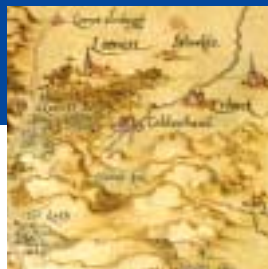


Bospaden voor bosplanten

Bospaden en -wegen als transportroute, vestigingsmilieu, refugium en uitvalsbasis voor bosplanten

R.J. Bijlsma, H. van Blitterswijk, A.P.P.M. Clerkx,
J.J. de Jong, M.N. van Wijk & L.J. van Os



Alterra-rapport 193, ISSN 1566-7197

Bospaden voor bosplanten

Bospaden voor bosplanten

Bospaden en -wegen als transportroute, vestigingsmilieu, refugium en uitvalsbasis voor bosplanten

**R.J. Bijlsma
H. van Blitterswijk
A.P.P.M. Clerkx
J.J. de Jong
M.N. van Wijk
L.J. van Os**

Alterra-rapport 193

Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Wageningen, 2001

REFERAAT

Bijlsma, R.J., H. van Blitterswijk, A.P.P.M. Clerkx, J.J. de Jong, M.N. van Wijk en L.J. van Os, 2001. *Bospaden voor bosplanten; Bospaden als transportroute, verstigmilieu, refugium en uitvalsbasis voor bosplanten.* Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 193. 100 blz. 16. fig.; 17 tab.; .55 ref.

In enkele Gelderse bossen is onderzoek verricht naar de relatie van bospaden en -wegen met oud-bosplanten. Veel karakteristieke bosplanten voor oud bos komen alleen nog voor langs de paden en niet in het bos zelf. Veelal is het bos ongeschikt geraakt als habitat, omdat het te uniform of te donker is geworden en omdat verstoringen als gevolg van beheersingrepen achterwege blijven. Het afsluiten van infrastructuur in en langs oude bossen en het opnemen van deze bossen in natuurboszones is dan ook desastreus voor het duurzaam voorkomen van oud-bosplanten.

Trefwoorden: Bospaden, boswegen, oud-bosplanten, beheer, historie

ISSN 1566-7197

Dit rapport kunt u bestellen door NLG 55,00 over te maken op banknummer 36 70 54 612 ten name van Alterra, Wageningen, onder vermelding van Alterra-rapport 193. Dit bedrag is inclusief BTW en verzendkosten.

© 2001 Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte,
Postbus 47, NL-6700 AA Wageningen.
Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: postkamer@alterra.wag-ur.nl

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Alterra.

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

Alterra is de fusie tussen het Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN) en het Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied (SC). De fusie is ingegaan op 1 januari 2000.

Inhoud

Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	11
1.1 Aanleiding voor het onderzoek	11
1.2 Doelstelling	12
1.3 Karakteristieke bosplanten: aandachtsoorten voor het beheer	12
1.4 Leeswijzer	13
2 Methode, werkwijze en selectiecriteria	15
2.1 Algemene opzet en keuze van terreinen	15
2.2 Historisch onderzoek	15
2.3 Ecologisch onderzoek	17
2.4 Bedrijfsmatige aspecten van het padenbeheer	18
3 Bospaden en –wegen: cultuurhistorie, beheer en ecologie	21
3.1 Oude paden en wegen: een cultuurhistorische typologie	21
3.1.1 Oude paden en wegen	21
3.1.2 Typologie van paden en wegen	23
3.2 Gebruik en beheer van bospaden en –wegen	24
3.2.1 Inleiding	24
3.2.2 Functies en eisen	25
3.2.3 Beheer en kosten	28
3.3 Ecologische functies van bospaden en –wegen	29
4 Resultaten historisch en ecologisch onderzoek	31
4.1 Loenense Bos	31
4.2 Hof te Dieren	37
4.3 Bergherbos	42
4.4 Nevelhorst	52
4.5 Bevermeer/Pierik	59
4.6 Soelense Bos	63
5 Oud-bosplanten en ecologische functies van bospaden en -wegen: een overzicht van hypothesen	69
5.1 Ecologische functies van bospaden en -wegen	69
5.2 De betekenis van oud bos voor het beheer: een historisch referentiebeeld	72
6 Conclusies en aanbevelingen voor het beheer van bospaden en -wegen	75
6.1 Conclusies	75
6.2 Aanbevelingen	77
Literatuur	79

Bijlagen

1	Opnameformulier voor de vegetatie	93
2	Lijst van aandachtsoorten met aanvullende informatie	95
3	Checklist voor interviews met beheerders	97
4	Beheerskosten van verschillende soorten paden.	99

Kaarten

83

Woord vooraf

Graag willen wij de beheerders die deelnamen aan interviews bedanken: Ron Blom (Stichting Twickel, Hof te Dieren), Albert Luttkhuis (Staatsbosbeheer, Greffelkamp/Nevelhorst), Paul Suurmond (Staatsbosbeheer, Landgoed Soelen), Gerard Bruens (Natuurmonumenten, Bergherbos), Dirk Schouten en Gerard Griensven (Geldersch Landschap, Loenermark).

Ook danken wij de begeleidingscommissie bestaande uit André ten Hoedt van Natuurmonumenten en Loek Treep van het Expertise Centrum LNV voor hun bijdragen en kritische noten gedurende de verwerking en rapportage.

Samenvatting

Binnen het DWK-programma 'Bossen in ecologische en maatschappelijke context' heeft in enkele Gelderse bossen onderzoek plaatsgevonden naar de relatie tussen bosplanten en bospaden en –wegen en de achtergronden hiervan. Op basis van oud kaartmateriaal is voor de paden en wegen een typologie opgesteld die de ouderdom en (voormalige) functie van de paden beschrijft. Met deze typologie zijn de wegen en paden van de objecten geclassificeerd en geselecteerd voor veldbezoek, waarbij gekarteerd is op bijzondere plantensoorten: de oud-bosplanten. De verspreiding van soorten is ingetekend en er zijn vegetatie-opnamen gemaakt. Parallel aan het historisch en ecologisch werk, vonden interviews plaats bij de beheerders van de onderzochte terreinen. Deze interviews belichten de beheersaspecten en bijkomende kosten van het onderhoud en beheer van paden en wegen en aangrenzende terreinen.

Aan bospaden en –wegen kunnen vier ecologische functies worden toegekend:

- het bospad als refugium voor overleving en hervestiging van bosplanten waar het bos zelf hiervoor ongeschikt is geworden;
- het bospad als vestigingsmilieu in voedselarme bossen a.g.v. verrijking door ingebracht materiaal, door vochtvoorziening, door ander lichtklimaat, door verstoring van bermen of door een afwijkende bosstructuur en soortensamenstelling;
- het bospad kan fungeren als transportroute, waarbij zaden meegenomen worden door karren, machines, vee e.d.
- het bospad als uitvalbasis voor hervestiging in het aanliggende bos.

Behalve ecologische functies dienen de bospaden gebruikelijke doelen als recreatie, houttransport en surveillance. Daarnaast zijn ze vanuit een cultuurhistorisch oogpunt van belang.

De meest kansrijke gebieden liggen op de middelarme/middelrijke groeiplaatsen. Een lange bosgeschiedenis gecombineerd met de aanwezigheid van oude bospaden en –wegen, vergroot de kans op bijzondere plantensoorten. Er is een protocol opgesteld waarmee nagegaan kan worden of in een terrein potentieel kansrijke infrastructuur aanwezig is en welke ecologische functies daarmee samenhangen.

Het beheer van bospaden en –wegen blijkt tussen de gebieden en ook in de tijd niet altijd constant te zijn. Afhankelijk van de aard van het terrein en doelstellingen van de eigenaar kan ook de functie van bospaden en –wegen sterk uiteen lopen. Er is een trend naar een meer natuurlijk bosbeheer in het Nederlandse bos, wat ertoe kan leiden dat bepaalde delen niet meer worden beheerd en de aanwezige paden uit beheer worden genomen.

Hoewel het onderzoek naar beheer niet representatief is voor alle Nederlandse bosbeheerders, zijn er aanwijzingen dat beheerders geïnteresseerd zijn in het voorkomen van bijzondere plantensoorten. Vaak moeten zij eerst gewezen worden op de aanwezigheid ervan, maar dan zijn zij ook bereid hiermee rekening te houden in hun beheer.

De hoofdconclusie van het onderzoek is dat het afsluiten van (oude) infrastructuur in oude boskernen desastreus is voor het duurzaam voorkomen van oud-bosplanten. Verstoringen door beheersactiviteiten en transport over de paden schapen condities die nodig zijn voor de verspreiding en (her)vestiging van karakteristieke bosplanten.

Andere conclusies zijn dat het voorkomen en de verspreiding van oud-bosplanten negatief beïnvloed wordt door:

- een constant hoge wilddruk en vooral woelactiviteiten van zwijnen
- donker bos (Beuk, Douglas)
- strooiselophoping (ontbreken van minerale grond waarin kieming plaatsvindt)
- verzuring en verdroging
- verbraming a.g.v. te hoge lichtbeschikbaarheid
- homogene bosstructuur

Er zijn richtlijnen opgesteld waar bij het beheer van de bospaden en -wegen rekening gehouden moet worden. Tot slot worden enkele overwegingen meegegeven bij het uit gebruik nemen van paden.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding voor het onderzoek

Recente reviews met betrekking tot de ecologische effecten van wegen betreffen vooral doorgaande verkeerswegen en hun evident negatieve effecten: versnippering van habitat, verminderd broedsucces in aangrenzend landschap, verontreinigingen van zware metalen, facilitatie van kolonisatie door exoten etc. (Forman & Alexander 1998, Trombulak & Frissell 2000). Bij het beoordelen van ecologische effecten van wegen dient de 'roadless wilderness' doorgaans als referentiesysteem. Ook in Nederland is deze benadering relevant op regionaal schaalniveau, bijvoorbeeld met betrekking tot de effecten van de A1 en A50 op het bossysteem van de Veluwe.

Echter, de bospaden en -wegen in deze studie zijn meest half verhard, hebben geen permanente verkeersfunctie en zijn door hun geringe breedte soms zelfs moeilijk te ontdekken op luchtfoto's. Hoewel ook deze infrastructuur voor sommige soorten als barrière kan fungeren (bv. voor vegetatieve uitbreiding van Adelaarsvaren), zijn de evident negatieve effecten, zoals gevonden voor verkeerswegen, niet zonder meer van toepassing op bospaden- en wegen. Sterker nog: er zijn duidelijke aanwijzingen voor een ecologisch belangrijke functie.

In het kader van het DLO-SEO project 'Integratie van ecologische en genetische technieken' werden oud-bossoorten gedetailleerd gekarteerd o.m. in het Bergherbos en de Bijvank. Hier bleek (zie ook §5.3) dat vrijwel alle oud-bossoorten in hoge mate zijn geassocieerd met paden en wegen van vóór 1800. In het rijkere bos van de Bevermeer/Pierik bleken eveneens diverse oud-bossoorten vrijwel beperkt te zijn tot de bospaden (zie ook §5.5). Deze associatie van oud-bossoorten met paden werd ook gevonden door Bakker & Van Tweel-Groot (1998) in hun onderzoek van oude bossen in Twente. Een uitvoerige studie in oude bossen in Lincolnshire laat zien dat 'open ruimte' (voornamelijk bospaden) een significante bijdrage levert aan de diversiteit van met oud bos geassocieerde (facultatieve) schaduwplanten (Peterken & Francis 1999). Deze feiten vormden de aanleiding van de huidige studie, waarin voor een aantal bossen op arme en rijke bodem is nagegaan hoe bosplanten zich verhouden tot bospaden en -wegen en wat de achtergrond zou kunnen zijn van een associatie tussen beiden.

Een tweede aanleiding was het feit dat in veel beheerseenheden in toenemende mate het aantal bospaden wordt teruggebracht uit zowel economische overwegingen (minder onderhoud) als ecologische (meer rust).

Het onderzoek heeft plaatsgevonden binnen het DWK-programma 320- "Bossen in ecologische en maatschappelijke context".

1.2 Doelstelling

Het onderwerp van onderzoek vormen bospaden en -wegen met een lokale, hooguit regionale functie (bosbedrijf en -toezicht, recreatie, lokale verbindingswegen e.d.). Veel van deze wegen en paden zijn onverhard of half-verhard. Sommige van deze wegen hadden vroeger een belangrijke functie als doorgaande weg.

Gezien de geringe bekendheid met de ecologische betekenis van dit type bospaden en -wegen voor karakteristieke bosplanten heeft het onderzoek een oriënterend karakter gericht op:

- het herkennen van ecologisch waardevolle infrastructuur in bossen
- het opstellen van praktische richtlijnen voor het opsporen en het beheer van deze infrastructuur
- het verkennen van de financiële consequenties van bospadbeheer.

Richtlijnen voor het opsporen van ecologisch waardevolle infrastructuur worden opgesteld op grond van historisch kaartmateriaal en groeiplaatsspecifieke lijsten met aandachtsoorten.

Het opstellen van praktische richtlijnen is slechts mogelijk als voldoende duidelijk is wat de ecologische en (beheers)historische achtergrond is van het voorkomen van karakteristieke bosplanten langs bospaden en -wegen. Hiertoe worden hypothesen opgesteld en aannemelijk gemaakt met voorbeelden (zie §3.3).

1.3 Karakteristieke bosplanten: aandachtsoorten voor het beheer

Voor het Nederlandse bos kan een aantal groeiplaatstypen worden onderscheiden. Ongeacht welke indeling hiertoe wordt gebruikt, kan een groeiplaatstype worden gekenmerkt door abiotische eigenschappen (bodem, grondwaterstand e.d.), 'karakteristieke' soortencombinaties van planten en dieren en opbrengstverwachtingen van geëigende boomsoorten.

Een aparte plaats binnen de groep 'karakteristieke soorten' wordt ingenomen door de zgn. oud-bosplanten. Dit zijn soorten die in hun voorkomen in belangrijke mate zijn beperkt tot bosgroeiplaatsen die als zodanig oud zijn, zeg ouder dan 250 jaar. Tot nu toe heeft de studie van oud-bossoorten een overwegend *statistisch* karakter: verspreidingsgegevens van soorten worden overlegd met historisch kaartmateriaal en de correlatie (trouwgraad) wordt vastgesteld. Deze statische benadering leidt in toenemende mate tot resultaten die elkaar tegenspreken, zelfs in die mate dat het concept van 'oud-bossoort' al wel wordt betwijfeld. Echter, wordt gekozen voor een meer *dynamisch-procesmatige* benadering, dan blijkt dat oud-bosplanten om zeer uiteenlopende (combinaties van) oorzaken kunnen zijn geassocieerd met oud bos en dat door het geleidelijk verdwijnen of plotseling wegvallen of opheffen van één of meer van deze oorzaken, sommige van deze soorten zich probleemloos kunnen vestigen en uitbreiden in jong bos. Hiermee is het concept van 'oud-bossoort' niet ondergraven; integendeel: de dynamische invalshoek biedt terreinbeheerders de

mogelijkheid na te gaan welke oorzaken in hun beheerseenheid verantwoordelijk zijn voor de relatie van sommige soorten met oud bos. Hiermee is ook direct duidelijk dat het oud-boskarakter van een soort kan verschillen van gebied tot gebied. Ook dit levert interessante aanknopingspunten voor het beheer.

Een ander probleem rond het gebruik van oud-bosplanten als aandachtsoorten in het beheer van bossen vormt de deplorabele uitgangssituatie van het historische 'bos', zo in de periode 1650-1750. Blijkbaar hebben alle soorten die we nu beschouwen als karakteristieke bosplanten en doelsoorten van 'potentieel natuurlijke' bostypen kans gezien geruime tijd te overleven in intensief geëxploiteerde bosresten, wallen, bosweiden, 'heide met struiken' of onder langdurige hakhoutcondities. Van opgaand bos met een enigszins 'natuurlijke' dynamiek en spontane ontwikkeling was in die periode geen sprake, ook niet in de bossen die nu wel als 'natuurlijk' worden aangemerkt, zoals het Neuenburger en Hasbrucher Urwald. Was hier inderdaad sprake van overleven of was het regime van periodieke klein- en grootschalige verstoringen misschien wel de belangrijkste reden voor het duurzaam (tot op de dag van vandaag) voorkomen van 'oud-bossoorten'? En nog een stapje verder: hebben in Noordwest-Europa min of meer gesloten bossen met een 'natuurlijke' dynamiek überhaupt bestaan in historische tijd? Dit wordt door een groeiend aantal auteurs betwijfeld (zie discussie in Bonn & Poschod 1998). Dit probleem is om twee redenen uiterst relevant: 1) in veel bossen vormen bospaden en -wegen de enige nog overgebleven bron van dynamiek (verstoring) met een historische continuïteit en 2) het huidige 'near-to-nature' bosbeheer leidt tot gesloten bossen met een zeer lage intensiteit van verstoringen. Het belang van verstoringen ('disturbance') wordt door ecologen algemeen onderkend en beoordeeld afhankelijk van schaal, intensiteit en type (Spies & Turner 1999). Ook dit aspect zal in hoofdstuk 5 nader worden uitgewerkt.

1.4 Leeswijzer

Voor de onderzochte terreinen is meer of minder uitgebreid historisch en ecologisch onderzoek verricht. Ook zijn de terreinbeheerders geïnterviewd. De hierbij gehanteerde methodiek is beschreven in hoofdstuk 2. Achtergronden met betrekking tot de cultuurhistorie, beheer en ecologische aspecten van wegen en paden zijn beschreven in hoofdstuk 3. Het historisch onderzoek heeft geleid tot een typologie van de bospaden en -wegen. De resultaten van het ecologisch onderzoek en de interviews worden gepresenteerd in de hoofdstukken 4. De padentypologie en soortenkaartjes van elk object zijn achter in het rapport als een aparte kaartenbijlage gegeven. In hoofdstuk 5 komen de ecologische functies van de bospaden en -wegen aan bod en wordt het concept oud-bossoort benaderd vanuit de nieuwe inzichten die middels het onderzoek aan bospaden en -wegen zijn ontstaan. Hoofdstuk 6 besluit met de conclusies en geeft aanbevelingen en richtlijnen voor het beheer van bospaden en -wegen.



Foto 1. Uit gebruik genomen pad op de Veluwe.

2 Methode, werkwijze en selectiecriteria

2.1 Algemene opzet en keuze van terreinen

Gezien het oriënterend karakter van het onderzoek is allereerst gezocht naar terreinen waarmee de associatie van karakteristieke bosplanten met bospaden en -wegen kan worden geïllustreerd. De volgende criteria hebben bij de selectie van deze terreinen geleid tot de keuze van terreinen binnen de provincie Gelderland (tabel 1):

- beschikbaarheid van soortgegevens (karteringen) van karakteristieke bosplanten
- representativiteit voor groeiplaatstype
- verdeling over terreineigenaren
- reistijd voor veldwerk en archiefonderzoek.

Tabel 1. Lijst van onderzochte terreinen.

Terrein	Groeiplaatstype	Eigenaar
Loenense bos	arm; stuwwal, zand	Geldersch Landschap
Hof te Dieren	matig arm; stuwwal, verzuurde löss	Stichting Twickel
Bergherbos	matig arm; stuwwal, lemig zand	Natuurmonumenten
Nevelhorst	matig rijk; dekzand, oude rivierklei	Staatsbosbeheer
Bevermeer	matig rijk; oude rivierklei	Natuurmonumenten
Soelense bos	rijk; zavel	Staatsbosbeheer

2.2 Historisch onderzoek

Het historisch onderzoek is uitgevoerd op basis van (oude) kaarten. Uitgaande van de meest actuele topografische kaarten zijn de objecten en hun wegenpatronen stap voor stap teruggezocht op oudere kaarten tot op de oudst beschikbare kaart. Voor elk pad dat anno 2000 voorkomt, is zo het tijdstip van ontstaan, bepaald. Omdat met name in de negentiende eeuw enkele decennia tussen twee opvolgende kaarten liggen, is een exacte datering niet mogelijk. De datering is daarom gebaseerd op het moment waarop de wegen en paden op de kaart verschijnen. Op basis van de oudste kaart waarop een pad voor de eerste keer is aangegeven, is de functie van het pad vastgesteld (zie bij de typologie).

Tot slot is de ligging van het object opgezocht op de Kadastrale Kaart van 1832. De wegen en paden zijn hierop teruggezocht, waarbij het landgebruik van de aangrenzende percelen is bepaald. Van jongere paden is de latere ligging ingeschat.

Een overzicht van relevant kaartmateriaal met referenties is te vinden in Donkersloot-de Vrij (1995).



Figuur 1. Kaart van de Veluwe van Christiaan 'sGrooten uit 1568-1573. Detail met doorgaande weg van Arnhem via Terlet door het Loenense Bos. Bij Terlet staat de plaats aangegeven waar hertog Reinold IV van Gelre op 23 juni 1423 overleed toen hij op weg was van zijn residentie in Hattem naar kasteel Rozendaal.

Voor de meeste objecten is de Kadastrale Kaart 1832 de oudst beschikbare kaart. Voor Hof te Dieren en het Loenense bos zijn er de kaarten van De Man (1802-1810).

Van de Veluwe zijn kaarten beschikbaar uit de zestiende eeuw (Christiaan 'sGrooten 1568-1573, fig. 1), van Van Geelkercken uit 1639 en de Nieuwe Kaart van 't Kwartier De Veluwe uit 1741 (Isaak Tirion).

Voor Bevermeer/Pierik is gebruikt gemaakt van de Hottingerkaart uit 1783.

De beschikbare kaarten van een latere datum zijn:

- Topografisch Militaire Kaart (TMK) uit de periode 1840-1850 (voor de objecten in dit onderzoek veelal verkend in 1843)
- De kaart van Kuijk uit 1843
- Bonnekaart 1890-1910
- Topografische kaarten uit 1932 en 1952 (voor de Loenermark)

Uit de literatuur is informatie omtrent oude wegen (Hessenwegen en Koningswegen) verzameld.

Op basis van de verzamelde gegevens omtrent ouderdom, functie en aangrenzend landgebruik, is een typologie voor de paden opgesteld (zie hoofdstuk 3).

2.3 Ecologisch onderzoek

Het ecologisch onderzoek heeft zich in eerste instantie gericht op de kartering van aandachtsoorten in terreindelen die gegeven de cultuurhistorische typologie interessant leken, d.w.z. met paden van verschillende leeftijd, door bos met verschillende gebruiksvormen e.d. Op grond van deze oriënterende kartering zijn meer gericht gegevens verzameld:

- losse vegetatiekundige opnamen langs paden inclusief een beschrijving van kenmerken van het pad zelf en de opstanden ter weerszijde, met als doel inzicht in soortensamenstelling en samenhang met eigenschappen van pad en aangrenzende opstand (zie voor opnameformulier Bijlage 1)
- transecten van vegetatiekundige opnamen loodrecht op het pad met als doel de betekenis van het pad (voor herkolonisatie, als refugium e.d.) vast te stellen in relatie tot het aangrenzende bos
- lichtmetingen (Li-Cor type point quantum sensor) op en langs paden en langs transecten loodrecht op paden (ten opzichte van een open-veldmeting juist buiten het bos) met als doel inzicht te krijgen in het lichtklimaat van paden en aangrenzend bos.

De aandachtsoorten betreffen uitsluitend vaatplanten en zijn gekozen op grond van de volgende criteria:

- kenmerkendheid voor de relevante bostypen (Van der Werf 1991)

- mate waarin een soort als oud-bossoort wordt beschouwd, waarbij vooral ook soorten van ‘ouder wordend’ bos van belang zijn (Bijlsma et al. 1997; Wulf 1997; Honnay et al. 1998)
- kenmerkendheid voor min of meer stabiele zoomvegetaties in de boslandschappen van interesse (Bijlsma et al. 1997; Peterken & Francis 1999).

De lijst van aandachtsoorten is opgenomen in tabel 2. Aanvullende informatie op deze soortenlijst is gegeven in bijlage 2. Afgezien van de drie hierboven genoemde eigenschappen, is in deze bijlage voor elke soort ook informatie opgenomen m.b.t. zaadbank, dispersievermogen over korte en lange afstanden en over vestigingscondities. Deze additionele informatie is nodig om na te gaan welke factoren het voorkomen van een soort beperken tot oud bos of tot het bospadmilieu. In voorkomende gevallen worden extra soorten per terrein besproken, wanneer ze informatie geven over de ecologische functie van paden.

Tabel 2. Lijst van aandachtsoorten.

Arm bostype	Rijk bostype
Adelaarsvaren	Bergereprijs
Dalkruid	Bleeksporig bosviooltje
Dicht havikskruid	Bleke zegge
Echte guldenroede	Bosandoorn
Fraai hertshooi	Bosanemoon
Hengel	Bosgierstgras
Kamperfoelie	Boskortsteel
Lelietje-van-dalen	Boszegge
Mannetjesereprijs	Donkersporig bosviooltje
Ruige veldbies	Gele dovenetel
Stijf havikskruid	Gewone salomonszegel
Valse salie	Groot heksenkruid
Veelbloemige veldbies	Grote muur
Wintereik	Hazelaar
	Heggewikke
	IJle zegge
	Kantig hertshooi
	Kardinaalsmuts
	Rode kornoelje
	Schaduwgras
	Witte klaverzuring

In hoofdstuk 4 wordt voor elk terrein het voorkomen van de aandachtsoorten gerelateerd aan type en leeftijd van paden in het terrein. Hiertoe wordt op grond van de oriënterende kartering een procentuele verdeling van vondsten gemaakt over padtypen voor soorten die voornamelijk of uitsluitend langs paden voorkomen. Deze verdeling, in klassen van 10%, dient uitsluitend als indicatie.

2.4 Bedrijfsmatige aspecten van het padenbeheer

De aanwezigheid en de instandhouding van bepaalde plantensoorten langs bospaden hangen ook samen met het beheer dat op en langs die paden wordt gevoerd. Om

informatie te krijgen over het beheer is eerst een literatuurstudie uitgevoerd naar beheer en kosten. Vervolgens zijn interviews gehouden met de beheerders van de in paragraaf 2.1 genoemde terreinen, met uitzondering van Pierik/Bevermeer, omdat dit object pas sinds begin 2000 in beheer is bij de Vereniging Natuurmonumenten. Deze interviews zijn gestructureerd met een checklist (bijlage 3).

Vragen die bij de interviews vooral van belang waren, betroffen de aandacht van beheerders voor flora, de bereidheid van beheerders om bij het beheer van hun paden rekening houden met aanwezige vegetatie, de aan de paden uitgevoerde maatregelen, de kosten van padenonderhoud, mogelijke problemen bij het beheer en eventuele trends in de hoeveelheid paden.

Interviews hebben plaatsgevonden met:

Ron Blom	Stichting Twickel, Hof te Dieren
Albert Luttkhuis	Staatsbosbeheer, Greffelkamp/ Nevelhorst
Paul Suurmond	Staatsbosbeheer, Landgoed Soelen.
Gerard Bruens	Natuurmonumenten, Bergherbos.
Dirk Schouten en Gerard Griensven	Geldersch Landschap, Loenermark

3 Bospaden en –wegen: cultuurhistorie, beheer en ecologie

3.1 Oude paden en wegen: een cultuurhistorische typologie

3.1.1 Oude paden en wegen

Het wegennet in de Nederlanden van de zeventiende en achttiende eeuw bestond vrijwel alleen uit secundaire en tertiaire verbindingen. Ze dienden vrijwel allen een regionaal doel: het verbinden van dorpen. Uitzonderingen vormden de wegen die specifieke doelen dienden: de Hessenwegen, Hanzewegen en Koningswegen. Over deze oude wegen (vooral op de Veluwe) is in het verleden al het nodige geschreven. Het gaat dan altijd over de Hessenwegen en Koningswegen.

Hessenwegen

Aan het einde van de Middeleeuwen werd het handelsverkeer overgelaten aan beroepsvervoerders. Hessen in Duitsland werd voor de Nederlanden een zeer belangrijk afzetgebied. Het vervoer van de waren geschiedde in speciale Hessenwagens en –karren, die breder waren dan de gebruikelijke (boeren)wagens. Vanaf circa 1600 ontstond een aantal hoofdverbindingen tussen Hessen en de Nederlanden. Aanvankelijk diende Antwerpen als eindbestemming, later ging Amsterdam een steeds belangrijker rol spelen. De route naar Antwerpen liep over Keulen en Gennep dwars door Brabant. De noordelijke route liep via Zwolle over de Veluwe naar Amersfoort en verder naar Amsterdam. Vanuit Deventer liep een Hessenweg naar Duitsland. Er liep een route over de Zuid-Veluwe via Gendringen, Doesburg en Deelen naar Amersfoort. Deze route is vermoedelijk ontstaan na aanleg van een brug bij Doesbrug waardoor de route langs Deventer uit gebruik raakte. Deze zuidelijke route via Doesbrug werd verlegd naar Ede en Arnhem, toen ten zuiden van Arnhem een nieuwe schipbrug werd aangelegd. Vanaf Ede kende deze route enkele varianten naar Amersfoort (Fockema Andreae 1957).

Leijden (1941) noemt de oude weg van Arnhem naar Deventer, via Loenen ten onrechte ook een Hessenweg.

De Hessenwegen waren in de 17e eeuw een zo normaal verschijnsel dat er in die tijd niet over geschreven werd. Gedurende deze periode werden er wel conventies opgesteld over de asbreedte van karren en wagens op de ‘gewone’ wegen boven de grote rivieren (in 1588 voor Holland, overgenomen door Gelderland en Utrecht in 1595 en 1643). De Hessenwagens en –karren mochten hiervan afwijken en hun eigen spoor behouden. Deze waren breder dan de gewone karren. De naam Hessenweg was behouden voor deze brede wegen. Er mocht toen wel een aantal nieuwe Hessenwegen worden aangelegd, zoals langs de Hierdense Beek en onder langs Arnhem via Westervoort.

Aan het einde van de 17e eeuw wordt de naam Hessenweg een officiële naam die ook in ambtelijke taal wordt gebezigd.

De Hessenwegen vormden een kronkelig spoor op de kaart. Waar de wegen onbruikbaar werden door plassen of zandverstuivingen, maakte de bestuurder er simpelweg een nieuw spoor omheen. De weg kon zo in de loop der tijd tientallen meters breed worden. Dit was tot ongenoegen van de boeren van aangrenzende gronden.

Opvallend is dat de beschreven routes vrijwel altijd de kernen van stadjes en dorpen meden. Het verkeer trok van herberg naar herberg. Bekende pleisterplaatsen op de Veluwe zijn Terlet, Ginkel, Voorthuizen.

De aanleg van de (stoom)treinverbindingen deed het Hessenverkeer snel afnemen. In 1859 werd het einde van het Hessenverkeer vastgesteld. Omdat tijdens de 17e en 18e eeuw weinig over de Hessenwegen op schrift is gesteld, ging de betrouwbaarheid van de overleveringen op dit gebied snel achteruit. Geleidelijk werd de functie van Hessenweg aan meerdere brede karrensporen toegedicht. Menig dorp veranderde de naam van zo'n breed spoor in Hessenweg. Met name aan het einde van de 19e eeuw tot ver in de 20e eeuw is daardoor het aantal zogenaamde Hessenwegen sterk gestegen (Fockema Andreae 1957).

Diverse auteurs vanaf ca. 1860 melden dat de Hessenwegen al uit prehistorische tijden stammen. Langs de wegen die nu bekend staan als Hessenweg, komen vondsten uit vroege tijden voor. Grafheuvels, urnenvelden en andere cultusplaatsen (Gazenbeek 1936, Kerkkamp 1966; Van der Pol 1995) langs de routes wijzen op een veel ouder gebruik dan voor het handelsverkeer van en naar Hessen. Ook de richting waarin sommige wegen zouden lopen, lijkt niet in overeenstemming met het goederenverkeer tussen Duitsland en de havenplaatsen van Holland. Dit pleit er dan ook voor de term Hessenweg uitsluitend te gebruiken voor de vanaf 1600 historisch gedocumenteerde lange afstandroutes vanuit midden-Duitsland (Fockema Andreae 1957).

Hanzewegen

Ouder dan de Hessenwegen zijn de Hanzewegen. Onder Hanzewegen worden de wegen verstaan die de oude Gelderse Hanzesteden met elkaar verbonden. Het zijn handelswegen met een regionale functie. Ze ontstonden aan het eind van de Middeleeuwen (vanaf 1400). Deze wegen volgen veelal de loop van de IJssel. Enkele lopen dwars over de Veluwe heen, van Arnhem naar Harderwijk, van Doesburg naar Harderwijk, Elburg en naar Zwolle. Opvallend is dat Leijden (1941) die deze wegen in kaart bracht, geen weg tussen Deventer en Zutphen aangeeft.

Literatuur die de Hanzewegen beschrijft, is beperkt aanwezig.

Koningswegen

Van recenter datum zijn de Koningswegen. Ten tijde van Koning-stadhouder Willem III (eind zeventiende eeuw) werd op de Veluwe een aantal wegen aangelegd ten behoeve van de jachtactiviteiten van de koning. De wegen moesten zo recht mogelijk zijn en een bepaalde breedte hebben, zodat het jachtgezelschap zich met grote snelheden over de wegen konden begeven. De wegen meden de bewoonde kernen zoveel mogelijk.

Willem III verbleef regelmatig op het Hof te Dieren, van waaruit zich dan ook een Koningsweg noordwestwaarts begeeft. Deze weg is nog steeds op topografische kaarten aangegeven. Uiteindelijk heeft deze weg aansluiting op de Koningsweg die boven Arnhem (Schaarsbergen) en Ede loopt. Een deel van deze weg ten noorden van Rheden en Rozendaal is nu niet meer terug te vinden, maar staat wel op oude kaarten aangegeven. Leijden (1941) geeft deze verbinding ook aan. Vanuit Paleis het Loo hebben ook Koningswegen gelopen. Eén daarvan, liep vanaf het paleis zuidwaarts richting Arnhem (kasteel Doorwerth).

Willem III liet een uitgebreid wegennet ten behoeve van de jacht aanleggen. Dat de betrokken grondeigenaren hierover misnoegd moeten zijn geweest, wordt duidelijk als na het overlijden van Willem III een aantal wegen weer onbruikbaar wordt gemaakt. Hoe groot het wegennet uiteindelijk geweest moet zijn, is daarom niet goed vast te stellen.

Pas in de negentiende eeuw ontstond een verhard wegennet. Koning Willem I achtte de aanleg en onderhoud van wegen in het belang van de eenwording van het Koninkrijk (Schmal 1984). In de periode tot 1850 zijn veel doorgaande wegen en verbindingswegen tussen belangrijke steden aangelegd en verhard. Daarna zijn er lange tijd vrijwel geen nieuwe wegen aangelegd.

3.1.2 Typologie van paden en wegen

Op basis van het historisch (kaart)onderzoek is voor de paden en wegen binnen de onderzoeksobjecten een typologie opgesteld. De typologie is gestoeld op drie kwalificaties: de historische functie van het pad, het voorkomen op oude kaarten en het aangrenzend landgebruik volgens de Kadastrale Kaart 1832.

I. De volgende historische functies zijn onderscheiden:

1. doorgaande verbindingswegen tussen steden (interregionale functie), handelswegen (Hanzewegen, Hessenwegen)
2. regionale verbindingswegen tussen stad en dorp en dorpen onderling, buurtwegen
3. lokale ontsluitingswegen van stad of dorp naar het buitengebied (t.b.v. houttransport, schaapsdriften)
4. lokale paden en wegen, zoals grenswegen, beheerswegen, perceelscheidingen en houtwallen
5. lokale paden met bijzondere functie, zoals lanen op landgoederen (zichtassen, alleeën)

II. Onderscheiden perioden waarna de paden en wegen op kaart verschijnen:

- A. oud, waarschijnlijk van voor 1795 (1800)
- B. ontstaan in de periode 1795-1850
- C. ontstaan in de periode 1850-1940
- D. ontstaan na 1940

III. aangrenzend landgebruik in 1832

- hh = hakhout
- ob = opgaand bos
- db = dennenbos
- bl = bouwland, boomgaard
- gl = grasland
- he = heide

De code op de kaart is opgebouwd uit de drie kwalificaties. De functie en het tijdstip van ontstaan vormen samen het eerste deel van de code. Het aangrenzend landgebruik vormt het tweede deel van de code. De code 4A-hh staat voor een lokale weg van voor 1800 waar langs hakhoutpercelen lagen.

De typologie voorziet niet in paden die op enig moment zijn verdwenen. Een oplossing zou kunnen zijn de periode waarin het pad verdwenen is toe te voegen aan de code, bv. 1AC-he is dan een oud pad dat verdwenen is in de periode 1850-1940.

Bij het interpreteren van padtypen in relatie tot het voorkomen van bosplanten, moet rekening worden gehouden met de mogelijkheid dat paden zijn rechtgetrokken, delen van oude paden onderdeel zijn gaan uitmaken van jongere of dat bermen van paden en wegen opnieuw ingericht zijn.

3.2 Gebruik en beheer van bospaden en -wegen

3.2.1 Inleiding

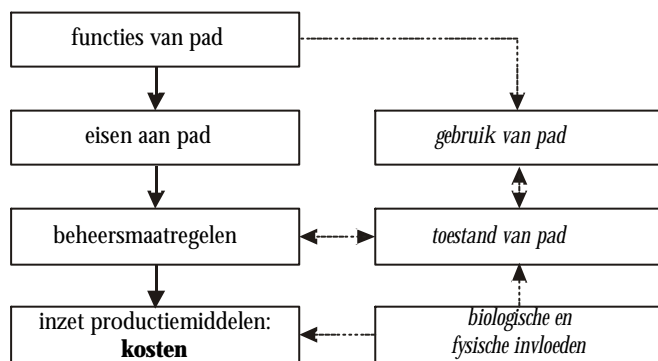
Het gebruik en het beheer van paden worden gezien als mogelijke oorzaken van het voorkomen van oud-bosplanten langs bospaden. De effecten van het gebruik en de kosten van het beheer zijn redenen voor beheerders om paden uit gebruik te nemen. In deze paragraaf wordt ingegaan op het gebruik van paden, het beheer en de kosten ervan.

In figuur 2 is schematisch weergegeven wat het beheer van paden en de kosten ervan bepaalt. Vooral het linker deel van het schema is voor dit onderzoek van belang. Het begint bij de functies van de paden die door de beheerder worden bepaald, al dan niet op basis van het huidige gebruik. De meest gebruikelijke functies van bospaden zijn recreatie (wandelen, fietsen, paardrijden), houtoogst, faunabeheer, surveillance, brandpreventie en cultuurhistorie. Natuur wordt vooralsnog maar zelden als functie van paden aangegeven, maar in specifieke gevallen, zoals bij holle wegen (Schepers & Schols 1985) wordt het belang ervan onderkend. Afhankelijk van de functies van een

pad worden er verschillende eisen gesteld aan de verharding en de begroeiing aan weerszijden.

De toegekende functies leiden tot een bepaald gebruik van de paden. Dit houdt soms wel in dat de beheerder duidelijk kenbaar maakt aan de gebruikers (recreanten, loonwerkers, eigen personeel etc.) wat op het betreffende pad is toegestaan en ook dat wordt toegezien op naleving van regels. Het gebruik heeft een invloed op de paden die kan variëren van nihil (wandelen op verharde paden) tot het volledig omwoelen van paden (houttransport op zachte bodems). Daarnaast zijn er allerlei biologische en fysische factoren die de hoedanigheid van de paden beïnvloeden, zoals de ondergrond, de begroeiing, of erosie.

Door deze invloeden zullen de paden na verloop van tijd niet meer aan de eisen voldoen en zijn beheersmaatregelen nodig om de toestand van de paden te verbeteren. Hiertoe worden productiemiddelen (arbeid, materieel, materiaal, e.d.) ingezet. Hoeveel productiemiddelen worden ingezet, hangt af van de aard van de beheersmaatregelen en de omstandigheden (biologische en fysische factoren) waarin ze worden uitgevoerd.



Figuur 2. Schematische weergave van de totstandkoming van het beheer en de kosten van paden.

Aan de hand van het linker gedeelte van figuur 2 wordt in de volgende paragrafen uiteengezet waardoor het beheer, het gebruik en de kosten worden bepaald. Er wordt verder ingegaan op het beheer en gebruik van de paden van de terreinen die in het kader van deze studie zijn onderzocht.

3.2.2 Functies en eisen

Houtoogst

Traditioneel is de afvoer van hout een belangrijke functie voor paden in het bos. Voor deze functie worden verschillende soorten paden gebruikt. De paden dienen zowel voor transport van het hout, als voor opslag in de bermen. Ten behoeve van het transport van hout naar de fabriek dient het bos bereikbaar te zijn voor vrachtwagens. De wegen hiervoor zijn ca. vier meter breed en hebben daarnaast een berm voor de tijdelijke opslag van hout. Op zandgrond is vaak geen verharding nodig of kan worden volstaan met een halfverharde weg van puin. Op slappe en/of natte

bodems is vaak een verharding nodig van asphalt. Er is een doorrijhoogte van ongeveer vier meter gewenst. Schütz en Van Tol (1990) geven aan dat de gewenste onderlinge afstand van deze paden varieert van een paar honderd meter tot een paar kilometer, afhankelijk van de verharding en het uitsleepmiddel.

Voor het houttransport binnen het bos moeten de paden begaanbaar zijn voor trekkers. Vaak worden de perceelsgrenzen hiervoor gebruikt. Trekkerpaden zijn bij voorkeur drie tot vier meter breed en hebben een doorrijhoogte van vier meter. De trekkers stellen weinig eisen aan de verharding, maar een vlakkere deklaag en rechte paden verhogen de productiviteit.

Tijdens de houtoogst kan door zwaar materieel en boomstammen aanzienlijke schade worden veroorzaakt, met name wanneer de paden tijdens de uitsleepwerkzaamheden nat zijn. Ook de bermen worden sterk beïnvloed door de opslag van hout, zowel door verwonding van de bodem als door aanvoer van organisch materiaal.

Recreatie

Bospaden vervullen functies van uiteenlopende vormen van recreatie. Het combineren van recreatiefuncties op hetzelfde pad is niet goed mogelijk. De meeste recreanten stellen het op prijs als er verschillende paden zijn voor fietsen, wandelen en paardrijden. Dit hangt samen met het verschil in ruimtebeslag en de snelheid van voortbewegen (Elzinga en Tiebosch, 1997).

De verschillende groepen recreanten stellen ook uiteenlopende eisen aan de paden. Voetpaden hebben een breedte die kan variëren van een halve meter tot meer dan twee meter. Voetgangers stellen vrij weinig eisen aan de verharding. Paden voor voetgangers moeten uiteraard bewandelbaar zijn, wat betekent dat ze droog moeten zijn en niet blubberig, maar wandelaars willen daarbij wel het liefst onverharde paden. Op klei- en veenbodems is een (half)verharding van bijvoorbeeld schelpen of gemalen puin gewenst, maar bij extensief gebruik kan vaak worden volstaan met een grasmat. Op zandgrond hoeven de paden meestal niet verhard te worden. Paden op leemarme zandgrond eroderen echter snel, zodat een laag leemzand of gemalen puin gewenst kan zijn.

Fietsers stellen prijs op verharde paden, liefst geasfalteerd (Goossen et al. 1997). Mountainbikers daarentegen willen meer avontuurlijke en onverharde paden. Fietspaden hebben een breedte van een tot twee meter. Met name op de slappere bodems (veen en klei) is een verharding van bijvoorbeeld asphalt of schelpen noodzakelijk. Op zandbodems is een verharding ook vaak gewenst, met name bij intensief gebruik en wanneer de grond weinig leem bevat. Rijkswaterstaat geeft voor fietspaden een doorrijhoogte van 2,5 m en een beplantingsvrije zone naast het pad van 0,5 m aan (Reuver, 1989). Bij natte bodems is een greppel langs het pad gewenst. Ruiterspaden zijn altijd onverhard. Op klei- en veenbodems dient een zandlaag van 10 cm respectievelijk 20 cm aangebracht te worden. Een breedte van een meter is voor extensief gebruikte paden voldoende, maar bij een intensief gebruik heeft een breedte van 2,5 m de voorkeur.

Overige functies en functiecombinaties

De meeste paden zijn aangelegd voor de functies houtoogst en recreatie. Voor andere functies, zoals wildbeheer en brandbestrijding, wordt vaak ook gebruik gemaakt van deze paden. Dit is goed mogelijk omdat veel paden, die oorspronkelijk zijn aangelegd voor houtoogst, goed begaanbaar zijn voor terreinwagens. Doorgaans worden er geen extra eisen gesteld aan de paden.

Ook de functies houtoogst en recreatie worden vaak gecombineerd. Trekkerpaden op perceelsgrenzen worden vaak ook als voetpad gebruikt en houtafvoerwegen als fietspad. Bijkomend effect hiervan is dat er vaak zeer veel voetpad in het bos aanwezig is. Paden die oorspronkelijk voor de houtafvoer zijn aangelegd vragen extra onderhoud. Na de houtoogst moeten ze méér onderhouden worden dan wanneer ze alleen voor het uitslepen van hout gebruikt zouden worden. Uitsleeptrekkers stellen immers lagere eisen aan de paden dan voetgangers, hoewel het ook voor houttransport gunstig is als de paden vlak zijn, omdat dan de rijnsnelheid hoger kan zijn.

Aansprakelijkheid en zorgplicht

Terreinbeheerders kunnen aansprakelijk worden gesteld voor schade die wordt veroorzaakt door omvallende bomen of door uitgewaaide takken. Er moet dan wel sprake zijn van een "schuld" bij de beheerder. Cruciaal daarbij is of de beheerder (aantoonbaar!) voldoende zorg heeft besteed aan de controle en het onderhoud van de bomen (o.a. Renckens, 1996). Inspecties en het nemen van maatregelen zijn kostbaar. Dit kan consequenties hebben voor het beheer van de bomen en bosopstanden langs paden.

Eisen voor beheersbijdrage

Er zijn (subsidie-)regelingen die een bepaalde padlengte en paddichtheid min of meer waarborgen. Om in aanmerking te komen voor de basisbijdrage in het kader van de Subsidieregeling Natuurbeheer, moet er gemiddeld een bepaalde hoeveelheid meters pad per hectare aanwezig zijn. Bij de recreatiepakketten 'Laag recreatieniveau' en 'Hoog recreatieniveau' is dat respectievelijk 50 en 80 meter. De beheerder heeft daarbij de plicht om de bruikbaarheid van de paden voor wandelaars te garanderen: 'Een weg of een pad is begaanbaar als je op enig moment in het jaar ten hoogste 10 cm in de modder of het water wegzakt en wanneer ten minste 50 cm breedte op de hoogte van 30 cm tot 2 meter vrij is van vegetatie' (Ministerie van LNV, 1999). Ook gelden eisen voor het aantal toegangswegen en het aantal ingangen, afhankelijk van de oppervlakte van het gebied. In de voorwaarden staat verder dat het niet is toegestaan om op het terrein aanwezige wegen en paden te verwijderen, te wijzigen of de toegankelijkheid te veranderen, ook niet wanneer men daarbij blijft voldoen aan de minimumeisen. Als een beheerder paden wil afsluiten, moet hij dat bij de aanvraag voor de regeling al vermelden.

Staatsbosbeheer hanteert richtlijnen voor het gemiddelde aantal meters pad per hectare, afhankelijk van de recreatiedruk (tabel 3).

Tabel 3. Richtlijnen van het Staatsbosbeheer voor het gemiddelde aantal meters pad, afhankelijk van de recreatiedruk. (Bron: Staatsbosbeheer 1998)

laag recreatieniveau	10 - 60 m per ha
basisniveau	60 - 100 m per ha
niveau plus	80 - 160 m per ha
niveau druk	80 - 200 m per ha

3.2.3 Beheer en kosten

Algemeen

Beheerskosten van paden kunnen van invloed zijn op de beslissing van beheerders om al dan niet aandacht te besteden aan het voorkomen van bepaalde planten langs de wegen en paden. Het beheer van bospaden en de daarmee samenhangende kosten kunnen aanzienlijk variëren. Dit blijkt zowel uit theoretische benaderingen van het beheer met behulp van normen, als uit case studies. In bijlage 4 zijn de kosten voor paden weergegeven zoals die in verschillende bronnen worden vermeld.

De verschillen in kosten ontstaan door de verschillen in functies en gebruik van de paden; van wandelpaden tot ruitpaden en van zeer intensief tot zeer extensief gebruik. Verschillende auteurs (Hekhuis en Peltzer, 1995; Visschedijk, 1995; Ingenieursbureau 'Oranjewoud' B.V. en Terp B.V.,1982) geven voor een aantal soorten paden voor recreatie een pakket van maatregelen. De kosten voor voetpaden variëren van gemiddeld $f23/100m/jaar$ tot $f175/100m/jaar$. Voor fietspaden worden veel hogere bedragen gerekend: $f248/100m/jaar$ tot $f540/100m/jaar$. De meeste kosten zitten in onderhoud van de deklaag, terwijl ook een relatief groot deel van de kosten in onderhoud van de berm (maaïen) zit. Snoei van overhangende takken wordt alleen aangegeven bij ruitpaden (Visschedijk, 1995), hetgeen ca. 90% van de kosten bepaalt.

Bij case studies naar acht objecten waar houtoogst geen functie was, vond De Jong (1998) dat de kosten per object varieerden van gemiddeld $f12/100m/jaar$ tot $f126/100m/jaar$. Voor de verschillende paden binnen één object bleken de kosten nog sterker te verschillen, namelijk van $f12/100m/jaar$ (voor alleen het omduwen van dode bomen) tot $f347/100m/jaar$ (voor geasfalteerde fietspaden). Gemiddeld voor acht objecten waren de kosten $f61/100m/jaar$. Daarmee zijn de kosten iets lager dan de gemiddelde kosten die Van der Sanden (1986) vond voor bos waar wel hout wordt geoogst, namelijk $f80/100m/jaar$. Zuurbier (et al. 1991) vond veel hogere kosten ($f269$ tot $f522/100m/jaar$), maar de objecten die hij onderzocht betroffen zeer intensief gebruikte recreatieterreinen met relatief veel verharde paden.

Deklaag

Doorgaans worden onverharde paden na de houtoogst hersteld. Staatsbosbeheer (1998) geeft aan dat de kosten hiervan bij een breedte van vijf meter $f 470$ per 100 m zijn. Dit komt bij een dunningsfrequentie van eens in de vijf jaar neer op $f 94/100m/jaar$.

Bij wandel- en voetpaden is het onderhoud van de deklaag minder intensief. Op half- en onverharde paden worden gaten opgevuld en incidenteel wordt de deklaag geprofileerd. Met name op fietspaden moeten regelmatig (jaarlijks) gaten gevuld worden; aan voetpaden worden lagere eisen gesteld en is het een kleiner probleem als er gaten in de deklaag zitten. Het vullen van gaten is relatief goedkoop: enkele gulden per 100 m per jaar. Herstellen van de deklaag is een dure maatregel die in de praktijk op een groot deel van de paden achterwege kan blijven. Het speelt wel een rol in een geaccidenteerd terrein vanwege erosie.

Geasfalteerde paden moeten incidenteel voorzien worden van een nieuwe slijtlaag en deklaag. Hoewel dit incidenteel gebeurt, zijn de gemiddelde kosten per jaar hoog. Grontmij (1991) begroot de kosten de voor de deklaag van asfalt (2 m breed) op f 163/100m/jaar¹. Om gladheid te voorkomen, kan in de herfst blad van de paden geblazen worden.

Graspaden zijn alleen geschikt voor extensieve recreatie. Grontmij geeft aan dat ze zes keer per jaar gemaaid moeten worden, wat circa f 21/100m/jaar kost.

Begroeiing langs het pad

De belangrijkste maatregelen aan de houtige begroeiing langs paden zijn:

- 1) snoei om de doorgang te garanderen
- 2) inspectie en verwijderen van dood hout ten behoeve van de veiligheid.

Grontmij (1991) geeft aan dat de kosten voor snoei van overhangende takken aan twee zijden van het pad circa f 108² per 100 m per jaar bedragen. Doorgaans zal de frequentie lager zijn (De Jong 1998) en in veel gevallen kan de snoei zelfs geheel achterwege blijven, omdat een struiklaag ontbreekt in bepaalde bostypen, in bepaalde ontwikkelingsfasen en onder sommige lanen.

Het maaien van de bermen speelt in de meeste bossen geen rol. Maaien van bermen kan nodig zijn op voedselrijke gronden, waar overhangende vegetatie de doorgang kan hinderen.

3.3 Ecologische functies van bospaden en -wegen

Het optreden van bosplanten, in het bijzonder oud-bosplanten, langs bospaden en -wegen is een opvallend fenomeen, vooral in bossen op niet te arme en niet te rijke bodems. Voordat beslist kan worden of beheersmaatregelen, gericht op het duurzaam (blijven) voorkomen van deze soorten, gewenst zijn, moet de relatie tussen bospaden en bosplanten eerst worden begrepen. Vragen hierbij zijn: welke terreinkenmerken, historische gebeurtenissen, abiotische condities e.d. (kortweg: ecologische functies) verklaren de aanwezigheid van oud-bosplanten langs bospaden en -wegen. Hierbij kunnen een aantal ecologische functies worden onderscheiden (tabel 4). Deze functies worden nader uitgewerkt en toegelicht in hoofdstuk 5.

¹ geïndexeerd op 2000 á 3% per jaar.

² geïndexeerd op 2000 á 3% per jaar.

Tabel 4. Ecologische functies van bospaden.

<i>functie</i>	<i>toelichting</i>
Refugium	Het bos is ongeschikt geworden voor overleving en hervestiging, terwijl de bospaden (nog) wel geschikt habitat vormen.
Vestigingsmilieu	De bermen van oude wegen en paden door bossen hebben een aantal eigenschappen (nutriënten, vocht, licht, verstoringregime) die ze bijzonder geschikt maken als vestigingsmilieu voor bossoorten, vooral van iets rijkere bossen.
Transportroute	Oude paden en wegen, vooral met (inter)regionale functie, zijn of waren transportbanen voor aan- en afvoer van diasporen. Dit betreft met name de aanvoer van diasporen van buiten de beheerseenheid. Binnen de beheerseenheid heb paden en wegen sowieso een transportfunctie
Uitvalsbasis	In het geval het bos langs een bospad of -weg geschikt is of wordt voor (her)vestiging van een bepaalde bosplant, kunnen populaties in bermen van bospaden en -wegen als bron voor (her)vestiging gaan functioneren. Idealiter volgt deze functie in de tijd op die van 'refugium' of 'vestigingsmilieu'.

4 Resultaten historisch en ecologisch onderzoek

4.1 Loenense Bos

Algemene informatie

Het Loenense Bos en de Loenermark in de gemeente Apeldoorn vormen één beheerseenheid, die sinds 1993 in erfpacht en beheer is bij de Stichting Het Geldersch Landschap. Het geheel heeft een oppervlakte van 1157 ha, waarvan 240 ha heide. Het bos werd in 1931 aangekocht door de gemeente en na samenvoeging met de zuidelijker gelegen Loenermark beheerd door de Heidemij en later door de gemeente Apeldoorn zelf (Dansen & Roozen 1994). Overigens behoorde de gehele zuidoosthoek van de kadastrale gemeente Beekbergen tot de mark van Loenen en Zilven; de huidige naam Loenermark is dus hergebruikt en van een gewijzigde inhoud voorzien.

De bodem van het Loenense bos bestaat uit vergraven, grofzandige holtpodzolen in een zone gelegen tussen de enkeerdgronden aan de westzijde van Loenen en de haarpodzolgronden van de zuidwestelijker gelegen Loenermark en Imbos. Met de herbebossing van de 'woeste' gronden werd in werkverschaffing begonnen in 1938. Hierbij is de bodem tot 80 cm omgespit en gemengd met compost uit de gemeente. Voor deze werkzaamheden was het noodzakelijk de wegen te verharderen, waarbij de bovenlaag werd voorzien van een laag heide waarover een bedekking met grind en leem werd aangebracht. Dit waren lokaal aanwezige grondstoffen (Balen 1938).

Het Loenense Bos heeft een lange bosgeschiedenis. Het wordt al met name genoemd op kaarten in de atlas van Christiaan 'sGrooten uit 1573 (fig. 1).

Historisch landgebruik

De kaart van Leenen (ca. 1750) en de TMK (1846) geven een bosgebied te zien ten zuidwesten van Loenen aan weerszijden van de weg tussen Loenen en Terlet, de huidige Droefakkers. Uit de Kadastrale Kaart 1832 blijkt het bos langs deze weg ("weg van Arnhem en Loenen naar Deventer") voornamelijk dennenbos en dus heidebebossing te zijn; alleen het bos vanaf de enkwal richting Loenen bevat (waarschijnlijk jonge) hakhoutpercelen. Vrijwel al deze heide- en bospercelen waren in 1832 nog in handen van de "Mark van Loenen". Delen van het dennenbos en ook van de in 1832 als heide aangegeven percelen bevatten strubben, (meestal Wintereik) en Adelaarsvaren, wat wijst op een veel oudere boshistorie. Deze zones met strubben zijn goed zichtbaar op de TMK in de heide ter weerszijden van het "Loenense bos" in 1846 en corresponderen ook goed met het bos op de kaart van 'sGrooten uit 1573 (fig. 1).

Paden en wegen

Toelichting op tabel 5 en kaart 1:

- Dwars over de heide liep een aantal verbindingswegen met een interregionale functie. De weg van Arnhem via Terlet naar Loenen en vandaar naar Apeldoorn of Deventer is de oudste ('handelswegen', typen 1A-he en 1A-db/hh). Deze weg, de huidige Droefakkers, is al aangegeven op de kaart van Christiaan 's Grooten.

Deze weg sluit ten zuiden van de Imbos aan op een Hessenweg (van Doesburg naar Amersfoort via Deelen, in gebruik tot 1763). De Droefakkers wordt nu gebruikt om vanuit Loenen de parkeerplaats bij de schaapskooi te bereiken.

Tabel 5. Belangrijkste typen van bospaden en -wegen in het Loenense Bos en de Loenermark. Type en omschrijving in 1832 conform hoofdstuk 3 (kolom 2) en omschrijving situatie in 2000 (kolom 3).

type	omschrijving, landgebruik in 1832	huidig aangrenzend landgebruik, functie, verharding en beplanting
1A-he	handelswegen, ouder dan 1795, door heide	<ul style="list-style-type: none"> dennenbos met (winter)eik, overig naaldbos (lariks, douglas) fietspad en intensief autoverkeer voor recreatie en beheer asfalt enkele oude eiken en beuken; geen aparte beplanting
1A-db/hh	handelswegen, ouder dan 1795 door dennenbos en/of hakhout	<ul style="list-style-type: none"> als 1A-he
2A-he	buurtwegen, ouder dan 1795, door heide	<ul style="list-style-type: none"> voornamelijk overig naaldbos (lariks, douglas) wandelpad, extensief autoverkeer voor toezicht en beheer zand, klein deel grind geen aparte beplanting
2A-db	buurtwegen, ouder dan 1795, door dennenbos	<ul style="list-style-type: none"> als 2A-he
2B-he	buurtwegen, 1795-1850, door heide	<ul style="list-style-type: none"> voornamelijk overig naaldbos (lariks, douglas) wandelpad, fietspad en extensief autoverkeer voor toezicht en beheer grind O-deel met dubbele rijen Amerikaanse eik; W-deel zonder aparte beplanting
4C-he/db	beheerswegen, 1850- 1940, door heide en/of dennenbos	<ul style="list-style-type: none"> voornamelijk overig naaldbos (lariks, douglas) voornamelijk wandelpad zand voornamelijk zonder aparte beplanting; soms met Amerikaanse eik

- In 1832 loopt ook een aantal oude regionale wegen door het Loenense bos ('buurtwegen', typen 2A-he en 2A-db). Ten noorden van de Droefakkers loopt de "weg van Groenendal naar Loenen" die kort voor de opening in de enkwal samenkomt met de "weg van Woeste Hoeve naar Loenen" die min of meer samenvalt met de huidige Groenendaalse weg. Nabij de schaapskooi kruist "de weg van Groenendal naar Zilven" de Droefakkers. Geen van deze wegen heeft nu nog een regionale functie.
- Tussen 1832 en 1843 (vergelijk TMK) is tussen de Woeste Hoeve en Loenen een uit drie rechte delen bestaande weg aangelegd (type 2B-he). Het eerste deel, tussen de Woeste Hoeve en de Ramenberg, maakt deel uit van de huidige Groenendaalse weg. De twee delen tussen de Ramenberg en Loenen liggen als zand- en grindweg met fietspad in het Loenense bos met een aparte opening in de enkwal en worden samen door Leijden (1941) ten onrechte beschouwd als een

“onmiskenbare Koningsweg”. Deze weg heeft nu een belangrijke recreatieve functie als wandel- en fietsroute.

- Veel van de huidige paden met een lokale functie zijn ontstaan bij de heidebebossing in de twintigste eeuw als bosontsluiting (typen 4C-he en 4C-db). Ze verschijnen in 1932 en 1952 op de kaart.

Beheer van paden

Een groot deel van het bosgebied heeft een geschiedenis van houtproductie. Grote stukken daarvan zullen nu beheerd gaan worden als natuurbos. In het toekomstige natuurbos wordt eerst nog een zware dunning uitgevoerd. Daarna zullen geen beheersmaatregelen meer plaatsvinden en zal het aantal paden in die delen drastisch worden verminderd. Nu is de dichtheid van de paden ongeveer 200 m/ha; dat zal verlaagd worden tot de dichtheid die de Subsidieregeling Natuurbeheer vereist (80 m/ha).

De Droefakkers is begaanbaar voor vrachtwagens. De overige paden die voor de houtoogst worden gebruikt, worden na de oogst bijgewerkt, maar de kosten hiervan zijn bij de beheerder niet bekend. Langs de paden wordt hout gestapeld. Vroeger bleef dit tot een half jaar liggen; nu wordt het na enkele weken weggehaald. Ten behoeve van de houtopslag werd langs de paden extra gedund.

Het Geldersch Landschap inspecteert elke drie jaar langs de paden op dood hout, wat drie à vier mandagen kost. De inspecties zullen in de toekomst jaarlijks plaatshebben. Langs fiets-, wandel- en ruiterspaden worden elke drie jaar bomen en struiken gesnoeid. Hier zijn 30 tot 40 mandagen mee gemoeid (f 10-12,50/ha/jaar). Op de Loenermark is men bezig met een protocol voor de inspecties in verband met de zorgplicht. Hierbij vindt men het eenvoudiger regels op te stellen voor lanen, dan voor paden met aan weerszijden bos.

Het Geldersch Landschap voert op de Loenermark geen bermbeheer, wel wordt het blad van de hoofdwegen geblazen. Het Recreatieschap doet dat voor het fietspad langs de Droefakkers. Materiaal dat van het pad komt wordt in het naastliggende bos geveegd.

Karakteristieke soorten

Tabel 6. Aandachtsoorten en overige met paden geassocieerde soorten voor het Loenense Bos en de Loenermark.

Verklaring kolommen tabel:

- *voorkomen* (in onderzochte gebied): zz = eenmalig, z = hier en daar, a = regelmatig, aa = vaak
- *associatie* (van soort met pad): ++ = uitsluitend langs pad, + = voornamelijk langs pad, 0 = niet geassocieerd met pad
- (voorkomen in relatie tot) *typen pad* volgens tabel 5 met indicatie van procentuele verdeling van vondsten (vondsten langs paden vormen 100% per soort); x (niet van toepassing) voor soorten die niet geassocieerd zijn met paden.

	voorkomen	associatie	1A-he	1A-db/hh	2A-he	2A-db	2B-he	4C-he/db
<i>aandachtsoorten</i>								
Stijf havikskruid	z	++	40	10	30	0	20	0
Kamperfoelie	a	+	10	80	0	10	0	0
Veelbloemige veldbies	aa	+	10	60	10	20	0	0
Hengel	aa	+	20	10	30	10	20	10
Schaduwgras	a	++	20	80	0	0	0	0
Adelaarsvaren	a	0	x	x	x	x	x	x
Grote muur	z	++	0	100	0	0	0	0
Mannetjesereprijs	a	++	10	70	0	20	0	0
Donkersporig bosviooltje	z	++	0	100	0	0	0	0
<i>overige soorten</i>								
Brede wespenorchis	z	++	0	80	0	20	0	0
Klein springzaad	a	++	0	70	0	20	0	10
Grote veldbies	zz	++	0	100	0	0	0	0
Knopig helmkruid	z	++	100	0	0	0	0	0

Verklaring van verspreidingspatronen, ecologische functies van wegen en paden, actualiteit van functies

Verklarende factoren voor het voorkomen en ontbreken van aandachtsoorten in het Loenense bos als geheel:

Bodem en geomorfologie.

De (volgens bodemkaart 1:50.000) grofzandige holtpodzolen zijn plaatselijk toch wel leemhoudend, hetgeen de bosontwikkeling en vestigingsmogelijkheden van bosplanten zeer ten goede komt. De potentieel natuurlijke vegetatie (pnv) is hier het Wintereiken-Beukenbos. Naar het zuiden toe ('Loenermark') overheersen leemarme zandgronden met pnv Eiken-Berkenbos zonder karakteristieke vaatplanten.

Bosontwikkeling en bosklimaat

Adelaarsvaren, strubben van Wintereik en holtpodzolen wijzen ondanks de sterke degradatie van het gebied (heide en dennenbos in 1832) op een zeer oude boshistorie, maar er zijn weinig aanwijzingen voor een bosklimaat. Op slechts één plaats (dichte strubben met Adelaarsvaren; 1832: dennenbos) komt het 'oud-

bosmos' Isothecium myosuroides (Knikkend palmpjesmos) voor, samen met het levermos Lepidozia reptans (Neptunusmos). Beide soorten vereisen een bosklimaat met hoge luchtvochtigheid (beschut, weinig directe instraling). Op dergelijke plaatsen zou hier en daar ook nog Dalkruid voor kunnen komen, maar deze soort is door ons niet gevonden.

Beuk speelt nog een ondergeschikte rol; langs de Droefakkers staan enkele zware beuken. Hulst is nog vrijwel afwezig. De "oude" Groenendaalse weg heeft een dubbele rij Amerikaanse eik.

Graasdruk.

De constant hoge graasdruk (edelhert, ree) komt tot uiting in de relatieve schaarste van Kamperfoelie, Lijsterbes en bramen en in het vrij algemeen voorkomen van Hengel langs paden en in lichtrijke heidebebossingen.

Adelaarsvaren is relatief schaars en waar aanwezig ijl en laagblijvend door de aanwezigheid van zwijnen (opgraven van wortelstokken als zetmeelbron in de winter en bij uitblijven van mast); mogelijk is ook het ontbreken van de zich door oppervlakkige wortelstokken uitbreidende Dalkruid, Gewone salomonszegel, Witte klaverzuring en Valse salie het gevolg van zwijnen.

Een aantal 'ruderaal' bossoorten van rijkere bodem profiteert (tijdelijk) van de woelactiviteiten langs de paden, zoals Klein springzaad, Drienerfmuur, Brede wespenorchis en Knopig helmkruid. De beide eerste zijn eenjarig, de twee laatste hebben wortelstokken (evenwel minder in trek bij zwijnen (?)), maar zijn alleen als geïsoleerde individuen aangetroffen.

Verklarende factoren voor het voorkomen van aandachtsoorten langs de paden in het Loenense bos (kaart 2):

Karakteristieke soorten van het Wintereiken-Beukenbos

Stijf havikskruid is een zoomplant die voornamelijk voorkomt in min of meer stabiele (en dus oude) overgangen van bos naar (voormalige) heide en cultuurgrond op niet te arme bodem (holt- en veldpodzolen). De soort is vanwege deze eigenschappen in hoge mate gebonden aan oude bermen en daarom schaars in het Loenense bos, mogelijk ook door de hoge graasdruk. Dat Kamperfoelie voornamelijk langs de oude paden voorkomt, hangt samen met het feit dat het wild de paden mijdt als gevolg van de toegenomen menselijke activiteit en met de voorkeur van Kamperfoelie voor een rijkere bodem (lemig, verrijkt langs paden). In het bos op voormalige heide zal Kamperfoelie zich dus moeilijk kunnen vestigen. De eenjarige halfparasiet Hengel is evenals Stijf havikskruid een zoomplant, maar is juist zeer gebaat bij een hoge graasdruk op oude bosgroeiplaatsen, waardoor voldoende licht en bosbes beschikbaar blijven en concurrentie door grassen wordt voorkomen. Hengel is dan ook een vrij algemene aandachtsoort in het Loenense bos langs paden, in de strubbenbossen en in het voormalige hakhout. De afwezigheid van Dalkruid en Valse salie is hierboven al toegelicht.

Soorten van rijkere bossen

Diverse soorten van rijkere bossen hebben zich in de loop van de tijd vanuit de IJsselvallei langs en via de Droefakkers ("weg van Arnhem naar Deventer") op de stuwwal weten te vestigen en uit te breiden. Hierbij kan, gezien het oplopend hoogteverschil (Loenen 25 m NAP, schaapskooi 70 m NAP) alleen transport door het verkeer (karren, wagens, wandelaars) een rol hebben gespeeld. Schaduwgras is het verst gekomen, vanaf het raster tot bij de Valenberg (Loenermark), bijna 4 km.

Grote muur komt in de aangrenzende IJsselvallei vrij algemeen voor als oud-bossoort van rijke bossen en zomen (beekdalen, oude klei). Vanuit de bosrand op de grens van enk en Loenense bos heeft Grote muur zich over een afstand van 800 m weten uit te breiden langs de Droefakkers tot voorbij de vijfsprong, daarbij gebruik makend van de grazige, lichtbeschaduwde berm. Uitbreiding langs hierop aansluitende bospaden is nog niet geconstateerd.

Donkersporig bosviooltje, een zeldzame soort van uitgesproken rijke bossen³, komt tussen het raster en de vijfsprong voor over een afstand van 300 m ter weerszijden van de Droefakkers. De soort groeit hier op de open maar beschaduwde, minerale bodem in een smalle strook tussen het asfalt en de grazige berm met Blauwe bosbes. Ook in het ruderaal gedeelte tussen de weg en het fietspad komt het bosviooltje veel voor. Het heeft zich hier waarschijnlijk gevestigd vanuit de rijke bossen in de IJsselvallei en is zich vervolgens gaan uitbreiden in de verrijkte en door het verkeer opgehouden strook langs de weg. Zodra het bosviooltje de vijfsprong bereikt (nog ca. 50 m te gaan) zijn er uitstekende vestigingsmogelijkheden langs het recente pad in noordelijke en de oudere wegen in zuidelijke richting. Op dit laatste traject bevindt zich ook één populatie van Grote veldbies, een soort uit het Rijk van Nijmegen en Zuid-Limburg, niet bekend in de wijde omgeving van het Loenense bos. Het betreft een ringvormige plek van ca. 50 cm in doorsnede in een grazige berm op de grens van een perceel hakhout (in 1832), samen met Adelaarsvaren. De planten worden tot laag bij de grond begraasd en het is dan ook onwaarschijnlijk dat de soort hier ooit heeft gebloeid en zich ooit zal uitbreiden. De Grote veldbies is mogelijk aangevoerd via houttransport (en dan oud) of met machines bij de afvoer van hout dat tijdelijk in de bermen wordt opgestapeld (en is dan jonger)⁴.

Samenvatting

- 1 De voor bosplanten ecologisch belangrijke infrastructuur in de huidige beheers-eenheid Loenense bos/Loenermark beperkt zich tot de oude (eertijds)

³ Donkersporig bosviooltje werd hier eind augustus 2000 ontdekt en gekarteerd, dus ruim na de bloeitijd. De determinatie t.o.v. het Bleeksporig bosviooltje, een soort van iets minder rijke bodem, vond plaats op grond van de toegespitste bladen, de smalle (vrucht)kelkbladen zonder opvallend uitgegroeide aanhangels en de lange franje aan de steunbladen (zie Rich & Jermy, Plant Crib 1998, BSBI).

⁴ Grote veldbies (*Luzula sylvatica*) wordt aangeboden door tuincentra en schijnt ook te verwilderen vanuit tuinen. Er is geen enkele aanwijzing dat de plek in het Loenense bos op deze wijze is ontstaan. Reinink (*Gorteria* 10, 369-370; 1979) vermeldt het optreden van Grote veldbies op een terrein bij Schaarsbergen dat was afgedekt met houtsnippers afkomstig van papierfabriek Parenco (Renkum) die hout betreft uit Duitsland, België en Scandinavië.

- interregionale en regionale wegen en paden op de holtpodzolgronden, dus in het gebied van het oorspronkelijke Loenense bos.
- 2 De ecologische functie van deze infrastructuur is voornamelijk 'vestigingsmilieu' en 'transportroute' voor de soorten van rijkere bossen zoals aanwezig in de IJsselvallei (Schaduwgras, Grote muur, Donkersporig bosviooltje). De aanwezigheid van deze soorten is cultuurhistorisch waardevol. Hetzelfde geldt voor de populatie van de zeldzame Grote veldbies. Geen van deze soorten zal zich in het aangrenzende bos uitbreiden. Voor Kamperfoelie hebben de beschaduwde bermen van de oudere wegen en paden de functie van 'vestigingsmilieu' en 'uitvalsbasis'. Voor Hengel hebben de open bermen de functie van 'refugium'.
 - 3 De hoge wilddruk van met name zwijnen is een mogelijke oorzaak voor het (vrijwel) ontbreken van enkele typische oud-bossoorten als Dalkruid en Valse salie. Voor verdere vestiging en uitbreiding van bosplanten is het gunstig om zo mogelijk een gering aandeel naaldbomen (Grove den, Lariks) in de bermen te handhaven naast Zomer- en Wintereik. Wellicht voorkomt dit een te frequent omwoelen door zwijnen (zie ook Samenvatting bij Hof te Dieren).

4.2 Hof te Dieren

Algemene informatie

Het oorspronkelijke Hof te Dieren ten zuiden van de straatweg en de wildbaan ten noorden hiervan behoorden sinds 1647 toe aan de Oranjes. Het Sterrenbos rond de Carolinaberg werd rond 1750 aangelegd in opdracht van stadhouder Willem IV. De Carolinaberg en de Prins Willemborg zijn genoemd naar zijn dochter resp. zoon, de latere stadhouder Willem V. Na de Franse tijd werd het hof domeingood en gekocht door Sophia van Heeckeren, toen weduwe van de in 1812 overleden heer van Twickel, Jacob van Wassenaer Obdam. Het huidige landgoed Hof te Dieren beslaat een oppervlakte van ruim 1000 ha. Het Sterrenbos, dat in dit onderzoek is betrokken, bestaat voor 165 ha uit bos met beukenlanen. Het landgoed wordt sinds 1988 als multifunctioneel bos beheerd door de Stichting Twickel.

De bodem bestaat uit holtpodzolen in voornamelijk grof, grindhoudend zand en deels in lemig fijn zand en, in de zuidwesthoek, uit zandige leem. De potentieel natuurlijke vegetatie behoort tot het Wintereiken-Beukenbos.

Historisch landgebruik

Het Hof te Dieren was al ruimschoots bebost ten tijde van de kartering van De Man (eind 18de eeuw). Vrijwel alle bosvakken waren in 1832 'akkermaal' (hakhout). Direct rond de Carolinaberg lag dennenbos. De lanen waren overwegend 'opgaand bos'. Aan de zuidrand liepen de paden langs of door bouwland.

Paden en wegen

Tabel 7. Belangrijkste typen van bospaden en –wegen in het Hof te Dieren. Type en omschrijving in 1832 conform hoofdstuk 3 (kolom 2) en omschrijving situatie in 2000 (kolom 3).

type	omschrijving	huidig aangrenzend landgebruik, functie, verharding en beplanting
3A-hh	ontsluitingswegen (o.m. schaapsdriften), ouder dan 1795, door hakhout	<ul style="list-style-type: none"> • voornamelijk overig naaldbos (lariks, douglas) • recreatie (wandelpaden, fietspad), extensief autoverkeer voor toezicht en beheer • zand, plaatselijk met grind en puin • voornamelijk laanbeplanting met oude beuk; klein deel met eik
4A-hh	beheerswegen, ouder dan 1795 door hakhout	<ul style="list-style-type: none"> • voornamelijk overig naaldbos (lariks, douglas) en Grove den; enkele vakken Zomereik en Amerikaanse eik • recreatie (wandelpaden), extensief autoverkeer voor toezicht • zand • voornamelijk laanbeplanting met oude beuk

Toelichting op tabel 7 en kaart 3:

- Vrijwel alle lanen van het sterpatroon lagen in het hakhout en hebben een lokaal doel gediend ('beheerswegen', voornamelijk type 4A-hh; type 4A-db door dennenbos is in tabel 6 niet apart onderscheiden).
- In de oosthelft van het landgoed ligt volgens de Kadastrale Kaart 1832 een in noordelijke richting lopende Koningsallee. Deze stond in directe verbinding met het landhuis. De laan vanaf deze Koningsallee over de Carolinaberg naar de Prins Willemberg is vermoedelijk een onderdeel van de Koningsweg die over de zuid-Veluwe loopt in de richting van de Ginkel bij Ede. Op de kaart van 1844 is deze weg tot aan de Imbos ingetekend en is het oude spoor op de Worthrhedense Heide verloren gegaan door zandverstuivingen. In de Onzalige Bossen ten westen van het landgoed duikt de weg weer op, waar de Koningsweg in de 18de eeuw onderdeel is gaan uitmaken van de wildbaan van prins Willem IV. Dit staat ingetekend op de kaart van Isaak Tirion (1741). De Lange Juffer wijkt met zijn grillige vorm af van de strakke lanen van het Sterrenbos. Het deel door het landgoed was dan ook lang in gebruik als schaapsdrift. Leijden (1941) noemt (zonder argumentatie) de Lange Juffer (en de noordwestelijk gelegen Essop) "onmiskkenbare en zeer oude overblijfselen van voormalige versterkingen, die vermoedelijk als landweren mogen worden verklaard". Ook de westgrens van het landgoed met het Middachterbos wordt gevormd door een voormalige schaapsdrift; op de Kadastrale Kaart 1832 staan zowel in deze drift als langs de westelijker gelegen Buitenallee nog schaapstallen ingetekend. Zowel Koningsallee als voormalige schaapsdriften zijn getypeerd als 'ontsluitingswegen' (type 3A-hh).
- Enkele delen van de oorspronkelijke lanen zijn na 1910 van de kaart verdwenen, maar in het veld nog wel herkenbaar.

Beheer van paden en naastgelegen bosgebieden

Veel paden zijn van cultuurhistorisch belang: de Koningsallee, de Lange Juffer, het Sterrenbos en enkele schaapsdriften. De instandhouding van deze paden- en lanenstructuur is belangrijk. In het gebied komen grote hoeveelheden herten en reeën voor die zeker invloed hebben op de vegetatie; wilde zwijnen wroeten op veel plaatsen de bermen om.

Houtproductie neemt in het beheer een belangrijke plaats in als economische drager. Enkele (halfverharde) hoofdpaden worden gebruikt voor houttransport. Hout wordt tot zes weken opgeslagen in de bermen. Na de oogstwerkzaamheden worden de paden waar nodig met een shovel geprofileerd en eventueel wordt extra verharding aangebracht. De geschatte kosten voor dit herstel van paden bedragen f2300 per jaar (ca. f 16/100m/jaar).

Het gebied wordt intensief gebruikt voor recreatie. Er is één verhard fietspad. Alle overige paden worden naast transport en opslag van hout gebruikt om te wandelen. De jachtopzichter maakt middels een vaste route mede gebruik van deze paden.

In Hof te Dieren ligt elf km laanbeplanting, voornamelijk van beuk. De totale dichtheid aan paden is gemiddeld ongeveer 80 m per hectare. Omdat onder de beuken weinig struiken en kruiden groeien, zijn beheersmaatregelen als maaien en snoeien niet nodig. Langs de oude lanen vindt eens per vijf jaar inspectie plaats op dood hout. Bomen die mogelijk gevaar voor recreanten opleveren worden omgezaagd. Soms moet er een hoogwerker ingehuurd worden, maar dit gebeurt minder dan vijfjaarlijks. Langs de overige paden probeert de beheerder 20 meter vrij te houden van staand dood hout. Dit gebeurt tijdens de reguliere dunningen. De kosten van het onderhoud van de lanen zijn sterk afhankelijk van de leeftijdsfase waarin ze zich bevinden.

De beheerder is van plan om langs een deel van de paden te gaan bladblazen, om te voorkomen dat door de papperige bladermassa de paden te lang nat blijven en daardoor snel beschadigen.

Karakteristieke soorten

Tabel 8. Aandachtsoorten en overige met paden geassocieerde soorten in het Hof te Dieren. Verklaring kolommen tabel:

- *voorkomen* (in onderzochte gebied): zz = eenmalig, z = hier en daar, a = regelmatig, aa = vaak
- *associatie* (van soort met pad): ++ = uitsluitend langs pad, + = voornamelijk langs pad, 0 = niet geassocieerd met pad
- (voorkomen in relatie tot) *typen pad* volgens tabel 7 met indicatie van procentuele verdeling van vondsten (vondsten langs paden vormen 100% per soort); x (niet van toepassing) voor soorten die niet geassocieerd zijn met paden.

	voorkomen	associatie	3A-hh	4A-hh
<i>aandachtsoorten</i>				
Veelbloemige veldbies	a	++	80	20
Witte klaverzuring	z	0	x	x
Schaduwgras	z	++	100	0
Adelaarsvaren	z	0	x	x
Valse salie	z	++	100	0
Mannetjesereprijs	z	++	80	20
<i>overige soorten</i>				
Dolle kervel	z	++	100	0
Brede wespenorchis	z	++	100	0
Klein springzaad	z	++	100	0

Verklaring van verspreidingspatronen, ecologische functies van wegen en paden, actualiteit van functies

Verklarende factoren voor het voorkomen en ontbreken van aandachtsoorten (kaart 3) in Hof te Dieren als geheel:

Bodem en geomorfologie.

De lemige holtpodzolen en zandige leemgronden zijn ideaal voor een snelle (spontane) bosontwikkeling en voor de vestiging van bosplanten.

Bosontwikkeling en bosklimaat

Adelaarsvaren wijst op een oude boshistorie. Toch zijn er maar opvallend weinig oud-bossoorten aangetroffen. Alleen Veelbloemige veldbies is op verscheidene plaatsen aangetroffen. Hoewel Kamperfoelie wel over het hoofd zal zijn gezien, zal hij evenals de wel aangetroffen soorten als Witte klaverzuring hoogstens (zeer) schaars voorkomen. Naast graasdruk (zie onder) speelt de rigoureuze omvorming van 'akkermaal' naar naaldbos (meest Japanse lariks en douglas) mogelijk ook een rol. Tot 1988 werd er niet gedund, maar vond kaalkap en herinplant plaats met vooral snelgroeiend naaldhout. Een eventueel aanwezige bosflora is hierdoor in deze vakken wel verdwenen; veel van deze percelen verkeren nu nog in het smele-stadium van secundaire successie.

Vooral Japanse lariks en Douglas verjongen zich goed. Verjonging van Hulst (met exemplaren tot 4 m) komt alleen voor buiten het raster in het rustgebied in de zuidwesthoek van het landgoed.

Op enkele beuken langs de Koningsallee juist buiten het landgoed komen twee epifytische mossen voor (hier ontdekt door K. Reinink uit Velp) die karakteristiek zijn voor de boombossen op de Veluwe, zoals het Elspeterbos: Kleine haarmuts (*Orthotrichum stramineum*) en Staafjes-iepenmos (*Zygodon conoideus*). Op de 'Prins Willem-beuk' groeit Helm-roestmos (*Frullania dilatata*). Deze en andere epifyten, vaak tot vele meters hoog voorkomend op beuk, wijzen op een beschut en luchtvochtig bosklimaat, met name in het noordelijk deel van het landgoed. Er is nog opvallend weinig liggend dood hout in het bos.

Stabiele overgangen van bos naar heide ontbreken. Alleen langs de schaapsdrijf in de noordwestrand komen nog heischrale bermen voor met Struikheide. Havikskruiden en Hengel zijn niet aangetroffen, waarschijnlijk door het ontbreken van dergelijke halfbeschaduwde bermen.

Graasdruk.

Hoge graasdruk (edelhert, ree) komt tot uiting in het praktisch afwezig zijn van Kamperfoelie, Lijsterbes en bramen.

Adelaarsvaren en andere bosplanten die zich vegetatief vermeerderen door middel van wortelstokken zijn eveneens schaars of ontbreken (zie ook Loenense bos). Vooral de eikenopstanden en de bosstroken langs de beukenlanen worden intensief bezocht en omgewoeld. In dergelijke eikenopstanden groeit opvallend veel Framboos. Een aantal 'ruderaal' bossoorten van rijkere bodems profiteert (tijdelijk) van de woelactiviteiten langs de paden voor zover gelegen in de zuidrand van het landgoed, zoals Klein springzaad, Drienerfmuur, Brede wespenorchis en Dolle kervel.

Elders is de bosbodem onder de beukenlanen te donker en weten alleen soorten als Brandnetel en Vingerhoedskruid zich enigszins te handhaven.

Verklarende factoren voor het voorkomen van aandachtsoorten langs paden in Hof te Dieren:

Karakteristieke soorten van het Wintereiken-Beukenbos

In de bermen van de beukenlanen in het bos komt te weinig licht op de bosbodem en is de frequentie van verstoringen te hoog voor het duurzaam voorkomen van deze groep bosplanten.

Soorten van rijkere bossen

De sterk lemige bodem staat een veel rijkere bosflora toe dan is aangetroffen: Gewone salomonszegel, Dalkruid en Grote muur zouden hier niet misstaan. Langs een bospad in de zuidrand (licht van buiten!) komt wat Schaduwgras voor. In twee vakken met eik werd Witte klaverzuring gevonden, maar niet langs de naastliggende paden (beplant met 50% Zomereik, 20% Fijnspar en 5% Beuk). Waarschijnlijk kan deze soort (en andere zich met korte wortelstokken uitbreidende soorten) zich slecht handhaven in de smalle, sterk verstoorde en donkere bermen van de beukenlanen (vergelijk Bergherbos, waar klaverzuring zich wel uitbreidt langs bospaden). Alleen vanuit grote populaties kan het frequent lokaal uitsterven worden gecompenseerd door vegetatieve uitbreiding of nieuwe vestiging uit zaad.

Samenvatting

- 1 De in het oog springende beukenlanen in Hof te Dieren hebben geen ecologische functie met betrekking tot transport en vestiging van vaatplanten. Lichtgebrek en

- strooiselophoping zijn hier beperkend; woelactiviteiten door (te veel?) zwijnen verhinderen het duurzaam voorkomen van bosplanten langs bospaden.
- 2 Ondanks gunstige bodemcondities en een oude boshistorie is het aantal oud-bossoorten en de mate waarin ze voorkomen gering. Mogelijke oorzaken zijn de omvorming van hakhout (en den) naar Lariks en Douglas en de constant hoge wilddruk (herten, reeën en zwijnen). Zwijnen wroeten bij voorkeur in loofbos (Groot Bruinderink et al. 1997); door het hoge aandeel Lariks en Douglas concentreert de woelactiviteit zich mogelijk des te meer langs de beukenlanen.
 - 3 Het feit dat de infrastructuur waarschijnlijk nooit een functie heeft gehad bij de vestiging en uitbreiding van bosplanten is wellicht de belangrijkste reden voor de afwezigheid van oud-bosplanten (zie hoofdstuk 6).

4.3 Bergherbos

Algemene informatie

Het Bergherbos ligt op een stuwwalcomplex in de gemeente Bergh en is sinds 1985 voor een groot deel eigendom van de Vereniging Natuurmonumenten. Het gebied rond Montferland en het Huis Bergh (o.m. De Plantage) zijn van de Stichting Huis Bergh. Het geheel is ca. 1800 ha groot en bestaat overwegend uit potentieel Wintereiken-Beukenbos. Er liggen vier A-lokaties, waarvan er twee betrekking hebben op Elzenbronbos (Den Ouden et al. 1996).

Het bosgebied heeft vanaf de late Middeleeuwen tot 1813 gefunctioneerd onder vijf bosmarken. Door roofbouw en oorlogshandelingen was het bos rond 1800 vrijwel verdwenen en besloot men tot privatisering. Hoewel het graafschap Bergh na de Franse tijd officieel was verdwenen, kon de vorst van Hohenzollern-Sigmaringen in 1801 zijn gronden weer terugkopen. Na een ruilverkaveling in 1833 werd Huis Bergh de grootste eigenaar (ca. 800 ha). In 1912 werden Huis en bossen gekocht door de textielabrikant J.H. van Heek; de betekenis van het Bergherbos is toen verlegd van puur productiebos naar natuurgebied (Paquay 1998, Van Heek 1999).

Van het Bergherbos zijn binnen dit onderzoek twee deelgebieden bekeken: de Kleefse Hout (meer in het bijzonder de 'Torensplits') en het Zonderbos.

De bodem op de stuwwal bestaat uit omgezette, grofzandige leemarme holtpodzolgronden. Aan de voet van de hellingen en de smeltwatergeulen is de bodem plaatselijk lemig. Ook de Kleefse Hout en de westkant van het Zonderbos is plaatselijk lemig.

Historisch landgebruik

In 1460 werd de Beekermark opgesplitst in vier delen. Twee delen werden overgedragen aan de hertog van Kleef en gingen verder als de Kleefse Hout; de resterende delen heetten vanaf die tijd Kleine en de Grote Beekermark. De zo ontstane zandlopervorm van de Kleefse Hout is nog steeds duidelijk herkenbaar (figuur 3). Vanaf 1661 kwam het als pand aan Huis Bergh en bestaat dan uit hakhout met een omloop van 10 jaar waarvan elk jaar ca. 15 ha wordt gekapt. Ook worden 2000 gemerkte eiken voor de hertog gereserveerd.



Figuur 3. Gemarkeerd: noordelijk deel van Kleefse Hout ('Clevische Holz') en Zonderbos ('Zonder Busch'). Situatie na de herverkaveling in 1833 (uit Ludwig, 1995). De Dassenboomse Allee doorkruist de Kleefse Hout. Door het Zonderbos loopt de Zonderweg.

(Ludwig, 1995). De kadastrale kaart 1832 geeft de situatie na de opheffing van de bosmarken in 1813 en voor de herverkaveling in 1833. In het noordelijk deel van de Kleefse Hout waren de ‘Torensplits’ (ooit De Toon, verbasterd tot Toorn, Toren, Turm; fig. 3) ten westen van de Dassenboomse Allee en de oostpunt boven de Grote Beekermark toen al eigendom van de vorst van Hohenzollern-Sigmaringen en bestonden uit hakhout, maar ook ‘struellen’ ofwel ‘heide en struiken’. Het middendeel is nog van Oswald van der Renne (van de Bijvank) en bestaat ook uit gedegradeerd hakhout en aan de noordkant uit heide. Vanaf 1850 wordt het eikenhakhout in toenemende mate omgevormd tot Grove den en na 1900 een steeds groter aandeel Japanse Lariks en Douglas. Momenteel zijn nog enkele ecologisch belangrijke resten van het voormalige hakhout aanwezig.

Het Zonderbos, gelegen boven Wolkenland tussen de Peeskesweg en de weg Zeddamm-Beek, komt pas in 1780 aan Bergh; het was voor die tijd particulier bezit (Zonderbos: uitgezonderd temidden van het collectieve bos). In de periode 1781-1800 wordt (na Montferland) het bosherstel van het Zonderbos ter hand genomen en worden meer dan 100.000 eikenstekken geplant. Rond 1900 was het Zonderbos het enige Berghse bos waarin nog een substantieel deel eikenhakhout was gehandhaafd; alle overige Berghse bossen waren vrijwel omgevormd tot dennenbos. Helaas is sindsdien veel hakhout vervangen door Lariks, Douglas en Fijnspar.

Paden en wegen

Toelichting op tabel 9 en kaart 4:

- De Eltense weg in de noordrand van de Kleefse Hout en de Verheije Molenweg (in Zeddamm-Beek bos Diepheultjesweg geheten) in de westrand zijn als oude buurtwegen (type 2) opgenomen. Juist buiten het karteringsgebied loopt de Vossenweg van Loerbeek naar Stokkum, een regionale verbindingsweg aan de noordkant van het Zonderbos. Al deze wegen staan vermeld in figuur 3.
- De Diepe Zonderweg door het Zonderbos is als oude ontsluitingsweg aangemerkt; dit was bovendien de enige weg door het Zonderbos.
- De Dassenboomse Allee (=Grote Montferlandse laan) door de Kleefse Hout en de Grote Kruisallee in de zuidostrand van het Zonderbos zijn in de 18de eeuw aangelegd met Montferland als uitgangspunt voor jacht en recreatie (type 5); pas in de 19de eeuw hebben ze een functie gekregen in het bosbedrijf. Op de Hottingerkaart (1783) staat de Montferlandse laan vanuit Montferland ongeveer tot aan de Rijsberg aangegeven. Het deel door de Kleefse Hout is een latere verlenging.
- Het huidige padennet is grotendeels aangelegd tussen 1900 en 1930 (type 4).

Beheer van paden en naastgelegen bosgebieden

Het Bergherbos kent een lange bosbouwgeschiedenis; de verkaveling en de padenpatronen zijn kenmerkend voor een rationele houtproductie. Natuurmonumenten richt zich op twee hoofdtypen bos: zelfregulerend bos en multifunctioneel bos dat beheerd wordt volgens de beginselen van geïntegreerd bosbeheer. Houtproductie blijft in het multifunctionele bos een belangrijke functie.

Tabel 9. Belangrijkste typen van bospaden en -wegen in de Kleefse Hout en het Zonderbos. Type en omschrijving in 1832 conform hoofdstuk 3 (kolom 2) en omschrijving situatie in 2000 (kolom 3).

type	omschrijving, landgebruik in 1832	huidig aangrenzend landgebruik, functie, verharding en beplanting
2A-hh/db/bl	regionale verbindingsweg, ouder dan 1795, als markegrens of op de grens van bos en cultuurgrond	<ul style="list-style-type: none"> • voornamelijk naaldbos (Japanse lariks, Douglas) • recreatie (wandel- en fietspad), toezicht, bosbeheer • zand, leem, puin • eikenstroken in buitenrand percelen Japanse lariks en Douglas; verspreide oude Beuk, Eik, Grove den
3A-hh	ontsluitingswegen, ouder dan 1795, door hakhout	<ul style="list-style-type: none"> • oud spaartelgenbos en voornamelijk overig naaldbos (Lariks, Douglas) • recreatie (wandelpad) • zand • eik en (oude) Europese lariks; ten dele aangrenzend naaldbos
4A-hh/he	lokale paden, ouder dan 1795, door hakhout en 'heide en struiken', door hakhout en 'heide en struiken'	<ul style="list-style-type: none"> • Japanse lariks en Douglas, plaatselijk resten vml. hakhout • recreatie (wandelpad) • zand; sommige verhard met leem en puin • aangrenzend (naald)bos
4B-hh/he	beheerswegen en vml. perceelscheidingen, 1795-1850, door hakhout en 'heide en struiken'	<ul style="list-style-type: none"> • als 4A-hh/he
4C-hh/he	beheerswegen en vml. perceelscheidingen, 1850-1940, door hakhout en 'heide en struiken'	<ul style="list-style-type: none"> • als 4A-hh/he
5A-hh/he	alleen, ouder dan 1795 door hakhout	<ul style="list-style-type: none"> • voornamelijk Japanse lariks en Douglas • recreatie (wandelpad), houtopslag en -afvoer, extensief autoverkeer voor toezicht • zand, grind en puin • voornamelijk laanbepanting met verspreide Grove den, Douglas, Europese lariks en Eik; enkele Beuk; soms stroken Eik

Het Bergherbos heeft een hoge dichtheid aan paden: circa 200 m per ha. De paden worden gebruikt voor houtoogst, recreatie, toezicht en brandbestrijding. Tijdens de houtoogst wordt hout langs de paden opgeslagen. Na de houtoogstwerkzaamheden worden de paden aangevuld met puin en opgeknapt met de shovel. Ook worden dan meteen waar nodig watervangen gemaakt. Andere paden (met name de ruitpaden) worden indien nodig opgeknapt. De kosten voor de shovel en het puin variëren en bedragen ongeveer f 15.000 tot f 21.000 per jaar voor de gehele beheerseenheid.

Langs de hoofdpaden wordt gesnoeid om de doorgang voor de brandweer en voor houttransport vrij te houden; langs wandelpaden gebeurt dit niet. Langs de openbare wegen en hoofdpaden wordt op dood hout gecontroleerd, voor de kleinere paden gebeurt dat nu in combinatie met dunningen van de opstanden ter weerszijden. Met

inspectie en snoei langs de openbare wegen en hoofdpaden zijn jaarlijks ongeveer tien mandagen gemoeid. Voor Natuurmonumenten is het nog een vraag hoe ver je moet gaan met controles op dood hout.

De totale geschatte kosten voor de paden bedragen f5,60 - f7,60/100m/jaar. Hierbij wordt opgemerkt dat de kosten voornamelijk in de houtoogst- en de ruiterspaden zitten. Veel van de wandelpaden worden praktisch niet onderhouden.

Karakteristieke soorten

Tabel 10. Aandachtsoorten en overige met paden geassocieerde soorten in de Kleefse Hout en het Zonderbos.

Verklaring kolommen tabel:

- *voorkomen* (in onderzochte gebied): zz = eenmalig, z = hier en daar, a = regelmatig, aa = vaak
- *associatie* (van soort met pad): ++ = uitsluitend langs pad, + = voornamelijk langs pad, 0 = niet geassocieerd met pad
- (voorkomen in relatie tot) *typen pad* volgens tabel 9 met indicatie van procentuele verdeling van vondsten (vondsten langs paden vormen 100% per soort); x (niet van toepassing) voor soorten die niet geassocieerd zijn met paden.

	voorkomen	associatie	2A- hh/de/bl	3A- hh	4A-hh/1e	4B-hh/1e	4C-hh/1e	5A-hh/1e
<i>aandachtsoorten</i>								
Bosanemoon	z	+	40	40	0	20	0	0
Lelietje-van-dalen	z	++	0	0	0	100	0	0
Stijf havikskruid	z	++	75	0	25	0	0	0
Fraai hertshooi	z	+	0	0	0	100	0	0
Kamperfoelie	a	0	x	x	x	x	x	x
Veelbloemige veldbies	a	+	niet gekarteerd					
Ruige veldbies	a	+	20	20	10	20	10	10
Dalkruid	a	+	20	25	20	20	10	5
Hengel	zz	++	0	0	0	100	0	0
Witte klaverzuring	a	+	10	30	10	30	10	10
Veelbloemige salomonszegel	z	++	0	40	20	40	0	0
Schaduwgras	z	++	50	20	0	30	0	0
Adelaarsvaren	aa	0	x	x	x	x	x	x
Bosandoorn	z	++	0	0	0	0	0	100
Grote muur	a	++	20	30	10	30	0	10
Valse salie	a	+	30	10	20	20	10	10
Mannetjesereprijs	z	++	0	0	50	30	10	10
Bleeksporig bosviooltje	z	++	30	10	10	20	0	30
<i>Overige soorten</i>								
Brede wespenorchis	z	++	0	0	10	30	0	60
Wilde appel	z	+	50	0	0	50	0	0
Knopig helmkruid	z	++	0	10	10	40	0	40

Verklaring van verspreidingspatronen, ecologische functies van wegen en paden, actualiteit van functies

Verklarende factoren voor het voorkomen en ontbreken van aandachtsoorten in de Kleefse Hout en het Zonderbos (kaarten 4 en 5):

Bodem en geomorfologie.

Beide terreindelen liggen in de noordrand van het Bergherbos op wat lemiger bodems dan hogerop de stuwwal het geval is. Zowel de Zonderweg als de Verheije Molenweg liggen in erosiegeulen en zijn onderaan de helling door afspoeling extra lemig. Bosanemoon is vrijwel beperkt tot deze geulen.

Bosontwikkeling en bosklimaat

De Kleefse Hout en het Zonderbos hebben praktisch geen deel uitgemaakt van het collectieve bos en zijn (daardoor?) veel minder ver gedegradeerd geraakt dan de aangrenzende bosmarken (Beekmarken, Zeddammer bos, Korterbos e.d.) die rond 1832 vrijwel waren verworpen tot heide of op zijn best 'heide en struiken'. Deze bosmarken zijn ook pas later herbebest met grove den toen de vraag naar eikenhakhout al op zijn retour was. In beide bossen, maar vooral in het Zonderbos, zijn veel karakteristieke oud-bosplanten ontsnapt aan vergaande degradatie en omvorming naar snelgroeiend naaldhout. Wintereik en Adelaarsvaren zijn algemeen. Langs de Zonderweg en in de resten eikenbos aldaar komt op de bosbodem nog het zeldzame Groot gaffeltandmos voor, een soort van de boombossen met Wintereik en Beuk op de Veluwe. Ook het Knikkend palmpjesmos en het Eiken-gaffeltandmos op de stamvoeten (vml. stoven) van eik getuigen van een gecontinueerd bosklimaat.

Beuk speelt op dit deel van de stuwwal nog een ondergeschikte rol. Daarentegen treedt verjonging van Douglas plaatselijk massaal op.

Het is niet uitgesloten dat een aantal bosplanten, vooral die van een wat rijkere bodem zoals Bosanemoon, Witte klaverzuring en Grote muur, zijn ingebracht of mee verspreid zijn geraakt met eikenplantsoen dat eind achttiende eeuw voornamelijk afkomstig was uit kwekerijen op lager gelegen, rijkere bodems (o.m. Stokkum, Breedenbroek, Winssen).

Graasdruk.

Reeën hebben een duidelijk zichtbare invloed op de vegetatie, maar van een constant hoge graasdruk, zoals in het Loenense bos en hets Hof te Dieren, is geen sprake. Zwijnen en edelherten komen niet voor. Dit komt tot uiting in het veelvuldig optreden van Kamperfoelie en Lijsterbes, verjonging van Zomereik, Wintereik en Hulst en de plaatselijke bramendominantie in de oude heidebebossingen. Ook de over grote oppervlakten voorkomende hoge en dichte Adelaarsvarenvegetaties in de open Grove dennen- en Japanse lariksopstanden komen in de wildbaan van de Veluwe niet voor. Andere opvallende verschillen die mogelijk samenhangen met de lage graasdruk, zijn het rijkelijk voorkomen van de rhizoom (wortelstok)soorten Dalkruid, Veelbloemige salomonszegel en Valse salie en het (in het gehele Bergherbos) vrijwel ontbreken van de halfparasiet Hengel.

Verklarende factoren voor het voorkomen van aandachtsoorten langs paden in de Kleefse Hout en het Zonderbos:

Karakteristieke soorten van het Wintereiken-Beukenbos

Het Zonderbos en in mindere mate de Kleefse Hout zijn qua volledigheid in soortensamenstelling van vaatplanten en mossen van het Wintereiken-Beukenbos uniek. Van de bosplanten zijn zowel de rhizoomsoorten (Bosanemoon, Dalkruid, Veelbloemige salomonszegel, Lelietje-van-dalen, Witte klaverzuring) als de soorten die afhankelijk zijn van (her)vestiging uit de zaadbank (Ruige veldbies, Fraai hertshooi, Bleeksporig bosviooltje) ruim vertegenwoordigd. Van de zoomplanten komen Havikskruiden, Schaduwgras, Grote muur en Valse salie voor. Ook de zeer zeldzame Wilde appel is aanwezig. De meeste van deze soorten zijn in hoge mate geassocieerd met paden, in het Zonderbos met de Diepe Zonderweg en hierop aansluitende paden.

Naast de reeds genoemde factoren zijn lichtbeschikbaarheid en het verstoringsregime langs de paden van belang. De lichtbeschikbaarheid is gemeten langs een aantal transecten in het Zonderbos (tabel 11). In het middenbos met hoge Wintereik, verspreide Europese lariks, Adelaarsvaren, Kamperfoelie en grote populaties Dalkruid is 6% licht beschikbaar. Dit is ideaal, omdat bij lichtniveau's >10% Adelaarsvaren gaat domineren. Ook langs de aangrenzende Diepe Zonderweg (met o.m. veel Ruige veldbies) is 5-6% licht beschikbaar. In het gedunde Japanse lariksbos is 14% en langs het aangrenzende pad 16% licht beschikbaar. In het Japanse-lariksbos domineert Adelaarsvaren, maar in oude sleepsporen hebben zich Ruige veldbies en Valse salie gevestigd. Langs het pad heeft Ruige veldbies zich over de volle lengte uitgebreid en ontstaan er voortdurend nieuwe vestigingen. Ook in de Kleefse Hout vestigen zich in deze situatie (paden door Lariks/Adelaarsvaren) Ruige veldbies, Dalkruid, Grote muur en Valse salie. In het jonge en dichte Douglasbos is nauwelijks 1% licht beschikbaar en ontbreekt een kruidlaag; de metingen betreffen een transect waar één rij Douglas is verwijderd. In 'lichtplekken' met 4% lichtbeschikbaarheid komt Stekelvaren tot dominantie, maar ook Ruige veldbies vestigt zich hier in de oude sleepsporen.

Het lichtklimaat is dus van groot belang voor oud-bosplanten. In qua structuur homogene opstanden op lemige bodems met een lage graasdruk leidt teveel licht (>10%) tot dominantie van Adelaarsvaren of bramen (zie ook 4.5 Bevermeer).

Tabel 11. Percentage lichtbeschikbaarheid (gemiddelde, \pm standaarddeviatie en aantal metingen) op ca. 2m hoogte in verschillende transecten in het Zonderbos.

ligging transect	waarde
gedunde Douglas-opstand (vak 50s)	3.4 \pm 0.93 (17)
midden Diepe Zonderweg (50g/50h)	5.2 \pm 1.08 (5)
oud middenbos (Wintereik, Adelaarsvaren e.d.) (vak 50g)	5.9 \pm 1.31 (10)
open Japanse lariks/Adelaarsvaren-opstand (vak 50o)	14.3 \pm 0.96 (6)
padrand (50s/50o) langs Lariks/Adelaarsvaren-opstand	16.5 \pm 2.44 (7)

Een andere belangrijke factor is de beschikbaarheid van minerale bodem en dus van een verstoringsregime waardoor het humusprofiel tenminste tot op de H-laag verdwijnt. Dit geldt met name voor de soorten die zich uit zaad of de zaadbank (her)vestigen: Veldbies-soorten, Zegge-soorten, Bosviooltjes, Fraai

hertshooi, Valse salie e.d. Niet alleen in padranden en langs watervangen, maar ook in sleepsporen in het bos kunnen deze soorten zich (massaal) vestigen. Hierbij speelt de gunstige vochtvoorziening langs paden (en watervangen!) ook mee.

De rhizoomsoorten behoeven voor overleving en vegetatieve voortplanting een humusprofiel met F- en H-laag (zie De Waal & Winteraeken (1999) voor terminologie), maar een persistente strooisellaag is voor de meeste soorten uiteindelijk funest (Bosanemoon, Dalkruid). De wintergroene en zeer schaduw-tolerante Witte klaverzuring wortelt oppervlakkig in de F-laag en verdwijnt zodra het strooisel accumuleert. Alleen Veelbloemige salomonszegel kan zich onder deze condities goed handhaven en zelfs uitbreiden.

Uit overwegingen van beschikbaarheid van licht, vocht, minerale bodem en humusprofielen zonder persistente L-laag wordt duidelijk dat een substantieel aandeel van aaneengesloten Beuk langs bospaden zeer ongewenst is vanuit de optiek van oud-bosplanten. De zeer oude als beukenlaan beheerde markegrens tussen Kleefse Hout en Grote Beekermark is hiervan het levende bewijs. Ook de snelle bosontwikkeling hoger op de stuwwal vanuit heidebebossing naar Beuk is weliswaar indrukwekkend, maar laat nu en op termijn geen ruimte voor hervestiging van karakteristieke bosplanten.

Dalkruid vestigt zich opvallend goed in grazige en in mindere mate ook in humeuze randen van bospaden in licht bos (Lariks, Grove den, Inlandse eik). Na vestiging breidt de soort zich vegetatief uit in het aangrenzende bos. Dit fenomeen is zeer opvallend in de Kleefse Hout. Hierbij zou de aanwezigheid van grote bronpopulaties in de nabijheid en transport van bessen langs de paden door bv. vossen (zie ook § 5.1) een rol kunnen spelen, maar ook een gunstiger kiemingsmilieu dan in het bos zelf: een extremer microklimaat, een verhoogd nutriëntenaanbod en geringere predatie van de zware zaden door muizen. Mogelijk is ons Atlantisch bos voor deze overwegend Midden- en Noord-Europese soort te beschut. Ook de vaak massale ontwikkeling van Dalkruid in houtwallen en singels wijst in deze richting.

Grote muur is op niet al te rijke bodem een uitgesproken zoomplant die zich gemakkelijk klonaal uitbreidt via oppervlakkige wortelstokken en over grotere afstanden met (losgeraakte) spruiten die op de knopen opnieuw wortelen. Grote muur komt in het Bergherbos buiten het Zonderbos, de Kleefse Hout en de Sprung (bij Stokkum) zeer verspreid voor, meestal als losse klonen en uitsluitend langs oude bospaden. Evenals in het Loenense bos is aanvoer van buiten het bos met karren e.d. de meest waarschijnlijke verklaring voor het optreden hier.

De snelheid waarmee de diverse soorten zich verspreiden langs paden en vanuit de bermen in het aangrenzende bos, lopen sterk uiteen. In figuur 4 is de kartering weergegeven van een voormalig pad (sinds wanneer buiten gebruik is onbekend) en van transecten loodrecht op dit pad door een homogene 23-25m hoge Japanse lariks opstand (ca. 40% kroonbedekking; struiklaag met <5% bedekking van Sporkehout, Zomereik en Lijsterbes). Dit voormalige pad verbond twee ecologisch belangrijke bospaden waarlangs Dalkruid, Grote muur, Ruige veldbies, Valse salie e.d. algemeen voorkomen. Grote muur heeft zich

praktisch niet uitgebreid. Ruige veldbies heeft zich wel langs het pad, maar nog nauwelijks in het aangrenzende bos uitgebreid, in tegenstelling tot Witte klaverzuring die al 40-50m heeft afgelegd. Klaverzuring kan zich met oppervlakkige wortelstokken snel uitbreiden in de F-laag (bestaande uit halfverteerde Lariksnaalden); de zaden worden weggeschoten. Valse salie is algemeen langs het voormalig pad en komt verspreid voor in het aangrenzende bos (vergelijkbaar met Ruige veldbies). Enkele plekjes Dalkruid en Veelbloemige salomonszegel komen voor naast het voormalige pad, juist buiten het transect.

Soorten van rijkere bossen

Vooral in de zuidelijke (hier niet beschouwde) helft van de Kleefse Hout zijn de bospaden opgehoogd met leem en puin, waardoor naast veel ruderaal soorten zoals Klis, Gewoon nagelkruid en Brandnetel, ook een aantal typische bossoorten van rijkere bossen zijn meegekomen, zoals Bleke zegge en Bergereprijs. Ook zijn langs de oudere paden wel soorten als Maarts viooltje en Groot heksenkruid te vinden.

De bermen van de alleeën (bv. Dassenboomse allee) worden gebruikt voor de tijdelijke opslag van hout en zijn, ook door het vele ingebrachte puin en grond, hierdoor 'beschaduwde ruderaal', wat gunstig is voor soorten als Klein springzaad, Brede wespenorchis, Knopig helmkruid, Reuzenzwenkgras, Bosandoorn.

Samenvatting

1. Het Bergherbos is door zijn grootte en intact gebleven omvang en samenhang, alsmede zijn goed gedocumenteerde boshistorie een uiterst waardevol object voor de studie van de ruimtelijke dynamiek van bosplanten in relatie tot beheershistorie. De grote rijkdom aan oud-bossoorten in het Bergherbos is waarschijnlijk het gevolg van:
 - het toezicht dat Huis Bergh eeuwenlang direct (als grondbezitter) en indirect (als holtrichter) heeft uitgeoefend en het “eikvriendelijk” beheer onder Van Heek vanaf 1912,
 - de nabijheid van en uitwisseling met boscomplexen (bv. Bijvank) en kwekerijen (bv. De Plantage) op rijkere bodem,
 - refugia van eikenbos op groeiplaatsen die zonder onderbreking tenminste 350 jaar als eikenhakhout zijn beheerd (Zonderbos, Kleefse hout).Wellicht is ook de betrekkelijk lage wilddruk, met name de afwezigheid van zwijnen, een belangrijke reden voor de aanwezigheid van een groot aantal oud-bossoorten.
2. Oude paden en wegen (van voor 1850) hebben een belangrijke refugiumfunctie vervuld gedurende de periode van intensieve en grootschalige omvorming van hakhout naar Grove den (vanaf ca. 1875) en van Grove den naar Japanse lariks en Douglas. Momenteel dienen deze paden en wegen als uitvalsbasis voor de herkolonisatie van bos. Recente paden (van na 1912) die aansluiten op de oude paden en wegen fungeren niet alleen als transportroute maar ook als vestigingsmilieu en secundaire uitvalsbasis (Grote muur, Dalkruid, Ruige veldbies e.d.).
3. Zolang herkolonisatie van het bos nog maar in geringe mate heeft plaatsgevonden, is multifunctioneel bosbeheer van de refugia waarbij van tijd tot tijd ingrepen plaatsvinden van groot belang. Dit beheer creëert een verstoringregime dat (her)vestiging van bosplanten mogelijk maakt, zowel langs paden als in het bos, en draagt daadwerkelijk bij aan de verspreiding van bosplanten.
4. Het scherpe contrast in voorkomen van o.m. Dalkruid tussen Kleefse hout en Grote Beekermark is wellicht het gevolg van de tussenliggende beukenlaan. Het feit dat veel oud-bosplanten in staat zijn juist langs bospaden grote populaties op te bouwen die op hun beurt als bronpopulatie voor verdere kolonisatie kunnen fungeren, maakt beukenlanen tot barrières bij de uitbreiding van deze soorten. Ook de alleëen (Dassenboomse alleë, Grote Kruisalleë) en de beukenlaan in de noordrand van de Kleine Beekermark hebben vooralsnog weinig bijgedragen aan de verspreiding van oud-bosplanten.

4.4 Nevelhorst

Algemene informatie

De Nevelhorst, ten westen van Didam gelegen, bestaat uit een complex van kleine bosjes, weilanden en akkers. Het ligt op de overgang van dekzandgronden naar het weidegebied op rivierkomklei in het noordwesten. Het noordelijk deel is de Greffelkamp, een complex van 37 ha dat bestaat uit opgaand bos en eikenhakhoutbosjes. Het zuidelijk deel wordt gevormd door de Nevelhorst. Samen

vormen ze de huidige beheerseenheid de Nevelhorst van Staatsbosbeheer. Het geheel is circa 320 ha groot. Hierin ligt een grote recreatieplas. De grens tussen de Greffelkamp en de Nevelhorst wordt gevormd door de doodlopende weg van de Luijnhorst naar de manege.

Het hakhoutbos is in de vijftiger jaren uitgegroeid tot opgaand spaartelgenbos. Het bestaat uit mengingen van Inlandse eik met Berk, Zwarte els, Zoete kers en Canadese populier.

De bodems in de Nevelhorst weerspiegelen de overgang van dekzand naar (oude) rivierklei. Het betreft voornamelijk 'gebroken gronden': roestige kleigronden op een zandondergrond beginnend op 40-60 cm diepte en (voorheen) met Gt III. Verder komen vlakvaaggronden voor met GT VI en VII. In het kader van de ruilverkaveling Bevermeer heeft er grondwaterdaling plaatsgevonden. Dit heeft tot gevolg gehad dat een aantal vochtminnende planten is achteruitgegaan of verdwenen (Prins 1988).

Historisch landgebruik

Een groot deel van de bosjes is op de Kadastrale Kaart van 1832 al aangegeven als eiken- en elzenhakhout. De meest noordelijke bosjes ten zuiden van de Greffelkampse straat (thans Foxheuvelstraat) waren toen nog grasland, maar staan op de TMK 1845 als gerabatteerd bos aangegeven. De hakhoutbosjes van de Nevelhorst vormden in 1832 een min of meer aaneengesloten boscomplex afgewisseld met enkele akkers en weilanden; nadien is dit complex sterk versnipperd geraakt, vooral ter weerszijden van de weg van de Luijnhorst naar de manege.

Paden en wegen

Toelichting op tabel 12 en kaart 6:

- Het merendeel van de thans verharde wegen was aan het begin van de negentiende eeuw al aanwezig. Enkele wegen zoals de Veldstraat, de Foxheuvelstraat en de Greffelkampse straat waren in gebruik als regionale wegen en lokale ontsluitingswegen: zij verbonden de gehuchten en boerderijen. Deze wegen zijn niet betrokken in het onderzoek m.u.v. de weg van de Luijnhorst naar de manege die al voorkomt op de Hottingerkaart (1783) en na 1940 is rechtgetrokken. Een rest van de oorspronkelijke, onverharde weg is nog aanwezig (type 3A-hh) maar wegens de geringe lengte niet verder onderzocht.
- Er komen veel wandelpaadjes voor in het gebied. Voor zover deze samenvallen met oorspronkelijke perceelscheidingen zijn ze opgenomen als type 4B en voor zover ze door oorspronkelijke percelen lopen als type 4C.
- Het boscomplex ter weerszijden van de weg van de Luijnhorst naar de manege staat al aangegeven op de Hottingerkaart. Het meest westelijke bosje aan het eind van deze weg en de Lange wetering (1832; Diemer wetering 1783; thans geen functie) bevat dan een woonkern qua grootte vergelijkbaar met het eveneens aan de Diemer wetering gelegen goed De Heese onder Didam. De oude weg vanaf de Luijnhorst moet deze woonkern hebben verbonden met Didam en Loil. In 1832 is de woonkern vervangen door twee kleine percelen (eikenhakhout en den) en bestaat het overige bos uit 'opgaande bomen' en 'elzenhakhout'.

Tabel 12. Belangrijkste typen van bospaden en -wegen in de Nevelhorst. Type en omschrijving in 1832 conform hoofdstuk 3 (kolom 2) en omschrijving situatie in 2000 (kolom 3)

type	omschrijving	huidig aangrenzend landgebruik, functie, verharding en beplanting
3A-hh (niet nader onderzocht)	restant ontsluitingsweg, ouder dan 1795, door hakhout	<ul style="list-style-type: none"> • spaartelgenbos (eik) • wandelpad (beheer SBB) • zavel en puin • Witte abeel, Eik en Els
4B-hh	paden, paadjes en perceelscheidingen, 1795-1850, door hakhout	<ul style="list-style-type: none"> • spaartelgenbos, Populier; grenspaden langs bos • wandelpaden (beheer SBB en recreatieschap) • zavel en puin • Eik, Els en Populier
4B-gl	idem, door grasland	<ul style="list-style-type: none"> • spaartelgenbos, Populier • wandelpad en doorgang landbouwvoertuigen (beheer SBB) • zavel en puin • Eik
4C-hh	paadjes, 1850-1940, door hakhout	<ul style="list-style-type: none"> • spaartelgenbos, Populier en resten voormalig elzenhakhout • wandelpad (beheer SBB en recreatieschap) • zavel en puin • Eik en Populier

Beheer van paden en naastgelegen bosgebieden

In de Nevelhorst is het beheer van wegen en paden verdeeld tussen Staatsbosbeheer, het Recreatieschap Achterhoek-Liemers en de gemeente Didam. Het recreatief gebruik van het terrein is extensief. Enkele (grotere) paden worden door boeren gebruikt om met de tractor bij hun land te komen. In het bos wordt regelmatig gedund, waarna het hout aan particulieren wordt verkocht. Zij komen met personenauto's en aanhangwagens dit hout ophalen. Zwaar transport komt niet voor in het terrein.

De paden zijn deels wandelpaden die door het Recreatieschap tussen april en oktober elke drie maanden werden gemaaid (in 2000 voor het laatst). Overhangende takken van struiken werden dan ook verwijderd. Per 1 januari 2001 draagt het Recreatieschap het beheer van een aantal paden over aan Staatsbosbeheer. De paden die al in beheer zijn bij Staatsbosbeheer, worden zeer extensief onderhouden. De beheerder vindt dat door het gebruik bepaald moet worden welke paden open blijven; paden die niet gebruikt worden groeien vanzelf dicht en vervallen.

Er is betrekkelijk weinig aandacht voor de risico's van dood hout in relatie tot de zorgplicht.

Karakteristieke soorten

Tabel 13. Aandachtsoorten en overige met paden geassocieerde soorten in de Nevelhorst.

Verklaring kolommen tabel:

- *voorkomen* (in onderzochte gebied): zz = eenmalig, z = hier en daar, a = regelmatig, aa = vaak
- *associatie* (van soort met pad): ++ = uitsluitend langs pad, + = voornamelijk langs pad, 0 = niet geassocieerd met pad
- (voorkomen in relatie tot) *typen pad* volgens tabel 12 met indicatie van procentuele verdeling van vondsten (vondsten langs paden vormen 100% per soort); x (niet van toepassing) voor soorten die niet geassocieerd zijn met paden.

	voorkomen	associatie	4B-lh	4B-gl	4C-lh
<i>aandachtsoorten</i>					
Bosanemoon	z	+	75	0	25
Boskortsteel	z	0	0	100	0
Bleke zegge	z	+	40	30	30
IJle zegge	a	+	20	60	20
Groot heksenkruid	z	+	10	70	20
Hazelaar	a	0	x	x	x
Kardinaalsmuts	z	0	x	x	x
Kantig hertshooi	z	++	100	0	0
Veelbloemige veldbies	z	++	50	0	50
Dalkruid	zz	++	0	0	100
Bosgierstgras	z	+	30	10	60
Veelbloemige salomonzegel	a	0	x	x	x
Schaduwgras	z	+	50	0	50
Bosandoorn	z	+	0	70	30
Grote muur	z	+	50	10	40
Valse salie	z	++	100	0	0
Bleeksporig bosviooltje	z	++	50	0	50
<i>Overige soorten</i>					
Kruipend zenegroen	z	++	0	100	0
Gevlekte aronskelk	z	0	x	x	x
Bospaardenstaart	zz	++	0	0	100
Gewone vogelmelk	z	0	x	x	x
Adderwortel	zz	++	100	0	0
Bloedzuring	z	++	0	70	30
Dagkoekoeksbloem	a	+	40	20	40
Knopig helmkruid	z	+	40	20	20
Bosklimopereprijs	z	++	40	0	60

Verklaring van verspreidingspatronen, ecologische functies van wegen en paden, actualiteit van functies

Verklarende factoren voor het voorkomen en ontbreken van aandachtsoorten (kaart 6) in de Nevelhorst:

Bodem en geomorfologie.

De ligging van de Nevelhorst op de overgang van het dekzandgebied rond Didam naar de kleigronden in het Greffelkampse broek, is verantwoordelijk voor het optreden van soorten van het Quercion (Wintereiken-Beukenbos op lichte zavel), Carpinion (Eiken-Haagbeukenbos op de zgn. 'gebroken gronden') en Alno-Padion (Essen-Iepenbos op klei). De oudste delen waren voornamelijk Eiken-Haagbeukenbos als eikenhakhout maar zijn door verdroging en omvorming naar eikenspaartelgenbos sterk van karakter veranderd (Prins, 1988). Het noordelijke deel, aangelegd rond 1840 op grasland, heeft nog veel elementen van het (Elzenrijk-)Essen-Iepenbos zoals Kraailook, Gevlekte aronskelk, Speenkruid, Groot heksenkruid en Elzenzegge, maar ook hier is de bodemflora sinds ca. 1960 dramatisch veranderd ten gunste van bramen en bossoorten van beter gedraineerde bodems als Boskortsteel en Veelbloemige salomonszegel.

Bosontwikkeling en bosklimaat

Al het bos is gerabatteerd om de drainage te verbeteren. Op de rabatten heeft zich een humusprofiel ontwikkeld met een persistente F- en L-laag als gevolg van verdroging en (als gevolg hiervan) verzuring. De omvorming van hakhout naar spaartelgenbos heeft de vorming van dit type humusprofiel nog versneld. De interessante bossoorten (Bosanemoon, Gewone vogelmelk e.d.) zijn vrijwel van de rabatten verdwenen en komen nog uitsluitend voor langs de greppels in het bos en langs de bospaden. In het meest noordwestelijke perceel met populier en een struiklaag van Gelderse roos, Hazelaar, Kardinaalsmuts en Een- en Tweestijlige meidoorn is de oorspronkelijke situatie nog enigszins intact met o.m. Gevlekte aronskelk, Gewone vogelmelk, Bosandoorn, Bleke zegge, Elzenzegge, IJle zegge, Aalbes, Zwarte bes e.d. Meer naar het zuiden verdwijnen de meeste van deze soorten uit het bos en nemen Boskortsteel, Bosgierstgras, Schaduwgras en Veelbloemige salomonszegel toe langs greppels. Dit zijn soorten van het potentieel natuurlijk Gierstgras-Beukenbos op goed ontwaterde, dieplemige bodems. Het verschijnen van de zeldzame Bospaardenstaart past ook in dit rijtje. Bij voortgaande verdroging en verbraming zullen overigens ook deze soorten weer goeddeels het veld ruimen. Het huidige dunningsbeheer van het spaartelgenbos zal dit proces nog meer versnellen.

Graasdruk.

Reeën komen veel voor in de Nevelhorst en hebben een aanzienlijke invloed op de verjonging. Toch zijn zij niet in staat de toenemende verbraming te controleren. Het ontbreken van Boskortsteel langs paden wordt mogelijk veroorzaakt door begrazing.

Verklarende factoren voor het voorkomen van aandachtsoorten langs paden in de Nevelhorst:

In het laatste stadium van het proces verdroging - verzuring - strooiselaccumulatie komen Bosanemoon, Bleke zegge, Bosgierstgras, Grote muur e.d. alleen nog langs paden voor. Hier fungeren paden bij uitstek als 'refugium'. Het voorkomen van enkele populaties van de kwelindicator Adderwortel langs een bospad is een stille getuige van de eens aanzienlijke grondwaterinvloed in dit gebied.

Najaar 1999 is een aantal percelen spaartelgenbos gedund en is hout via de smalle paden afgevoerd. Deze verstoring heeft voor veel (her)vestiging gezorgd

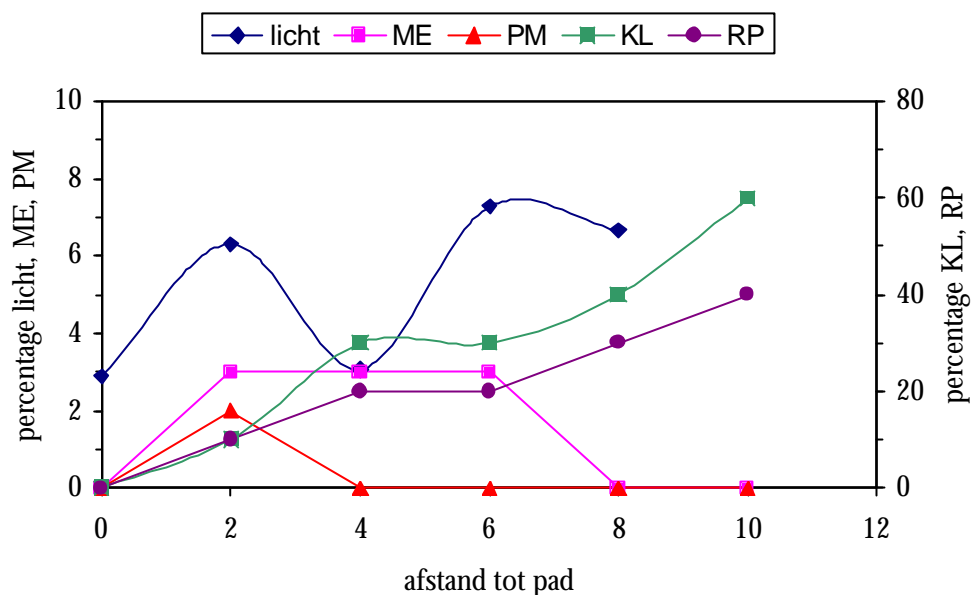
van bosplanten met een uitgesproken zaadbank zoals Bleke zegge, Bosgierstgras, Kantig hertshooi en Veelbloemige veldbies. In het bos zelf is dit effect minder duidelijk en door sterk toenemende verbraming ook van korte duur. Uiteraard profiteren ook meer ruderaal soorten als Knopig helmkruid en Ruige zegge. Ook Kale gerst werd hier aangetroffen, een uit Noord-Amerika afkomstige soort die algemeen voorkomt in maisakkers in de Liemers!

De lichtbeschikbaarheid over dit pad door het gedunde spaartelgenbos is 30%. Op hetzelfde pad door ongedund bos met Populier (32m hoog) langs het pad is 7% licht beschikbaar. Hier komt Bosgierstgras voor tot 6m vanaf het pad in het bos (bedekking boomlaag 10% Populier, 20% Es en 40% Eik) met 5% lichtbeschikbaarheid. De bramen (vnl. *Rubus pyramidalis*) bepalen hier de kruidlaag met tot 60% bedekking vanaf het pad tot diep in het bos (figuur 5).

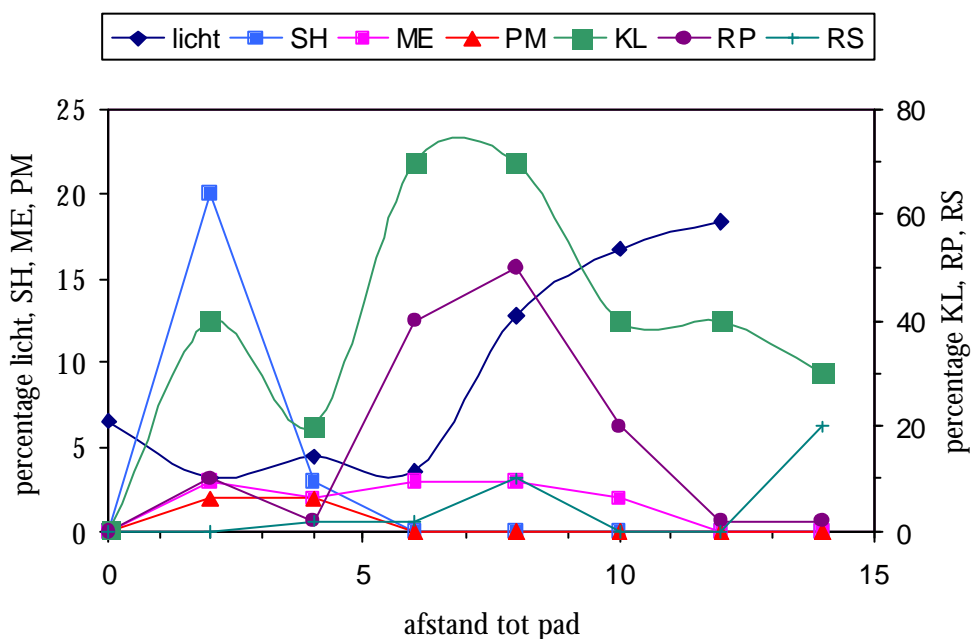
De lichtbeschikbaarheid vanaf een pad tot in het gedunde bos neemt toe van 2-3% in een strook van 6 m langs het pad tot ca. 17% in de rest van het bos. Grote muur groeit hier tot 4 m en Bosgierstgras tot 12 m vanaf het pad. Ook hier neemt de bedekking van bramen snel toe tot 30-40% vanaf 6 m van het pad (figuur 6).

Het noordelijk deel van het meest westelijk gelegen bosje onder de weg van de Luijnhorst naar de manege is een qua structuur uitzonderlijk homogeen spaartelgenbos vrijwel zonder struiklaag (bedekking boomlaag 40-60% vnl. Eik. In de kruidlaag komen vrijwel uitsluitend bramen voor in een 90-100 cm hoge laag met een totale bedekking van 40-70%; vnl. de schaduwtolerante *R. silvaticus*, *R. pyramidalis* en *R. rubercadaver*). Van extreme verruiging (met bramen in een allesbedekkende, manshoge laag) is dus nog geen sprake (zie ook § 4.5 Bevermeer). In een transect door het midden van het bosje is gemiddeld 5,7% licht beschikbaar en in een transect ca. 5 m uit de rand 6,3%.

Dit betekent dat in qua structuur homogene eikenbossen op deze rijke en verdroogde bodems een lichtbeschikbaarheid van 5% al leidt tot dominantie van bramen. In deze bramenlaag accumuleert nog meer strooisel, hetgeen de kruidlaag verstikt. Ook verjonging van bomen treedt nauwelijks meer op (muizen!). Onder deze omstandigheden fungeren eerst bosgreppels en bospaden, later uitsluitend bospaden als refugium voor bosplanten.



Figuur 5. Lichtbeschikbaarheid en bedekkingen (%) van Bosgierstgras (ME), Veelbloemige salomonszegel (PM), kruidlaag (KL) en de braam *Rubus pyramidalis* (RP) langs een transect loodrecht op een pad door bos met Populier 10%, Gewone es 20% en berk 40% van de kroonbedekking.



Figuur 6. Lichtbeschikbaarheid en bedekkingen (%) van Grote muur (SH), Bosgierstgras (ME), Veelbloemige salomonszegel (PM), kruidlaag (KL) en de bramen *Rubus Pyramidalis* (RP) en *R. sylvaticus* (RS) langs een transect loodrecht op een pad door bos met Populier 10% en Zomereik 30% van de kroonbedekking.

Samenvatting

- 1 De Nevelhorst is een tragisch voorbeeld van een potentieel uitzonderlijk rijk boscomplex dat door versnippering en verdroging en vervolgens verzuring en verzuiging veel natuurwaarde waarschijnlijk definitief is kwijtgeraakt. Dankzij de aanwezige gradient van klei naar dekzand is nog steeds een groot aantal bijzondere oud-bossoorten aanwezig.
- 2 Veel oud-bossoorten komen momenteel uitsluitend langs greppels en bospaden voor omdat alleen daar nog (basenrijke) minerale bodem zonder humusprofiel aanwezig is (Bosanemoon, Grote muur, Bosgierstgras, Bleke zegge e.d.). De paden hebben dan ook een uitgesproken refugiumfunctie.
- 3 Chronische verbraming is de nekslag voor vrijwel alle bosplanten en verjonging. Deze verbraming is het gevolg van:
 - verdroging/verzuring,
 - een homogene bosstructuur (uniforme leeftijd, geen struiklaag)
 - een lichtbeschikbaarheid >5% (door versnippering, afname vitaliteit eik en het ontbreken van een struiklaag)

4.5 Bevermeer/Pierik

Algemene informatie

De Bevermeerse bosjes liggen 2 km ten zuidoosten van Angerlo in de gemeenten Angerlo, Wehl en Hummelo & Keppel. Tot in de 60-er jaren werden de vier (toen nog vijf) bosjes als eikenhakhout beheerd. Daarna is dit hakhout doorgroeid tot spaartelgenbos. In het voorjaar van 2000 zijn de bosjes, totaal ca. 20 ha, vanuit particulier bezit overgegaan naar de Vereniging Natuurmonumenten. De bosjes zijn omgeven door grasland en sluiten aan op het heggenlandschap langs de Oude IJssel (Eldrikse weiden).

Evenals de Nevelhorst ligt Bevermeer op 'gebroken gronden', voornamelijk oude rivierklei. De ruilverkaveling Bevermeer is hier extra hard aangekomen door de aanleg van de Hoge Leiding, een wetering direct grenzend aan het boscomplex. Dit complex ligt nu ingeklemd tussen de Wehlse beek aan de zuidkant, de Didamse wetering aan de westkant en de Hoge Leiding aan de oostkant. De resulterende verdroging heeft desastreus uitgewerkt op de natuurwaarde van de bosjes. Alle bosjes zijn gerabatteerd.

Het onderzoek heeft zich beperkt tot de drie bosjes grenzend aan de Pierikse straat. Omdat de Bevermeerse bosjes zo kort in beheer bij Natuurmonumenten zijn, is geen informatie van het padenbeheer beschikbaar.

Historisch landgebruik

De Kadastrale Kaart 1832 en de TMK geven ten oosten van de Pierikse straat een groot aaneengesloten bos te zien. Hiervan is alleen het bosje tussen de Hoge Leiding en de Pierikse straat over. Ook ten westen van de Pierikse straat is een groot perceel bos (toen grenzend aan de 'Angerlose wetering') verdwenen. De noordhelft van het huidige bosje is het enige perceel dat gespaard is gebleven. Dit is rond 1900 langs de Pierikse straat in zuidrichting uitgebreid door percelen weiland en bouwland te

bebossen. Het bosje boven de Wehlse beek is vanuit een oude hakhoutstrook in noordelijke richting sterk uitgebreid op bouwland.

De Hottingerkaart (1783) laat ten westen van de Pierikse straat alleen het bosperceel zien dat na 1832 is verdwenen; de noordhelft van het huidige bosje zou dus rond 1800 aangelegd kunnen zijn. Ook ten oosten van de Pierikse straat geeft Hottinger aanzienlijk minder bos te zien dan de Kadastrale Kaart; het huidige bosje maakt wel deel uit van het bos in 1783. Het lijkt er dus op dat eind 18de of begin 19de eeuw het areaal hakhout aanzienlijk is uitgebreid en in de tweede helft van de 19de eeuw weer is omgevormd naar grasland.

Het onderzochte boscomplex is dus ten dele uitgesproken oud bos (bosje ten oosten van Pierikse straat), ten dele oud bos van voor 1832 en grenzend aan de oudste boskern (noordhelft bosje aan westkant Pierikse straat) en ten dele aangelegd tussen 1850 en 1900 op bouw- en weiland, grenzend aan oud bos van voor 1832.

Paden en wegen

Tabel 14. Belangrijkste typen van bospaden en -wegen in de Bevermeerse bosjes. Type en omschrijving in 1832 conform hoofdstuk 3 (kolom 2) en omschrijving situatie in 2000 (kolom 3).

<i>type</i>	<i>omschrijving</i>	<i>huidig aangrenzend landgebruik, functie, verharding en beplanting</i>
2A-hh	regionale verbindingsweg, ouder dan 1795, door hakhout	<ul style="list-style-type: none"> • spaartelgenbos (Eik) • regionale verbindingsweg • asfalt • grazige berm; geen eigen beplanting
4D-hh	bospaden, ten dele voormalige perceelscheidingen, waarschijnlijk van na 1940, door hakhout	<ul style="list-style-type: none"> • spaartelgenbos (Eik en Es) • bosbeheer (tot in 60-er jaren), nu zeer extensief gebruikt; geen recreatieve functie • zavel • meest verspreide Eik en Es; klein deel ook Amerikaanse eik

Toelichting op tabel 14 en kaart 7:

- De Pierikse straat is de enige oude infrastructuur; de bermen werden tot in de 70-er jaren begraasd door vee
- De paden die door het midden van de bosjes lopen en enkele dwarspaden zijn waarschijnlijk van recente datum.

Karakteristieke soorten

Tabel 15. Aandachtsoorten en overige met paden geassocieerde soorten in de Bevermeerse bosjes.

Verklaring kolommen tabel:

- *voorkomen* (in onderzochte gebied): zz = eenmalig, z = hier en daar, a = regelmatig, aa = vaak
- *associatie* (van soort met pad): ++ = uitsluitend langs pad, + = voornamelijk langs pad, 0 = niet geassocieerd met pad
- (voorkomen in relatie tot) *typen pad* volgens tabel 14 met indicatie van procentuele verdeling van vondsten (vondsten langs paden vormen 100% per soort); x (niet van toepassing) voor soorten die niet geassocieerd zijn met paden.

	voorkomen	associatie	2A-hh	4D-hh
<i>aandachtsoorten</i>				
Bosanemoon	z	+	0	100
Boskortsteel	z	+	0	100
Bleke zegge	z	+	0	100
IJle zegge	a	0		
Boszegge	z	+	0	100
Groot heksenkruid	z	0		
Lelietje-van-Dalen	zz	0		
Gele dovenetel	z	0		
Kamperfoelie	a	0		
Schaduwgras	a	0		
Veelbloemige salomonszegel	z	0		
Bosandoorn	z	+	0	100
Donkersporig bosviooltje	z	+	0	100
<i>overige soorten</i>				
Kruipend zenegroen	z	++	0	100
Gevlekte aronskelk	z	+	100	0
Grote keverorchis	z	0		
Gewone vogelmelk	a	0		
Gulden boterbloem	zz	0		
Speenkruid	z	+	80	20

Verklaring van verspreidingspatronen, ecologische functies van wegen en paden, actualiteit van functies

Verklarende factoren voor het voorkomen en ontbreken van aandachtsoorten (kaart 8) in de Bevermeerse bosjes:

Bodem en geomorfologie.

In tegenstelling tot de Nevelhorst en de A-locatie Bosslag (3 km ten zuiden van Bevermeer) liggen de Bevermeerse bosjes geheel op oude rivierklei en ontbreekt een gradient naar dekzand. Tot diep in het voorjaar waren deze bosjes (evenals het omringende grasland) zeer nat. De potentieel natuurlijke vegetatie had hierdoor meer elementen van het Essen-Iepenbos en minder van het Eiken-Haagbeukenbos. Grote muur, Bosgierstgras en Veldbies-soorten ontbreken om deze reden in het huidige bos, ondanks het feit dat er nu meer dan vroeger sprake is van een Eiken-Haagbeukenbos. Op termijn zal ook dit bostype verdwijnen door verdroging en worden vervangen door een Wintereikenbeukenbos met Beuk, Ruwe berk, Hulst e.d.

Bosontwikkeling en bosklimaat.

In 1962 is in de Bevermeerse bosjes vegetatiekundig onderzoek verricht door H.M. van der Steeg (ongepubliceerd). Voor het oostelijke bosje wordt een kruidlaag beschreven met Speenkruid, Ruwe smele, Gulden boterbloem, Bloedzuring en Muskuskruid, overgaand in Bosanemoon en Slanke sleutelbloem. Ook in het bosje ten westen van de Pierikse straat is een rijk ontwikkelde kruidlaag beschreven met Hondsdraf, Muskuskruid, Bosanemoon en het zeldzame Groot varentjesmos. Opvallend is verder het groot aantal

vochtminnende soorten als Moerasspirea, Blauw glidkruid, Penningkruid en Echte valeriaan.

Door verdroging, verzuring en strooiselaccumulatie is weinig meer over van deze kruidlaag. Muskuskruid en Slanke sleutelbloem zijn niet meer aangetroffen; Bosanemoon is uitgesproken zeldzaam langs enkele paden en in de bosstrook langs de Pierikse straat. Enkele vochtminnende soorten zijn met moeite te vinden op de paden, zoals Kruiwend zenegroen en Blauw glidkruid.

Graasdruk.

Reeën hebben een duidelijk zichtbare invloed op de vegetatie, maar zijn geen doorslaggevende factor voor de bosontwikkeling.

Verklarende factoren voor het voorkomen van aandachtsoorten langs paden in Bevermeer:

De meeste relictsoorten van het Essen-Iepenbos en Eiken-Haagbeukenbos bevinden zich in de relatief vochtige bosgreppels, zoals Groot heksenkruid, Gevlekte aronskelk, IJle zegge e.d. De greppels langs de Pierikse straat zijn vooral rijk aan Speenkruid en Gevlekte aronskelk.

De overlevingskans van de meeste bossoorten in deze verdrogende bosjes is gering. Enerzijds is het opgaande eikenspaartelgenbos te donker geworden (ca. 1.5-2% licht) en vormt zich een persistente strooisellaag, anderzijds treedt bij een lichtbeschikbaarheid >5% verruiging op door bramen, met name dominantie van de manshoge *Rubus macrophyllus*. De subtiele combinatie van geringe strooiselaccumulatie en een lichtbeschikbaarheid van 3-4% treedt op onder een scherm van Gewone es en een struiklaag van Hazelaar of Meidoorn. Hier komen nog steeds karakteristieke bosplanten voor op de rabatten, zoals Ruwe smele, Boskortsteel en een enkele Bosanemoon.

Bospaden vervullen wel de functie van 'refugium', maar voor een veel kleiner aantal soorten dan bv. in de Nevelhorst (zie tabel 13 en 15). Dit komt door de aanzienlijk zwaardere, slecht ontwaterde pseudogley-bodems. Op en langs de paden is de klei dermate vastgereden en arm aan biologische activiteit (wormen), dat maar weinig soorten kans zien zich hier te vestigen en (vegetatief) uit te breiden. Dit geldt met name voor bol- en knolsoorten als Gevlekte aronskelk, Speenkruid en Vogelmelk en voor rhizoomsoorten als Groot heksenkruid en Bosanemoon. Alleen Ruwe smele en enkele Zegge-soorten (IJle zegge, Bleke zegge, Boszegge, Valse voszegge) kunnen zich op de paden vooralsnog handhaven. Zelfs de meer ruderaal kleibossoorten komen nauwelijks langs de paden voor: Reuzenzwenkgras, Geel nagelkruid e.d.

Het is daarentegen opvallend hoeveel bossoorten zich bevinden in de (voormalige) buitenranden van de bosjes: Kraailook, Gevlekte aronskelk, Boskortsteel, Reuzenzwenkgras, Grote keverorchis, Vogelmelk, Schaduwgras, Gulden boterbloem, Speenkruid.

Uit genetisch onderzoek aan Boszegge (Arens et al., 2001) is gebleken dat er in de Bevermeerse bosjes slechts drie genotypen voorkomen, waarvan er één uitsluitend op paden en in het bos in de westrand van het westelijke bosje voorkomt en één op paden zowel in het westelijke als oostelijke bosje. Het derde genotype komt op één plek op het pad door het oostelijke bosje voor. Evenals in het Soelense bos (zie § 4.6) zullen de verschillende genotypen zich waar-

schijnlijk hebben gevestigd na overstromingen. Als gevolg van beheersactiviteiten (hakhout) zijn de genotypen vervolgens door het boscomplex verspreid geraakt waarbij de paden een belangrijke transportfunctie hebben gehad. Momenteel komt in het bos zelf (op de rabatten) nog maar zeer weinig, verminderd vitale Boszegge voor en is het voorkomen van Boszegge dus praktisch beperkt tot de paden.

Samenvatting

- 1 De Bevermeerse bosjes staan model voor het eertijds floristisch zeer rijke type eikenhakhout op oude rivierklei dat is omgevormd (doorgegroeid) tot spaartelgenbos en tegelijkertijd is ontwaterd met als gevolg verzuring, strooiselophoping en verbraming zoals al beschreven voor de Nevelhorst.
- 2 Het voormalig hakhoutbeheer zorgde voor een verstoringsregime dat duurzaam habitat opleverde voor een groot aantal (oud-)bosplanten. Deze soorten zijn inmiddels vrijwel verdwenen uit het bos. Vooral greppels en in mindere mate padranden fungeren nu als refugium voor vocht- en basenminnende soorten.
- 3 Door de zware bodem (in vergelijking met de zuidelijke bosjes van de Nevelhorst) hebben de bospaden een veel minder belangrijke refugiumfunctie. Slechts weinig bossoorten kunnen zich vestigen en handhaven in de vastgereden, oppervlakkig verzuurde en zomers sterk uitdrogende klei.

4.6 Soelense Bos

Algemene informatie, eigendom oppervlak, PNV, bodem, graasdruk

Het landgoed Soelen in de gemeente Buren is sinds 1992 in eigendom van het Staatsbosbeheer. Het is ongeveer 157 ha groot, waarvan 46 ha opgaand bos en 5,5 ha lanen. Boomgaarden hebben een gezamenlijk oppervlak van ruim 30 ha. Het overige oppervlak bestaat uit weiland, akkerland en gebouwen.

In de dertiende eeuw is er al sprake van de twee huizen, Soelen en Aldenhage, die sinds 1594 zijn verenigd in de heerlijkheid Soelen (Albers, 1995). In 1660 is door aankoop van grond de huidige omvang van het landgoed bereikt. Rond 1830 wordt het landgoed definitief ingericht in de landschapstijl zoals nu nog aanwezig.

Zowel het kasteel als het dorp Zoelen liggen op oude zandige stroomwallen van de Waal en de Linge. Hierover liggen rivierafzettingen (zavel en lichte klei). Het gebied is diverse keren als gevolg van dijkdoorbraken geïnundeerd geweest. Zo heeft in 1809 op het landgoed het water tot 3 m hoog gestaan en is, mede door ijsgang, veel schade en leed aangericht (Albers, 1995). De potentiële natuurlijke vegetatie is een Droog Essen-Iepenbos op de hogere delen met een gradiënt naar een Elzenrijk Essen-Iepenbos in de lagere delen.

Historisch landgebruik

Op de oudste kaart uit 1789 staan als bos aangegeven:

- de driehoek tussen Beemdse laan (d.i. de allée tussen het huis en de Beemdse straat) en Beemdse straat,
- het in 1828 gevelde sterrenbos aan de noordkant van het huis

- de bosstrook tussen het sterrenbos en Aldenhage (Albers 1995, afb.13⁵). Deze drie delen zijn ook nu nog bos; van het vml. sterrenbos is ca. 1/3 omgezet in grasland (“Notenwei”). De kaart van 1805 geeft de Dwarsallee geheel te zien met aan de noordkant van het landgoed een rechthoekige boskavel ten westen en een smal driehoekige ten oosten van deze allee. Zowel deze twee bossen als de driehoek met bos aan de Beemdse straat staan op de Kadastrale Kaart 1832 vermeld als opgaand bos; het (voormalige) sterrenbos heet “bosch van vermaak”.

Paden en wegen

Tabel 16. Belangrijkste typen van bospaden en -wegen in het Soelense bos. Type en omschrijving in 1832 conform hoofdstuk 3 (kolom 2) en omschrijving situatie in 2000 (kolom 3)

<i>type</i>	<i>omschrijving</i>	<i>huidig aangrenzend landgebruik, functie, verharding en beplanting</i>
5A-ob/bl/gl	alleeën ouder dan 1795, door bouwland, grasland en langs opgaand bos	<ul style="list-style-type: none"> • opgaand bos (Es, Eik, Gewone esdoorn) • alleeën (wandelpaden) • half verhard • geen eigen beplanting (Beemdse laan in 1995 opnieuw beplant met Eik)
4B-ob/bl	boswegen, grenspaden en “slingerpaden” van voor 1850, door en langs opgaand bos	<ul style="list-style-type: none"> • spaartelgenbos en opgaand bos van Eik, Es, Populier en Gewone esdoorn • recreatieve functie (wandelpaden) • half verhard en zavel • geen eigen beplanting, dus vnl. Eik en Es
4C-ob	bospaden, waarschijnlijk van na 1850, door opgaand bos	<ul style="list-style-type: none"> • als 4B-ob, plaatselijk Beuk als beplanting; ten dele door jong populierenbos

Toelichting op tabel 16 en kaart 9:

Op de oudste kaart van 1789 is de Beemdse laan tussen huis Soelen en de Beemdse straat aangegeven en het tussen deze laan en straat gelegen deel van de latere, vóór 1805 aangelegde, Dwarsallee. Deze alleeën zijn als type 5A aangeduid. De Dwarsallee is als type 4B opgenomen.

- Enkele “slingerpaden” (landschapsstijl) zijn wellicht ouder dan 1795 zoals de paden door de bosstrook tussen huis Soelen en Aldenhage.

Beheer van paden en naastgelegen bosgebieden

Het Soelense Bos wordt beheerd als landgoed. Het landgoedkarakter moet in stand blijven en men kijkt daarbij vooral naar cultuurhistorische en beeldbepalende aspecten en minder naar natuurwaarden en (nog) niet naar houtproductie. De akkers

⁵ In het onderschrift bij deze afbeelding in het rapport van Albers wordt de kaart toegeschreven aan C. Muller voor het jaar 1804-1805. In paragraaf VI.1 en ook elders in de tekst wordt deze kaart van Zoelen en Buren echter geplaatst in het jaar 1789 en wordt de “Situatietekening van de Huizen Zoelen en den Alden Haag” in 1805 geplaatst (=Afb. 15 en kft). Op de kaart uit 1789 ontbreekt overigens de zgn. Dwarslaan, de allee ten westen van de as Aldenhage-Soelen. Zowel in de tekst als op de toponiemenkaart in het rapport wordt echter gesuggereerd dat deze allee rond 1690 zou zijn aangelegd.

en weilanden zijn in (erf)pacht bij biologische boeren. Staatsbosbeheer voert de beheersmaatregelen uit in het bos en aan de lanen. Houtproductie is geen bosfunctie, maar wellicht gaan in de toekomst dunningen plaatsvinden volgens de principes van geïntegreerd bosbeheer.

Het Soelense Bos is opengesteld voor wandelaars. Er is één rondgaand wandelpad dat tien jaar geleden is verhard met vermalen puin; enkele plekken van het pad worden gedraineerd. Voor die tijd was het pad in deplorabele staat door slecht onderhoud en het berijden met zware machines; nu is het pad het hele jaar begaanbaar. De verharding behoeft voorlopig geen onderhoud. De totale dichtheid aan paden is geschat op gemiddeld 100 m per hectare.

Staatsbosbeheer heeft in het Soelense Bos een aantal dode bomen langs bospaden van alle takken ontdaan, maar de stammen met takstompen wel laten staan. Alleen wanneer er een risico op het omvallen van de boom bestaat, wordt de boom omgezaagd.

Staatsbosbeheer maait alleen langs de zichtas en voert langs alle paden controles uit op dood hout. Met een werkvoorzieningsschap worden eens per vier tot vijf jaar de overhangende takken langs het hoofdpad gesnoeid. Verder vindt nauwelijks beheer langs de paden plaats.

Karakteristieke soorten

Tabel 17. Aandachtsoorten en overige met paden geassocieerde soorten in het Soelense bos. Verklaring kolommen tabel:

- *voorkomen* (in onderzochte gebied): zz = eenmalig, z = hier en daar, a = regelmatig, aa = vaak
- *associatie* (van soort met pad): ++ = uitsluitend langs pad, + = voornamelijk langs pad, 0 = niet geassocieerd met pad
- (voorkomen in relatie tot) *typen pad* volgens tabel 17 met indicatie van procentuele verdeling van vondsten (vondsten langs paden vormen 100%); x (niet van toepassing) voor soorten die niet geassocieerd zijn met paden.

	voorkomen	associatie	5A	4B	4C
<i>aandachtsoorten</i>					
IJle zegge	a	+	10	60	30
Boszegge	z	+	10	60	30
Groot heksenkruid	aa	0	x	x	x
Schaduwgras	a	+	20	70	10
Bosandoorn	a	++	20	60	30
Overige soorten					
Gewone vogelmelk	z	0	x	x	x

Verklaring van verspreidingspatronen, ecologische functies van wegen en paden, actualiteit van functies

Verklarende factoren voor het voorkomen en ontbreken van aandachtsoorten (kaart 10) in het Soelense bos:

Bodem en geomorfologie

De zavelige stroomruggen in de Betuwe zijn goed ontwaterd en hebben een hoge biologische activiteit waardoor basen- en kalkhoudende klei voortdurend beschikbaar blijft, ook voor vaatplanten en mossen. Pseudogley, sterke oppervlakkige verzuring en de vorming van een dik humusprofiel, zo karakteristiek voor de verdrogende bossen op oude rivierklei (Nevelhorst, Bevermeerse bosjes), komen dan ook praktisch niet voor.

De Betuwse kleibossen, meest landgoedbossen op lichte stroomruggen, zijn o.m. belangrijk voor Boszegge (Hemmen, Den Eng bij Ommeren, Soelen, Doddendael bij Ewijk). IJle zegge, Groot heksenkruid, Schaduwgras en Bosandoorn komen in alle landgoedbossen voor. Het (nog steeds) ontbreken van veel oud-bossoorten is waarschijnlijk te wijten aan de geïsoleerde ligging van de bossen en het geheel uitblijven van overstromingen, het 'natuurlijke' proces voor aanvoer van diasporen in het rivierengebied.

Bosontwikkeling en bosklimaat

Hoewel in de boomlaag een aanzienlijk aandeel Zomereik en Populier voorkomt, zijn het Gladde iep en vooral Es en Gewone esdoorn die zich goed verjongen. In de struiklaag zorgen deze boomsoorten, samen met Vogelkers en Eenstijlige meidoorn (hier en daar ook Tweestijlige), voor zoveel schaduw op de bosbodem dat chronische verruiging door Brandnetel of Dauwbraam niet zal optreden. Bramen (*Rubus fruticosus* agg.) spelen in deze bossen sowieso geen rol. Het bosklimaat vormt dus geen beperkende factor voor vestiging en overleving van bosplanten.

Verklarende factoren voor het voorkomen van aandachtsoorten langs paden in het Soelense bos:

In tegenstelling tot de bossen op oude rivierklei (Nevelhorst, Bevermeer) is het bos zelf geschikt habitat voor bosplanten en vervullen bospaden geen refugium-functie.

Wel hebben de paden in de kleibossen een belangrijke transportfunctie. Uit genetisch onderzoek aan Boszegge, o.m. op landgoed Soelen en in de Bevermeerse bosjes, is gebleken dat in elk boscomplex slechts een klein aantal genotypen voorkomt, soms slechts één (Arens et al., 2001). Deze genotypen blijken wel vaak zeer verspreid door het boscomplex voor te komen. Aangezien (de veelal homozygote) Boszegge zich uitsluitend verspreidt door zaad kan alleen transport van zaad met dieren of via menselijke activiteiten voor lokale verspreiding zorgen.

Op Soelen komen drie genotypen voor met meer dan één vindplaats. Eén genotype komt over het gehele landgoed voor, allereerst in of langs alle delen die al bos waren in 1789 (Aldenhage, Sterrenbos, bosstrook tussen Aldenhage en Sterrenbos, hoek Beemdse laan en Dwarslaan) en verder langs paden op twee plaatsen in het omstreeks 1800 aangelegd bos aan de noordkant van het landgoed. Ondanks gericht zoeken werd Boszegge niet aangetroffen in het

(mogelijk in de 17de eeuw aangelegde) bos tussen Beemdse laan en Beemdse straat. Dit patroon leidt tot de hypothese dat Boszegge zich ooit (bv. door een overstromingsgebeurtenis) heeft gevestigd in de rand van het landgoed, bv. rond Aldenhage, en zich vervolgens heeft uitgebreid in eerste instantie (eind 17de eeuw, met de geometrische aanleg van het park) langs paden richting Soelen en Beemdse straat en later (eind 18de eeuw, met de aanleg van de Dwarslaan en het bos aan de noordkant van het landgoed) langs paden in het nieuw aangelegde bos. Een tweede genotype concentreert zich vooral rond het voormalige Sterrenbos en de bosstrook tussen dit bos en Aldenhage en is mogelijk afkomstig van een ander vestigingsmoment. Ook dit genotype heeft zich langs paden uitgebreid in het bos van rond 1800.

In deze hypothese hebben paden en wegen dus een belangrijke functie als transportroute en uitvalsbasis voor bosplanten waarvoor ruim voldoende geschikt habitat in het bos aanwezig is, maar waarvan het gesloten areaal zich niet heeft uitgebreid tot het betreffende boscomplex.

Of de vestigingsmomenten van Boszegge samenhangen met overstromingsgebeurtenissen of de aanvoer van plantsoen is niet uit te maken. In de 19de eeuw zijn nogal wat “sparren” en “dennen” aangeplant (Albers, 1995), waarschijnlijk uit esthetische overwegingen. Op landgoed Den Eng bij Ommeren (Het Geldersch Landschap), waar veel exotische boomsoorten zijn aangeplant, is Boszegge waarschijnlijk met plantsoen meegekomen. Hier is sprake van één genotype dat zich langs paden uitbreidt vanuit één bronpopulatie.

Samenvatting

- 1 In parkbossen op klei, waarvan landgoed Soelen een voorbeeld is, komen weinig oud-bossoorten voor, waarschijnlijk als gevolg van het geringe bosoppervlak en de geïsoleerde ligging. Ook de (nog steeds) betrekkelijk hoge pH van de jonge rivierklei zal meespelen. Een andere belangrijk verschil met de veel rijkere (voormalige) hakhoutbossen op oude rivierklei (bv. Nevelhorst, Bevermeerse bosjes) is de geringe beheersactiviteit in parkbossen.
- 2 Paden hebben vrijwel uitsluitend een transportfunctie. Het bos zelf biedt ruim voldoende geschikt habitat. Het verspreidingspatroon van Boszegge suggereert echter dat soorten die zich verspreiden langs paden toch moeite hebben zich in het aangrenzende bos te vestigen, waarschijnlijk door het ontbreken van beheersactiviteiten of een meer natuurlijk verstoringsregime waarmee diasporen door het bos worden verspreid.



Foto 2. Een bospad onder een beukenlaan geeft weinig interessante bosplanten te zien.

5 Oud-bosplanten en ecologische functies van bospaden en -wegen: een overzicht van hypothesen

Het optreden van bosplanten, in het bijzonder oud-bosplanten, langs bospaden en -wegen is een opvallend fenomeen, vooral in bossen op niet te arme en niet te rijke bodems. In § 5.1 wordt de in § 3.3 geïntroduceerde indeling in ecologische functies van bospaden en -wegen toegelicht en als hypothesen voor verder onderzoek uitgewerkt.

In § 5.2 zal het concept oud-bossoort opnieuw worden gezien vanuit het inzicht dat door onderzoek aan bospaden en -wegen is ontstaan en in verband worden gebracht met 'life histories' van oud-bosplanten. Hiertoe is in bijlage 2 voor alle aandachtsoorten een aantal eigenschappen weergegeven.

5.1 Ecologische functies van bospaden en -wegen

Bospaden en -wegen als refugium

Achtergrond

Het bos is ongeschikt geworden voor overleving en hervestiging van bosplanten terwijl de bospaden (nog) wel geschikt habitat vormen.

Terreinkenmerken

- 1) Het duidelijkst (meest dramatisch) komt dit voor in de rijkere, (voormalig) grondwaterbeïnvloede bossen (Eiken-Haagbeukenbossen, Essen-Iepenbossen op oude rivierklei e.d.). Deze bossen zijn vaak verdroogd en vervolgens verzuurd waardoor een ectorganisch humusprofiel ontstaat zoals uitvoerig beschreven voor de Wildenborch bij Vorden (Jansen et al., 1994). Bosplanten die voor hun kieming afhankelijk zijn van een minerale, basenrijke bodem kunnen zich onder deze condities alleen nog (her)vestigen langs paden en greppels. Vaak gaat het bovendien om voormalig (eiken)hakhout dat een donker bos is gaan vormen.
- 2) Ook in armere bossen op lemige bodem (keileem, holtpodzolen e.d.) waar loofhout is vervangen door dichte opstanden van snelgroeiend naaldhout (Japanse lariks, Douglas, Fijnspar). In deze bossen is door bodembewerking, lichtgebrek en strooiselaccumulatie vrijwel geen oorspronkelijke ondergroei meer aanwezig en hebben bossoorten kunnen overleven in de bermen van bospaden en -wegen, vaak steilkanten (bv. holle wegen) waar weinig strooisel accumuleert.
- 3) Als 2, maar met Beuk als dominante boomsoort. Vaak door successie vanuit bos met Wintereik, Adelaarsvaren en Beuk waaruit de eerste twee verdwijnen en een qua structuur uniform beukenbos overblijft (bv. boombossen op de Veluwe). Ook hier zijn licht en strooiselophoping, mogelijk ook vocht, in het bos beperkend geworden.

Bospaden en -wegen als vestigingsmilieu

Achtergrond

De bermen van oude wegen en paden (vooral in voedselarme bossen) hebben een aantal eigenschappen die ze bijzonder geschikt maken als vestigingsmilieu voor soorten (vooral van iets rijkere bossen):

- 1) verrijking door verharding (ingebrachte leem, puin e.d.), sediment met de afvoer van neerslag en verstuiving (onverharde wegen)
- 2) vochtvoorziening: afvoer van neerslag via paden, afvoer van water naar de bermen, stagnatie door verdichting
- 3) lichtklimaat: betrekkelijk hoog, vaak >10%, en constant; geldt niet voor beukenlanen
- 4) verstoringsregime: bermen worden onregelmatig verstoord en bieden enerzijds mogelijkheden voor nieuwe vestigingen, anderzijds voldoende tijd voor uitbreiding; bij hoge dichtheden van zwijnen ligt de frequentie te hoog
- 5) afwijkende bosstructuur en boomsoortensamenstelling: zie Terreinkenmerken)

Terreinkenmerken

- 1) In principe geldt deze functie voor alle bospaden- en wegen en niet alleen voor vestiging van karakteristieke bosplanten. Op de zandgronden springt deze functie echter meer in het oog, omdat zich soorten vestigen die normaliter op rijkere groeiplaatsen voorkomen. De vestigingskansen voor bosplanten onder Beuk zijn zo gering dat deze functie voor beukenlanen geen rol speelt.
- 2) Beplantingen in bermen en op boswallen zijn vaak ouder en hoger en dus qua structuur afwijkend van het omringende bos. Soms zijn er aparte hakhout- of dennenafdelingen langs paden, vooral in de oude heideontginningen (bv. limietbeplantingen in Bergherbos rond 1840: den rond percelen hakhout). Het is waarschijnlijk dat deze afwijkende stroken en randen voor vogels (en zoogdieren?) een zekere voorkeur hebben als foerageergebied, rustplaats of corridor, zeker toen veel landschappen bosarmer waren dan thans (heideontginningen!). Met name soorten met vlezig vruchten (Dalkruid, Gewone salomonszegel, Kamperfoelie, Lijsterbes, Sporkehout, Mispel, Bramen, Wilde appel e.d.) hebben hiervan geprofiteerd en profiteren nog steeds. Door de toename van besdragende soorten wordt de aantrekkingskracht van de bermbeplanting op vogels en zoogdieren nog meer versterkt. Dit effect is ook waarneembaar in geïsoleerde bosjes in poldergebieden. Een vergelijkbaar fenomeen is vastgesteld in exclusures in het Kroondomein Het Loo: door het buitensluiten van wild kon zich in de exclusures in korte tijd bos verjongen met een structuur die sterk afweek van het omringende bos. In de exclusures werden vervolgens tal van besdragende soorten aangetroffen die niet afkomstig waren uit de directe omgeving zoals Kamperfoelie, Bramen, Sporkehout en zelfs Hondсроos, Zwarte appelbes en Zweedse lijsterbes (Kuiters et al., 1997). Ook in het op leemarm zand gelegen bosreservaat Zwarte Bulten bij Rozendaal bleken oudere individuen van besdragende houtige soorten (m.u.v. Hulst) vrijwel te zijn beperkt tot bermen

van bospaden (ongepubliceerd onderzoek Chris Bekkers, IAH Larenstein/Alterra).

- 3) Een speciaal geval van 2) zijn bosstroken, wegbeplantingen en houtwallen langs wegen die pas later deel zijn gaan uitmaken van een boscomplex.
- 4) Een hoge graasdruk en woelactiviteit door zwijnen werken belemmerend op de vestiging van bosplanten.

Bospaden en -wegen als transportroute

Achtergrond

- 1) Oude paden en wegen, vooral met (inter)regionale functie waren (en zijn soms nog steeds) transportbanen voor aan- en afvoer van diasporen in het cultuurlandschap d.m.v. karren, machines, hout/ stammen, takken(bossen), strooisel, hooi, plaggen, paarden, schapen etc. De transportfunctie is alleen zichtbaar in combinatie met de functie van vestigingsmilieu en maakt verder onderdeel uit van de functie die bospaden en -wegen hebben als uitvalsbasis.
- 2) Het is waarschijnlijk dat de soortenrijkdom van oud-boskernen zich lang heeft kunnen handhaven als gevolg van de vele dynamische processen en transportvectoren (zie 1) die in oude cultuurlandschappen aanwezig waren (Bonn & Poschlod, 1998 § 2.1.6).
- 3) Onderdeel van 2) betreft het transport van diasporen binnen de beheers-eenheid, zowel langs paden als loodrecht erop. Dit essentiële proces draagt bij aan de ruimtelijke opbouw van populaties vanuit initiële vestigingen of relictpopulaties (bv. na overstromingen, perioden met hoge graasdruk, bosuitbreiding) en verkleint de invloed die het lokaal uitsterven van populaties heeft op de populatiedynamiek. Ook hier is het waarschijnlijk dat beheersactiviteiten in het verleden (bv. hakhoutcultuur) in hoge mate verantwoordelijk zijn geweest voor het transport van diasporen van paden naar het bos en omgekeerd (bv. Bevermeerse bosjes, Nevelhorst, Soelense bos).

Terreinkenmerken

- 1) Het is niet duidelijk in hoeverre de transportfunctie van paden en wegen op regionale schaal nog van belang is voor de aan- en afvoer van diasporen van bosplanten. Vroeger hadden doorgaande onverharde wegen deze functie. Nu is het voornamelijk fietsverkeer dat terreinen regionaal met elkaar verbindt. De transportfunctie is beter zichtbaar naarmate het landschap direct buiten de beheerse-eenheid meer afwijkt in nutriëntenstatus en waterhuishouding (overgangen arm-rijk) zoals in de Nevelhorst, het Loenense bos en het Bergherbos.
- 2) De transportfunctie binnen de beheerse-eenheid kan alleen werken vanuit bronpopulaties langs paden. In principe komen alle oude bospaden en -wegen hiervoor in aanmerking. Richtlijnen voor de inventarisatie en het beheer van deze infrastructuur zijn uitgewerkt in § 6.2.

Bospaden en -wegen als uitvalsbasis

Achtergrond

Zodra het bos (weer) geschikt wordt voor (her)vestiging van bosplanten, kunnen initiële vestigingen (vestigingsfunctie) of relictpopulaties langs paden (refugium-functie) gaan dienen als bron voor (re)kolonisatie van het bos.

Terreinkenmerken

- 1) Zoogdieren, vogels en mieren zijn “natuurlijk” verantwoordelijk voor het transport van diasporen binnen het bos, zowel via in- als uitwendig transport (zie bijlage 2). Beheer gericht op structuurdiversiteit en een toenemend aandeel dood hout zal de aanvoer en verspreiding van zaden en vruchten ten goede komen. Bosbegrazing door wild en vee draagt om deze reden ook bij aan de verspreiding van diasporen en faciliteert tevens de vestiging van bosplanten. Echter, bij een constant hoge graasdruk en woelactiviteit zullen 1) diverse bossoorten door selectieve begrazing verdwijnen, 2) bronpopulaties niet of nauwelijks tot bloei en vruchtzetting komen en 3) vestigingsmilieu te frequent worden verstoord. Een (natuurlijk) fluctuerende graasdruk verdient dus de voorkeur (Siebel & Bijlsma, 1998).
- 2) Op de hoge zandgronden zijn op de eerste plaats de oude bebossingen van Grove den en Japanse lariks op voormalige eikenhakhoutgroeiplaatsen geschikt als habitat voor bosplanten (Bergherbos: Dalkruid, Witte klaverzuring, Ruige veldbies, Valse salie). Op de tweede plaats komen heidebebossingen van Grove den langs oude paden met (secundaire) bronpopulaties. In deze gevallen zullen soorten zich vooral stap-voor-stap (vegetatief en/of via zaad) uitbreiden in aangrenzend bos.
- 3) Multifunctioneel bosbeheer kan het stap-voor-stap proces van uitbreiding aanzienlijk versnellen door passief transport van diasporen en het creëren van habitat voor vestiging. Het is niet uitgesloten dat beheersactiviteiten van doorslaggevende betekenis zijn (geweest) bij het verspreiden van diasporen door het bos. Bosreservaat Het Rot onder Winterswijk is een voorbeeld van een zeer oud geïsoleerd bos zonder noemenswaardige infrastructuur en een zeer geringe beheersactiviteit: alle oud-bossoorten (afgezien van Adelaarsvaren en enkele oud-bosbramen) bevinden zich (nog steeds?) langs een beekje door het reservaat, op de boswallen in de buitenrand en langs een bospad naar een boerderij juist buiten het reservaat (Clerkx et al. 2000).

5.2 De betekenis van oud bos voor het beheer: een historisch referentiebeeld

Het concept “oud bos” en “oud-bosplant” is in Engeland ontwikkeld in de zestiger jaren van de vorige eeuw en sinds Rackham’s “Ancient woodland” (1980) ingeburgerd en onderwerp van studie. Peterken (1994) geeft een historisch overzicht. Recent is de NW-Europese literatuur m.b.t. oud-bosplanten samengevat en geëvalueerd (Wulf, 1997; Honnay et al., 1998; Hermy et al., 1999). Uit deze overzichten blijkt een goede consensus m.b.t. de classificatie van oud-bosplanten. Anderzijds blijken er aanzienlijke regionale verschillen op te treden en talrijke

uitzonderingen voor te komen, wat aanleiding is geweest het concept oud-bossoort kritisch te bezien (Bakker & Van Tweel-Groot, 1998; Bonn & Poschlod, 1998; Schoonderwoerd & Nyssen, 1999). Deze kritiek en het in dit rapport (en door Bakker & Van Tweel-Groot, 1998) gesignaleerde optreden van oud-bosplanten langs bospaden en -wegen geeft aanleiding het concept oud-bosplant te nuanceren (zie ook § 1.3). Hierbij zijn de volgende punten van belang:

- *Ruimtelijke configuratie van oud en nieuw bos.* Onderzoek aan oud-bosplanten heeft zich vooral gericht op statistische analyses van relaties tussen het voorkomen van soorten en historisch landgebruik. De ruimtelijke samenhang van landgebruikvormen wordt hierbij vaak buiten beschouwing gelaten. Zo zal bijvoorbeeld een recent beboste akker in de onderrand van het Savelsbos, dus grenzend aan 'oud bos', al snel worden gekoloniseerd door oud-bosplanten (Schoonderwoerd & Nyssen, 1999) die gemakkelijk kiemen en in staat zijn zich over korte afstanden efficiënt te verspreiden (bijlage 2). Dit proces van herkolonisatie van aangrenzend bos verklaart in hoge mate het voorkomen van oud-bosplanten in 'jong bos' en doet niets af aan de bruikbaarheid van het concept. Zie verder Wulf (1994) voor een overzicht van oorzaken voor het voorkomen van oud-bosplanten in 'jong bos'.
- *Schaalniveaus van dispersie.* In veel analyses worden bosplanten geassocieerd naar dispersiewijze op grond van zaad- en vruchtkenmerken. Zo worden Bosanemoon en Boszegge verspreid door mieren en heeft Grote muur überhaupt geen dispersievector (bv. Hermy et al., 1999 en zie Bijlage 2). Oud-bosplanten als groep zouden zich voornamelijk over korte afstanden en dus zeer langzaam verspreiden. Deze benadering geeft grote problemen bij het interpreteren van verspreidingsgegevens die als regel verspreide clusters en talrijke geïsoleerde vondsten te zien gegeven (Bonn & Poschlod, 1998) en gaat voorbij aan het feit dat veel (en waarschijnlijk alle) soorten op verschillende schaalniveaus door schaalspecifieke vectoren efficiënt werden (en soms worden) verspreid. Zo heeft Boszegge tenminste drie schaalniveaus van verspreiding: lokaal (-1 m) door het gaan liggen van bloeiwijzen in de herfst, regionaal (-1000 m) voornamelijk door (bos)beheersactiviteiten (grond, machines, hout e.d.) en mogelijk door zoogdieren (epizoochoor) en nationaal (vele kilometers) uit aanspoelsel na overstromingen of met plantsoen (Arens et al., 2001). Ook Bosanemoon breidt zich langs paden (vnl. zaad) veel sneller uit dan in het bos (vnl. door wortelstokken) en verspreidt zich uitstekend over grotere afstanden met wortelstokfragmenten via water en sediment tijdens overstromingen (eigen waarnemingen). Soorten kunnen dus niet worden geassocieerd met één dispersiemechanisme of dispersieverdeling. Dat dit wel gebeurt, wordt veroorzaakt doordat betreffend onderzoek zich vooral concentreert in 'versnipperde' landschappen. Pas in aaneengesloten bosgebieden met oud-boskernen (zoals het Bergherbos) wordt de dispersiecapaciteit van bosplanten pas goed zichtbaar.
- *(Historisch) landgebruik als dispersievector.* Door Bonn & Poschlod (1998) wordt de rol van de mens en van landbouwhuisdieren bij de dispersie van (bos)planten indringend onder de aandacht gebracht. Het onderzoek in dit rapport bevestigt deze opvatting. Zo kan het voorkomen van Donkersporig bosviooltje, Grote muur en Grote veldbies langs de Droefakkers in het Loenense bos worden

gezien als stille getuigen van het proces waarmee deze soorten zich in het oude cultuurlandschap op regionaal schaalniveau hebben weten te verspreiden. Bonn & Poshlod (1998) gaan nog verder:

“So trifft die [...] Hypothese des Fehlens von Metapopulationen in Wäldern, [...], möglicherweise nur für Wälder der heutigen Kulturlandschaft zu. In der historischen Kulturlandschaft hingegen ist aufgrund der zahlreichen dynamischen Prozesse auch für diese Biotypen die Existenz von Metapopulationen zu vermuten, die, wie [...] beispielhaft anhand der Haustiere beschrieben, zwar lokal wiederholt ausgelöscht wurden, sich aber aufgrund der Präsenz verschiedenster Ausbreitungsvektoren auch immer wieder neu etablieren konnten.”.

- *Oud bos is intensief beheerd (gebruikt) bos*. Al het nu nog aanwezige ‘oud bos’ in NW-Europa is eeuwenlang intensief gebruikt, meestal als hakhout of middenbos met beweiding of als strubben in open heidelandschappen en zelden of nooit (vanaf zeg 1650) als opgaand bos. Niet zelden blijkt dit ‘oud bos’ in het verleden geheel geveld of geroid te zijn geweest en opnieuw ingeplant. Dit betekent dat ‘oud bos’ synoniem is met ‘historisch productiebos’.

Deze laatste constatering vormen een ‘historisch referentiebeeld’ en bieden praktische aanknopingspunten voor het huidige bosbeheer met als uitgangspunten:

- 1) het verhogen van de natuurwaarde van het bos mede door gebruik te maken (van kernen) van oud-bos en
- 2) een productiedoelstelling als onderdeel van
- 3) ‘natuurgericht bosbeheer’.

De productiedoelstelling garandeert bosgebruik en daarmee een verstoringsregime dat essentieel is voor de vestiging en overleving van veel bossoorten en voor (een deel van) het transport van diasporen binnen en tussen bossen. Natuurgericht bosbeheer garandeert structuurdiversiteit en een toename van dood hout, nodig voor het duurzaam overleven van veel diergroepen (vogels, kleine zoogdieren, insecten) die op hun beurt bijdragen aan het transport van diasporen.

Het historische referentiebeeld en de daaruit volgende algemene richtlijnen voor het beheer laten zich vooralsnog moeilijk verenigen met het ecologisch referentiebeeld van een zelfregulerend bosmozaïek waarin de mens geen rol speelt. Zelfregulerend bos (‘natuurbos’, ‘niets-doen beheer’) zou bij voorkeur in de jongste of sterkst gedegradeerde terreindelen moeten plaatsvinden. Helaas is vaak het omgekeerde het geval: de terreindelen met de hoogste natuurwaarde (vaak ook qua bodemvruchtbaarheid rijker en mede daardoor minder gedegradéerd) krijgen als eerste de doelstelling “zelfregulerend bos”. Een historisch referentiebeeld impliceert overigens niet de terugkeer van historische beheersvormen. Peterken (1996):

“In any case it is an illusion to think that there was one historic state which can be restored, for traditional management changed and developed, even if the pace had been slow by modern standards. More fundamentally, historical treatment has become self-conscious and thereby somewhat false. The woods are an expression of mankind as well as nature, and the people that matter have changed greatly”.

6 Conclusies en aanbevelingen voor het beheer van bospaden en -wegen

6.1 Conclusies

Hoofdconclusie:

Het afsluiten van (oude) infrastructuur in en langs oud-boskernen en het (met goede bedoelingen) opnemen van deze kernen in natuurboszones (zelf-regulerend bos, niets-doen bos) is desastreus voor het duurzaam voorkomen van oud-bosplanten. Beheersactiviteiten en de transportfunctie van paden creëren condities nodig voor de verspreiding van diasporen en (her)vestiging van de karakteristiek bosplanten, zowel binnen als vanuit de oud-boskernen.

De overige conclusies worden hieronder gerangschikt naar vier thema's.

I. Historische achtergronden van ecologische functies van bospaden en -wegen

- 1) Historisch landgebruik (veedrift en -weide; oogst, winning en transport van producten waaronder hout, hooi, strooisel, zand en grind, plaggen etc.) heeft belangrijk bijgedragen aan de verspreiding van (bos)planten op regionale schaal. Oude infrastructuur is een schaarsgeworden onderdeel van dit dynamisch systeem waarvan de historische functie (bos) is gecontinueerd.
- 2) Het voorkomen van oud-bosplanten hangt (direct of indirect door herkolonisatie) samen met bosgroeiplaatsen ouder dan ca. 250 jaar. Deze 'oude bossen' zijn te beschouwen als 'historische cultuurbossen' (intensief gebruikt middenbos en hakhout). Oud-bosplanten vormen een belangrijke component van de natuurwaarde van een bos. Hoewel vrijwel geen enkele soort uit deze categorie op de Rode Lijst voorkomt, is de kans op (her)vestiging van deze soorten klein, in een aantal gevallen zelfs nihil. Dit maakt oud-bosplanten tot aandachtsoorten voor het beheer.
- 3) Beheersactiviteiten in het bos zijn in hoge mate verantwoordelijk voor het (versnelde) transport van diasporen van de paden naar het bos (en vice versa) en het creëren van vestigingsmilieu, vooral daar waar meer natuurlijke verstoringsregimes niet optreden (windworp, grote herbivoren, inundaties, brand e.d.).

II. Huidige ecologische functies van bospaden en -wegen

- 4) Bermen van en bosstroken langs oude bospaden en -wegen (zeg van voor 1800 door of langs percelen hakhout of opgaand bos, eventueel omgevormd tot dennenbos) hadden en hebben belangrijke ecologische functies als transportroute, vestigingsmilieu en refugium voor karakteristieke bosplanten.
- 5) De transportfunctie betreft zowel de uitwisseling van diasporen tussen bossen (in combinatie met de functie als vestigingsmilieu) als de verspreiding van diasporen vanuit bronpopulaties langs paden binnen het bos. Veelal gaat het hierbij om soorten die voor hun kieming minerale bodem behoeven.

- 6) De functie als vestigingsmilieu hangt samen met de aanwezigheid van een verstoringregime, nodig voor vestiging van veel bosplanten, en (in het geval van arme bossen) met gunstige abiotische condities ten opzichte van het omringende bos: verrijking met nutriënten- en basen en een betere vochtvoorziening. Ook de vaak afwijkende bosstructuur langs paden heeft waarschijnlijk bijgedragen aan deze functie.
- 7) De refugiumfunctie van paden is van belang gebleken in situaties waar het omringende bos ongeschikt is geworden voor vestiging en overleving van bosplanten. Met name geldt dit voor grootschalige omvorming naar snelgroeiend naaldhout en voor verdroogde/verzuurde bossen en verder voor bossen die chronisch te donker zijn geworden.
- 8) Voor het huidige beheer van groot belang is dat populaties van bosplanten langs paden en wegen zich kunnen uitbreiden in het aangrenzend bos ('uitvalsbasis') zodra de condities voor vestiging en overleving (weer) gunstig zijn.

III. Huidige status van het beheer van bospaden en -wegen

- 9) Beheerders kunnen veelal niet aangeven hoeveel meter pad er in het bos ligt en wat de totale onderhoudskosten zijn. Deze onderhoudskosten lopen vaak sterk uiteen. De hoogte van de kosten van uitbesteed werk (zoals onderhoud van verhardingen) weten ze wel, omdat ze daar de rekening van krijgen. Vaak weten ze niet hoeveel mens- en machine-uren zijn gemoeid met de werkzaamheden die in eigen beheer worden uitgevoerd, zoals inspectie en onderhoud van begroeiingen langs paden.
- 10) De minimum hoeveelheid pad in de Subsidieregeling Natuurbeheer is voor de terreinbeherende organisaties een belangrijke sturende factor. Dit betekent dat ook wanneer een organisatie paden wil afsluiten, ca. 50 m pad per ha gehandhaafd zal blijven.
- 11) De zorgplicht is voor beheerders een belangrijk punt van aandacht. Het is niet bekend wat hiervan de effecten op termijn zullen zijn. Het zou kunnen leiden tot het afsluiten van paden, maar ook tot zwaardere dunningen langs paden. Beheerders verwachten in ieder geval dat er minder dood hout langs het pad zal blijven staan en dat lanen eerder verjongd zullen worden.
- 12) Naast de beheerder/eigenaar van een terrein zijn er vaak andere organisaties die wegen en paden in het terrein beheren. Paden binnen één object worden vaak op verschillende wijzen beheerd en het beheer kan in de loop van de tijd variëren.
- 13) In het algemeen hebben de geïnterviewde beheerders tot nu toe geen speciale aandacht gehad voor vegetatie langs de paden. De vegetatie langs de paden was bij geen van de terreinen opgenomen in het beheersplan.
- 14) Beheerders hebben behoefte aan inzicht in de factoren die het voorkomen van plantensoorten langs de paden beïnvloeden.

IV. Uitgangspunten voor het beheer van bospaden en -wegen

- 15) Het beheer van bospaden en -wegen is sterk afhankelijk van de ligging, van het beheer van het aangrenzende bos, de boomsoort, de grondsoort, het reliëf en de functie van het pad.
- 16) De ecologische functies van bospaden en -wegen zijn het meest uitgesproken op de lemige zandgronden, leemgronden en oude-rivierkleigronden, omdat de

- betreffende bostypen veruit de meeste oud-bosplanten herbergen. Het gaat dus vooral om de fysisch-geografische regio's 'Hogere zandgronden' en 'Heuvelland'.
- 17) De in het bos opgenomen beukenlanen ontberen alle genoemde ecologische functies en fungeren als barrières bij de vesting en uitbreiding van bosplanten.
 - 18) Een constant hoge graasdruk en met name frequente woelactiviteit door zwijnen beperken de mogelijkheden van vestiging en uitbreiding van karakteristieke bosplanten langs bospaden en -wegen en daarmee de kansen op het duurzaam overleven van deze soorten.

6.2 Aanbevelingen

In deze paragraaf volgen aanbevelingen voor terreinbeheerders. Onder het eerste kopje wordt aangegeven hoe men kan vaststellen of in eigen terrein potentieel ecologisch waardevolle infrastructuur aanwezig is en om welke ecologische functies het gaat.

Indien er kansrijke infrastructuur aanwezig is, kan onder het tweede kopje richtlijnen voor het beheer van de betreffende bospaden en -wegen gevonden worden. Het derde en laatste kopje geeft enkele overwegingen waarmee rekening gehouden kan worden bij het afsluiten van bospaden.

I. Protocol voor de inventarisatie van ecologisch belangrijke infrastructuur

- 1) Allereerst moet de boshistorie worden nagegaan uitgaande van de als Historische Atlas van Nederland 1:50.000 uitgegeven Topografische en Militaire Kaart (TMK). Als bos staat aangegeven dan levert de Kadastrale Kaart 1832 meer informatie m.b.t. landgebruik (eenvoudig te raadplegen in de provinciale rijksarchieven). In eerste instantie zoeken naar 'eikenhakhout' ('akkermaal', 'hakhout'), 'opgaand bos' of 'heide met struiken'. Dennenbos wijst op heidebebossingen; deze zijn interessant voor zover ze deel uitmaken van een complex met 'hakhout' en/of 'opgaand bos'. 'Opgaand bos' langs paden en wegen is meestal Beuk.
- 2) Vervolgens kan het bodemtype worden vastgesteld uitgaande van de bodemkaart 1:50.000. Zowel de arme en droge zandgronden als de zware, slecht ontwaterde kleibodems zijn weinig kansrijk. Op de hogere zandgronden komen vooral holtpodzolgronden en leemhoudende humuspodzolen en bekeerdgronden in aanmerking. In de kleigebieden zoeken naar de meest lichte zavelgronden.
- 3) TMK en Kadastrale Kaart 1832 geven een beeld van de infrastructuur in het gebied. Voor zover deze infrastructuur nog aanwezig is, kunnen de typen 1-5, van interregionaal naar lokaal, worden toegekend (zie § 3.1.2).
- 4) Combinatie van huidig bosareaal met 1), 2) en 3) levert het gebied en de infrastructuur die potentieel waardevol zijn voor oud-bosplanten.
- 5) Afhankelijk van bodem en waterhuishouding kan de potentieel natuurlijke vegetatie (pnv) worden vastgesteld en een lijst met aandachtsoorten bepaald (bijlage 2). Het voorkomen van deze soorten moet door veldkarteringen worden vastgesteld. Hierbij zijn naast de combinatiekaart 4) ook aanwijzingen van oude beheersvormen van belang, zoals hakhoutstoven, boswallen en -greppels en oude markante bomen.

- 6) Op grond van de mate van associatie van bossoorten met paden en wegen en kennis van de relatie bossoort en bostype (bijlage 2) kan worden bepaald welke ecologische functies bospaden en -wegen momenteel vervullen.

II. Beheer van ecologisch belangrijke infrastructuur

- 7) Voor soorten die karakteristiek zijn voor de pnv van de beheerseenheid, maar die sterk zijn geassocieerd met paden ('refugium'-functie), kan aangepast beheer van het aangrenzende bos bijzonder nuttig zijn. Populaties langs paden gaan dan functioneren als bron ('uitvalsbasis') van herkolonisatie.
- 8) Voor soorten die minder karakteristiek zijn voor de pnv van de beheerseenheid, kan worden nagegaan hoe het padbeheer (niet) moet worden uitgevoerd om de betreffende populaties tenminste te handhaven. Vaak gaat het om soorten die aanwijzingen geven over de cultuurhistorische achtergrond van de infrastructuur. Het beheer van populaties van deze soorten heeft dus grote cultuurhistorische en educatieve waarde.
- 9) Bosbeheer zodanig zoneren dat ecologisch belangrijke infrastructuur blijft functioneren in het bosbeheer.
- 10) Ecologisch belangrijke infrastructuur ook zoveel mogelijk openstellen voor publiek, toezicht en bosbeheer. Handhaven van een onregelmatig verstoringsregime op en langs paden zodanig dat minerale bodem op en langs de paden beschikbaar blijft.
- 11) Voorkomen van (ontstaan van een) uniforme bosstructuur en boomsoorten-samenstelling in bosstroken langs paden ('lanen': risico dat gehele pad te licht, te donker e.d. wordt); lanen met Beuk of Amerikaanse eik zo mogelijk omvormen (bij uitval openingen laten of inplanten met inlandse eik of struiksoorten). Bij voorkeur instellen van een uitkapsysteem.
- 12) Boswegen zoveel mogelijk als half-verhard en bospaden onverhard beheren. Zo mogelijk padherstel na perioden van bosbeheer achterwege laten (wielsporen, poelen e.d.).
- 13) Onderhoud van paden alleen met minerale grond, puin e.d., maar niet met organisch materiaal zoals houtsnippers, snoeisel e.d., wat leidt tot verzuivering.
- 14) Handhaven van bosklimaat en vermijden van 'bosrandklimaat' langs paden op zwaardere bodems en op lichte bodems bij lage graasdruk. Gemiddeld lichtniveau van 5%. Aandeel van schaduwboomsoorten zoals Beuk en Douglas beperken.

III. Uit beheer nemen en afsluiten van infrastructuur

- 15) In principe komen die paden en wegen in aanmerking die bij de inventarisatie niet zijn geselecteerd als kansrijk voor oud-bosplanten (zoals aangegeven onder het eerste kopje) en die ook niet aansluiten op ecologisch belangrijke infrastructuur.
- 16) Afsluiten bij in de armste (meest gedegradeerde) en/of jongste delen van het terrein.
- 17) Bij voorkeur zodanig afsluiten dat doorgaande routes (wandelingen) ontstaangericht op het ontstaan van verbindingen met andere terreinen.
- 18) Nagaan of beukenlanen uit beheer kunnen worden genomen en dan zodanig afsluiten dat de lanen kunnen aftakelen zonder een gevaar op te leveren voor wandelaars e.d. Aftakelende beuken dragen aanzienlijk meer bij aan de natuurwaarde van het terrein dan een goed onderhouden beukenlaan.

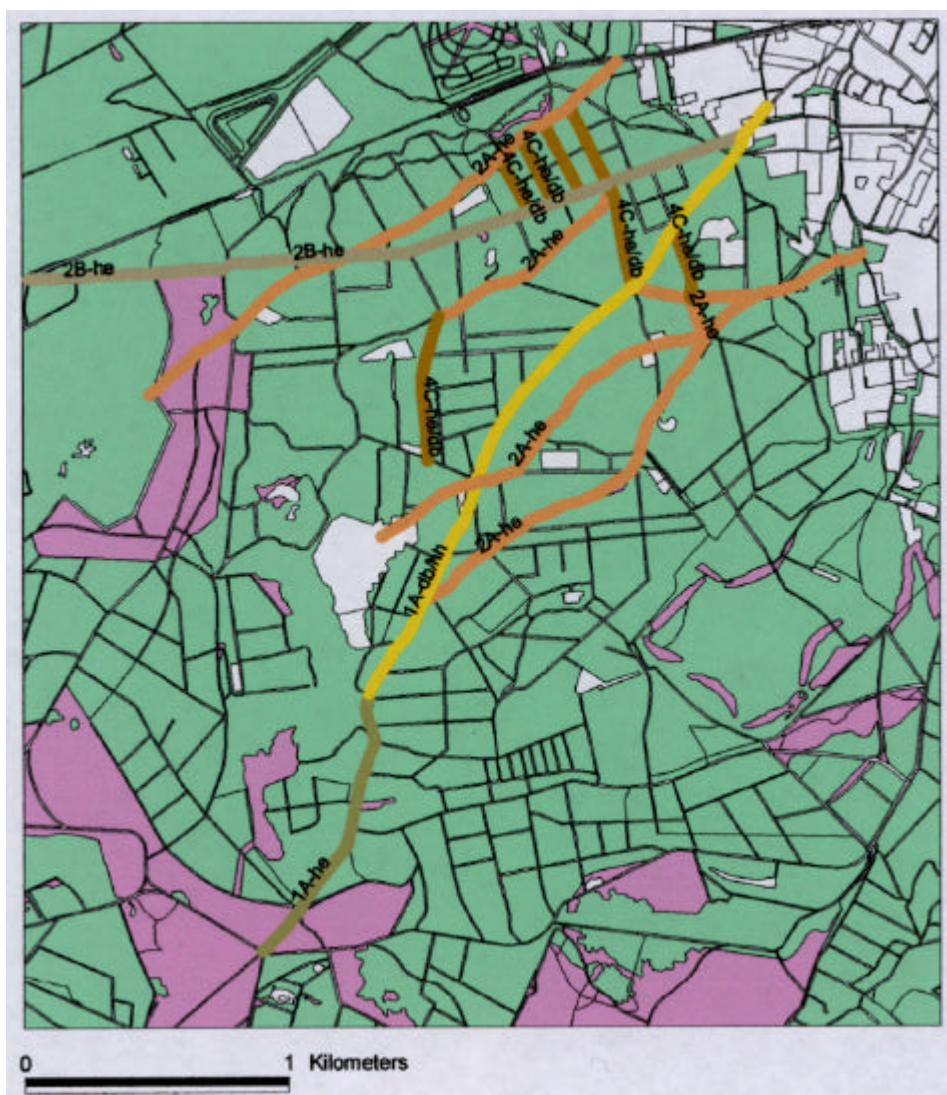
Literatuur

- Albers, L.H. 1995. Landgoed Soelen. Geschiedenis en aanbevelingen. Rapport. Albers Adviezen, Utrecht.
- Arens P.F.P., R.J. Bijlsma, W. van 't Westende, L.J. van Os, M.J.M. Smulders & B. Vosman. 2001. Genetic structure and breeding system of Wood sedge (*Carex sylvatica*) populations in the (former) Rhine floodplain in the Netherlands. *Molecular Ecology* submitted.
- Bakker, M. & L. van Tweel-Groot. 1998. Historische referentiebeelden voor de bossen van Twente. Historische ligging, beheer en samenstelling van bossen als referentie voor het huidige bosbeheer. Staring Centrum rapport 521, Wageningen.
- Balen, W.J. 1938. De gulden spade: omzwervingen door onze elf provincien. Tjeenk Willink, Hilversum. 151 p.
- Bijlsma, R.J., J.T.R. Kalkhoven & H.G.J.M. Koop. 1997. Natuurboszones. Een procedure voor aanwijzing. IBN-rapport 328, Wageningen.
- Bonn, S. & P. Poschlod. 1998. Ausbreitungsbiologie der Pflanzen Mitteleuropas. Quelle & Meyer, Wiesbaden.
- Clerkx, A.P.P.M., M.E. Sanders, W.W.P. Jans & R.J. Bijlsma. 2000. Bosreservaat Het Rot. Bosstructuur en vegetatie bij aanwijzing tot bosreservaat. Alterra-rapport 192, Wageningen
- Dansen, K. & T. Roozen. 1994. Gids voor de terreinen van de Stichting Het Geldersch Landschap. Arnhem
- Donkersloot-de Vrij, M. 1995. Topografische kaarten van Nederland uit de 16de tot en met de 19de eeuw. Canaletto, Alphen aan de Rijn.
- Elzinga, G. en S. Tiebosch. 1997. Kwaliteit van wandelroutes. Uitgave Stichting Recreatie, 70 pp.
- Fockema Andreae, S.J. 1957. Hessenwegen. Mededelingen der Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen, Afd. Letterkunde. Nieuwe Reeks Deel 20, No. 11
- Forman, R.T.T. & L.E. Alexander. 1998. Roads and their major ecological effects. *Annu.Rev.Ecol.Syst.* 29: 207-231.
- Gazenbeek, J. 1936. Langs de eeuwenheugende Hessensporen. Buiten: geïllustreerd weekblad aan het buitenleven gewijd. Vol 30: 464-465.
- Goossen, C.M., F. Langers & J.F.A. Lous. 1997. Indicatoren voor recreatieve kwaliteiten in het landelijke gebied. Wageningen. DLO-Staring Centrum, 132 p.
- Grontmij, 1991. Handboek inrichtingselementen voor bos, natuur en landschap. Richtlijnen voor aanleg, beheer en constructie van technische voorzieningen in het landelijk gebied, De Bilt, Grontmij n.v., 160 p.
- Groot Bruinderink, G.W.T.A., E. Hazebroek & H. van der Voet. 1997. Wroeten door het wilde zwijn en de gevolgen voor bodem en bosverjonging. In: S.E. van Wieren et al. (red), Hoefdieren in het boslandschap. Backhuys, Leiden; 131-145.
- Heek, J. van. 1999. Een bos voor steenkolen en vogels. *Natuurgericht beheer Bergherbos. Den Schaorpaol* 20(2): 10-14.

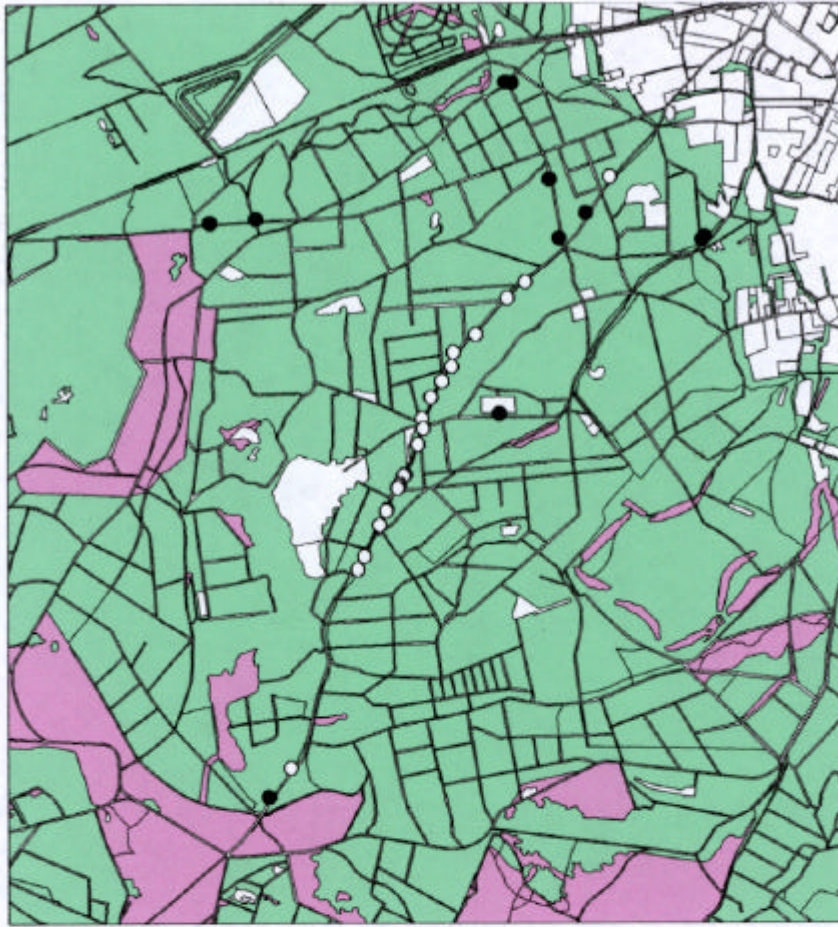
- Hekhuis, H.J. en R.H.M. Peltzer. 1995. Intensiteit van het recreatief bosgebruik in Overijssel. Indelingscriteria en kosten, Wageningen, Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, IBN-rapport 209.
- Hermy, M., O. Honnay, L. Firbank, C. Grashof-Bokdam & J.E. Lawesson. 1999. An ecological comparison between ancient and other forest plant species of Europe, and the implications for forest conservation. *Biol.Conser.* 91: 9-22.
- Honnay, O., B. DeGrootte & M. Hermy. 1998. Ancient-forest plant species in western Belgium: a species list and possible ecological mechanisms. *Belg.J.Bot.* 130: 139-154.
- Ingenieursbureau 'Oranjewoud' B.V. en Terp B.V., 1982. Recreatief medegebruik of specifiek aanbod? Een analyse van de kosten van recreatieve voorzieningen ten behoeve van fietsen, wandelen, paardrijden en vissen, Heerenveen.
- Jansen, P.C., R.H. Kemmers & P. Mekkinck. 1994. Eco-hydrologische systeem-beschrijving van het landgoed 'De Wildenborch'. Staring Centrum, rapport 296, Wageningen.
- Jong, J.J. de. 1998. Normkosten voor bos met hoofddoelstelling natuur, aan de hand van acht cases. Wageningen, Landbouwniversiteit Wageningen, Vakgroep Bosbouw, AV98-04, 85 p.
- Kerckamp, H. 1966. *Historie van Velp en Rozendaal*. Arnhem
- Kuiters A.T., P.A. Slim & A.F.M. van Hees. 1997. Spontane bosverjonging en hoefdieren. In: S.E. van Wieren et al. (red), *Hoefdieren in het boslandschap*. Backhuys, Leiden; 99-129.
- Leijden, F. 1941. Oude wegen op de Veluwe. *Bijdragen en Mededeelingen der Vereeniging "Gelre"*, deel XLIII.
- Ludwig HA 1995 *Het Kleefse Hout*. *Old ni-js* 33: 103-107
- Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, 1999. Objectivering doelpakketten. *Knopen op 1000 punten*.
- Ouden, J.B. den, M. Vocks, M.E.A. Broekmeyer & H.G.J.M. Koop. 1996. A-locatie bossen in Gelderland. IBN-rapport 240, Wageningen.
- Paquay, V. 1998. In handen van de Hofkammer. *Bosbeheer en bosbouw onder de vorsten van Hohenzollern in Bergh (1801-1912)*. *Den Schaorpaol* 19(4): 10-13.
- Peterken, G.F. 1994. The definition, evaluation and management of ancient woods in Great Britain. *NNA Berichte* 3: 102-114.
- Peterken, G.F. 1996. *Natural woodland. Ecology and conservation in northern temperate regions*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Peterken G.F. 1998. Woodland origin as a factor in the distribution of native trees and shrubs in central Lincolnshire. *The Lincoln Naturalist* 24, 162-179.
- Peterken, G.F. & J.L. Francis. 1999. Open spaces as habitats for vascular ground flora species in the woods of central Lincolnshire, UK. *Biol.Conser.* 91: 55-72.
- Pol, J.J.G. van der. 1995. Zijn Hessenwegen misschien ouder dan de weg naar Rome? *De Zandloper* 1: 10-14.
- Prins, G.A.H. 1988. De ontwikkeling van de vegetatie in twee hakhoutcomplexen in De Liemers. Rijksinstituut voor Natuurbeheer. Intern rapport 88/78, Leersum.
- Rackham, O. 1980. *Ancient woodland*. Arnold, London.
- Renckens, M.L.M. (red.), 1996. *De aansprakelijkheid van de wegbeheerder*. VUGA Uitgeverij, 's Gravenhage, 146 pp.

- Reuver, P.J.H.M. 1989. Tussen beplantingsplan en eindbeeld. Het beheer van bosplantsoen. Arnhem, Stichting Praktijkonderwijs en Leerlingwezen voor bosbouw, cultuurtechniek en groene sector, 288 p.
- Sanden, J.J. van der, 1986. Analyse van de exploitatiekosten voor recreatie bij Staatsbosbeheer. Een analyse ten behoeve van budgettering, Landbouwwuniversiteit Wageningen, Wageningen.
- Schmal, H. 1984. 's Rijks groote wegen in de negentiende eeuw. Historisch Geografisch Tijdschrift.
- Schepers, F. en R. Schols. 1985. Ecologie en beheer van holle wegen in Zuid-Limburg, Sittard. 64 p.
- Schoonderwoerd, M. & B. Nyssen. 1999. Moerslag 18. Historisch beheer en huidige vegetatie van het Savelsbos. Scriptie Natuurbeheer & Plantenecologie en Bosteelt & Bosoecologie, Landbouwwuniversiteit Wageningen.
- Schütz, P.R. en G. van Tol. 1990. Aanleg en beheer van bos en beplantingen. Wageningen, Pudoc. 504 p.
- Siebel, H.N. & R.J. Bijlsma. 1998. Patroonontwikkeling en begrazing in boslandschappen: New Forest en Fontainebleau als referenties. IBN-rapport 357, Wageningen.
- Staatsbosbeheer. 1998. Normenboek Staatsbosbeheer 1998-1999. Normen voor uitvoering van werkzaamheden in bosbouw, Natuurbeheer en Landschapsverzorging, Driebergen.
- Spies, T.A. & M.G. Turner. 1999. Dynamic forest mosaics. In: M.L. Hunter jr. (ed), Maintaining biodiversity in forest ecosystems. Cambridge University Press, Cambridge; 95-160.
- Thompson K., J.P. Bakker & R.M. Bekker. 1997. The soil seed banks of North West Europe: methodology, density and longevity. Cambridge University Press, Cambridge.
- Trombulak, S.C. & C.A. Frissell. 2000. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. *Conser.Biol.* 14: 18-30.
- Visschedijk, P.A.M. 1995. Beoordeling beheerskosten ten behoeve van recreatie in SBB terreinen. Wageningen, Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, IBN-rapport 132.
- Waal, R. W. de & R. Winteraeken, 1999. Humus en de natuurlijke verjonging van Zomer- en Wintereik. *De Levende Natuur* 100: 163-167.
- Werf, S. van der, 1991. Natuurbeheer in Nederland. Deel 5. Bosgemeenschappen. Pudoc, Wageningen. 375 p.
- Wulf, M. 1994. Überblick zur Bedeutung des Alters von Lebensgemeinschaften, dargestellt am Beispiel "historisch alter Wälder". *NNA-Berichte* 7, 3-14.
- Wulf, M. 1997. Plant species as indicators of ancient woodland in northwestern Germany. *J.Veg.Sci.* 8: 635-642.
- Zuurbier, P.J.P., Th.J.M. Borst, C.W. van Iperen, B. Ploeger en J.H. Spijker. 1991. Kwaliteit en kosten bij het beheer van recreatievoorzieningen. Onderzoek in het kader van het NRLO/OORO onderzoekprogramma Openlucht recreatie 1987-1991, Thema 32-a/c/e, Werkgroep Recreatie/Vakgroep Bedrijfskunde, Landbouwwuniversiteit Wageningen, Wageningen, 178 p.

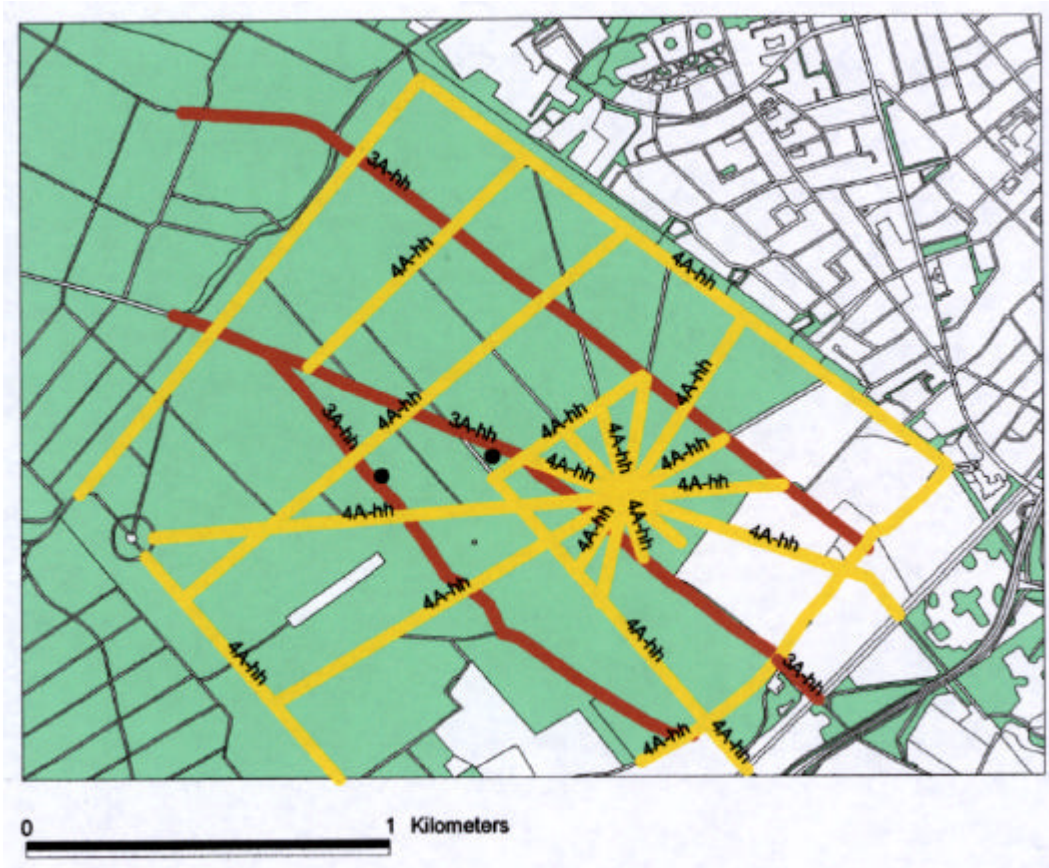
Kaarten behorende bij §4.1 t/m §4.6



Kaart 1. Loenense Bos. Typologie van paden en wegen. Codering volgens tabel 5.



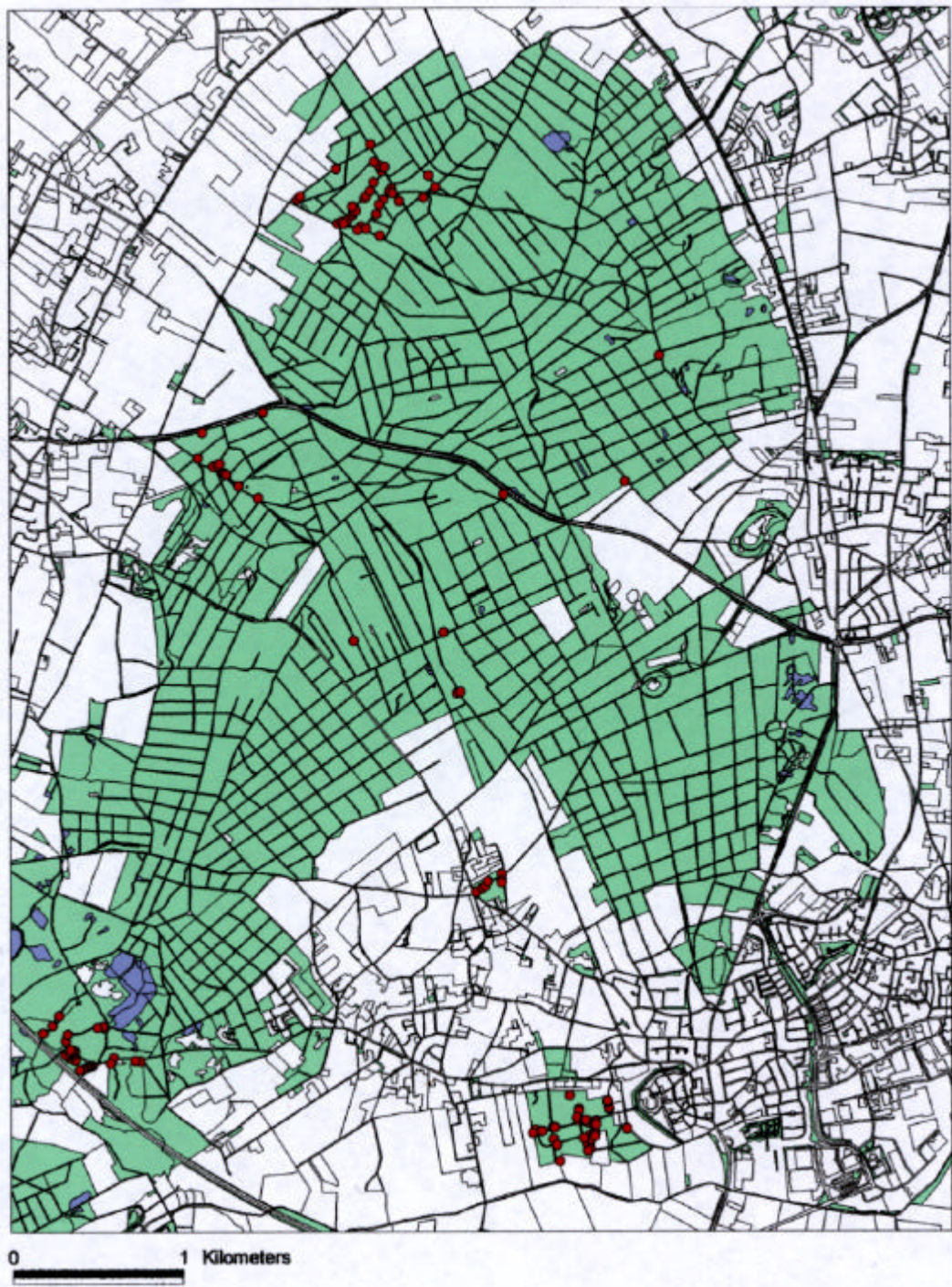
Kaart 2. Loenense Bos. Boven: Voorkomen van Veelbloemige veldbies (dichte cirkels) en Schaduwgras (open cirkels). Onder: Voorkomen van Grote muur (dichte cirkels) en Donkersporig bosviooltje (open cirkels).



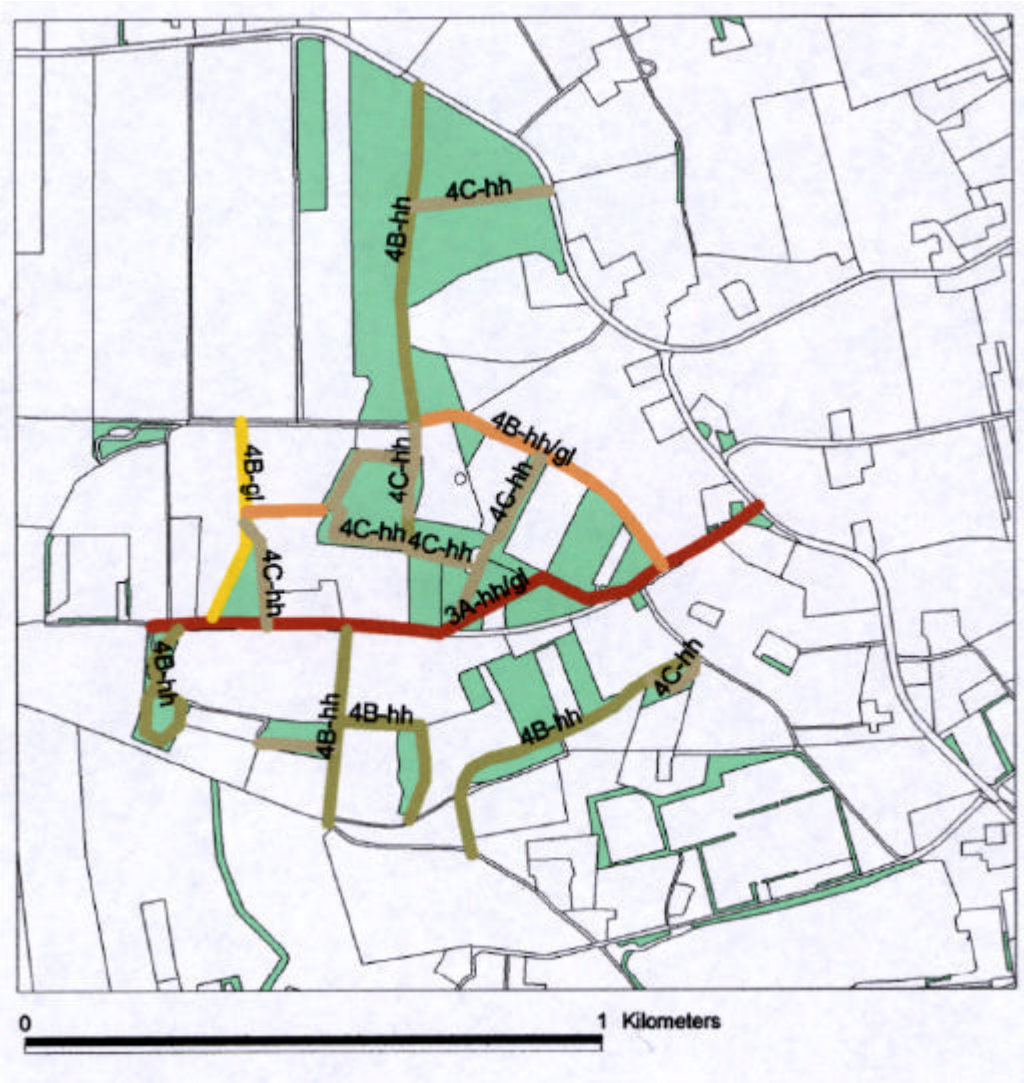
Kaart 3. Hof te Dieren. Typologie van paden en wegen volgens tabel 7 en voorkomen van Witte klaverzuring (dichte cirkels).



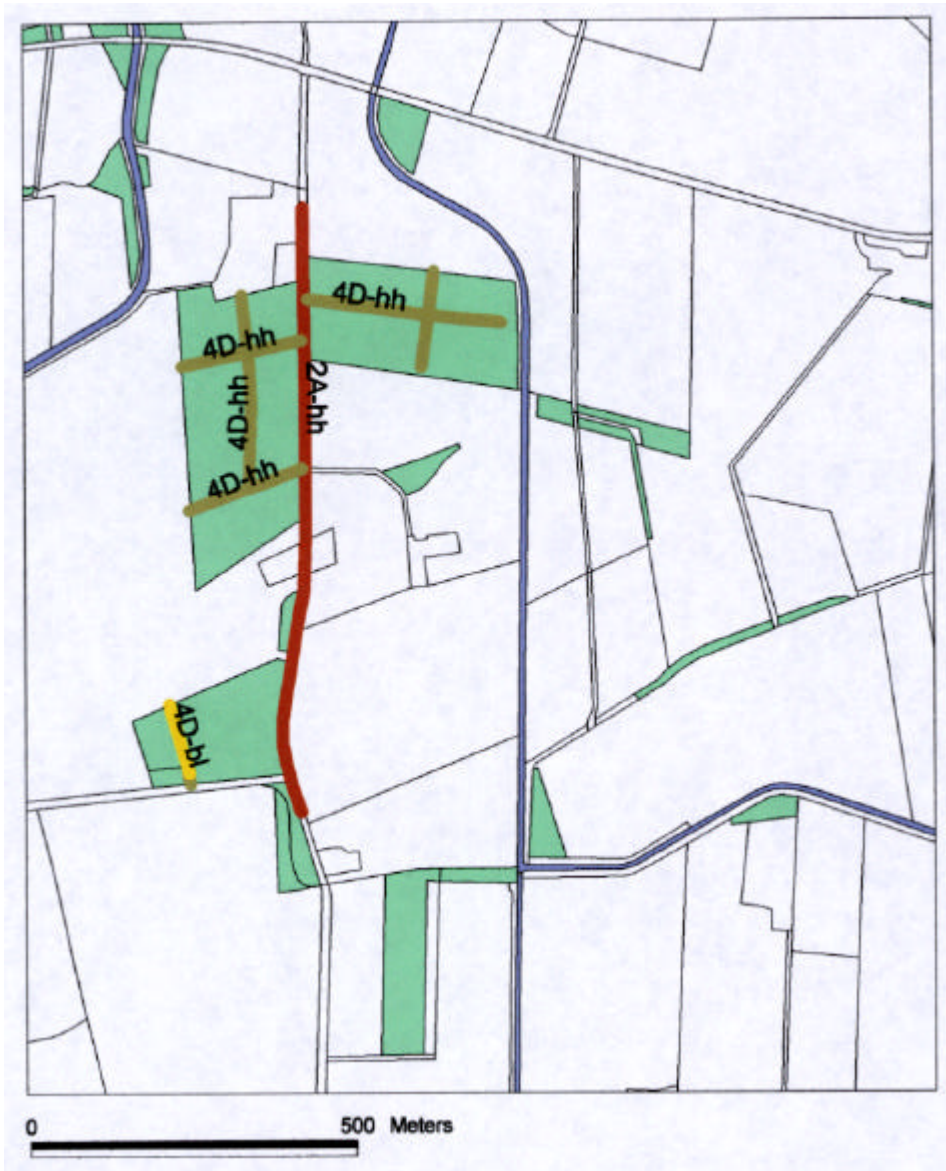
Kaart 4. Bergherbos, detail Zonderbos. Boven: Typologie van paden en wegen volgens tabel 9. Onder: Voorkomen van Dalkruid (dichte cirkels) en Bosanemoon (open cirkels).



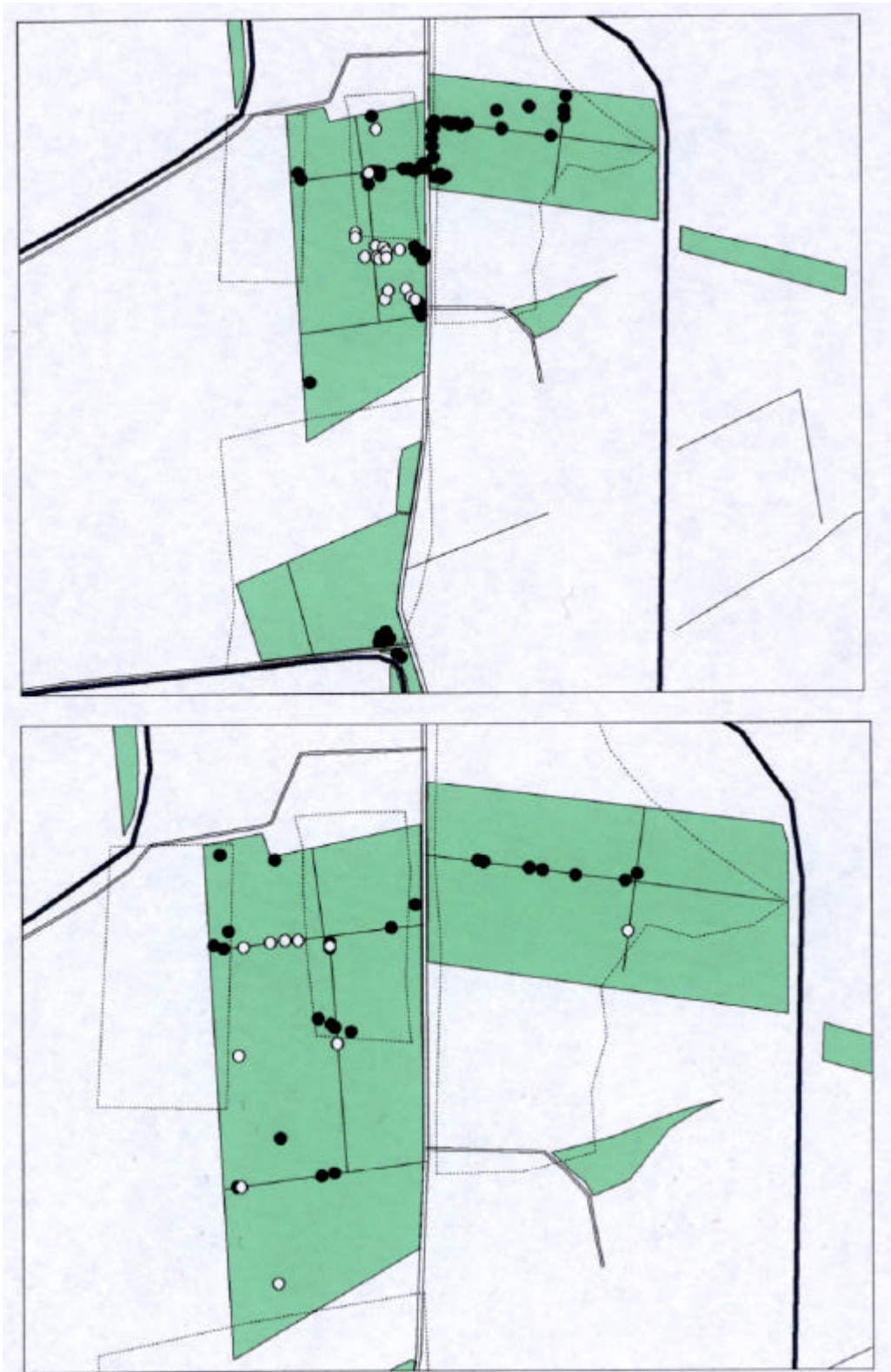
Kaart 5. Bergherbos en omgeving. Voorkomen van Grote muur. Er zijn vijf deelarealen: Kleefse Hout (in noorden), Zonderbos (in westen), Ritbroek (in zuidwesten nabij A12), De Plantage (ten westen van Huis Bergh) en het bosje boven Stokkum. Verder zijn er diverse geïsoleerde plekken langs paden.



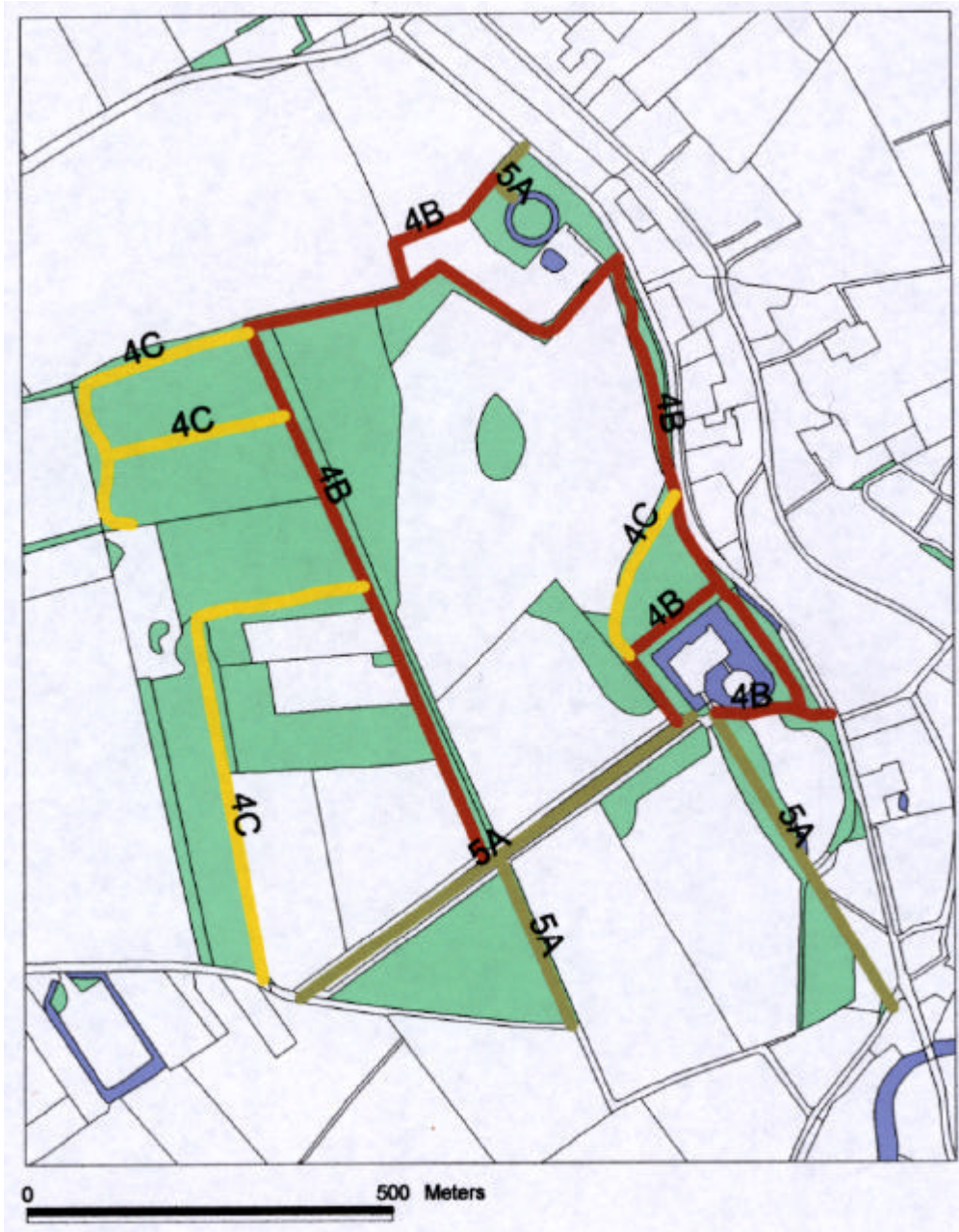
Kaart 6. Nevelhorst. Typologie van paden en wegen volgens tabel 12.



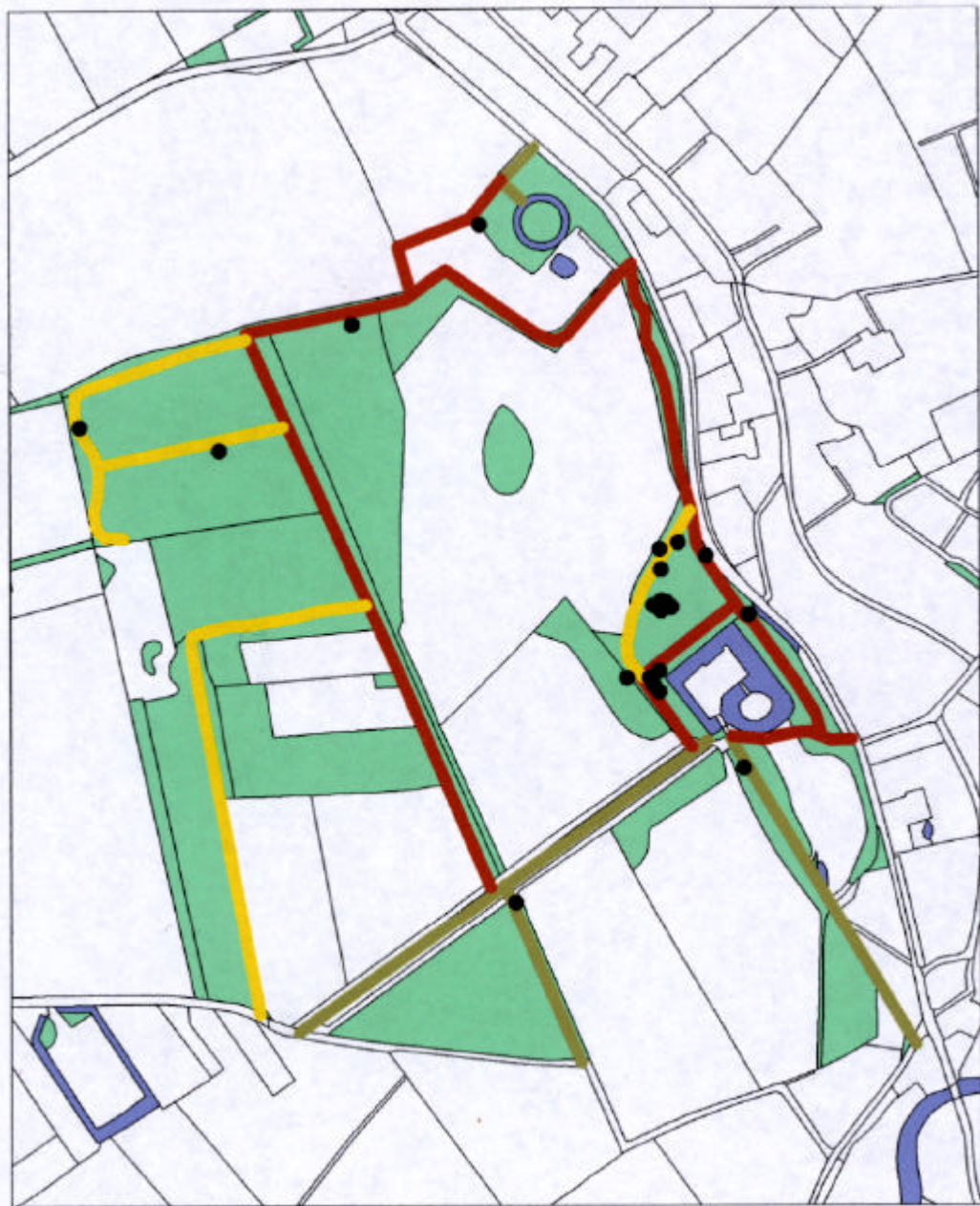
Kaart 7. Bevermeer. Typologie van paden en wegen volgens tabel 14.



Kaart 8. Bevermeer. Met stippellijnen is de omgrenzing aangegeven van bos zoals aanwezig op de Hottingerkaart uit 1783. Boven: Voorkomen van Bosanemoon (dichte cirkels) en Veelbloemige salomonszegel (open cirkels). Onder: Voorkomen van Boszegge (dichte cirkels) en Bleke zegge (open cirkels).



Kaart 9. Landgoed Soelen. Typologie van paden en wegen volgens tabel 16.



Kaart 10. Landgoed Soelen. Voorkomen van Boszegge.

Bijlage 1 Opnameformulier voor de vegetatie

Terrein	Beheerseenheid
Opname	Vak/afdeling
Datum	x-coördinaat
Opnemer	y-coördinaat

Pad

Verharding	asfalt, half, geen (zand/klei), grazig, grazige middenstrook,...
Breedte (m)	
Bedekking door boomkronen (%)	
Situatie 1832	afwezig, pad, perceelscheiding, bosrand,...

Berm (opnamezijde)

Expositie (loodrecht op pad; graden)	
Helling (graden)	
Aangrenzend landgebruik	Toelichting/boomsoorten
<ul style="list-style-type: none"> • open, nl. • singel (enkele/dubbele bomenrij) • afwijkende bosstrook; soorten • bos tot aan pad; soorten • 	<ul style="list-style-type: none"> • • • • •
Dikste dbh/soort	
Landgebruik 1832	heide, den, hakhout, opgaand bos,...
Gemeente/sectie/perceel 1832	
Oude beheersrelicten	hakhoutstoven, boswal, bosgreppel,...

Berm (t.o. opnamezijde)

Aangrenzend landgebruik	Toelichting/boomsoorten
<ul style="list-style-type: none"> • open, nl. • singel (enkele/dubbele bomenrij) • afwijkende bosstrook; soorten • bos tot aan pad; soorten 	
Landgebruik 1832	heide, den, hakhout, opgaand bos,...
Gemeente/sectie/perceel 1832	
Oude beheersrelicten	hakhoutstoven, boswal, bosgreppel,...

Bijlage 2 Lijst van aandachtsoorten met aanvullende informatie

Deze lijst is niet bedoeld als overzicht van oud-bosplanten in Nederland. Alleen die (oud-)bosplanten die redelijkerwijs in de terreinen van onderzoek (in Gelderland) te verwachten waren zijn opgenomen.

Verklaring van kolommen:

- PNV. Potentieel natuurlijke vegetatie volgens Van der Werf (1991). Afkortingen en toelichting: FQ (Fago-Quercetum, Wintereiken-Beukenbos, op droge, lemige zandgronden), UF (Fraxino-Ulmetum, Essen-Iepenbos, op goed gedraineerde zavel- en kleigronden), MF (Milio-Fagetum, Gierstgras-Beukenbos, op goed gedraineerde leemgronden en oude zavel), SC (Stellario-Carpinetum, Eiken-Haagbeukenbos, op pseudogley-bodems met een zwak zure bovengrond op een basenrijke ondergrond)
- Habitat. Optimale standplaats in een boslandschap met jonge en oude boomfasen (B1 resp. B2), gaps (G), bosranden met mantels (M) en zomen (Z) op grond van eigen inschatting (zie ook Bijlsma et al., 1997).
- Oud bos. Mate van associatie met oude bosgroeiplaatsen op grond van eigen inschatting en vergelijking met studies in België, Noord-Duitsland en centraal Engeland, samengevat in o.m. Wulf (1997); zie ook Honnay et al. (1998) en Peterken (1998). *: zwak, ** matig en *** sterk geassocieerd.
- Dispersie type. Grove indeling op grond van zaad- en vruchtkenmerken zoals voor bosplanten opgegeven in bv. Hermy et al. (1999). Zie verder Bonn & Poshlod (1998) en hoofdstuk 5 voor kanttekeningen. BA: barochoor (zwaartekracht), AN: anemochoor (wind), AU: autochoor (aktief door moederplant), EN: endozoochoor (dieren inwendig), EP: epizoochoor (dieren uitwendig aktief en passief), HY: hydrochoor (water), MY: myrmecochoor (mieren).
- Kieming. Gemak waarmee soort kiemt in de nabijheid van ouderplanten op grond van eigen inschatting. *: moeilijk, kiemplanten zelden of nooit te vinden, **: redelijk, kiemplanten niet zelden te vinden, ***: makkelijk, bijna altijd kiemplanten aanwezig.
- Zaadbank. Persistentie van zaadbank: 1: < 1 jaar; 2: <5 jaar; 3: > 5 jaar (Thompson et al., 1997).

Nederlandse naam	wetenschappelijke naam	PNV	habitat	oud-bos	dispersie type	kieming	zaad-bank
Bosanemoon	Anemone nemorosa	MF SC	B2	***	MY	***	1
Gevlekte aronskelk	Arum maculatum	UF	B2	**	EN	***	1
Boskortsteel	Brachypodium sylvaticum	MF	B2	**	EP	**	1-2
Bleke zegge	Carex pallescens	MF SC	B1 G	***	HY	*	2-3
IJle zegge	Carex remota	SC UF	B1	*	HY	**	2-3
Boszegge	Carex sylvatica	SC MF	B1 B2	***	HY EP	**	2-3
Groot heksenkruid	Circaea lutetiana	UF	B1	**	EP	?	1
Lelietje-van-dalen	Convallaria majalis	FQ	B2	**	EN	*	1-2
Rode kornoelje	Cornus sanguinea	SC UF	B2	*	EN	?	1
Hazelaar	Corylus avellana	SC	B2	*	EP	***	1
Kardinaalsmuts	Euonymus europaeus	SC UF	B2	***	EN	?	1
Stijf havikskruid	Hieracium laevigatum	FQ	Z	*	AN	**	1
Dicht havikskruid	Hieracium vulgatum	FQ MF	Z	**	AN	*	(1)
Kantig hertshooi	Hypericum dubium	SC	Z	*	AN	***	2-3
Fraai hertshooi	Hypericum pulchrum	FQ	G M	**	AN	*	2-3
Gele dovenetel	Lamium galeobdolon	SC MF	B1 B2	***	MY	*	1
Kamperfoelie	Lonicera periclymenum	FQ	M B1	*	EN	**	1
Veelbloemige veldbies	Luzula multiflora	FQ	B1	*	MY	***	1-2
Ruige veldbies	Luzula pilosa	FQ MF	B2	***	MY	***	2-3
Dalkruid	Maianthemum bifolium	FQ MF	B2	***	EN	*	1
Hengel	Melampyrum pratense	FQ	Z	*	MY	***	1
Bosgierstgras	Milium effusum	MF	B2	***	AN	***	1-2
Witte klaverzuring	Oxalis acetosella	MF FQ	B2	***	AU	***	1-2
Schaduwgras	Poa nemoralis	MF FQ	M	*	AN	?	1-2
Gewone salomonszegel	Polygonatum multiflorum	MF FQ	B2 M	*	EN	**	2
Adelaarsvaren	Pteridium aquilinum	FQ	B2	***	AN	*	?
Wintereik	Quercus petraea	FQ	B2	**	EP	***	1
Echte guldenroede	Solidago virgaurea	FQ	Z	**	AN	?	1-2
Bosandoorn	Stachys sylvatica	SC UF	B1	*	EP	?	2-3
Grote muur	Stellaria holostea	MF SC	Z B1	**	BA	?	1
Valse salie	Teucrium scorodonia	FQ	Z	**	MY	***	1-2
Bergereprijs	Veronica montana	MF SC	B1	***	MY	?	2-3
Mannetjesereprijs	Veronica officinalis	FQ	Z B1	*	MY	?	2-3
Heggewikke	Vicia sepium	SC MF	Z	*	BA	?	1
Donkersporig bosviooltje	Viola reichenbachiana	SC	B1	***	MY	***	1-3
Bleeksporig bosviooltje	Viola riviniana	MF SC	B1	**	MY	***	1

Bijlage 3 Checklist voor interviews met beheerders

Beheerplan

- Beheerplan doornemen op passages over wegen en paden ('padenbeheerplan, bermenbeheerplan'); stemt beheerspraktijk overeen met de planning?
- Is er beleid voor paden/ wegen?
- Wie stelt het beheer voor wegen/paden vast? Is er sprake van meerdere beheerders?
- Welke sturende factoren bepalen beleid wegen/ paden (recreatieve functie, ecologische functie, barrière of verbinding, enz)?
- Welke rol spelen de paden in het beheer?
- Is er een trend naar meer paden / minder paden en waarom?
- Zijn er paden / wegen aangemerkt als cultuurhistorisch belangrijk en zo ja welke?
- Zijn er problemen met wegen/ paden? Welke?
- Is beheerder iets bekend/ opgevallen over de flora in relatie tot bospaden?
- Is de vegetatie naast de paden van invloed (geweest) op het beheer?

Dichtheid en grootte van de paden

- Zijn er richtlijnen voor bijv. breedte van paden in relatie tot gebruik of ligging?
- Welke soorten paden zijn er in het terrein?
- In welke mate zijn voorwaarden in de subsidieregelingen sturend voor de hoeveelheid paden?
- Wat is dichtheid van de (verschillende soorten) paden? (in m, m² per opp bos)?
- Is er een trend naar meer of minder paden? En zo ja welke soorten paden?

Aanleg en onderhoud

- Waarmee worden paden verhard (zand, leem, natuurlijke ondergrond, strooisel, asphalt, grind, keien)
- Welke werkzaamheden worden aan / naast de paden uitgevoerd en met welke frequentie (maaïen, schaven, inspectie, vegen, onderhoud verharding, blad blazen, enz.)
- welke afspraken worden gemaakt met aannemers (of eigen mensen) voor opruimen/ herstel na bos-werkzaamheden
- Is er aandacht voor vegetatie naast de paden irt beheer?

Gebruik van de paden

- Welke paden worden waarvoor gebruikt (afvoer van hout, wandelen/fietsen/rijden, boswerkzaamheden, perceelsscheidingen, toezicht, jacht, enz.)?
- Hoe intensief is het gebruik van de paden en door wie?
- Zijn er dieren (bv. zwijnen, dassen) die invloed hebben op het beheer?
- Is er sprake van zonerings, sturing dmv paden/wegen?
- Zijn er zwijnen of andere dieren die de bermen bewerken?

Beheer bos

- Hoe worden de opstanden ter weerszijden beheerd?
- Om hoeveel jaar vinden beheeringrepen plaats?

- Wordt er naast de paden meer geoogst dan dieper in het bos? Wordt een bepaalde volkomenheidsgraad nagestreefd?
- Is er (periodiek) houtopslag langs de paden?
- Worden struiken, takken e.d langs de paden gesnoeid?
- Wordt er langs de paden extra gecontroleerd op dood hout ivm veiligheid?

Financiën

- Is het onderhoud van de paden een belangrijke kostenpost?
- Welke (norm-)bedragen worden gehanteerd voor het onderhoud van (soorten) paden en wegen?
- Welke maatregelen worden uitgevoerd en wat zijn daarvan de werkelijke kosten ?

	Hoe vaak	Hoeveel uur/ dlf per keer	Totale kosten
Inspectie			
Onderhoud verharding			
Snoei overhangende takken			
Contrôle dood hout			
Maaien			
Vegen			
Blad blazen			
Schaven			
.....			

Bijlage 4 Beheerskosten van verschillende soorten paden

Bron	Aard van de paden	Benadering	Kosten (f/100m/jaar)
Van der Sanden (1986)	gemiddelde van verschillende paden bij SBB	Case studies	80,40
de Jong (1998)	gem. van verschillende paden, geen houtoogst	Case studies	61,00
Zuurbier <i>et al.</i> (1991)	gem. van verschillende paden Oude Maas, intensief gebruik	Case studie	827,00
Zuurbier <i>et al.</i> (1991)	gem. van verschillende paden Twiske, intensief gebruik	Case studie	522,00
Zuurbier <i>et al.</i> (1991)	gem. van verschillende paden Spaarnewoude, intensief gebruik	Case studie	269,00
Visschedijk (1995)	voetpad, 1 meter breed, schelpen	Normen	79,79
Hekhuis en Peltzer (1995)	voetpad, 1 meter breed, geen deklaag	Normen	23,00
Visschedijk (1995)	voetpad, 2 meter breed, schelpen	Normen	175,06
Hekhuis en Peltzer (1995)	voetpad, 2 meter breed, geen deklaag	Normen	47,00
Visschedijk (1995)	voetpad	normen	82,03
Visschedijk (1995)	Fietspad, 3m breed, asfalt	normen	393,20
Hekhuis en Peltzer (1995)	Fietspad, 3m breed, asfalt	normen	248,00
Ingenieursbureau 'Oranjewoud' B.V. en Terp B.V (1982)	Fietspad, 1m breed, asfalt	normen	540,00
Visschedijk (1995)	Fietspad, 2m breed, schelpendeklaag	normen	123,76
Hekhuis en Peltzer (1995)	Fietspad, 2m breed, schelpendeklaag	normen	105,00
Visschedijk (1995)	Fietspad	normen	95,92
Visschedijk (1995); Hekhuis en Peltzer (1995)	Ruiterpad, 1m breed	normen	112,69
Visschedijk (1995); Hekhuis en Peltzer (1995)	Ruiterpad, 2,5m breed	normen	104,80
Visschedijk (1995)	Ruiterpad	normen	83,90

NB. De verschillen tussen Visschedijk en Hekhuis en Peltzer worden voornamelijk veroorzaakt doordat Hekhuis en Peltzer uitgegaan zijn van paden zonder greppel. De normen van SBB zijn lager doordat aan aantal werkzaamheden niet meegenomen zijn (o.a. verzamelen hooi, maaien greppel, inspectie pad en aanvullen berm).

