

Beheersing van de iepenziekte in bossen met een natuurdoelstelling

Beheersing van de iepenziekte in bossen met een natuurdoelstelling

Verslag van een onderzoek, uitgevoerd in het Lauwersmeergebied

Jitze Kopinga

Alterra-rapport 1323

Alterra, Wageningen, 2006

REFERAAT

Kopinga, J. 2006. *Beheersing van de iepenziekte in bossen met een natuurdoelstelling – verslag van een onderzoek, uitgevoerd in het Lauwersmeergebied*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1323. 47 blz.; 4 afb.; 12 tab.; 70 ref.

Regeneratie van de gevelde iepen uit de opslag van wortels of stobben is vaak een probleem om iepen definitief uit een gemengde beplanting te verwijderen. Tenzij gebruik wordt gemaakt van chemische middelen, maar dat is in beplantingen met een natuurdoelstelling ongewenst. Een mogelijk alternatieve methode is dan het ringen van de bomen waarbij ingegrepen wordt op de opslag van reservestoffen die de boom benut bij de vorming van opslag. Van de werking van deze methode bij iep is nog weinig bekend. Dit rapport beschrijft de opzet, uitvoering en eerste resultaten van praktijkonderzoek. Bij dit onderzoek speelde tevens de vraag in hoeverre en hoelang een beplanting met zieke iepen als potentiële besmettingshaard een bedreiging kan vormen voor nog gezonde iepenbeplantingen in de bredere omgeving. Dit aspect is onderzocht aan de hand van een netwerk van rond een besmet haardgebied geplaatste feromoonvallen voor de iepenspintkever. Door het ringen wordt de natuurlijke regeneratie geremd, maar de resultaten na ruim een jaar onderzoek laten nog niet toe om hierover meer gedefinieerde en gekwantificeerde uitspraken te doen. Bij betrekkelijk geringe populatiedichtheden van de iepenspintkever, zoals die zich voordoen in het Lauwersmeergebied, zijn significante verhogingen daarvan vooralsnog alleen merkbaar c.q. meetbaar binnen afstanden van slechts enkele kilometers van een haardgebied.

Trefwoorden: Iepenziekte, iepenspintkever, bosomvorming, ringen, bastringen, feromoonvallen, kevervallen, kevervluchten, mergstraalcallus, houtstraalcallus.

ISSN 1566-7197

Dit rapport kunt u bestellen door € 20,- over te maken op banknummer 36 70 54 612 ten name van Alterra, Wageningen, onder vermelding van Alterra-rapport 1323. Dit bedrag is inclusief BTW en verzendkosten.

© 2006 Alterra

Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland

Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: info.alterra@wur.nl

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

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

Inhoud

Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	11
2 Onderzoeksvragen	13
3 Onderzoekopzet en -uitvoering	15
3.1 De invloed van het tijdstip van ringen op de regeneratie en het afsterven van de bomen.	15
3.1.1 Proefopzet	15
3.1.2 Waarnemingen aan de bomen	16
3.1.3 Lichtmetingen	16
3.2 Monitoring van kevervluchten met behulp van feromoonvallen	17
3.2.1 Proefopzet	17
4 Resultaten	19
4.1 Stamdiameter en bijgroei	19
4.2 Opslag vanuit de stamvoet	19
4.3 Wortelopslag	21
4.4 Stamschot / Waterlot	22
4.5 Conditie van de bomen	23
4.6 Wondcallusvorming vanuit houtstralen	23
4.7 Lichtinval	25
4.8 Kevertellingen	26
5 Besprekingen van de resultaten	29
5.1 Conditie/vitaliteit van de bomen	29
5.2 Opslag uit de stobben	29
5.3 Vorming van oppervlaktecallus	30
5.4 Vorming van stamschot / waterlot	31
5.5 Beschaduwning / lichtinval	32
5.6 Monitoring van de kevervluchten	32
5.6.1 Keveraantal	32
5.6.2 Vliegafstand	33
5.7 Ergonomische aspecten	35
6 Discussie	37
6.1 Ringen van de bomen	37
6.2 Verspreiding van de ziekte door kevers	37
7 Conclusies en aanbevelingen	39
Literatuur	41
Bijlage 1	47

Woord vooraf

Dit rapport is een verslag van een onderzoek dat is uitgevoerd in het kader van DWK programma 381, Functievervulling natuur, bos en landschap - thema 3, beheer bos en natuur.

Het onderzoek is het vervolg van een voorstudie die door Alterra is uitgevoerd op verzoek van de overleggroep Beheersing iepziekte Lauwersmeergebied waarin deelnemen: de Provincies Friesland en Groningen, de gemeenten De Marne, Dongeradeel en Kollumerland, de Iepenwacht (Arcadis Bomendienst) en het Staatsbosbeheer, regio Noord. Deze overleggroep fungeerde tevens als zgn. klankbordgroep voor het in dit verslag beschreven onderzoek.

De proefbehandelingen aan de bomen zijn uitgevoerd door Geurt van Rockel, Trye Huibers en Wim van Orden van Alterra. Het uitzetten van de kevervallen en de successievelijke waarnemingen aan zowel de vallen als de bomen werden uitgevoerd door Barry de Vries, Cees Niemeijer en Cees van den Berg, eveneens van Alterra.

Sven de Vries en Anne Oosterbaan (beide Alterra) en Robbert Wolf (Bureau Eelerwoude) waren zo vriendelijk het concept van dit verslag te beoordelen en van hun waardevolle commentaar te voorzien.

De auteur wil hierbij een ieder hartelijk danken voor zijn of haar bijdrage.

Jitze Kopinga

Samenvatting

In het kader van de problematiek van de beheersing van de iepenziekte in het Lauwersmeergebied is een proef uitgevoerd waarbij ruim 30 jaar oude iepen op diverse tijdstippen werden geringd door kort boven maaiveld een ca 1 dm brede strook bast tot op het kale hout te verwijderen. Het ringen vond plaats in de winter 2003-2004, en in het voorjaar en de zomer van 2004. Het doel daarvan was om te bezien of op deze wijze na het afsterven van de bomen een hernieuwde ontwikkeling van bomen via wortelopslag en uitlopers op de stobbe effectief kan worden tegengegaan.

Einde 2004 bleken alle geringde bomen nog in leven te zijn. Op de stobben van veel bomen had zich ongeacht de behandelingsperiode opslag gevormd. Deze opslag was echter wél minder dan op de stobben van vergelijkbare, in eenzelfde periode gevelde bomen. Wortelopslag was nog niet of nauwelijks aanwezig. Op basis van de waarnemingen tot dusver kunnen nog geen uitspraken worden gedaan over de levensvatbaarheid van de opslag c.q. de verdere ontwikkeling van de opslag tot bomen. Voorgesteld wordt om de proef nog minimaal een jaar te blijven volgen.

In het groeiseizoen van 2004 zijn door middel van een netwerk van feromoonvallen iepenspintkevertellingen uitgevoerd. Het doel daarvan was om te onderzoeken of versneld laten afsterven van de iepen (door ringen) kan resulteren in een verhoogde aanwezigheid van de kevers in de omgeving en tot hoever deze invloed daarvan zich uitstrekt vanaf het proefgebied. Ook is in dit kader, mede aan de hand van literatuurgegevens, onderzocht welke breedte een bufferzone rond een gebied met een geïntensiveerd bestrijdingsbeleid moet hebben om verhoogde risico's voor de omgeving op een aanvaardbaar niveau te houden. De opvallend geringe keveraantallen alsmede het voorkomen van besmettingsbronnen buiten het oorspronkelijke haardgebied lieten een betrouwbare statistische analyse van de veldwaarnemingen niet toe, maar mede op basis van de meer recente literatuurgegevens mag worden geconcludeerd dat er vooralsnog geen dwingende voorwaarden zijn om de (arbitrair) vastgestelde breedte van de bufferzone van 5 km te verruimen.

1 Inleiding

Beheerders van bossen, waarin een substantieel aantal van de daarin aanwezige (veld)iepen door de Iepenziekte is aangetast geven er soms de voorkeur aan om de aldaar aanwezige iepenziekte zijn natuurlijke gang te laten gaan. Ze laten de ziekte daarmee als het ware “uitwoeden”.

Enerzijds sluit dit aan bij de natuurdoelstelling van bepaalde bosgebieden, anderzijds kunnen hiermee aanmerkelijke kosten worden bespaard die zijn verbonden aan de traditionele wijze van (sanitaire) iepenziektebestrijding. Bovendien wordt bij de traditionele wijze van bestrijding vaak gebruik gemaakt van chemische stobbenbehandelingsmiddelen, wat niet strookt met de natuurdoelstelling.

Een nadeel voor de keuze van het laten “uitwoeden” is dat de aangetaste boomgroepen nog langere tijd blijvende “brandhaarden” vormen van waaruit de ziekte zich via Iepenspintkevers in de omgeving kan verspreiden en ook iepen kan infecteren in culturele en landschappelijke beplantingen waar wél een (gemeentelijk of provinciaal) actief bestrijdingsbeleid wordt gevolgd.

Een voor de hand liggende maatregel is dan het omvormen van het bos waarbij, al dan niet geleidelijk, alle iepen in de betreffende opstanden worden geveld.

Één van de complicaties bij deze maatregel is dat bij het vellen van de iepen zonder gebruik van stobbebehandelingsmiddelen met name veldiepen de neiging hebben om vanuit wortelopslag nieuwe bomen te vormen. Deze kunnen in de loop der jaren weer ziek worden en de ziekte kan dan weer opnieuw worden verspreid, zowel door de Iepenspintkever als via wortelcontacten.

Dit betekent dat op deze wijze de ziekte tot in lengte van jaren in stand zal worden gehouden en dat derhalve niet mag worden verwacht dat de ziekte “uitwoedt”.

Daarom wordt er door de groenbeheerders in deze gebieden (doorgaans gemeenten en provincies) vaak met klem op aangedrongen om bestrijding volgens de “traditionele” wijze uit te voeren, waarbij men zich soms beroept op de vigerende Algemene Plaatselijke Verordening. Het is immers evident dat wanneer de ziekte in de bossen (met natuurdoelstelling) een blijvende (en te grote) besmettingsbron blijft voor de door hen beheerde iepen, hun inspanningen om de ziekte te beheersen het karakter krijgen van “dweilen met de kraan open”.

Dientengevolge bestaat er in deze situaties een patstelling tussen enerzijds de beheerders van het openbaar groen en anderzijds de beheerders van bossen met een natuurdoelstelling.

Een voorbeeld van een dergelijke situatie is het Lauwersmeergebied waar kort na drooglegging en inpoldering (ca. 30 jaar geleden) op grote schaal (veld)iepen zijn aangeplant en waar de iepenziekte al enige jaren in hevige mate woedt en waar de beheerder (Staatsbosbeheer) ervoor heeft gekozen om de ziekte op zijn natuurlijk beloop te laten.

Reeds in 2002 heeft een werkgroep, bestaande uit de provincies Groningen en Friesland, de gemeenten De Marne, Kollummerland en Dongeradeel, de Iepenwacht en het Staatsbosbeheer zich over deze problematiek gebogen en is door Alterra Wageningen UR een notitie opgesteld m.b.t. beheer-strategieën die zoal kunnen worden gevolgd. Hierin is het volgende plan van aanpak voorgesteld (Kopinga & De Vries, 2002):

- het haardgebied wordt geïsoleerd door het instellen van een zgn. bufferzone van 5 km breedte waarin niet-waardevolle iepen preventief worden geruimd dan wel met verhoogde aandacht worden “bewaakt” en voorlopig terughoudendheid wordt betracht in de aanplant van nieuwe (uiteraard tolerante) laanboom-iepen;
- in het haardgebied wordt het uitwoeden van de iepziekte bespoedigd door het versneld laten afsterven (in dit geval door het ringen van de bast van de bomen) van het iepenbestand. Doel en voordelen van een dergelijke behandeling zijn dat de bomen hierbij als het ware worden “uitgehongerd” waarmee het opnieuw uitlopen van de stobben en de vorming van wortelopslag wordt tegengegaan (Oosterbaan, et al., 2002). Bovendien hoeft dan geen gebruik te worden gemaakt van chemische stobbebehandelingsmiddelen en wordt de aanwezigheid van staand dood hout bevorderd. Dit draagt bij aan de realisatie van de natuurdoelstelling

2 Onderzoeksvragen

M.b.t. bovengenoemde aanpak bestaat echter nog een aantal vragen en onzekerheden dat nader dient te worden onderzocht alvorens tot een grootschalige uitvoering kan worden overgegaan.

1. Wat is de beste periode van het jaar om de bomen te ringen met het oog op zo snel mogelijk afsterven van de bomen en zo weinig mogelijk vormen van stobbe- en wortelopslag? Dit kan van belang zijn m.b.t. praktische toepassing in gebieden waarin de uitvoering van boswerkzaamheden zijn gebonden aan bepaalde perioden (ingevolge de flora- en faunawet). Ook de invloed van bepaalde groeiplaats- en omgevingsfactoren, zoals beschaduwning is nog onvoldoende bekend. Daarnaast is het nodig om inzicht te verkrijgen in een aantal arbeidstechnische aspecten m.b.t. de praktische uitvoering (ergonomie, kosten) teneinde ook daarover een uitspraak te kunnen doen.

2. Hoe breed moet de bufferzone zijn? De voorgestelde breedte van de bufferzone is enigszins arbitrair vastgesteld. De vraag is nu of de gevolgde werkwijze resulteert in een zodanig verhoogd aanbod aan voor de Iepenspintkever geschikte broedbomen dat hierdoor de potentiële besmettingsdruk op de omgeving over een grotere afstand onacceptabel toeneemt, ervan uitgaande dat alle kevers in principe besmet zijn. Dit vereist een nadere studie aan de hand van ondermeer literatuuronderzoek en het monitoren van de huidige toestand via een netwerk aan feromoonvallen.

3 Onderzoekopzet en -uitvoering

3.1 De invloed van het tijdstip van ringen op de regeneratie en het afsterven van de bomen.

3.1.1 Proefopzet

Het onderzoek is uitgevoerd in verschillende gemengde loofbossen met onder andere zwarte els (*Alnus glutinosa*), gewone esdoorn (*Acer pseudoplatanus*), es (*Fraxinus excelsior*) en zomereik (*Quercus robur*), en met een aandeel van gemiddeld ca. 5 % aan veldiep (*Ulmus minor*). Deze bossen waren gelegen op de (voormalige) Ballastplaat binnen een gebied tussen de RD - coördinaten $x = 210,0 - 211,5$ km en $y = 599,0 - 600,0$ km en waren ingeplant kort na drooglegging van de polder in het begin van de jaren zeventig. Het aandeel van de iepen dat ziekteverschijnselen vertoonde varieerde van 0 tot 8% van het totale aantal aanwezige iepen. De verschijnselen varieerden van hier en daar een verdorde tak in de kroon tot algehele afsterving van het grootste gedeelte van de kroon.

Uit de iepenpopulatie werden in het najaar van 2003 verspreid over de kavels ruim 300 gezonde bomen geselecteerd. De bomen werden via loting ingedeeld in 7 behandelingsgroepen:

1. Controle (geen behandeling)
2. Ringen in de winter (wanneer de bomen geheel in winterrust zijn)
3. Ringen in het voorjaar (wanneer de bomen net het blad hebben ontwikkeld)
4. Ringen in de zomer (wanneer de bomen reeds enige tijd volop in blad staan)
5. Vellen in de winter
6. Vellen in het voorjaar
7. Vellen in de zomer

Van een najaarsbehandeling is afgezien omdat het hier gaat om een “glijdend” verloop tussen nazomertoestand en winterrust waarbinnen moeilijk een vast c.q. reproduceerbaar tijdstip is te onderscheiden en waarvoor derhalve geen eenduidige criteria zijn aan te geven waarmee de keuze voor een bepaald moment kan worden onderbouwd.

Behandeling 2 en 5 werden uitgevoerd in week 51 van 2003, behandeling 3 en 6 in week 22 van 2004 en behandeling 4 en 7 in week 29 van 2004.

Bij het vellen van de bomen werden de bomen op de conventionele wijze, direct boven het maaiveld, afgezaagd. De afgezaagde bomen bleven ter plekke liggen.

Bij het ringen van de bomen werd rondom de stamvoet op 1 à 2 dm hoogte met behulp van een motorzaag een ondiepe kerf tot ca. een centimeter diep in het hout gezaagd en vervolgens werd daarboven de bast rondom de stam over een breedte van ca 1 dm met de schilschop geheel verwijderd.

Aanvankelijk was het de bedoeling om bij dit onderdeel nog een extra variant mee te nemen, namelijk ringen via twee, wat diepere zaagsneden op ca 1 dm afstand van elkaar, waarbij de bast niet werd verwijderd. Hier is echter van af gezien. Enerzijds

omdat ter plekke niet duidelijk kon worden vastgesteld in hoeverre daarmee de opgaande sapstroom werd onderbroken. Daarmee was het onzeker in hoeverre het beoogde effect van het ringen zou worden gerealiseerd. Anderzijds gaf de literatuur onvoldoende aanwijzingen over een positief effect van dit type behandeling, dit in tegenstelling tot de werkwijze waarvoor uiteindelijk is gekozen (Noel, 1970).

3.1.2 Waarnemingen aan de bomen

De waarnemingen bestonden uit:

- metingen van de stamdiameter en diktegroei van de bomen op 1,3 m hoogte boven maaiveld met behulp van een meetband;
- opnames van de conditie van de bomen;
- opnames van de mate van wortelopslag, opslag uit de stamvoet (stobbe of stronk);
- opnames van de vorming van zgn. waterlot op de stam vanaf enige dm boven de geringde zone (bij de bomen in de controlegroep vanaf 3 dm boven maaiveld);
- overige waarnemingen van nog onbekende c.q. onvoorziene effecten.

De conditie van de bomen is bepaald aan de hand van een visuele beoordeling. Daarbij is aan iedere boom een vitaliteitscijfer toegekend op basis van bladkleur en bladbezetting volgens een waardering volgens een dalende schaal 1: “zeer vitaal”, via 2: “vitaal” en 3: “minder vitaal” en 4: “weinig vitaal”. Voor een toelichting op hoe de gehanteerde “sleutel” is samengesteld wordt verwezen naar bijlage 1.

Op 1 en 8 september 2004 is de eerste waarnemingsserie uitgevoerd, waarbij naast de conditie (en sterfte) van de bomen en de vorming van wortelopslag, stobbe-uitlopers en stamschot (“waterlot”) ook de overgroeiing van de geringde strook door zgn. oppervlakte- of mergstraalcallus werd opgenomen. Dit bleek namelijk als bijkomend (en in dit geval ongewenst) effect te zijn opgetreden.

De waarnemingen zijn herhaald op 21 en 27 oktober 2004. Met het oog op het kunnen blijven volgen van de proef in 2005 is er daarbij voor gekozen om van alle bomen die mergstraalcallus hadden gevormd het callusweefsel met behulp van de schilshop wederom te verwijderen teneinde een min of meer identieke Ausgangssituatie te creëren voor het daarop volgende groeiseizoen.

3.1.3 Lichtmetingen

Om een eerste indruk te krijgen van de mogelijke invloed van belichting op de waargenomen effecten werd in week 35 (augustus) 2004 m.b.v. een LICOR lichtmeter (Model LI-185B) de lichtinval op de bodem gemeten in de (voormalige) kroonprojectie van de bomen. Hiertoe werd steekproefsgewijs per behandeling een aantal bomen gekozen. Het totaal aantal bomen bedroeg 40 met 4 à 8 bomen uit iedere behandelingscategorie. De lichttransmissie door de boomkronen werd bepaald als percentage t.o.v. de straling die direct daarvoor werd gemeten in het vrije veld

3.2 Monitoring van kevervluchten met behulp van feromoonvallen

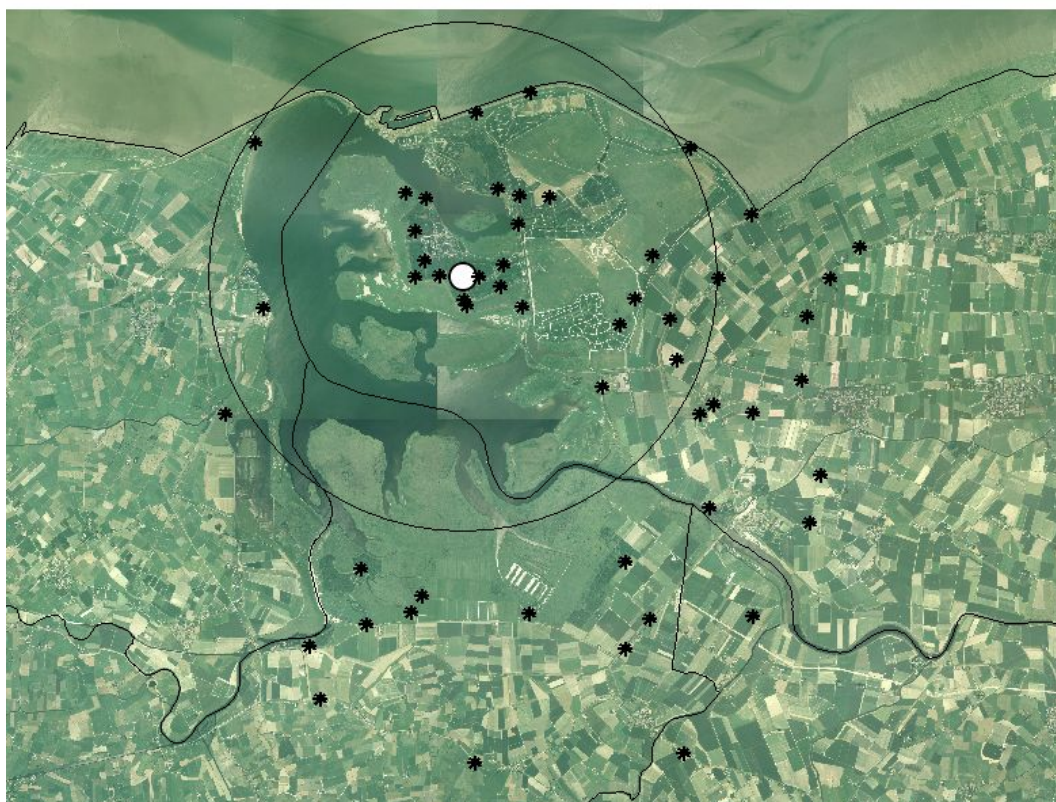
3.2.1 Proefopzet

In een cirkelvormig gebied met een straal van gemiddeld ca 10 km vanaf het proefgebied is in week 19 van 2004 een vijftigtal feromoonvallen uitgezet. De vallen zijn min of meer willekeurig verspreid over het gebied, maar met het accent op het deelgebied ten (noord)oosten van het proefgebied, omdat het merendeel van de spintkevers naar verwachting zich van de overheersende windrichting af over grotere afstand zal verspreiden (Byers, 1988). Een topografisch overzicht van de locatie van de vallen is weergegeven in afbeelding 1.

De vallen zijn van het type dat reeds jaren in Amsterdam wordt gebruikt voor het monitoren van kevervluchten (Buchel & Cornelissen, 2000, van der Wielen, 2005). Ze bestaan uit een geperforeerde plaat van aluminium die besmeerd is met een blijvend klevende lijmlaag. Min of meer in het centrum van deze plaat bevindt zich een kleine glazen container met feromoonoplossing waarvan de damp zich in de omgeving kan verspreiden.

De vallen werden opgehangen aan in het vrije veld staande bomen (van een andere soort dan iepen) op een hoogte tussen 2 en 3 meter op de takvrije stam.

Op 23 en 24 augustus 2004 zijn de lijmplaten van de vallen vervangen door “verse” en zijn op de oude vallen de aanwezige kevers geteld. Op 21 oktober is de tweede serie vallen opgehaald en werd de nieuwe kevervangst geteld.



Afbeelding 1: Locaties van de feromoonvallen in het Lauwersmeergebied (aangegeven door stervormig punten). De witte stip is het haardgebied en de eromheen getekende cirkel heeft een straal van 5 kilometer (bron luchtfoto: Eurosense BV, Breda, 2000)

4 Resultaten

4.1 Stamdiameter en bijgroei

Tabel 1 geeft een overzicht van het aantal veldiepen per behandeling en de gemiddelde stamdiameter op 1,3 m (borsthoogte) boven maaiveld. Tussen de behandelingen waren onderling geen significante verschillen in stamdiameter (toets: Duncan's LSD bij $p = 0,01$).

Tabel 1: De gemiddelde stamdiameter van de bomen op borsthoogte, alsmede het aantal bomen (N) per behandeling.

Behandeling	N	Diameter (mm)	STDV (*)
Controle	43	174.3	59.7
Ringen - winter	44	165.0	52.4
Ringen - voorjaar	44	179.6	59.3
Ringen - zomer	40	168.0	54.2
Vellen - winter	43	174.9	47.0
Vellen - voorjaar	44	169.5	64.9
Vellen - zomer	42	155.1	61.6

*: STDV is de standaardafwijking van het gemiddelde

Tabel 2 geeft een overzicht van de bijgroei (diameteraanwas) van de bomen in de periode december 2003 en eind oktober 2004. Bomen die zijn geveld zijn bij de metingen buiten beschouwing gelaten. Tussen de behandelingen waren onderling geen significante verschillen in bijgroei (toets: Duncan's LSD bij $p = 0,01$). Het blijkt dat er in het groeiseizoen van 2004 nog geen significante verschillen in bijgroei zijn opgetreden tussen de geringde en de onbehandelde bomen.

Tabel 2: De gemiddelde bijgroei (diameter) van de bomen en het aantal bomen (N) per behandeling.

Behandeling	N	Aanwas (mm)	STDV (*)
Controle	43	5.5	5.3
Ringen - winter	44	6.3	4.9
Ringen - voorjaar	44	6.6	5.1
Ringen - zomer	40	5.2	3.8

*: STDV is de standaardafwijking van het gemiddelde.

4.2 Opslag vanuit de stamvoet

In alle behandelingen, inclusief de controlegroep, bleek zich in de loop van 2004 bij veel bomen opslag vanuit de stamvoet te hebben ontwikkeld. Bij de geveldde bomen was dit vrijwel uitsluitend het geval aan de rand van de afgezaagde stobbe, bij de geringde bomen zowel vanuit de onderste bastring als vanuit de stamvoet. Bij de bomen van de controlegroep was dit vanuit de wortelhals, maar hier ging het slechts om incidentele gevallen. Tabel 3 geeft een overzicht van de resultaten die zijn

gemeten begin september 2004. Tabel 4 geeft een overzicht van dezelfde parameters die zijn gemeten tijdens de opnames eind oktober 2004. Eind oktober waren er tussen de behandelingen vellen en ringen in eenzelfde uitvoeringperiode (winter, voorjaar en zomer) geen significante verschillen in de gemiddelde lengte van het opslag. Wél was het gemiddelde aantal uitlopers per stobbe na ringen in de winterperiode significant lager dan na vellen in dezelfde periode (toets: Mann-Whitney, $p = 0,05$). Ook in de opnames begin september was dit verschil al significant.

In de opnames eind oktober was binnen de verzameling bomen die stobbe-opslag hadden gevormd een significante negatieve correlatie aanwezig tussen de hoeveelheid stobbe-opslag per stobbe c.q. het aantal uitlopers per stobbe, en de stamdiameter van de bomen (toetsen: Pearson en Spearman, $p = 0,05$). Er was geen significante correlatie tussen de hoeveelheid stobbe-opslag en de bijgroei over 2004. Het aantal stobbe-uitlopers is dus minder naarmate iepen van gelijke leeftijd dikker zijn.



Afbeelding 2: Een geringde boom (voorjaar) met opslag uit de stamvoet

Tabel 3: Het aantal bomen met stobbe-uitlopers per behandeling (N) -met tussen haakjes het percentage bomen per behandeling-, het gemiddeld aantal uitlopers per stobbe van deze bomen en de gemiddelde lengte daarvan, begin september 2004.

Behandeling	N	Aantal uitlopers	STDV (*) aantal	Lengte (cm)	STDV (*) lengte
Controle	4 (9)	4.5	4.0	18.8	15.5
Ringen - winter	31 (70)	14.3	10.1	23.4	14.2
Ringen - voorjaar	30 (68)	15.4	13.1	17.2	9.4
Ringen - zomer	8 (20)	8.9	6.4	9.0	8.9
Vellen - winter	35 (81)	32.6	24.5	23.4	10.8
Vellen - voorjaar	35 (79)	22.0	20.2	14.4	5.9
Vellen - zomer	4 (9)	7.5	8.4	12.5	11.9

*: STDV is de standaardafwijking van het gemiddelde

Tabel 4: Het aantal bomen met stobbe-uitlopers per behandeling (N) -met tussen haakjes het percentage bomen per behandeling-, het gemiddeld aantal uitlopers per stobbe van deze bomen en de gemiddelde lengte daarvan, eind oktober 2004.

Behandeling	N	Aantal uitlopers	STDV (*) aantal	Lengte (cm)	STDV (*) lengte
Controle	3 (7)	6.0	3.5	8.3	2.9
Ringen - winter	36 (82)	12.6	9.8	22.1	12.6
Ringen - voorjaar	29 (66)	13.0	10.8	15.9	9.4
Ringen - zomer	17 (42)	8.4	6.3	9.7	6.0
Vellen - winter	37 (86)	31.0	22.6	24.6	11.4
Vellen - voorjaar	37 (84)	21.5	19.6	16.2	9.1
Vellen - zomer	14 (33)	7.1	5.9	7.9	4.3

*: STDV is de standaardafwijking van het gemiddelde

4.3 Wortelopslag

Er bleek dat er gedurende het groeiseizoen van 2004 niet of nauwelijks nieuwe wortelopslag onder de kroonprojectie van de bomen tot ontwikkeling was gekomen. De ouderdom van de wortelopslag was overigens niet met voldoende zekerheid vast te stellen. Aangezien er geen consistente waarnemingen waren van de situatie van voor de uitvoering van de proef mag niet worden uitgesloten dat een gedeelte daarvan al aanwezig was vóórdat de behandelingen zijn uitgevoerd. Tabel 5 geeft een overzicht van het aantal bomen met worteluitlopers en het gemiddelde aantal en de gemiddelde lengte van de uitlopers per behandeling in de meting van eind oktober 2004. Vanwege het geringe aantal bomen met wortelopslag zijn de verschillen verder niet statistisch getoetst.

Tabel 5. Het aantal bomen (N) -met tussen haakjes het percentage bomen per behandeling- waar binnen de kroonprojectie worteluitlopers zijn aangetroffen, het gemiddelde aantal uitlopers per boom van deze bomen en de gemiddelde lengte daarvan tijdens de opnames eind oktober 2004.

Behandeling	N	Aantal uitlopers	STDV (*) aantal	Lengte (cm)	STDV (*) lengte
Controle	2 (5)	1.0	0.0	15.0	0.0
Ringen - winter	5 (11)	4.6	3.3	17.0	7.6
Ringen - voorjaar	4 (9)	1.5	0.6	12.5	5.0
Ringen - zomer	1 (2)	1.0	n.v.t.	15.0	n.v.t.
Vellen - winter	0 (0)	0	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Vellen - voorjaar	4 (9)	4.5	1.9	25.0	12.9
Vellen - zomer	0 (0)	0	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

*: STDV is de standaardafwijking van het gemiddelde

4.4 Stamschot / Waterlot

Bij de geringde bomen én bij de bomen uit de controlegroep waarop zich gedurende het groeiseizoen van 2004 nieuw stamschot had ontwikkeld op het stamgedeelte vanaf 30 cm boven maaiveld, is op begin september en eind oktober van dit stamschot de gemiddelde lengte en het gemiddelde aantal per boom opgenomen. Een overzicht daarvan is weergegeven in de tabellen 6 (septemberopnames) en 7 (oktoberopnames). Er waren geen significante verschillen in zowel het aantal als de gemiddelde lengte van het stamschot tussen de drie behandelingstijdstippen, zowel ten opzichte van elkaar als ten opzichte van de controlegroep. (toets: Duncan's LSD, $p = 0,001$). Er was wel een significante negatieve correlatie aanwezig tussen de hoeveelheid (aantal) waterloten op de stam en de stamdiameter (2004) van de bomen in de resultaten van de eerste opname, begin september (toets: Pearson, $p = 0,05$), maar bij de tweede opname, einde oktober was dit verschil niet meer significant

Tabel 6. Het aantal bomen met stamschot (N) -met tussen haakjes het percentage bomen per behandeling-, het gemiddelde aantal scheuten per boom en de gemiddelde lengte begin september 2004.

Behandeling	N	Aantal uitlopers	STDV (*) aantal	Lengte (cm)	STDV (*) lengte
Controle	13 (30)	6.2	6.9	16.5	7.7
Ringen - winter	16 (36)	4.1	5.2	14.7	10.1
Ringen - voorjaar	11 (25)	3.6	3.4	15.0	5.0
Ringen - zomer	16 (40)	5.4	3.3	21.6	17.2

*: STDV is de standaardafwijking van het gemiddelde

Tabel 7. Het aantal bomen met stamschot (N) -met tussen haakjes het percentage bomen per behandeling-, het gemiddelde aantal scheuten per boom en de gemiddelde lengte einde oktober 2004.

Behandeling	N	Aantal uitlopers	STDV (*) aantal	Lengte (cm)	STDV (*) lengte
Controle	12	5.8	5.8	22.9	12.3
Ringen - winter	19	3.9	4.8	14.5	10.6
Ringen - voorjaar	9	6.4	6.9	19.9	19.6
Ringen - zomer	12	6.3	5.4	19.6	16.3

*: STDV is de standaardafwijking van het gemiddelde

4.5 Conditie van de bomen

Tijdens de opname eind oktober bleek dat zowel in de groep controlebomen als in de groep geringde bomen nog geen sterfte was opgetreden. Afgaande op bladbezetting en bladkleur, vertoonden alle bomen nog tekenen van leven.

Tabel 8 geeft een overzicht van de gemiddelde waardering van de bladbezetting en bladkleur per behandeling. Er was een significant verschil (Mann-Whitney, $p=0,05$) in zowel gemiddelde bladbezetting als bladkleur tussen de controlebomen en de in de winter en het voorjaar geringde bomen. Zowel de bladbezetting als de bladkleur waren in de controlegroep beter. Bij de in de zomer geringde bomen was de gemiddelde bladkleur significant slechter dan bij de controle bomen. Er waren geen onderling significante verschillen tussen de behandelingstijdstippen (winter, voorjaar, zomer).

Tabel 8. De gemiddelde index voor bladbezetting en bladkleur per behandeling.

Behandeling	Bladbezetting	Bladkleur
Controle	1.8	1.7
Winter-ringen	2.2	2.0
Voorjaar-ringen	2.3	2.1
Zomer-ringen	2.1	2.0

*: STDV is de standaardafwijking van het gemiddelde

Wanneer de bladbezetting en bladkleur worden samengevoegd tot één vitaliteitscijfer (zie bijlage 1)

zijn de vitaliteitsverschillen tussen de controle en de in winter en het voorjaar geringde bomen significant bij $p=0,05$ (Mann-Whitney). Die tussen de controle en de zomerbehandeling zijn niet significant (p is in dit geval 0,08). Tussen de gemiddelde vitaliteit van de bomen in de ring-behandelingen onderling waren geen significante verschillen.

Wanneer de bomen werden ingedeeld naar vitaliteitsklasse waren er significante verschillen (ANOVA, $p=0,05$) in het aantal waterloten op de stobben in beide opnameperioden (begin september en einde oktober) én in de lengte van de stobbe-uitlopers tijdens de tweede opname (eind oktober). De overige parameters, waaronder ook het aantal stobbe-uitlopers en de lengte van het stamschot, verschilden niet significant tussen de vitaliteitsklassen. Het aantal en lengte van de uitlopers per boom volgden echter geen consistente negatieve of positieve trend al naar gelang de conditie van de boom beter of slechter was en de correlatie van deze parameters met de vitaliteitsklasse was niet significant (toets: Spearman, $p=0,05$).

4.6 Wondcallusvorming vanuit houtstralen

In alle behandelingen waarbij de bomen zijn geringd bleek zich bij een aantal bomen vanuit het blootgelegen hout zgn. houtstraalcallus te ontwikkelen. Dit groeide soms uit tot een bastweefsel dat pleksgewijs het onderliggende kale hout bedekte (het zgn. oppervlaktecallus). Illustraties daarvan zijn gegeven in de afbeeldingen 2 en 3. Dit

wondcallusweefsel dat zich vanuit het kale hout van de geringde bomen heeft ontwikkeld is nader onderzocht op:

- a. De hoeveelheid callus die het kale hout reeds had bedekt (geschat in procenten bedekkingsgraad) en
- b. de hoeveelheid van het callus dat als een aaneengesloten weefsel de bovenzijde met de onderzijde van het geringde stamstuk verbond (geschat in percentages van het totale oppervlak aan oppervlaktecallus).

De resultaten van de opnames in begin september (waar alleen de bedekkingsgraad was bepaald) en eind oktober (waar zowel de bedekkingsgraad als het percentage aansluiting was bepaald) zijn weergegeven in resp. tabel 9 en 10. Er waren bij de bomen die houtstraalcallus had gevormd geen significante verschillen in gemiddelde bedekkingsgraad (a) noch in percentage aansluiting (b) tussen de behandelingstijdstippen winter en voorjaar (Toets: Mann-Whitney, $p = 0,05$). De zomerbehandeling is niet in toetsing genomen vanwege het lage aantal). Wél is het aantal bomen waarbij oppervlaktecallus is gevormd bij de zomerbehandeling significant lager dan bij de winter- en voorjaarsbehandeling.



Afbeelding 3: Een geringde boom (voorjaar) met zgn. oppervlaktecallus of houtstraalcallus.

Tabel 9. Aantal bomen met oppervlaktecallus (N) -met tussen haakjes het percentage bomen per behandeling- en het gemiddelde percentage oppervlaktecallusvorming bij de geringe bomen, begin september 2004.

Behandeling	N	Bedekkings- %	STDV (*)
Ringen - winter	7 (16)	20.7	16.2
Ringen - voorjaar	9 (20)	14.1	11.1
Ringen - zomer	1 (2)	2.0	n.v.t.

*: STDV is de standaardafwijking van het gemiddelde

Tabel 10. Aantal bomen met oppervlaktecallus (N) -met tussen haakjes het percentage bomen per behandeling- en het gemiddelde percentage oppervlaktecallusvorming bij de geringe bomen einde oktober 2004.

Behandeling	N	% Bedekking	STDV (*) bedekking	% Aansluiting	STDV (*) aansluiting
Ringen - winter	23 (52)	9.0	8.0	8.3	8.3
Ringen - voorjaar	18 (41)	12.7	13.5	7.6	11.2
Ringen - zomer	3 (7)	7.3	2.5	7.3	2.5

*: STDV is de standaardafwijking van het gemiddelde

Alleen in de opnames van begin september was er een significante correlatie aanwezig tussen het percentage oppervlaktecallus dat werd gevormd en de stamdiameter van 2004. Er waren geen significante correlaties tussen de mate waarin het verschijnsel optrad met de overige gemeten parameters, zoals de mate van scheutvorming op de stam of vanuit de stobben.

4.7 Lichtinval

De resultaten van het onderzoek naar de mate van lichtdoorval door de boomkronen na de verschillende behandelingen zijn weergegeven in tabel 11.

Er zijn geen significante verschillen in lichtintensiteit tussen de behandelingen onderling (toets: Kruskal-Wallis, $p = 0,05$).

Tabel 11. De gemiddelde gemeten straling per behandeling, weergegeven als % straling van de straling die is gemeten in het vrije veld. N = het aantal waarnemingen per beandelingsgroep.

Behandeling	N	Belichting (%)	STDV (*)
Controle	4	16.3	9.5
Winter-ringen	7	16.4	6.8
Winter-vellen	5	16.6	9.0
Voorjaar-ringen	4	16.8	7.6
Voorjaar-vellen	8	22.6	16.0
Zomer-ringen	5	24.2	13.9
Zomer-vellen	7	14.6	8.3

*: STDV is de standaardafwijking van het gemiddelde

Over alle behandelingen gezamenlijk bleken geen duidelijke correlaties aanwezig te zijn tussen de lichtinval en de mate van houtstraalcallusvorming en scheutontwikkeling uit de stammen en stobben. (Behandelingen afzonderlijk zijn niet getoetst vanwege de geringe aantallen per behandeling)

4.8 Kevertellingen

Tabel 12 geeft een overzicht van het aantal kevers dat tot medio augustus werd gevangen. In afbeelding 4 zijn de getallen weergegeven bij de topografische ligging van de kevervallen ten opzichte van het haardgebied. In de periode tussen half augustus en eind oktober werden op geen enkele val nog kevers gevangen. De resultaten worden verder besproken in paragraaf 5.6.

Tabel 12. Overzicht van de geografische ligging en de ligging (in windrichtingssector) van de vallen ten opzichte van het haardgebied en de afstand ervan tot het centrum van het haardgebied (= val 1) en het aantal gevangen kevers per val in het groeiseizoen van 2004

Valnr.	RD-x	RD-y	Afstand	Aantal kevers	Ligging
1	210465	599794	0	32	n.v.t.
2	210779	599800	314	4	N-O
3	211268	600040	840	15	N-O
4	211196	599617	752	40	Z-O
5	210497	599356	439	13	Z-O
6	210022	599829	444	4	N-W
7	209543	599790	922	4	Z-W
8	210550	599252	549	14	Z-O
9	209732	600103	795	28	N-W
10	209751	601325	1689	1	N-W
11	209535	600698	1297	7	N-W
12	211623	599231	1288	0	Z-O
13	209358	601450	1992	1	N-W
14	211584	600329	1240	0	N-O
15	211547	600842	1506	0	N-O
16	211150	601530	1866	2	N-O
17	210732	602991	3208	1	N-O
18	211779	603401	3839	0	N-O
19	213036	603289	4339	(*)	N-O
20	214915	602315	5114	0	N-O
21	216117	601006	5780	0	N-O
22	215464	599762	4999	0	Z-O
23	214846	598976	4457	11	Z-O
24	214636	598161	4479	5	Z-O
25	215331	597289	5473	26	Z-O
26	216135	597142	6260	18	Z-O
27	215109	597120	5359	7	Z-O
28	216127	593173	8712	5	Z-O
29	215245	595321	6546	0	Z-O
30	213189	597677	3450	0	Z-O

* :niet gemeten (val was niet meer aanwezig)

Vervolg tabel 12

Valnr.	RD-x	RD-y	Afstand	Aantal kevers	Ligging
31	206410	602399	4820	1	N-W
32	206565	599248	3938	1	Z-W
33	205851	597131	5327	0	Z-W
34	213530	598886	3197	0	Z-O
35	213824	599332	3391	24	Z-O
36	214191	600261	3755	1	N-O
37	214775	590513	10233	1	Z-O
38	213618	592518	7930	3	Z-O
39	211755	593244	6676	1	Z-O
40	209475	593255	6614	0	Z-W
41	209662	593591	6255	0	Z-W
42	208485	594112	6017	2	Z-W
43	208579	593039	7013	1	Z-W
44	207480	592607	7782	3	Z-W
45	207698	591570	8677	0	Z-W
46	210717	590320	9477	2	Z-O
47	214114	593122	7605	6	Z-O
48	213650	594224	6416	6	Z-O
49	217063	597801	6892	8	Z-O
50	217185	599023	6764	6	Z-O
51	217662	599747	7197	0	Z-O
52	218213	600364	7769	1	N-O
53	217442	595942	7970	5	Z-O
54	217233	595019	8283	18	Z-O
55	212161	601336	2292	18	N-O

* :niet gemeten (val was niet meer aanwezig)

5 Besprekingen van de resultaten

5.1 Conditie/vitaliteit van de bomen

Het bleek dat aan het einde van het groeiseizoen van 2004 alle geringde bomen nog in leven waren. Op zich is dit een gunstig teken, aangezien de behandeling erop was gericht om de opgaande sapstroom in de houtvaten zo min mogelijk te onderbreken. Daarnaast is het niet verbazingwekkend, omdat zowel uit praktijkervaring als uit de literatuur bekend is dat veel boomsoorten nadat ze zijn geringd zelfs nog meer dan één groeiseizoen in leven kunnen blijven (Noel, 1970).

Desalniettemin bleek er een duidelijk verschil in vitaliteit tussen de behandelde en onbehandelde (controle)bomen, met uitzondering van de ring-behandeling in de zomer. Dit zou erop kunnen wijzen dat de in de winter en voorjaar geringde bomen al enigszins op de behandeling hebben gereageerd door achteruitgang van de conditie gedurende het groeiseizoen van 2004. Aangezien waarnemingen van de conditie van dezelfde bomen in de voorgaande jaren ontbreken en er behalve het gemiddelde beeld van de controlebomen geen referentiekader aanwezig is, kunnen hieraan verder geen onomstootbare conclusies worden verbonden.

Wél mag uit het ontbreken van een relatie (trend) tussen de vitaliteit van de bomen en de ontwikkeling van de onderzochte parameter worden geconcludeerd dat de eventuele conditieverschillen tussen de bomen gedurende het groeiseizoen van 2004 nog geen merkbare invloed hebben gehad. Ook de aanwas van de stamdiameter in het groeiseizoen van 2004 is door het ringen nog niet minder dan die van de onbehandelde bomen.

5.2 Opslag uit de stobben

Hoewel ook in de groep controlebomen er incidenteel individuen voorkomen met enige opslag op de stamvoet, blijkt dat, geheel volgens de verwachting op grond van praktijkervaring en gegevens uit de literatuur, door zowel het vellen als het ringen van de bomen de vorming van deze opslag in hoge mate wordt gestimuleerd.

Aan het einde van het groeiseizoen van 2004 bleek dat er na zowel de winter- als voorjaarsbehandeling bij ruim tweederde van de gevelde en de geringde bomen opslag uit de stobbe was ontstaan. Bij het ringen en het vellen in de zomer was dit nog aanzienlijk lager en lag ruim beneden eenderde van het aantal bomen. De meest voor de hand liggende verklaring daarvoor is dat het tijdstip tussen ringen of vellen en de vorming van zichtbare opslag nog te kort was om volledige ontwikkeling van opslag op gang te brengen. Dit roept de vraag op in hoeverre de winterperiode nog van invloed kan zijn op de mate waarin de vorming van stobbe-opslag alsnog plaatsvindt c.q. de mate waarin het proces zich voortzet na de rustperiode.

Derhalve is het effect van het tijdstip op de behandelingen nog niet duidelijk. Voor de conclusies van dit onderzoek betekent dit dat vooralsnog niet kan worden aangegeven in welke periode en bij welke behandelingen er de minste kans is op de vorming van stobbe-opslag.

Duidelijk is echter wél dat het effect van het ringen van de bomen op de vorming van stobbe-opslag niet dramatisch afwijkt van dat van het vellen van de bomen. Maar dit zegt nog niet alles over de effecten op de langere termijn. Olson & Bogess (1960) vonden bij de iep (*Ulmus spp.*) dat drie jaar na het ringen 99% van de bomen was afgestorven en slechts 4 % van de bomen nog levende opslag had. Deze cijfers doen vermoeden dat er in de loop der tijd nog verschuivingen in de ontwikkelingen zijn te verwachten en dat derhalve in dit stadium nog weinig met voldoende zekerheid over het uiteindelijke effect van de behandelingen valt aan te geven.

De bij sommige behandelingen gevonden trend dat de hoeveelheid en lengte van het opslag kleiner is naarmate de diameter van de stam groter is, komt overeen met veel ervaringen uit elders uitgevoerd onderzoek (o.a. Dey & Jensen, 2002, Noel, 1970), maar een eensluidende verklaring voor deze relatie wordt in de literatuur niet gegeven. Uit het ontbreken van een correlatie tussen de hoeveelheid en lengte van het opslag en de bijgroei over 2004 in dit onderzoek komt deze trend nog niet zo duidelijk naar voren, maar dit kan worden verklaard vanuit een overschaduwings door de normale variatie in jaarlijkse bijgroei over de opeenvolgende jaren als gevolg van per jaar wisselende omgevingsfactoren.

5.3 Vorming van oppervlaktecallus

Dat sommige boomsoorten in staat zijn om na verwijdering van de bast vanuit de blootliggende uiteinden van de houtstralen “eilandjes” met callusweefsel te vormen die zich geleidelijk kunnen aansluiten tot een “mat” die het hout bedekt, is bekend in de praktijk van de boomverzorging alsook uit de boomverzorgingsliteratuur (Dujesiefken, 2001, Stobbe, et al., 2002)). Het is echter geen algemeen voorkomend verschijnsel en als voorwaarde voor de ontwikkeling van dit oppervlaktecallus wordt aangegeven dat uitdroging van het blootliggende hout moet worden voorkomen, bijvoorbeeld door de stam met plastic folie te omwikkelen (Stobbe & Dujesiefken, 2004). De verwachting bij de opzet van de proef was dan ook dat callusvorming vanuit het mergstraalparenchym vanwege uitdroging gering zou zijn én dat, tevens als gevolg van uitdroging, eventueel gevormde callus zich niet zou kunnen ontwikkelen tot een weefsel dat de onder en bovenzijde van de ring kan verbinden. Maar kennelijk is in een bossituatie waarin de stam van de bomen doorgaans continu beschaduwd is uitdroging minder aan de orde dan bij bomen in het vrije veld. Ook zal het ongetwijfeld een boomsoortafhankelijke eigenschap zijn. Van de iep (*Ulmus spp.*) is weliswaar bekend dat na ringen het sterftepercentage hoog is en het uitlopen van de stobbe gering is in vergelijking tot andere boomgeslachten (o.a. *Fraxinus*, *Nyssa*, *Celtis*, *Acer* en *Carya*) (Olson & Bogess, 1960), maar de rol die oppervlaktecallus speelt bij de overleving van geringde bomen is in de genoemde publicaties alsmede in de literatuur over het ringen van bomen in het algemeen niet of nauwelijks beschreven.

De verschillen in de mate van callusvorming tussen de twee waarnemingstijdstippen wijzen erop dat zich mogelijk ook nog geruime tijd na verwonding oppervlaktecallus vanuit de mergstralen kan ontwikkelen.

Overigens blijkt ook dat er tussen de bomen individuele verschillen zijn: sommige reageren snel met de vorming van callus, anderen traag, of zelfs geheel niet. In hoeverre dit bepaald is door genetische eigenschappen of door groeiplaatseigenschappen c.q. de groei en conditie van de bomen is nog niet duidelijk. Er blijkt wél een lichte positieve correlatie te zijn tussen enerzijds de callusvorming en anderzijds de stamdiameter en stambijgroei, maar binnen de daarop getoetste behandelingen (i.c. winter-ringen en voorjaar-ringen) was deze niet significant (toets: Spearman, $p = 0,05$).

Omdat er tussen de behandeling nog geen duidelijke verschillen in de mate van callusvorming naar voren zijn gekomen, is het effect van het behandelingstijdstip nog niet duidelijk. Voor de conclusies van dit onderzoek betekent dit dat vooralsnog niet kan worden aangegeven in welke periode er de minste kans is op vorming van oppervlaktecallus.

Wél is duidelijk dat bij de gevolgde werkwijze er in alle perioden van het jaar onder vergelijkbare omstandigheden (d.w.z. bomen in een bosopstand) oppervlaktecallus kan worden gevormd van zodanige aard en omvang dat de behandeling regelmatig zal moeten worden herhaald of dat t.z.t. uitgekeken moet worden naar een andere vorm van ringen zoals dieper ringen met een grotere bandbreedte.

Dieper ringen heeft als nadeel dat het beoogde effect van het “uithongeren” van de wortels negatief wordt beïnvloed en ringen over een grotere stamlengte impliceert meer arbeid.

5.4 Vorming van stamschot / waterlot

Het doel om ook de vorming van stamschot in de waarnemingen te betrekken was om te bezien of daaruit eventuele ophoping van assimilaten in de bast van het bovengrondse stamgedeelte kan worden afgeleid nadat de boom is geringd (hetgeen op zijn beurt een aanwijzing zou kunnen geven over de effectiviteit van het ringen).

In iedere behandeling, inclusief de groep controlebomen bevond zich een aantal bomen waarop zich ieder jaar opnieuw weer enig stamschot ontwikkelt. Er is een negatieve correlatie aanwezig tussen

zowel het gemiddeld aantal waterloten en de stambijgroei als de gemiddelde lengte van het waterlot en de stamdiameter. Deze is significant bij vergelijking van het aantal waterloten in november met de bijgroei over 2004 ($N=52$ bomen) en van de lengte van het waterlot in augustus met de stamdiameter ($N=42$ bomen) (Spearman, $p = 0,05$).

Deze correlatie is niet zo verrassend en kan wellicht het beste worden verklaard uit het gegeven dat bomen die in een onderdrukte positie staan gemiddeld genomen meer de neiging hebben om lager op de stam nog waterlot te vormen dan bomen die met hun kroon in het volle licht staan.

Tussen de behandelingen als ook ten opzichte van de controlegroep waren in de mate van waterlotvorming gemiddeld geen opvallende verschillen aanwezig. Uit de waarnemingen komt niet naar voren dat de behandeling (d.w.z. wél of niet ringen) tot dusver van invloed is geweest op de waterlotvorming.

5.5 Beschaduwning / lichtinval

Hoewel het aantal metingen van het verkennend onderzoek in statistisch opzicht gering is, geven de resultaten aan dat er ook op plaatsen waar bomen worden geveld geen grote “gaten” ontstaan met substantieel extra straling. Kennelijk wordt nog een groot gedeelte van de straling onderschept door buurbomen (voornamelijk anders dan iep). Het zodoende ontbreken van extreme verschillen in lichtintensiteit verklaart wellicht ook dat er, afgezien van de beperkte grootte van de steekproef, geen duidelijke correlatie naar voren komt tussen de lichtintensiteit en de mate waarin zowel stobbe-opslag als oppervlaktecallus wordt gevormd. Overigens geeft de literatuur geen eensluidende uitkomsten ten aanzien van invloed van de lichtintensiteit op de vorming van opslag. Longbrake & McCarthy (2001) vonden bij *Paulownia tomentosa* een gereduceerd aantal stobbe-uitlopers bij lagere lichtintensiteit, maar legden tevens een verband met de hoeveelheid reservestoffen in de stobben van onderdrukte bomen. Dit laatste verband werd eveneens gevonden door Johansson (1986). Clark & Liming (1953) vonden eveneens een negatieve correlatie tussen de mate van stobbe-opslag en de mate waarin bomen een onderdrukte stand hebben. Paysen et al. (1991) vonden dat het vrijstellen van bomen wel invloed had op de groei van de scheuten, maar niet op het aantal dat tot ontwikkeling kwam. Farmer (1962) vond verschillen tussen soorten. *Populus tremuloides* reageerde wel met een vermindering van de vorming van opslag bij beschaduwning, maar *P. grandidentata* niet. Johansson (1987) vond een verband tussen lichtintensiteit en aantal uitlopers bij *Betula pubescens*, maar dit was ondergeschikt aan het bostype (droog versus nat). Bij *Betula pendula* werd echter geen verband gevonden tussen het aantal stobbe-uitlopers en de lichtintensiteit (Johansson, 1986).

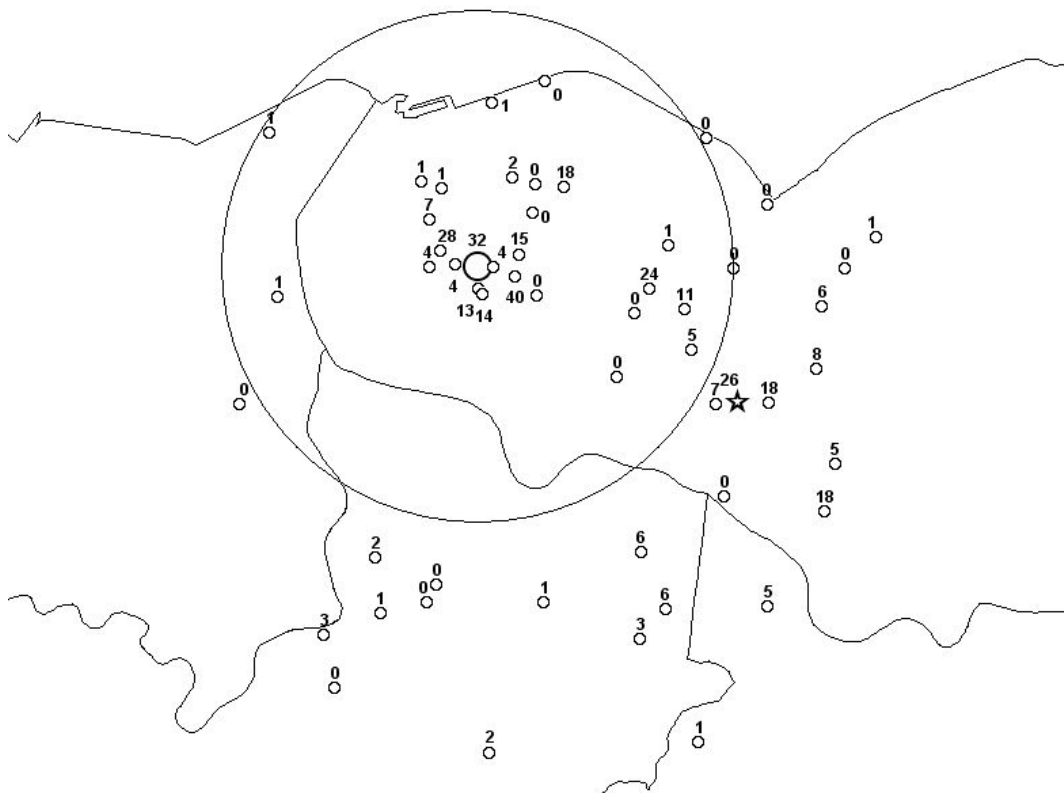
Hoewel de lichtintensiteit kennelijk een variabele invloed heeft op de ontwikkeling van stobbe-opslag, heeft ze wél invloed op de overleving van de stobben op langere termijn (o.a. Johansson, 1991). Naar verwachting zullen in ieder geval op de wat schaduwrijkere plaatsen in de jaren na 2004 meer stobben afsterven en wellicht dat pas dán de effecten van de lichtintensiteit op de uiteindelijke sterfte van de geringde bomen zich gaan manifesteren. Dit kan dan op zijn beurt weer aanwijzingen opleveren voor het praktische beheer van bossen waarin een min of meer continue aanwezigheid van voldoende staand dood hout is gewenst.

5.6 Monitoring van de kevervluchten

5.6.1 Keveraantal

Hoewel niet bekend is hoeveel kevervluchten er in 2004 in het gebied hebben plaatsgevonden blijkt uit het gegeven dat er na 23-24 augustus geen kevers meer zijn gevangen dat de voor die tijd gevangen kevers het jaarlijkse totaal-aantal generaties aangeeft. Het aantal gevangen kevers is opvallend laag wanneer dat wordt vergeleken met de jaarlijks door de gemeente Amsterdam gerapporteerde cijfers (Bleeker, 2000; Wielen, 2005). Of hieruit mag worden afgeleid dat de omstandigheden in het

Lauwersmeergebied minder geschikt zijn voor de kevers om massale populaties op te bouwen kan daarmee nog niet met zekerheid worden aangegeven. Uit in 2003 uitgevoerde incidentele metingen in hetzelfde gebied door de Iepenwacht werden betrekkelijk lager aantallen gevonden, al waren deze aantallen wel iets hoger (maar niet meer dan een factor 2) dan in het hier beschreven onderzoek. Ook blijken de keveraantallen in andere Nederlandse buitengebieden die enigszins overeenkomen met de situatie in het Lauwersmeergebied vaak aanmerkelijk lager te zijn dan de door Amsterdam gehanteerde grenswaarde van 80 à 100 kevers per val per kevervlucht (Wielen, 2005). De literatuur geeft bij onderzoek dat in een soortgelijke opzet is uitgevoerd ook voorbeelden van lage keveraantallen die vergelijkbaar zijn met het hier beschreven onderzoek in het Lauwersmeergebied.



Afbeelding 4: Het aantal gevangen kevers per val in 2004 rondom het centrum van het haardgebied (aangegeven door de grotere ronde stip). De stervormig stip in het rechter gedeelte van de afbeelding is een als subbrandhaard gedefinieerde locatie bij Vierhuizen. De rondom de brandhaard getekende cirkel heeft een straal van 5 kilometer.

5.6.2 Vliegafstand

Het is bekend dat de Iepenspinkewer grote afstanden kan afleggen. Svihra (1981) meldt een “record” afstand van 22 km, maar geeft verder geen informatie over de omstandigheden (o.a. weersgesteldheid) waaronder dit plaatsvond. Er wordt ook niet aangegeven of kevers passief kunnen zijn meegevoerd door harde wind. De verspreidingsafstand van kevers is in de windrichting groter is dan tegen de wind in (Byers, 2000), maar dat boven bepaalde windsnelheden vliegt de kever niet meer (Buchel & Cornelissen, 2000). Wanneer de kever op eigen kracht afstanden moet

overbruggen dan treedt na enige tijd sterfte op. Keyserlink (1980) vond in studies in Duitsland dat de actieradius van de kevers beperkt is tot 10 kilometer als gevolg van uitdroging (en derhalve sterfte) van de kevers gedurende hun vlucht

Wolfenbarger & Jones (1943) vonden effectieve besmettingsafstanden tot 4 mijl van het uitvliegpunt. Wadley & Wolfenbarger (1944) stelden vast dat een hoge keveractiviteit beperkt was tot een paar honderd voet vanaf het uitvliegcentrum. Op een afstand van tussen 400 en 800 voet van het uitvliegpunt was de keveractiviteit gedaald tot een min of meer constant niveau. Maar er werden ook indicaties gevonden dat kevers meer dan een mijl kunnen vliegen.

Wollerman (1979) vond bij gebruik van feromoonvallen maximale vliegafstanden van slechts 160 meter. Dit zou echter kunnen worden verklaard uit de opvatting dat kevers doorgaans niet verder zullen vliegen dan nodig is om een bepaald doel (in dit geval de vallen) te bereiken.

Voor gemengde opstanden waarin iepen voorkwamen vonden Anderbrant & Schlyter (1987) in onderzoek met feromoonvallen dat de meeste kevers werden gevangen op afstanden van 20 tot 300 meter vanaf de rand van het bosgebied. Op 1 – 2 km afstand was het aantal kevervangsten gedaald tot minder dan 1 % en op 5 km afstand werden geen kevers meer gevangen.

Het laatstgenoemde onderzoek is het meest overeenkomstig met het hier beschreven onderzoek in het Lauwersmeergebied. In het Lauwersmeergebied is echter de aanwezigheid van een aantal (minimaal 2) subhaarden buiten het als brandhaard aangemerkte bosgebied vastgesteld. Toetsing van de resultaten met de bevindingen van Anderbrant & Schlyter, 1987, alsmede een toetsing met de diverse dispersiemodellen voor baskevers (o.a. die van Wilson & Baker, 1946; Wolfenbarger, 1946; Byers, 1996, 1999, 2000; Östrand & Anderbrant, 2003 en Zolubas & Byers, 1995) is daardoor onvoldoende mogelijk. Hierdoor is het vrijwel onmogelijk om een sluitend statistisch bewijs te geven voor de aanname dat 5 km voldoende is als breedte van een bufferzone. Evenmin is het in deze specifieke situatie mogelijk om in statistische zin iets met zekerheid te zeggen over de hoogte van het zgn. achtergrondniveau (d.w.z. het aantal kevers dat voorkomt in iepenbeplantingen zonder aanwezigheid van de Iepenziekte).

Het procentuele en kwantitatieve verloop van de keveraantallen met de afstanden tot de vallen met de hoogste keveraantallen komt in het Lauwersmeergebied in grote lijnen overeen met de resultaten van Byers, (1999, 2000) en Anderbrant & Schlyter (1987).

Het gaat in de diverse modellen bij afstanden van 5 km van de haard om de “staart” van een logaritmische verband waarin de kans om hier nog kevers aan te treffen gedaald is tot dezelfde orde die op 10 km van de haard. Hieruit volgt dat er geen noodzaak is om de breedte van de bufferzone te verruimen.

Afgaande op bovenvermelde literatuurgegevens mag worden aangenomen dat minder dan 1 % van de hoeveelheid kevers buiten de bufferzone zal worden aangetroffen. Of daarmee de kans dat er vanuit het brandhaardgebied buiten de bufferzone van 5 km besmetting plaatsvindt eveneens minder dan 1 % bedraagt is echter niet exact aan te geven. Dit is afhankelijk van meerdere factoren, zoals een onverwachte storm op het moment dat de kevers vliegen. Dergelijke incidenten zullen de kans op besmetting uiteraard verhogen, maar de mate waarin dit gebeurt is vooralsnog niet te begroten.

De kans op infectie door de Iepenziekte hangt verder ook af van de hoeveelheid kevers die per boom nodig zijn om een boom “effectief” ziek te maken. Weliswaar kan volgens Sengonca & Leisse (1984) één kever voldoende zijn, maar niet iedere besmetting leidt tot een succesvolle infectie wanneer het aantal kiemkrachtige sporen beneden een bepaald niveau blijft (Zentmeyer, et al. 1943).

Wat betreft de kiemkracht van de sporen wordt verondersteld dat de sporen die de kever bij zich draagt gaandeweg minder actief worden door uitdroging, naarmate de kever langer vliegt. Dit zal de kans op een effectieve besmetting geringer maken naarmate de afstand tot de brandhaard toeneemt.

Een ander, wellicht belangrijker aspect blijft de vraag of een toename van het keveraantal ook zal leiden tot een toename van het aantal besmette kevers wanneer de vrouwtjeskevers verzwakte, maar nog niet besmette iepen als broedboom gaan gebruiken. Het is bekend dat een inborende kever in staat is om sporen in de bast van een boom te brengen, maar over in hoeverre dit leidt tot een effectieve infectie c.q. sporulatie van de schimmel in de larvegangen en popwiegen is nog weinig bekend, en daarover kan in het kader van dit onderzoek verder geen uitspraak worden gedaan. Het lijkt vooralsnog te gaan om incidentele gevallen en er zal dan ook een substantieel aandeel broedbomen zijn waarvan de uitvliegende kevers niet met schimmelsporen zijn besmet.

Dit is een intrigerend aspect ten aanzien van de vraag of het ooit noodzakelijk kan worden om op een bepaald moment in een versneld tempo alle iepen te laten afsterven teneinde een onaanvaardbare “explosieve” ontwikkeling van besmette kevers te voorkomen. Maar ook hierover valt momenteel weinig met zekerheid aan te geven omdat dit tevens te maken heeft met de relatie tussen het aanbod aan broedbomen en de groei van de populatie aan spintkevers. Het is bekend dat hiertussen een positieve correlatie bestaat, maar in hoeverre deze zich in het Lauwersmeergebied zal manifesteren is nog onvoldoende aan te geven. Het feit dat zowel in 2003 als 2004 de keverpopulatie verhoudingsgewijs vrij laag is gebleven terwijl er toch een behoorlijk aanbod aan zieke bomen was, doet vermoeden dat ook andere (nog onbekende) populatiedynamische aspecten mede bepalend zijn voor de groei en omvang van de spintkeverpopulatie.

5.7 Ergonomische aspecten

Ook het ergonomische (kosten) aspect zal mede bepalen in hoeverre het ringen van iepen de methode, wanneer dit voldoende effectief blijkt te zijn, een praktisch toepasbare maatregel is. De incidentele tijdopnames die gedurende de uitvoering van het onderzoek zijn verricht geven aan dat het ringen bij bomen met normaal gevormde stammen en stamvoet binnen 1 à 2 minuten kon worden uitgevoerd. Daarbij werd door één persoon met een motorzaag de kerfsnede gemaakt waarna de tweede persoon een ring stak met de schilshop. Bij onregelmatig gevormde stammen met bastrillen of ingesloten bast of meerstammige bomen was de benodigde tijd soms aanmerkelijk meer (tot 5 minuten). De periode waarin de behandelingen werden uitgevoerd had weinig effect op de benodigde tijd, omdat in alle gevallen de meeste extra tijd ging zitten in het schoonschrapen (van bast en cambium resten) van het kale hout.

Uit de literatuur valt op te maken dat bij bomen van vergelijkbare grootte (ca. 18 – 40 cm stamdiameter) het ringen met alleen de motorzaag ca. 50 seconden in beslag neemt. Voor het verwijderen van alleen een strook bast van 10 cm breedte wordt 55 seconden aangegeven. Voor het ringen van de boom tot op het kernhout 170 seconden (Yocom, 1958).

Tijdstudies van het Central State Forest Experiment Station (1948) komen hoger uit. Bij oppervlakkig ringen gaat men uit van een tijdsduur die oploopt van 2 minuten voor stammen met een diameter van minder dan ca. 10 cm tot ongeveer 7 minuten voor bomen met een stamdiameter van 30 à 40 cm.

6 Discussie

6.1 Ringen van de bomen

Het blijkt dat de bomen na het ringen binnen één groeiseizoen nog niet voldoende hebben gereageerd om betrouwbare informatie te geven over de bruikbaarheid van de methode voor reductie van de infectiedruk van de Iepenziekte voor de omgeving. Wél is inmiddels duidelijk dat het uitlopen van slapende knoppen door het ringen niet wordt verhinderd. Een mogelijke verklaring daarvoor is dat er in de bovengrondse delen van de boom voldoende koolhydraten aanwezig zijn om dit proces te laten verlopen (Sakai & Sakai, 1998). De vraag blijft echter in hoeverre de stobbe- en worteluitlopers zich in de komende jaren verder kunnen ontwikkelen. En dit hangt samen met de vraag in hoeverre deze ontwikkeling afhankelijk is van de in de wortels van de boom opgeslagen reserves aan koolhydraten. Om hier meer zicht op te krijgen verdient het sterk aanbeveling om de waarnemingen na het groeiseizoen van 2005, en bij voorkeur ook nog enige jaren daarna te herhalen. Ten aanzien van de (uiteindelijke) effectiviteit van de methode kunnen uit de resultaten over 2004 nog geen conclusies worden getrokken.

6.2 Verspreiding van de ziekte door kevers

In de voorziene bufferzone van 5 kilometer waren enkele subhaarden aanwezig, waarvan er één (Vierhuizen) met zekerheid kon worden teruggeleid op de aanwezigheid van een reeds in 2003 geïnfecteerde boom. Omdat niet bekend is hoe en van waaruit de infecties tot stand zijn gekomen blijft de eventuele invloed van het haardgebied op de aanwezigheid van de ziekte in deze subhaardgebieden speculatief. Er is echter geen verband met de behandelingen die in het proefgebied zijn uitgevoerd omdat de bomen voor 2004 reeds ziek waren.

Het aantal gevangen kevers in de nabijheid van de subhaarden wijkt qua orde van grootte niet beduidend af van dat in de nabijheid van het haardgebied. Ook de afstanden van de vallen waar relatief veel kevers zijn gevangen tot die waar geen of slechts een gering aantal is gevangen liggen rond de subhaarden in dezelfde orde van grootte. Dit roept onder meer de vraag op in hoeverre een verzameling van aangetaste bomen (i.c. het haardgebied) een substantieel grotere bedreiging vormt dan een kleine groep bomen of een solitaire aangetaste boom. Ofschoon mag worden verondersteld dat het totaal aantal broedbomen in het haardgebied aanmerkelijk groter zal zijn dan in de subhaarden, wijzen de resultaten niet op verschillen in de infectiedruk. Dit kan voor een groot gedeelte worden verklaard vanuit de bestaande verspreidingsmodellen (o.a. Beyers, 1999, 2000) maar bij de interpretatie daarvan wordt ook de ecologische wetmatigheid aangegeven dat kevers slechts over een beperkte voorraad aan “verspreidingsenergie” (vetten) beschikken en dat ze deze niet meer dan nodig is zullen aanspreken wanneer een beoogd doel (voeding, paring, eiafzetting) is bereikt. Dit houdt in dat wanneer zich nog voldoende geschikte bomen in een gebied bevinden het merendeel van de kevers zich voorlopig

in dit gebied zal blijven ophouden. En dit zou op zijn beurt weer inhouden dat een verhoogde infectiedruk vanuit het haardgebied pas van betekenis is wanneer de ziekte nagenoeg is uitgewoed en de druk voor de kevers om verder te vliegen groter wordt.

7 Conclusies en aanbevelingen

Voor de keuze van de wijze waarin iepen in de loop der tijd uit bestaande beplantingen kunnen worden verwijderd hebben de resultaten van dit onderzoek tot dusver de volgende consequenties:

- Het ringen van bomen is een methode waarvan binnen eenzelfde groeiseizoen geen substantiële effecten zijn te verwachten.
- Er zijn vooralsnog geen dwingende redenen om over te gaan tot een versnelde omvorming (c.q. verwijdering van iepen) zolang er nog voldoende levende iepen in het gebied aanwezig zijn.
- Wanneer het aantal levende iepen in verhouding tot de dan aanwezige grootte van de keverpopulatie te gering wordt (en waardoor de kevers worden genoodzaakt om hun ecotoop te vergroten) zal de verhouding waarin zieke bomen ten opzichte van gezonde afstervende bomen in het haardgebied voorkomen in belangrijke mate bepalend zijn voor de uiteindelijke infectiedruk van de ziekte op de nabije omgeving.
- Of hierdoor een tijdstip komt dat tot een radicale omvorming van het resterende deel moet worden besloten (in verband met een te hoog opgelopen besmettingsdruk) kan op grond van dit onderzoek nog onvoldoende worden aangegeven.
- Het jaarlijkse monitoren met behulp van een bescheiden aantal kevervallen rondom het haardgebied kan indicaties geven in hoeverre er in de toekomst sprake is van een stijgende trend in keveraantallen, maar niet in infectiedruk. Desalniettemin kan het op enige termijn waardevolle gegevens opleveren over de te verwachten groei omvang van spintkeverpopulaties in vergelijkbare omstandigheden.
- Een dergelijke monitoring heeft uiteraard pas zin wanneer de locaties van de ziektehaarden goed zijn gedefinieerd en er daarbuiten een alert iepenziektebestrijdingsbeleid wordt gevoerd waarbij aangetaste bomen worden verwijderd nog voordat ze op hun beurt weer als besmettingsbron kunnen fungeren.
- Zoals reeds onder de bespreking van de resultaten is aangegeven is er geen aanleiding om de voorlopig vastgestelde breedte van de bufferzone van 5 kilometer te vergroten.
- Ten aanzien van een aantal bovengenoemde aspecten verdient het aanbeveling om de proef nog minimaal een groeiseizoen (liefst meer) te blijven volgen op zowel de boombiologische aspecten (afsterven en regeneratie van de bomen) als de entomologische aspecten (verspreiding van de iepenspintkevers).

Literatuur

- Anderbrant, O. & F. Schlyter. 1987. Ecology of the Dutch elm disease vectors *Scolytus laevis* and *Scolytus multistriatus* (Coleoptera: Scolytidae) in southern Sweden. *Journal of Applied Ecology* 24(2) 539-550.
- Ashton, P.M.S., J.S. Lowe & B.C. Larson. 1990. Some evidence for the cause of epicormic sprouting in blue mahoe (*Hibiscus elatus* Sw.) in the moist limestone region of Puerto Rico.
- Bell, T.L. & J.S. Pate. 1996. Growth and fire respons of selected Epacridaceae of south-western Australia. *Australian Journal of Botany* 44(5): 509-526.
- Bleeker, D., 2000. Jaarverslag Iepziekte Amsterdam 1999. OMEGAM Groenadvies Amsterdam. 11p.
- Books, D.J. & C.H. Tubbs. 1970. Relation of light to epicormic sprouting in Sugar Maple. US Forest Service\Research Note, North Central Forest Experimental Station (NC-93): 2.
- Brown, D. 1994. The development of woody vegetation in the first 6 years following clear-cutting of a hardwood forest for a utility right-of-way. *Forest Ecology and Management* 65(2-3): 171-181.
- Buchel, A.S. & B.J.C. Cornelissen, 2000. Dutch Elm Disease: An interactive approach. CD-Rom. Universiteit van Amsterdam / BioMedia, Amsterdam
- Burdekin, D.A. & J.N. Gibbs. 1974. The control of Dutch elm disease. Leaflet, Forestry Commission (54): 7.
- Byers, J.A. 2000. Wind aided dispersal of simulated bark beetles flying through forests. *Ecological Modelling* 125: 231-243.
- Byers, J.A. 1999. Effects of attraction radius and flight paths on catch of scolytid beetles dispersing outwards through rings of pheromone traps. *Journal of Chemical Ecology* 25 (5): 985- 1005.
- Byers, J.A. 1996. An encounter rate model of bark beetle populations searching at random for susceptible host trees. *Ecological modeling* 91: 57-66.
- Byers, J.A. 1988. Upwind flight orientation to pheromone in Western pine beetle tested with rotating windvane traps. *Journal of Chemical Ecology* 14: 189-198.

- Byers, J.A., O. Anderbrant & J. Löfqvist. 1989. effective attraction radius: A method for comparing species attractants and determining densities of flying insects. *Journal of Chemical Ecology* 15: 749-765.
- Clark, F.B. & F.G. Liming. 1953. Sprouting of Blackjack Oak in the Missouri Ozarks. Technical Paper Central States Forest Experimental Station (137): 22.
- Dey, D.C. & R.G. Jensen. Stump sprouting potential of oaks in Missouri Ozark forest managed by even- and uneven-aged silviculture. 2002. General Technical Reprint North Central Station, USDA Forest Service (NC-227): 102-113.
- Dujesiefken, D., H. Stobbe & T. Kowol. 2002. Der Flächenkallus – eine Wundreaktion von Bäumen an Rucke- und Anfahrsschäden. *Forstwissenschaftliches Centralblatt*. 120(2): 80-89.
- Factors affecting the sprouting of Balckjack Oak. Report Central States Forest Experimental Station 1947. 1948: 7-10.
- Farmer, R.E. jr. 1962. Some physiological aspects of root sucker initiation and early growth in *Populus tremuloides* and *P. gardidentata*. *Dessertation Abstracts* 23(1): 10.
- Finney, M.A. 1993. Effects of thermal wounding, shading and exogenous auxin on some sprouting responses of coast redwood seedlings. *Tree Physiology* 12: 301-309.
- Gambi, G. & A.M.P. Placidi. 1991. Effects of 'stump-cutting' coppicing on regeneration in an oak coppice. *Monti e Boschi* 42(5): 23-29.
- Gracia, M. & J. Retana. 2004. Effect of site quality and shading on sprouting patterns of holm oak coppices. *Forest Ecology and Management* 188 (1-3): 39-49.
- Huckenpahler, B.J. 1954. Poisoning versus girdling to release underplanted Pines in North Mississippi. *Jouranl of Forestry* 54(4): 266-268.
- Irving, F.D. 1958. Killing cull black oaks with Ammate, 2,4,5-T and mechanical girdling. *Forestry Note Minnisota School for Forestry*, 71: 2.
- Johansson, T. 1986. Development of suckers by two-year-old birch (*Betula pendula* Roth.) at different temperatures and light intensities. *Scandinavian Journal of Forest Research* 1(1): 17-26.
- Johansson, T. 1987. Development of stump suckers by *Betula pubescens* at different light intensities. *Scandinavian Journal of Forest Research* 2 (1): 77-83.

- Johansson, T. 1991. Sprouting ability of two-year-old *Betula pendula* stumps exposed to different light intensities during five years. *Scandinavian Journal of Forest Research* 6(4): 509-518.
- Johansson, T. 1991. The effect of stump height and cut surface type on stump survival, sprouting and sprout growth after cutting of 10-35-year old *Betula Pubescens* Ehrh. Rapport Institutionen för Skogsproduktion, Sveriges Landbruksuniversitet, Garpenberg, Sweden (28): 19.
- Johansson, T. 1992. Sprouting of 10-to 50-year-old *Betula pubescens* in relation to felling time. *Forest Ecology and Management* 53: 283-296.
- Johansson, T. 1992. Sprouting of 2- to 5-year-old birches (*Betula pubescens* Ehrh. And *Betula pendula* Roth) in relation to stump height and felling time. *Forest Ecology and Management* 53: 263-281.
Journal of the Tropical Forest Science 3(2): 123-130.
- Kabeya, D. & S. Sakai. 2005. The relative importance of Carbohydrate and nitrogen for the resprouting ability of *Quercus crispula* seedlings. *Annals of Botany* 96(3): 479-488.
- Kauppi, A., P. Rinne & A. Ferm. 1988. Sprouting ability and significance for coppicing of dormant buds on *Betula Pubescens* Ehrh. stumps. *Scandinavian Journal of Forest Research* 3(3): 343-354.
- Kays, J.S. & C.D. Canham. 1987. Effect of time of cutting on hardwood root reserves. *Proceedings, Northeastern Weed Science Society* Vol 41: 24-25.
- Kays, J.S. & C.D. Canham. 1991. Effects of time and frequency of cutting on hardwood root reserves and sprout growth. *Forest Science* 37(2): 524-539.
- Keyserlingk, H. van. 1980. Control of Dutch elm disease by behavioural manipulation of its vectors. *Proceedings 32th Symposium over fytofarmacie en fytitrie.. Mededelingen van de Faculteit van de Landbouwwetenschappen Rijksuniversiteit Gent* 45: 475-488.
- Khan, M.L. & R.S. Tripathi. 1989. Effects of stump diameter, stump height and sprout density on the sprout growth of four species in burnt and unburnt forest plots. *Acta Oecologica, Oecologica Applicata* 10(4): 303-316.
- Kopinga, J. & S.M.G. de Vries. 2002. Beheersing van de iepziekte in het Lauwersmeergebied. Nota t.b.v. de werkgroep Beheersing iepziekte Lauwersmeergebied. Alterra, Wageningen, augustus 2002. 9p.
- Lindmark, R.D. 1965. A literature review: removing undesirable trees from hardwood stands.

- Longbrake, A.C.W. & B. McCarthy. 2001. Biomass Allocation and resprouting ability of Princess Tree (*Pauwlonia tomentosa*: Scrophulariaceae) across a light gradient. *The American Midland Naturalist* 146(2): 388-403
- Lynch, A.M. & J.R. Basset. 1987. Oak stump sprouting on dry sites in northern Lower Michigan. *Northern Journal of Applied Forestry*. 4(3): 142-145.
- Mignery, A.L. 1956. What gives with girdling? *Southern Lumberman* 193: 214-215.
- Noel, A.R.A. 1970. The girdled tree. *Botanical Review* 36: 165-195.
- Olson, C.E. & W.R. Bogess. 1960. Mortality following mechanical girdling in a mixed hardwood stand in southern Illinois. *Forest Notes*, University of Illinois Agricultural Experimental Station. 90: 9.
- Oosterbaan, A., A.F.M. Olsthoorn & C.A. van den Berg. 2003. Beheersingsstrategieën voor Amerikaanse vogelkers, Amerikaanse eik en Gewone esdoorn. Alterra-rapport 843. Alterra, Wageningen. 64 p.
- Östrand, F & O. Anderbrant. 2003. From where are insects recruited? A new model to interpret catches of attractive traps. *Agricultural and Forest Entomology* 5: 163-171.
- Pate, J.S., R.H. Froend, B.J. Bowen, A. Hansen & J. Kuo. 1990. Seedling growth and storage characteristics of seeder and resprouter species of mediterranean-type ecosystems of S.W. Australia. *Annals of Botany* 65(6): 585-601.
- Paysen, T.E., M.G. Narog, R.G. Tissell & M.A. Lardner. 1991. Trunk and root sprouting on residual trees after thinning a *Quercus chrysolepis* stand. *Forest Science* 37(1): 17-27.
- Peacock, J.W. 1981. Citywide Mass Trapping of *Scolytus multistriatus* with Multilure. *Proceedings of the Dutch Elm disease Symposium and Workshop*. October 5-9 1981, Winnipeg, Manitoba, Canada. 406-419.
- Report Central States Forest Experiment Station. 1948. Factors affecting the sprouting of Blackjack Oak. 1948: 7-10.
- Rydberg, D. 2000. Initial sprouting, growth and mortality of European aspen and birch after selective coppicing in central Sweden. *Forest Ecology and Management* 130(1-3): 27-35.
- Sakai, A. & S. Sakai. 1998. A test for the resource remobilization hypothesis: tree sprouting using carbohydrates from above ground parts. *Annals of Botany* 82: 213-216.

- Sengonca, C. & N. Leisse. 1984. Bedeutung der Borkenkäfer (Col., Scolytidae) bei der Verbreitung des Erregers der Holländischen Ulmenkrankheit im Raum Euskirchen. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*. 98(4): 413-423.
- Shipman, R.D. 1958. Effect of season of treatment on girdling and chemical control of oak and sweetgum. *Journal of Forestry* 56(1): 33-35.
- Slotte, H. 1997. Pollarding - a look back on its history, and advice to nature conservationists. *Svensk Botanisk Tidskrift* 91(1): 1-21.
- Stobbe, H. & D. Dujesiefken. 2002. Vergleich der Wundreaktionen an Stammverletzungen von Laubgehölzen nach Behandlung mit Wundverschlussmitteln und Kunststofffolie. *Nachrichten des Deutschen Pflanzenschutzdienstes*. 54(12): 312-318.
- Stobbe, H. & D. Dujesiefken. 2004a. Behandlung von frischen Wunden an Bäumen durch Anfarschäden: Wundbehandlungsfolien im Vergleich. *AFZ/Der Wald* 59(6): 284-286.
- Stobbe, H. & D. Dujesiefken. 2004b. Zur Wirksamkeit verschiedener Folien bei der Wundbehandlung frischer Anfarschäden. *Nachrichten des Deutschen Pflanzenschutzdienstes*. 56(10): 260-263.
- Stobbe, H., U. Schmitt, D. Eckstein & D. Dujesiefken. 2002. Developmental stages and fine structure of callus formed after debarking of living trees. (*Tilia* sp.). *Annals of Botany* 98: 773-782.
- Svihra, P. 1981. The Behavior of *Scolytus multistriatus* in California. *Proceedings of the Dutch Elm disease Symposium and Workshop*. October 5-9 1981, Winnipeg, Manitoba, Canada. 395-405.
- Tappeiner, J.C., J. Sazada, D. Huffman & B.D. Maxwell. 1996. Effects of cutting time, stump height, parent tree characteristics, and harvest variables on development of bigleaf maple sprout clumps. *Western Journal of Applied Forestry*. 11(4): 120-124.
- Verdaguer, D. & F. Ojeda. 2002. Root starch storage and allocation patterns in seeder and resprouter seedlings of two Cape Erica (Ericaceae) species. *American Journal of Botany* 89: 1189-1196.
- Wadley, F.M. & D.O. Wolfenbarger. 1944. Regression of insect density on distance from centre of dispersion as shown by a study of the smaller European elm bark beetle. *Journal of Agricultural Research* 69(7): 299-308.
- Wiant, H.V. & L.C. Walker. 1961. Variable response of diffuse- and ring-porous species to girdling. *Journal of Forestry* 59(9): 676-677.

- Wielen, P.M.A. van der. 2005. Jaarverslag 2004 Iepen Amsterdam. Ingenieursbureau Gemeente Amsterdam. 17p.
- Wilson, E.E. & G.A. Baker. 1946. Some features of the spread of plant diseases by air born and insect born inoculum. *Phytopathology* 36(6): 418-432.
- Wolfenbarger, D.O. & T.H. Jones. 1943. Intensity of attacks by *Scolytus multistriatus* at distances from dispersion and convergence points. *Journal of Economical Entomology* 36: 399-402.
- Wolfenbarger, D.O. 1946. Dispersion of small organisms. Distance dispersion rates of bacteria, spores, pollen and insects: incidence rates of diseases and injuries. *American Midland Naturalist* 35(1): 1-152.
- Wollerman, E.H. 1979. Dispersion and invasion by *Scolytus multistriatus* in response to pheromone. *Environmental Entomology*. 8 (1): 1-5.
- Yocom, H.A. 1958. Deep girdles give quickest crown kill of oaks. *Journal of Forestry* 56(3): 217.
- Zentmyer, G.A., J.G. Horsfal & P.P. Wallace. 1943. Logarithmic probit relation of spore dosage and response in Dutch elm disease. *Phytopathology* 33: 1121.
- Zolubas, P & J.A. Byers. 1995. Recapture of dispersing bark beetle *Ips typographus* L. (Col., Scolytidae) in pheromone-baited traps: regression models. *Journal of Applied Entomology* 119: 285-289.

Bijlage 1

Visuele vitaliteitsbeoordeling

De vitaliteit wordt ingedeeld in 4 klassen:

- 1: “zeer vitaal”;
- 2: “vitaal”;
- 3: “minder vitaal”
- 4: “weinig vitaal”.

De werkwijze is als volgt: er wordt een cijfer gegeven voor de bladbezetting en voor de bladkleur. Om tot één vitaliteitscijfer te komen wordt het bladbezettingscijfer gecombineerd met het bladkleurcijfer, waarbij aan de bladbezetting een groter gewicht wordt toegekend dan aan de bladkleur. Deze schatting, hoewel enigszins subjectief, is in eerder onderzoek goed werkbaar gebleken onder meer vanwege de geringe variatie in uitkomsten bij het waarderen van de vitaliteit van de bomen door verschillende waarnemers.

Klassenindelingen	
Bladkleur	Bladbezetting
1 = donkergroen	1 = goed (90% of meer van de normale bladbezetting)
2 = groen	2 = matig (70-90 % van de normale bladbezetting)
3 = lichtgroen	3 = slecht (50-70 % van de normale bladbezetting)
4 = geel	4 = zeer slecht (0-50 % van de normale bladbezetting)

Vitaliteit (combinatie van bladbezetting en bladkleur)				
	Bladkleurcijfer			
Bladbezettingscijfer	1 (donkergroen)	2 (groen)	3 (lichtgroen)	4 (geel)
1 (goed)	1 (vitaal)	1	2	3
2 (matig)	2 (minder vitaal)	2	3	3
3 (slecht)	3 (weinig vitaal)	3	4	4
4 (zeer slecht)	4 (slecht)	4	4	4