

De ontwikkeling en biodiversiteit van eikenhakhout

Eikenhakhout in De Meinweg, Kaapse Bossen en Hoog
Buurlo



De ontwikkeling en biodiversiteit van eikenhakhout

**Eikenhakhout in De Meinweg, Kaapse Bossen en Hoog
Buurlo**

De ontwikkeling en biodiversiteit van eikenhakhout

Eikenhakhout in De Meinweg, Kaapse Bossen en Hoog Buurlo

Tekst

Marsha Jacobs

Met medewerking van

Thea van der Veen-Sciarone (boswachter Staatsbosbeheer Regio Zuid).

Michel Reukers en Stef van Helmondt (Natuurmonumenten).

Willem van Ark (beheerder Veluwe 'Zandenwoud', Staatsbosbeheer).

Jap Smits (boswachter inventarisatie&monitoring, Staatsbosbeheer De Kempen).

Rapportnummer

SV2011.012

Productie

De Vlinderstichting

Mennonietenweg 10

Postbus 506

6700 AM Wageningen

T 0317 46 73 46

E info@vlinderstichting.nl

www.vlinderstichting.nl

Opdrachtgever

De Vlinderstichting, Albert Vliegenthart

Deze publicatie kan worden geciteerd als

Jacobs, M. (2011). *De ontwikkeling en biodiversiteit van eikenhakhout. Eikenhakhout in De Meinweg, Kaapse Bossen en Hoog Buurlo*. Rapport SV2011.012, De Vlinderstichting, Wageningen.

Trefwoorden

Hakhout, eikenhakhout, biodiversiteit, De Meinweg, Kaapse Bossen, Hoog Buurlo

November 2011



Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigden/of openbaar gemaakt d.m.v. druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van De Vlinderstichting, noch mag het zonder een dergelijke toestemming gebruikt worden voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Voorwoord

Het onderzoeksverslag is tot stand gekomen als stage opdracht voor de opleiding toegepaste biologie, van de HAS Den Bosch. Dit onderzoek is een eerste onderzoek naar de gevolgen van het project 'Eikenhakhoutbrigades, een nieuwe impuls voor hakhoutbeheer'. Het project is opgezet door De Vlinderstichting in samenwerking met Eis-Nederland, Floron, RAVON en Probos. De opdracht is afkomstig van De Vlinderstichting.

Ik bedank de boswachters en beheerders van de natuurgebieden, voor het ter beschikking stellen van de natuurgebieden voor het onderzoek. En voor de prettige samenwerking.

Ik bedank Albert Vliegenthart, mijn stagebegeleider op De Vlinderstichting, voor de ondersteuning en prettige samenwerking tijdens mijn stage periode. Ook bedank ik Albert voor de feedback op mijn persoonlijk functioneren, vaardigheden en kennis.

Ik bedank Arjan Borghuis, mijn stage docent van de Has Den Bosch, voor de ondersteuning tijdens mijn stage periode.

Inhoud

Voorwoord	5
Samenvatting	7
1. Inleiding.....	8
2. Gebiedsbeschrijving	11
2.1 De Meinweg (MW)	11
2.2 Kaapse Bossen (KB)	12
2.3 Hoog Buurlo (HB)	13
2.4 Leenderbos.....	14
3. Werkwijze	16
3.1 Veldwerk.....	16
3.2 Gegevensverwerking	18
4. Resultaten	20
4.1 Straalmetingen	20
4.2 Diergroepen	24
4.3 Nulmeting vergeleken met het referentiebos.....	29
4.4 Nulmeting als referentiebos	29
4.5 Losse waarnemingen	30
5. Discussie.....	33
5.1 De Meinweg.....	33
5.2 Kaapse Bossen	34
5.3 Hoog Buurlo.....	36
6. Conclusie.....	38
6.1 De Meinweg.....	38
6.2 Kaapse Bossen.....	38
6.3 Hoog Buurlo.....	39
6.4 Samengevat	39
Literatuur	40
Bijlagen	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
Bijlage 1 Literatuurstudie.....	43

Samenvatting

Hakhout is de naam voor het bostype wat ontstaat na de kap van bomen. Om hakhout te krijgen moet een boom omgehakt worden boven de stambasis, daarna loopt de boom weer uit. Hakhoutbeheer is mogelijk bij eiken, wilgen, beuken, berken, essen, iepen en elzen. Dit onderzoek beperkt zich tot de eik omdat de eik na de wilg de hoogste biodiversiteit heeft (Kennedy et al., 1984).

Hakhout is momenteel bijna helemaal verdwenen of doorgeschoten, waardoor langdurig een uniforme structuur is ontstaan zonder open plekken. De soortenrijkdom is door dit gelijkmatig lichtklimaat afgenomen. Een hakhoutbos bevat meer biodiversiteit omdat de variatie in licht, structuur en warmte groter is dan in een opgaand bos. Regelmatige kap van het hakhoutbos zorgt voor een gevarieerd bos, op deze manier ontstaan delen van verschillende leeftijden. De delen zijn verschillende soorten leefgebieden voor flora en fauna. Door hakhout weer in beheer te nemen wordt het beheer beschermd en daarmee de karakteristieke soorten als de kleine ijsvogelvinder, boomkikker, hazelworm en vliegend hert. De Vlinderstichting heeft het project 'Eikenhakhoutbrigades, een nieuwe impuls voor hakhoutbeheer' opgezet om dit speciaal stuk natuur te beschermen. In tien natuurgebieden zijn percelen opnieuw in beheer genomen als eikenhakhout.

De ontwikkeling en de biodiversiteit van de hakhoutpercelen in De Meinweg, Kaapse Bossen en Hoog Buurlo zijn in kaart gebracht om te bepalen of het hakhoutsysteem werkt. De onderzoeksvraag is: Hoe is de ontwikkeling van de eikenhakhoutpercelen in de natuurgebieden Hoog Buurlo, de Kaapse Bossen en De Meinweg en hoe is het gesteld met de biodiversiteit? De ontwikkeling is onderzocht aan de hand van straalmetingen. De biodiversiteit is onderzocht aan de hand van PQ-metingen en zichtwaarnemingen.

De ontwikkeling van de hakhoutpercelen in de onderzoeksgebieden is niet overal hetzelfde. De hakhoutpercelen in De Meinweg zijn het meest monotoon, de diversiteit aan planten en dieren is klein. De zandhagedis en boskrekkel zijn waardevolle soorten voor De Meinweg. De verschillende jaarstadia van de hakhoutpercelen is het duidelijkst zichtbaar in de Kaapse Bossen. Lelietje-vandalen, hennepnetel en een hazelworm zijn waardevolle soorten in de Kaapse Bossen. De hakhoutpercelen in Hoog Buurlo herbergen de meeste soorten flora en fauna. Gewoon biggenkruid, wilgenroosje, bosparelmoevlinder en levendbarende hagedis zijn waardevolle soorten voor het gebied.

De eiken lopen in ieder onderzoeksgebied uit, maar een hek om het perceel heeft een positieve invloed op de uitloop van de eiken. De hakhoutpercelen in de onderzoeksgebieden herbergen een grote biodiversiteit. Karakteristieke soorten zoals de hazelworm zijn in de hakhoutpercelen waargenomen. Het hakhoutsysteem werkt nog steeds!

1. Inleiding

Het gebruik van hakhout werd al kleinschalig toegepast door de Romeinen. Het gebruik werd in de Middeleeuwen grootschaliger als gevolg van de bevolkingstoename en door het ontstaan van de industrie en nijverheid. Het afgezette hout werd toen onder andere gebruikt als brandhout, voor omheiningen, vlechtwerken en als looistof. Het hakhoutsysteem verdween vanaf 1875 steeds meer doordat andere brandstofvoorzieningen als kolen, gas en elektriciteit kwamen. Het hakhout is momenteel bijna helemaal verdwenen of doorgeschoten, waardoor langdurig een uniforme structuur is ontstaan zonder open plekken. De soortenrijkdom is door dit gelijkmatig lichtklimaat afgenomen.

De ruimtelijke rangschikking van hoog opgaande bossen, dichte hakhoutbossen en net afgezette hakhoutdelen creëren verscheidenheid in een gebied. Regelmatige kap van het hakhoutbos zorgt ook voor een gevarieerd bos, op deze manier ontstaan delen van verschillende leeftijden. De delen zijn verschillende soorten leefgebieden voor flora en fauna. Een hakhoutbos is door de ruimtelijke rangschikking ook een dispersiebron van stuifmeel, zaad en jonge dieren naar andere gebieden. De net afgezette delen vormen open gedeelten in het bos en die



Figuur 1: Door de ochtenddauw en de stralen van de zon krijgt dit stukje natuur in een hakhoutperceel een opvallend uiterlijk.

dienen als tijdelijke opvang, als stapsteen of het kan een netwerk van leefgebieden voor dieren vormen. Een hakhoutbos bevat veel variatie in licht, warmte en structuur en dat levert een hoge soortenrijkdom op. Hakhoutbossen hebben een cultuurhistorische- en een natuurwaarde waardoor een natuurgebied een unieke, eigen

identiteit krijgt (figuur 1) (van Dort et al., 2003).

Hakhout

Hakhout is de naam voor het bostype wat ontstaat na de kap van bomen. Het afgezette hout wordt ook hakhout genoemd. Om hakhout te krijgen moet een boom omgehakt worden boven de stambasis. Dan blijft de stoel/stoof (wortels met stukje stam) met de stobbe eraan achter. De gehele stoof kan in de loop van de tijd onder de grond komen door steeds opwaaiend strooiselmateriaal. Uit de stobbe groeien uitlopers/ telgen (figuur 2). In een stam zitten knoppen die in de breedte meegroeien door middel van knopsporen. Een te oude boom kan geen uitlopers meer vormen omdat de knopspoor is gebroken (Jansen et al, 2001).



Figuur 2: Een stobbe met onderaan de uitlopers.

Hakhoutbeheer is mogelijk bij eiken, wilgen, beuken, berken, essen, iepen en elzen. Dit onderzoek beperkt zich tot de eik omdat de eik na de wilg de hoogste biodiversiteit heeft (Kennedy et al., 1984). Als in dit onderzoek wordt gesproken over hakhout dan wordt eikenhakhout bedoeld. Meer informatie over hakhout staat in bijlage 1.

De biodiversiteit zorgt ervoor dat de natuur in balans is, daarom streeft Nederland met de Ecologische Hoofd Structuur (EHS) en Natura 2000 naar meer biodiversiteit. De natuurkwaliteit moet door de EHS en Natura 2000 verbeterd worden, dat wordt gerealiseerd door onder andere het duurzaam behoud van doelsoorten. Cultuurhistorische aspecten komen door de EHS en Natura 2000 ook terug in het landschap (Bijlsma et al., 2008). De realisatie van de EHS en Natura 2000 is door de bezuinigingen van de huidige overheid gedeeltelijk stil gelegd.

Achtergrond

Het opnieuw in beheer nemen van oude, doorgeschoten hakhoutgebieden draagt bij aan de realisatie van de EHS en Natura 2000. Het succes van het opnieuw uitlopen van de stobben is onder andere afhankelijk van de leeftijd van de stobben. De kans dat de knoppen niet meer in verbinding staan met de kern is groter naarmate de boom ouder is (figuur 3). De boom kan dan geen uitlopers meer vormen. Het succes is ook afhankelijk van de groeiplaats, bij geen goede bodemvruchtbaarheid en vochtleverend vermogen kan een stobbe niet uitlopen. Een andere factor voor succes is de perceelsgrootte, bij een klein perceel is de schaduwwerking door het omliggende bos groot. De stronken zullen dan niet uit gaan lopen. Ook van invloed op de snelheid van de ontwikkeling is de wilddruk. Reewild en vooral Roodwild eten de jonge uitlopers op waardoor de stronk geen kans krijgt om echt uit te lopen (Jansen et al., 2001).



Figuur 3: Een stronk kan om verschillende redenen niet uitlopen. De stronk is dan als dood hout geschikt voor onder andere kevers. (Foto: A. Vliegthart)

Hakhoutbrigades

Een hakhoutbos bevat meer biodiversiteit omdat de variatie in licht, structuur en warmte groter is dan in een opgaand bos. Door hakhout weer in beheer te nemen wordt het beheer beschermd en daarmee de karakteristieke soorten als kleine ijsvogelvinder, boomkikker, hazelworm en vliegend hert. De karakteristieke soorten staan op de Rode Lijst vermeld als zeer bedreigd tot thans niet bedreigd. De Vlinderstichting heeft het project 'Eikenhakhoutbrigades, een nieuwe impuls voor hakhoutbeheer' opgezet om dit speciaal stuk natuur te beschermen. Voor het project zijn vrijwilligers gezocht die het beheer op zich hebben genomen, de hakhoutbrigades. De hakhoutbrigades hebben in tien natuurgebieden, percelen opnieuw in beheer genomen als eikenhakhout (figuur 4). De percelen in de natuurgebieden De Meinweg, de Kaapse Bossen en Hoog Buurlo zijn onderzocht.



Figuur 4: De leden van de zijn bezig met het afzetten van een eik. (Foto: A. Vliegthart)

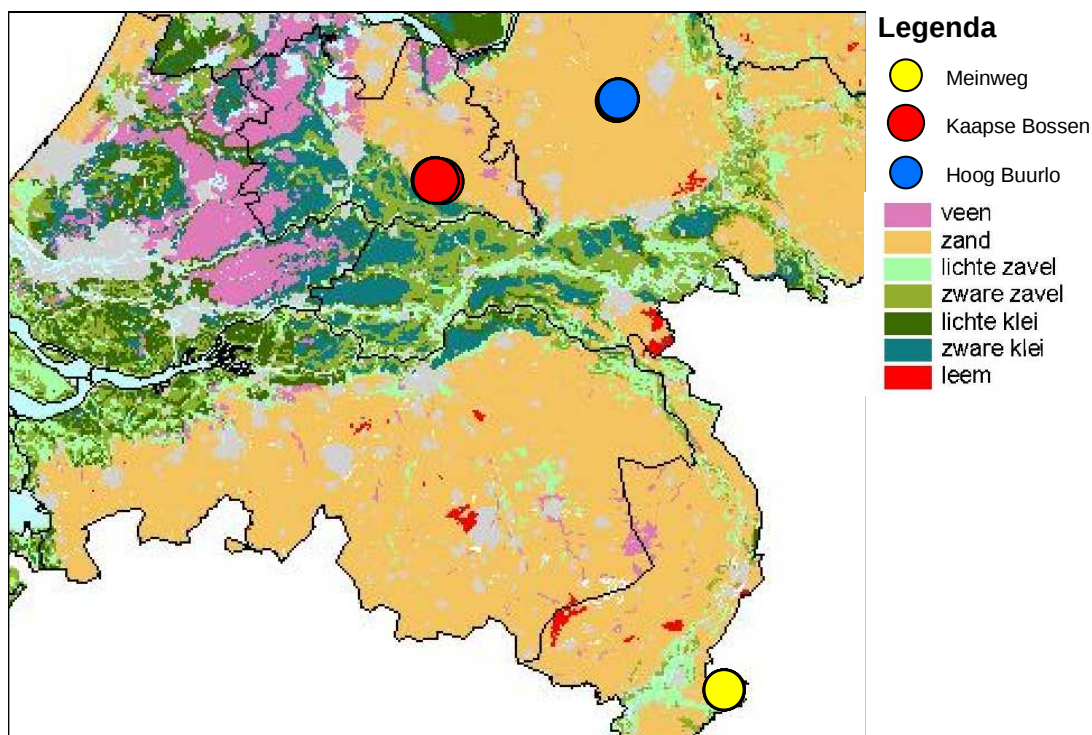
Rapportage

De ontwikkeling en de biodiversiteit van de hakhoutbossen is in kaart gebracht om te bepalen of het hakhoutsysteem in de drie gebieden werkt. De onderzoeksvraag is: Hoe is de ontwikkeling van de eikenhakhoutpercelen in de natuurgebieden Hoog Buurlo, de Kaapse Bossen en De Meinweg en hoe is het gesteld met de biodiversiteit? Het eerste gedeelte van de onderzoeksvraag wordt beantwoord door gebiedsinventarisaties uit te voeren. De gebiedsinventarisaties worden gedaan met behulp van straalmetingen. De biodiversiteit wordt bepaald aan de hand van de soortensamenstelling in Permanente Quadranten (PQ's) en door losse (zicht)waarnemingen. De onderzoeksgebieden worden met elkaar vergeleken om de invloed van de omgeving en het beheer vast te stellen. In de onderzoeksgebieden liggen hakhoutpercelen die in verschillende jaarstadia zijn. De percelen in een onderzoeksgebied worden ook onderling vergeleken om eventuele verschillen tussen de jaarstadia vast te stellen.

2. Gebiedsbeschrijving

De drie eikenhakhoutgebieden waar het onderzoek plaats heeft gevonden, De Meinweg, de Kaapse Bossen en Hoog Buurlo worden hieronder uitgebreid toegelicht. Natuurgebied Het Leenderbos wordt ook kort toegelicht omdat daar deze hersft-winter een nieuwe hakhoutbrigade is opgericht.

Figuur 5 weergeeft de ligging van de drie onderzoeksgebieden in Nederland, met de bijbehorende bodemspecificaties.



Figuur 5: De ligging van de onderzoeksgebieden (De Meinweg, Kaapse Bossen en Hoog Buurlo) in Nederland met de bijbehorende bodemspecificaties. De Kaapse Bossen ligt tegen het riviergebied aan, maar het ligt in zijn geheel op de hogere zandgronden.

De drie onderzoeksgebieden liggen op de hogere zandgronden, daar is het meeste (oude) eikenhakhout te vinden. De Kaapse Bossen grenst aan het rivierengebied in Nederland, ook De Meinweg grenst aan een riviergebied, de Maas.

2.1 De Meinweg (MW)

Nationaal Park De Meinweg is gevormd door erosie en door afgezette sedimenten van de Rijn en de Maas. Maar ook door verschuivingen in de aardkorst, hierdoor is een voor Nederland uniek terrassenlandschap ontstaan. Het natuurgebied is aan drie zijden omsloten door Duitsland. Het gebied bestond voordat de mens kwam uit dicht eiken- en beukenbos, met in de dalen moerassen. De mens heeft daarna bomen gekapt, strooisel verzamelt voor de stallen, gemaaid, geplagd en de heide verbrand. Tegenwoordig bestaat het gebied uit twee beekdalen met daartussen vennetjes, uitgestrekte bossen en heidevelden (Nationaal Park De Meinweg, 2011).

Het eikenhakhoutperceel is in twee jaar afgezet. Het deel aan de wegkant is in 2009 afgezet en het andere deel in 2010 (figuur 6). In het verdere onderzoeksverslag wordt het perceel dat in 2009 afgezet is aangegeven als MW09 en het perceel dat in 2010 afgezet is als MW10. Het perceel is omringd door heide en een jong bos. Takkenkooien zijn over de afgezette eiken heen gelegd omdat in het natuurgebied veel reeën leven. De belangrijkste doelsoorten in de hakhoutpercelen zijn (Vliegenthart, 2007):

- adder (*Vipera berus*)
- gladde slang (*Coronella austriaca*)
- bruine eikenpage (*Satyrus ilicis*)
- vliegend hert (*Lucanus cervus*)



Figuur 6: De ligging van het hakhoutperceel in het Nationaal Park De Meinweg. Rechts; Het hakhoutperceel is in twee fasen afgezet, het zwart omkaderde deel in 2009 (MW09) en het rood omkaderde deel in 2010 (MW10).

2.2 Kaapse Bossen (KB)

Het natuurgebied de Kaapse Bossen is een onderdeel van het Nationaal Park de Utrechtse Heuvelrug. Het Nationaal Park is 425 hectare groot en ligt ten oosten van Doorn. Het natuurgebied is gevormd in de voorlaatste ijstijd en bestaat uit stuwwallen. De Kaapse bossen is in 1750 gekocht door een welgestelde familie. Het natuurgebied bestond toen vooral uit heide en zandverstuivingen. In 1850 lieten de toenmalige eigenaren bos aanplanten waarvan 16 hectare beheerd werd als eikenhakhout (Natuurmonumenten, 2011). Een deel van die 16 hectare is in de winter van 2009 afgezet door de hakhoutbrigade en in de volgende winter een aansluitend stuk. In het verdere onderzoeksverslag wordt het perceel dat in 2009 afgezet is aangegeven als KB09 en het perceel dat een jaar later afgezet is als KB10. Door het perceel lopen paden daardoor kon niet het gehele perceel omheind worden met een twee meter hoog hek. Het hek is daarom om het grootste gedeelte van het tweejarige hakhout inclusief een klein gedeelte van het eenjarige hakhout gezet. Een tweede hek is geplaatst om de rest van het eenjarige hakhout. Tussen het eenjarig hakhout, in beide delen, staan grote berken overstaanders (figuur 8). De belangrijkste doelsoorten in de hakhoutpercelen zijn (Vliegenthart, 2007):

- hazelworm (*Anguis fragilis*)
- levendbarende hagedis (*Zootoca vivipara*)
- bruine Eikenpage (*Satyrus ilicis*)

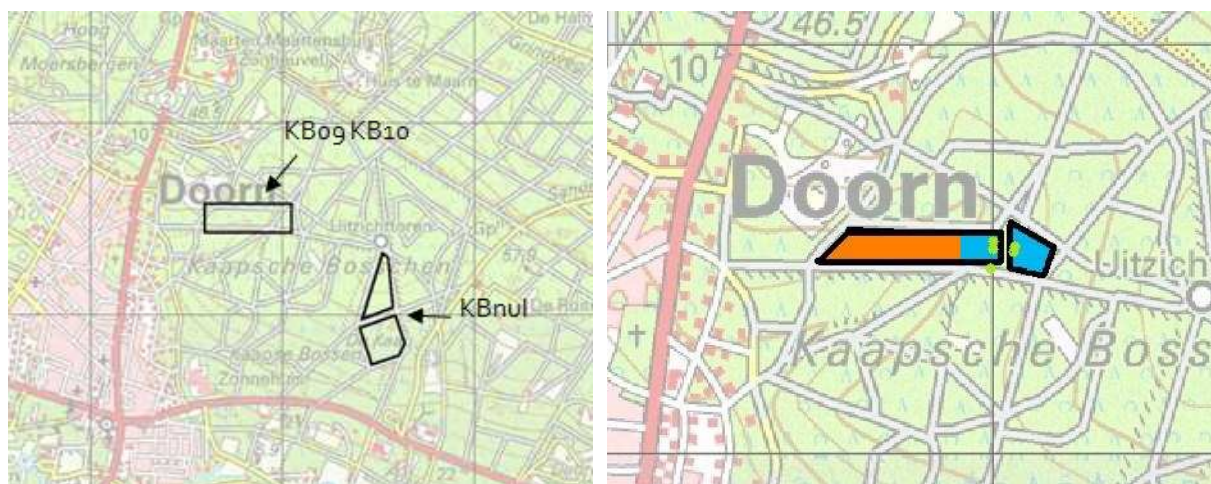
Jonge eikjes zijn in het perceel bijgeplaatst om de dichtheid en het succes te verhogen.



Figuur 7: Door het hoogopgaande naaldbos valt er relatief veel schaduw op het perceel.

De bodem is plaatselijk verstoord zodat de zaadbank meer aan de oppervlakte komt waardoor de langlevende zaden kunnen gaan kiemen (Bijlsma, 2005; Ozinga, 2008). Het hele perceel is omsloten door een naaldbos waardoor relatief veel schaduw op het perceel valt (figuur 7).

In de Kaapse Bossen ligt nog een groot perceel authentiek eikenhakhout. In dat perceel vindt al jarenlang eikenhakhoutbeheer plaats, de eiken zijn honderden jaren oud. Bijzonder is dat het nog om relatief veel hectaren gaat, in Nederland liggen niet meer veel grote eikenhakhoutgebieden (Vliegthart, 2007).



Figuur 8: De ligging van de hakhoutpercelen in het natuurgebied de Kaapse Bossen. De twee onderste omkaderde percelen bestaan uit authentiek eikenhakhout, daar is een nulmeting gedaan (KBnul). Rechts: De omkaderde percelen corresponderen met de hekken. Oranje: KBo9, blauw: KB10 en groen: berken overstaanders.

2.3 Hoog Buurlo (HB)

Het natuurgebied Hoog Buurlo valt onder een groot natuurgebied genaamd Veluwe-midden. Veluwe-midden is met 10.000 hectare het grootste aaneengesloten natuurgebied van Nederland. Het gebied is ontstaan in de voorlaatste ijstijd, het Saalien, toen is de bodem opgestuwd tot een stuwwal. Het gebied is in het begin van de twintigste eeuw bebost. Het natuurgebied Veluwe-midden bestaat tegenwoordig uit grote heidevelden, uitgestrekte bossen, zandverstuivingen en vennen (Staatsbosbeheer 2, 2011). De belangrijkste doelsoorten in de hakhoutpercelen zijn (Vliegthart, 2007):

- hazelworm (*Anguis fragilis*)
- levendbarende hagedis (*Zootoca vivipara*)
- bosparelmoevlinder (*Melitaea athalia*)
- vliegend hert (*Lucanus cervus*)
- hengel (*Melampyrum pratense* L.)
- bos- en havikskruiden

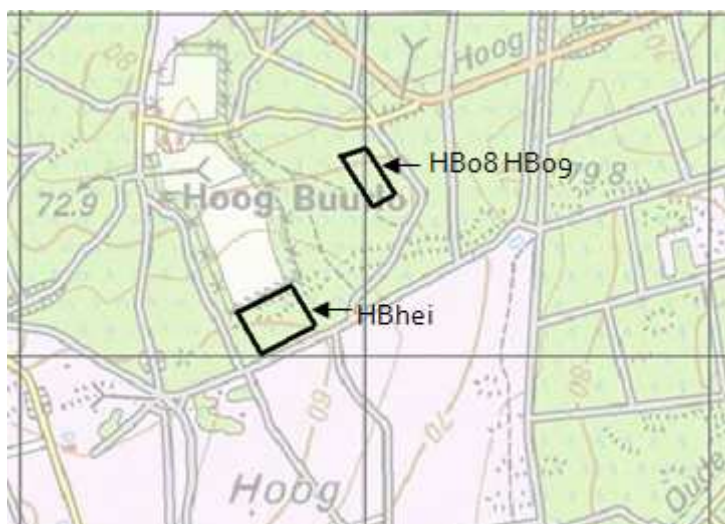
Op het eerste perceel zijn al voor het project 'Eikenhakhoutbrigades' de bomen afgezet door Staatsbosbeheer. Het eikenhakhoutperceel grenst aan een groot heidegebied, aan bossen en aan een akker (figuur 10). Dit perceel wordt in het verdere verslag aangegeven als HBhei. Het perceel is afgezet met grote en zware machines waardoor plaatselijk bodemcompactatie is opgetreden. De bodemstructuur is zodanig veranderd dat het een negatieve invloed heeft op het bodemleven, de doorlatendheid voor water en lucht en op de mogelijkheid voor plantengroei. De helft van



Figuur 9: Een knoteik met blauw bosbes als ondergroei.

de bomen in het perceel zijn afgezet op 1 tot 1,2 meter van de grond waardoor knothout is ontstaan (figuur 9). De andere helft is op normale hakhouthoogte (± 30 cm) afgezet. De bomen zijn plat afgezet in plaats van schuin waardoor het water erop blijft staan, wat de boom in kan trekken. De kans wordt dan vergroot dat de bomen gaan rotten (Minkjan et al., 2006). Takenhopen zijn in het perceel blijven liggen omdat die dienen als schuilplaats voor reptielen en andere kleine dieren. Prunus kan gaan overwoekeren waardoor de eikenstobben te weinig licht en ruimte krijgen om goed uit te lopen. De leden van de hakhoutbrigade verwijderen de prunus. Het perceel is in 2010-2011 een jaarlang omheind geweest met een ongeveer één meter hoog hek om de vraat van edelherten tegen te gaan.

De percelen HB08 en HB09 zijn omgeven door bossen (figuur 10). De percelen zijn 15 tot 20 jaar geleden nog afgezet door Staatsbosbeheer. In 2008 is het eerste gedeelte van het perceel afgezet door de hakhoutbrigades waarna in 2009 het tweede gedeelte volgde. In het vervolg worden deze percelen, HB08 en HB09 genoemd. In de toekomst zal het hakhoutbos in oppervlakte toenemen omdat een stuk aanliggend bos in beheer wordt genomen als hakhoutbos. Het ontstane leeftijdsverschil door gefaseerd afzetten zorgt dat de aanwezige natuurwaarden behouden blijven. Minder mobiele soorten of soorten die afhankelijk zijn van een bepaald soort habitat kunnen zo overleven. In het perceel zijn maximaal tien oudere eiken per hectare blijven staan. Nieuwe, jonge eiken zijn bijgeplaatst om de dichtheid te behouden. De afgezette- en jonge eiken worden beschermd tegen vraat van wild door middel van een hoog hek (Vliegthart, 2007).



Figuur 10: De ligging van de hakhoutpercelen in natuurgebied Hoog Buurlo. Het onderste kader is het hakhout perceel dat grenst aan de heide (HBhei). Het bovenste kader omvat de percelen die in 2008 (HB08) en in 2009 (HB09) afgezet zijn.

2.4 Leenderbos

Het natuurgebied Leenderbos is in dit onderzoek niet onderzocht maar daar is in november 2011 een nieuwe hakhoutbrigade opgericht. Het natuurgebied Leende bestaat uit heidevelden, kleine bossen, vennen en stuifzanden. In het Leenderbos bij Leende zijn nog oude, doorgeschoten eikenhakhoutgebieden die een hoge cultureel-historische waarde hebben. De eikenhakhoutgebieden liggen daar op wallen waarin zogenaamde 'kampkes' liggen. Deze 'kampkes' zijn oude akkergebieden die door de wallen met het eikenhakhout beschermd werden tegen grazend vee en stuivend zand (figuur 11). De bossen in het natuurgebied worden de komende jaren plaatselijk omgevormd tot natte heide, zodat ook andere cultuurhistorische aspecten in het gebied terugkomen (van Dort et al., 2003; Staatsbosbeheer 1, 2011).

Het natuurgebied is bezocht door Staatsbosbeheer (Jap Smits) en De Vlinderstichting (Albert Vliegenthart) om vast te stellen welke percelen geschikt zijn om opnieuw in beheer te nemen las hakhout. Een info-avond is georganiseerd om vrijwilligers te werven voor de hakhoutbrigade. Staatsbosbeheer en De Vlinderstichting hebben op 3 en 14 december de eerste twee hakhoutsessie georganiseerd. Daarna zal de hakhoutbrigade deze winter nog verschillende keren zelfstandig aan het werk gaan.



Figuur 11: Een kampje in het Leenderbos dat deze winter wordt afgezet.

3. Werkwijze

De nodige gebiedsvergunningen zijn voor het begin van dit project geregeld. Twee onderzoeksgebieden zijn bezocht om een indruk te krijgen van eikenhakhoutpercelen. De gebiedinventarisaties worden gedaan met behulp van straalmetingen. De biodiversiteit wordt bepaald aan de hand van de soortensamenstelling in Permanente Quadranten (PQ's) en door losse (zicht)waarnemingen.

3.1 Veldwerk

Het veldwerk is in de drie natuurgebieden, in ieder eikenhakhoutperceel, op dezelfde manier uitgevoerd. Twee hakhoutpercelen in De Meinweg (MW09 en MW10), twee in de Kaapse Bossen (KB09 en KB10) en drie hakhoutpercelen in Hoog Buurlo (HB01, HB08 en HB09) zijn onderzocht. De hakhoutpercelen zijn in totaal drie maal geïnventreiseerd, de inventarisaties vielen in de periode 28 juli 2011 - 29 september 2011. Tijdens de inventarisaties is gewerkt met een monitoring formulier. Het monitoring formulier bestaat uit straalmetingen, PQ metingen, waarnemingen van doelsoorten en alle losse waarnemingen. De onderzoekspunten en individuele waarnemingen zijn genoteerd, met notatie van de GPS-coördinaten.

De straalmetingen zijn tijdens de eerste inventarisatie uitgevoerd en de PQ metingen zijn tijdens iedere inventarisatie uitgevoerd. Het aantal bezoeken was afgestemd op de kwaliteit die een betrouwbaar beeld van de voorkomende biodiversiteit zou ontstaan. De PQ metingen zijn tijdens het derde bezoek aan de Kaapse Bossen niet uitgevoerd, omdat door de verwijdering van prunus de PQ's onvindbaar waren (figuur 12).



Figuur 12: De prunus is in de Kaapse Bossen omgezaagd.

Straalmetingen

De straalmetingen zijn uitgevoerd om de ruimtelijke indeling van het gebied in kaart te brengen. Dit is gedaan door het perceel visueel op te delen in drie gelijke stroken, liggend in de lengte van het perceel. De visuele lijnen zijn zo getrokken dat een algemeen beeld van het perceel ontstond. De visuele lijn is verlegd als de gehele lijn niet correspondeerde voor het gebied of als het perceel niet rechthoekig van vorm was. Drie onderzoekspunten zijn, op gelijke afstand van elkaar en van de grens van het perceel, op een onderzoekslijn uitgezet. Een straal van tien meter is om een onderzoekspunt geschat. De ruimtelijke indeling en de ontwikkeling van de stobben zijn binnen deze straal in kaart gebracht. De gegevens zijn ingevuld op het monitoring formulier. Een straalmeting is zes keer in een perceel uitgevoerd.

Permanente Quadranten (PQ's)

De biodiversiteit is onderzocht door middel van Permanente Quadrant metingen (Permanente Quadrant is één vierkante meter). Vijf PQ's zijn, op gelijke afstand van elkaar en van de grens van het perceel, op een onderzoekslijn uitgezet. Een PQ is met stokken uitgezet. Van de PQ is een foto gemaakt zodat het verschil in tijd tussen de metingen zichtbaar werd (figuur 13). De flora en fauna zijn in ieder PQ bepaald en de gegevens zijn ingevuld op monitoring formulier. Het determineren van de fauna tot de soortnaam kost, door gebrek aan ervaring, veel tijd daarom is de fauna ingedeeld in soortgroepen. De flora is, met uitzondering van de grassen, wel tot de soortnaam gedetermineerd en de dekkingsgraad is genoteerd. Een PQ meting is in een perceel tien keer uitgevoerd.



Figuur 13: De ontwikkeling van twee PQ's in perceel HBOg. De planten gaan groeien en bloeien en op het eind van de zomer zijn de planten verdord.

Referentiebos

Een referentiebos is een deel van het perceel dat niet afgezet is. Zo kon achterhaald worden hoe het perceel geweest zou zijn als het niet gekapt was. Het veldwerk is uitgevoerd volgens de eerder beschreven methodiek van straalmetingen, PQ's en waarnemingen van (doel)soorten. De straalmeting en de PQ metingen zijn beide twee keer uitgevoerd, omdat eerder onderzoek aangetoond heeft dat dichte eikenbossen een lagere biodiversiteit bevatten dan open plekken (Spitzer et al., 2008). Bij de PQ meting zijn alleen de grond- en laagvliegende soorten meegerekend omdat de fauna in de toppen van de bomen niet zichtbaar is (figuur 14).



Figuur 14: Het hakhoutperceel ligt links van het hek en het referentiebos rechts. Rechts: Een referentiebos, in de toppen van de bomen is de fauna niet zichtbaar. In de hakhoutpercelen is de fauna in de overstaanders ook niet zichtbaar.

Nulmeting

In de Kaapse bossen ligt een nog authentiek stuk eikenhakhoutbos. Dit eikenhakhout is al jarenlang in beheer en is momenteel 15 jaar geleden voor het laatst afgezet. Het bos is in de jonge boomfase en wordt daarom binnen vijf jaar opnieuw afgezet. In dit bos is, volgens dezelfde werkwijze als in het referentiebos, een nulmeting uitgevoerd.

Doelsoorten en losse waarnemingen

De fauna en flora inventarisatie richtte zich op alle soorten, met extra aandacht voor de doelsoorten. De inventarisatie bestond uit het lopend doorkruisen van het perceel. De determinatie van de (doel)soorten is gedaan door zichtwaarnemingen. Amfibieën en reptielen zijn gezocht door goed te kijken tussen ruigtes en onder boomstammen (figuur 15). De vlinders en libellen zijn bekeken met een verrekijker als ze voor de determinatie te ver weg zaten. Een deel van de soorten kon direct in het veld op naam worden gebracht, moeilijke soorten zijn voor determinatie gefotografeerd. De gevonden soorten zijn genoteerd op het monitoring formulier. De waarnemingen zijn aangevuld met eerdere waarnemingen, gedaan in de lente- en zomerperiode. Op deze manier is geprobeerd een zo volledig mogelijk beeld te krijgen van de onderzoeksgebieden. Aspecten als vlieg- en trektijden zijn hierdoor gedeeltelijk vervallen.



Figuur 15: Een hazelworm, een reptiel die gezocht is door onder ruigtes en boomstammen te kijken.

3.2 Gegevensverwerking

Straalmetingen

Een normaliteitstoets en Levene's test is uitgevoerd op de variabelen 'hoogte uitlopers' en 'dikte strooisellaag', omdat de twee variabelen een interval/ratio waarden hebben. Een variabele voldoet als de normaliteitstoets een significantie $>0,01$ en de Levene's test een significantie $>0,05$ heeft. Een One-Way ANOVA is uitgevoerd op de variabelen die normaal verdeeld waren. Een Kruskal-Wallis toets is uitgevoerd op de niet normaal verdeelde variabelen. Met een Kruskal-Wallis toets wordt aangetoond of de steekproeven uit dezelfde of uit verschillende populaties komen. Een Mann-Whitney toets is uitgevoerd op de variabelen die een significantie van 0,05 of kleiner hadden van de Kruskal-Wallis toets. De Mann-Whitney toets toont aan welke steekproef afwijkende waarden heeft. De Bonferroni adjustment is toegepast omdat meerdere vergelijkingen worden gemaakt. De Mann-Whitney toets is uitgevoerd met een α van 0,017 ($0,05/3=0,017$) op de variabelen van De Meinweg en de Kaapse Bossen. De variabelen van Hoog Buurlo zijn met een α van 0,0125 ($0,05/4=0,0125$) getoetst.

De variabele 'hoogte van de uitlopers' in de Kaapse Bossen is verduidelijkt met een kaart uit ArcGIS, dit is ook gedaan voor de variabele 'strooisellaag' in Hoog Buurlo. De andere variabelen van de straalmeting hebben een waarde van ordinale schaal. De Kruskal-Wallis en Mann-Whitney toets zijn op de variabelen uitgevoerd. De toetsen zijn eerst uitgevoerd op de onderzoekseenheid natuurgebied, daarna zijn de toetsen uitgevoerd op de onderzoekseenheid perceel.

De variabelen van de nulmeting zijn, volgens de bovenstaande werkwijze, vergeleken met het referentiebos. De nulmetingvariabelen zijn daarna als referentiebosvariabelen meegenomen en de statistische analyse is, in de Kaapse Bossen, volgens bovenstaande werkwijze opnieuw uitgevoerd.

PQ's

De data van de diergroepen zijn per natuurgebied uitgezet in een cirkeldiagram. Het gemiddeld aantal dieren per natuurgebied is uitgezet in een lijndiagram om het tijdsverloop te zien. De waarden van de variabelen hebben een interval/ratio schaal, daarom is de statistische analyse volgens de werkwijze van de straalmetingen uitgevoerd.

Losse waarnemingen

De losse waarnemingen en de eerdere waarnemingen zijn verzameld in een database, en zijn in relatie gebracht met hakhout en biodiversiteit.

4. Resultaten

4.1 Straalmetingen

De straalmetingen zijn uitgevoerd om de ruimtelijke indeling van het gebied in kaart te brengen. De data die per natuurgebied is meegenomen bestaat uit de metingen van de hakhoutpercelen en het referentiebos. In de tabel 1 zijn alleen de variabelen opgenomen die een significantie vertoonde met de Kruskal-Wallis toets. Dit betekent dat die variabele tussen de drie natuurgebieden verschilt, de variabelen zonder significantie verschillen niet tussen de natuurgebieden. Met de Mann-Whitney toets is aangetoond welke natuurgebieden significant van elkaar verschillen. De output van de statistische toetsen staan in bijlage 3.

Tabel 1: De verschillen tussen de natuurgebieden, op grond van de straalmetingen. De variabelen, van de Kruskal-Wallis toets, met een significantie < 0,05 zijn opgenomen in de tabel. De rood gearceerde getallen zijn significanties van de Mann-Whitney toets.

Variabelen ↓	Kruskal-Wallis	Mann-Whitney		
	Significantie	Natuurgebied MW-KB	Natuurgebied MW-HB	Natuurgebied HB-KB
Struiklaag	0,000	0,004	0,000	0,002
Kruidlaag laag	0,010	0,040	0,201	0,005
Dood hout	0,000	0,000	0,004	0,044
adelaarsvaren	0,000	0,000	0,000	0,435
Prunus	0,000	0,000	0,000	0,494
Eiken uitgelopen	0,003	0,021	0,001	0,236
Eiken niet uitgelopen	0,000	0,001	0,002	0,068
Anderen uitgelopen	0,000	0,000	0,103	0,001
Gras	0,000	0,001	0,000	0,912
struikhei	0,001	0,150	0,018	0,001
lijsterbes	0,040	0,016	0,014	0,739
hulst	0,000	0,000	1,000	0,000
rankende helmbloem	0,007	0,007	0,002	0,603
Jonge berkjes	0,000	1,000	0,002	0,002
bosbes	0,000	1,000	0,000	0,000
Hoogte uitlopers	0,000	0,001	0,000	0,019

De hakhoutpercelen in De Meinweg verschilden op het eerste gezicht doordat de uitgelopen eiken, vanuit de aangrenzende weg niet zichtbaar waren. De hoogte van de uitlopers zijn ook het laagst en veel eiken zijn niet uitgelopen. Gras en struikhei waren in De Meinweg, op het eerste gezicht dominant aanwezig met daartussen veel dood hout. Het meeste dode hout ligt ook in De Meinweg en het gras is dominant. Het gras bestond in De Meinweg vooral uit pijpenstrootje, een dominantie kan duiden op bemesting, verrijking of verstoring (van der Werf, 1991). Opvallend is dat struikhei in De Meinweg niet dominant aanwezig is. Stronken die uitlopen van andere boomsoorten dan eiken zijn het meeste aan te treffen in de

Kaapse Bossen, maar de struiklaag verschilt tussen ieder natuurgebied. De bedekking van de lage kruidlaag is in de Kaapse Bossen het laagst. De hakhoutpercelen in De Meinweg hadden op het eerste gezicht een monotone vegetatie. Het is ook aangetoond dat in De Meinweg minder of zelfs geen adelaarsvaren, prunus, rankende helmbloem, jonge berkjes en lijsterbes groeit. Deze soorten kwamen wel voor in de Kaapse Bossen en Hoog Buurlo. De oude bossoort hulst, is het meest dominant in de Kaapse Bossen. Een andere oude bossoort blauwe bosbes groeit alleen in Hoog Buurlo.

De Kruskal-Wallis toets is per natuurgebied uitgevoerd om de verschillen tussen de hakhoutpercelen onderling en de verschillen tussen de hakhoutpercelen en het referentiebos aan te tonen. Tabel 2 bevat de resultaten van de Kruskal-Wallis en de Mann-Whitney toets van natuurgebied De Meinweg.

Tabel 2: De verschillen tussen de percelen in De Meinweg, op grond van de straalmetingen. De variabelen, van de Kruskal-Wallis toets, met een significantie < 0,05 zijn opgenomen in de tabel. De rood gearceerde getallen zijn significanties van de Mann-Whitney toets.

Variabelen ↓	Kruskal-Wallis	Mann-Whitney		
	Significantie	Perceel MW09-MW10	Perceel MW09-MWref	Perceel MW10-MWref
Boomlaag	0,039	0,269	0,031	0,031
Struiklaag	0,035	0,027	0,564	0,049
Kruidlaag_laag	0,031	0,138	0,008	0,127
Dood hout	0,017	0,041	0,032	0,039
Eiken uitgelopen	0,039	0,056	0,273	0,032
Strooisellaag	0,024	0,073	0,035	0,039

Het enige significante verschil zit in de lage kruidlaag, tussen perceel MW09 en het referentiebos. De bedekkingsgraad van de lage kruidlaag is in het referentiebos hoger dan in MW09. De andere variabelen zijn in de drie percelen niet hetzelfde. Een variabele komt uit drie verschillende populaties (MW09, MW10 en MWref) maar de verschillen zijn zo klein dat het niet significant is.

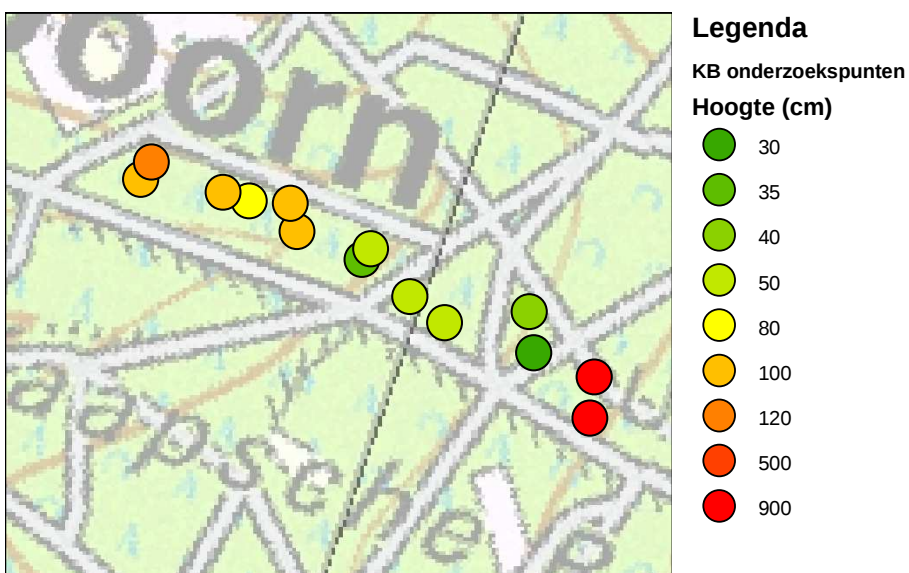
De verschillen tussen de percelen in de Kaapse Bossen zijn aangetoond met de Kruskal-Wallis en Mann-Whitney toets (tabel 3).

Tabel 3: De verschillen tussen de percelen in de Kaapse Bossen, op grond van de straalmetingen. De variabelen, van de Kruskal-Wallis toets, met een significantie < 0,05 zijn opgenomen in de tabel. De rood gearceerde getallen zijn significanties van de Mann-Whitney toets.

Variabelen ↓	Kruskal-Wallis	Mann-Whitney		
	Significantie	Perceel KB09-KB10	Perceel KB09-KBref	Perceel KB10-KBref
Boomlaag	0,013	0,138	0,008	0,031
Kale grond	0,050	0,167	0,068	0,032
Braam	0,034	0,021	0,144	1,000
Schaduw	0,031	0,399	0,021	0,031
Gras	0,041	0,029	0,049	0,604
Rankende helmblom	0,002	0,001	0,008	1,000
Hoogte	0,003	0,003	0,032	0,039
Strooisellaag	0,041	0,161	0,043	0,043

In de hakhoutpercelen was duidelijk zichtbaar welk perceel in 2009 en welk perceel in 2010 is afgezet. Het verschil in hoogte van de uitlopers is ook significant verschillend. Rankende helmblom is dominant aanwezig in KB09. In KB10 en KBref is geen rankende helmblom aangetroffen. De bedekkingsgraad van de boomlaag is in KB10 hetzelfde als het referentiebos, in KB10 staan grote beuken overstaanders. De andere variabelen zijn in de drie percelen niet hetzelfde. Een variabele komt uit drie verschillende populaties (KB09, KB10 en KBref) maar de verschillen zijn zo klein dat het niet significant is.

De hoogte van de uitlopers verschillen significant tussen de percelen in de Kaapse Bossen (sign. 0,003) (figuur 16).



Figuur 16: De hoogte van de uitlopers in de Kaapse Bossen. De zes straalmetingen in KB10 (hoogte van 30 t/m 50 cm) liggen niet op twee rechte lijnen omdat door de twee hekken en de grote beuken overstaanders, dat onmogelijk was.

De leeftijd van de percelen is gerelateerd aan de hoogte van de uitlopers in de Kaapse Bossen. Het laatst afgezette perceel KB10 heeft de kleinste uitlopers (30 t/m 50 cm) en het referentiebos heeft de langste uitlopers (900 cm). De verschillende jaarstadia van het hakhout zijn ook in het veld duidelijk zichtbaar

De verschillen tussen de percelen in Hoog Buurlo zijn aangetoond met de Kruskal-Wallis en Mann-Whitney toets (tabel 4). HBhei verschilde in het veld duidelijk met HBo8 en HBog.

Tabel 4: De verschillen tussen de percelen in Hoog Buurlo, op grond van de straalmetingen. De variabelen, van de Kruskal-Wallis toets, met een significantie < 0,05 zijn opgenomen in de tabel. De rood gearceerde getallen zijn significanties van de Mann-Whitney toets.

Variabelen ↓	Kruskal-Wallis	Mann-Whitney						
	Significantie	Perceel HBo8-HBog	Perceel HBo8-HBhei	Perceel HBo8-HBref	Perceel HBog-HBhei	Perceel HBhei-HBref	Perceel HBog-HBref	
Boomlaag	0,013	0,138	0,269	0,031	0,019	0,031	0,008	
Kruidlaag hoog	0,015	0,317	0,058	0,009	0,211	0,057	0,022	
Kruidlaag laag	0,016	1,000	0,027	0,034	0,027	0,127	0,034	
Dood hout	0,038	0,338	0,023	0,378	0,020	0,280	0,280	
Adelaarsvaren	0,016	0,005	0,049	0,040	0,227	0,383	0,068	
Prunus	0,019	0,317	0,005	0,083	0,027	0,378	0,378	
Vuilboom	0,023	0,357	0,006	0,068	0,021	1,000	0,144	
Rankende helmbloem	0,014	0,241	0,043	0,237	0,006	0,021	0,564	
Boswalstro	0,001	0,001	0,001	0,008	0,317	1,000	0,564	
Amerikaanse eik	0,001	0,001	0,001	0,008	0,317	1,000	0,564	
Hoogte	0,023	0,514	0,055	0,044	0,053	0,044	0,039	
	Shapiro	Levene's test	Perceel HBo8-HBog	Perceel HBo8-HBhei	Perceel HBo8-HBref	Perceel HBog-HBhei	Perceel HBhei-HBref	Perceel HBog-HBref
Strooisellaag	0,025	0,535	0,268	0,000	0,000	0,000	0,004	0,000

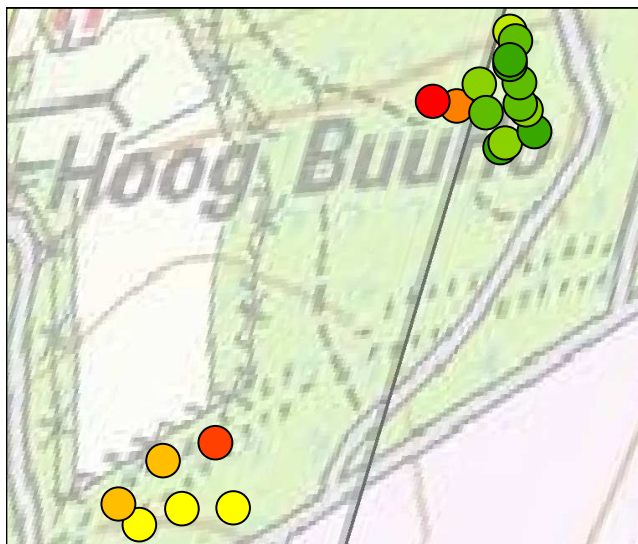
Het verschil in jaarstadia tussen de percelen HBo8 en HBog waren in het veld niet zichtbaar. Adelaarsvaren groeit meer in HBo8 maar in HBog groeit meer boswalstro en Amerikaanse eik. Adelaarsvaren is een oud bossoort en kan in de ondergroei gaan domineren. Adelaarsvaren duidt ook op een hoger aanbod van voedingsstoffen (figuur 17) (van Dort et al., 2003). De bedekkingsgraad van de boomlaag is in KBog lager dan in KBref en de hoge kruidlaag is in HBo8 hoger dan in HBref. De hakhoutpercelen HBo8 en HBog verschillen op het oog aanzienlijk met HBhei. De strooisellaag is in HBhei dikker en prunus is dominant aanwezig. Prunus (vooral Amerikaanse vogelkers) duidt op een hoog aanbod van voedingsstoffen (van Dort et al., 2003). Vuilbomen zijn meer dominant in HBo8 en HBog dan in HBhei.



Figuur 17: Plaatselijke dominantie van (verdorpe) adelaarsvaren.

De andere variabelen zijn in de vier percelen niet hetzelfde. Een variabele komt uit vier verschillende populaties (HBo8, HBog, HBref en HBhei) maar de verschillen zijn zo klein dat het niet significant is.

De dikte van de strooisellaag verschilt significant in Hoog Buurlo (sign. 0,025). De dikkere strooisellaag in HBhei wordt vermoedelijk veroorzaakt doordat de vertering van het dode hout al langer bezig is (figuur 18).



Legenda

Hoog Buurlo onderzoekspunten

Strooisellaag (cm)

- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 11
- 12
- 14

Figuur 18: De dikte van de strooisellaag in Hoog Buurlo.

De groene stippen vallen binnen het omheinde gebied (HBo8 en HBo9). De dikte van de strooisellaag verschilt alleen niet tussen de twee percelen HBo8 en HBo9. De dikkere strooisellaag is in het referentiebos en HBhei duidelijk zichtbaar door de omwoeling van everzwijnen en door pootafdrukken van everzwijnen en edelherten (figuur 19).



Figuur 19: De poot van een edelhert is een paar centimeter de grond in gegaan.

Het monotone karakter is in De Meinweg duidelijk zichtbaar. De eiken lopen slecht en laag uit, en het dood hout en gras zijn in grote mate aanwezig. De hoogte van de uitlopers in de tijd is het duidelijkst zichtbaar in de Kaapse Bossen. Het laatste afgezette perceel (KB10) heeft de kortste uitlopers, en de hoogste uitlopers groeien in het referentiebos. De dikte van de strooisellaag verschilt tussen de percelen in Hoog Buurlo. HBo8 en HBo9 zijn omheind met een hek, daar is de dikte van de strooisellaag gelijk.

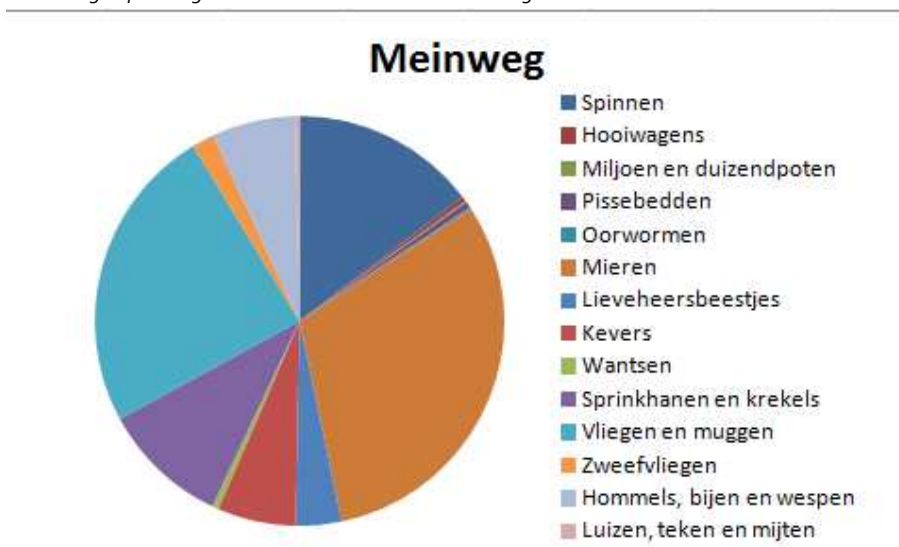
4.2 Diergroepen

Cirkeldiagrammen zijn gemaakt om te bepalen hoe de diergroepen in de onderzoeksgebieden verdeeld zijn. De data die gebruikt is bestaat uit de PQ metingen van de hakhoutbossen en het referentiebos. Het gemiddelde van de drie inventarisaties is genomen als algemeen gemiddelde, zodat dieren niet meerdere malen meegeteld zijn. De nulmeting in de Kaapse Bossen is niet meegenomen. In totaal zijn 1015 dieren waargenomen in de drie onderzoeksgebieden.

De Meinweg

De diergroepen zijn in De Meinweg niet in even grote mate waargenomen. Wantsen zijn zeer schaars waargenomen, op één stobbe zijn meerdere dieren van dezelfde soort waargenomen. Met 269 dieren is De Meinweg de soortenarmste plek (figuur 20).

Figuur 20: De verdeling van de diergroepen in de hakhoutbossen en in het referentiebos, in De Meinweg. Per diergroep is het gemiddelde van de drie inventarisaties genomen.

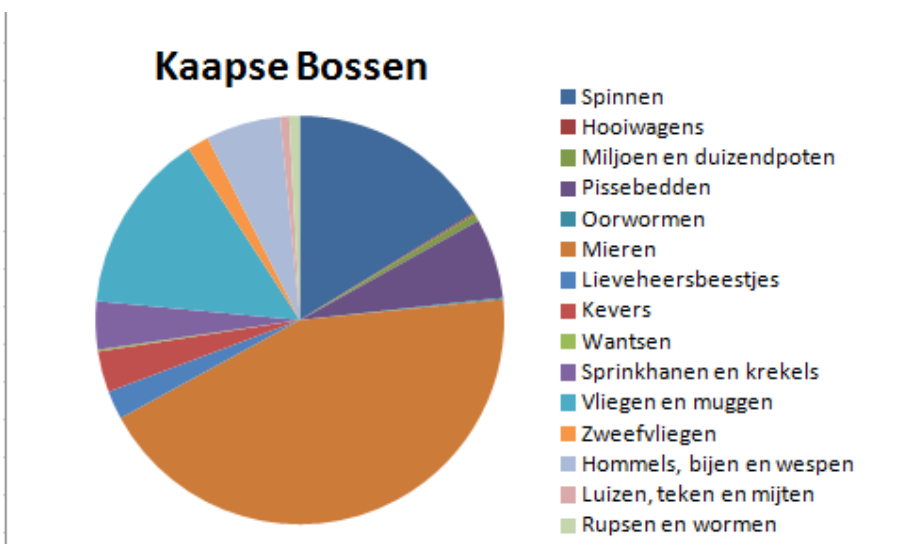


Mieren leven in kolonies en zijn daardoor meestal in grote aantallen aanwezig. In De Meinweg zitten relatief veel vliegen en muggen ten op zichten van mieren. In de percelen zijn geen grote mierenhopen gevonden. Minder vertegenwoordigd zijn de zweefvliegen, pissebedden en oorwormen.

Kaapse Bossen

De verdeling van de diergroepen in de Kaapse Bossen is anders dan in De Meinweg. Een kruisspin is drie maal op dezelfde plaats waargenomen, met daaromheen verschillende soorten webben van andere spinnen. Het gemiddelde van de drie inventarisaties levert een totaal van 353 dieren op (figuur 21).

Figuur 21: De verdeling van de diergroepen in de hakhoutbossen en in het referentiebos, in de Kaapse Bossen. Per diergroep is het gemiddelde van de drie inventarisaties genomen.

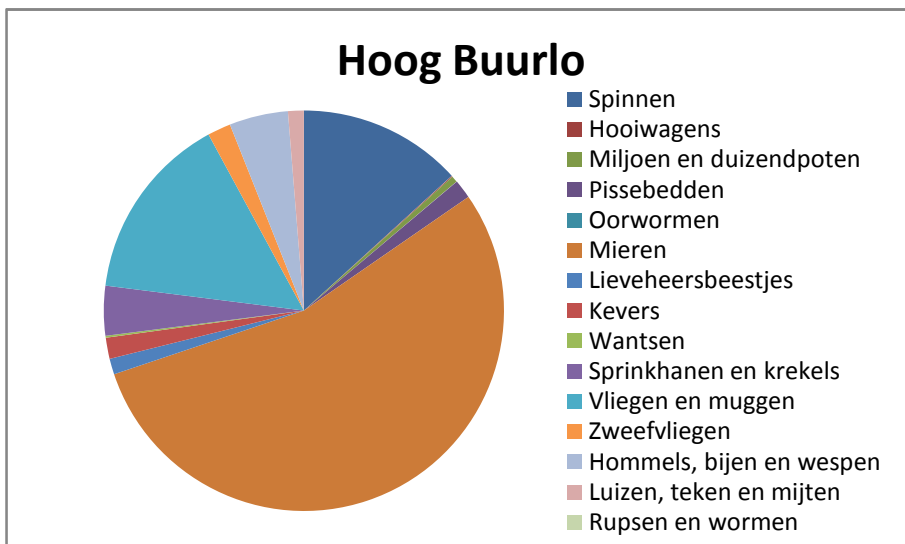


In de hakhoutpercelen was altijd beweging. In de Kaapse Bossen leven ongeveer evenveel spinnen als vliegen en muggen. De spinnen en vliegen en muggen maken bijna 1/3 van het totaal aantal dieren uit.

Hoog Buurlo

In figuur 22 is de verdeling van de diergroepen in Hoog Buurlo weergegeven. Met 393 dieren is Hoog Buurlo de soortenrijkste plek.

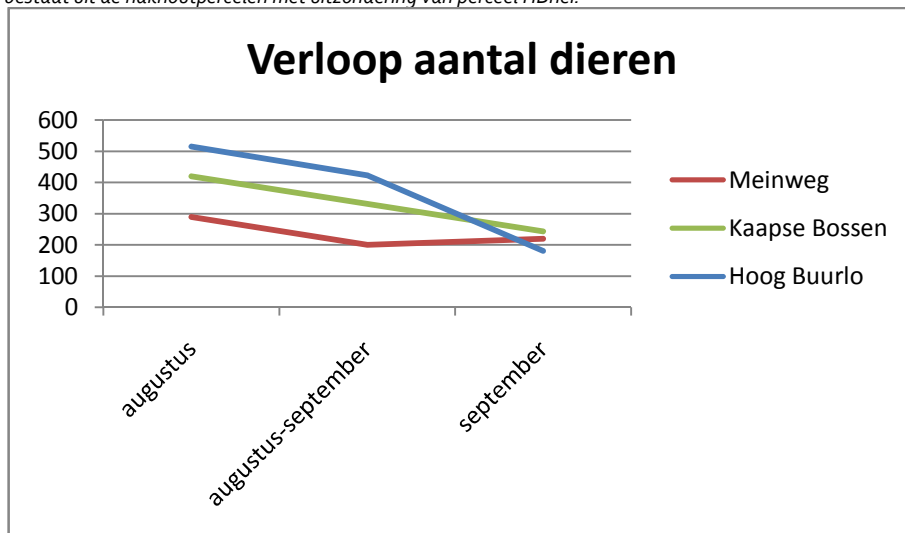
Figuur 22: De verdeling van de diergroepen die in de hakhoutbossen en het referentiebos, in Hoog Buurlo. Per diergroep is het gemiddelde van de drie inventarisaties genomen.



De mieren vertegenwoordigen meer dan de helft van alle waargenomen dieren in de PQ's. In de hakhoutpercelen KBo8, KBog en KBhei zijn op meerdere plaatsen mierenkolonies aangetroffen. Mieren zijn geschikt om de natuurwaarde van een gebied te bepalen omdat ze een diverse groep vormen, een flink aandeel in de biomassa voor hun rekening nemen en belangrijke ecologische functies in het ecosysteem vervullen (Boer, 2008).

Het optimum van het aantal insecten ligt in de lente en zomer. Veel soorten gaan in de winter dood of verschuilen zich in de strooisellaag, in de grond of overleven in een andere ontwikkelingsfase. De insecten komen weer tevoorschijn als de dagen gaan lengen en de temperatuur toeneemt (Mertens, 2006). Het verloop van de dieren in de onderzoeksgebieden tijdens het onderzoek, staat per natuurgebied in figuur 23 weergegeven.

Figuur 23: Het verloop in de tijd van de dieren gemeten in de PQ's, in de drie natuurgebieden. De data bestaat uit de hakhoutpercelen met uitzondering van perceel HBhei.



De drie natuurgebieden vertonen alle drie een daling in het aantal dieren in de loop van de tijd. In De Meinweg zitten ten op zichten van de andere twee natuurgebieden in augustus de minste dieren maar de fluctuatie is in De Meinweg het kleinst. Het negatieve verloop was in de natuurgebieden merkbaar doordat de normaal dominante soorten als mieren en vliegen en muggen, minder aangetroffen werden.

Vliegen en muggen leven relatief veel in De Meinweg ten op zichten van de Kaapse Bossen en Hoog Buurlo. Het aantal mieren komt in De Meinweg relatief weinig voor, in de Kaapse Bossen en Hoog Buurlo bestaat bijna de helft of meer uit mieren. Het totaal aantal dieren in de natuurgebieden neemt, zoals verwacht, in de loop van de zomer af.

Statistische analyse PQ's

De biodiversiteit is bepaald aan de hand van PQ's, de PQ's zijn hierboven beschreven maar om de natuurgebieden te vergelijken is een statistische analyse uitgevoerd. In de natuurgebieden leven verschillende diergroepen. De Mann-Whitney toets is uitgevoerd omdat de diergroepen niet normaal verdeeld zijn over de natuurgebieden. De verschillen tussen de natuurgebieden, per inventarisatie, staan weergegeven in tabel 5, 6 en 7. Opgemerkt moet worden dat alfa in tabel 7 0,05 is omdat daar twee onderzoeksgebieden vergeleken worden. De Kaapse Bossen ontbreekt omdat daar geen derde inventarisatie is uitgevoerd door de verwijdering van prunus.

Tabel 5: De diergroepen zijn, tijdens de eerste inventarisatie, verschillend over de natuurgebieden verdeeld. De rood gearceerde getallen zijn significanties van de Mann-Whitney toets.

Natuurgebied	Spinnen	Lieveheersbeestjes	Sprinkhanen en krekels	Rups
MW-KB	0,013	0,051	0,005	0,076
MW-HB	0,003	0,008	0,078	1,000
KB-HB	0,904	0,586	0,086	0,033

Tabel 6: De diersoorten zijn, tijdens de tweede meting, verschillend over de natuurgebieden verdeeld. De rood gearceerde getallen zijn significanties van de Mann-Whitney toets.

Natuurgebied	Spinnen	Kevers	Sprinkhanen en krekels	Zweefvliegen	Hommels, bijen en wespen
MW-KB	0,049	0,001	0,022	0,122	0,002
MW-HB	0,003	0,016	0,021	0,012	0,000
KB-HB	0,504	0,249	0,357	0,317	0,673

Tabel 7: De diersoorten zijn, tijdens de derde inventarisatie, verschillend over de natuurgebieden verdeeld. De rood gearceerde getallen zijn significanties van de Mann-Whitney toets.

Natuurgebied	Mieren	Kevers	Sprinkhanen en krekels	Hommels, bijen en wespen
MW-HB	0,026	0,006	0,025	0,002

De spinnen in De Meinweg waren tijdens de eerste en tweede inventarisatie in mindere mate aanwezig dan in de andere twee natuurgebieden. Tijdens de laatste inventarisatie zat geen verschil meer in de spinnen tussen de natuurgebieden. De

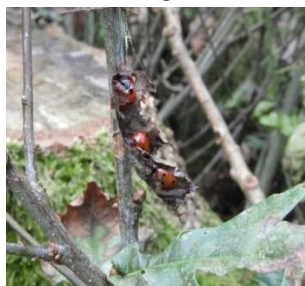
sprinkhanen en krekels werden het vaakst gehoord in De Meinweg, voor de derde inventarisatie is de dominantie aangetoond (sign. 0,025). De hommels, bijen en wespen zijn tijdens de derde inventarisatie het minst waargenomen in De Meinweg, terwijl de mieren en kevers dominant waargenomen zijn. De hommels, bijen en wespen waren tijdens de tweede inventarisatie wel dominant aanwezig in De Meinweg. De diversiteit en talrijkheid van hommels, bijen en wespen hangt af van de bloemrijkdom (Kleijn et al., 2006; Pywell et al., 2005).

De Meinweg

In De Meinweg is op drie momenten geïnventariseerd, een groot verschil in aantallen dieren is in het veld niet waargenomen. Tijdens de eerste inventarisatie waren de sprinkhanen en krekels normaal verdeeld (sign. 0,013 en 0,424), in MW10 zijn meer sprinkhanen en krekels aangetroffen (sign. 0,043). Tussen de andere diergroepen zat geen verschil tussen de percelen. De tweede inventarisatie vertoonde ook geen verschil tussen de diergroepen. De spinnen zijn tijdens de derde inventarisatie meer aangetroffen in perceel MW09 dan in MW10 (sign. 0,012).

Kaapse Bossen

In de Kaapse Bossen is op twee momenten geïnventariseerd, een groot verschil in aantallen dieren is in de percelen niet waargenomen (figuur 24). In de Kaapse Bossen is tijdens de eerste inventarisatie geen verschil gevonden tussen de percelen. De tweede inventarisatie leverde een verschil op van het aantal spinnen tussen perceel KB09 en KB10. Perceel KB10 heeft significant meer spinnen (sign. 0,007). Het voorkomen van spinnen is afhankelijk van de vochtigheid en het microreliëf van de bodem. Die factoren bepalen of het gebied geschikt is voor webben en schuilplaatsen (Noordijk et al., 2007). Het verschil in het aantal spinnen is in het veld niet opgevallen.



Figuur 24: De soortgroepen waren in de PQ's verschillend in samenstelling en aantallen. De lieveheersbeestjes zaten alle drie in één PQ.

Hoog Buurlo

De spinnen zijn, tijdens de eerste inventarisatie, in perceel HBo8 en HBhei meer waargenomen dan in perceel HB09 (sign. 0,014 en 0,037). Tijdens de tweede inventarisatie zaten de vliegen en muggen meer in HB09 dan in HBhei en HBref. De spinnen in perceel HBo8 zijn tijdens de derde inventarisatie in grotere aantallen gevonden dan in perceel HB09 (sign. 0,007). Een klein aantal spinnen is een aanwijzing voor schrale omstandigheden, omdat spinnen consumenten zijn van fytofage insecten (Moerland, 2001).

Spinnen zijn tijdens de eerste en tweede inventarisatie minder waargenomen in De Meinweg dan in de andere twee gebieden. De sprinkhanen en krekels zijn tijdens de derde inventarisatie het meest dominant in De Meinweg. De percelen verschillen onderling weinig in een natuurgebied. De spinnen waren het vaakst verschillend over de percelen verdeeld, maar dat was met het oog niet waarneembaar.

4.3 Nulmeting vergeleken met het referentiebos

De nulmeting is vergeleken met het referentiebos omdat het nulmetingsbos hetzelfde type bos is als het referentiebos. Het nulmetingsbos ligt aan de andere kant van het natuurgebied, waardoor het onder invloed staat van andere factoren. Tijdens de inventarisaties is er geen opmerkelijk verschil waargenomen. De diergroepen verschillen niet tussen de percelen. De variabelen van de straalmetingen vertonen ook geen verschillen tussen de percelen. Het nulmeting bos verschilt niet met het referentiebos (figuur 25).



4.4 Nulmeting als referentiebos

De nulmetingvariabelen zijn beschouwd als referentiebosvariabelen om een betere kwaliteit van de data te krijgen. De statistische analyse van de straalmetingen en de diergroepen is herhaald (tabel 8).

Tabel 8: De verschillen tussen de percelen in de Kaapse Bossen, met de nulmetingvariabelen als referentiebosvariabelen. De variabelen, van de Kruskal-Wallis toets, met een significantie < 0,05 zijn opgenomen in de tabel. De rood gearceerde getallen zijn significanties van de Mann-Whitney toets.

Figuur 25: Het nulmetingsbos (links) en het referentiebos (rechts) verschillen niet van elkaar.

Variabelen ↓	Kruskal-Wallis	Mann-Whitney			
	Significantie	KBog-KBref	KB10-KBref	KBog-KBref (zonder nulmeting)	KB10-KBref (zonder nulmeting)
Boomlaag	0,002	0,003	0,006	0,008	0,031
Kruidlaag_hoog	0,023	0,017	0,019	0,068	0,078
Kale grond	0,016	0,031	0,010	0,068	0,032
Braam	0,017	0,051	1,000	0,144	1,000
Prunus	0,026	0,039	0,066	0,248	1,000
Schaduw	0,005	0,005	0,006	0,021	0,031
Rankende helmbloem	0,001	0,003	1,000	0,008	1,000
Gras	0,108	0,399	0,441	0,049	0,604
Hoogte uitlopers	0,001	0,008	0,009	0,032	0,039

Strooisellaag	0,008	0,010	0,010	0,043	0,043
----------------------	-------	-------	-------	-------	-------

Met een hogere betrouwbaarheid is aangetoond dat de hakhoutpercelen een lagere boomlaag hebben dan het referentiebos. De schaduwwerking is in het referentiebos groter dan in de hakhoutpercelen. Kale grond is in KB10 meer waargenomen dan in het referentiebos, dit was zonder de nulmeting niet het geval. De hoogte van de uitlopers en de dikte van de strooisellaag in de hakhoutpercelen verschillen significant met het referentiebos. De diergroepen verschillen niet tussen de percelen, dit was zonder de nulmeting ook het geval.

4.5 Losse waarnemingen

De (doel)soorten die zijn waargenomen in de onderzoeksgebieden zijn verzameld in een database (bijlage 4). Een paar opvallende waarnemingen worden hieronder beschreven.

De Meinweg

In De Meinweg is één soort reptiel aangetroffen. Het gaat om de volgende soort, de zandhagedis. De zandhagedis wordt al twee jaar, meerdere malen in de hakhoutpercelen waargenomen (Andringa, 2010). De zandhagedis is geen doelsoort maar staat wel als kwetsbare soort vermeld op de rode lijst (Creemers et al., 2009). De hoornaarroofvlieg is meerdere malen waargenomen in de hakhoutpercelen (figuur 26). De hoornaarroofvlieg eet insecten en plant zich voort in koeienvlaaien of in andere mest (Chinery, 2009). Mesthopen van de schotse Hooglander runderen en de IJslandse koninkspaarden zijn op diverse plekken in de hakhoutpercelen waargenomen.



Figuur 26: Een hoornaarroofvlieg met zijn prooi.

Kaapse Bossen

De hazelworm is waargenomen in de Kaapse Bossen, de hazelworm is één van de doelsoorten in het gebied. De hazelworm komt voor in bossen, bosranden, heide, houtwallen en struwelen. Hazelwormen zonnen niet op open plekken maar verschuilen zich in bladlagen, onder heidestruiken of ondergronds (Creemers et al., 2009). De heikikker is tijdens het derde bezoek, toen alle prunus omgehakt was, waargenomen. Het landhabitat van de heikikker bestaat uit vochtige hoge, dichte vegetaties, zoals vochtige heide, pijpenstrootjesvegetatie, kruidenrijk vochtig grasland en in mindere mate loofbos (Creemers et al., 2009).

Hoog Buurlo

Twaalf soorten dagvlinders zijn waargenomen in de hakhoutpercelen in Hoog Buurlo. De meest opvallende soort en doelsoort, is de bosparelmoervlinder. De bosparelmoervlinder leeft in grazige, kruidenrijke en zonnige plaatsen in bossen, dit kunnen onder andere kapvlakten zijn. De waardplant is vooral hengel, deze is niet in het gebied aangetroffen. De hoogste dichtheid aan vlinders wordt één tot drie jaar na de houtkap verkregen. Een andere opvallende soort is de bruine vuurvlinder. De bruine vuurvlinder is een schaarse standvlinder die leeft op droge, schrale, bloemrijke graslanden. De waardplant is schapenzuring, deze is



Figuur 27: De kleine vuurvlinder op kruipbrem.

aangetroffen in de hakhoutpercelen. Het habitat van de bruine vuurvliinder is ook geschikt voor de kleine vuurvliinder. De kleine vuurvliinder is in het voorjaar tot september waargenomen in perceel HBhei (figuur 27). Het bosbesbruintje is een zeldzame nachtvlindersoort die in het voorjaar veelvuldig waargenomen is. De waardplant (blauwe) bosbes is op verschillende plekken aangetroffen in de hakhoutpercelen (Bos et al., 2006). De gedeukte gouden tor is waargenomen in de hakhoutpercelen. De gedeukte gouden tor leeft in bosgebieden op allerlei schermbloemigen en is goed waar te nemen tijdens warm, zonnig weer. De larven ontwikkelen zich in de nesten van rode bosmieren (Chinery, 2009). De zwartkopvuurkever is ook in het hakhoutperceel waargenomen. De zwartkopvuurkever leeft op open plekken in het bos, op bloemen en oude boomstammen. Oude boomstammen worden in de natuur steeds vaker weggehaald, daardoor wordt de soort steeds zeldzamer (Chinery, 2009). Een opvallende soort in de hakhoutpercelen in Hoog Buurlo is de rugstreppad (figuur 28). De rugstreppad staat op de rode lijst vermeld als gevoelig. Het landhabitat



bestaat uit onbeschaduwde, laag tot volledig onbegroeide terreinen met daarin plekken waar een extreem microklimaat heerst. Voor de overleving van de soort zijn genoeg schuilmogelijkheden belangrijk (Creemers et al., 2009). In de onderzoeksgebieden zijn verschillende bloeiende plantensoorten aangetroffen (tabel 9). De grassen worden vermeld als 'gras' omdat de grassen niet tot de soortnaam zijn gedetermineerd. Hommels, bijen en wespen en zweefvliegen zijn in de percelen vaak waargenomen. Deze diergroepen zijn

Figuur 28: Een rugstreppad. Karakteristiek zijn de rode wratten, de horizontale pupillen en de lichte rugstreep.

bloembezoekende insecten. De diversiteit en talrijkheid hangen nauw samen met de bloemrijkdom (Kleijn et al., 2006; Pywell et al., 2005; Kohler et al., 2007).

Tabel 9: De bloeiende plantensoorten in de natuurgebieden met uitzondering van de grassen.

	De Meinweg	Kaapse Bossen	Hoog Buurlo
blauwe en rode bosbes			x
boswalstro			x
dalkruid			x
gewone braam		x	x
gewone dophei		x	x
gewoon biggenkruid			x
gewoon vingerhoedskruid			x
hennepnetel		x	
hulst		x	x
kruipbrem			x
lelietje-van-dalen		x	
melkdistel			x
rankende helmbloem		x	x
schapenzuring	x		x
struikhei	x	x	x
vuilboom	x	x	x
wilde lijsterbes		x	x

wilgenroosje		x	x
zwarte toorts			x

Blauwe en rode bosbes groeien vooral op plaatsen waar vroeger heide is geweest, omdat toen een podzolprofiel gevormd is. Rode bosbes neemt gewoonlijk een geringere plaats in dan blauwe bosbes, maar beide soorten zijn wel typische soorten van voedselarme grondsoorten (Weeda et al., 1988).

Dalkruid, lelietje-van-dalen en hulst zijn oude bossoorten. Bossen kleiner dan 1 ha zijn geen geschikt habitat omdat het feitelijk alleen bosrand is. Een ander kenmerk van oude bossoorten is dat de vermeerdering vegetatief plaatsvindt. Oude bossoorten kunnen tientallen jaren oud worden maar omdat de verspreidingscapaciteit klein is, komen vaak geïsoleerde populaties voor (van Dort et al., 2003; Weeda et al., 1991).

Struikhei is in alle drie de natuurgebieden waargenomen maar in De Meinweg was het zichtbaar, dominant aanwezig. Struikhei is kenmerkend voor stikstof- en fosforarme grond en grond die gevoelig is voor bemesting. Struikhei gaat overheersen op droge tot matig vochtige gronden. Struikhei bloeit in de nazomer (Weeda et al., 1988).

Typische soorten voor kapvlakten zijn gewoon biggenkruid, gewoon vingerhoedskruid, hennepnetel, rankende helmbloem, schapenzuring, vuilboom en wilgenroosje (figuur 29) (Weeda et al., 1985; Weeda et al., 1987; Weeda et al., 1989; Weeda et al., 1991).



Figuur 29: Gewoon biggenkruid, hennepnetel en wilgenroosje zijn karakteristieke soorten voor kapvlakten.

5. Discussie

5.1 De Meinweg

Het meeste dode hout is aangetroffen in De Meinweg, een verklaring hiervoor is dat daar bewust takken zijn blijven liggen. Het hout ligt in MW09 verspreid over het perceel en in MW10 liggen takkenrillen. Door de schaduwwerking van de takkenrillen werd verwacht dat in perceel MW09 minder kruiden zouden groeien, dat is significant niet aangetoond. Ook is er (nog) geen verschil waargenomen tussen het aantal uitgelopen eiken in perceel MW09 en MW10. De hoogte van de uitlopers zijn overal gelijk. De theorie dat de vraat van reeën minder is bij verspreiding van het hout door het perceel, wordt niet bevestigd (Vliegthart, 2011).

Gras (vooral pijpenstrootje) en struikhei waren in de hakhoutpercelen dominant aanwezig. Het is niet aangetoond dat struikhei in De Meinweg dominanter aanwezig is dan in een ander natuurgebied. De struikhei groeit vooral een paar meter van de afgezette stobben af, waardoor die vaak niet massaal binnen een straalmeting vielen. Pantserjuffers zijn vaak te vinden tussen grassen, zeggen en russen (Kalkman et al., 2002). De gewone en de tengere pantserjuffer zijn waargenomen in de hakhoutpercelen, hierdoor wordt het dominant voorkomen van gras bevestigd. De dominantie van gras en struikhei is te verklaren doordat de hakhoutpercelen direct grenzen aan een groot heidegebied. Een hakhoutperceel in Hoog Buurlo grenst ook aan een groot stuk heide maar daar staat een paar meter brede beukenlaan tussen. Het heideperceel in Hoog Buurlo grenst ook aan twee zijden aan ouder bos, terwijl in De Meinweg de hakhoutpercelen aan relatief jong hakhoutbos grenzen. In Hoog Buurlo zullen de oude bosplanten die in het bos groeien naar verloop van tijd het hakhout binnendringen (Westhoff et al., 1964). Een voorbeeld van een oud bossoort is adelaarsvaren. Adelaarsvaren komt in De Meinweg, in de hakhoutpercelen niet voor. Een nieuwe vesting van adelaarsvaren komt over grotere afstanden sporadisch voor. Het eentonige karakter wordt in De Meinweg ook bevestigd doordat minder of zelfs geen prunus, lijsterbes of rankende helmbloem groeit (Weeda et al., 1988).

De waargenomen sprinkhaansoorten en krekellosoort leven op zonnige, open plekken met laag struigewas. De Meinweg is met een afwisseling van kale grond, gras en bos een geschikt habitat voor sprinkhanen en krekels (Kleukers et al., 2004). Het voorkomen van de boskrekkel betekent dat het hakhoutperceel een goede natuurkwaliteit heeft (van Dort et al., 2003). Opvallend aan de tweede inventarisatie was dat relatief meer kevers in de hakhoutpercelen zijn waargenomen. De kevers waren vooral paardenmestkevers. De grote aanwezigheid van deze soort valt te verklaren omdat schotse Hooglander runderen en IJslandse paarden in het gebied lopen. De mesthopen dienen als voedsel voor de kever, en de larven leven in de mest (Chinery, 2009). De paardenmestkever is de enige soort mestkever die aangetroffen is. Andere mestfauna zoals vliegen, regenwormen en andere keverfamilies zijn niet in grote aantallen aangetroffen (Lahr et al., 2007; Skidmore, 1991). In de hakhoutpercelen zijn alleen oudere mesthopen aangetroffen, door de dichte korst is de mesthoop ongeschikt voor de mestfauna. De hakhoutpercelen worden niet genoeg bezocht door de Hooglander runderen en de IJslandse paarden om een habitat te vormen voor veel soorten mestfauna (Lahr et al., 2007; Ridsdill-Smith, 1991). Hommels, bijen en wespen zijn tijdens de tweede inventarisatie dominanter waargenomen dan in de andere twee natuurgebieden. De diversiteit en talrijkheid

van hommels, bijen en wespen hangt af van de bloemrijkdom (Kleijn et al., 2006; Pywell et al., 2005). In De Meinweg groeien zoals eerder vermeld, weinig bloemen. Struikhei is dominant aanwezig in hakhoutpercelen, de hoofdbloei van struikhei valt in de nazomer. De bloei is van vitale betekenis voor laatvliegende vertegenwoordigers van diverse insectengroepen, waar onder hommels, bijen en



wespen (Weeda et al., 1988).

5.2 Kaapse Bossen

Het wilgenroosje groeit vaak in combinatie met rankende helmbloem en schapenzuring. Deze combinatie is alleen in Hoog Buurlo gevonden. Schapenzuring groeit niet in de Kaapse Bossen terwijl daar plaatselijk meer wilgenroosje groeit dan in Hoog Buurlo (Weeda et al., 1987). Het wilgenroosje is een echte pioniersplant, pioniersplanten groeien alleen in het eerste jaar na de kap. In de Kaapse Bossen groeide het wilgenroosje in perceel HBog, de pioniersplanten zijn (nog) niet helemaal verdrongen door de oude bossoorten (Mac Leod, 1893).

Het lelietje-van-dalen groeit alleen in de Kaapse Bossen en is een echte hellingplant. Het grootste verloop is ook in de Kaapse Bossen (Weeda et al., 1991). Hennepnetel groeit in de Kaapse Bossen, deze plantensoort komt in de andere twee gebieden niet voor. Hennepnetel groeit in combinatie met gewone braam in kanaalbermen of langs schrale sloten. In de omgeving ligt geen water, gewone braam groeit waarschijnlijk in de hakhoutpercelen omdat de grond bewerkt is (Weeda et al., 1987). Om uitspraken over de bodemcompactatie te doen moet in vervolgonderzoek de bodemeigenschappen bepaald worden.

Tussen de percelen zitten een paar opvallende verschillen. In perceel KB10 groeit geen braam en rankende helmbloem. Rankende helmbloem en braam zijn stikstofminnende plantensoorten. Een mogelijke verklaring voor de groei van deze soorten is dat in perceel KB10 de atmosferische depositie door de beuken overstaanders niet goed door kan dringen in de grond. Een hogere talrijkheid van rankende helmbloem en braamstruiken is in perceel KBog ontstaan doordat daar al langer verstoring optreedt (van Dort et al., 2003). De groei van stikstofminnende soorten (rankende helmbloem, wilgenroosje en gewone hennepnetel) kan volgens Ellenberg verschillende oorzaken hebben. De eerste oorzaak is de afgenomen wortelconcurrentie van bomen doordat bomen/stronken dood zijn gegaan. De tweede oorzaak is de sterkere belasting met stikstof, deze komt overeen met de eerder genoemde theorie. De derde oorzaak is de toename van het licht waardoor de groei sterk geactiveerd wordt (Ellenberg, 1985; van der Werf, 1991). De verstoring kan ook veroorzaakt zijn door menselijke activiteiten, de groei van het wilgenroosje indiceert dit (Dijkhuizen et al., 1981).

Hulst groeit in de Kaapse Bossen en Hoog Buurlo, hulst is een echte oude bosplant (Honnay et al., 1999). De zaden van oude bossoorten zijn niet meerdere jaren kiemkrachtig en de zaden kunnen zich niet over grote afstanden verbreiden. De ontwikkeling van een boskern duurt vele decennia. De hakhoutpercelen waren al langere tijd niet meer gekapt (Dijhuizen et al., 1981; van Dort et al., 2003; Hommel et al., 2002). Een ander oude bossoort is dalkruid. Het voorkomen van dalkruid is vaak gerelateerd aan de mate van inwaai van beukenstrooisel. Dalkruid is niet aangetroffen in de Kaapse Bossen terwijl daar grote beuken overstaanders staan (Hommel et al., 2002). Oude bossoorten zijn van belang voor de natuurwaarde, in de Kaapse Bossen zijn dat adelaarsvaren, lelietje-van-dalen en hulst. Adelaarsvaren duidt op een arm bos terwijl lelietje-van-dalen niet onderscheidend is. Adelaarsvaren kan de ondergroei gaan domineren waardoor andere bossoorten geen kans krijgen of verdwijnen (Hommel et al., 2002). Plaatselijk treedt dit in Hoog Buurlo al op. De oude bossoorten zijn vooral in de tweejarige of oudere percelen gevonden, de pionierssoorten zijn dan verdrongen door de oude bossoorten (MacLeod, 1893).

De spinnen leven, tijdens de tweede inventarisatie, meer in perceel KB10 dan in perceel KB09. Spinnen leven in de strooisel- en vegetatielaag maar in de Kaapse Bossen is de strooisellaag en de kruidlaag in beide percelen hetzelfde. De vestiging van spinnen is ook afhankelijk van de vochtigheid en het microreliëf van de bodem en de vegetatie. De vegetatie voor maken van webben en schuilplaatsen is in KB10 waarschijnlijk beter dan in KB09 (Noordijk et al., 2007).

Libellenfamilie de korenbouten is met vier soorten (bloedrode heidelibel, bruinrode heidelibel, gewone oeverlibel en steenrode heidelibel) goed vertegenwoordigd in de Kaapse Bossen. De korenbouten planten zich voort in de omgeving liggende, grotere en kleinere wateren. Wateren liggen ook in omgeving van De Meinweg en Hoog Buurlo, maar in die hakhoutpercelen komen minder korenbouten voor. In de Kaapse Bossen liggen in de omgeving weinig open plekken. Het nieuwe open gedeelte in het bos (de hakhoutpercelen) trekt genoeg insecten aan om een interessant jaaggebied voor onder andere korenbouten te vormen (Kalkman et al., 2002). Lieveheersbeestjes en zweefvliegen komen niet talrijk voor terwijl het de natuurlijke vijanden van planteneterende insecten zijn (van Dort et al., 2003).

In de Kaapse Bossen is alle prunus verwijderd waardoor twee keer geïnventariseerd is. De verwijdering van prunus kan een negatieve invloed hebben op de dagvlinders, omdat dagvlinders afhankelijk zijn van (waard)planten (Bos et al., 2006). Door de topplag in het perceel te verwijderen wordt het perceel als habitat ongeschikt. Alle andere diersoorten die leven in de toppen van planten verdwijnen uit het gebied of gaan dood. Het voordeel van de prunus verwijderen is dat de eiken weer meer ruimte en licht krijgen. Eikminnende soorten en soorten die van een dikke(re) strooisellaag houden zoals de heikikker, zullen blijven of worden aangetrokken (Jansen et al., 2001).



5.3 Hoog Buurlo

Dood hout is in Hoog Buurlo meer aangetroffen in HBhei ten op zichte van de andere twee hakhoutpercelen. De vertering van het dode hout in HBhei is al in een verder stadium, waardoor een dikkere strooisellaag is ontstaan. Het heideperceel is gekapt met grote, zware machines en dat laat nu nog zijn sporen na. Door de verstoring groeit er meer rankende helmbloem in HBhei dan in HBog (van der Werf, 1991; van Dort et al., 2003). De verstoring heeft niet tot gevolg gehad dat dominantie van gewone braam of schapenzuring is ontstaan (Weeda et al., 1985; Weeda et al., 1987). Het perceel HBhei zou verder in ontwikkeling moeten zijn omdat het eerder is afgezet dan de andere twee hakhoutpercelen. De hoogte van de uitlopers in HBhei verschilt met HB08 maar niet met HBog. Dit is in tegenstelling met de kapcyclus van Jansen (Jansen et al., 2011).

Adelaarsvaren is in perceel HB08 dominant aanwezig ten opzichte van HBog. De dichte bladermassa van de adelaarsvarens heeft een sterke remming op de natuurlijke verjonging van het perceel. Andere oude bossoorten kunnen zich hierdoor niet vestigen (Hommel et al., 2002; van der Werf, 1991).

Het aantal dieren in Hoog Buurlo kent de grootste daling in de loop van de tijd maar gemiddeld herbergen de percelen HB08 en HBog de meeste dieren. De derde inventarisatie is in Hoog Buurlo het laatst uitgevoerd en veel insecten kennen een afname als het najaar wordt (Mertens, 2006). Hommels, bijen en wespen waren tijdens de derde inventarisatie, in Hoog Buurlo dominanter aanwezig dan in De Meinweg. De meest logische verklaring is dat de hommels, bijen en wespen aangetrokken zijn door de rijke flora maar de bloei was tijdens derde inventarisatie in eind september voor veel planten al over het hoogtepunt (Weeda et al., 1985; Weeda et al., 1987; Weeda et al., 1989; Weeda et al., 1991; Pywell et al., 2005; kleijn et al., 2006). De theorie dat de plantendiversiteit ter plekke is voor insecten belangrijker dan het landschap in de omgeving, is dus niet aangetoond (Collinge et al., 2003; Noordijk et al., 2006). De herkomst van de hommels, bijen en wespen is onduidelijk. Het hoogste aantallen dieren per perceel en de meeste bloeiende plantensoorten komen voor in Hoog Buurlo. De theorie dat de plantendiversiteit ter plekke voor insecten belangrijker is dan het landschap in de omgeving is over de drie inventarisaties wel aangetoond. Een bos met een structuurrijke begroeiing met veel variatie in horizontale en verticale richting, geldt algemeen voor dat die de grootste diversiteit aan diersoorten heeft. De diversiteit zal in Hoog Buurlo het grootst zijn (van Dort et al., 2003).

Het idee van successie, de diversiteit neemt toe met de tijd tot een hoogtepunt, wordt in de hakhoutpercelen verwacht (Moerland, 2011). En de meeste dieren worden in HBhei verwacht, beide zijn niet het geval. De successie moet in een vervolgonderzoek onderzocht worden met meer verschillende jaarstadiums.

De bosparelmoevlieder gebruikt ook andere helmkruiden dan hengels als waardplant. Vingerhoedskruid wordt ook als waardplant gebruikt, vingerhoedskruid is wel aangetroffen in het gebied. De waargenomen exemplaren kunnen ook pas volwassen vlinders zijn, die gebruiken het gewoon biggenkruid als nectarplant. Een rugstreeppad is tijdens de derde inventarisatie in perceel HB08 waargenomen. Het winterhabitat van een rugstreeppad bestaat uit een gebied met een pionierskarakter met voldoende schuilmogelijkheden. De hakhoutpercelen voldoen aan die eisen (Creemers et al., 2009).

In één perceel (HB08) zijn op twee plaatsen larven aangetroffen. Het gingen om meikever larven of om neushoornkever larven. Larven van de doelsoort, het vliegend hert, zijn niet aangetroffen. De maatregelen (eiken laten liggen, warme plek creëren) om een geschikt habitat te vormen voor larven van het vliegend hert

zijn wel genomen (Smit et al., 2008). De vesting van het vliegend hert kan nog jaren duren ook al is het habitat geschikt. De verspreidingscapaciteit van het vliegend hert klein is (<200m) en de kernpopulaties ligt in het Noorden van de Veluwe (Smit et al., 2008; Sprecher-Uebersax, 2001). Het hakhout moet jarenlang beheerd worden om het vliegend hert een kans te geven zich uit te breiden.



6. Conclusie

Tabel 10 weergeeft een overzicht van de gesteldheid van de hakhoutpercelen in de drie natuurgebieden.

Tabel 10: Een overzicht van de gesteldheid van de hakhoutpercelen in de drie natuurgebieden.

	De Meinweg	Kaapse Bossen	Hoog Buurlo
Hoogte uitlopers	Slecht	Gemiddeld	Goed
Bloeiende plantensoorten	3	9	16
Doelsoorten	0	1	2
Gemiddeld aantal dieren per perceel	89	117	132
Dagvlindersoorten	7	6	12
Libellen en juffersoorten	2	6	6

6.1 De Meinweg

Takkenrillen liggen in perceel MW09, en in perceel MW10 ligt het hout verspreid over het perceel. Op basis van alle variabelen kan niet geconcludeerd worden welke methode beter werkt voor de hakhoutcyclus. Meer eiken zijn in De Meinweg niet uitgelopen en de eiken zijn minder hoog uitgelopen ten opzichte van de andere twee natuurgebieden met een hek om de hakhoutpercelen. Geconcludeerd kan worden dat het plaatsen van een hek om de hakhoutpercelen een positieve invloed heeft op de uitlopers.

De Meinweg verschilt het meeste ten opzichte van de andere twee natuurgebieden. De hakhoutpercelen zijn eentoniger en hebben een lagere biodiversiteit (figuur 30). De Meinweg is, buiten de bloeitijd van de struikhei, zeer arm aan bloemen. Dood hout is in ruime mate aanwezig, wat kan dienen als nestmateriaal voor bijen en wespen. De dominantie van bijen en wespen blijft uit door de lage bloemrijkdom. Geen van de doelsoorten zijn aangetroffen in het gebied. De heikikker, zandhagedis, hoornaarroofvlieg en boskrekel zijn voor het gebied waardevolle soorten.



Figuur 30: Een overzicht van perceel MW10, het eentonige karakter en de laag uitgelopen stronken zijn duidelijk zichtbaar.

6.2 Kaapse Bossen

Op basis van de variabelen in tabel 10 kan geconcludeerd worden dat het hakhoutsysteem in de Kaapse Bossen beter werkt dan in De Meinweg maar minder goed dan in Hoog Buurlo.

Twee soorten glazenmakers, vier soorten korenbouten en zes soorten dagvlinders zijn in de hakhoutpercelen waargenomen. Deze soorten tonen aan dat de hakhoutpercelen interessante gebieden zijn om te jagen op insecten en om nectar te verzamelen. De hazelworm, een van de doelsoorten, is in de hakhoutpercelen

waargenomen. De percelen voldoen aan de habitateisen van hazelwormen, in het perceel zijn genoeg schuilmogelijkheden. De boskrekel en heikikker zijn ook waardevolle soorten voor het gebied.

6.3 Hoog Buurlo

Bloeiende plantensoorten, doelsoorten, dieren en dagvlinders zijn meer aangetroffen in Hoog Buurlo dan in de andere twee natuurgebieden.

Larven van de meikever of neushoornkever zijn onder boomstammen gevonden in perceel HBo8. Larven van het vliegend hert zijn niet aangetroffen in de hakhoutpercelen. Het habitat is geschikt voor larven van bladsprietkevers (mei- en neushoornkevers), de komende jaren moet blijken of het ook geschikt is voor het vliegend hert (kortschildkever).

De twee aangetroffen doelsoorten zijn de levendbarende hagedis en de bosparelmoevlinder. De bosparelmoevlinder is in 2010 voor het eerst in de hakhoutpercelen HBo8 en HBog waargenomen. De bosparelmoevlinder kan behouden worden door om de drie jaar een perceel af te zetten. Een nieuw stuk perceel moet in de winter van 2012-2013 afgezet worden om de soort te behouden (Bos et al., 2006).

Het hakhoutbos biedt weer kansen voor soorten die afhankelijk zijn van dood hout, zoals de zwartkopvuurkever en de kleine wespenbok.

De grote rupsendoder en levendbarende hagedis zijn ook waardevolle soorten voor het gebied.

Het perceel HBhei zou verder in ontwikkeling moeten zijn omdat het eerder afgezet is dan de andere twee hakhoutpercelen, dit kan niet geconcludeerd worden. Opvallend aan perceel HBhei is dat eiken verspreid over het perceel staan en plaatselijk grote stukken grond braak liggen (figuur 31). De kans bestaat dat het hakhoutsysteem niet meer intact is, aangeraden wordt om na de volgende kap het perceel in te boeten door af te leggen of bij te planten (Jansen et al., 2001).



Figuur 31: Perceel HBhei, de eiken staan verspreid over het perceel.

6.4 Samengevat

De hakhoutpercelen brengen variatie in een gebied en dat heeft een positieve werking op de biodiversiteit. Het opnieuw in beheer nemen van oude hakhoutgebieden werkt nog steeds. In de hakhoutpercelen lopen de stronken uit en door het inboeten blijft de dichtheid behouden.

Dit onderzoek moet over vier tot vijf jaar herhaald worden om een goed beeld van de hakhoutcyclus te krijgen. De cyclus is helemaal in beeld gebracht als het onderzoek ook over tien jaar herhaald wordt. De eiken zijn dan weer in het stadium om gekapt te worden. Dan kan ook bepaald worden of de cyclus van stobbenfase tot hoog opgaand bos, in de praktijk overeenkomt.

Literatuur

- Andringa, R. (2010). *Monitoring hakhoutperceel op de Meinweg – 2010*. Roermond.
- Bijlsma, R. (2005). 'Natuurlijkheid en biodiversiteit: een verstoorde relatie'. *Vakblad natuur bos landschap*, 5, p. 7-11.
- Bijlsma, R.J., Janssen, J.A.M., Haveman, R., Waal de, R.W., Weeda, E.J. (met bijdragen van Koomen, A.J.M., Lammertsma, D.R., Loeb, R., Maas, G.J.) (2008). *Natura 2000 habitattypen in Gelderland*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1769. 298 blz.; 21 fig.; 11 tab.; 154 ref.
- Boer, P. (2008). 'Het inventariseren en monitoren van mieren (hymenoptera: formicidae'. *Nederlandse faunistische mededelingen*, 28, p. 17-34.
- Bos, F., Bosveld, M., Groenendijk, D., Swaay van, C., Wynhoff, I. (2006). *De dagvlinders van Nederland, verspreiding en bescherming (Lepidoptera: Hesperioidea, Papilionoidea)*. *Nederlandse Fauna* 7. Leiden. Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis, KNNV Uitgeverij & European Invertebrate Survey – Nederland.
- Broere, M. (2010). *Effecten van hakhoutbeheer op de biodiversiteit*. De Vlinderstichting, Wageningen.
- Bremt van den, P. (2010). *Beheer en behoud cultuurhistorische elementen vs. biodiversiteit*. [pp-document]. <http://www.probos.nl/home/evenementen_bestanden/E20100401-Presentatie%20Paul%20van%20den%20Bremt_Vlaams%20Instituut%20voor%20het%20Onroerend%20Erfgoed.pdf>. Geraadpleegd 18 november 2011.
- Chinery, M. (2009) *Nieuwe insectengids*. 8^{ste} druk, Baarn: Tirion Uitgevers bv.
- Collinge, S.K., Prudice, K.L. Oliver, J.C. (2003). 'Effects of local habitat characteristics and landscape context on grassland butterfly diversity'. *Conservation Biology*, 17, p. 178-187.
- Creemers, R.C.M., van Delft, J.J.C.W. (2009). *De amfibieën en reptielen van Nederland*. *Nederlandse Fauna* 9. Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis, European Invertebrate Survey, Nederland, Leiden.
- Dijkhuizen, S., Schimmel, H. (1981). *Ontdek de veluwe. Nederlandse landschappen*. 2^e druk. IVN in samenwerking met de VARA.
- Dort van, K.W., Grashof-Bokdam, C.J., Hees van, A.F.M., Hommel, P.W.F.M., Kalkhoven, J.T.R., Schelhaas, M.J. (2003). *Kleine bossen in het landschap. Geschiedenis, waarde en beheer*. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 643. 123 blz.; 17 fig.; 9 tab.; 32 ref.
- Ellenberg, H. (1985). 'Veränderungen der Flora Mitteleuropas unter dem Einfluss von Düngung und Immissionen'. *Schweiz. Z. Forstwes*, 136, p. 19-39.
- Gongalsky, K.B., Savin, F.A., Pokarzhevski, A.D., Filimonova, Z.V. (2005). 'Spatial distribution of isopods in an oak-beech forest'. *European Journal of Soil Biology*, 41, p. 117-122.
- Hommel, P.W.F.M., Spek, Th., Waal de, R.W. (2002). *Boomsoort, strooiselkwaliteit en ondergroei in loofbossen op verzuringsgevoelige bodem. Een verkennend literatuur- en veldonderzoek*. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 509. 112 blz.; 17 fig.; 23 tab.; 125 ref.
- Honnay, O., Hermey, M., Coppin, P. (1999). Effects of area, age and diversity of forest patches in Belgium on plant species richness, and implications for conservation reforestation. *Biological conservation* 87, p. 73-84.
- Jansen, P., Kuiper, L. (2001). *Hakhout, suggesties voor het beheer*. Nijmegen: Drukkerij Thieme.
- Kalkman, V.J., Ketelaar, R., Groenendijk, D. (2002). *De Nederlandse libellen (odonata)*. *Nederlandse Fauna* 4. Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis, KNNV uitgeverij en European Invertebrate Survey-Nederland, Leiden.
- Kennedy, C.E.J., Southwood, T.R.E. (1984). 'The number of species of insects associated with British trees, a re-analysis'. *Journal of Animal Ecology* 53, p. 455-478.

- Kleijn, D., Langevelde van, F. (2006). 'Interacting effects of landscape context and habitat quality on flower visiting insects in agricultural landscapes'. *Basic and Applied Ecology*, 7, p. 201-214.
- Kleukers, R., Krekels, R. (2004). *Veldgids sprinkhanen en krekels*. KNNV uitgeverij Utrecht.
- Kohler, F., Klink van, R., Noordijk, J., Kleijn, D. (2007). 'De invloed van natuurgebieden op zweefvliegen en bijen in agrarische gebieden (Diptera: Syrphidae; Hymenoptera: Apidae)'. *Entomologische Berichten*, 67, p. 187-192.
- Koivula, M., Punttila P., Haila Y., Niemela J. (1999). 'Leaf litter and the small-scale distribution of carabid beetles (Coleoptera, Carabidae) in the boreal forest'. *Ecography*, 22, p. 424-435.
- Kragt. *Uitvoeringsmaatregelen fase 1*. [pp-document].
<<http://www.lanterfant.nl/presentatieuitvoeringsmaatregelen.pdf>>. Geraadpleegd 25 juli 2011.
- Lahr, J., Pol van der, J.J.C. (2007). *Mestfauna en duurzame landbouw. Belangrijkste groepen dieren, levenswijze & ecologische diensten*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1473. 58 blz.; 3 fig.; 1 tab.; 100 ref.
- Mac Leod (1893). Z.pl. Uit Brecht van den, P. (2010). *Beheer en behoud cultuurhistorische elementen vs. biodiversiteit*. VIOF.
- Mertens, F. (2006). *Het voorkomen van vleermuizen op tien herstructureringslocaties in Apeldoorn*. Wageningen: Advies bureau Mertens, Bureau voor natuur, ruimtelijke ordening en ecotoxicologie.
- Minister van LNV – directie kennis (31-03-2011). *Eikenhakhout*. [www-document].
<<http://www.natuurkennis.nl/index.php?hoofdgroep=2&niveau=3&subgroep=116&subsubgroep=1044&subsubsubgroep=150>>. Geraadpleegd 25 juli 2011.
- Minister van LNV – directie kennis (31-03-2011). *Middenbos*. [www-document].
<<http://www.natuurkennis.nl/index.php?hoofdgroep=2&niveau=3&subgroep=116&subsubgroep=1043&subsubsubgroep=180>>. Geraadpleegd 25 juli 2011.
- Minkjan, P., Baas, H., Renes, H., Veen, P. (2006). *Handboek cultuurhistorisch beheer*. Landschapbeheer Nederland.
- Moerland, W. (2001). *Ecologische waarden op drie groene daken in Rotterdam – een verkennende studie*. bSR-rapport 170. Bureau Stadsnatuur Rotterdam, Rotterdam.
- Nationaal Park De Meinweg. *Cultuurhistorie*. [www-document]. <<http://www.np-demeinweg.nl/documents/natuur-en-landschap/cultuurhistorie.xml?lang=nl>>. Geraadpleegd 16 november 2011.
- Natuurmonumenten. *Nationaal Park Utrechtse Heuvelrug*. [www-document].
<<http://www.natuurmonumenten.nl/content/nationaal-park-utrechtse-heuvelrug>>. Geraadpleegd 16 november 2011.
- Noordijk, J., Helsdingen van, P. (2007). 'Spinnen (Arachnida: Araneae) op akkers – biologie en plaagbestrijding'. *Entomologie berichten*, 67, p. 249-252.
- Noordijk, J., Raemakers, I.P., Schaffers, A.P., Nijs de, L., Gleichman, M., Sýkora, K.V. (2006). 'Kansen voor geleedpotigen in bermen. Acht jaar onderzoek langs de weg'. *Entomologische Berichten*, 66, p. 166-173.
- Ouden den, J. (2009). *Restauratie van hakhout*. [pp-document].
<http://www.beheerdersnetwerken.nl/bestanden/Presentatie_eikenhakhout_Janden_Ouden_dz09_02.pdf>. Geraadpleegd 25 juli 2011.
- Ozinga, W. (2008). 'Zaadtransport als sleutelproces bij natuurbeheer'. *Vakblad natuur bos landschap*, 5, p. 18-21.
- Paesen, B. (2010). *Praktisch werkboek knoteiken*. Hothalen-Helchteren.
- Pywell, R.F., Warman, E.A., Carvell, C., Sparks, T.H., Dicks, L.V., Bennett, D., Wright, A., Critchley, C.N.R., Sherwood, A. (2005). 'Providing foraging resources for bumblebees in intensively farmed landscapes'. *Biological Conservation*, 121, p. 479-494.
- Provincie Overijssel (14 juni 2011). *Eeuwenoud cultuurlandschap*. [www-document]. <<http://www.overijssel.nl/overijssel/cijfers-kaarten/staat-overijssel/6-landschap/6-1-eeuwenoud/>>. Geraadpleegd 22 juli 2011.

- Reemer, M. (2005). 'Saproxylic hoverflies benefit by modern forest management (Diptera: Syrphidae)'. *Journal of Insect Conservation*, 9, p. 75-90.
- Ridsdill-Smith, J. (1991). 'Competition in dung breeding insects'. *Reproductive behaviour of insects*, p. 264-292.
- Skidmore, P. (1991). *Insects of the British cow-dung community*. Field Studies Council, Shrewsbury, UK.
- Smit, J.T., Krekels, R.F.M. (2008). *Vliegend hert op de Veluwe. Beschermingsplan 2009-2013*. EIS-Nederland en Bureau Natuurbalans-Limes Divergens, Leiden-Nijmegen.
- Spitzer, L., Konvicka, M., Benes, J., Tropek, R., Tuf, I.H., Tufova, J. (2008). 'Does closure of traditionally managed open woodlands threaten epigeic invertebrates? Effects of coppicing and high deer densities'. *Elsevier, Biological Conservation* 141: p. 827-837.
- Sprecher-Uebersax, E. (2001). *Studien zur Biologie und Phänologie des Hirschkäfers im Ram Basel mit Empfehlungen von Schutzmassnahmen zur Erhaltung und Förderung des Bestandes in der Region (Coleoptera: Lucanidae, Lucanus cervus L.)*. Inauguraldissertation, verlag Medizinische Biologie, Basel, 1-196.
- Staatsbosbeheer 1. <<http://www.staatsbosbeheer.nl/Natuurgebieden/Heeze-Leende/Beheer.aspx>>. Geraadpleegd 28 oktober 2011.
- Staatsbosbeheer 2. <<http://www.staatsbosbeheer.nl/natuurgebieden/veluwe-midden.aspx>>. Geraadpleegd 28 oktober 2011.
- Vereniging Behoud Tweekelo (2010-2011). *Abiotisch milieu: reliëf, bodem en waterhuishouding*. [www-document]. <http://www.tweekelo.nl/landschap_abiotisch.php>. Geraadpleegd 22 juli 2011.
- Vliegenthart, A. (2007). *Eikenhakhoutbrigades, eerste fase*. Rapport VS2007.051. De Vlinderstichting, Wageningen.
- Vliegenthart, A. Persoonlijke mededeling. Oktober 2011.
- Vliegenthart, A., Struijk, R.P.J.H. (2010). *Bosranden en hakhout; advies Kaapse Bossen*. Rapport VS2010.006. De Vlinderstichting, Wageningen.
- Vodka, S., Konvicka, M., Cizek, L. (2009). 'Habitat preferences of oak-feeding xylophagous beetles in a temperate woodland. Implications for forest history and management'. *Journal of Insect Conservation*, 13, p. 553-562.
- Weeda, E.J., Westra, R., Westra, CH., Westra, T. (1985). *Nederlandse oecologische flora, wilde planten en hun relaties 1*. IVN in samenwerking met de VARA en de VEWIN.
- Weeda, E.J., Westra, R., Westra, CH., Westra, T. (1987). *Nederlandse oecologische flora, wilde planten en hun relaties 2*. IVN in samenwerking met de VARA en de VEWIN.
- Weeda, E.J., Westra, R., Westra, CH., Westra, T. (1988). *Nederlandse oecologische flora, wilde planten en hun relaties 3*. IVN in samenwerking met de VARA en de VEWIN.
- Weeda, E.J., Westra, R., Westra, CH., Westra, T. (1991). *Nederlandse oecologische flora, wilde planten en hun relaties 4*. IVN in samenwerking met de VARA en de VEWIN.
- Werf van der, S. (1991). *Bosgemeenschappen. Natuurbeheer in Nederland, deel 5*. Wageningen: Pudoc, Centrum voor Landbouwpublikaties en Landbouwdocumentatie.
- Westhoff, V., Mörzer Bruijns, M.F. (1964). 'Hakhout'. *De levende natuur*, 67, p. 189-196.

Bijlage 1 Literatuurstudie

Ontwikkeling van hakhout

Een kapcyclus van eiken duurt ongeveer 15 jaar. De eerste fase, 'de stobbenfase', is de eerste twee jaar na hakken. De eerste uitlopers ontwikkelen zich in die fase tot maximaal 2 meter. Een ruigtkruidenvegetatie ontstaat doordat er veel licht op de bodem valt. De tweede fase, de open struikfase, is het derde en vierde jaar na hakken. De uitlopers beginnen dan te overwoekeren. De ruigtkruidenvegetatie kan zich nog wel handhaven. Het vijfde tot het achtste jaar na hakken heet de dichte struikfase. Het kronendek sluit zich steeds verder, hierdoor verdwijnt onder de eiken de ruigtkruidenvegetatie. (Voorjaar)bloeiers, grassen en mossen komen in de plaats terug. De sterkste uitlopers zullen de zwakkere uitlopers gaan verdringen. In de stakenfase, negen tot twintig jaar na kappen, komt de kroonlaag steeds hoger te liggen. De kruid- en moslaag verdwijnt steeds verder omdat steeds minder zonlicht op de grond valt. De hierop volgende jaren zal het bos uitgroeien tot een opgaand bos. Een natuurgebied heeft, vanuit natuurbeheeroogpunt, voordeel bij als de percelen in verschillende ontwikkelingsfasen zijn. De karakteristieke biotoop omstandigheden van elke fase blijven dan aanwezig. Planten en dieren die afhankelijk zijn van een bepaalde fase kunnen dan altijd een geschikt habitat vinden (Jansen et al., 2001).

De bovengeschetste situatie van de ontwikkeling van eikenhakhout is onder ideale omstandigheden. In de praktijk moet er rekening worden gehouden met meer factoren. Bomen verdwijnen in een hakhoutbos door ouderdom en ziekte, daardoor kunnen grote open plekken ontstaan. Die open plekken werden vroeger meteen ingeboet, hoe meer stobben hoe hoger de opbrengst van het perceel. Inboeten wordt tegenwoordig niet meer zo snel gedaan, inboeten is kostbaar en een afwisseling tussen dichtere en meer open delen kan interessant zijn voor allerlei planten en dieren. Inboeten kan op twee manieren gebeuren. De eerste manier is jonge eikjes aanplanten en de tweede manier is afleggen (figuur 32).

Inboeten gaat lang niet altijd goed. De jonge eikjes kunnen doodgaan door beschaduwing van de uitgelopen stobben, dit gebeurt als de open plek kleiner is dan 2 meter. De aangeplante eiken moeten ook een beginhoogte van 1.20-1.40 meter hebben om niet weggeconcentreerd te worden. Natuurlijke verjonging is geen optie, de kans is groot dat ongewenste soorten zich vestigen in plaats van jonge eiken. Ongewenste soorten zullen zich gaan vestigen tussen de afgezette eiken. Prunus kan snel dominant worden in een gebied en zal de stobben gaan overwoekeren. De stobben krijgen dan te weinig zonlicht om uit te lopen, daarom wordt de prunus verwijderd door



Figuur 32: De jonge, aangeplante eik begint onderaan uit te lopen. (Foto: A. Vliegthart)

de hakhoutbrigades. De uitlopers van de afgezette stobben worden ook bedreigd door verschillende soorten fauna. De jonge uitlopers zijn een smakelijk hapje voor konijnen, hazen, reeën en herten. Konijnen en hazen kunnen al minder goed bij als de eiken op knie hoogte worden afgezet. De vraatkans van reeën en herten kan verkleind worden door het gebied te omheinen of door een groot gebied af te zetten. Hoe groter het perceel (minimale kapvlakte van 0,25 tot 1 hectare), hoe meer spreiding van de vraat. De eiken zijn ook vitaler

omdat er in een groot perceel weinig schaduwwerking vanuit de omgeving is. De kans is groter dat er uitlopers overleven. De opties omheinen en een groter gebied afzetten zijn beide relatief duur. Een derde optie is takkenhopen over de stobben leggen, hierover zijn steeds meer positieve berichten (Jansen et al., 2001).

Vormen van hakhout

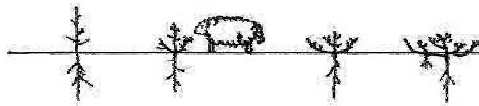
Eikenhakhoutbeheer heeft in de loop van de tijd verschillende vormen aangenomen. Middenbosbeheer is een combinatie van hakhoutbeheer en teelt van zwaarder, opgaand bos. Een paar prominente bomen blijven staan (overstaanders), die werden vroeger gebruikt als constructiehout. De overstaanders staan verspreid over het perceel zodat er voldoende licht op de stobben valt. Verschillende vleermuissoorten en holtebewoners zoals boommarters profiteren van oude eiken of overstaanders (Minister van LNV - directie kennis, 2011).

Het spaartelgenbeheer is een tweede vorm van eikenhakhoutbeheer. De beste uitloper (telg) van een stoof werd vroeger gespaard. De uitloper groeide dan uit tot een boom waarna een spaartelgenbos ontstond. Een spaartelgenbos is door de eenstammige structuur niet hetzelfde als een hakhoutbos. Het afzetten van spaartelgen leidt wel weer tot hakhout.

Het knothoutbeheer is het afzetten van de stammen op minstens één meter hoogte van de grond. Knothoutbeheer wordt vaak toegepast in percelen waar de vraatkans hoog is en waar veel oude eiken staan. De kans dat de slapende knoppen onder aan een boom inactief zijn is bij oude eiken groot. Een hoger gedeelte, wat jonger is, kan wel actieve slapende knoppen hebben (den Ouden, 2009). Het knothout geeft op plaatsen in Nederland de streekidentiteit terug. Het is ook waardevol als schuil- of broedplaats voor steenuilen, vleermuizen, eikvarens en grote insecten (Paesen, 2010).

Strubben lijken wat uiterlijk betreft op hakhout maar het is geen hakhout.

Strubben ontstaan door vraat van schapen aan jonge eiken. De lage dwergstruiken die dan ontstaan maken afleggers waardoor meerdere stammen ontstaan (figuur 33). Bij hakhout ontstaan er meerdere stammen door het regelmatig afzetten van de stobben.



Figuur 33: Het ontstaan van strubben.

Waarom opnieuw in beheer nemen?

Het hakhoutsysteem werd al in de tijd van de Romeinen gebruikt. Het werd beschouwd als de meest rendabele vorm van houtproductie. Het leverde hout op voor de leerlooierijen, gereedschap, brandstof, voor de houtskoolmakers enzovoort (figuur 34). Het aandeel fossiele brandstoffen en alternatieve looistoffen groeide rond 1875 en de loonkosten stegen. Het hakhout was toen niet meer rendabel (van den Breemt, 2010). In 1980 was 10% van het hakhoutareaal van 1875 over. Het overgebleven areaal was verwaarloosd en doorgeschoten. 1500 hectare van de 130.000 hectare hakhout is tegenwoordig nog in beheer, maar dat blijft afnemen (Kragt, 2011).

Het opnieuw in beheer nemen van eikenhakhout dient verschillende doelen. Het eerste doel is de natuur zelf. Het hakhoutbos heeft een grote



Figuur 34: Het hakhout werd vroeger allemaal met de hand afgezet. (Foto: Staatsbosbeheer)

schommeling in licht en temperatuur, daar komen veel verschillende soorten flora en fauna op af. Lichtminnende plantensoorten vestigen zich doordat er in het begin meer zonlicht op de grond valt. Insecten komen af op de nectar maar vooral loopkevers, spinachtige, pissebedden, duizendpoten en miljoenpoten vertonen een hogere soortenrijkdom in open hakhoutbossen (Gongalsky et al., 2005; Koivula et al., 1999). Vlinder- en libellensoorten komen af op het lichte en warme hakhoutbos. Libellen komen jagen op deze insectenrijke plaatsen. Vlinders komen af op de waardplanten die zijn gaan groeien door de grotere hoeveelheid licht en warmte (Bos et al., 2006; Kalkman et al., 2002). Een hakhoutbos is constant in ontwikkeling, het is zeer geschikt voor soortencombinaties van mantel- en bossoorten. Bossoorten bestaan in een hakhoutbos uit grotere populaties, het hakhoutbos zorgt voor dekking en dient als voedselbron. Het opnieuw in beheer nemen van eikenhakhout heeft ook een positieve invloed op de karakteristieke maar bedreigde flora en fauna. Het vliegend hert is hier een voorbeeld van. De larven van het vliegend hert leven van oud, rottend hout wat aangetast is door witrotschimmel. Oude eikenstobben kunnen goed voldoen aan deze voorwaarden. Andere soorten die afhankelijk zijn van dood rottend hout, zoals zweefvliegen, doen het ook goed in hakhoutbossen (Vodka et al., 2009 ; Reemer, 2005). Een hakhoutbos is ook geschikt voor vogels als geelgros, spotvogel, grasmus en braamsluiper. Rode lijst vlinders als bruine eikenpage, keizersmantel, kleine ijsvogelvlinder en sleedoornpage vinden ook een goed habitat in een hakhoutbos (figuur 35). De overige ongewervelde soorten van de rode lijst die profiteren van een hakhoutbos zijn andoornbij,



Figuur 35: Een kleine ijsvogelvlinder, een van de doelsoorten in hakhoutgebieden. (Foto: J. Mulder)

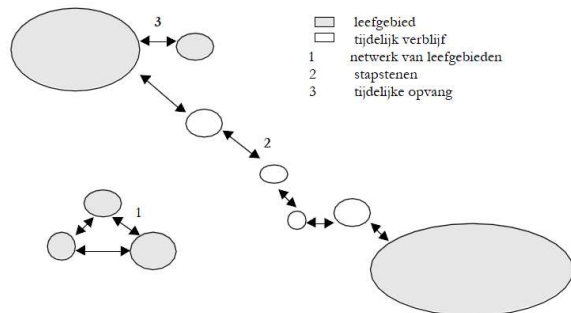
struikslak en tuinbaldakijnspin (Broere, 2010; Jansen et al., 2001; Smit et al., 2008).

Het tweede doel van het opnieuw in beheer nemen van hakhout is de cultuurhistorie. Boeren gingen in de late Middeleeuwen stukken land in bosrijk gebied ontginnen voor de landbouw. De percelen werden omsloten met een houtwal. Een houtwal is een ophoping van zand met eiken erop. De eiken waren in beheer als eikenhakhout waardoor er een dichte structuur van bomen ontstond. De dichte structuur diende ervoor om het vee op het perceel te houden en het wild erbuiten. De opbrengst van het hakhout werd gebruikt als brandhout. De houtwallen zijn in het bos nog steeds zichtbaar. De landschappelijke betekenis komt weer terug door de houtwallen opnieuw in beheer te nemen, ook ontstaat er een afwisseling van kleinschaligheid in het landschap. Het vergroot de belevingswaarde van de bosbezoekers doordat het hakhout een dynamische afwisseling in de tijd heeft (van Dort et al., 2003; Jansen et al., 2001; Provincie Overijssel, 2011; Vereniging behoud Tweekelo, 2011).

Functies hakhoutgebied als leefgebied

Een hakhoutgebied heeft als leefgebied van flora en fauna verschillende functies. Kleine dieren zoals insecten en bosspitsmuizen leven in geïsoleerde gebieden. Deze soorten worden geboren, foerageren, planten zich voort en gaan dood in hetzelfde gebied. De mobiliteit is zeer klein waardoor een netwerk van gebieden voor een gezonde populatie niet nodig is. Kleine zoogdieren en vogels hebben wel een netwerk nodig om een gezonde populatie in stand te houden (figuur 36). De kans op uitsterven van kleine zoogdieren en vogels in een geïsoleerd gebied is groter. De kans op inteelt is dan groter en door de lage aantallen is de kans groter is dat alleen mannetjes of vrouwtjes overblijven. Een hakhoutbos kan ook dienen

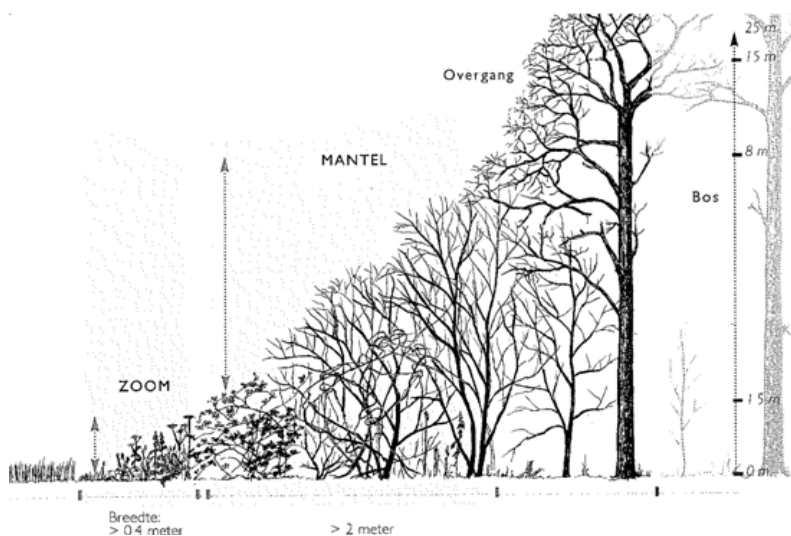
als stapsteen naar een nieuw leefgebied. Jonge boomarters gebruiken het bijvoorbeeld als bescherming tijdens de zoektocht naar een nieuw leefgebied. De laatste functie van een hakhoutgebied is dat het dient als tijdelijk leefgebied voor soorten. Als het oorspronkelijke leefgebied tijdelijk ongeschikt is geworden of als het te vol geraakt is met soortgenoten kan een ander (minder) geschikt gebied dienen als tijdelijk leefgebied (van Dort et al., 2003).



Figuur 36: De onderlinge relaties van hakhoutpercelen.

Hakhoutbeheer en bosrandbeheer

Hakhoutbeheer is kort gezegd het creëren van open plekken in een bos zodat meer licht, structuur en warmte in een natuurgebied komt. Bosrandbeheer is het creëren van een mantel- en zoomvegetatie aan de rand van een bos in plaats van directe scheidingen tussen natuurgebieden (figuur 37). De mantelvegetatie bestaat voornamelijk uit struiken en lianen en de zoomvegetatie uit kruidachtigen. Hakhoutbeheer heeft een positieve invloed op de flora en fauna, ditzelfde principe geldt voor bosrandbeheer. Typische bosrandsoorten zijn hengel, valse salie en havikskruiden. De planten gaan groeien door de toename van het licht op de grond. Hengel en havikskruiden zijn ook zeer gewenste soorten in hakhoutgebieden, het zijn nectarplanten voor onder andere vlinders. Bosranden en hakhoutgebieden hebben veel overeenkomsten waardoor het raadzaam is om in hakhoutgebieden aan bosrandbeheer te doen. Een natuurlijke omgeving wordt gecreëerd van dicht bos tot (tijdelijk) open land. Een netwerk van lanen met dichte struiken is ontstaan, waar dieren zich gemakkelijk in voortbewegen. Een ander groot voordeel van hakhoutbeheer combineren met bosrandbeheer is dat de schaduwwerking op een hakhoutperceel verminderd wordt. Het geleidelijker overgaan in een opgaand bos zorgt voor minder schaduwwerking op de stobben, van omliggend opgaand bos. Struwelen zijn op zonnig gelegen delen, in een bosrand of hakhoutperceel plaatselijk gewenst, een takkenril of takkenhoop kan hiervoor dienen. Soorten als groot dikkopje, schoenenlappers en herpetofauna profiteren omdat het een goed habitat vormt (van Dort et al., 2003; Vliegthart et al., 2010).



Figuur 37: Een bosrand, van de zoomvegetatie tot en met het opgaand bos.