hoger dan 150 cm het hoogste gewicht (50) kregen. Zij spreken over een geslaagde verjonging wanneer er ongeveer 3500 individuen per hectare aanwezig zijn van hoger dan 150 cm. Dit is dus een strengere grens dan die in de Nederlandse bosinventarisaties wordt gebruikt (ondergrens 50 cm hoogte), maar omdat in de Nederlandse beoordeling ook veel grotere individuen meedoen -met een lagere sterftekans- zullen de uiteindelijke nagestreefde dicht-heden van de verjonging elkaar weinig ontlopen.

Na te streven dichtheden in de context van multifunctioneel bos zijn weinig relevant voor verjonging van bomen in bossen waarvoor een expliciet natuurdoel geldt. Daar speelt immers stamkwaliteit geen rol. Bovendien wordt in de ondergroei van boshabitattypen, vooral Oude eikenbossen, openheid juist als een belangrijk kenmerk gezien. Een dichte verjonging kan plaatselijk optreden als onderdeel van de natuurlijke dynamiek, maar over een groot areaal wordt dit als onwenselijk beschouwd (Bijlsma et al. 2021).

Grote herbivoren hebben een duidelijk effect op de dichtheid van verjonging (zie o.a. Ramirez et al. 2021b; Kuiters & Slim 2002). Uit gegevens van het vraatdrukmonitoringsnetwerk bleek de dichtheid van verjonging van loofbomen af te nemen van ongeveer 14.000 individuen per hectare (140 per 100 m²) bij afwezigheid van edelherten, tot ongeveer 5.000 individuen per hectare in gebieden met 6 edelherten per km² (zie B1.3.5). Vanwege de gemiddeld geringe hoogtes van de verjonging betekent dit dat bij een hoge dichtheid edelherten de dichtheid van de verjonging onvoldoende is voor het multifunctionele bos Tegelijkertijd demonstreert het de effectiviteit van edelhert in het kort houden van de ondergroei.

Voor multifunctionele bossen zijn criteria voorhanden om de gewenste minimale dichtheid van de verjonging vast te stellen. Voor boshabitattypen ontbreken die en zijn ook niet eenduidig vast te stellen. Er zou daar, vanuit de definitie van habitatkwaliteit, eerder sprake zijn van maximale gewenste verjongingsdichtheid, of een maximaal aandeel oppervlakte met dichte verjonging, voor het behouden van openheid in het bos. Omwille van voldoende selectiemogelijkheden als basis voor genetische aanpassing van boomsoorten aan droogte en hitte is het echter wel wenselijk een dichtheidsnorm te ontwikkelen. Die zou gerelateerd kunnen worden aan de gemiddelde hoogte of hoogteverdeling van de individuen. De huidige gegevens bieden echter geen direct aanknopingspunt die norm nu te stellen.

4 Indicatoren voor bosverjonging

Uit de literatuur en de interviews blijken geen eenduidige en eenvoudig operationaliseerbare criteria te bestaan voor een na te streven dichtheid en frequentie van verjonging in de context van de boshabitattypen. Als alternatief kan worden gezocht naar indicatorsoorten die wijzen op een gunstige verjongingstoestand. Zo'n indicator kan dan een relatief eenvoudige en praktische manier opleveren om een gunstige mate van (of potentie voor) bosverjonging af te lezen. Een dergelijke indicatorsoort moet dan zeer frequent kunnen voorkomen wanneer de omstandigheden voor verjonging gunstig zijn, dat wil zeggen dat voldoende licht beschikbaar is voor groei en overleving van de meeste op de betreffende groeiplaats voorkomende soorten en dat er geen sterke concurrentie aanwezig is van andere vegetatie, zoals een dichte grasmat.

4.1 Keuze van de indicatorsoort

Voor de meest voorkomende boomsoorten op de Veluwe is nagegaan in hoeverre ze geschikt zouden kunnen zijn als indicatorsoort voor adequate vestiging van loofbomen. Een geschikte indicatorsoort is een soort wiens voorkomen indicatief is voor de status van een grotere functionele groep van soorten, die de status van belangrijke habitats reflecteert of die kan dienen als een vroege waarschuwing voor de gevolgen van een verwachte stressor (Dale & Beyeler 2001).

Voor de keuze van een ecologische indicatorsoort kunnen de volgende criteria worden onderscheiden (naar Dale & Beyeler 2001):

- Makkelijk herkenbaar en meetbaar
- Bestrijkt een zo groot mogelijke gradiënt over het ecosysteem (bodem, vegetatietypen, omgevingsfactoren)
- Gevoelig voor stress in het ecosysteem
- Heeft een lage variabiliteit in respons op stressfactoren
- Reageert op stress op een voorspelbare manier
- Duidt op een op handen zijnde verandering in het ecosysteem
- Voorspelt veranderingen die met ingrepen kunnen worden voorkomen

In het kader van dit rapport moet de indicatorsoort kunnen aangeven of er in een bosgebied sprake is van een gewenste mate van verjonging (voldoende hoge dichtheid en frequentie van een diverse loofboomverjonging). Daarbij wordt vraatdruk als de belangrijkste stressor gezien (maar tegelijkertijd wordt het voorkomen natuurlijk ook bepaald door andere factoren, zie onder andere 3.1.1).

4.1.1 De Lijsterbes als indicatorsoort

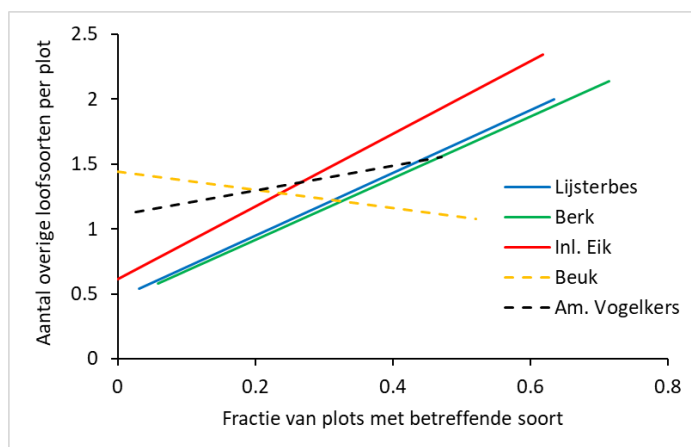
In het geval van de Veluwe komt de lijsterbes als meest geschikte soort naar voren om een dergelijke indicatorrol te vervullen. De lijsterbes komt op vrijwel de gehele Veluwe voor, en heeft, na de berk, de hoogste frequentie in voorkomen in de verjonging (tab. B1.2). Door het samengestelde blad, de zilverkleurige behaarde knoppen, zilvergrijze schors en 'ijle' groeivorm is de soort zeer makkelijk herkenbaar. De lijsterbes wordt zeer efficiënt verbreid door vogels en de zaden hebben een hoge kiemkracht (Paulsen & Högstedt 2002) over een brede range aan kiemmilieus (Raspé et al. 2000) waardoor lijsterbes zeer frequent voorkomt in vroege verjongingsstadia (tab. B1.2), zelfs wanneer er relatief weinig manbare lijsterbessen aanwezig zijn (tab. 1). De lijsterbes heeft een snelle jeugdgroei (Myking et al. 2013) en verdraagt, zeker in de jeugdfase, relatief veel schaduw (Pigott 1983, Niinemets & Valladares 2006) zodat hij zich makkelijk onder een kronendak weet te vestigen (Grime et al. 1988). De lijsterbes komt bovendien voor op alle belangrijke

Veluwe bodemtypen, en is te vinden over de gehele gradiënt van bossen op stuifzand, dekzand, oude holtpodzolen, voormalige bouwlanden tot natte bodems langs beken.

De lijsterbes is de meest geprefereerde soort voor vraat bij grote herbivoren (fig. B1.3). Ook in Zuid Duitsland wordt de lijsterbes sterk geprefereerd, en kan daar worden gebruikt als indicator voor de mate van, en veranderingen in, wildvraat (Bödeker et al. 2021). Tegelijkertijd is de lijsterbes zeer resistent tegen begrazing (Miller et al. 1982). In sterk begraasde bossen wordt lijsterbes veelvuldig aangetroffen, maar dan vooral als lage afgevreten individuen tot slechts enkele decimeters groot. Begrazing belemmert dus wel de hoogtegroeï, maar niet het voorkomen van lijsterbes. Zodra de graasdruk wegvalt kan lijsterbes zich normaal ontwikkelen (Pigott 1983) en weet dan in korte tijd jaarscheuten tot meer dan een meter lengte te produceren (pers. observ.). De frequente aanwezigheid van individuen die boven de grens van maximale vraathoogte zijn doorgeschoot zal dan een duidelijke aanwijzing zijn dat de verjonging van loofbomen slechts in beperkte mate wordt belemmerd door herbivorie.

Naarmate de lijsterbes vaker voorkomt in de struiklaag neemt ook het soortenaantal van andere loofbomen toe (fig. 3), maar er is geen relatie met het soortenaantal van naaldbomen (fig. B3.2). Dit betekent dat naarmate lijsterbes beter door de vraatgrens heen weet te groeien ook andere loofboomsoorten zich succesvol weten te verjongen. De aanwezigheid van vruchtdragende lijsterbessen is een indicatie van een lage vraatdruk in het verleden.

Bovenstaande punten maken lijsterbes een goede indicatorsoort voor het voorkomen van omstandigheden die gunstig zijn voor de verjonging van loofboomsoorten in het algemeen. Dit geldt dan meer specifiek het voorkomen van een voldoende grote fractie lijsterbessen die niet in hun hoogtegroeï worden belemmerd door wildvraat. Het voorkomen van dergelijke lijsterbessen is echter geen directe indicator voor het voorkomen van een gevarieerde loofboomsamenstelling in hoge dichtheid; dat hangt af van andere factoren zoals beschikbaarheid van zaden, bodemfactoren, etc. Lijsterbes is dus een indicator voor de potentie voor het ontstaan van een dergelijke verjonging.



Figuur 3:

De relatie tussen de fractie plots met meest voorkomende loofboomsoorten en het gemiddelde aantal overige loofboomsoorten per plot in de verschillende deelgebieden. Voor de overzichtelijkheid zijn de individuele punten niet weergegeven, maar alleen de berekende regressielijnen. Doorgetrokken lijnen zijn significant ($P < 0.001$ voor lijsterbes en eik; $P < 0.01$ voor berk), de onderbroken lijnen zijn niet significant. Data uit SyHI-plots opgenomen in de periode 2001-2010.

4.1.2 Indicatiewaarde van andere loofboomsoorten

Ook voor andere vraatgevoelige soorten zoals de inlandse eik en berk werd een verband gevonden tussen frequentie van deze soorten met het voorkomen van overige loofboomsoorten (fig. 3). De inlandse eik en berk komen, evenals lijsterbes, zeer frequent voor in de vroege verjongingsstadia. De jeugdgroei van eik is traag, zeker onder schaduwdruk, waardoor de aanwezigheid van grotere individuen van eik naast een lage graasdruk vooral duidt op relatief hoge lichtniveaus. Dit maakt zomer- en wintereik minder geschikt als algemene indicatorsoort. Dit geldt ook voor berk; de ruwe berk, en in mindere mate zachte berk, hebben een snelle hoogtegroeï in hun jeugd en vestigen zich vaak in zulke hoge dichtheden dat er zelfs onder een relatief hoge graasdruk nog altijd wel individuen weten door te groeien tot boven de grens van maximale vraathoogte. Bij een zeer hoge wilddruk kan ook de berk niet doorgroeien.

In tegenstelling tot lijsterbes, inlandse eik en berk laat de frequentie van voorkomen van minder vraatgevoelige soorten, zoals beuk en Amerikaanse vogelkers, geen verband zien met het aantal overige loofboomsoorten in de struiklaag (fig. 3). Voor beuk geldt dat deze vooral veel voorkomt in de directe nabijheid van de zaadbronnen, en dus in bossen met beuk, al dan niet als dominante soort. Hier is veelal de schaduwdruk te hoog voor de verjonging van veel andere loofboomsoorten. Dit laatste geldt echter niet voor de Amerikaanse vogelkers, die evenals lijsterbes efficiënt wordt verbreid, relatief schaduwverdragend is in de jeugd en een snelle jeugdgroei heeft. Het voorkomen van Amerikaanse vogelkers heeft geen verband met het voorkomen van overige loofboomsoorten.

Ook boswilg en ratelpopulier zijn minder geschikt als indicator. Uit de gegevens van de vraatdrukmonitoring blijkt dat boswilg en ratelpopulier vrijwel niet aanwezig zijn in verjongingen, al is het mogelijk dat deze soorten soms onjuist zijn gedetermineerd als andere soort. Beide soorten hebben kale minerale bodem nodig om te kiemen, en vooral de boswilg heeft relatief rijkere bodems nodig om zich goed te vestigen. Dit kan deels het uitblijven van verjonging van beide soorten verklaren. Anderzijds worden beide soorten sterk geprefereerd door grote herbivoren (Kouki et al. 2004; Borowski et al. 1967; Myking et al. 2013). Beide soorten verbreiden zich makkelijk over grote afstanden (tab. 1) en zaailingen kunnen regelmatig worden aangetroffen op lichtrijke en verstoorde plekken, zoals langs bospaden en in uitgerasterde percelen (pers. observ.). Het is waarschijnlijk dat deze soorten vooral als gevolg van begrazing niet voorbij het kiemplantstadium kunnen doorgroeien. Het voorkomen van deze soorten in de struiklaag zou daarmee een nog preciezere indicator kunnen zijn voor een voldoende lage vraatdruk, maar vanwege de sterke lichtbehoefte, schaarse zaadbronnen en de afhankelijkheid van een specifiek kiemingsmilieu zijn deze soorten minder geschikt als algemene indicator dan lijsterbes.

Van alle andere loofbomen zou de vuilboom in aanmerking kunnen komen als indicatorsoort. Hoewel deze soort wat minder frequent voorkomt dan lijsterbes (fig. 2) is ook vuilboom makkelijk herkenbaar en wordt sterk geprefereerd door het wild maar lijkt zich wel wat moeilijker te herstellen na vraat dan de lijsterbes (pers. observ.). De vuilboom wordt niet standaard meegenomen bij de opname van de recente verjonging in de SyHI / Woodstock inventarisaties, zodat een nadere analyse nog niet goed mogelijk is.

4.2 Criteria voor lijsterbes als indicatorsoort

Het is, op grond van de gebruikte datasets, niet mogelijk om eenduidige criteria op te stellen om de indicatorrol van lijsterbes in kwantitatieve zin nader te operationaliseren in een eenvoudig toe te passen protocol. Hieronder wordt een voorstel gedaan voor criteria waarbij lijsterbes voldoende verjongingspotentie aangeeft. Daarbij geldt dat lichtbeschikbaarheid en overige groeiplaatsomstandigheden gunstig moeten zijn voor het ontstaan van verjonging, en dus vraat als belangrijkste stressor kan worden gezien.

In boshabitat waar de groeiplaatscondities zodanig zijn dat loofboomsoorten met een lichtindicatorwaarde kleiner dan 3,5 (Niinemets & Valladares 2006) zich zouden moeten kunnen vestigen (grondvlak <20-25 m²/ha, zie Harmer & Kerr 2013), of op open plekken in of naast het bos, groeien nieuw gevestigde lijsterbessen met een lengte van minimaal 2 m. Van kleinere exemplaren van lijsterbes heeft minder dan 25% (Ammer et al. 2010) aangevreten topscheuten.

Dit criterium zou nader moeten worden onderzocht op bruikbaarheid en ten aanzien van gestelde grenswaarden. Hierbij zou kunnen worden gedacht aan het kwantificeren van een minimale populatiestructuur (bijvoorbeeld op basis van verdeling van hoogte-, diameter- of leeftijdsklassen) van lijsterbes. Ook de grens voor de dichtheid van het bos waarbij gunstige verjongingscondities worden verondersteld moet nader worden bekeken, vooral ook in relatie tot boomsoorten en bodemkwaliteit.

5 Evalueren van doelbereik bosverjonging

5.1 Verjonging op de Veluwe

Het huidige Veluwe bos is arm aan inheemse loofboomsoorten, en de soortenarme verjonging van loofbomen is daar een afspiegeling van. Van de inheemse soorten zijn berk, lijsterbes, vuilboom, inlandse eik, beuk en hulst de meest frequente soorten in de verjonging, aangevuld met de exoten Amerikaanse vogelkers en Amerikaanse eik (zie tab. 1). Op de armere, drogere delen van de Veluwe (potentieel of kwalificerend habitatype Oude eikenbossen) zijn vrijwel geen andere loofboomsoorten te verwachten, maar op de rijkere en vochtigere delen (potentieel of kwalificerend habitatype Beuken-eikenbos met hulst) is de groeiplaats geschikt voor een veel breder palet aan loofboomsoorten, zoals tamme kastanje, ratelpopulier, boswilg, haagbeuk, gewone esdoorn, veldesdoorn, iep, linde, zoete kers, gewone vogelkers en hazelaar. Deze produceren over het algemeen rijk strooisel maar zijn tevens ook door grote hoefdieren zeer gewilde soorten. Pogingen om de populaties van deze boomsoorten te vergroten, zoals in de recente revitaliseringsprojecten, kunnen door de hoge vraatdruk op de meeste delen van de Veluwe uitsluitend succesvol zijn in combinatie met een sterke reductie van de vraatdruk of door actieve bescherming met behulp van wildrasters. Uitrasteren van verjonging is suboptimaal vanwege een groot beslag op de budgetten voor bosverjonging in het kader van ecosysteemherstel en ook de inbreuk op de natuurbeleving en de bewegingsvrijheid van andere grotere diersoorten. Verder is het alleen ter plekke effectief waarmee de verjonging in de rest van het bos onbeschermd blijft. Bovendien zijn de door hoefdieren gewilde soorten ook bij grotere dimensies nog steeds niet veilig voor vraat, zodat rasteren enkele decennia moeten staan om geslaagde verjonging van een diverse samenstelling te kunnen garanderen. Niettemin blijft rasteren onder de huidige hoge vraatdruk de enige optie voor het verkrijgen van een diverse verjonging van loofboomsoorten.

5.2 Beschikbare datasets

De huidige beschikbare datasets met informatie over de verjonging van boomsoorten op de Veluwe geven een globale indruk van de verjongingsvoortgang, maar zijn niet geschikt om de verschillende limiterende processen te ontrafelen. Zij zijn ook niet ontworpen voor dat doel. De vraatdrukmonitoring richt zich op het bepalen van vraatdruk in de voor vraat meest kwetsbare verjonging (loofbomen tot 160 cm hoog), waarmee wel de vraatdruk zelf kan worden beoordeeld, maar niet de patronen in soortensamenstelling. Het vraatdrukmonitoringsnetwerk zal over enkele jaren meer bruikbare informatie kunnen gaan opleveren over de samenstelling van de verjonging omdat dan heropnames beschikbaar komen van een honderdtal paren van exclusures en niet-omrasterde controles. De kwaliteit van de gegevens binnen dit netwerk zal dan wel beter geborgd moeten worden (Reichgelt et al 2022). Onderzoek aan verjonging buiten de Veluwe kan inzicht geven in de relatieve effect van hoefdieren, met name edelhert, op de bosverjonging.

De SyHI/Woodstock inventarisaties en de Nationale Bosinventarisaties (NBI) meten de aanwezigheid van recente verjonging in een systematische steekproef. Dit levert betrouwbare informatie over de variatie in de recente verjonging (individuele bomen vanaf 50 cm hoog en tot 5 cm diameter). Het geeft echter geen informatie over de hoogteverdeling van soorten. Daarmee wordt niet inzichtelijk in hoeverre boomsoorten binnen dit cohort succesvol kunnen doorgroeien naar een volwassen stadium, en of zij gelimiteerd worden in hun ontwikkeling door vraat of door concurrentie met andere soorten. Uitbreiding van het meetprotocol met informatie over hoogteklassen binnen de recente verjonging is wenselijk, maar waarschijnlijk onrealiseerbaar.

De permanente plots van de NBI bieden wel inzicht in de mate waarin soorten weten door te groeien tot in de boomlaag (diameter > 5 cm). Op dit moment betreft dit een beperkt aantal plots, maar dat zal in de volgende meetrondes sterk verbeteren aangezien alle steekproefpunten dan permanent gemarkeerd zijn en een tweede opname hebben waarmee de ingroei kan worden vastgesteld over een dubbel aantal plots.

5.3 Doelstelling voor verjonging

Als algemeen doel voor de ontwikkeling van de Veluwe bossen wordt een dominantie van loofbomen nagestreefd. Hier ligt een groot aantal redenen aan ten grondslag: loofbos vormt het inheemse begroeiingstype van de hogere zandgronden, het levert een grotere bijdrage aan de biodiversiteit dan naaldbos (met name van uitheemse soorten), het is over het algemeen minder gevoelig voor klimaatverandering en verlaagt het brandrisico, het veroorzaakt minder bodemverzuring, stimuleert het bodemleven, mobiliseert meer nutriënten en het verbruikt minder water dan naaldbos. Beleidsmatig wordt door het rijk, de provincie, de grote terreinbeherende organisaties, gemeentes en veel particulieren dan ook ingezet op een toename van het aandeel loofbos met een bredere variatie in soorten.

Voor het doelbereik voor bosverjonging binnen de voor de Veluwe belangrijkste boshabitattypen Beuken-eikenbos met hulst en Oude eikenbossen is het niet mogelijk gebleken om eenduidige criteria te formuleren. Vanuit het perspectief van de kwaliteitsbeoordeling voor Oude eikenbossen en Beuken-eikenbossen met hulst wordt wild (en dus begrazing) gezien als een te behouden en onderscheidend kenmerk van de typisch Veluwe habitattypen, en als instrumenteel voor respectievelijk het open houden van het habitat en het doen ontstaan van semipermanente open plekken. De consequentie hiervan is een veelal sterk verminderde en minder gevarieerde verjonging van loofboomsoorten in het overige bosgebied. Het is opmerkelijk dat natuurlijke begrazing niet als drukfactor wordt benoemd in de conceptversies van Herstelmaatregelen.

Voor de uitbreidingsdoelstelling van de Natura 2000 boshabitats is de verjonging van inheemse loofboomsoorten in niet-kwalificerend habitat een absolute voorwaarde. Verder vraagt de voortgaande klimaatverandering om aanpassing van lokale populaties aan hetere en drogere omstandigheden. Dit vereist een selectieproces dat alleen kan plaatsvinden indien voldoende en regelmatige verjonging optreedt van gewenste loofboomsoorten - en overleving van ge(her)introduceerde soorten of herkomsten. Gezien de frequentie van droogtes, en de verwachte toename daarvan, zou op daarvoor geschikte plekken minimaal binnen ongeveer 10 jaar verjonging moeten optreden (zie 3.2).

Inschatting van een negatief effect van herbivoren op de verjongingsvoortgang is mogelijk vanuit het perspectief van multifunctioneel bosbeheer. Voor verjonging na vlaktekop (Den Ouden & Mohren 2020) is de totale dichtheid van de inheemse verjonging toereikend, maar het aandeel naaldbos neemt duidelijk toe met toenemende wilddichtheid (fig. B3.1). Dit kan in theorie worden bijgestuurd door in een vroege fase van de bosontwikkeling de naaldbomen gericht te verwijderen. In Duitsland zijn technieken ontwikkeld voor het waarden van wildvraat aan bomen, waarbij voor verjonging van loofbomen grenswaarden zijn gedefinieerd voor het percentage vraat (Ammer et al. 2010). De verjonging van loofbomen wordt aangemerkt als "bedreigd" bij vraatpercentages tussen 15 en 25%; bij percentages > 25% wordt de vraatdruk aangemerkt als "zeer bedreigend". De vraatpercentages op de Veluwe liggen aanmerkelijk hoger dan deze niveaus (zie bijlage 1.3.1); alleen op de zuidwestelijke Veluwerand blijft het gemiddelde vraatpercentage onder de 25%.

6 Conclusies

Regelmatige verjonging van loofboomsoorten is gewenst om diverse redenen. Klimaatverandering vereist genetische aanpassing van de lokale populaties aan hetere en drogere omstandigheden. In combinatie met de uitbreidingsdoelen voor Natura 2000 boshabitats is voldoende verjonging van loofbomen een voorwaarde voor de gunstige staat van instandhouding van de boshabitats op de Veluwe.

De diversiteit aan verjonging van loofboomsoorten op de Veluwe als geheel, en in de Natura 2000 boshabitattypen, is op dit moment zeer beperkt. Vooral in de Beuken-eikenbossen met hulst ontbreken inheemse boomsoorten in het boscossysteem. Ontbrekende soorten zijn ten eerste door beperkte zaadbronnen gelimiteerd in hun natuurlijke verbreiding en ten tweede wordt succesvolle vestiging sterk beperkt door de hoge vraatdruk. Door vraat neemt het aandeel naaldbomen in de verjonging bovendien toe. Daarnaast weten populaties van een aantal wel aanwezige loofboomsoorten zich niet in voldoende mate te verjongen, waarmee hun duurzame instandhouding in het geding is.

De onderzoeksvragen die ten grondslag lagen aan dit rapport kunnen slechts ten dele worden beantwoord.

Het begrip 'continuïteit van verjonging' kan niet eenduidig worden omschreven. Continuïteit draagt de suggestie in zich dat er altijd en overal sprake zou moeten zijn van verjonging, hetgeen nooit het geval kan zijn. In plaats daarvan wordt in dit rapport vooral gesproken over de 'mate van verjonging', dat kan worden geëvalueerd naar plaats (dichtheid), tijd (frequentie) en kwaliteit (soortensamenstelling).

Op basis van de beschikbare datasets kunnen geen eenduidige criteria worden geformuleerd om een gewenste mate van verjonging vast te stellen, met name voor de belangrijke boomsoorten beuk, inlandse eik, berk en hulst.

Met betrekking tot dichtheid, frequentie en samenstelling van de verjonging kan worden voortgebouwd op de volgende benaderingen:

- Dichtheid: Voor multifunctioneel bos is het criterium 2000-2500 individuen per ha in de struiklaag. Voor natuurbos ontbreken thans criteria. Een dichtheidsnorm zal afhankelijk zijn van de gemiddelde hoogte van de verjonging.
- Frequentie: Gezien de frequentie van droogtes, en de verwachte toename daarvan, zou op plekken waar de omstandigheden voor verjonging gunstig zijn minimaal binnen 10 jaar verjonging moeten optreden.
- Samenstelling: Verjonging moet hoofdzakelijk bestaan uit een variatie aan inheemse loofboomsoorten.

In de context van een begraasd landschap kan de lijsterbes worden gebruikt als indicatorsoort voor omstandigheden waarbij in principe alle loofboomsoorten in voldoende mate kunnen verjongen. Als mogelijk criterium kan gelden:

In boshabitat waarin de groeiplaatscondities zodanig zijn dat loofboomsoorten met een lichtindicatorwaarde $< 3,5$ er kunnen overleven (grondvlak $< 20\text{--}25\text{ m}^2/\text{ha}$), groeien nieuw gevestigde lijsterbessen met een lengte van minimaal 2 m. Van kleinere exemplaren van lijsterbes heeft minder dan 25% aangevreten topscheuten.

7 Aanbevelingen

Op grond van de bevindingen in dit rapport worden de volgende aanbevelingen gedaan:

- Er is meer inzicht nodig in de mate van verjonging van boomsoorten in bossen en boshabitats, en de grenswaarden die kunnen worden aangehouden voor een gunstige dichtheid, frequentie en samenstelling van de bosverjonging. De wijze waarop lijsterbes kan worden ingezet als indicator voor een voldoende mate van bosverjonging moet verder worden uitgewerkt.
- Er is meer inzicht nodig in de dosis-effectrelatie van de dichtheid en soortensamenstelling van hoefdieren en de mate van bosverjonging. Aantalsregulatie van hoefdieren kan het beste worden afgestemd op hun effecten op de vegetatie. Lopende het onderzoek daarnaar, en na eventuele implementatie, kan op de huidige manier geteld blijven worden zodat ook afgeleide lokale dichtheden van hoefdieren kunnen worden gerelateerd aan hun effecten.
- Het vraatdrukmonitoringsnetwerk op de Veluwe kan inzicht verschaffen in de mate van vraatdruk en de gevolgen hiervan voor ontwikkelingen in de bosverjonging. Dit netwerk zou beter ingebed kunnen worden in de bredere monitoring van ontwikkelingen op de Veluwe, en heeft meer ondersteuning nodig om de effectiviteit te verbeteren. Opname van de vraatdruk zou gepaard moeten gaan met een professionele beoordeling van de lokale verjongingsvoortgang.
- Om de gewenste verjonging van loofboomsoorten te realiseren dient de (lokale) vraatdruk sterk te worden verminderd. Een forse verlaging van de dichtheid aan hoefdieren heeft daartoe prioriteit; utrasteren van verjonging moet worden gezien als een laatste optie.
- Gezien het in de herstelprogramma's geconstateerde negatieve effect is meer inzicht nodig in de rol van het wild zwijn in de bosverjonging en het voorkomen van populaties planten en dieren.

Literatuur

- Ammer, C., T. Vor, T. Knoke & S. Wagner, 2010. Der Wald-Wild-Konflikt. Analyse und Lösungsansätze vor dem Hintergrund rechtlicher, ökologischer und ökonomischer Zusammenhänge. Göttinger Forstwissenschaften 5, Universitätsverlag Göttingen.
- Bergsma, H.L.T., J.J. Vogels, M.J. Weijters, R. Bobbink, A.J.M. Jansen & L. Krul, 2016. Tandrot in de bodem: Hoeveel biodiversiteit kan de huidige minerale bodem nog ondersteunen? Bodem (2016) februari: 25-27.
- Bijlsma, R.J., J.A.M. Janssen, R. Haveman, R.W. de Waal & E.J. Weeda, 2008. Natura 2000 habitattypen in Gelderland. Alterra-rapport 1769, Alterra, Wageningen.
- Bijlsma, R.J. & J.A.M. Janssen, 2021. Ecologisch beoordelingskader voor doelbereik in Natura 2000 gebieden. Rapport 3068, Wageningen Environmental Research, Wageningen.
- Bijlsma, R.J., J.A.M. Janssen, M. Nijssen, A.S.J. van Proosdij & H. Sierdsema, 2022. Veluwe Natura 2000-doelen bos, heide, stuifzand. WEnR rapport (in voorbereiding)
- Bobbink, R., H.L.T. Bergsma, J. den Ouden, & M.L. Weijters, 2017. Bodemverzuring in droog zandlandschap: na het zuur geen zoet? Landschap 34: 61-69.
- Bobiec, A., A. Reif & K. Öllerer, 2018. Seeing the oakscape beyond the forest: a landscape approach to the oak regeneration in Europe. Landscape Ecology 33: 1-16.
- Bödeker, K., C. Ammer, T. Knoke & M. Heurich, 2021. Determining Statistically Robust Changes in Ungulate Browsing Pressure as a Basis for Adaptive Wildlife Management. Forests 12: 1030.
- Borowski, S., Z. Kasiński & L. Miłkowski, 1967. Food and role of the European bison in forest ecosystems. Acta Theriologica 25: 367–376.
- Brzeziecki, B & F. Kienast, 1994. Classifying the life-history strategies of trees on the basis of the Grimian model. Forest Ecology and Management 69: 167-18.
- Brouwers, N.C., 2004. The relation between deer density and browsing damage. MSc thesis, Wageningen University, Wageningen.
- Clark, J.S., B. Beckage, P. Camill, B. Cleveland, J. HilleRisLambers, J. Lichter, J. McLachlan Mohan & P. Wyckoff, 1999. Interpreting recruitment limitation in forests. American Journal of Botany 86: 1-16.
- Clark, J.S., E. Macklin & L. Wood, 1998. Stages and spatial scales of recruitment limitation in Southern Appalachian forests. Ecological Monographs 68: 213-235.
- Cortenraad, J. & T. Mulder, 1989. De achteruitgang van een aantal Zuid-Limburgse bosplanten nader beschouwd. Natuurhistorisch Maandblad 78: 80-85.
- Daamen, W.P., A.P.P.M. Clerkx & M.J. Schelhaas (2019). Veldinstructie Zevende Nederlandse Bosinventarisatie (2017-2021); Versie 2.0. Wageningen, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WUR. WOT-technical report 151.
- Dale, V.H. & S.C. Beyeler, 2001. Challenges in the development and use of ecological indicators. Ecological Indicators 1: 3-10.
- De Klein, J. & H. Schoonderwoerd, 2006. Vijftien jaar lang inventariseren met Woodstock en Syhi. Vakblad Natuur Bos Landschap 2006(1): 21-25.
- Den Ouden, J., B. Muys, G.M.J. Mohren & K. Verheyen, 2010. Bosecologie en bosbeheer. Acco, Leuven.
- Den Ouden, J., J. de Klein & H. Schoonderwoerd, 2016. Graasdruk-monitoring op de Veluwe, een voorstel. Silve rapport 16-10, Silve, Wageningen.
- Den Ouden, J., D.R. Lammertsma & H.A.H. Jansman, 2020. Effecten van hoefdieren op Natura 2000-boshabitattypen op de Veluwe. Wageningen, Rapport Wageningen University / Wageningen Environmental Research, Rapport 3013.
- Den Ouden, J & 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. Rapport Wageningen University, Wageningen.
- Desie, E., K. Vancampenhout, B. Nyssen, L. van den Berg, M. Weijters, G.-J. van Duinen, J. den Ouden, K. Van Meerbeek & B. Muys (2020). Litter quality and the law of the most limiting: Opportunities for restoring nutrient cycles in acidified forest soils. Science of the Total Environment 699 (2020) 134383.
- Grime, J.P., J.G. Hodgson & R. Hunt, 1988. Comparative Plant Ecology. A functional approach to common British species. Unwin Hyman, London, UK.

- Harmer, R. & G. Kerr, 2013. Using canopy cover to control vegetation in continuous cover forestry. *Quarterly Journal of Forestry* 107:113-121.
- Harmer, R., A. Kiewitt, G. Morgan & R. Gill, 2018. Does the development of bramble (*Rubus fruticosus* L. agg.) facilitate the growth and establishment of tree seedlings in woodlands by reducing deer browsing damage? *Forestry* 83: 93-102.
- Holt, R. D., & J.H. Lawton, 1994. The ecological consequences of shared natural enemies. *Annual Review of Ecology and Systematics* 25: 495-520.
- Hommel, P.W.F.M., T. Spek, R. de Waal, E. de Hullu & J. den Ouden, 2001. Terug naar het Lindenwoud? Alternatieve boomsoortenkeuze verhoogt ecologische en recreatieve waarde van bossen op verzuringsgevoelige bodem. *Nederlands Bosbouw tijdschrift* 73 (6): 12-23.
- Hommel, P.W.F.M., R.J. Bijlsma, K.A.O. Eichhorn, R.H. Kemmers, J. den Ouden, J.H.J. Schaminée, R.W. de Waal, M.F. Wallis de Vries & B.J.C. Willers, 2010. Mogelijkheden voor herstelbeheer in hellingbossen op kalkrijke bodem in Zuid Limburg. Resultaten eerste onderzoekfase. Rapport DKI nr. 2010/dk140-O, Ede.
- Huntly, N., 1991. Herbivores and the dynamics of communities and ecosystems. *Annual Review of Ecology and Systematics* 22: 477-503.
- Jacobs, J., 1974. Quantitative measurement of food selection. A modification of the forage ratio and Ivlev's electivity index. *Oecologia* 14: 413-417.
- Janssen, J.A.M. (red.), R.J. Bijlsma (red.), G.H.P. Arts, M.J. Baptist, S.M. Hennekens, B. de Knecht, T. van der Meij, J.H.J. Schaminée, A.J. van Strien, S. Wijnhoven & T.J.W. Ysebaert, 2020. Habitatrichtlijnrapportage 2019: Annex D Habitattypen, Achtergrond document. WOt-technical report 171, Wageningen University & Research, Wageningen.
- Jorritsma, I.T.M., G.M.J. Mohren, A.F.M. van Hees & G. Seigers, 1997. Bosontwikkeling onder invloed van hoefdieren: scenario- analyses. In: Hoefdieren in het boslandschap. S. van Wieren, G.W.T.A. Groot bruinderink, I.T.M. Jorritsma & A.T. Kuiters (ed.) Backhuys Publishers, Leiden.
- Kleiber, M., 1947. Body size and metabolic rate. *Physiological Reviews* 27: 511-541
- KNMI, 2022. www.knmi.nl/klimaatdashboard. Geraadpleegd 20 april 2022.
- Kouki, J., K. Arnold & P.I. Martikainen, 2004. A key tree species for forest biodiversity, European aspen (*Populus tremula*), is rapidly declining in boreal old-growth forest reserves. *Journal for Nature Conservation* 12: 41-52.
- Kuiters A.T. & P.A. Slim, 2002. Regeneration of mixed deciduous forest in a Dutch forest-heathland, following a reduction of ungulate densities. *Biological Conservation* 105: 65-74.
- Lindner, M., J.B. Fitzgerald, N.E. Zimmermann, Ch. Reyer, S. Delzon, E. van der Maaten, M.-J. Schelhaas, P. Lasch, J. Eggers, M. van der Maaten-Theunissen, F. Suckow, A. Psomas, B. Poulter, M. Hanewinkel, 2014. Climate change and European forests: What do we know, what are the uncertainties, and what are the implications for forest management? *Journal of Environmental Management* 146: 69-83.
- Mátyás, C., 2021. Adaptive pattern of phenotypic plasticity and inherent growth reveal the potential for assisted transfer in sessile oak (*Quercus petraea* L.). *Forest Ecology and Management* 482: 118832
- Mátyás, C. & K. Kramer, 2016. Climate change affects forest genetic resources: consequences for adaptive management. FORGER Policy Brief, Bioversity Int., Rome. 4 p.
- McWilliams, W.H., S.L. Stout, T.W. Bowersox & L.H. McCormick, 1995. Adequacy of advance tree-seedling regeneration in Pennsylvania's forests. *Northern Journal of Applied Forestry* 12: 187-191.
- Miller, G.R., J.W. Kinnaird & R.P. Cummins 1982. Liability of saplings to browsing on a red deer range in the Scottish Highlands. *Journal of Applied Ecology* 19: 941-951.
- Millett, J., A.J. Hester, P. Millard & A.J.S. McDonald, 2006. How do different competing species influence the response of *Betula pubescens* Ehrh. to browsing? *Basic and Applied Ecology* 7: 123-132.
- Muller-Landau, H.C., S.J. Wright, O. Calderon, S.P. Hubbell & R.B. Foster, 2002. Assessing recruitment limitation: Concepts, methods and case studies from a tropical forest. In: Seed dispersal and frugivory: Ecology, evolution and conservation (eds D.J. Levey, W.R. Silva & M. Galetti), pp. 209-225. CAB International, Wallingford.
- Myking, T., E.J. Solberg, G. Austrheim, J.D.M. Speed, F. Bøhler, R. Astrup & R. Eriksen, 2013. Browsing of willow (*Salix caprea* L.) and rowan (*Sorbus aucuparia* L.) in the context of life history strategies: a literature review. *European Journal of Forest Research* 132: 399-409.
- Nichols, R.V., J.P.G.M. Cromsigt & G. Spong, 2015a. DNA left on browsed twigs uncovers bite-scale resource use patterns in European ungulates. *Oecologia* 178:275-284.
- Nichols R.V., J.P. Cromsigt & G. Spong, 2015b. Using eDNA to experimentally test ungulate browsing preferences. *Springerplus* 4: 489.
- Niinemets, U. & F. Valladares, 2006. Tolerance to shade, drought, and waterlogging of temperate Northern Hemisphere trees and shrubs. *Ecological Monographs* 76:521-547.

- Oosterbaan, A. 2000. Begeleiding van natuurlijke verjonging. Alterra, Wageningen.
- Paulsen, T.R. & G. Högestedt, 2002. Passage through bird guts increases germination rate and seedling growth in *Sorbus aucuparia*. *Functional Ecology* 16: 608-616.
- Payne, J. L. & A. Wagner, 2019. The causes of evolvability and their evolution. *Nat. Rev. Genet.* 20: 24–38.
- Penninkhof, J., M. de Groot, N. Spliethof, A. Reichgelt & J. den Ouden, 2020a. Graasdrukmonitoring Handleiding Topvraat – Bepalen van de op te nemen plots. Rapport Stichting Probos, Borgman Beheer Advies en Wageningen University, Wageningen.
- Penninkhof, J., M. de Groot, N. Spliethof, A. Reichgelt & J. den Ouden, 2020b. Graasdrukmonitoring Handleiding Topvraat – monitoring. Rapport Stichting Probos, Borgman Beheer Advies en Wageningen University, Wageningen.
- Pickett, S.T.A., S.L. Collins & J.J. Armesto, 1987. A hierarchical consideration of causes and mechanisms of succession. *Vegetatio* 69: 109-114.
- Pigott, C.D., 1983. Regeneration of Oak-Birch Woodland Following Exclusion of Sheep. *Journal of Ecology* 71: 629-646.
- Provincie Gelderland, 2022. Geconsolideerde Omgevingsverordening Gelderland.
- Ramirez, J.I., P.A. Jansen, J. den Ouden, L. Moktan, N. Herdoiza & L. Poorter, 2021a. Above and below-ground cascading effects of wild ungulates in a temperate forest. *Ecosystems* 24:153–167.
- Ramirez, J.I., P.A. Jansen, J. den Ouden, X. Li, P. Iacobelli, N. Herdoiza & L. Poorter, 2021b. Temperate forests respond in a non-linear way to a population gradient of wild deer. *Forestry* 94: 502–511.
- Raspé O., C. Findlay & A. Jacquemart, 2000. *Sorbus aucuparia* L.. *Journal of Ecology* 88: 910-930.
- Reichgelt, A., J. Penninkhof, M. de Groot, N. Spliethof, S. Teeuwen, J. den Ouden & G.-J. Spek, 2022. Bosverjonging op de Veluwe. Tussenrapportage monitoring 2021. Rapport Stichting Probos, Wageningen.
- Rövekamp, C.J.A. & N.C.M. Maes, 2002. Inheemse bomen en struiken op de Veluwe. Autochtone genenbronnen en oude bosplaatsen. Provincie Gelderland.
- Sáenz-Romero, C., A. Kremer, L. Nagy, E. Újvári-Jármay, A. Ducousso, A. Kóczán-Horváth, J.K. Hansen & C. Mátyá, 2019. Common garden comparisons confirm inherited differences in sensitivity to climate change between forest tree species. *PeerJ* 7:e6213.
- Schelhaas, M.-J., G. Hengeveld, M. Moriondo, G.J. Reinds, Z.W. Kundzewicz, H. ter Maat & M. Bindi, 2010. Assessing risk and adaptation options to fires and windstorms in European forestry. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 15: 681–701.
- Schelhaas, M.J., A.P.P.M. Clercx, W.P. Daamen, J.F. Oldenburger, G. Velema, P. Schnitger, H. Schoonderwoerd & H. Kramer, 2014. Zesde Nederlandse Bosinventarisatie; Methoden en basisresultaten. Alterra-rapport 2545, Alterra Wageningen UR, Wageningen.
- Schelhaas, M.J., S. Teeuwen, J. Oldenburger, G. Beerkens, G. Velema, J. Kremers, B. Lerink, M.J. Paulo, H. Schoonderwoerd, W. Daamen, F. Dolstra, M. Lusink, K. van Tongeren, T. Scholten, I. Pruijsten, F. Voncken & A.P.P.M. Clercx, 2022. Zevende Nederlandse Bosinventarisatie; Methoden en resultaten. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-rapport 142.
- Schueler, S., J.-P. George, S. Karanitsch-Ackerl, K. Mayer, R.T. Klumpp & M. Grabner, 2021. Evolvability of Drought Response in Four Native and Non-native Conifers: Opportunities for Forest and Genetic Resource Management in Europe. *Frontiers in Plant Science* 12.
- Schupp, E.W., T. Milleron, & S.E. Russo, 2002. Dissemination limitation and the origin and maintenance of species-rich tropical forests. Seed dispersal and frugivory: Ecology, evolution and conservation (eds D.J. Levey, W.R. Silva & M. Galetti), pp. 19-33. CAB International, Wallingford, UK.
- Smit, C., J. den Ouden & H. Müller-Schärer, 2006. Unpalatable plants facilitate tree sapling survival in wooded pastures. *Journal of Applied Ecology* 43: 305 – 312.
- Smit, R. 2002. The secret life of woody species. A study on woody species establishment, interactions with herbivores and vegetation succession. PhD thesis, Wageningen University, Wageningen.
- Smit, R., J. Bokdam & M.F. Wallis de Vries, 1998. Grote herbivoren & vegetatie in het Nationale Park De Hoge Veluwe. Rapport Landbouwuniversiteit Wageningen, Wageningen.
- Van Dongen, B., 2005. De relatie tussen reeendichtheden (*Capreolus capreolus*) recreatiedruk en vraatschade aan natuurlijke verjonging. MSc scriptie, Wageningen University, Wageningen.
- Van Haperen, A.M.M., A.M. Kooijman, A.T. Kuiters, M. Nijssen, J.A. van Roon, N. Schotsman & Q.L. Slings, 2013. Damherten in de Amsterdamse Waterleidingduinen: Hun invloed op het duinlandschap en de kwaliteit van enkele habitats. Advies-OBN-03-DK, Directie Kennis en Innovatie, Ministerie van Economische Zaken, Den Haag.
- Wallis de Vries, M., J. Mourik, B. Odé, V. Kalkman, H. Hollander, & D. Bekker, 2016. Hoe damherten de duinen veranderen: effecten op flora en fauna. *Vakblad Natuur, Bos, Landschap* 11 (2), 10-13.

Bijlage 1 Analyse Netwerk Graasdrukmonitoring

B1.1 Inleiding

In 2020 is op de Veluwe een 'Netwerk Graasdrukmonitoring' van start gegaan. Doel van het netwerk is het monitoren van de vraatdruk door grote herbivoren op de bosverjonging. Hiervoor worden plots opgemeten op verjongingsplekken, of in bossen waar verjonging te verwachten valt, en wordt vastgesteld of de topscheuten van alle aanwezige houtige individuen, ongeacht de soort, binnen een plot door grote herbivoren zijn aangevreten of niet. Vraat aan de topscheut is voor een jonge boom het meest ingrijpend omdat hierdoor de lengtegroei het meest wordt belemmerd. Eerder is vastgesteld dat de vraat aan de topscheut sterk gecorreleerd is met de mate van vraat aan de overige scheuten van de plant (Brouwers, 2004).

Op grond van de metingen kan vervolgens het percentage aangevreten bomen worden vastgesteld per plot. Door de vraatpercentages van meerdere plots binnen gebieden te vergelijken met andere gebieden kan zo inzicht worden gekregen in de variatie aan vraatdruk op de Veluwe. Door de vraat binnen de plots te vergelijken tussen boomsoorten kan worden bepaald in welke mate soorten selectief worden aangevreten, en welke soorten juist door grote herbivoren gemeden worden (selectiviteit).

Voor de analyse is de Veluwe opgedeeld in 24 deelgebieden. De begrenzingen van deze deelgebieden is zodanig gekozen dat enerzijds binnen de deelgebieden een zo homogeen mogelijke populatiegrootte van de verschillende grote herbivoren aanwezig was, en anderzijds de grenzen samenvielen met de wildbeheereenheden op de Veluwe. Binnen de grote herbivoren is onderscheid gemaakt tussen edelhert, damhert en ree. De moeflon is buiten beschouwing gelaten vanwege het schaarse voorkomen. Ook het wild zwijn is in de analyse van de vraatdruk niet meegenomen; deze omnivore soort eet weliswaar grotendeels plantaardig materiaal (vruchten, kiemplanten, bladeren, wortels), maar eet nauwelijks van knoppen en twijgen van gevestigde verjonging. De hoge stand van wild zwijn vormt wel een directe bedreiging voor populaties kruiden in heischrale graslanden en in bosranden en diverse diersoorten (Bijlsma et al. 2022).

De analyse richtte zich op de volgende vragen:

- Welke soorten komen voor in de bosverjonging en in welke dichtheden?
- Hoe variëren het soortenaantal, de diversiteit en de dichtheid van de bosverjonging met de aanwezige dichtheden van grote herbivoren per deelgebied?
- Welke soorten worden bij voorkeur door grote herbivoren aangevreten, en welke worden gemeden?
- Hoe verjongt de lijsterbes zich bij verschillende dichtheden grote herbivoren?

B1.2 Methode

B1.2.1 Het graasdrukmonitoringsnetwerk op de Veluwe

Voor het monitoren van de graadruk op de Veluwe is een steekproefpuntennetwerk uitgelegd over de gehele Veluwe. De steekproefpunten lagen in een raster met onderlinge afstand van 500 m tussen de punten. Uitsluitend steekproefpunten in bos kwamen in aanmerking voor selectie. Bij ieder steekproefpunt is vervolgens gezocht naar de dichtstbijzijnde plek waar verjonging aanwezig was van houtige planten (bomen en struiken) van voldoende schaal, met voldoende dichtheid (minimaal 1 individu per 7 m²) van individuen minder dan 160 m hoog. Indien dit niet werd gevonden in een cirkel met een straal van 200 m rondom het steekproefpunt verviel deze. Zie Penninkhof et al. (2020a) voor de details van de plotselectie.

Elk plot bestond uit vijf subplots met minimaal 10 m tussenruimte. Elk subplot bestond uit twee cirkelvormige plots met eenzelfde middelpunt. Als basis gold een plot met een zodanig gekozen plotstraal dat minimaal 15 levende jonge bomen tussen 20 en 160 cm hoogte aanwezig waren. De plotstraal werd vastgelegd in hele decimeters, en was maximaal 5 m. Daarnaast werd een plot gelegd voor opname van bomen kleiner dan 20 cm, met hetzelfde plotcentrum en met een plotstraal zodanig gekozen dat er minimaal vijf individuen kleiner dan 20 cm aanwezig waren. De gekozen plotstraal was maximaal even groot als de plotstraal voor het subplot met de bomen >20 cm. Binnen de gekozen plotstraal werd per levend individu de soort en de hoogteklaas (met klassebreedte van 20 cm) bepaald, en vastgesteld of de topscheut intact was, of aangevreten door hoefdieren. Daarnaast werd per plot of subplot een aantal omgevingsvariabelen opgenomen, zoals het grondvlak rondom het subplotcentrum, de mate van bodemverstoring, de kroonbedekking, en de leeftijd van de verjonging. Zie Penninkhof et al. (2020b) voor verdere details.

De metingen aan het netwerk graasdrukmonitoring zijn van start gegaan in 2020 met een beperkt aantal plots, en in 2021 met een groter aantal gemeten plots. Een deel van de plots is in beide jaren opgenomen. Voor de opname van de gegevens in het veld is gebruik gemaakt van een groot aantal vrijwilligers. Deze zijn van te voren geïnstrueerd. Voor de analyse is gebruik gemaakt van alle plots die in 2021 zijn gemeten, aangevuld met de plots die wel in 2020, maar niet in 2021 zijn gemeten (zie fig. B1.1).

B1.2.2 Dataverwerking

Controle van de gegevens: Voordat de gegevens geanalyseerd konden worden is de dataset uitgebreid gecontroleerd op fouten en inconsistenties. Dit heeft geleid tot het verwijderen van een aanzienlijk aantal plots uit het bestand. Uiteindelijk waren na de foutencontrole in totaal 984 plots beschikbaar voor analyse over de jaren 2020 en 2021. Twee deelgebieden (Zuid H en Zuid J) zijn buiten de analyse gehouden omdat in deze deelgebieden te weinig (1 resp. 9) plots waren opgenomen.

Vraatindex: Voor het bepalen van de mate van vraat aan bomen is er voor gekozen om niet de vraat aan alle individuen te beschouwen, maar is een selectie gemaakt. Naaldbomen worden niet of slechts in zeer geringe mate aangevreten; het percentage aangevreten bomen zou daardoor te sterk bepaald worden door het aandeel naaldbomen in de verjonging. Verder is de vraat niet gelijk verdeeld over alle hoogteklassen. Individuen hoger dan 160 cm worden duidelijk minder aangevreten dan lagere individuen omdat zij buiten direct bereik van het grootste hoefdier, het edelhert, zijn uitgegroeid. Ook kleine individuen worden minder aangevreten. Om verder te voorkomen dat vraat door konijnen of hazen abusievelijk werd aangezien voor vraat door hoefdieren is de ondergrens op 40 cm gesteld. Voor het karakteriseren van de vraat is uiteindelijk de volgende vraatindex gebruikt:

Vraatindex = fractie of percentage aangevreten loofbomen van 40-160 cm hoog, per plot

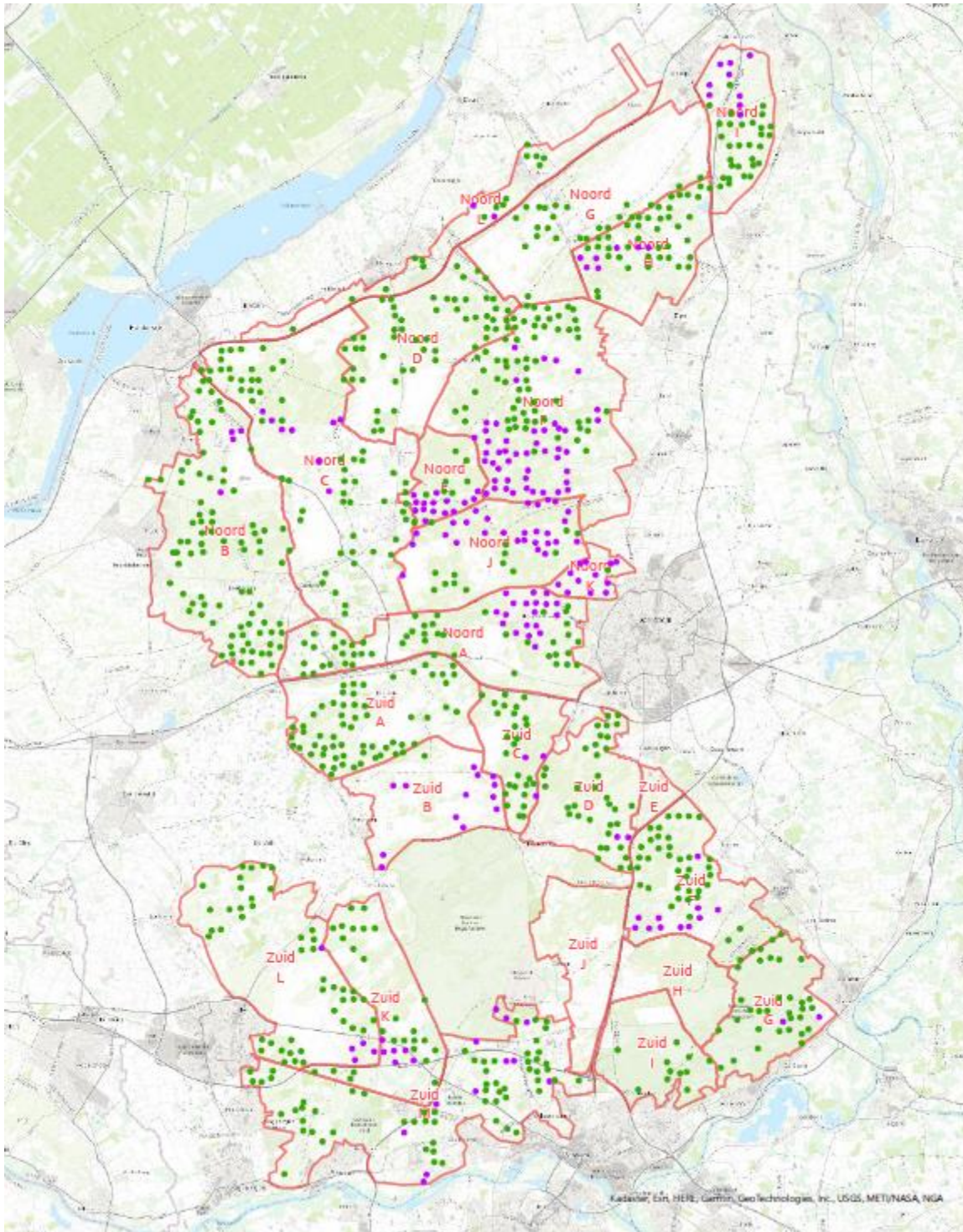
Deze gehanteerde boven- en ondergrenzen komen goed overeen met de gevonden bijthoogtes, op basis van DNA onderzoek aan begraaide bomen in Zweden, van ree (67 ± 34 cm, gemiddelde $\pm$ standaard deviatie), edelhert (101 ± 49 cm) en damhert (96 ± 42 cm) (Nichols et al., 2015). De maximale bijthoogtes zijn aanzienlijk hoger; volgens Nichols et al. (2015) zijn deze respectievelijk 164 cm, 235 cm en 168 cm.

Selectiviteit in vraat: Voor het berekenen van de mate waarin hoefdieren bepaalde boomsoorten prefereren boven andere is per boomsoort (of boomsoortgroep) een selectiviteitsindex berekend met behulp van de formule van Jacobs (1974):

$$\text{Selectiviteits-index} = (v_i - s_i) / (s_i + v_i - 2 * s_i * v_i)$$

waarbij het toevoegsel i staat voor het plot waarin de soort aanwezig is; v_i is het aandeel van de soort in de totale vraat in het plot, en s_i het aandeel van de soort in het totaal aantal individuen in het plot.

Voor de berekening zijn alleen individuen meegenomen tussen 40 en 160 cm (conform de vraatindex) en alleen plots waarin de betreffende soort met vijf of meer individuen aanwezig was.



Figuur B1.1: Kaart van de Veluwe met daarin de onderscheiden deelgebieden en de locaties van de opgenomen plots die in de analyse zijn meegenomen. De paarse punten zijn alleen in 2020 opgenomen, de groene in 2021. Als locatie van de plots zijn de coördinaten van de steekproefpunten gebruikt (cartografie N. Splethof / Borgman Beheer).

Populatiedichtheid hoefdieren: Binnen de Veluwe is het gebied dat wordt bestreken door de graasdrukmonitoring ingedeeld in 25 deelgebieden. Deze deelgebieden zijn verdere onderverdelingen van de bestaande wildbeheereenheden, en de begrenzingen zijn zo gekozen dat binnen een deelgebied een zo homogeen mogelijke populatiedichtheid aanwezig is van de vier belangrijkste hoefdieren (edelhert, damhert, ree en wild zwijn). Op de Veluwe komt sporadisch ook moeflon voor. Deze soort is, vanwege het zeer beperkte voorkomen en het feit dat deze soort een beperkte rol speelt in de vraat aan bomen, verder buiten beschouwing gelaten.

Aantallen, dichtheden en gegevens

De gehanteerde aantallen / dichtheden betreffen de populatiegrootte c.q. dichtheid in het voorjaar. De tellingen vinden plaats volgens vaste protocollen. De gebruikte gegevens zijn verzameld door de Vereniging Wildbeheer Veluwe en de FBE Gelderland binnen het werkgebied van de FBE Gelderland. Ook het Kroondomein Het Loo is betrokken bij de graasdrukmonitoring en heeft gegevens aangeleverd. De beschikbare gegevens beslaan verschillende periodes (tab. B1.1):

Tabel B1.1: Overzicht van de beschikbare gegevens voorjaarsstanden hoefdieren

	Organisatie	Vanaf	Tot	Ontbrekend*	Niet compleet**
Edelhert	FBE Gelderland	1990	2021	2001	2021
	Kroondomein Het Loo	2010	2021		
Damhert	FBE Gelderland	1999	2021	2001	2021
	Kroondomein Het Loo	2010	2021		
Ree	FBE Gelderland CVN	1997	2021		
	FBE Gelderland Schil	2003	2021		
	Kroondomein Het Loo	2010	2021		
Wild zwijn	FBE Gelderland	1990	2021		2021
	Kroondomein Het Loo***				

* In 2001 hebben er vanwege de Mkz-crisis geen edelherten en damherten tellingen plaatsgevonden.

** In 2021 hebben er vanwege de Coronacrisis niet overal tellingen plaatsgevonden.

*** Van het Kroondomein Het Loo zijn alleen niet gespecificeerde zomerstanden wild zwijn aanwezig.

Aantallen + oppervlakte = dichtheid per 100 ha

Met behulp van GIS is voor elk deelgebied van de graasdrukmonitoring de oppervlakte bepaald. Voor de zwijnen is alleen gewerkt met de oppervlakte leefgebied. Deze wijkt af van de andere hoefdieren omdat hun benuttingsgebied door zwijnenkerende rasters lokaal flink is ingeperkt.

Hierna wordt beschreven op welke wijze de aantallen en de dichtheden voor de vier verschillende hoefdier-soorten zijn bepaald. De nauwkeurigheid van de schattingen van de werkelijke aantallen varieert per soort en neemt per hoefdiersoort af in de volgorde edelhert, damherten, wilde zwijn, ree.

Edelhert en damhert

Voor de edelherten en de damherten zijn de clusters van telgebieden de basis geweest voor het bepalen van de aantallen per deelgebied graasdrukmonitoring. Hierdoor was het mogelijk lokale dichtheden te schatten per onderscheiden deelgebied in het graasdrukmonitoringsnetwerk en per WBE.

De gehanteerde aantallen zijn gebaseerd op de interpretatie van de telgegevens door gebiedsdeskundigen. Het doel van deze interpretatie door gebiedsdeskundigen is de werkelijke aantallen zo goed mogelijk te benaderen.

Voor edelherten en damherten zijn deze lokale aantallen relevant omdat de dichtheden van beide soorten lokaal sterk kunnen verschillen, als gevolg van de gemaakte beheerkeuzen in het wildbeheer. De variatie in dichtheden loopt van 0 tot 20 edelherten per 100 hectare en bij de damherten van 0 tot 25 damherten per 100 ha. De maximale dichtheden edelherten en damherten kwamen in hetzelfde gebied voor.

Ree en wild zwijn

De schatting van de aantallen en dichtheden van de reeën en de wilde zwijnen is niet op lokaal niveau geregistreerd, maar op WBE-niveau. Omdat de dichtheden minder afhankelijk zijn van de gemaakte beheerkeuzen, het lokale beheer of de lokale omstandigheden geeft dit voldoende inzicht.

Voorkomen van de vier soorten

Reeën komen gebiedsdekkend in geheel Gelderland voor. Binnen het monitoringsgebied zijn ze overal aanwezig. Het overgrote deel van het gebied wordt benut door edelherten, met uitzondering van een deel van de bos- en natuurgebieden ten noorden van de Autosnelweg A28 en de A12. Het damhert kent geen gebiedsdekkende aanwezigheid op de Veluwe en is als soort eigenlijk pas vanaf 1999 in de vrije wildbaan van de Veluwe aanwezig. Voor 1999 was het een soort die alleen binnen de volgende omrasterde gebieden voorkwam: Elspeterstruiken en Elspeterbosch, Kroondomein Het Loo en de Deelerwouden op de Zuid Veluwe.

Metabolisch gewicht: De aantallen van verschillende soorten hoefdieren kunnen niet direct bij elkaar worden opgeteld. Om toch de hoeveelheid dieren per deelgebied bij elkaar te kunnen optellen tot een enkele waarde is gebruikt gemaakt van het zogenaamde metabolisch gewicht (Kleiber, 1947). Voor het berekenen van het metabolisch gewicht is, per diersoort, het gemiddelde volledige lichaamsgewicht gebruikt, verheven tot de macht 0,75. Voor het berekenen van het gemiddelde lichaamsgewicht zijn de geregistreerde afschotgegevens gebruikt van wildsoorten op de Veluwe voor de periode 2010-2020. Dit betreft ontweide gewichten, die zijn omgerekend naar totaal lichaamsgewichten door deze te vermenigvuldigen met de correctiefactor 1,52. Er is aangenomen dat de geslachtsverhoudingen per diersoort gelijk zijn (50% man, 50% vrouw).

B1.3 Resultaten en discussie

Na controle en selectie bleven 984 plots over voor analyse, waarvan 205 plots zijn opgenomen in 2020 en 779 plots in 2021. Binnen de Veluwe zijn 25 deelgebieden onderscheiden (zie fig. B1.1), maar twee deelgebieden zijn niet meegenomen in het overzicht omdat deze met te weinig opnames in de database zaten (Zuid H: 1plot; Zuid J: 9 plots). Binnen de overige deelgebieden varieerde het aantal plots tussen 11 en 111 (tab. B1.2). Eerdere analyses op gewenste aantal plots per deelgebied kwam uit op een aantal van 100 plots om daarmee met voldoende statistische zekerheid de gemiddelde vraat te kunnen vaststellen en te vergelijken met andere opname (den Ouden et al. 2016). Omdat dit de eerste opname betreft kan er nog geen vergelijking gemaakt worden tussen jaren, en worden de resultaten per deelgebied weergegeven, ongeacht het soms lage aantal plots. Als grenswaarde is een aantal van 10 plots aangehouden om mee te nemen in de analyse.

In totaal werden 51 verschillende boomsoorten aangetroffen, waarvan 30 loofboomsoorten en 21 naaldboomsoorten (tab. B1.2). Hierbij zijn de restgroepen overig loof en naald voor het gemak als soorten beschouwd, maar zullen waarschijnlijk extra soorten hebben bevat, evenals soorten die al wel in de lijst staan maar niet op naam konden worden gebracht. Binnen de naaldboomsoorten zijn de drie inheemse naaldboomsoorten aanwezig (grove den, taxus en jeneverbes), en voor de rest bestaan zij uit de verjonging van de vele exotische naaldboomsoorten die zijn aangeplant op de Veluwe. Onder de loofboomsoorten bevinden zich minder exoten, te weten Amerikaanse vogelkers en eik, krent, robinia, Noorse esdoorn en tamme kastanje, al is deze laatste soort al zo lang ingeburgerd dat deze ook wel als inheems wordt beschouwd.

De meeste boomsoorten komen in lage frequentie voor (tab. B1.2). Soorten die in meer dan 10% van de plots voorkomen zijn besdragende soorten die makkelijk door vogels en zoogdieren worden verspreid (krent, lijsterbes, vuilboom, hulst, Amerikaanse vogelkers), soorten met zware en door dieren verspreide zaden (inlandse eik, Amerikaanse eik, beuk), met zeer lichte, door wind verspreide zaden (berk), en soorten met lichte gevleugelde zaden die op grote schaal (grove den) of kleinere schaal (douglas, lariks, fijnspar) op de Veluwe zijn aangeplant. Lariks komt driemaal als soort voor: Japanse lariks, Europese lariks en Dunkeld lariks (kruising tussen twee eerstgenoemde soorten). De hoge frequentie van voorkomen van Europese lariks is onwaarschijnlijk, gezien het beperkte voorkomen van deze soort in het Veluwse bos. Dit geldt ook voor de Dunkeld lariks, en mede vanwege de moeilijkheid onderscheid te maken tussen deze soorten aan jonge individuen (geen kegels aanwezig) zijn alle larikssoorten als één soort verwerkt in de analyses.

Anderzijds zijn ook soorten opgenomen die in werkelijkheid meerdere soorten vertegenwoordigen. Berk komt voor als ruwe berk en zachte berk, en inlandse eik als zomereik en wintereik. Bij de opname is er voor gekozen geen onderscheid te maken tussen deze soorten.

Opvallend is het ontbreken van een aantal soorten: boswilg is een soort die, in ieder geval als kiemplant, relatief vaak in bossen wordt aangetroffen, maar niet in de plots is geïdentificeerd. Wellicht dat een aantal individuen onder wilg is genoteerd. Ook andere wilgensoorten zijn niet opgenomen. Ratelpopulier bleek zeer zeldzaam (in slechts 10 plots gevonden), terwijl deze soort als jong individu regelmatig aangetroffen wordt in verjongingen. Wellicht betreffen de gevonden populier en abeel ook individuen van ratelpopulier. Het is waarschijnlijk dat een aantal vrijwilligers die de opnames hebben gedaan onvoldoende kennis hadden van de boomsoorten om de meer zeldzame soorten correct te identificeren, zeker ook gezien er laat in het seizoen werd gemeten en een deel van de bomen hun blad al hadden verloren. Dit wijst op de noodzaak de opnames van in de vraatdrukmonitoring te professionaliseren.

Tabel B1.2: Het percentage plots per deelgebied en voor gehele Veluwe (kolom Totaal) waarin boomsoorten zijn aangetroffen. De vet aangeduide soorten worden in verdere overzichten als individuele soort onderscheiden. De rest van de soorten zijn ingedeeld in de categorieën 'overig loof' en 'overig naald'. De drie onderscheiden larikssoorten zijn in de analyse samengevoegd tot één soort: lariks.

Deelgebied	Noord A	Noord B	Noord C	Noord D	Noord E	Noord F	Noord G	Noord H	Noord I	Noord J	Noord K	Noord L	Zuid A	Zuid B	Zuid C	Zuid D	Zuid F	Zuid G	Zuid I	Zuid K	Zuid L	Zuid M	Totaal
Aantal plots	67	89	68	53	23	111	22	47	39	40	13	17	62	14	30	38	51	33	11	32	50	74	984
Boomsoort																							
Abeel	-	1	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Amerikaanse eik	16	26	26	25	13	19	5	43	38	3	46	53	21	14	3	24	27	15	45	19	18	59	25
Amerikaanse vogelkers	39	38	37	49	4	18	77	21	59	-	8	53	74	86	60	55	25	21	36	47	44	64	40
Berk	72	85	93	92	78	92	91	96	100	93	69	94	60	64	63	58	76	55	82	59	86	82	81
Beuk	45	29	53	45	48	53	23	68	31	43	77	41	5	7	53	39	39	76	82	31	24	47	42
Boskers	3	-	1	2	-	-	-	2	-	-	-	-	3	-	-	11	-	-	-	-	-	3	1
Californische cypres	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Corsicaanse den	-	3	-	4	-	-	-	2	5	-	-	-	13	-	17	-	12	-	-	-	-	-	3
Douglas	45	66	41	72	48	36	23	94	67	18	38	41	27	57	47	76	41	45	27	28	54	27	47
Dunkeld lariks	-	1	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	7	3	2	-	-	-	-	-	1
Eik overig	1	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	2	-	0
Europese lariks	27	9	7	15	39	16	-	21	8	13	-	6	-	-	13	3	27	-	9	3	18	8	12
Fijnspar	22	27	13	15	48	17	18	32	23	8	38	18	5	-	40	18	31	33	27	25	28	19	22
Gewone esdoorn	3	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	12	2	-	-	-	-	3	-	-	-	12	2
Gewone vlier	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0
Gewone zilverspar	1	1	1	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	3	1
Grauwe els	1	-	-	2	-	5	-	2	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	6	-	1
Grove den	91	84	78	92	83	95	95	100	95	100	92	76	95	93	87	87	73	45	64	91	98	73	87
Haagbeuk	1	-	-	2	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	3	-	1	1
Hazelaar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	9	-	-	1	0
Hulst	24	26	40	13	13	10	55	21	23	13	38	35	19	21	10	13	10	24	36	16	16	26	21
Iep	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	1	0
Inlandse eik	72	65	74	62	65	78	55	66	67	83	85	65	61	64	57	68	69	48	91	69	66	82	69
Japane lariks	28	47	21	19	-	23	14	19	41	13	23	6	6	7	37	47	14	52	36	75	40	19	27
Jeneverbes	1	1	1	-	-	-	41	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	3	-	-	-	1	2
Kaukasische spar	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Krent	7	11	26	17	-	10	45	23	44	-	8	35	3	-	-	3	6	12	18	19	16	16	14
Linde	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1
Loof overig	-	1	4	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	36	-	-	4	-	-	3	-	3	2
Meidoorn	1	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0
Naald overig	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Noorse esdoorn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0
Omorika spar	-	1	-	-	13	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Oostenrijkse den	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	1	1
Populier	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	0
Ratelpopulier	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-	0
Reuzenlevensboom	3	4	1	4	4	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	4	-	2
Reuzenzilverspar	-	11	-	6	9	-	-	6	3	-	8	12	5	-	-	3	2	3	-	6	6	4	4
Robinia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	3	-	-	-	4	1
Sitkaspar	1	2	1	2	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	2	3	-	3	-	3	1
Spar overig	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	-	3	-	-	-	-	-	-	0
Tamme kastanje	-	4	1	4	-	1	-	2	5	-	23	6	-	-	-	-	2	-	9	-	-	15	3
Taxus	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	2	-	-	5	-	3	-	-	-	11	1
Veldesdoorn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0
Vogelkers	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	0
Vuilboom	42	60	71	36	22	14	32	23	33	10	15	76	55	43	17	3	16	30	55	41	52	54	37
Westerse hemlockspar	10	21	-	8	4	2	-	15	-	-	8	-	2	-	-	16	-	9	-	3	10	1	6
Weymouth den	-	-	-	6	-	-	5	13	3	-	15	6	-	-	-	21	-	-	9	-	4	1	3
Wilde Lijsterbes	54	66	72	75	17	40	91	72	92	48	54	94	61	86	53	66	53	48	91	72	70	85	64
Wilg	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	0
Zwarte els	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-	0

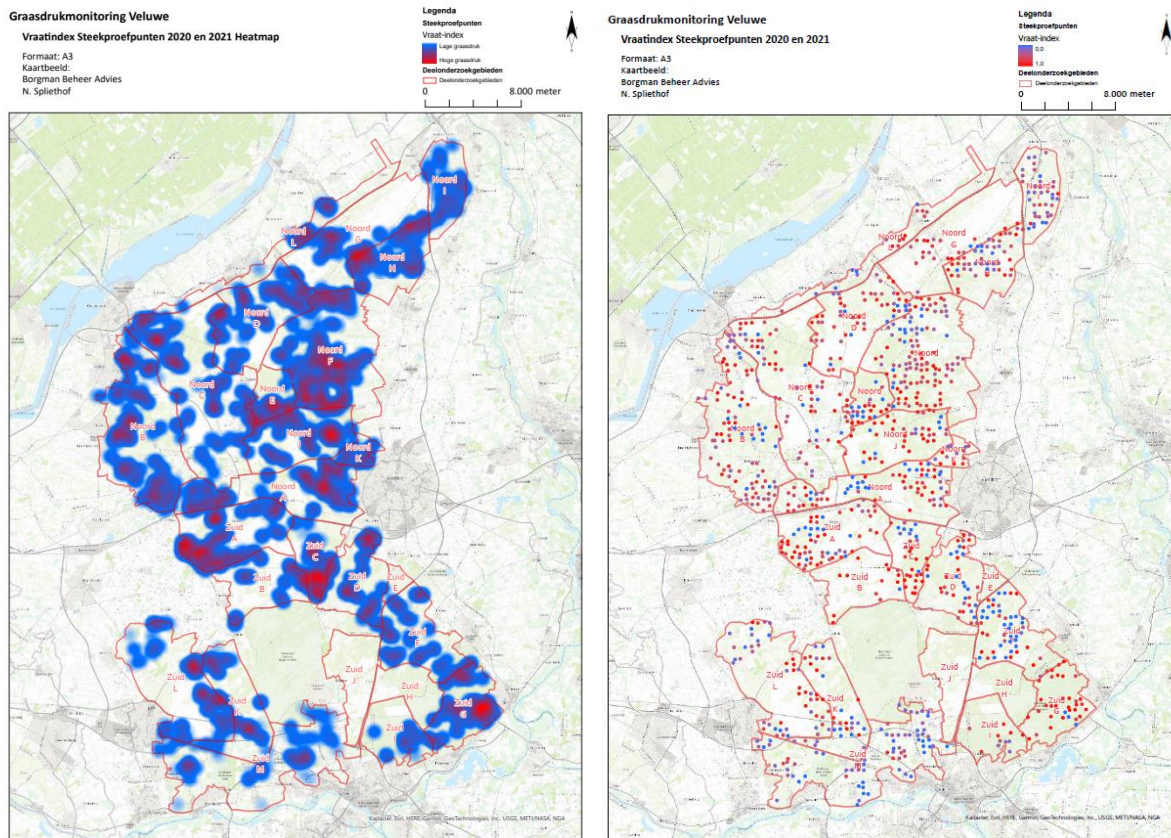
B1.3.1 Dichtheid verjonging en hoefdieren, en vraat per deelgebied

De gemiddelde dichtheid per plot per deelgebied varieerde van 114-503 individuen per 100 m² (tab. B1.3). Het aandeel loofbomen in de plots varieerde sterk, met het hoogste aandeel in twee deelgebieden op de zuid Veluwezoom (deelgebieden Zuid I en Zuid M), en de laagste aandelen in Noord E en Noord J (tab. B1.3).

Tabel B1.3: Overzicht per deelgebied van de geschatte gemiddelde dichtheid van de verjonging, het aandeel loofbomen in de plots, de fracties aangevreten loofbomen en naaldbomen, en de geschatte dichtheden van de drie belangrijkste hoefdieren. Het metabolisch gewicht is een maat waarmee de hoeveelheden hoefdieren bij elkaar op kunnen worden opgeteld (zie B1.2.2). De deelgebieden Zuid H en Zuid J ontbreken vanwege het lage aantal plots dat daar is opgenomen. Voor berekening van het gewogen gemiddelde is het aantal plots per deelgebied als gewicht gebruikt.

Deelgebied	Aantal plots	Dichtheid per 100 m ²	Aandeel loofbomen in dichtheid (%)	Fractie loofbomen aangevreten	Fractie naaldbomen aangevreten	Edelhert (per 100 ha)	Damhert (per 100 ha)	Ree (per 100 ha)	Metabolisch gewicht (kg)
Noord A	67	250	37	0.63	0.09	2.9	1.2	2.9	134
Noord B	89	503	29	0.57	0.11	0.9	-	4.2	68
Noord C	68	372	45	0.59	0.21	4.1	-	4.2	161
Noord D	53	382	27	0.59	0.13	1.1	0.7	3.9	83
Noord E	23	263	11	0.70	0.30	2.9	2.0	3.9	158
Noord F	111	327	28	0.56	0.14	4.0	2.0	3.3	184
Noord G	22	114	53	0.68	0.07	4.9	-	6.1	203
Noord H	47	214	42	0.52	0.17	2.4	-	6.1	131
Noord I	39	329	47	0.33	0.01	0.4	-	6.1	72
Noord J	40	164	15	0.76	0.21	4.3	2.6	1.0	181
Noord K	13	174	44	0.57	0.02	-	-	1.0	10
Noord L	17	257	58	0.46	0.04	-	-	5.6	56
Zuid A	62	345	27	0.68	0.09	3.4	0.1	2.8	129
Zuid B	14	120	33	0.89	0.41	6.2	0.1	2.8	210
Zuid C	30	147	36	0.78	0.31	5.5	0.8	2.8	202
Zuid D	38	188	24	0.74	0.16	2.2	0.8	2.8	106
Zuid F	51	159	28	0.57	0.14	2.7	0.7	6.2	152
Zuid G	33	162	45	0.89	0.22	5.1	1.5	6.2	236
Zuid I	11	148	77	0.59	0.46	2.5	1.2	6.2	155
Zuid K	32	303	36	0.53	0.05	4.3	-	7.2	197
Zuid L	50	343	38	0.53	0.21	1.9	-	7.9	134
Zuid M	74	311	66	0.22	0.02	-	-	5.5	55
Gewogen gemiddelde		292	37	0.58	0.14				

Loofbomen werden duidelijk vaker aangevreten dan naaldbomen. Gemiddeld werd 58 procent van alle loofbomen aangevreten, terwijl van de naaldbomen slechts 14 procent werd aangevreten. Verreweg de minste vraat aan loofbomen werd gevonden in Zuid M, de zuidwest Veluwezoom, een deelgebied zonder edelherten (tab. B1.3). In deelgebieden Zuid B en Zuid G was 89% van de loofbomen aangevreten (tab. B1.3). In sommige deelgebieden was het percentage vraat aan naaldbomen opmerkelijk hoog: in Zuid B en Zuid I meer dan 40%. Een overzicht van de variatie in vraatdruk over de gehele Veluwe is weergegeven in fig. B1.2.



Figuur B1.2: De gevonden waarden voor de vraatindex (aangevreten loofbomen tussen 40-160 cm) uit het vraatdrukmonitoringsnetwerk en de onderscheiden deelgebieden op de Veluwe. Links: Heatmap van de vraatindex, rechts de werkelijke waarden tussen 0 (geen vraat) en 1 (alle loofbomen aangevreten). De kleuren geven het percentage aangevreten loofbomen, met in lichtblauw de laagste, en in rood de hoge vraatpercentages.

De dichtheden van de drie belangrijkste hoefdieren die verantwoordelijk zijn voor het aanvreten van bomen vertonen een grote variatie over de verschillende deelgebieden van de Veluwe. Het damhert komt slechts in een drietal deelgebieden tot relatief hoge dichtheden -maximaal 2.6 dieren per 100 ha-, en komt in de meerderheid van de deelgebieden niet of slechts in zeer lage dichtheden voor (tab. B1.3). Het edelhert ontbreekt in drie deelgebieden, en is verder in wisselende dichtheden aanwezig. Helaas konden deelgebieden Zuid H en Zuid J niet in de analyse worden meegenomen omdat hier te weinig plots zijn opgenomen; juist deze gebieden hebben, gemiddeld over 2020 en 2021, hoge dichtheden van respectievelijk 3,8 en 9,7 edelherten per 100 ha, en respectievelijk 5,6 en 10,6 damherten per 100 ha. Tijdens het lokaliseren van geschikte plots voor opname in de graasdrukmonitoring bleek het moeilijk in deze deelgebieden geschikte plekken met voldoende verjonging in de grotere hoogteklassen te vinden; verjonging ontbrak daar grotendeels, of werd door de hoge vraatdruk structureel tot kort boven het bodemoppervlak afgevreten. Het ree kwam in alle deelgebieden voor, en de dichtheden varieerden sterk, met als laagste dichtheid 1,0 en als hoogste dichtheid 7,9 reeën per 100 hectare.

Door de onderlinge variatie aan dichtheden, en de verschillende groottes en daarmee de dagelijkse voedselinname, kunnen de dichtheden van de drie hoefdiersoorten niet direct met elkaar worden vergeleken. Om de soorten bij elkaar op te tellen is gebruik gemaakt van het metabolisch gewicht (zie B1.2 Methoden). De resulterende totaalgewichten variëren sterk tussen deelgebieden, met een spreiding tussen 10 en 236 kg. Opmerkelijk is dat in het deelgebied met het laagste totaal metabolisch gewicht (deelgebied Noord K) toch nog meer dan de helft van de loofbomen is aangevreten, terwijl slechts 2% van de naaldbomen werd aangevreten. Dit betreft een ingerasterde populatie waardoor geen uitstoot plaatsvindt van jonge reeën en de vraatdruk zich hier sterk concentreert. In Noord K zijn slechts 13 plots opgenomen, zodat de onzekerheid over deze vraatpercentages groot is. In dit deelgebied kwamen alleen reeën voor, waardoor dit er op lijkt te duiden dat reeën een aanzienlijke bijdrage kunnen leveren aan de vraat aan loofbomen (zie bijvoorbeeld van Dongen, 2005).

B1.3.2 Dichtheid en vraat per boomsoort en hoogteklasse

In totaal heeft de verjonging in de gemeten plots een gemiddelde dichtheid van 292 individuen per 100 m². Dit is een relatief hoge dichtheid (bijna 30.000 individuen per ha), maar dit mag niet gezien worden als een representatie van de gemiddelde dichtheid van de verjongingen op de Veluwe. De locaties van de plots zijn immers uitgekozen op het in voldoende mate voorkomen van verjonging, waarmee deze dichtheid dus veel hoger is dan er gemiddeld aan verjonging wordt aangetroffen. Bovendien zijn plots gekozen met voldoende "kwetsbare" verjonging, dat wil zeggen individuen tussen de 40 en 160 cm hoog.

De grove den is verreweg de meest voorkomende soort in de plots, in een gemiddelde dichtheid van iets meer dan 1 individu per m² (tab. B1.4). Een derde van de individuen in de verjonging is een grove den. Van de andere naaldboomsoorten komt ook douglas in hoge mate voor (gemiddeld 36 individuen per 100 m²). Meer dan de helft van de individuen van grove den en douglas was kleiner dan 20 cm. Totaal vertegenwoordigen naaldbomen met 64% het grootste deel van de verjonging; slechts 1 op de drie individuen in de plots is een loofboomsoort.

Berk en lijsterbes zijn de meest voorkomende loofboomsoorten in de plots (met respectievelijk 31 en 20 individuen per 100 m²). Beuk, inlandse eik en Amerikaanse vogelkers komen met respectievelijk 13, 10 en 9 individuen per 100 m² aanzienlijk minder voor. De hulst is relatief zeldzaam (tab. B1.4), maar wordt als soort apart weergegeven vanwege het belang van deze soort in het boshabitatype Beuken-eikenbossen met hulst.

De verdeling van de soorten over de hoogteklassen komt overeen met de natuurlijke verdeling van bomen in verjongingen: veel kleine individuen, en een afnemend aantal naarmate de individuen hoger zijn (tab. B1.4). In de hoogteklassen vanaf 160 cm komen relatief weinig individuen voor; ook dit is weer het gevolg van de manier waarop de plots zijn geselecteerd voor opname in het graasdrukmonitoringsnetwerk (zie hierboven).

De loofbomen werden als groep hoofdzakelijk aangetroffen in de hoogteklasse 0-20 cm. Rond de helft van de individuen van beuk, berk, hulst, lijsterbes, vuilboom en overige loofboomsoorten bevindt zich in deze hoogteklasse. Bij inlandse eik is meer dan 80% van de individuen kleiner dan 20 cm. Dit zijn meestal kiemplanten. Bij Amerikaanse vogelkers is een relatief klein aandeel (37%) van de individuen kleiner dan 20 cm, wat het gevolg kan zijn van de snelle jeugdgroei, vooral in uitlopers van afgezette exemplaren, in combinatie met een relatief laag percentage topvraat (tab. B1.4).

Tabel B1.4: *Overzicht van de gemiddelden over alle 984 plots op de Veluwe van de dichtheid (aantal per 100 m²) en het percentage aangevreten topscheuten van bomen per hoogteklaas van de meest voorkomende boomsoorten. De vraatpercentages zijn berekend over alle hoogteklassen, gewogen naar dichtheid; het weergegeven totaal is het vraatpercentage van de bomen tussen 40 en 160 cm (conform de berekende vraatindex). De eerste vier genoemde soorten in de tabel zijn direct relevant in het kader van de twee meest voorkomende boshabitattypen op de Veluwe.*

Hoogteklaas (cm)	Beuk	Inlandse eik	Berk	Hulst	Lijsterbes	Vuilboom	Am vogelkers	Overig loof	Grove den	Fijnspar	Douglas	Lariks	Overig naald	Totaal
Gemiddelde dichtheid per plot (aantal per 100 m ²)														
0-20	6.7	8.4	12.9	0.5	9.0	6.5	3.4	4.8	64.3	4.3	23.4	6.9	16.5	167.6
20-40	1.6	0.9	4.4	0.2	2.8	1.9	1.4	1.1	10.9	0.8	4.0	2.0	0.9	32.8
40-60	1.5	0.5	4.1	0.1	3.0	1.5	1.4	1.1	9.5	0.7	2.9	2.2	0.8	29.2
60-80	1.1	0.2	3.3	0.1	2.0	0.9	0.9	0.6	7.2	0.4	2.0	1.6	0.4	20.7
80-100	0.7	0.1	2.2	0.0	1.3	0.6	0.8	0.4	5.3	0.2	1.4	1.2	0.4	14.8
100-120	0.6	0.0	1.5	0.0	0.8	0.4	0.5	0.3	3.8	0.1	1.0	0.9	0.2	10.2
120-140	0.4	0.0	1.0	0.0	0.5	0.2	0.4	0.1	2.7	0.1	0.6	1.0	0.2	7.1
140-160	0.2	0.0	0.8	0.0	0.4	0.2	0.3	0.1	2.1	0.1	0.5	0.7	0.1	5.6
160-180	0.1	0.0	0.2	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.4	0.0	0.2	0.2	0.0	1.3
180-200	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.4	0.0	0.1	0.1	0.0	1.0
>200	0.1	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.4	0.0	0.2	0.3	0.0	1.9
Totale dichtheid	13.1	10.2	31.2	0.9	20.0	12.4	9.2	8.6	106.9	6.7	36.2	17.2	19.6	292.2
Percentage vraat aan topscheuten														
0-20	27	43	27	41	57	46	12	25	4	2	6	5	35	17
20-40	35	63	36	74	69	70	43	18	11	7	15	14	13	28
40-60	28	70	41	85	73	76	32	29	9	12	18	9	5	28
60-80	30	74	39	78	72	75	31	37	8	8	16	11	7	27
80-100	34	66	33	89	70	73	45	43	7	9	15	6	5	25
100-120	26	66	33	43	63	66	37	32	6	7	16	7	6	22
120-140	25	79	26	55	70	61	40	22	4	6	12	8	3	18
140-160	26	36	23	65	59	60	44	23	3	5	9	4	8	16
160-180	19	51	17	-	73	37	38	27	2	8	10	7	-	15
180-200	4	32	14	-	73	21	22	7	1	-	6	1	6	7
>200	5	-	2	-	8	-	19	-	1	-	0	1	-	2
Vraat% 40-160 cm	29	69	36	79	70	73	36	33	7	10	16	8	5	25

Bij individuen van beuk, berk, Amerikaanse vogelkers en overige loofboomsoorten werden relatief lage vraatpercentages gevonden (tab. B1.4), waarbij in ongeveer een derde van de individuen topvraat werd aangetroffen. Vraatpercentages lagen aanzienlijk hoger voor eik, hulst, lijsterbes en vuilboom. Bij lijsterbes valt ook op dat in de hoogteklassen 160-200 meter nog hoge vraatpercentages werden gevonden, maar dit is gebaseerd op een laag aantal individuen. Het duidt wel op een grote voorkeur voor deze soort bij edelhert, die hoog reiken om blad en knoppen te eten en van langere exemplaren de top knakken waardoor ze de onbereikbare bladeren ook kunnen nuttigen. Dit werd ook geconstateerd door Smit et al. (1998), die vonden dat edelhert ook grotere lijsterbessen weten aan te vreten en beschadigen.

Binnen de naaldbomen heeft vooral de douglas relatief hoge vraatpercentages, vrij gelijk verdeeld over de hoogteklassen. Binnen de klassen 40-160 cm is gemiddeld 16% van de individuen aangevreten (tab. B1.4).

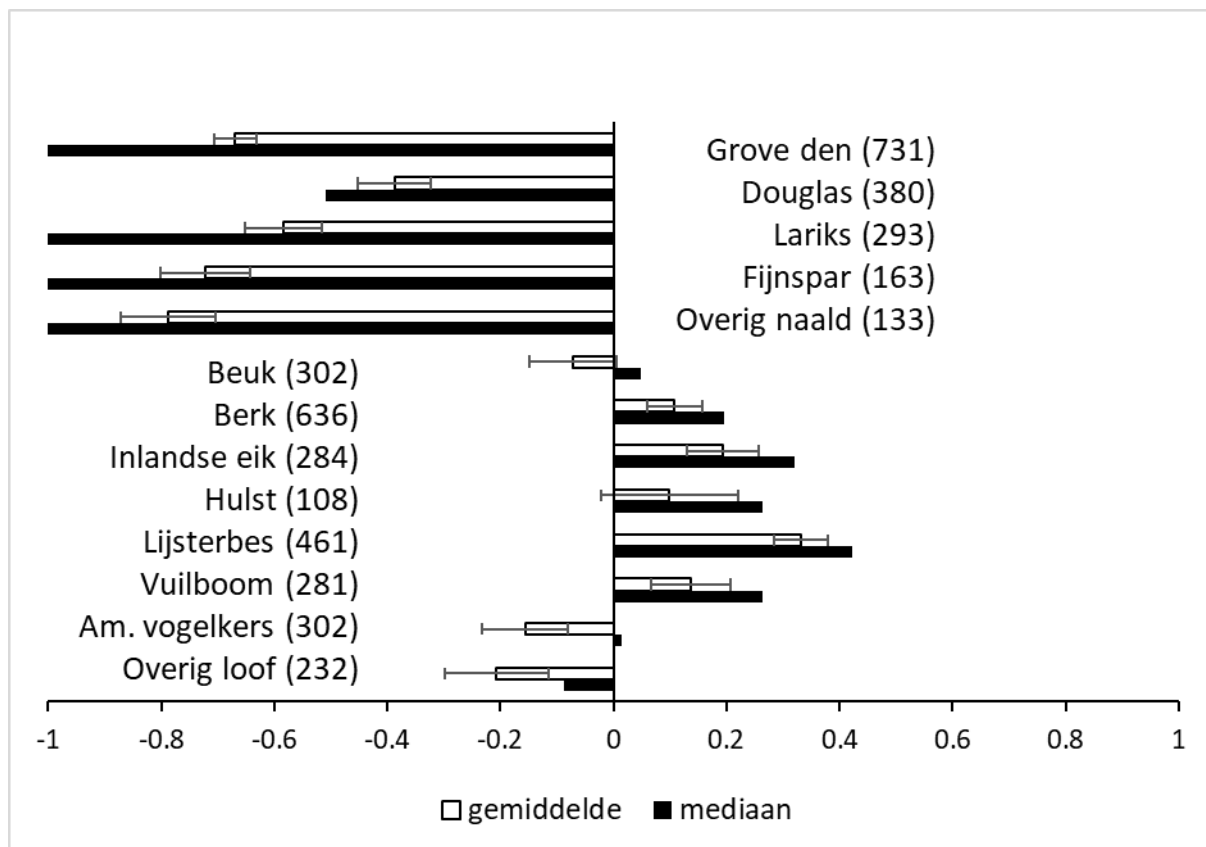
B1.3.3 Selectiviteit van vraat

Boomsoorten worden in ongelijke mate aangevreten; hoefdieren prefereren duidelijk bepaalde soorten boven andere (fig. B1.3). Deze selectiviteit is berekend met de index van Jacobs, waarbij gekeken wordt welk aandeel een bepaalde boomsoort heeft in het totaal aantal aangevreten bomen in een plot, ten opzichte van het aandeel van betreffende soort in de totale dichtheid in het plot (zie B1.2, Methoden).

Naaldbomen worden duidelijk gemeden. Alle soorten, behalve douglas, hebben een mediane indexwaarde van -1 (fig. B1.3), dus in meer dan de helft van de plots waarin deze soorten in voldoende mate aanwezig zijn worden deze niet aangevreten. Dat er toch af en toe topscheuten worden afgevreten is af te lezen uit de gemiddelde waarden voor de index, die minder sterk negatief zijn (zie tab. B1.4 voor gemiddelde vraatpercentages). Douglas heeft een mediane indexwaarde van -0,5; douglas wordt dus van alle onderscheiden naaldboomsoorten het minst gemeden (zie tab. B1.4).

Loofbomen worden als groep duidelijk geprefereerd door hoefdieren, maar onderling zijn er grote verschillen (tab. B1.4). De mediane index voor beuk, Amerikaanse vogelkers en de groep van overige loofboomsoorten ligt rond de nul. Dit betekent dat deze soorten en groep van soorten noch gemeden, noch geprefereerd worden; ze worden aangevreten naar rato van hun voorkomen. Berk wordt enigszins geprefereerd, terwijl inlandse eik, hulst en vuilboom sterker worden geprefereerd, en de lijsterbes wordt in de hoogste mate selectief aangevreten. De groep van overige loofboomsoorten bevat soorten die in verschillende mate worden aangevreten, dus de variërende aanwezigheid van geprefereerde of gemeden soorten uit deze groep in een plot zal een effect hebben gehad op de voorkeur van hoefdieren voor een of meer van de onderscheiden soorten uit het overzicht. Vanwege het laag-frequent voorkomen van de soorten in de groep overige loofboomsoorten is daar verder geen onderscheid in gemaakt.

In deze analyse is niet verder gezocht naar significante verschillen in preferentie tussen onderscheiden soorten. De onderlinge verhoudingen in selectiviteit tussen soorten volgen eenzelfde trend als de vraatpercentages (vraat-index) uit tabel B1.4. Daardoor kan worden gesteld dat de preferentie van hoefdieren mede tot uiting komt in de vraatindex. Waarschijnlijk zullen de drie beschouwde hoefdiersoorten onderling ook verschillen in hun voorkeur voor bepaalde soorten (zie bijvoorbeeld Nichols et al. 2015b), maar dat is hier verder niet onderzocht. Ter illustratie: de vraat aan grove den is waarschijnlijk vooral veroorzaakt door edelhert of in enkele deelgebieden ook door moeflon. Deze laatste soort komt zeer beperkt voor op de Veluwe, en is in dit onderzoek verder niet meegenomen.

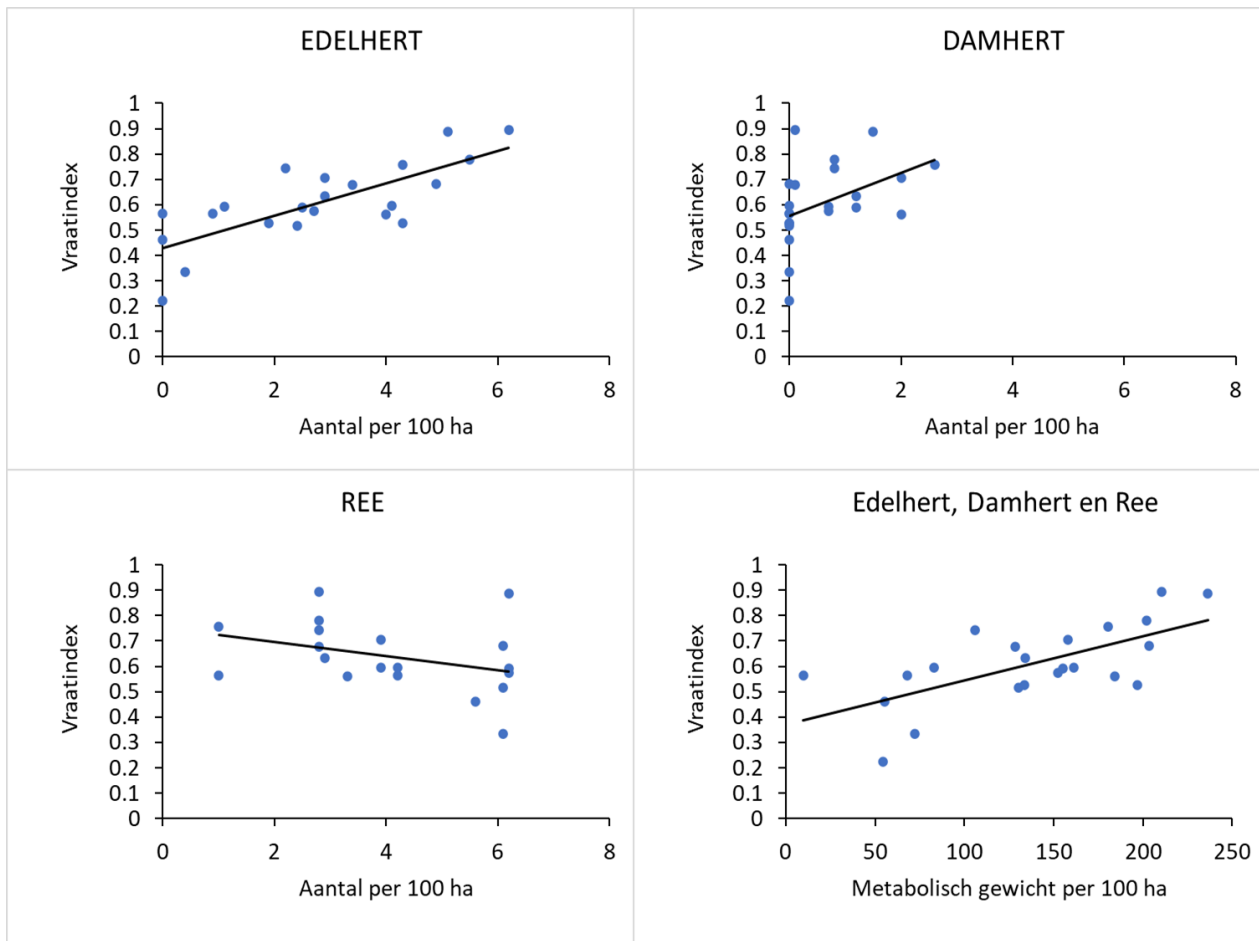


Figuur B1.3: De mate waarin boomsoorten selectief worden aangevreten, uitgedrukt in de selectiviteits-index van Jacobs (zie B1.2 methoden). Een negatieve waarde geeft aan dat een boomsoort minder vaak wordt aangevreten dan op grond van het voorkomen in een plot kan worden verwacht. Een positieve waarde geeft aan dat een soort juist meer wordt aangevreten. De getallen tussen haakjes geven het aantal plots weer waarin de soort voorkwam met vijf of meer individuen. De index is uitgedrukt als de mediaan van alle plots waarin de soort voorkwam. De mediaan geeft de waarde aan waarbij 50% van alle plots een hogere cq. lagere indexwaarde voor de betreffende soort heeft. Ter vergelijking is ook het gemiddelde gegeven, met het 95% betrouwbaarheidsinterval.

B1.3.4 Relatie tussen dichtheid hoefdieren en vraat

De mate van vraat aan loofbomen tussen 40-160 cm hoog (de vraatindex) is afhankelijk van de dichtheid van de hoefdieren edelhert, damhert en ree (fig. B1.4). Van de drie hoefdiersoorten laat het edelhert het sterkste verband zien. De regressielijn is sterk significant ($p < 0.001$). Voor damhert afzonderlijk is het patroon minder sterk (p -waarde hellingshoek juist onder 0.05). De dichtheid aan reeën laat een negatieve relatie zijn met de vraatindex (p -waarde van de hellingshoek is 0.057, en dus net niet significant). Deze relaties betreffen de dichtheden van afzonderlijke diersoorten, die, in wisselende dichtheden, in veel gevallen samen voorkomen. Om deze diersoorten te kunnen optellen per deelgebied is hun dichtheid uitgedrukt als het metabolisch gewicht (fig. B1.4). Dit levert een sterk significante ($P < 0.001$) relatie tussen gezamenlijke dichtheid van de drie hoefdieren en de vraatindex.

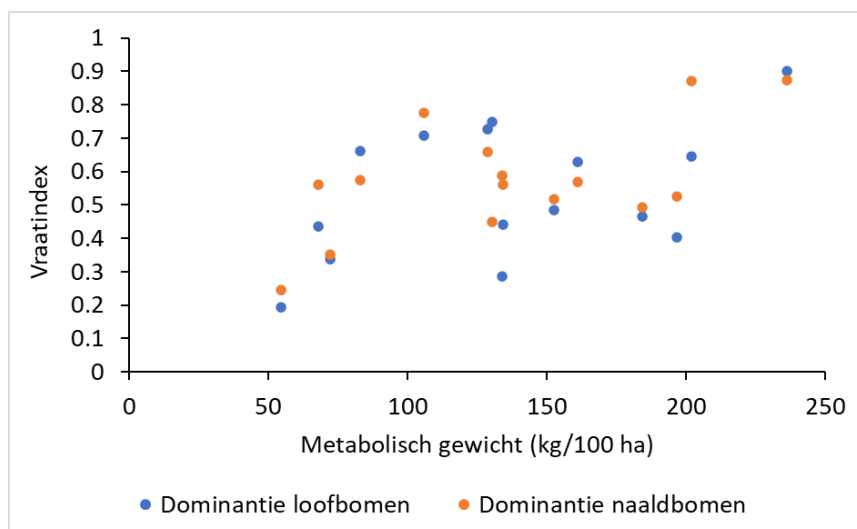
De patronen in de relatie met de vraatindex van edelhert en de drie hoefdieren tezamen komen sterk overeen, hetgeen er op duidt dat het edelhert de belangrijkste factor is die de mate van vraat aan loofbomen op de Veluwe bepaalt. Het damhert komt in te weinig deelgebieden voor om daar verdere uitspraken over te doen, maar ervaring uit de Amsterdamse waterleidingduinen laten zien dat deze soort bij hogere dichtheden de verjonging van loofbomen sterk belemmerd (van Haperen et al. 2013).



Figuur B1.4: De fractie van het aantal aangevreten loofbomen tussen 40 cm en 160 cm hoog (vraatindex) in relatie tot de dichtheden van edelhert, damhart en ree, en de drie grote herbivoren tezamen op de Veluwe. Elk punt vertegenwoordigt een van de onderscheiden deelgebieden.

De negatieve relatie tussen de vraatindex en dichtheden van ree zijn opmerkelijk; bij een toename van de reeën dichtheid kan worden verwacht dat ook de vraat aan loofbomen zal toenemen. Dit tegen-intuïtieve verband wordt hier veroorzaakt door een verdringingseffect door edelhert (en wellicht ook damhart). Deze hoefdieren concurreren met ree, waarbij ree het onderspit delft (zie bijv. Smit 2002; Wallis de Vries et al. 2016). Het negatieve verband is zeer waarschijnlijk het gevolg van het dominante effect van edelhert in het optreden van vraat aan loofbomen. In deze studie waren in slechts drie deelgebieden geen edelherten aanwezig, waardoor het niet mogelijk was het effect van ree afzonderlijk te schatten. Eerdere studies hebben echter aangetoond dat, wanneer ree als enige grazer in een gebied aanwezig is, deze een aanzienlijke vraatdruk kunnen creëren (van Dongen 2005).

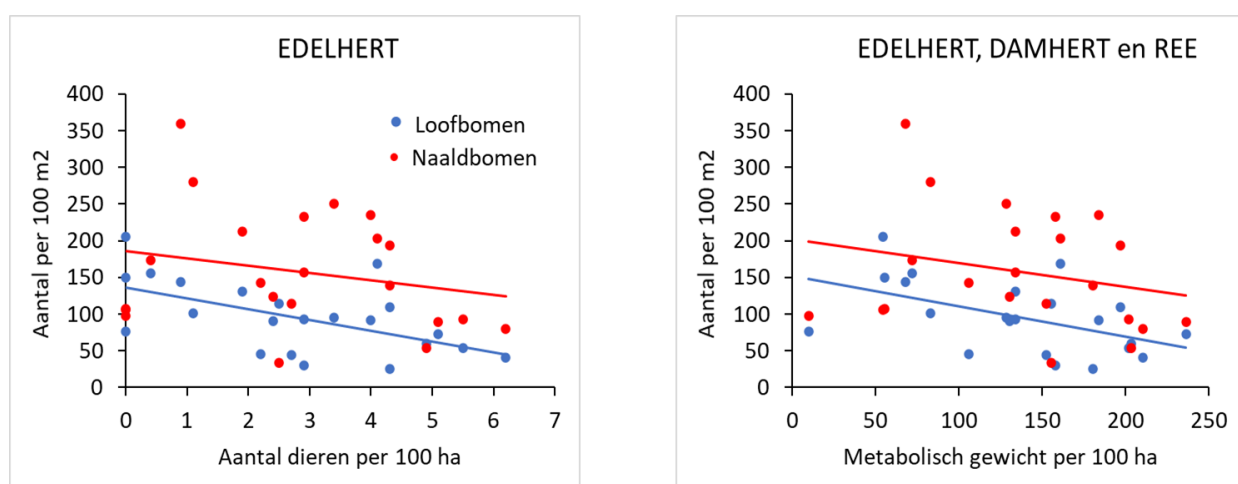
Op basis van de gemeten grondvlakken van de omringende (grote) bomen is bepaald of het omringende bos werd gedomineerd door loofbomen of naaldbomen. Alleen deelgebieden met 20 of meer plots zijn hierbij meegenomen (totaal 611 plots beschikbaar voor de analyse). De relatie tussen het totaal aantal hoefdieren per 100 ha en de vraatindex was niet verschillend tussen plots die hoofdzakelijk door loofbomen, of door naaldbomen, werden omringd (fig. B1.5).



Figuur B1.5: De relatie tussen de gemiddelde vraatindex en het totaal aantal hoefdieren (metabolisch gewicht) per deelgebied, uitgesplitst naar plots waarin het omringende bos werd gedomineerd door loof- of naaldbomen (op basis van het grondvlak). Alleen deelgebieden met 20 of meer plots zijn hier weergegeven. Plots zonder omringende bomen of met evenveel loof- als naaldbomen zijn hier niet meegenomen.

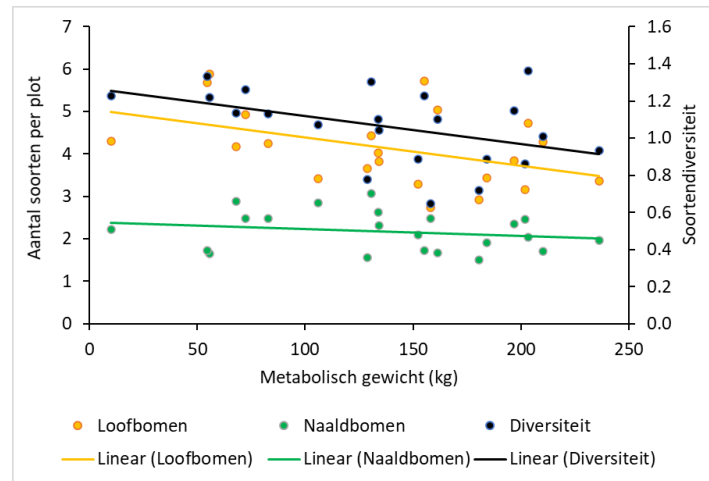
B1.3.5 Relatie dichtheden van hoefdieren en verjonging

Het aantal edelherten per 100 ha had een significant negatief effect op de gemiddelde dichtheid van loofbomen in de deelgebieden ($p=0,016$; zie fig. B1.6). Toenemende aantallen edelherten gingen ook gepaard met een dalend trend in de dichtheid naaldbomen, maar dit was niet significant. Voor de drie hoefdiersoorten tezamen was een zelfde patroon aanwezig: de dichtheid loofboomsoorten nam significant ($p<0,01$; zie fig. B1.6) af, en ook hier was een dalende maar niet significant trend aanwezig in de dichtheid van naaldbomen.



Figuur B1.6: Relatie tussen de dichtheid van verjonging (aantal individuen per 100 m²), uitgesplitst in loofbomen en naaldbomen en dichtheid van edelhert (links) en edelhert, damhert en ree tezamen (rechts) in de verschillende deelgebieden.

De dichtheid aan naaldbomen was gemiddeld ongeveer 50 individuen per 100 m² hoger dan die van loofbomen (fig. B1.6), maar hieraan kunnen geen algemene conclusies worden verbonden wat betreft de verjongingsvoortgang op de Veluwe, omdat de plots zijn gekozen op grond van het voorkomen van kwetsbare verjonging (met name loofbomen tot 160 cm hoog). De afname in dichtheid bij grotere dichtheden aan hoefdieren kan wel als representatief voor de Veluwe worden opgevat, en is ook conform eerdere onderzoeken (zie Ramirez et al. 2021).



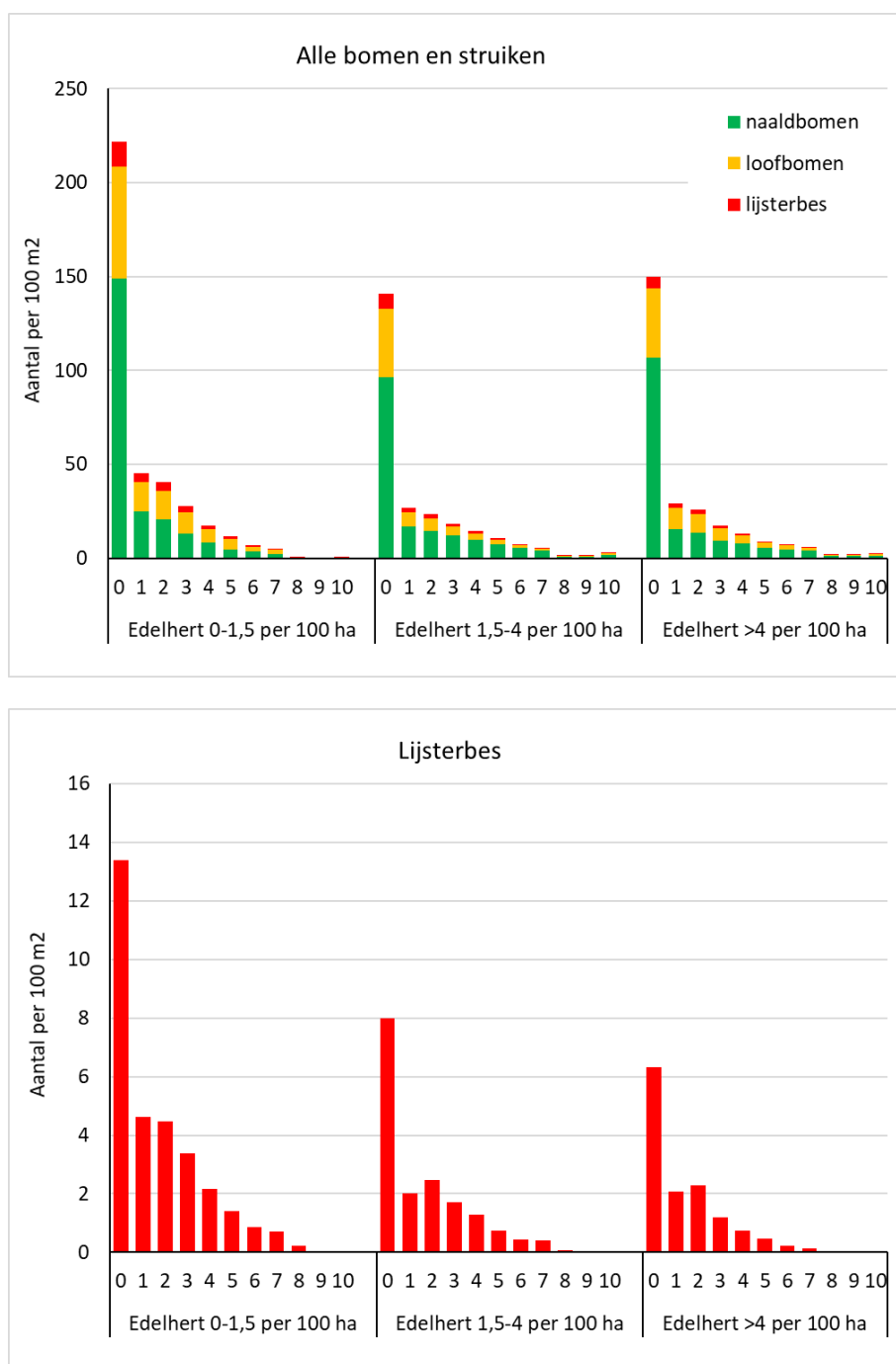
Figuur B1.7: Het gemiddelde aantal soorten loofbomen en naaldbomen (linker as) en de soortdiversiteit berekend als Shannon index (rechter as) per plot in relatie tot de totale dichtheid van edelhert, damhert en ree (uitgedrukt als metabolisch gewicht) in de verschillende deelgebieden.

Het gemiddeld aantal loofboomsoorten per plot werd significant lager naarmate de dichtheid toenam van edelherten ($p=0,025$; niet getoond), of de totale dichtheid van de drie hoefdiersoorten ($p=0,036$; fig. B1.7). Het aantal naaldboomsoorten vertoont een licht-negatieve trend, maar die is niet significant. De diversiteitsindex nam significant ($p=0,038$) af met de totale dichtheid aan herbivoren per deelgebied. Mogelijk dat hier een interactie met bodemkwaliteit aan de orde is, maar dat is in dit kader nog niet verder onderzocht.

B1.3.6 Het voorkomen van lijsterbes in verjongingen

De gemiddelde verdelingen van individuen over de hoogteklassen toont de karakteristieke hoogteverdeling van bomen in verjongingen: veel kleine bomen, en naarmate de bomen hoger worden neemt hun aantal af (fig. B1.8). Het algemene patroon wordt doorbroken door de eerste hoogteklasse met individuen tussen 0-20 cm hoog. Deze klasse bevat veel zaailingen die in het opnamejaar zijn ontkiemd. De mortaliteit binnen deze groep is zeer hoog, zodat verwacht kan worden dat maar een klein deel zal doorgroeien naar de volgende hoogteklasse. Daarnaast zitten in deze groep individuen die zwaar begraasd zijn en tot vlak boven het bodemoppervlak zijn ingekort. Vooral in gebieden met een hoge graasdruk komt een soort als de lijsterbes veelvuldig voor in deze kleinste hoogteklasse met meerjarige individuen.

Net als bij een aantal eerder besproken resultaten kunnen op basis van de vastgestelde hoogteklassenverdelingen uiteindelijk geen harde conclusies worden verbonden vanwege de niet-willekeurige selectie van de begrazingsplots. Wel valt uit figuur B1.8 op te maken dat de hoogste klassen relatief weinig tot geen lijsterbessen bevat. De gemiddelde hoogtegroei van lijsterbes is niet lager dan de gemiddelde loof- of naaldboomsoort -de soort is gemiddeld schaduwverdragend in de jeugdfase- waardoor de hoogteverdeling van lijsterbes er op lijkt te duiden dat deze relatief sterk wordt belemmerd in de hoogtegroei. Hoefdieren hebben de hoogste voorkeur voor deze soort (fig. B1.3), zodat het zeer waarschijnlijk is dat het lage voorkomen van lijsterbes in de hoogste klassen (vanaf klasse 8 = 160-180 cm hoog) het gevolg is van selectieve vraat.



Figuur B1.8: De gemiddelde verdeling van loofbomen, naaldbomen en lijsterbes (boven) en alleen lijsterbes (onder) over de hoogteklassen, gesplitst naar verschillende dichtheidsniveaus van edelherten in de deelgebieden.

B1.4 Conclusie

De vraatdruk vertoont een grote variatie over de verschillende onderscheiden deelgebieden op de Veluwe. In deelgebied Zuid M (74 plots, geen edelherten aanwezig) werd 22% van de loofbomen tussen 40-160 cm aangevreten; in de deelgebieden Zuid B en Zuid G (respectievelijk 14 en 33 plots; hoge dichtheid edelhert) werd 89% van de loofbomen aangevreten.

De vraat neemt significant toe met de dichtheid van edelhert. Ook de toename van de gezamenlijke dichtheid aan hoefdieren, uitgedrukt in metabolisch gewicht, leidt tot significant meer vraat aan loofbomen. Er zijn geen directe relaties gevonden tussen vraat en de dichtheid aan reeën en damhert. Omdat ree en damhert meestal samen met edelhert voorkomen is het niet mogelijk de effecten van de afzonderlijke hoefdier-soorten apart te evalueren. De sterk vergelijkbare relaties tussen vraat en enerzijds de dichtheid aan edelherten, en anderzijds de totale hoefdierdichtheid wijst op de dominante rol die edelhert speelt in het percentage vraat aan bomen op de Veluwe. Er is geen verschil gevonden in vraat tussen plots die omringd werden door loofbomen of naaldbomen.

Hoefdieren, met name edelhert, ree en damhert, vreten selectief aan loofboomsoorten. Naaldbomen worden gemeden, en douglas wordt van alle veel voorkomende naaldboomsoorten het meest aangevreten. De lijsterbes is de meest geprefereerde soort binnen de meest voorkomende loofboomsoorten. Een toename in de dichtheid aan hoefdieren, en vooral edelhert, leidt daardoor tot een lagere dichtheid aan loofbomen, een lager aantal soorten loofbomen en een lagere boomsoortendiversiteit. De lijsterbes wordt door selectieve begrazing belemmerd in de groei.

Vanwege de niet-willekeurige selectie van de plots is het niet mogelijk om in algemene zin uitspraken te doen met betrekking tot de verjongingsvoortgang op de Veluwe. Het is wel mogelijk om de effecten op boomsoorten onderling te vergelijken en Veluwe-breed inzicht te krijgen in de hoogte van de vraatdruk. Veel deelgebieden hebben een te klein aantal plots om met voldoende statistische kracht de veranderingen in vraatdruk te monitoren.

BIJLAGE 2 Analyse 7^e Nederlandse Bosinventarisatie

B2.1 Inleiding

De Nederlandse Bosinventarisatie (NBI) is een meetprogramma waarbij periodiek gegevens worden verzameld van het Nederlandse bos. Er zijn sinds de vorige eeuw zeven meetrondes geweest; de laatste is in 2021 afgesloten en binnenkort zullen de resultaten daarvan worden gepubliceerd.

De wijze van gegevensverzameling was niet voor elke inventarisatie hetzelfde. De laatste inventarisaties zijn volgens een sterk vergelijkbare methode uitgevoerd, en dit biedt de gelegenheid om niet alleen inzicht te krijgen in de structuur en samenstelling van het bos, maar ook te analyseren welke veranderingen daarin optreden. Deze recente inventarisaties zijn gebaseerd op een systematische steekproef over het gehele Nederlandse bos, en de uitkomsten kunnen als representatief voor het gehele bos worden beschouwd. Dit in tegenstelling tot de gegevens uit het graasmonitoringsnetwerk (Bijlage 1) waarin de plots doelbewust zijn geselecteerd op het voorkomen van voldoende verjonging om de mate van vraat te kunnen vaststellen.

Voor dit project is gebruik gemaakt van de gegevens van NBI6 en NBI7 voor het beantwoorden van de volgende vragen:

- Wat is de samenstelling van de verjonging op de Veluwe?
- Welke soorten groeien door vanuit de verjonging naar de boomlaag?
- Is er een relatie tussen verjonging en doorgroei en de wildstanden op de Veluwe?

B2.2 Methode

De gevolgde procedure van de steekproefneming in de NBI is beschreven in Daamen et al. (2019). De resultaten van de NBI6 en NBI7 zijn beschreven door Schelhaas et al. (2014, 2022). In het kort komt de procedure neer op het vastleggen van een systematisch netwerk van steekproefpunten, die 1 km van elkaar verwijderd liggen. Elk punt representeert daarmee 100 hectare bos. Op elke steekproefpunt wordt een cirkelvormig plot uitgezet met een straal van minimaal 5 en maximaal 20 m, zodanig dat er in het plot minimaal 20 bomen aanwezig zijn met een minimale diameter van 5 cm. Een deel van de plots is permanent gemarkeerd, zodat de metingen tussen opeenvolgende inventarisaties direct vergeleken kunnen worden.

Binnen de steekproefcirkel is van elke boom de soort bepaald, de diameter gemeten en vastgelegd of de boom levend of dood is. Van een subset van de bomen wordt ook de hoogte en stamkwaliteit opgenomen. Uitgaande van het zelfde middelpunt als het bomenplot wordt een cirkel met straal van 8 m uitgezet waarbinnen alle voorkomende individuen van houtige planten worden geteld die hoger dan 50 cm zijn en lager dan 5 m.

Voor dit project is een selectie gemaakt van alle NBI plots op de Veluwe (totaal 565 plots). Van deze plots is informatie verkregen van de opname van de recente verjonging (alle houtigen vanaf 0,5m hoog tot 5 cm dik), en de ingroei van bomen tot boven de meetdrempel van 5 cm diameter sinds de voorlaatste inventarisatie.

Voor de analyse van de soortensamenstelling, dichtheid en diversiteit van de verjonging zijn uitsluitend plots genomen waarin verjonging werd waargenomen (totaal 500 plots).

Voor het bepalen van de ingroei zijn uitsluitend de permanente plots gebruikt die in de NBI6 en NBI7 zijn gemeten. In gevallen waarbij er bij de opnames verschillende plotstralen waren gebruikt is voor het bepalen van de ingroei alleen het deel van het plot gekozen met de kleinste plotstraal. Vervolgens zijn per plot de bomen geselecteerd die niet in NBI6, maar wel in NBI7 aanwezig waren. Een deel van de ingroei betrof

bomen die in NBI6 wel aanwezig, maar niet gemeten, waren. Deze waren dus in de eerdere inventarisatie gemist. Het is niet mogelijk om met zekerheid te zeggen welke bomen dit precies waren. Om deze bomen er uit te kunnen filteren is de minimale diametergroei bepaald door de maximale diameter van niet-gemeten bomen (4.9 cm, dus juist onder de meetdrempel) af te trekken van de diameter in NBI7, en dit te delen door het verschil in meettijdstip van het plot tussen NBI6 en NBI7. Vervolgens is als regel gesteld dat de afgeleide minimale diameter-toename niet meer dan 1,5 cm per jaar mocht zijn, ongeacht de boomsoort. Voor de uiteindelijke analyse waren 268 permanente plots beschikbaar, waarvan 164 plot met ingroei. Van de 916 daarin voorkomende 'nieuwe' bomen zijn 143 bomen verwijderd, zodat uiteindelijk 820 ingegroeide bomen in de dataset aanwezig bleven.

B2.3 Resultaten en discussie

B2.3.1 Diversiteit in houtigen

In totaal waren 500 plots beschikbaar voor de analyse van de diversiteit, waarvan 56 plots in de twee boshabitattypen lagen, en 444 plots in de overige bossen van de Veluwe. In H9190 (Oude eikenbossen) lagen in totaal 17 plots, waarvan 7 hoofdzakelijk uit inlandse eik bestonden, en de overige vooral uit grove den en Amerikaanse eik. In zes plots was geen struiklaag aanwezig, zodat de analyse slechts 11 plots van dit habitatype bevatte. Habitatype H9120 (Beuken-eikenbossen met hulst) was vertegenwoordigd met 60 plots, waarvan 23 plots werden gedomineerd door beuk, 20 plots door inlandse eik, en 12 door grove den. In 15 plots, waarvan negen beukenopstanden, was geen struiklaag aanwezig.

Allereerst is gekeken naar de relatie tussen diversiteit, aandeel loofhout en dichtheid van de struiklaag in de verschillende boshabitattypen. De soortendiversiteit in houtigen, berekend als de Shannon-index, was significant lager in de habitattypen H9120 en H9190 dan in de overige bossen (GLM, $df_{1,498}$, $p=0.003$). Onderling verschilden de twee habitattypen niet in diversiteit.

Het aandeel loofbomen was significant hoger in de twee boshabitattypen ten opzichte van de overige bossen (GLM, $df_{1,498}$, $p<0.001$), en onderling verschilden de twee boshabitattypen niet in het aandeel loofbomen in de struiklaag. Ook de gemiddelde dichtheid van de struiklaag was niet verschillend tussen de habitattypen.

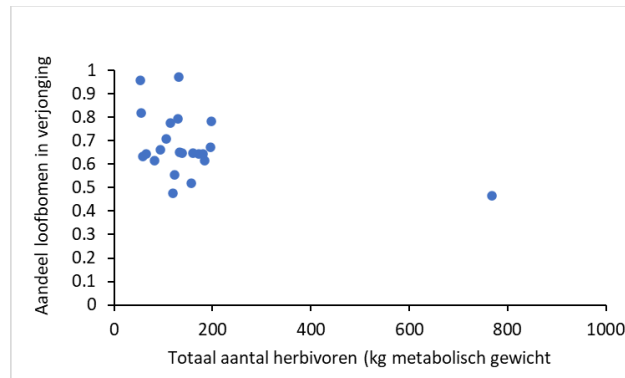
Zowel de dichtheid van de struiklaag als de soortendiversiteit waren lager in habitattypen met een hoge dichtheid aan hoefdieren (tab. B2.1). De verschillen waren niet significant.

Tabel B2.1: *Gemiddelden $\pm$ standaardfout van de diversiteit, totale dichtheid van de struiklaag (aantal individuen per ha) en het percentage loofbomen in de boshabitattypen H9120 en H9190 op de Veluwe, uitgesplitst naar het totale aantal hoefdieren, uitgedrukt in metabolisch gewicht.*

	Metabolisch gewicht totaal aantal hoefdieren	
	<75 kg	>75 kg
Diversiteit	0,32 $\pm$ 0,08	0,20 $\pm$ 0,04
Dichtheid totaal	938 $\pm$ 236	930 $\pm$ 230
Percentage loofbomen	68 $\pm$ 2	54 $\pm$ 6

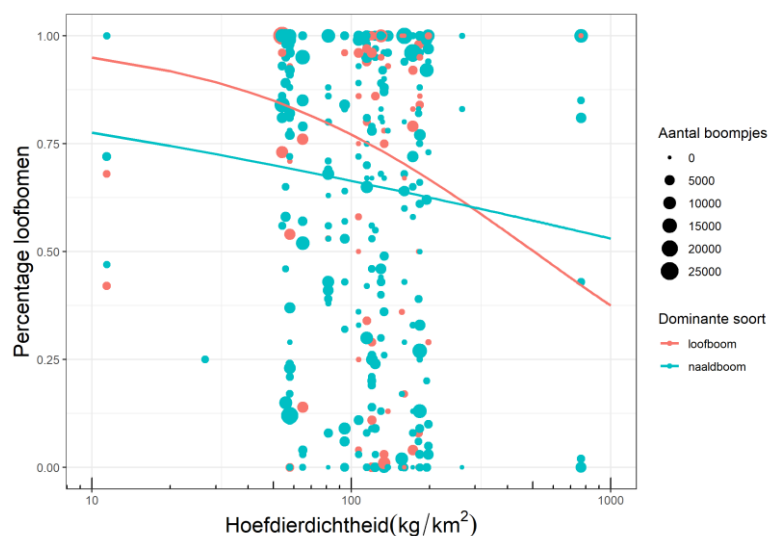
B2.3.2 Relatie tussen samenstelling struiklaag en dichtheid herbivoren

Van elke plot met een aanwezig struiklaag is het aandeel loofbomen bepaald in het totaal aantal individuen. De samenstelling van de struiklaag is de resultante van de invloed van omgevingsfactoren die meerdere jaren op de plotlocatie hebben ingewerkt op de verjongende bomen en struiken. Om die reden zijn de plots ingedeeld naar deelgebieden, en is de gemiddelde dichtheid aan edelhert, damhert en ree, en het totale metabolische gewicht bepaald over de periode 2010 en 2020.



Figuur B2.1: Relatie tussen het aandeel loofbomen in de verjonging en het totale aantal edelhert, damhert en ree per deelgebied. Alleen deelgebieden met meer dan 10 plots zijn weergegeven.

Er is vrijwel geen relatie zichtbaar tussen het totaal aantal hoefdieren en het aandeel loofbomen in de verjonging per deelgebied (fig. B2.1). In deze analyse is echter geen rekening gehouden met verschillen in dichtheid van de verjonging. Daartoe is een andere analyse gedaan op dezelfde data, waarbij met behulp van logistische regressie is gekeken naar dezelfde relatie, en waarbij elk plot als afzonderlijk datapunt is gebruikt (fig. B2.2). Daarnaast is het effect meegenomen van de samenstelling van het omringende bos, waarbij per plot is bepaald welke boomsoort het grootste grondvlakaandeel had in het omringende bos. Deze soorten zijn vervolgens ingedeeld naar loofbomen of naaldbomen. Uit een eerste analyse bleek dat het aandeel loofbomen in de verjonging daalt naarmate de totale dichtheid aan herbivoren toeneemt. De daling in door naaldbomen gedomineerd bos is minder sterk dan in bos dat wordt gedomineerd door loofbomen.



Figuur B2.2: Resultaten van een logistische regressie van het aandeel loofbomen in de verjonging op de totale dichtheid aan hoefdieren. De data zijn gesplitst naar bossen gedomineerd door loofbomen of naaldbomen. De dichtheid van de verjongingen wordt aangegeven met de grootte van de gebruikte symbolen. NB: de schaal van hoefdierdichtheid is logaritmisch.

B2.3.3 Ingroei tussen NBI6 en NI7

Op grond van de gegevens uit de set van permanente plots van de Nederlandse Bosinventarisatie is het mogelijk om te bepalen welke soorten ingroeien in de plots in de periode tussen twee inventarisaties. Van ingroei is sprake als de stamdiameter van een individu in het plot de meetdrempel van 5 cm is overschreden tussen het moment van de vorige meting (NBI6) en de huidige meting (NBI7). Tussen beide inventarisaties zat minimaal 4 jaar en maximaal 8,5 jaar verschil. De ingroei van bomen kan worden gezien als het eindproces van de verjonging, nadat het individu is gekiemd en achtereenvolgens door de stadia van kiemplant, gevestigde plant en struiklaag is gegroeid.

Verjonging van bomen kan in principe in alle bosontwikkelingsfasen plaats vinden, maar van ingroei is pas sprake als het individu al een tijdje aanwezig is op het plot. De snelheid waarmee een individu na kieming een diameter van 5 cm bereikt is afhankelijk van de beschikbaarheid van water, licht en voedingsstoffen, de soorteigen groeisnelheid en de mate waarin de groei van het individu wordt beïnvloed door concurrerende vegetatie en verstoringen zoals wildvraat.

In de kale en jonge bosontwikkelingsfasen zijn respectievelijk nauwelijks, of slechts kleine bomen aanwezig. De ingroei die in deze fasen plaatsvindt zal in de regel bestaan uit individuen die reeds aanwezig waren op het tijdstip dat de verjongingsplek ontstond (zogenaamde voorverjonging). Wanneer er veel tijd zit tussen opnames (in dit geval tussen ongeveer 6-8,5 jaar) kunnen bomen die sinds de NBI6 zijn gevestigd door-groeien tot voorbij de meetdrempel van 5 cm stamdiameter. Dit betreft snelle groeiers als berk en grove den (tab. B2.2).

De dichte en de stakenfase kenmerken zich door een zeer dicht kronendak waaronder de lichtonderschepping maximaal is en er dus nauwelijks licht tot op de bodem komt. Vestiging van nieuwe individuen is daarom nauwelijks tot niet mogelijk in deze fasen. De ingroei die plaatsvindt betreft hoofdzakelijk soorten die al aanwezig waren in de eerdere ontwikkelingsfasen, maar nog niet voldoende dik waren geworden. Een relatief groot aandeel van de ingroeiende individuen is van dezelfde soort als de dominante boomsoort op het plot met het grootste grondvlakaandeel (tab. B2.2).

In bossen in de boomfase is de ingroei voornamelijk het gevolg van het groter worden van individuen die zich onder het kronendak hebben verjongd. Omdat de oudere bomen gemiddeld dikker zijn dan 20 cm zullen nauwelijks nog bomen uit dezelfde generatie ingroeien. Verreweg de meeste ingroei in opstanden in de boomfase vindt plaats onder grove dennenbos. Dit is een relatief licht bostype, waarin de lichtomstandigheden gunstig zijn voor de verjonging en doorgroei van veel verschillende boomsoorten (tab. B2.2). De meest frequent voorkomende, en voorkomend in de grootste aantallen, zijn de berk, grove den en Amerikaanse vogelkers; deze drie soorten zijn alle lichtbehoevend, evenals de eik die meermalen in grove dennenbossen ingroeit. In grove dennenbossen groeit ook relatief veel beuk in.

De lijsterbes wordt slechts in zeer geringe mate als ingroei aangetroffen. Slechts in acht plots wist deze soort de grens van 5 cm diameter te overschrijden (tab. B2.2), en dan meestal in bossen gedomineerd door grove den. Het zeer frequent voorkomen van lijsterbes in verjongingen (zie Bijlage 1), en het nauwelijks doorgroeien van lijsterbes naar diameterklassen boven 5 cm, duidt erop dat lijsterbes nauwelijks in staat is om zich als mengboomsoort in het oudere bos te handhaven. De lijsterbes lijkt weinig concurrentiekrachtig in dichte verjongingen, maar het ontbreken van oudere, grotere exemplaren in het bos is waarschijnlijk voor een belangrijk deel te wijten aan de sterke vraatdruk waaraan deze soort is blootgesteld waardoor het concurrerend vermogen door gereduceerde hoogtegroeï verder wordt verkleind.

Tabel B2.2: Het totaal aantal individuen (I) en totaal aantal plots met betreffende soort (P) van de ingroei in plots van de 6^e naar de 7^e Nederlandse Bosinventarisatie op de Veluwe, per bosontwikkelingsfase. Op de bovenste rij staan de soorten die zijn ingegroeid in de permanente plots van de NBI; in de eerste kolom staan de dominante soorten in de plots. In de laatste kolom staat het aantal plots waarin geen ingroei plaatsvond tussen de 6^e en de 7^e Nederlandse Bosinventarisatie. De donker gekleurde cellen markeren de situaties waarin een boomsoort is ingegroeid in een bos met een dominante zelfde soort.

Soort in struiklaag	Beuk		Inlandse eik		Berk		Hulst		Lijsterbes		Vuilboom		Am. Vogelkers		Overig loof		Grove den		Fijnspar		Douglas		Lariks		Overig naald		Geen ingroei	
Boomsoort	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P
	Kale fase																											
Berk	1 1				1 1																						1	
Grove den																											4	
	Jonge fase																											
Berk																					8 1						1	
Grove den			2 1		3 1										1 1												1	
Fijnspar																											1	
	Dichte fase																											
Inlandse eik															6 1				1 1		3 1							
Berk			8 1																								1	
Grove den			3 1		5 2						14 2				34 5						3 1						1	
Lariks											6 1								1 1		21 2							
	Stakenfase																											
Beuk													3 1														3	
Inlandse eik			1 1										2 1															
Berk			3 1		7 2																						1	
Overig loof							1 1				1 1		1 1						2 1									
Grove den	1 1		3 1		11 4						7 2		1 1		18 3				2 1		1 1						6	
Fijnspar																											1	
Douglas																											1	
Lariks															1 1						3 1						1	
	Boomfase																											
Beuk	10 7						1 1								2 1				3 3				2 1				6	
Inlandse eik	14 4		6 3		2 2		2 2		2 1		2 1		4 1		4 4				1 1		6 2		1 1				11	
Berk	1 1										3 1						5 2		7 3		1 1						3	
Overig loof	7 2		1 1								3 1		4 1		17 5		3 2										5	
Grove den	33 14		12 11		65 26				5 4		9 5		49 19		38 13		74 19		13 7		11 5		1 1				37	
Fijnspar			6 2		1 1				3 1		1 1				3 1				3 3		1 1						1	
Douglas	6 3		1 1		2 1		4 1						7 3		4 2		4 3		10 2		59 14		11 4		11 4		6	
Lariks	7 2				12 2				8 1						9 1		1 1				15 4						4	
Overig naald					9 3								2 2				2 1		3 2				1 1					

B2.4 Conclusies

In de Natura2000-boshabitattypen wordt de struiklaag meer gedomineerd door loofbomen dan in het overige bos op de Veluwe. De diversiteit en het aandeel loofbomen in de struiklaag is lager in gebieden met een hogere wildstand. Het aandeel loofbomen neemt, over de gehele Veluwe gezien, af naarmate de dichtheid aan edelhert, damhert en ree tezamen toeneemt.

De ingroei in de periode tussen de twee laatste inventarisaties is erg variabel qua soorten en bosontwikkelingsfase. Het aantal lijsterbessen dat zich in de boomlaag weet te vestigen is beduidend lager dan wat op grond van de ruime aanwezigheid van deze soort in eerdere stadia van het verjongingsproces kan worden verwacht. Het is waarschijnlijk dat de schaarse doorgroei naar grotere diameters, naast concurrentie met andere soorten, wordt veroorzaakt door de selectieve vraat aan deze soort door hoefdieren.

Bijlage 3 Analyse SyHI/Woodstock plots

B3.1 Inleiding

Op de Veluwe worden al enige decennia bosinventarisaties uitgevoerd volgens een vast protocol. De basis daarvan wordt gevormd door het Woodstock-protocol (de Klein & Schoonderwoerd 2006), en wordt door Staatsbosbeheer in enigszins aangepaste vorm uitgevoerd als het SyHI-protocol (Systematische Hout Inventarisatie). De inventarisaties zijn systematische steekproeven van een bosgebied, waarbij de steekproefpunten op de snijpunten liggen van een raster. De rasters variëren per geïnventariseerd gebied, en steekproefpunten liggen gemiddeld zo'n 100-150 m van elkaar, afhankelijk van de gewenste plotdichtheid en na te streven betrouwbaarheid van de resultaten.

De inventarisaties richten zich op het verkrijgen van een betrouwbare schatting van de hoeveelheid stamhout en de verdeling daarvan over de boomsoorten, het gemiddelde grondvlak (dichtheid) van het bos en de verdeling van de boomsoorten over de verschillende diameterklassen. Verder wordt de hoeveelheid dood hout gemeten en wordt per plot bepaald in welke ontwikkelingsfase het bos zich ter plekke bevindt. Rond het jaar 2000 is ook een opname van de recente verjonging opgenomen in het protocol.

Onder recente verjonging worden alle individuen verstaan van boom- en struiksoorten die hoger zijn dan 50 cm en die nog niet de meetdrempel van 5 cm diameter hebben bereikt. De recente verjonging wordt opgenomen op een cirkelvormig plot met een straal van 8 m rondom het steekproefpunt. Alle individuen die wortelen binnen de cirkel worden per soort geteld.

B3.2 Methode

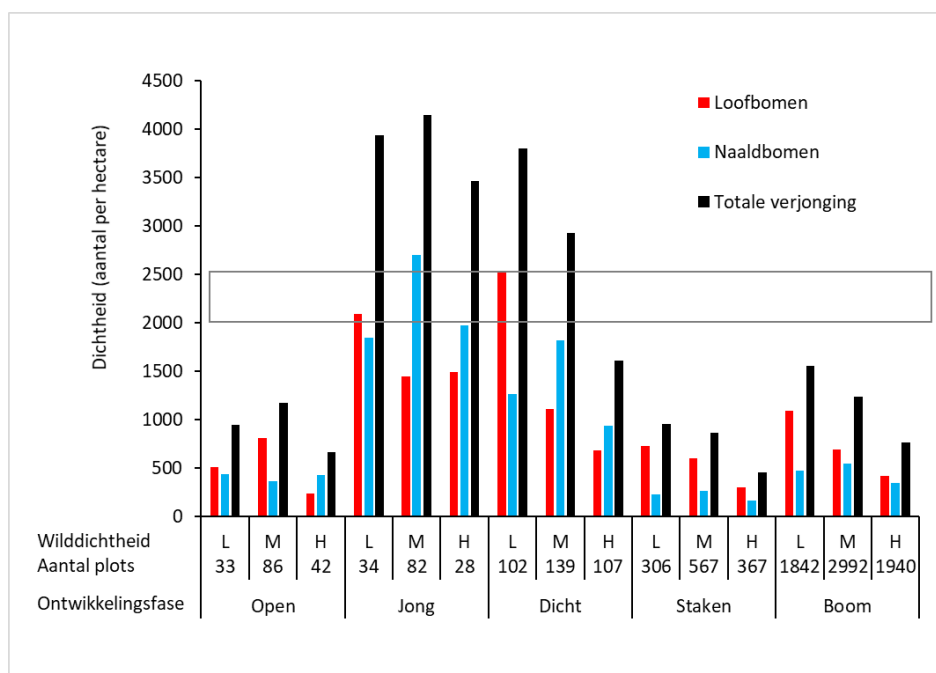
Voor dit onderzoek is gebruik gemaakt van alle plots op de Veluwe die tevens in het gebied lagen waarin de vraatdrukmonitoring is uitgevoerd (zie bijlage 1). Het betreft een breed scala aan terreineigenaren. Voor de analyse zijn alle plots geselecteerd waarvoor een opname van de recente verjonging beschikbaar was en die tweemaal zijn opgenomen in de periode 2001-2020. Voor de analyse zijn de opnames ingedeeld in twee periodes (2001-2010 en 2011-2020).

In de analyse is per opnameperiode en per deelgebied (zie fig. B1.1) de frequentie van voorkomen berekend van de verschillende boom- en struiksoorten in de plots door te tellen in hoeveel plots een soort voorkwam ten opzichte van het totaal aantal plots. Voor achtergronden van gegevens over wilddichtheden, zie B1.2.2.

B3.3 Resultaten en discussie

B3.3.1 Samenstelling recente verjonging

De recente verjonging in de SyHI/Woodstock plots varieert voornamelijk over de verschillende bosontwikkelingsfasen (fig. B3.1). In de open fase is nog weinig verjonging aanwezig, wat voor de hand ligt omdat deze fase zich juist kenmerkt door een lage bezetting met verjonging hoger dan 50 cm. Vooral in de jonge en dichte fasen is veel verjonging aanwezig, en gemiddeld is de totale dichtheid in deze fasen toereikend voor een geslaagde verjonging in de context van multifunctioneel bos.



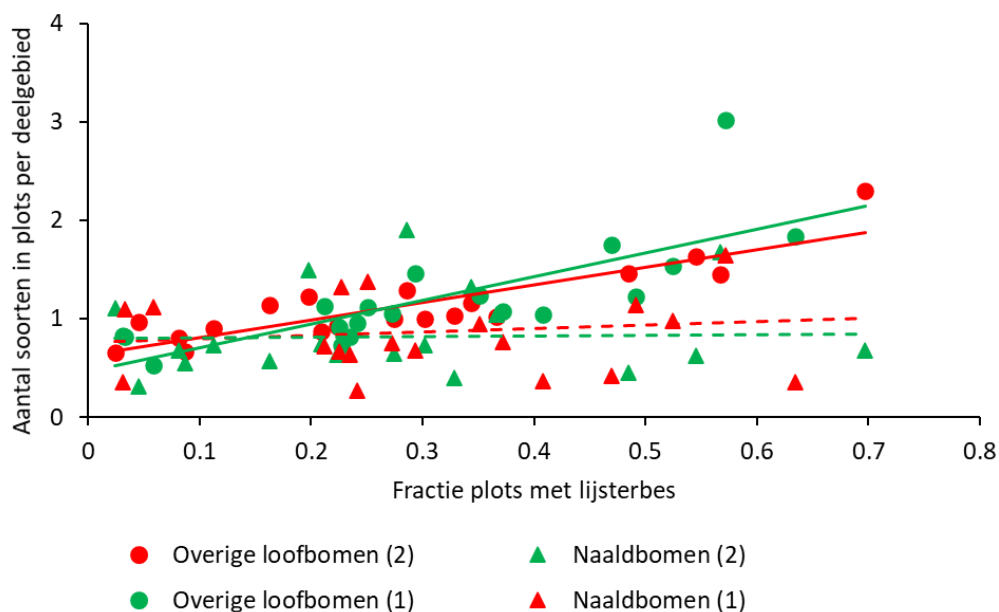
Figuur B3.1: Het aantal individuen in de recente verjonging van loof- en naaldbomen in de SyHI/Woodstock plots opgenomen tussen 2011 en 2020 in het deel van de Veluwe dat werd betreken in het vraatdrukmonitoringsnetwerk. Plots zijn onderverdeeld naar wilddichtheid, uitgedrukt in kg metabolisch gewicht (L = <75 kg, M = 75-150 kg, H = >150 kg), en naar bosontwikkelingsfase. De rechthoek geeft de dichtheid aan waarboven de verjonging vanuit bosbouwkundig oogpunt als geslaagd wordt aangemerkt.

In de staken- en boomfase is gemiddeld weinig verjonging onder het heersende kronendak aanwezig. In de stakenfase is meestal te weinig licht beschikbaar voor verjonging, dus een deel van de opgenomen verjonging zal nog bestaan uit langzaam groeiende individuen uit hetzelfde cohort dat de boomlaag vormt. In de boomfase zal de verjonging bestaan uit werkelijk nieuw gevestigde individuen onder het kronendak van de oudere bomen.

De verhouding tussen loof- en naaldbomen, en het aantal individuen, vertoont een duidelijke relatie met de wilddichtheid. In alle bosontwikkelingsfasen is de totale dichtheid aan verjonging het laagst in de plots met een hoge wilddichtheid (>150 kg metabolisch gewicht). Voorts neemt het relatieve aandeel naaldbomen in het totaal aantal individuen in de verjonging toe met toenemende wilddichtheid.

B3.3.2 Frequentie van lijsterbes en soortenaantallen

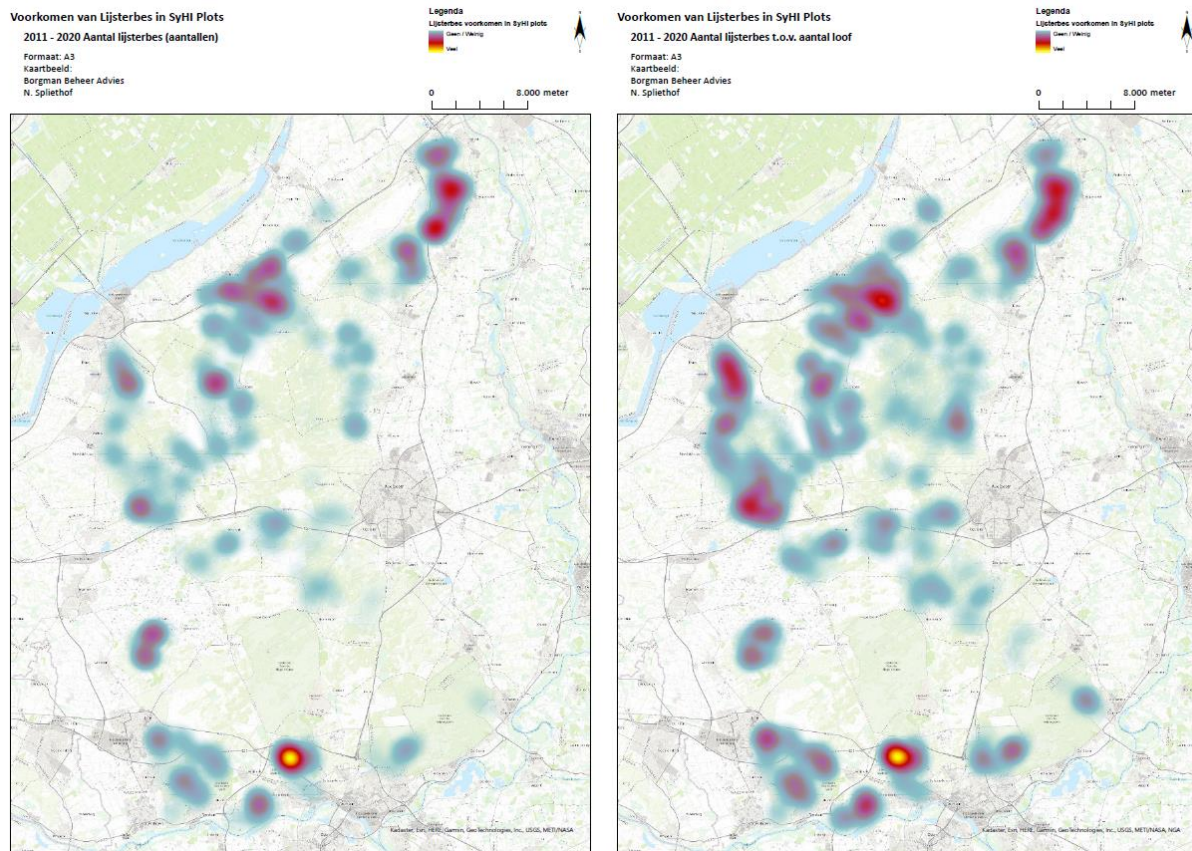
De gevonden patronen in het voorkomen van soorten zijn reeds voor een deel verwerkt in de hoofdttekst (fig. 2 en 3, tab. 1). In figuur 3 zijn de relaties weergegeven – als regressielijnen – tussen de frequentie van voorkomen van verschillende soorten per deelgebied met het gemiddeld aantal soorten loofbomen (anders dan beschouwde soort). Voor een aantal soorten waren sterke verbanden te zien, terwijl er voor beuk en Amerikaanse vogelkers geen relatie te zien was. Voor de onderzochte soorten bleek ook geen relatie te bestaan tussen hun frequentie van voorkomen en het aantal naaldboomsoorten. In figuur B3.2 wordt dit geïllustreerd aan de hand van gegevens voor lijsterbes. Voor zowel de periode 2001-2010 als de periode 2011-2020 geldt dat het aantal loofboomsoorten sterk verband hield met de frequentie waarmee lijsterbes voorkomt in de deelgebieden. Er is echter geen verband met het gemiddeld aantal naaldboomsoorten in de plots per deelgebied. Dit verband toont aan dat het voorkomen van lijsterbes als proxy gebruikt kan worden voor het aantal soorten in de struiklaag. Zie hoofdstuk 4 voor een bespreking van de betekenis van dit verband.



Figuur B3.2: De relatie tussen de fractie plots met lijsterbes en het gemiddelde aantal overige loofboomsoorten en naaldboomsoorten per plot voor de verschillende deelgebieden in de periode 2001-2010 (1) en 2011-2020 (2). Doorgetrokken lijnen voor het aantal loofboomsoorten zijn significant ($P < 0.001$), de onderbroken lijnen voor de naaldboomsoorten zijn niet significant. Data uit SyHI-plots opgenomen in de periode 2001-2010.

B3.3.3 Voorkomen van lijsterbes op de Veluwe

De lijsterbes komt zeer frequent voor in de recente verjongingen (tussen 5 cm hoog en 5 cm diameter) op de Veluwe (fig. B3.3). De aantallen lijsterbessen per plot variëren sterk, met relatief veel lijsterbessen per plot langs de randen van de Veluwe, en relatief weinig lijsterbessen per plot op de centrale Veluwe. Dit correspondeert met de hogere dichtheid van grote hoefdieren op de centrale Veluwe. Ook wanneer de aantallen lijsterbessen relatief ten opzichte van het totale aantal loofbomen per plot wordt uitgedrukt blijven dezelfde patronen zichtbaar (fig. B3.3). Over de gehele Veluwe komen lijsterbessen voor, wat deze soort geschikt maakt als indicatorsoort voor de mate van vraatdruk (zie hoofdstuk 4).



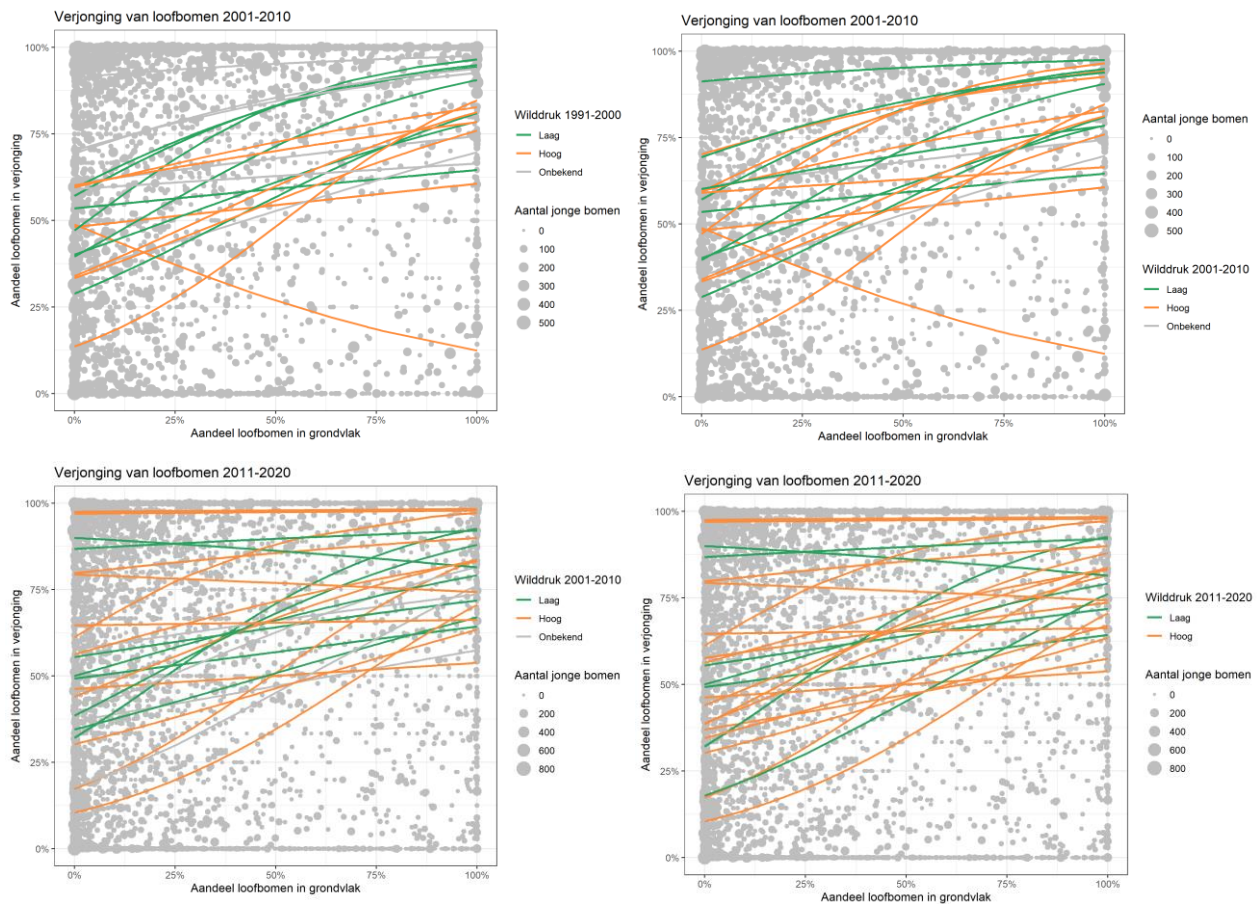
Figuur B3.3: Het voorkomen van lijsterbes in de recente verjonging in SyHI/Woodstock plots opgenomen tussen 2011 en 2020. Links de kaart op basis van de aantallen individuen per plot, rechts op basis van het aandeel lijsterbessen ten opzichte van alle loofboomindividueen in een plot.

B3.3.4 Samenstelling verjonging irt bossamenstelling en wilddichtheid

De SyHI/Woodstock data zijn gebruikt voor het analyseren van de invloed van de wilddichtheid op de samenstelling van de verjonging naar loof- en naaldboomsoorten. Uit de NBI gegevens (fig. B2.2) bleek al dat het aandeel loofbomen daalt bij een toename van de wilddichtheid, en dat het aandeel loofbomen in de verjonging sterker daalt in bossen waar een loofboomsoort het grootste grondvlakaandeel heeft.

In deze analyse is het aandeel loofbomen in de verjonging uitgezet tegen het aandeel loofbomen in het grondvlak van het plot. Verwacht wordt dat het aandeel loofbomen in de verjonging stijgt naarmate meer loofbomen in het omringende bos aanwezig zijn. Dat is ook het geval (fig. B3.4): de resulterende lijnen van de logistische regressie per deelgebied vertonen een duidelijke stijging (met uitzondering van een deelgebied in de data van 2001-2010). De verjonging bestaat dus uit relatief meer loofbomen naarmate de zaadbronnen dichterbij zijn.

Er zijn geen duidelijke patronen waarneembaar met betrekking tot lage of hoge wilddichtheden. De relaties lijken gemiddeld een iets vlakker patroon te hebben bij hoge dichtheden, maar dit geldt lang niet voor alle deelgebieden. Op grond van deze analyses kunnen verder geen harde conclusies worden getrokken met betrekking tot de invloed van wilddichtheid en de relatie tussen de samenstelling van de verjonging en het omringende bos.



Figuur B3.4: Resultaten van een logistische regressie van het aandeel loofbomen in de recente verjonging (tussen 50 cm hoog en 5 cm diameter) op het grondvlakaandeel van loofbomen (>5 cm diameter) in het omringende plot. Verjongings- en grondvlakdata uit SyHI/Woodstock inventarisaties 2001-2010 (boven) en 2011-2020 (onder). De relaties zijn berekend per deelgebied met bijbehorende wilddichtheid van edelhert, ree, en damhert in het decade voorafgaand aan de inventarisatie (links) en het decade overeenkomstig met de inventarisatie (rechts). Wilddichtheid wordt in deze analyse uitgedrukt als laag (<100 kg metabolisch gewicht) of hoog (>100 kg metabolisch gewicht). De dichtheid van de verjongingen wordt aangegeven met de grootte van de gebruikte symbolen.

Een probleem met deze analyse is dat er een vertragingseffect is in het ingroeien van individuen in de struiklaag (>50 cm). Voor de meeste soorten duurt dit minstens 1-3 jaar, afhankelijk van de lichtomstandigheden in het bos. Bovendien kan vraat dit proces verder vertragen. Het is dus lastig om voor een gerealiseerde verjonging de wilddichtheid vast te stellen die bepalend is geweest voor de verjonging ter plekke. Bij een lage wildstand is deze periode korter dan bij een hoge wildstand. Verder is in deze analyse gewerkt met vast perioden van 10 jaar om zowel de relatie tussen verjonging en samenstelling van het omringende bos als de wilddichtheid te berekenen. Plots die zijn gemeten aan het begin van zo'n periode zijn dus meer blootgesteld geweest aan de dichtheid van de voorgaande 10 jaar, en plots die aan het eind van zo'n periode zijn opgenomen zullen meer beïnvloed zijn door de wilddichtheid van dezelfde periode. Onderscheid tussen de relaties met wilddichtheid uit dezelfde of voorgaande periode zijn niet duidelijk verschillend.

Tot slot ontbreekt informatie over de hoogteverdelingen van de verschillende soorten in de plots. Daaruit zou informatie kunnen worden verkregen die iets zegt over de kans dat een soort kan doorgroeien richting het kronendak.

B3.4 Conclusies

Op grond van de analyse van de gegevens over recente verjonging uit de SyHI/Woodstock inventarisaties op de Veluwe kan worden geconcludeerd dat de dichtheid van de verjonging als geheel na een relatief grootschalige verstoring (vlaktekop) gemiddeld voldoende is om als geslaagd te worden aangemerkt in de context van multifunctioneel bosbeheer. Ook onder een kroonlaag weten bomen zich te vestigen, logischerwijze in een lagere dichtheid, waarbij de verhouding tussen loofbomen en naaldbomen duidelijk lager is naarmate de wilddichtheid hoger is. Het aandeel loofbomen in de verjonging neemt toe naarmate het grondvlakaandeel van loofbomen in het omringende bos hoger is. Er is, met betrekking tot deze relatie, geen duidelijk verband met de wilddichtheid.

De lijsterbes komt frequent voor in de recente verjonging, en er is een sterk verband tussen de frequentie waarin lijsterbes voorkomt in plots met het gemiddeld aantal soorten loofbomen per deelgebied. Het voorkomen van lijsterbes heeft geen relatie met het gemiddeld aantal naaldboomsoorten per plot. Lijsterbes komt over de gehele Veluwe voor, maar is vooral aanwezig in de randen van de Veluwe. Het minder frequente voorkomen in het centrale deel van de Veluwe lijkt verband te houden met de daar aanwezige hogere wilddichtheid. Lijsterbes is daarmee een goede indicatorsoort voor een gunstige verjongingsvoortgang.

De gegevens over recente verjonging bevatten alleen informatie over het voorkomen van verjonging in de struiklaag. De hoogteverdelingen van de soorten worden daarbij niet opgenomen, zodat de datasets met betrekking tot de verjonging uit SyHI/Woodstock (en ook de NBI) geen informatie bevatten over concurrentieverhoudingen tussen soorten, en dus onvoldoende inzicht geven in de potentie van soorten om door te groeien tot in het kronendak.

Bijlage 4 Wilddichtheden per deelgebied

In deze bijlage worden de wilddichtheden per diersoort weergegeven vanaf 1983 tot en met 2021, voor zover gegevens beschikbaar waren voor de deelgebieden.

De bronnen en de verwerking van deze gegevens worden besproken in B1.2.2.

Hieronder worden in tabel B4.1 de gehanteerde oppervlaktes per deelgebied gegeven. Deze zijn gebruikt om de aantallen dieren om te rekenen naar aantallen per 100 ha (1 km²).

Voor het weergeven van de totale dichtheid aan hoefdieren (edelhert, damhert en ree) is gebruikt gemaakt van het metabolisch gewicht. De daarbij gehanteerde lichaamsgewichten worden weergegeven in tabel B4.2.

Tabel B4.1 De oppervlaktes in hectare per deelgebied.

Deelgebied	Oppervlakte	Deelgebied	Oppervlakte
Noord A	4808	Zuid A	4174
Noord B	7247	Zuid B	2988
Noord C	8845	Zuid C	1971
Noord D	4519	Zuid D	2899
Noord E	1341	Zuid E	413
Noord F	6121	Zuid F	3518
Noord G	5352	Zuid G	2687
Noord H	2777	Zuid H	1948
Noord I	2256	Zuid I	2306
Noord J	3716	Zuid J	2534
Noord K	657	Zuid K	3352
Noord L	2654	Zuid L	5740
		Zuid M	7165

Tabel B4.2: Gemiddelde gewichten in kg per diersoort. Voor de berekende gewichten is uitgegaan van een gelijke verhouding in mannelijke en vrouwelijke dieren. Het metabolisch gewicht is berekend uit het levende gewicht, verheven tot de macht 0.75.

Diersoort	Levend gewicht (kg)	Metabolisch gewicht (kg)
Edelhert	89.7	29.2
Damhert	45.1	17.4
Ree	21.3	9.9

Tabel B4.3: Dichtheden in aantallen dieren per 100 ha van edelhert in de onderscheiden deelgebieden op de Veluwe (zie fig. 1) tussen 1983 en 2021.

Deelgebied	EDELHERT																			
	Noord A	Noord B	Noord C	Noord D	Noord E	Noord F	Noord G	Noord H	Noord I	Noord J	Noord K	Noord L	Zuid A	Zuid B	Zuid C	Zuid D	Zuid E	Zuid F	Zuid G	Zuid H
1983	0.0	0.0	0.1	0.0			1.4	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0			0.0	1.0	1.2	0.0
1984	0.3	0.7	0.8	4.5			1.5	0.1	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	0.0	0.0
1985	0.2	0.8	1.1	3.4			1.9	0.5	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0			0.0	1.2	2.3	0.3
1986	0.2	1.0	0.9	4.2			2.1	0.5	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0			0.0	1.1	0.9	0.4
1987	0.1	0.8	0.8	3.6			2.7	0.3	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0			0.0	0.6	2.0	0.6
1988	0.1	0.8	0.5	3.2			2.0	0.1	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0			0.0	1.3	1.5	0.2
1989	0.1	1.0	0.6	4.3			2.5	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0			0.0	0.9	1.6	0.1
1990	0.1	0.9	0.4	3.7			2.7	0.0	0.0		0.0	0.0					0.0	1.1	1.9	0.3
1991	0.1	1.0	0.6	3.8			2.6	0.5	0.0		0.0	0.0			4.4	1.3	0.0	1.5	2.9	0.2
1992	0.2	0.9	0.9	4.3			2.5	0.3	0.0		0.0	0.0					0.0	1.5	2.2	0.4
1993	0.2	1.1	0.9	3.9			2.4	0.8	0.0		0.0	0.0	1.1	0.3	4.0	2.0	0.0	1.7	3.6	0.0
1994	0.2	0.7	1.2	3.7			1.7	1.3	0.0		0.0	0.0	1.1	0.7	3.9	1.0	0.0	1.5	2.4	0.1
1995	0.2	0.8	0.8	3.2			1.7	1.4	0.0		0.0	0.0	1.5	1.1	3.2	2.3	0.0	1.4	3.2	0.0
1996	0.2	0.9	1.0	2.9			1.7	1.7	0.0		0.0	0.0	0.8	2.0	2.2	2.3	0.0	1.9	3.2	0.4
1997	0.3	0.9	0.8	3.1			1.8	0.8	0.0		0.0	0.0	1.7	1.4	2.2	1.0	0.0	1.5	3.4	0.1
1998	0.2	1.1	1.0	2.3			2.2	0.8	0.0		0.0	0.0	1.2	2.5	3.2	0.9	0.0	1.6	3.0	0.2
1999	0.2	0.9	0.6	3.0			2.4	1.2	0.0		0.0	0.0	1.5	2.7	2.7	1.2	0.0	2.4	3.2	0.7
2000	0.3	1.1	1.0	2.0			2.4	0.9	0.0		0.0	0.0	1.1	4.5	1.8	1.8	0.0	1.4	2.9	0.4
2001											0.0									
2002	0.3	1.4	0.5	2.5			2.4	1.6	0.0		0.0	0.0	1.8	2.0	1.5	1.3	0.0	1.9	3.4	0.9
2003	0.2	1.5	0.8	2.2			2.6	1.3	0.0		0.0	0.0	1.4	3.2	2.2	2.0	0.0	2.1	2.7	1.9
2004	0.5	1.3	0.7	2.0			3.3	1.2	0.0		0.0	0.0	1.7	2.6	2.2	1.5	0.0	2.4	3.5	1.1
2005	0.4	1.4	1.1	2.7			3.7	1.9	0.0		0.0	0.0	2.0	3.2	3.1	2.3	0.0	2.7	3.6	1.8
2006	0.3	1.5	0.7	1.6			3.1	2.0	0.0		0.0	0.0	2.7	3.0	4.2	1.5	0.0	2.3	3.1	2.8
2007	0.4	1.3	1.0	1.9			3.2	1.7	0.0		0.0	0.0	1.8	3.6	2.8	1.1	0.0	2.6	3.6	2.9
2008	0.6	1.2	1.5	1.6			3.6	2.0	0.0		0.0	0.0	2.8	2.6	3.8	1.7	0.0	3.4	4.8	2.4
2009	0.3	1.5	0.9	1.6			3.8	1.6	0.0		0.0	0.0	2.9	2.6	3.7	2.1	0.0	2.7	3.4	2.6
2010	2.7	0.2	1.7	1.1	2.2	3.5	3.7	2.6	0.0	4.4	0.0	0.0	1.7	2.1	2.3	2.4	0.0	4.0	6.7	9.4
2011	2.7	0.7	2.3	2.2	1.7	3.6	4.5	2.6	0.0	3.9	0.0	0.0	0.9	2.6	2.2	1.7	0.0	3.0	4.3	4.4
2012	2.9	0.6	2.3	1.3	2.7	3.7	3.5	2.9	0.0	3.8	0.0	0.0	1.9	2.7	1.9	1.8	0.0	2.5	4.4	4.6
2013	4.1	0.5	4.0	1.1	1.4	3.2	3.8	1.7	0.3	4.1	0.0	0.0	2.1	2.7	3.2	2.9	0.0	3.7	3.6	5.4
2014	2.6	0.8	2.7	1.0	2.5	3.2	3.3	1.9	0.2	3.8	0.0	0.0	2.6	2.1	3.3	2.5	0.0	2.4	2.8	3.3
2015	2.7	0.5	2.2	1.2	2.3	4.4	4.1	2.2	0.2	4.0	0.0	0.0	2.6	3.6	2.5	2.1	0.0	2.6	3.5	3.1
2016	2.7	0.9	2.4	1.4	3.9	3.9	3.3	2.2	0.2	3.8	0.0	0.0	2.2	3.1	3.2	2.3	0.0	3.4	3.9	1.8
2017	2.4	0.3	2.3	0.6	2.8	3.4	3.1	1.4	0.1	3.8	0.0	0.0	2.8	4.0	5.0	1.7	0.0	2.6	3.7	2.1
2018	2.7	0.4	2.0	0.6	2.2	4.7	4.2	1.5	0.4	4.4	0.0	0.0	1.9	4.0	3.2	2.4	0.0	2.2	3.7	3.3
2019	3.1	0.6	2.9	0.5	1.9	4.3	4.7	1.3	0.0	4.4	0.0	0.0	3.1	3.8	5.3	2.9	0.0	2.3	4.5	2.2
2020	3.1	0.5	2.5	1.1	2.4	4.1	3.8	2.0	0.2	4.6	0.0	0.0	2.9	4.8	4.9	2.3	0.0	2.8	4.5	5.3
2021	2.6	1.3	5.7	1.2	3.5	3.9	5.9	2.8	0.7	4.1	0.0	0.0	3.8	7.5	6.1	2.1	0.0	2.6	5.7	2.3
1991-2000	0.2	0.9	0.9	3.2			2.1	1.0	0.0		0.0	0.0	1.2	1.9	3.1	1.5	0.0	1.6	3.0	0.3
2001-2010	0.3	1.4	0.9	2.0			3.3	1.8	0.0		0.0	0.0	2.1	2.8	2.9	1.7	0.0	2.7	3.9	2.9
2011-2020	2.9	0.6	2.6	1.1	2.4	3.8	3.8	2.0	0.2	4.1	0.0	0.0	2.3	3.3	3.5	2.3	0.0	2.7	3.9	3.6
1991-2010	0.3	1.2	0.9	2.7			2.7	1.3	0.0		0.0	0.0	1.7	2.4	3.0	1.6	0.0	2.1	3.4	1.5
2001-2020	0.5	2.0	1.0	2.2			3.6	1.9	0.1		0.0	0.0	2.2	3.1	3.2	2.0	0.0	2.7	3.9	3.2

Tabel B4.4: Dichtheden in aantallen dieren per 100 ha van damhert in de onderscheiden deelgebieden op de Veluwe (zie fig. 1) tussen 1983 en 2021.

Deelgebied	DAMHERT																								
	Noord A	Noord B	Noord C	Noord D	Noord E	Noord F	Noord G	Noord H	Noord I	Noord J	Noord K	Noord L	Zuid A	Zuid B	Zuid C	Zuid D	Zuid E	Zuid F	Zuid G	Zuid H	Zuid I	Zuid J	Zuid K	Zuid L	Zuid M
1983		0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1984		0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1985		0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1986		0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1987		0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1988		0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1989		0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1990		0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1991		0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1992		0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1993		0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1994		0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1995		0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1996		0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1997		0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1998		0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1999		0.0	0.0	0.3	1.4		0.1	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.7	0.1	1.6	0.0	0.0	0.0
2000		0.0	0.0	0.3	1.5		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.9	0.1	2.1	0.0	0.0	0.0
2001																									
2002		0.0	0.0	0.4	1.9		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	0.9	0.7	2.5	0.0	0.0	0.0
2003		0.0	0.0	0.6	2.6		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	3.1	0.7	2.8	0.0	0.0	0.0
2004		0.0	0.0	0.6	2.3		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.7	3.2	0.7	7.5	0.0	0.0	0.0
2005		0.0	0.0	0.6	2.2		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.4	2.0	1.7	9.6	0.0	0.0	0.0
2006		0.0	0.0	0.7	2.6		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.9	3.3	1.4	9.6	0.0	0.0	0.0
2007		0.0	0.0	0.6	1.7		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	2.2	3.3	1.0	11.3	0.0	0.0	0.0
2008		0.0	0.0	0.4	2.2		0.1	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.9	3.3	0.1	12.6	0.0	0.0	0.0
2009		0.0	0.0	0.3	2.5		0.1	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	0.5	1.1	3.2	0.7	10.6	0.0	0.0	0.0
2010	1.6	0.0	0.0	0.6	1.9	2.3	0.0	0.1	0.0	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.4	0.0	0.9	1.0	6.4	0.2	12.6	0.0	0.0	0.0
2011	1.5	0.0	0.0	0.6	2.2	2.3	0.0	0.0	0.0	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.4	0.0	0.7	0.9	1.8	0.7	12.4	0.0	0.0	0.0
2012	1.4	0.0	0.0	0.6	4.0	2.5	0.0	0.0	0.0	3.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.4	0.0	0.5	1.1	4.6	0.7	16.9	0.0	0.0	0.0
2013	1.3	0.0	0.0	0.8	3.0	2.5	0.0	0.0	0.0	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.4	0.0	0.6	0.7	3.3	0.9	18.7	0.0	0.0	0.0
2014	1.2	0.0	0.0	0.5	2.8	2.2	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.1	0.1	1.1	1.1	0.0	1.1	0.8	5.0	0.8	20.5	0.0	0.0	0.0
2015	1.1	0.0	0.0	0.2	2.6	1.8	0.0	0.0	0.0	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.4	0.0	1.0	0.4	5.0	0.4	23.5	0.0	0.0	0.0
2016	1.1	0.0	0.0	0.6	4.0	1.9	0.0	0.0	0.0	2.7	0.0	0.0	0.1	0.1	1.0	1.0	0.0	1.2	0.9	6.7	1.4	25.0	0.0	0.0	0.0
2017	1	0.0	0.0	0.8	3.0	1.9	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	0.1	0.6	0.6	0.0	0.3	0.2	5.1	2.3	18.9	0.0	0.0	0.0
2018	0.8	0.0	0.0	0.8	3.0	1.7	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.1	0.1	1.1	1.1	0.0	0.5	0.7	3.3	1.5	20.7	0.0	0.0	0.0
2019	1	0.0	0.0	0.6	2.8	1.8	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0	0.1	0.1	1.5	1.5	0.0	1.6	0.7	9.1	0.5	12.7	0.0	0.0	0.0
2020	0.9	0.0	0.0	0.5	1.3	1.8	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	0.1	0.7	0.7	0.0	0.8	1.7	3.5	1.0	11.6	0.0	0.0	0.0
2021	1.5	0.0	0.0	1.0	2.7	2.2	0.0	0.0	0.0	2.9	0.0	0.0	0.1	0.1	0.9	0.9	0.0	0.7	1.3	7.7	1.4	9.7	0.0	0.0	0.0
1991-2000		0.0	0.0	0.1	0.3		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0
2001-2010		0.0	0.0	0.5	2.2		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.5	0.9	3.2	0.8	8.8	0.0	0.0	0.0
2011-2020	1.1	0.0	0.0	0.6	2.9	2.0	0.0	0.0	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	0.1	0.7	0.8	0.0	0.8	0.8	4.8	1.0	18.1	0.0	0.0	0.0
1991-2010		0.0	0.0	0.3	1.2		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.4	1.6	0.4	4.4	0.0	0.0	0.0
2001-2020		0.0	0.0	0.6	2.6		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.4	0.0	0.7	0.8	4.0	0.9	13.7	0.0	0.0	0.0

Tabel B4.5: Dichtheden in aantallen dieren per 100 ha van ree in de onderscheiden deelgebieden op de Veluwe (zie fig. 1) tussen 1983 en 2021.

Deelgebied	REE																								
	Noord A	Noord B	Noord C	Noord D	Noord E	Noord F	Noord G	Noord H	Noord I	Noord J	Noord K	Noord L	Zuid A	Zuid B	Zuid C	Zuid D	Zuid E	Zuid F	Zuid G	Zuid H	Zuid I	Zuid J	Zuid K	Zuid L	Zuid M
1983																									
1984																									
1985																									
1986																									
1987																									
1988																									
1989																									
1990																									
1991																									
1992																									
1993																									
1994																									
1995																									
1996																									
1997		7	7	4	4		5.6	5.6	8.9				3.2	3.2	6.9	6.9		5.1	5.1	5.1	5.1	5.1			
1998		7	7	5.9	5.9		5.7	5.7	8.8				3	3	7	7		5.9	5.9	5.9	5.9	5.9			
1999		7.2	7.2	6.3	6.3		5.6	5.6	8.9				3.3	3.3	5.8	5.8		6	6	6	6	6			
2000		7.2	7.2	6.1	6.1		5.3	5.3	8.8				3.3	3.3	5.5	5.5		5.8	5.8	5.8	5.8	5.8			
2001		7.4	7.4	6.1	6.1		5.2	5.2	8.1				3.3	3.3	5.2	5.2		5.7	5.7	5.7	5.7	5.7			
2002		7.4	7.4	5.5	5.5		5.1	5.1	8.6				3.3	3.3	5.2	5.2		5.5	5.5	5.5	5.5	5.5			
2003		7.3	7.3	4.8	4.8		4.5	4.5	8.1			5.8	3.4	3.4	4.6	4.6		5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	8.4	9.5	4
2004		7	7	5.4	5.4		3.9	3.9	7.6			5.4	3.2	3.2	4.7	4.7		5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	6.6	7.6	4.5
2005		6.7	6.7	4.7	4.7		3.6	3.6	7.5			5.9	3.2	3.2	4.6	4.6		5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	6.8	7	5.2
2006		6.9	6.9	4.6	4.6		3.8	3.8	6.9			3.3	2.6	2.6	4.8	4.8		5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.7	6.4	3.5
2007		6.1	6.1	4.6	4.6		4.1	4.1	7			3.2	2.2	2.2	4.4	4.4		5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.9	6	5.3
2008		6.4	6.4	4.7	4.7		4.5	4.5	7.5			5.5	2.5	2.5	4.2	4.2		6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	5.2	5.7	4.6
2009		5.2	5.2	5.4	5.4		4.9	4.9	8.1			5.5	2.7	2.7	4	4		6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.4	6.5	5.5
2010	2.9	4.2	4.2	3.9	3.9	3.1	6.1	6.1	6.1	1	1	5.6	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	7.2	7.9	5.5
2011	2.9	4.2	4.2	3.9	3.9	3.1	6.1	6.1	6.1	1	1	5.6	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	7.2	7.9	5.5
2012	2.9	4.2	4.2	3.9	3.9	3.1	6.1	6.1	6.1	1	1	5.6	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	7.2	7.9	5.5
2013	2.9	4.2	4.2	3.9	3.9	3.2	6.1	6.1	6.1	1.2	1.2	5.6	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	7.2	7.9	5.5
2014	2.9	4.2	4.2	3.9	3.9	3.2	6.1	6.1	6.1	1.2	1.2	5.6	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	7.2	7.9	5.5
2015	2.9	4.2	4.2	3.9	3.9	3.2	6.1	6.1	6.1	1.2	1.2	5.6	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	7.2	7.9	5.5
2016	3	4.2	4.2	3.9	3.9	3.2	6.1	6.1	6.1	1.3	1.3	5.6	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	7.2	7.9	5.5
2017	3.1	4.2	4.2	3.9	3.9	3.3	6.1	6.1	6.1	1.5	1.5	5.6	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	7.2	7.9	5.5
2018	3	4.2	4.2	3.9	3.9	3.2	6.1	6.1	6.1	1.3	1.3	5.6	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	7.2	7.9	5.5
2019	3	4.2	4.2	3.9	3.9	3.2	6.1	6.1	6.1	1.3	1.3	5.6	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	7.2	7.9	5.5
2020	2.8	4.2	4.2	3.9	3.9	3	6.1	6.1	6.1	0.8	0.8	5.6	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	7.2	7.9	5.5
2021	2.9	4.2	4.2	3.9	3.9	3.1	6.1	6.1	6.1	1.1	1.1	5.6	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	7.2	7.9	5.5
1991-2000		7.1	7.1	5.6	5.6		5.5	5.5	8.8				3.2	3.2	6.3	6.3		5.7	5.7	5.7	5.7	5.7			
2001-2010		6.5	6.5	5	5		4.6	4.6	7.6			5	2.9	2.9	4.4	4.4		5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	6.5	7.1	4.8
2011-2020	2.9	4.2	4.2	3.9	3.9	3.2	6.1	6.1	6.1	1.2	1.2	5.6	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	7.2	7.9	5.5
1991-2010		6.6	6.6	5.1	5.1		4.8	4.8	7.9				3	3	5	5		5.6	5.6	5.6	5.6	5.6			
2001-2020		5.3	5.3	4.5	4.5		5.3	5.3	6.8			5.4	2.8	2.8	3.6	3.6		5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	6.9	7.5	5.1

Bijlage 5 Verslagen expert-meetings

Hieronder staan de zeer beknopte weergaven van gesprekken die zijn gevoerd met een aantal experts op het gebied van bosecologie en bosbeheer. Doel van de gesprekken was informatie uit te wisselen over de mogelijkheden om tot een definitie te komen met betrekking tot het begrip "continue bosverjonging".

Bart Muys (KU Leuven) en **Kris Verheyen** (Universiteit Gent) / 17-12-2021

Het begrip 'continue bosverjonging' is intuïtief helder, maar in de praktijk zeer lastig nader te bepalen. Verjonging van bos is notoir stochastisch, en slechts in beperkte mate te sturen.

Verjonging is niet overal te verwachten, en zal in de tijd variabel optreden. Een benadering voor het inschatten van verjongingsmogelijkheden is te kijken naar opstandsgroenvlakken, zoals het schema dat Harmer & Kerr (2013, Quarterly Journal of Forestry, 107:113-121) hanteren. Dit geeft aan bij welke dichtheid natuurlijke verjonging van soort X onder soort X plaatsvindt. Dit geeft dan geen info over de dichtheid die nodig voor verjonging soort Y onder scherm van soort X. Dit schema is dus beperkt bruikbaar, temeer omdat dit bedoeld is in de context van multifunctioneel bosbeheer, en weinig relevantie heeft met betrekking tot natuurbossen.

Arno Willems (Kroondomein Het Loo) en **Jaap Bouwman** (Unie van Bosgroepen) / 23-02-2022

Het is duidelijk uit gesprekken die betrokkenen hebben gevoerd dat het knelpunt mbt graasdruk en bosverjonging vooral wordt ondervonden door beheerders van bossen (bosbouwkundig perspectief). Vanuit het natuurbeheer wordt begrazing niet zo als knelpunt ervaren, maar eerder als een noodzakelijke voorwaarde voor het goed functioneren van ecosystemen. Dit laat zien dat lokale doelen en persoonlijke perspectieven sterk sturend zijn in de boordeling van de gevolgen van een bepaalde begrazingsdruk.

De rol van open plekken in het ecologisch functioneren van bosecosystemen wordt door hen onderkend, maar zij bevestigen de in het rapport geconstateerde paradox. Daar waar open plekken open gehouden worden door begrazing zijn de (boom)soorten die je als pioniervegetatie zou verwachten niet aanwezig. Voorbeeld Dassenberg wordt aangehaald, waar buiten het wildkerend raster soorten als hazelaar, boswilg en lijsterbes moeiteloos verjongen en doorgroeien. De primaire sturing in de aanwezigheid van open plekken vindt plaats door verstoringen (storm, brand, ziekte/plagen, droogte); een roulerend systeem in feite, want waar op de ene plek een gat dichtgroeit ontstaat een nieuw gat op een andere plek. De aanwezigheid van open plekken is dan in beginsel relatief kortstondig, waarna zij weer worden opgevuld door verjonging.

Wat vooral mist in de huidige bossen zijn mantel-zoomvegetaties. Zij bevestigen dat die vegetaties vrijwel nergens aanwezig zijn op de Veluwe op plekken waar sprake is van overgangen van open terrein naar bos en dergelijke vegetaties zich zouden kunnen ontwikkelen. Dus hoe relevant is het om die onder de huidige omstandigheden dan na te streven?

Hou rekening met het feit dat verjonging alleen perspectief heeft als de lichtomstandigheden gunstig zijn (lage dichtheid kronen)

De term Onbelemmerd is problematisch. Vermijd dat woord om zo te voorkomen dat de discussie zich gaat richten op de (onterechte) wens om alle sterfte te voorkomen.

Continuïteit zou kunnen worden gedefinieerd als de voorwaarde dat op een locatie waar de omstandigheden voor verjonging gunstig zijn daar ook daadwerkelijk een verjonging van boomsoorten plaatsvindt (even los van de dichtheid en samenstelling daarvan) binnen een bepaalde periode. Die periode zou variëren tussen 3 en 10 jaar (jaren niet exact bedoeld). Dit doet denken aan de eis voor herbebossing na kap van 3-6 jaar.

Voor verjonging is vooral het voorkomen van verstoring van het kronendak van belang. Voor evaluatie van verjonging zijn zaken als bodemroering en open ruimte in kronendak van groot belang. Houd er rekening mee dat de verjongingsvoortgang in onze bossen, en met name de ervaringen en verwachtingen die we daarbij hebben, in belangrijke mate bepaald zijn door de gebruiksgeschiedenis van ons bos.

Rienk Jan Bijlsma en John Janssen (WEnR) / 09-03-2022

Beiden zijn zeer nauw betrokken bij de kwaliteitsbeoordeling van Veluwe (bos)habitattypen. Constaten onder andere dat wild zwijn een zwaar knelpunt oplevert: te grote aantallen leiden tot chronisch wroeten, waardoor veel plantensoorten in de knel komen (met name soorten van heischraal grasland en bosranden), dood hout versneld wordt opgeruimd en de bodem in permanente staat van verstoring blijft.

Zij wijzen op het belang van grote hoefdieren als system engineers. Dit ook in belang van boshabitats op de Veluwe: de enige plek in Nederland waarin de boshabitats begraaasd worden door verschillende grote hoefdieren. Daardoor ontstaat op landelijk niveau variatie tussen de regionale signaturen van boshabitattypen. Juist de variatie is uiteindelijk van groot belang. "Streef ernaar niet overal hetzelfde te laten ontstaan".

Het beoordelingskader voor Veluwe habitattypen begint met het schetsen van een ideaal beeld dat bereikt kan worden. Het bestaat uit een samenhangend geheel van kenmerken van landgebruik, de relatie met historische ontwikkelingen, het gewenste decor en structuur. Belangrijke vraag is welk beeld voor ogen staat met betrekking tot de bosverjonging en ontwikkeling in het bos op de langere termijn, in de context van aanwezigheid van grote herbivoren. Gewenste bosbeelden moeten dan worden vastgesteld, waarna je terug kunt redeneren en kan vaststellen waar de knelpunten liggen, en hoe die dan kunnen worden opgelost. Zonder een expliciet beeld zijn gevonden patronen in bosverjonging moeilijk te duiden. Denk na over wat er moet ontstaan over een periode van vele decennia. Beschouw huidige situatie en projecteer naar toekomst toe. Geef dan duiding aan wat er aan de hand is, en wat er nodig is voor een duurzame instandhouding van het habitattype.

Dat beeld is van groot belang om eventuele verschillen in beoordeling en duiding te kunnen oplossen. Ecologisch gezien hoeft er helemaal geen probleem te zijn met bosverjonging, en valt het nog te bezien in hoeverre afwijkingen van het gewenste beeld het gevolg zijn van het effect van hoefdieren. De beoordeling van het huidige functioneren (de mate waarin de huidige situatie overeenkomt met gewenste situatie) moet los gezien worden van de duiding. Uitblijven van verjonging kan ook andere oorzaken hebben, en bovendien: als voorbeeld het Norgerholt, waar nauwelijks sprake is van begrazing door hoefdieren, werd geen verjonging van eik of beuk gevonden.

Boshabitattypen vormen een klein onderdeel van het Veluwe bos (orde van grootte 10%). Voor een goed functioneren zijn van primair belang de aanwezigheid van oude structuren, dode bomen en dood hout, oude bomen en de aanwezigheid van semipermanente open ruimtes. Die open ruimtes zijn van belang om twee redenen: het is een structurelement dat zeldzaam is in de huidige boshabitats, en het is een belangrijk element voor het functioneren van het habitat. Dat functioneren wordt hoger ingeschat indien de open ruimte wordt onderhouden door hoefdieren dan wanneer dit via beheer wordt onderhouden.

In onder andere het Leuvenums bos zien we een toenemende verjonging van beuk in de oude grove dennenbossen op stuifzand. Dit duidt op het belang van boshabitattypen als uitvalsbasis voor soorten naar het omringende landschap.

Zij doen een pleidooi voor een pragmatische aanpak, zonder dat verder expliciet te benoemen. Er zijn veel verschillende visies op gewenste ontwikkelingen waardoor terreineigenaren verschillende keuzes maken en er zijn verschillende manieren waarop bepaalde doelen kunnen worden bereikt. Dit houdt variatie in stand, en juist die gevarieerdheid van de Veluwe, ook met betrekking tot boshabitats, is een belangrijk onderdeel van de gewenste kwaliteiten.

In het uit te werken herstelplan is bijvoorbeeld aandacht voor maatregelen voor de duurzame instandhouding van populaties wintereik.

Bedenk dat voor bepalen kwaliteit boshabitats niet alleen de direct in profielendocumenten genoemde soorten van belang zijn, maar ook de soorten die onderdeel uitmaken van de vegetatietypen die horen bij de boshabitats.

Jop de Klein en Henny Schoonderwoerd (vm. bureau Silve) / 22-03- 2022

Het vaststellen van gewenste verjonging (aantallen, frequentie in tijd) vereist een norm. Die norm is gelijk aan een referentie waartegen de huidige verjongingsvoortgang kan worden afgemeten. Nederlandse bos is jong. Zelfs de oudste bossen, met inbegrip van de habitattypen, bevatten opstanden die in veel gevallen niet ouder zijn dan een generatie, en komen bovendien vaak op slechts kleine schaal voor. Het is daarmee onmogelijk om een goed beeld te krijgen van welke mate van verjonging onder min of meer natuurlijke omstandigheden als norm kan worden genomen.

Een houvast wordt geboden door de diameterverdeling, of in geval van kleine bomen de hoogteverdeling, van de bomen in het bos. Voor een continue verjonging dient de verdeling een vorm te hebben die overeenkomt met een log-normale verdeling. Dat wil zeggen: de meeste bomen in de eerste klasse, en dan een geleidelijke afname in aantallen naarmate de bomen dikker of hoger worden. De mate van afname is dan afhankelijk van de groeisnelheid van de bomen en de dichtheid van het bos. Dit beschrijft het patroon van de verdeling, maar nog niet de gewenste aantallen. Het is wel een indicatie van de mate waarin het verjongingsproces een continuïteit vertoont in de tijd. Immers, wanneer vergeleken met een vorige opname het aantal bomen in de laagste klassen afneemt is dit een indicatie dat het verjongingsproces (tijdelijk) stopt. Ook hier geldt weer dat geen normen beschikbaar zijn op basis waarvan kan worden bepaald of deze periode van afnemende of ontbrekende verjonging te groot, of acceptabel is.

Zeldzaamheid van het optreden van verjongingsplekken bemoeilijkt het verzamelen van gegevens. Huidige steekproefname is daar niet op ingericht. Wellicht kunnen apart meetprocedures worden ontworpen die zich specifiek op de verjongingsplekken richten, maar ook dit zal het probleem van het stellen van een norm niet kunnen oplossen.

Een mogelijke oplossing is het gebruik van een afgeleide maat, zoals de aanwezigheid van lijsterbes.

Wageningen University & Research
Postbus 47
6700 AA Wageningen
T 0317 48 07 00
www.wur.nl

Wageningen University & Research
Rapport



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, 6.800 medewerkers (6.000 fte) en 12.900 studenten 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.
