ALTERRA
WAGENINGEN UR

Storm en bosbeheer

Afwegingen voor het laten liggen of ruimen van stormhout

A. Oosterbaan
C.A. van den Berg
T. de Boer
J.J. de Jong
L.G. Moraal
C. M. Niemeijer
M. Veerkamp
E. Verkaik



Alterra-rapport 1959, ISSN 1566-7197

Storm en bosbeheer

In opdracht van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, in het kader van beleidsondersteunend onderzoekcluster Ecologische Hoofdstructuur, projectcode BO-02-014-001

Storm en bosbeheer

Afwegingen voor het laten liggen of ruimen van stormhout

A. Oosterbaan
C.A. van den Berg
T. de Boer
J.J. de Jong
L.G. Moraal
C. M. Niemeijer
M. Veerkamp
E. Verkaik

Alterra-rapport 1959

Alterra, Wageningen, 2009

REFERAAT

Oosterbaan, A., C.A. van den Berg, T. de Boer, J.J. de Jong, L.G. Moraal, C. M. Niemeijer, M. Veerkamp & E. Verkaik, 2009. *Storm en bosbeheer; Afwegingen voor het laten liggen of ruimen van stormhout.* Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1959. 80 blz.; 30 fig.; 14 tab.; 60 ref.

Naar aanleiding van de storm van januari 2007 is in samenwerking met Staatsbosbeheer een onderzoek uitgevoerd om een afwegingskader te maken waarmee bosbeheerders gefundeerde beslissingen kunnen nemen over de hoeveelheid te ruimen stormhout en de hoeveelheid die in het bos blijft liggen. Hiervoor zijn gedurende 3 jaar op een aantal locaties in de boswachterij Nunspeet met verschillende hoeveelheden stormhout (veel, weinig, geen, geruimd) ontwikkelingen m.b.t. ecologische aspecten gevolgd. Daarnaast is gekeken naar economische aspecten en naar de mening van bosbezoekers over het laten liggen van stormhout. Op basis van de onderzochte effecten is een afwegingstabel gemaakt, waarmee voor een opstand of bosgebied een overzicht kan worden verkregen welke aspecten pleiten voor resp. laten liggen of ruimen van het stormhout.

Trefwoorden: biodiversiteit, insecten, kosten, plaagrisico, recreanten, schimmels, storm, stormhout

ISSN 1566-7197

Dit rapport is gratis te downloaden van www.alterra.wur.nl (ga naar 'Alterra-rapporten'). Alterra verstrekt geen gedrukte exemplaren van rapporten. Gedrukte exemplaren zijn verkrijgbaar via een externe leverancier. Kijk hiervoor op www.boomblad.nl/rapportenservice.

© 2009 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 verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Alterra.

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

Inhoud

Woord vooraf 7

Samenvatting 9

1 Inleiding 13
1.1 Achtergrond en probleemstelling 13
1.2 Doel 13

2 Werkwijze 15

3 Onderzoeksresultaten 19
3.1 Uitgangssituatie opstanden 19
3.2 Ontwikkeling vitaliteit 22
3.2.1 De vitaliteit van de staande bomen 22
3.2.2 De omgewaaide bomen 22
3.2.3 Belangrijkste conclusies 23
3.3 Ontwikkeling kruiden en mossen 23
3.3.1 Kruiden 23
3.3.2 Mossen 25
3.3.3 Belangrijkste conclusies 27
3.4 Ontwikkeling bosverjonging 27
3.4.1 Belangrijkste conclusies 29
3.5 Ontwikkeling insecten 29
3.5.1 Resultaten van het veldonderzoek in 2007 29
3.5.2 Resultaten van de uitgekweekte insecten in 2008 en 2009 31
3.5.3 Veldonderzoek zomer 2009 34
3.5.4 Belangrijkste conclusies 36
3.6 Ontwikkeling paddenstoelen 36
3.6.1 Percelen met stormhout 36
3.6.2 Geruimde perceel 40
3.6.3 Vergelijking aantal soorten houtpaddenstoelen 41
3.6.4 Belangrijkste conclusies 43
3.7 Kosten en opbrengsten 43
3.7.1 Factoren die de keuze over oogst bepalen 43
3.7.2 Kosten en opbrengsten van stormhout 48
3.7.3 Belangrijkste conclusies 52
3.8 Opinie bosbezoekers 52
3.8.1 Karakterisering van de respondenten 52
3.8.2 Wat vindt men van dit terrein met omgewaaide bomen? 53
3.8.3 Weet men waarom omgewaaide bomen soms in het bos blijven liggen? 55
3.8.4 Behoefte aan informatie 55
3.8.5 Uiterlijk van het bos 56
3.8.6 Belangrijkste conclusies 56

4 De invloed van de hoeveelheid stormhout op de diverse aspecten; basis voor de afweging 57
4.1 De invloed van de hoeveelheid stormhout op mossen en kruiden 57
4.2 De invloed van de hoeveelheid stormhout op bosverjonging 58
4.3 De invloed van de hoeveelheid stormhout op insecten 58
4.3.1 Diversiteit 58
4.3.2 Risico op plagen 58
4.4 De invloed van de hoeveelheid stormhout op paddenstoelen 59
4.4.1 Biodiversiteit 59
4.4.2 Risico op aantasting van gezonde bomen door paddenstoelen 59
4.5 De invloed van de hoeveelheid stormhout op kosten en opbrengsten 60
4.6 De invloed van de hoeveelheid stormhout op de exploitatiekosten 60
4.7 De invloed van de hoeveelheid stormhout op de ervaring van het bosbeeld 60
4.8 De effecten samengevat 61

5 Afwegingsmethode 63

6 Discussie 65

7 Conclusies 67

Literatuur 69

Bijlagen
1 Enquête beleving stormhout 73
2 Resultaten enquête; gemiddelde waarden per groep 75

Woord vooraf

Dit project is begeleid door een klankbordgroep. Deze groep bestond uit Marleen van den Ham (LNV-Dir. Natuur), Gerard Grimberg (LNV-Dir. Kennis), Sander Wijdeven (Staatsbosbeheer), Jan Bruggeman (Staatsbosbeheer), Rob Fernandez (Landgoederen Welna/Tongeren) en Evelien Verbij (Bosschap). Namens de projectgroep wil ik iedereen hartelijk danken voor hun luisterend oor en kritisch meedenken.
De auteurs zijn verder dank verschuldigd aan dr. Oscar Vorst voor determinatie van de kevers en aan prof. Cees van Achterberg voor determinatie van de sluipwespen.

Anne Oosterbaan (projectleider)

Samenvatting

Eens in de 10-20 jaar raast er een storm over ons land. Hierbij waaien vaak ook bomen en delen van bossen om. Na het vrijmaken van de wegen en het oplossen van gevaarlijke situaties komt voor bosbeheerders de vraag wat te doen met het stormhout. Alles ruimen vanwege de opbrengsten, alles of een deel laten liggen voor verbetering van de biodiversiteit of een tussenweg? De oplossing van deze vraag is complex, doordat er ecologische, economische en maatschappelijke aspecten bij spelen.

Naar aanleiding van de storm van januari 2007 is in samenwerking met Staatsbosbeheer een project opgezet met als doel voor bosbeheerders een afwegingskader te maken waarmee ze in het geval van een storm een goede afweging kunnen maken en gefundeerde beslissingen kunnen nemen over de hoeveelheid te ruimen hout en de hoeveelheid te laten liggen hout.

Er is voor gekozen gedurende 3 jaar te werken aan de hand van de ontwikkelingen in een serie ca. 50-jarige grove dennenopstanden in de boswachterij Nunspeet met verschillende hoeveelheden stormhout, namelijk veel (> 100 m^3/ha) , weinig (20-50 m^3/ha), geen en geruimd.

In de opstanden zijn gedurende de jaren 2007, 2008 en 2009 waarnemingen verricht aan de ontwikkeling van de mos- en kruidenvegetatie, de bosverjonging, de insecten, de paddenstoelen en de vitaliteit van de bomen. Daarnaast is een bureaustudie gedaan naar de kosten en opbrengsten van stormhout en de extra kosten die optreden bij de verdere exploitatie doordat er omgewaaide bomen zijn blijven liggen. Bij één van de opstanden met veel stormhout is in 2008 een enquête uitgevoerd, waarbij passanten gevraagd is naar hun mening over stormhout dat in het bos blijft liggen.

Uit het uitgevoerde onderzoek is gebleken dat het laten liggen van *kleine-matige* hoeveelheden stormhout (20-50 m^3 per ha) voor een aantal ecologische aspecten een positief effect heeft. In de drie jaar na de storm is de diversiteit aan insecten en paddenstoelen duidelijk toegenomen, is de struiklaag meer ontwikkeld en is er meer verjonging bijgekomen dan na ruimen.

Het laten liggen van *grote* hoeveelheden stormhout (100-150 m^3 per ha) heeft voor ecologische aspecten ook een positief effect, maar heeft tot nu toe (3 jaar na de storm) slechts beperkte meerwaarde ten opzichte van de het laten liggen van kleine hoeveelheden stormhout. Bij grote hoeveelheden stormhout is alleen de diversiteit aan paddestoelen noemenswaardig toegenomen. Bovendien is het oogsten van grote hoeveelheden stormhout bij een goed houtprijsniveau financieel al gauw aantrekkelijk. In de opstanden met veel stormhout ontwikkelde zich een grote populatie blauwe dennenprachtkever (warmteminnende soort). Dit heeft niet geleid tot aantasting van staande bomen.

Uit interviews ter plaatse is gebleken dat de gemiddelde bosbezoeker een grote hoeveelheid stormhout als natuurlijk en afwisselend ervaart en dat slechts een laag percentage bosbezoekers het een onaantrekkelijk beeld vindt.

De hieronder volgende tabel geeft een samenvatting van de effecten.

Samenvatting van de effecten van het laten liggen van kleine-matige en grote hoeveelheden stormhout en ruimen

Aspect	Effecten van			
	ruimen	kleine-matige hoeveelheden laten liggen liggen (20-50 m^3 per ha)	grote hoeveelheid laten liggen (> 100 m^3 per ha)	Opmerking
vitaliteit opstand	0 *)	0	0	
mossen	0	+	+	Op langere termijn positief voor diversiteit mossen, met name bij < 10% dood hout
kruiden	0	0	0	
bosverjonging	0	+	+	Beschermende werking van clusters omgewaaide bomen voor vraatgevoelige soorten valt vaak tegen
insecten diversiteit aantal	0	+ +	+ +	Met name warmteminnende soorten
paddenstoelen diversiteit aantal	0	+ +	++ +	
beeld (aantrekkelijkheid, beleving)	?	?	0	
fysiek gevaar	+	0	0	
voorkómen brandgevaar	+	?	-	Tijdelijke risicoverhoging t.g.v. veel takken en dun hout
opbrengsten (zwaar stormhout)	+	±	-	Afhankelijk van diameter en prijsniveau; doorgaans is oogst van zwaardere bomen financieel aantrekkelijk
opbrengsten (licht stormhout)	±	±	±	Afhankelijk van diameter en prijsniveau is oogst van licht hout financieel meer of minder aantrekkelijk
extra exploitatiekosten	+	0	-	Bij veel stormhout is er lang geen dunningsnoodzaak ;bij andere werkzaamheden kan veel stormhout wel kostenverhogend werken
risico op insectenplagen	0	0	?	In combinatie met ongunstige omstandigheden (bijv. droogte) is niet uit te sluiten dat er verzwakte bomen door aantasting dood gaan
risico op schimmelplagen	0	0	0	

*) + = de beheersmaatregel heeft een positief effect
++ = de beheersmaatregel heeft een extra positief effect
0 = de beheersmaatregel heeft geen positief of negatief effect
- = de beheersmaatregel heeft een negatief effect
± = de beheersmaatregel kan zowel een positief als negatief effect hebben
? = er is onvoldoende kennis om dit in te schatten voor Nederlandse omstandigheden

Bij het afwegen van de verschillende aspecten zal vanwege de doelstelling of de plek in het bosgebied in het ene geval een bepaald aspect anders wegen dan in een ander geval. Voor het afwegen van de verschillende aspecten kan in principe bovenstaande effectentabel worden gebruikt, waarbij voor een opstand, afdeling of bosgebied kan worden aangegeven in hoeverre de verschillende aspecten pleiten voor ruimen of laten liggen van het stormhout. Een beheerder kan hierbij voor zijn doelstellingen eventueel nog verschillende gewichten toekennen aan de verschillende aspecten.

Het onderhavige onderzoek is gedurende een relatief korte periode op een beperkt aantal locaties uitgevoerd. Daarom moet de nodige voorzichtigheid in acht worden genomen met het veralgemeniseren van de resultaten. Om de waarde van de resultaten van dit onderzoek te verstevigen wordt aanbevolen om de onderzoek-locaties de komende jaren te blijven volgen en het onderzoek te verbreden naar andere bostypen.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond en probleemstelling

De stormen van de afgelopen decennia hebben een sterke impuls gegeven aan het bosbeheer in Nederland. Na '72/'73 trad er een omslag in denken op naar de mogelijkheid van een gevarieerder en natuurlijker bos, en na 1990 kwam de intentie/afspraak om meer dood hout in het bos te laten. Er is nu weer een kans om een volgende stap te zetten door in te spelen op deze 'calamiteit'.

Met het oog op klimaatverandering is de verwachting dat de kans op zware stormen toeneemt (Schelhaas et al 2009). Beheerders zullen in de toekomst dus vaker keuzes als gevolg van storm moeten maken. Met dit project worden handvatten (criteria) ontwikkeld, waarmee de beheerder die keuze, in het licht van zijn eigen doelstellingen, beter kan maken. De storm van januari 2007 biedt een onverwachte en natuurlijke aanleiding om onderzoek naar dit onderwerp te doen.

Op 18 januari 2007 heeft een zware tot zeer zware storm over Nederland geraasd. De effecten op het bos variëren van boomsgewijs omgewaaide bomen tot aan hele vlaktes die omgewaaid zijn. In totaal is circa 1/3 van de reguliere jaarlijkse oogst gestreken. De beheerders moeten nu kiezen: laat ik het dode hout allemaal liggen, haal ik het er allemaal uit, of kies ik voor een tussenvorm? Probleem is dat beheerders niet voldoende kennis hebben van de criteria die in zo'n beslissing tegen elkaar afgewogen dienen te worden.

Bovenstaande wordt ook geïllustreerd met het volgende citaat:
"A better understanding of trade-offs between biodiversity and timber yield is necessary before generally acceptable target values for different forest types can be identified" (European Environmental Agency).

Er zijn drie soorten afwegingen, overeenkomend met de 3 duurzaamheids-p's (people, profit en planet):
1. Maatschappelijke afwegingen (veiligheid, maatschappelijke acceptatie)
2. Ecologische afwegingen (behoud/versterking biodiversiteit)
3. Economische afwegingen (verliespost, toegankelijkheid, plaagvorming/verordeningen, beheerbaarheid in de toekomst).

1.2 Doel

Het doel van het project is te komen tot een afwegingskader waarmee beheerders in het geval van een storm een afweging kunnen maken en gefundeerde beslissingen kunnen nemen over de hoeveelheid te ruimen hout en de hoeveelheid te laten liggen hout. Hiertoe dienen vragen te worden beantwoord als:

- Wat betekent een enigszins of een fors grotere hoeveelheid dood hout in het bos voor de ecologie? Welke meerwaarde kan extra dood hout leveren aan de ecologische kwaliteit van het bos? Welke meerwaarde kan extra dood hout leveren voor de biodiversiteit (enkele soorten, inclusief plaag-soorten)?
- Wat betekent de storm voor de mogelijkheden tot (natuurlijke) verjonging in de restopstand?
- Wat betekent een enigszins of een fors mindere hoeveelheid verkocht hout voor de 'portemonnee' van de boseigenaar?
- Heeft het laten liggen van meer bomen dan gepland gevolgen voor de veiligheid in het bos (nu en over een paar jaar)?
- Heeft het laten liggen van meer bomen dan gepland gevolgen voor de werkbaarheid in het bos en daarmee de beheerbaarheid van het bos(nu en over enkele decennia)?
- Hoe ervaart het publiek bos waarin stormhout is blijven liggen?

2 Werkwijze

Voor het beantwoorden van bovenstaande vragen is er voor gekozen gedurende 3 jaar te werken aan de hand van de ontwikkelingen op een aantal locaties met verschillende hoeveelheden stormhout.

In samenwerking met Staatsbosbeheer is er voor gekozen om de onderzoeklocaties te zoeken in de boswachterij Nunspeet. In het noordelijke deel van de boswachterij, waar vanuit Nunspeet en de toeristische sector veel bezoekers komen, liggen veel ca. 50-jarige opstanden van grove den, waarvan met de storm van januari 2007 variërende hoeveelheden zijn omgewaaid . De hoeveelheden stormhout lopen uiteen van enkele kubieke meters tot meer dan 100 m^3 per ha.

Stormhout komt voor in de volgende klassen:
- enkele boom verspreid door de opstand
- veel bomen verspreid door de opstand
- groepsgewijze gestreken bomen.

De eerste categorie bomen kunnen worden beschouwd als toename van dood hout en biodiversiteit, zonder financieel verlies (het weghalen van individuele bomen zou te duur zijn).

De laatste categorie is voor het beheer minder lastig dan de tweede. Bij groepsgewijze gevallen bomen kan van de groepen omgewaaide bomen weggehaald worden wat nodig is en kan er tussen de groepen door gereden worden. Bij veel verspreid gevallen bomen daarentegen, worden alle werkzaamheden de eerstkomende 20-40 jaar (niet exact bekend) sterk gehinderd door het liggende hout.
Besloten is daarom het onderzoek vooral op de tweede categorie te richten.

Na een rondgang langs opstanden met omgewaaide bomen is er voor gekozen de volgende onderzoeksopzet te kiezen:
- 4 nivo's stormhout: veel stormhout (> 100 m^3), matige hoeveelheid stormhout(20-50 m^3) en stormhout geruimd (veel en weinig); dit wordt vergeleken met een onbeschadigde opstand.
- voor elk nivo is een opstand (afdeling) geselecteerd: respectievelijk afdelingen 67f, 62 b, 65 f en 66 g.
- binnen een opstand zijn in 3 cirkelvormige plots van elk 2-4 are (binnen een plot moeten minimaal 20 bomen -staand, liggend en/of hangend- aanwezig zijn) de hoeveelheid spilhout van de blijvende opstand en van de liggende en hangende bomen (gescheiden naar levend en dood) gemeten aan de hand van alle diameters en een gemiddelde hoogte.
- binnen dezelfde plots is in de binnenste cirkel van 1 are de abundantie van de verschillende soorten in de struik- , kruid- en moslaag bepaald. Hierbij is ook de verjonging van de bomen opgenomen.

In totaal is van dertien plots de vegetatie beschreven. Voor de opstanden van afdelingen 65f, 62 b, 67 f en 66 g is voor ieder stormniveau de vegetatie beschreven in twee plots. Voor de opstand die dient als demonstratie-object (122f; zie hieronder) is per opstand steeds de vegetatie van de eerste plot opgenomen. Ieder plot, met een straal van 10m, is in 4 kwadranten ingedeeld en per plot is steeds van het noordoostelijke en zuidwestelijke kwadrant een vegetatie-beschrijving gemaakt. Voor de moslaag, kruidlaag en struiklaag zijn per plantsoort de reële bedekkingen geschat. Overeenkomstig de methode van Meetnet Functie Vervulling bos is de kruidlaag gedefinieerd als de vegetatielaag met een hoogte tot 2 meter. De struiklaag is gedefinieerd als de vegetatielaag met een hoogte van 2 tot 6 meter. Bij de opname van de verjonging is geen onderscheid gemaakt tussen zaailingen van *Betula pendula* en Betula *pubescens*. De waarnemingen in de plots suggereren wel dat de meerderheid van de zaailingen behoren tot de soort *Betula pendula*.

- in de loop van het eerste, tweede en derde jaar is in de plots een opname gedaan van insecten die afhankelijk zijn van dood hout. In het eerste jaar betreft dit alleen een veldopname zijn (te verwachten zijn bastkevers). In het najaar van het eerste jaar (2007) is van een aantal omgewaaide bomen een bepaalde oppervlak bast verwijderd met het doel om een indicatie te krijgen van de activiteit van bastkevers. Hierbij is gekeken naar dichtheden aan broedgangen van de dennen-scheerder worden bepaald. In het tweede en derde jaar is onderzoek verricht d.m.v. uitleg van stamstukken in kisten voor het uitkweken van insecten.
- In de herfst van het eerste, tweede en derde jaar zijn opnamen uitgevoerd van paddenstoelen die afhankelijk zijn van dood hout. Deze opnamen zijn gebeurd aan de hand van macroscopische beoordeling van vruchtlichamen in het veld. In 2007, 2008 en 2009 zijn in percelen met veel stormhout (67 F, 122 F-noord), weinig stormhout (62 B, 122 F-zuid) en een in het voorjaar van 2007 geruimde stormvlakte (65 F) de paddenstoelen op hout geïnventariseerd. Daartoe zijn eenmaal in oktober en eenmaal in november drie cirkelvormige plots met een straal van 10 meter onderzocht. Bij de inventarisatie is onderscheid gemaakt tussen soorten die op de omgewaaide Grovedennenstammen groeien en soorten op die op het overige hout, voor het grootste deel van voor de storm, staan. Per soort is het aantal vruchtlichamen geteld of geschat.
- Bij de inventarisatie zijn alleen macroscopisch herkenbare groepen betrokken. Dat wil zeggen alle plaatjeszwammen en boleten, buikzwammen, buisjeszwammen, koraalzwammen en de opvallende, grotere korst-, tril- en zakjeszwammen. In de praktijk zijn enkele, meestal slecht ontwikkelde, vruchtlichamen microscopisch gecontroleerd.
- De naamgeving is volgens het 'Overzicht van de Paddenstoelen in Nederland' (Arnolds, Kuyper & Noordeloos, 1995).

Naast deze reeks bij Nunspeet wordt in het Vierhouterbos afdeling 122 f gekozen als object voor demonstratie en onderzoek. Staatsbosbeheer heeft bij deze opstand, waarvan een deel is omgewaaid, langs de druk bezochte Vierhouterweg een informatiepaneel geplaatst met uitleg over hoe Staatsbosbeheer omgaat met stormhout.

In deze opstand zijn in het deel met veel omgewaaide bomen, in een deel met minder omgewaaide bomen en in een deel zonder omgewaaide bomen plots uitgezet, waarin ook de bovengenoemde aspecten zijn gevolgd.

Deze locatie is ook gebruikt voor het peilen van de mening van bosbezoekers over stormhout dat blijft liggen. Het doel van dit onderzoek is inzicht te krijgen hoe bosbezoekers aankijken tegen het laten liggen van stormhout in het bos op een locatie bij Nunspeet. Weten ze waarom het hout blijft liggen? Vinden ze het mooi of lelijk, natuurlijk of onnatuurlijk en waarom? Met dit inzicht hoe bezoekers het laten liggen van stormhout beleven, kan de beheerder van het betreffende bosgebied gerichter voorlichting geven en mogelijk in het beheer rekening houden met ideeën van bosbezoekers.

In de zomer van 2008 zijn, verdeeld over 3 dagen (25 juni, 2 juli en 10 juli), passanten van een locatie met stormhout in de boswachterij Nunspeet ondervraagd d.m.v. een schriftelijke enquête (zie bijlage 1 voor enquêteformulier). Deze enquête is uitgereikt. Deelnemers vulden de enquête zelfstandig in en leverden hem ter plekke weer in. Sommigen gaven er de voorkeur aan dat de vragen werden voorgelezen en dat de enquêteur de antwoorden op het formulier zette. In totaal zijn 157 passanten geënquêteerd. Deze zijn ingedeeld in verschillende groepen: naar geslacht, leeftijd, vervoer (op moment van enquête), opleidingsniveau en woon- of verblijfplaats.
De verschillen in de waarderingen m.b.t. aantrekkelijkheid, natuurlijkheid,afwisseling en de belangrijkheid van het uiterlijk van een opstand binnen deze groepen zijn statistisch geanalyseerd door middel van een variantie-analyse (significantie bij een waarschijnlijkheidsgraad van > 95%). Hierbij is de vervoersgroep 'te paard' niet in de analyse meegenomen, omdat deze slechts 1 respondent omvat.

Locatie/object
De stormvlakte in de boswachterij Nunspeet (beheereenheid Vierhouterbos, afdeling 122f is ontstaan bij de storm van januari 2007. Inmiddels is er al wel wat spontane bosverjonging op de vlakte opgekomen en zijn struiken van Amerikaanse vogelkers uitgegroeid, maar de omgewaaide bomen zijn nog duidelijk te herkennen (zie figuur 1). Bij de stormvlakte heeft Staatsbosbeheer een informatiepaneel geplaatst.
Langs de stormvlakte loopt een zandweg, met daarnaast een fietspad, van waaraf de passanten zijn geënquêteerd.



Figuur 1 Beeld van de stormvlakte vanaf de plek waar de passanten werden geënquêteerd.

Naast de veldonderzoeken is voor de verteringsnelheid van bomen van verschillende soorten en dikte in literatuur en oude stormplots gekeken.
Voorts is voor de verschillende aspecten waar nodig, literatuur onderzocht.

3 Onderzoeksresultaten

3.1 Uitgangssituatie opstanden

In de afdelingen 65f, 62 b en 67 f gaat het om 50-jarige grove den op leemarme podzolgronden. De houtmeetkundige gegevens zijn vermeld in tabel 1. Bij de opname is een onderscheid gemaakt tussen staand en liggend hout. Het liggende hout is nog levend, doordat alle wortelkluiten nog deels vast zitten.

Bij matig veel stormhout gaat het om 10-20% van het stamtal, bij veel stormhout om 70-85% van het stamtal. In de geruimde stukken wijken de cijfers hier iets van af, maar liggen in dezelfde orde van groot. De gemiddelde diameters van de liggende bomen is in de meeste plots hoger dan die van de staande bomen (dit verschil is echter niet significant).
In afdeling 122f gaat het om een ca. 60-jarige opstand van grove den. De houtmeetkundige opstandsgegevens zijn vermeld in tabel 2.



A Geen stormhout



B Geruimd



C Weinig stormhout



D Veel stormhout

Figuur 2 Beeld van de opstanden

Tabel 1 De houtmeetkundige gegevens van de plots in Nunspeet

Opstand	Storm schade	Plot	Stamtal (n/ha)		% schade	Dbh (mm)		Hoogte (m)	Grond vlak (m^2/ha)		Volume (m^3/ha)		Totaal volume (m^3/ha)
			staand	*liggend*		*staand*	*liggend*		*staand*	*liggend*	*staand*	*liggend*	
66 G	geen	1	350		0	275		22	20.7		220		220
		2	414		0	287		22	26.8		287		287
		3	414		0	278		22	25		267		267
62 B	matig	1	733	191	21	195	273	18	22	9	204.7	103.8	308.5
		2	733	96	12	194	208	18	22	3	208.2	33.7	241.9
		3	446	64	13	234	118	18	19	0.7	181.2	6.5	187.7
67 F	veel	1	159	414	72	218	244	20	6	19.3	61	195.2	256.2
		2	223	637	74	189	223	20	6.3	24.9	63.4	254	217.4
		3	127	541	81	228	216	20	5.2	19.8	51.8	198.2	250
65 F *	veel	1	96	446	82	204	218	18	3.1	16.6	28.2	154.4	182.6
	geruimd	2	319	287	47	233	233	18	13.5	12.2	121.6	110.4	232
		3	255	350	58	234	229	18	10.9	14.4	100.3	133.1	233.3
65F *	matig	1	446	191	30	238	262	18	19.8	10.3	180	93.5	273.5
	geruimd	2	350	223	39	246	226	18	16.7	9	153.4	80.9	234.3
		3	446	64	13	242	228	18	20.5	2.6	186.7	23.2	209.9

* de waarden bij 'liggend' zijn hier de geruimde bomen !

Tabel 2 Opstandsgegevens van opstand 122 F

Opstand	Storm schade	Plot	Stamtal (n/ha)		% schade	Diameter (mm)		Hoogte (m)	Grond vlak (m^2/ha)		Volume (m^3/ha)		Totaal Volume (m^3/ha)
			staand	*liggend*		*staand*	*liggend*		*staand*	*liggend*	*staand*	*liggend*	
122 F	geen	1	287		0	325			23.8		241.9		241.9
midden		2	191		0	322			15.6		162.3		162.3
		3	255		0	319			20.4		207.4		207.4
122 F	matig	1	96	64	40	351	300	22	9.2	4.5	97.1	47.1	144.2
zuid		2	191	64	25	324	321	22	16.7	5.2	176.8	53.6	230.4
		3	191	64	25	326	323	20	15.9	5.2	154.9	49.8	204.7
122 F	veel	1	96	223	70	312	311	22	7.3	16.9	77.5	182.5	260
noord		2	127	127	50	325	293	22	10.6	8.6	109.9	91.2	201.1
		3	191	223	57	321	293	22	15.5	15	162.6	160.2	322.8

NB In het gedeelte van 122 F zonder en met weinig omgewaaide bomen staat naast grove den ook nog wat berk in de onderetage; gemiddeld ongeveer 80 stuks per ha met een totaal volume van ca. 7 m^3/ha.

3.2 Ontwikkeling vitaliteit

3.2.1 De vitaliteit van de staande bomen

Na een storm zoals in 2007 is te verwachten dat van de bomen die zijn blijven staan ook een fors deel een 'klap' heeft gehad, waardoor de vitaliteit op zijn minst tijdelijk terugloopt. Dit is gedurende de onderzoeksperiode nauwlettend in de gaten gehouden (vooral i.v.m. mogelijke insectenaantastingen), maar eigenlijk niet geconstateerd. Wel stonden de weinige overgebleven grove dennen van de opstand met veel omgewaaide bomen er in het eerste jaar na de storm niet florissant bij, maar in het derde groeiseizoen na de storm leken ze geheel hersteld.

3.2.2 De omgewaaide bomen

Bij de storm van 2007 zijn veel grove dennen met een deel van het wortelgestel in de grond blijven zitten. Een deel van de omgewaaide bomen heeft dermate wortelcontact met de grond gehouden dat de kroon nog lange tijd groen is gebleven. Anderhalf jaar na de storm (april 2008) was ongeveer de helft van de omgewaaide bomen nog (deels) groen, dus nog niet dood.

In tabel 3 is per opstand aangeduid hoeveel procent van de omgewaaide bomen ongeveer plat ligt (hellingshoek < 30 º) en hoeveel procent in een hoek van 30- 45º of een hoek van 45 - 60º staan. Daarnaast is het percentage bomen aangegeven dat na 3 jaar bruin is.

In de afdelingen 62b en 67 f zijn drie jaar na de storm alle omgewaaide bomen bruin geworden, zo blijkt uit tabel 3. In afdeling 122f is drie jaar na de storm nog steeds een aanzienlijk percentage van de omgewaaide bomen (deel) niet geheel afgestorven. Het gaat hierbij om bomen die niet geheel zijn omgewaaid (hellingshoek > 30 º) en nog voor een deel met hun wortels goed in de grond zitten.

Tabel 3 Percentage bruine kronen van de omgewaaide bomen (3 jaar na de storm)

Afd	Aantal omgewaaide bomen	plot	Hellingsgraad bomen					
			<30º		30- 45º		45 - 60º	
			% aanwezig	% bruin	% aanwezig	% bruin	% aanwezig	% bruin
62 b	matig	1	80	100	20	100		
		2	70	100	30	100		
		3	80	100	20	100		
67 F	veel	1	70	100	30	100		
		2	80	100	20	100		
		3	80	100	20	100		
122 F	veel	1			30	50	70	0
		2			80	95	20	0

3.2.3 Belangrijkste conclusies

De vitaliteit van de staande bomen is na de storm wel teruggelopen maar is na 3 jaar hersteld.
De omgewaaide bomen zijn niet meteen allemaal dood, maar sterven langzamer af, naarmate ze minder scheef zijn gewaaid.

3.3 Ontwikkeling kruiden en mossen

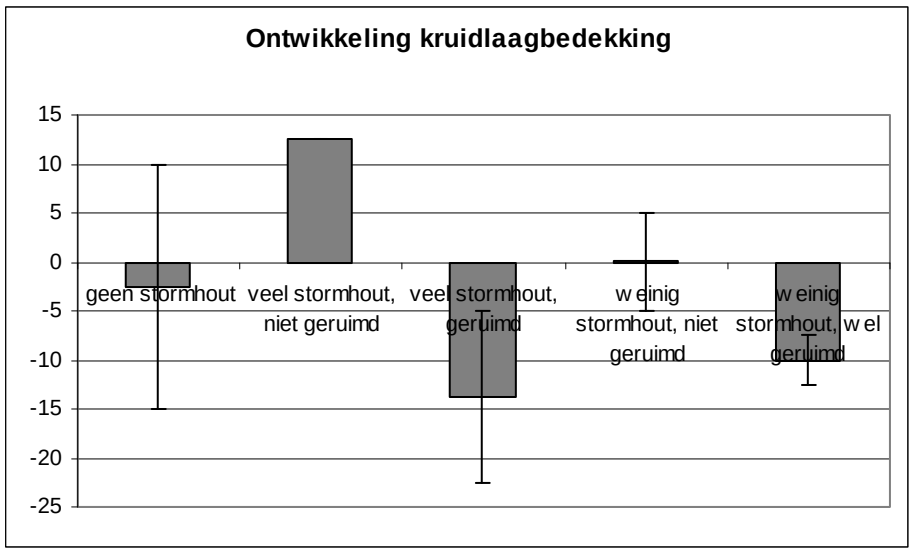
3.3.1 Kruiden

In 2007 werden in alle opstanden min of meer dezelfde plantensoorten in de kruidlaag aangetroffen. In een aantal opstanden domineerden de grassen pijpenstrootje (*Molinia caerulea*) en bochtige smele (*Deschampsia flexuosa*) de kruidlaag, zoals opstanden 66G (geen omgewaaide bomen) en 65F (geruimd). In de opstanden 122f (Vierhouten) en 62b (matige hoeveelheid omgewaaide bomen, niet geruimd) had blauwe bosbes (*Vaccinium myrtillus*) naast deze grassen, een flinke bedekking. Dit verschil in vegetatie tussen deze opstanden is niet het gevolg van de storm. De vegetatie in de opstanden met een groter aandeel blauwe bosbes is al wat verder ontwikkeld dan de vegetatie in de opstanden waar pijpenstrootje en bochtige smele domineerden (zie bijvoorbeeld Bijlsma et al. (2005)).

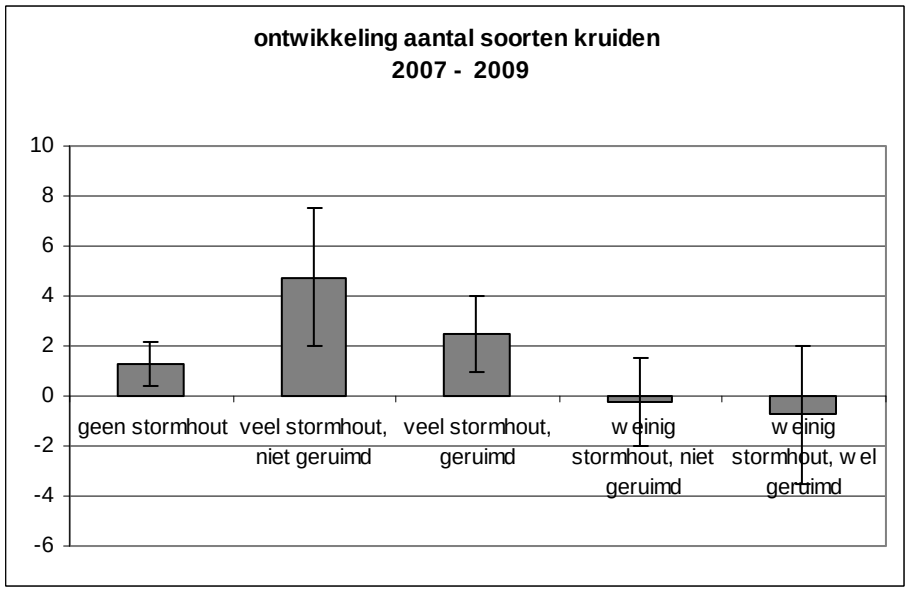
De kruidlaag is in de periode 2007-2009 in de meeste plots niet veel veranderd. Alleen in de niet geruimde opstanden met veel omgewaaide bomen (67f) is de bedekking van de kruidlaag toegenomen en lijkt ook het aantal voorkomende soorten wat gestegen (Fig. 3 en 4). In 2007 waren in deze opstand de bedekking van de kruidlaag en het aantal soorten kruiden relatief laag (Fig. 5). Dit komt waarschijnlijk doordat in deze plots gevallen kronen en takken een groot deel van de bodem bedekten. De toename van de bedekking van de kruidlaag is waarschijnlijk vooral gekomen doordat gevallen takken beginnen te verteren waardoor er weer meer licht is op de bodem voor planten. Het verterende takmateriaal zorgt verder plaatselijk voor wat rijkere omstandigheden (zie bijvoorbeeld Schaetzl et al. (1989); Ilisson et al. (2006)), waar soorten als braam (*Rubus fruticosus*), rankende helmbloem (*Ceratocapnos claviculata*) en schapenzuring (*Rumex acetosella*) van kunnen profiteren.

Plantensoorten die kenmerkend zijn voor kapvlakten, zoals schapenzuring (*Rumex acetosella*) en boskruiskruid (*Senecio sylvaticus*) werden in 2007 sporadisch gevonden en dan vooral in opstand 65F. In deze opstand was het stormhout wel geruimd. Wellicht dat de bodemverwonding als gevolg van het ruimen, en het organisch materiaal van achtergebleven takhout, al in 2007 voor de juiste omstandigheden voor deze soorten zorgden. In 2009 werd schapenzuring in meerdere opstanden met omgewaaide bomen aangetroffen, en werd hier en daar, ook in een plot zonder omgewaaide bomen, een andere soort gevonden die kenmerkend is voor kapvlakten; wilgenroosje (*Chamnerion angustifolium*).

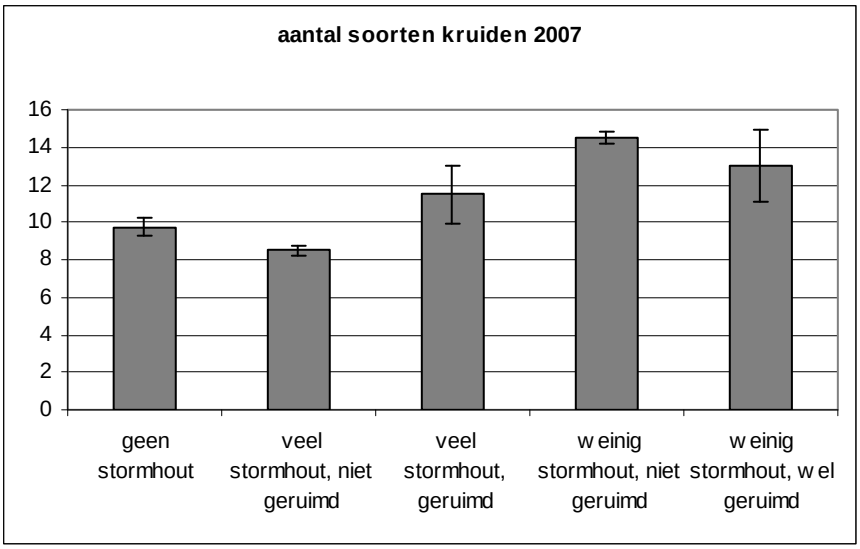
Bij de inventarisaties is verder opgevallen dat op de minerale bodem op wortelkluiten en rond stobben van omgewaaide bomen de plantsoorten struikheide (*Caluna vulgaris*) en pilzegge (*Carex pilulifera*) veelvuldig voorkwamen. Beide soorten hebben zaad dat lang levend blijft, waardoor ze bij gunstige omstandigheden kunnen kiemen. De soorten werden zowel aangetroffen rond stobben in de niet geruimde opstanden als in de geruimde opstand. Ondanks het ruimen was er rond de stobben vaak blijkbaar nog steeds minerale bodem genoeg aanwezig voor deze soorten om op te groeien.



Figuur 3. Het verschil in de gemiddelde bedekking van de kruidlaag tussen het jaar 2009 en 2007 (± standaardfout) voor de opstanden in het Zandenbos



Figuur 4. Het verschil in het gemiddeld aantal soorten kruiden (aantal soorten 2009 minus aantal soorten 2007, ± standaardfout) voor de opstanden in het Zandenbos.



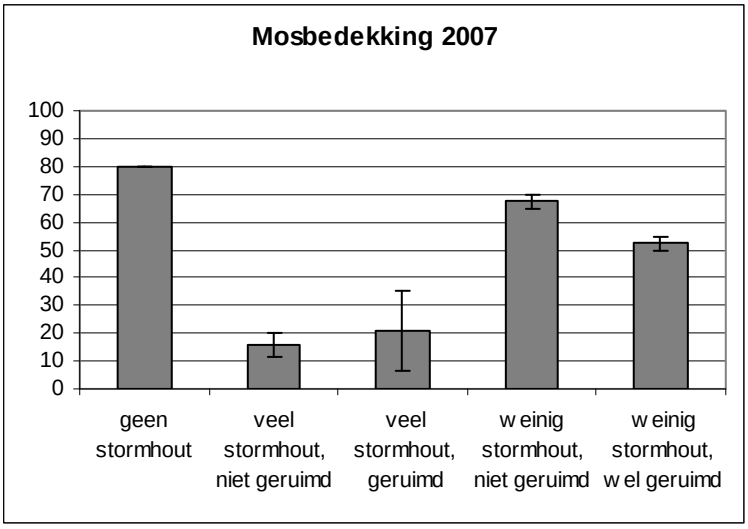
Figuur 5. Het gemiddeld aantal soorten kruiden (± standaardfout) van de opstanden in het Zandenbos in 2007.

3.3.2 Mossen

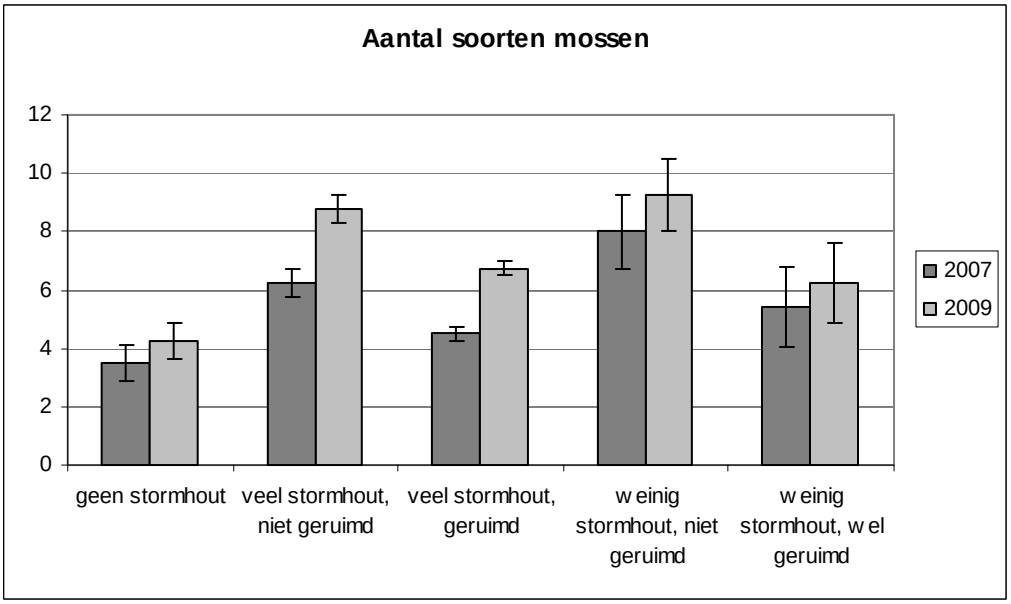
In alle onderzochte opstanden werden min of meer dezelfde mossoorten aangetroffen. Vooral de mossoorten bronsmos (*Pleurozium schreberi*) en heide-klauwtjesmos (*Hypnum jutlandicum*) kwamen zeer algemeen voor en ook de soorten breekblaadje (*Campylopus pyriformis*), gewoon gaffeltandmos (*Dicranum scoparium*) en fraai haarmos (*Polytrichum formosum*) werden in alle onderzochte opstanden gevonden. Al deze soorten zijn kenmerkend voor bossen op zure zandgrond. In 2007 was de bedekking van de mossen in de plots met veel omgewaaide bomen wat lager dan in de overige plots (Fig. 6). Een verklaring lijken de open en zonnige omstandigheden in de plots met veel omgewaaide bomen, want de grotere vlekken bronsmos leken in die plots vaak sterk uitgedroogd. In 2009 was dit verschil in bedekking niet meer aanwezig. In de periode 2007-2009 was vooral de mosbedekking in de opstand zonder omgewaaide bomen en in de niet geruimde opstand met weinig omgewaaide bomen gedaald. In beide opstanden nam de bedekking van bronsmos sterk af. De oorzaak voor deze afname is onbekend. De mosbedekking in de overige opstanden veranderde niet duidelijk.

Binnen geen van de opstanden vond een toe- of afname van het aantal soorten mossen plaats. Wel lijkt zowel in 2007 als in 2009 het aantal soorten mossen iets lager in de plots zonder omgewaaide bomen dan in de plots met omgewaaide bomen (Fig. 7). Dit komt waarschijnlijk doordat het aantal verschillende habitats voor mossen toch wat lager is in de plots zonder omgewaaide bomen dan in de plots waar wel bomen waren omgewaaid. In de plots met omgewaaide bomen komt wat meer dood hout voor, zijn er plekjes waar de bodem wat verrijkt wordt door versnelde afbraak van organisch materiaal, zijn er meer plekken met open minerale bodem en komen soms stijlkantjes voor bij bijvoorbeeld wortelkuilen.

Er werden geen duidelijke verschillen gevonden in de soorten mos die voorkwamen in de wel geruimde en de niet geruimde plots. De verwachting is wel dat op de lange duur een aantal mossoorten dat op dood hout leeft meer kansen krijgt in de niet geruimde dan in de geruimde opstanden, door het vele aanwezige dode hout. Op dit moment echter, is het stormhout zelf nog niet ver genoeg vergaan om soorten van dood hout al een habitat te bieden. De soorten die wel op dood hout werden gevonden groeiden op dood hout dat al voor de storm aanwezig was, zoals stobben van dunningen of afgevallen takken.



Figuur 6. De gemiddelde bedekking van de moslaag (± standaardfout) van de opstanden in het Zandenbos in 2007.



Figuur 7. Het gemiddeld aantal soorten mos (± standaardfout) in de opstanden van het Zandenbos in 2007 en 2009.

3.3.3 Belangrijkste conclusies

Er zijn nog geen grote effecten van het laten liggen van stormhout op de kruiden en mossen.

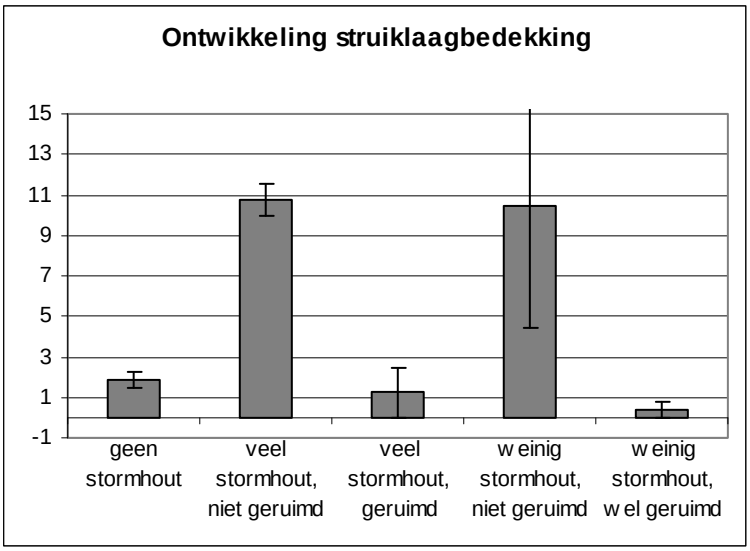
3.4 Ontwikkeling bosverjonging

In 2007 was er een ijle struiklaag aanwezig in de onderzochte opstanden. Gedurende de periode 2007-2009 is de struiklaag in alle opstanden iets toegenomen; dit is duidelijk te zien is op foto's die in 2007 en in 2009 zijn gemaakt. Alle opstanden hebben een vrij open kronendak waardoor er waarschijnlijk licht genoeg is voor de ontwikkeling van een struiklaag. De toename van de bedekking van de struiklaag gaat echter het snelst in de niet geruimde opstanden van het Zandenbos (Fig. 8).

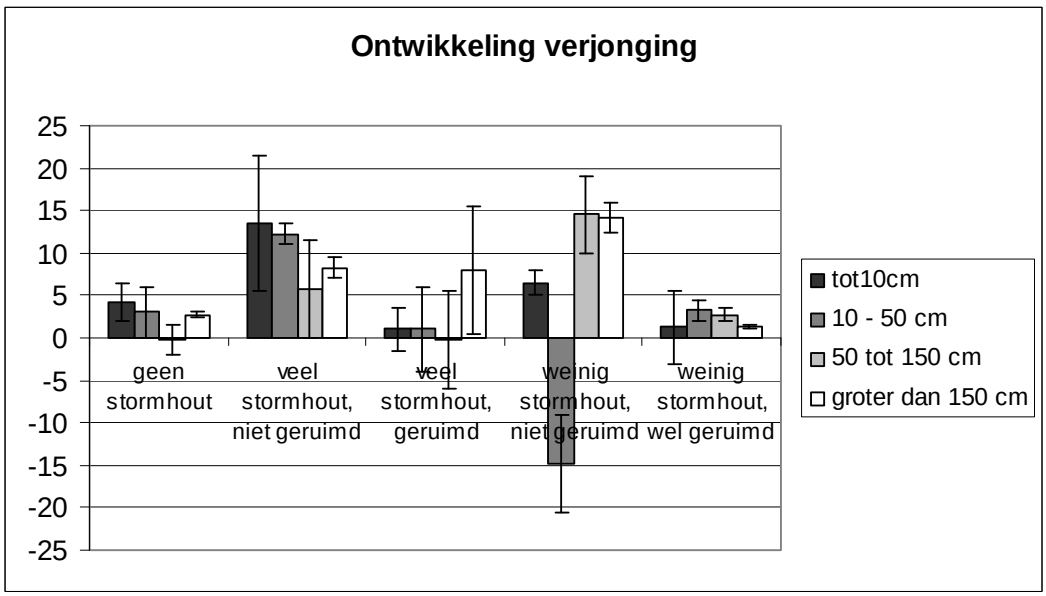
Het zijn vooral de soorten ruwe berk (*Betula pendula)* en Amerikaanse vogelkers (*Prunus serotina*) die hier in bedekking toenamen.

Ook voor de verjonging van boom- en struiksoorten geldt dat dit in alle opstanden in de periode 2007-2009 iets is toegenomen maar dat de ontwikkeling het snelst is gegaan in de niet geruimde opstanden 62b en 67f (Fig. 9). De meeste opstanden hadden in 2007 lage aantallen verjonging. Alleen in de niet geruimde opstand met weinig omgewaaide bomen van het Zandenbos (opstand 62b) was duidelijk meer en ook al grotere verjonging aanwezig dan in de andere opstanden. Deze verjonging was al aanwezig voor de storm en ontstond wellicht na de dunning drie jaar daarvoor. In de periode 2007-2009 is de verjonging in de niet geruimde opstand met weinig omgewaaide bomen verder gegroeid en is er nieuwe verjonging bijgekomen. Verder is er vooral in de niet geruimde opstand met veel schade (67f) verjonging bijgekomen (Fig. 10). In 2007 bedroeg de gemiddelde dichtheid van de verjonging in deze opstand zo'n 1300 stuks per hectare en in 2009 was dit toegenomen tot 6400 stuks per hectare.

In deze opstanden werd vooral verjonging van ruwe berk (*Betula pendula*) gevonden en ook de soorten lijsterbes (*Sorbus aucuparia*), krentenboompje (Amelanchier lamarckii) en Amerikaanse vogelkers (Prunus serotina) kwamen veel voor. Verjonging van soorten als grove den (*Pinus sylvestris*) en zomereik (*Quercus robur*) kwam slechts in lage aantallen voor.



Figuur 8. Het verschil in de gemiddelde bedekking van de struiklaag (bedekking 2009 min bedekking 2007, ± standaardfout) voor de opstanden in het Zandenbos.



Figuur 9. De ontwikkeling van het aantal jonge bomen en struiken (aantal 2009 min aantal 2007) per kwadrant van 78.5m² (± standaardfout) voor de opstanden in het Zandenbos.

Het is opvallend dat zowel de verjonging als de bedekking van de struiklaag zoveel sneller is toegenomen in de niet geruimde opstanden dan in de wel geruimde opstand. Een mogelijke verklaring is dat de geruimde en niet geruimde opstanden op een verschillende manier door het aanwezige wild worden gebruikt. De geruimde opstand heeft een open structuur met een dichte kruidlaag en een vrijwel ontbrekende struiklaag (Fig. 2). Waarschijnlijk heeft het ruimen van de opstand er aan bijgedragen dat de struiklaag er zo ijl is, al kan het ook zijn dat al voor de storm de struiklaag in deze opstand vrijwel afwezig was. Met de open structuur en dichte kruidlaag doet de geruimde opstand aan als een wildweide. Wellicht dat regelmatige begrazing door herten en of reeën er hier voor zorgt dat een struiklaag en de

verjonging zich maar moeizaam ontwikkelen. De structuur van de niet geruimde opstanden is anders. In de opstanden die niet werden geruimd zijn veel liggende stammen en kronen aanwezig (Fig. 2). In deze opstanden is veel dekking voor wild en het lijkt er ook op dat deze opstanden door verschillende soorten dieren als rustplaats worden gebruikt. Zo werd er bij de inventarisatie in 2009 uit de niet geruimde opstand met veel omgewaaide bomen wild opgeschrikt en werden er onder liggende stammen van omgewaaide bomen op een aantal plekken duidelijke ligplekken van wild (zwijn of ree) gevonden. Verder waren in de plots onder een aantal stobben van omgewaaide bomen duidelijk ingangen van holen zichtbaar (vos of konijn). De ingang bevond zich dan in de wortelkuil naast de stobbe. In de geruimde opstanden was er bij de stobben meestal geen wortelkuil meer aanwezig, doordat de stobbe in de kuil was teruggevallen. Hier werden dan ook geen holen bij de stobben waargenomen.

3.4.1 Belangrijkste conclusies

Zowel de verjonging als de bedekking van de struiklaag is in de niet geruimde opstanden sneller toegenomen dan in de wel geruimde. Het lijkt er op dat dit heeft te maken met meer wildvraat in de geruimde opstanden.

3.5 Ontwikkeling insecten

Medio 2007, een half jaar na de storm, zijn de omgewaaide bomen in het veld onderzocht op het voorkomen van (larven van) insecten. In het voorjaar van 2008 en 2009 werden stamstukken (stamvoet: 2x lengte 25 cm; middendeel: lengte 75 cm; kroondeel: lengte 75 cm) verzameld en in kistvallen in een klimaatkamer bij een constante temperatuur van 20 graden Celsius uitgekweekt. De resultaten worden in de hierna volgende paragrafen besproken.

3.5.1 Resultaten van het veldonderzoek in 2007

In augustus 2007 werden 3 liggende bomen per plot bemonsterd. Met behulp van een schilschop werd per boom, van twee 50 cm lange segmenten, schors verwijderd: vanaf de stamvoet 150-200 cm en 350-400 cm. De bovenste helft van de schors werd weggestoken en geïnventariseerd op het voorkomen van insecten en larvengangen volgens een aangepaste methode van Bakke (1968). Bemonsterd werden 6 plots met veel omgewaaide bomen en 3 plots met weinig omgewaaide bomen. Bijna alle omgewaaide bomen hadden nog wortelcontact, in meer of mindere mate, waardoor een variatie in uitdrogen van de kroon en stam is ontstaan. Bij het ontschorsen in augustus 2007 bleek het hout van sommige bomen nog vers en harsrijk terwijl andere bomen veel minder vers waren. De meeste bastkevers kunnen alleen in wat minder vers hout inboren.

Tegen de verwachting in, werden er in de omgewaaide bomen bijzonder weinig moedergangen van de dennenscheerder gevonden – totaal slechts 21 moedergangen in 6 bomen. Met een gemiddelde stamdiameter van 23,6 cm komt dit voor alle onderzochte 27 bomen overeen met gemiddeld slechts 1,7 moedergangen per m^2. Dat is in schril contrast met een Nederlands onderzoek in 1968, waarbij soms wel bijna 300 moedergangen per m^2 werden geteld (Doom & Luitjes, 1971).

Opzienbarend was het relatief massale voorkomen van de blauwe dennenprachtkever, *Phaenops cyanea* (zie figuur 10). En dat, terwijl pas in 1997 voor het eerst in Nederland (Leenderbos) enkele exemplaren van deze kever zijn gevonden (Teunissen, 2003). De afgelopen jaren zijn ook enkele kevers gevonden bij ondermeer Elspeet, Vught, Weerterbos, en de Hoge Veluwe (Teunissen, pers. meded.).
De larvengangen van de blauwe dennenprachtkever waren vooral in het bovenste (warme) deel van de stam te vinden. De lengte van de larven varieert van 10 tot 24 mm. De kleinere larven waren vooral in het versere hout te vinden. Mogelijk zijn de eitjes daar op een later tijdstip gelegd of verloopt de ontwikkeling van de larven in vers hout veel langzamer. Opvallend is dat slechts één larve van deze warmteminnende kever, in de koele beschaduwde opstand 62B met weinig stormhout is gevonden, terwijl alle andere larven of hun gangen – in totaal op 10 bomen - op de warme onbeschaduwde stormvlaktes van de opstanden 122F en 67F zijn gevonden*).

*) Opmerking: waarschijnlijk is er sprake van een sterke onderschatting van het aantal larven, omdat de kleine exemplaren zeer moeilijk te vinden zijn. Verder waren veel bomen waarschijnlijk nog te vers en te harsrijk voor ontwikkeling van de blauwe dennenprachtkever.



Figuur 10 De blauwe dennenprachtkever (Phaenops cyanea); rechts de larve

3.5.2 Resultaten van de uitgekweekte insecten in 2008 en 2009

Tabel 4 geeft een overzicht van de insectensoorten, die in 2008 zijn uitgekweekt.

Tabel 4 Uitgekweekte insecten in 2008

	Veel stormhout			Veel stormhout			Weinig stormhout		
Perceel	122F 1-1	122F 2-2	122F 3-2	67F 1-1	67F 2-1	67F 3-1	62B 1-2	62B 2-2	62B 3-2
KEVERS									
Arhopalus rusticus halsgroefboktor	0	0	3	0	0	0	2	1	3
Cartodere notifer - een schimmeletend kevertje	0	0	0	0	0	0	0	2	0
Hylastes ater zwarte dennenbastkever	0	0	0	0	0	0	0	2	0
Hylurgops palliatus geelbruine sparrenbastkever	0	0	0	600	0	285	550	50	85
Lathridius nodifer - een schimmeletend kevertje	0	0	0	0	45	0	0	0	13
Paromalus parallellepipedus - een algemene predator	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Phaenops cyanea blauwe dennenprachtkever	3	42	8	11	0	3	1	0	2
Pissodes pini kleine dennensnuitkever	0	7	6	6	0	3	0	29	10
Pissodes piniphilus dennenstaaksnuitkever	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Pityogenes bidentatus tweetandige dennenschorskever	1	0	0	0	2	2	0	2	1
Salpingus planirostris - een predator van bastkevers	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Rhizophagus depressus - een predator van de dennenscheerder	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Rhizophagus dispar - een predator in naald- en loofhout	1	0	0	0	0	0	0	1	0
Thanasimus formicarius mierenkever	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Tomicus piniperda dennenscheerder	0	370	245	50	68	0	37	0	11
SLUIPWESPEN									
Coeloides forsteri - parasiteert *Pissodes* (nieuw voor NL)	0	0	0	0	0	1		12	
Dendrosoter middendorfi	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Ecphilus sp. - parasiteert bastkevers	0	0	0	0	0	2	0	0	0
Enclisis vindex - parasiteert keverlarven (nieuw voor NL)	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Eubazus sp. - parasiteert bastkevers	0	0	0	0	0	3	0	3	0
Xorides irrigator- parasiteert mierenkever	1	0	0	0	0	0	0	0	0
DIVERSE INSECTEN									
Collembola - springstaarten	100den	0	0	0	0	100den	0	10tallen	0
Mycetophilidae - schimmelmugjes	10tallen	100den	100den	10tallen	10tallen	100den	100den	100den	100den
Urocerus gigas reuzenhoutwesp	0	0	0	1	0	0	0	0	0

Uit de stammen van sommige percelen werden grote aantallen (tot 600 exemplaren) van de geelbruine sparrenbastkever *Hylurgops palliatus* uitgekweekt. Dit ca 3 mm grote kevertje ontwikkelt zich in de bast van liggende naaldbomen. De dennenscheerder *Tomicus piniperda* werd in grote aantallen uitgekweekt uit de percelen met veel stormhout. In percelen met weinig stormhout was deze soort veel minder aanwezig.

De dennenscheerder heeft kennelijk voorkeur voor de warme stormvlaktes boven de koele percelen met weinig stormhout. Datzelfde geldt voor de blauwe dennenprachtkever *Phaenops cyanea* die ook vooral op de percelen met veel stormhout voorkwam. Van deze kever is bekend dat het een thermofiele soort is. In het buitenland kan de blauwe dennenprachtkever sterfte van verzwakte (droogtestress) staande bomen veroorzaken. De soort is nog maar kort in Nederland aanwezig (Moraal, 2008). Er werd één exemplaar uitgekweekt van de reuzenhoutwesp *Urocerus gigas*. Dit is een 4 cm grote gevaarlijk uitziende naaldhoutwesp met een lange legboor. De eitjes worden afgezet in omgevallen naaldbomen, de legboor kan meer dan een centimeter diep in het hout worden gestoken. Het is een spectaculaire soort die plaatselijk redelijk algemeen is. De larven maken diepe gangen in het hout. Hun ontwikkeling duurt 2-3 jaar, maar in de klimaatkamer werd al in december 2008 een volwassen exemplaar uitgekweekt. De volwassen houtwesp is van juni tot augustus te zien, en is een druk bewegende wesp die luid zoemend en onregelmatig vliegt. In Nederland is de wesp plaatselijk algemeen, echter alleen in naaldbossen.

Uit de stammen kwamen ook vele schimmeleters zoals ontelbare hoeveelheden schimmelmugjes, waarvan de larven zich voeden met detritus en paddenstoelen die zich onder de afgestorven bast ontwikkelen. Een andere schimmeleter betreft *Lathridius nodifer*, een kevertje met merkwaardig gevormde bultige dekschilden. Ook de bontgekleurde mierenkever *Thanasimus formicarius* was in de monsters aanwezig. *De larven van deze* algemene soort leven als rovers achter de schors waar ze zich voeden met de bastkevers. Op hun beurt worden de mierenkevers belaagd door de sluipwesp *Xorides irrigator,* die ook werd uitgekweekt. Ook de kleine dennensnuitkever *Pissodes pini* was aanwezig, de larven maken gangen onder de ruwe schors van dikkere stamdelen. Maar ook de in Nederland zeer zeldzame snuitkever *Pissodes piniphilus* werd verzameld, de larven van deze soort leven juist in dunne stamdelen met gladde schors.



Figuur 11 Van links naar rechts: reuzenhoutwesp, halsgroefboktor en mierkever.

In verschillende percelen werden exemplaren van de halsgroefboktor *Arhopalus rusticus* (Fig. 11) uitgekweekt. De tot 30 mm lange lichtbruine tot bijna zwarte boktor vliegt van juni-september. De soort is vrij algemeen in Nederland in naaldbossen aanwezig. De larve ontwikkelt zich in dennenstobben of onder de schors en de wortels van afgestorven dennen. Verder werden maar liefst 2 nieuwe insectensoorten

voor Nederland gevonden. Het gaat om de sluipwespen *Coeloides forsteri* die *Pissodes* spp. parasiteert en om *Enclisis vindex*, ook een sluipwesp van keverlarven. Verder werden 2 exemplaren van de zeldzame dennenstaaksnuitkever *Pissodes piniphilus* uitgekweekt – vroeger was deze snuitkever een schadelijke soort van jonge dennen maar de laatste decennia is deze zeldzaam geworden. De 7-11 mm grote mierkever *Thanasimus formicarius* is gemakkelijk te herkennen aan de zwarte dekschilden met 2 witte dwarsbanden. Deze bonte kever en zijn rosse larve voeden zich vrijwel uitsluitend met bastkevers zoals de dennenscheerder. De soort is in de lente vrij algemeen op naaldboomstammen te vinden.

Tabel 5 Uitgekweekte insecten in 2009

	Veel stormhout			Veel stormhout			Weinig stormhout		
perceel	122F 1-1	122F 2-2	122F 3-2	67F 1-1	67F 2-1	67F 3-1	62B 1-2	62B 2-2	62B 3-2
KEVERS									
Acanthocinus aedilis timmerboktor	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Anaspis flava	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Arhopalus rusticus halsgroefboktor	1	0	0	0	0	0	0	5	0
Bitoma crenata	3	0	0	3	1	0	0	0	5
Cis punctulatus	1	0	0	1	0	0	1	3	0
Coryphium angusticolle	0	0	0	0	0	2	0	1	0
Crypturgus pusillus	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Cylindrontus laevioctostriatus	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Gabrius splendidulus	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Gnathotrichus materiarius kleine dennenhoutkever	0	0	0	1	13	0	0	0	1
Hylastes ater zwarte dennenbastkever	0	0	0	3	0	0	1	0	0
Hylastes opacus	0	0	0	1	0	0	6	0	0
Hylastes attenuatus	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Hylecoetus dermestoides werfkever	0	0	0	0	3	0	0	0	0
Hylobius abietis grote dennensnuitkever	0	0	0	7	0	0	2	0	0
Hylurgops palliatus geelbruine sparrenbastkever	0	0	0	47	0	0	0	0	0
Nudobius lentus	0	0	1	0	0	1	0	0	0
Orthotomicus laricis	0	0	0	0	1	1	0	0	0
Paromalus parallelepipedus- een algemene predator	2	0	0	0	0	1	0	1	0
Phaenops cyanea blauwe dennenprachtkever	1	2	0	2	0	0	0	0	0
Phloeonomus pusillus	0	0	4	0	0	0	0	0	1
Phloeopora corticalis	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Phloeopora testacea	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Pissodes castaneus	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Pissodes pini kleine dennensnuitkever	0	0	1	8	0	0	0	0	0
Pityogenes bidentatus	0	2	0	0	0	0	0	0	0
Plegaderus vulneratus	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Pselaphus heisei -mosbewoner	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Rhizophagus dispar - een predator in naald- en loofhout	3	0	5	6	0	3	0	0	1
Rhizophagus bipustulatus- een predator	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Salpingus planirostris- een predator van bastkevers	1	2	4	0	0	0	0	0	0
Uleiota planata- een algemene predator	0	0	0	11	0	0	0	0	0

Tabel 5 geeft een overzicht van alle soorten die in 2009 zijn uitgekweekt.
In tabel 5 worden alleen keversoorten genoemd; in 2009 zijn wel sluipwespen uitgekweekt maar deze konden nog niet worden gedetermineerd. De in tabel 5 genoemde keversoorten zijn direct dan wel indirect gebonden aan dood hout. Een uitzondering vormt *Pselpahus heisei*, doorgaans een bewoner van vochtig mos. Het merendeel van de gevonden soorten is vrijwel uitsluitend met naaldhout geassocieerd. Te weten: de spiegelkevers *Plegaderus vulneratus* en *Paromalus parallelepipedus,* de kortschildkevers *Phloeonomus pusillus* en *Nudobius lentus,* de prachtkever *Phaenops cyanea,* de schimmeleter *Cis punctulatus,* de boktor *Arhopalus*

rusticus, de schorskevers *Hylastes ater, H. opacus, H. attenuatus, Hylurgops palliatus, Crypturgus pusillus, Gnathotrichus materiarius, Pityogenes bidentatus* en *Orthotomicus laricis* en de snuitkevers *Pissodes castaneus, P. pini* en *Hylobius abietis.* De blauwe dennenprachtkever is de enige soort die met zekerheid als warmteminnend te beschouwen is. De larven van deze soort ontwikkelen zich in aan de zon blootgestelde dode en stervende dennen.

Een interessante vondst is die van de timmerboktor, deze is eenvoudig te herkennen aan de extreem lange antennes. Die van het vrouwtje zijn twee keer zo lang als het lichaam, die van het mannetje wel 5 keer zo lang (Fig. 12). De timmerbok komt voor in grote delen van Europa inclusief Nederland. Alleen naaldbossen zijn geschikt, omdat de larven leven van dennenhout. De timmerbok leeft van dood, maar nog niet rottend hout, zoals boomstronken, pas omgevallen dennenbomen en gekapt hout. De kevers zijn hier op de houtblokken aan te treffen, ze vallen niet goed op vanwege de vlekkerige tekening die voor een goede camouflage. De larve is geelwit en leeft meestal in het hout van pas gevelde dennen, slechts zelden in andere naaldhoutsoorten. De ontwikkeling duurt twee jaar, de larve verpopt en overwintert als kever in de popkamer. Pas in het voorjaar kruipen de boktorren uit de schuilplaats en zijn van maart tot mei te zien.



Figuur 12 De timmerboktor (links het mannetje, rechts het vrouwtje)

3.5.3 Veldonderzoek zomer 2009

Op 15 juli 2009 zijn in elk plot enige tientallen liggende en staande bomen onderzocht. In veel liggende bomen van vooral de plots met veel stormhout, waren veel uitvlieggaatjes van de blauwe dennenprachtkever aanwezig. Soms enige tientallen per strekkende meter. Opvallend is dat de gaatjes alleen in de onderste ca 4 meters stam (met de dikke schors) zitten. De staande randbomen zien er vitaal uit – hierin werden geen uitvlieggaatjes gevonden. Conclusie: ondanks de hoge populaties blauwe dennenprachtkever heeft dit niet tot aantastingen van staande bomen geleid. Alleen bomen die verzwakt zijn door droogte en andere stressfactoren zijn geschikt voor aantasting door de blauwe dennenprachtkever. Nu waren de zomers van 2008 en 2009 niet extreem warm en droog. Ook werden geen afgevallen lootjes van de dennenscheerder gevonden. Opvallend was dat in de struiken aan de randen van de

opstanden regelmatig volwassen exemplaren werden aangetroffen van de rode smalbok *Corymbia rubra* (Fig. 13). Deze ontwikkelen zich o.a. in de stronken van dode dennen.



Figuur 13 De rode smalbok werd veelvuldig in de randen rond de percelen met stormhout aangetroffen.

Tabel 6 geeft een overzicht van het totale aantal gevonden keversoorten en van het aantal dat in meerdere herhalingen is *aangetroffen*. Hieruit blijkt dat het aantal keversoorten in 2009 in beide opstanden met grote hoeveelheden stormhout iets groter is dan in de opstand met een kleine hoeveelheid stormhout. Dit was in 2008 nog andersom.

Tabel 6 Overzicht van het totale aantal aangetroffen keversoorten

	Weinig stormhout		Veel stormhout (67f)		Veel stormhout (122 f)	
	2008	2009	2008	2009	2008	2009
Aantal keversoorten	13	13	8	20	7	17
Aantal soorten in minimaal 2 herhalingen	5	1	5	4	3	3
Aantal soorten in 3 herhalingen	2	0	0	0	1	1
Aantallen belangrijkste soorten						
Dennenscheerder	37	0	118	0	615	0
Blauwe dennenprachtkever	3	0	12	2	53	3
Hylurgops palliatus	685	0	885	47	0	0
Kleine dennensnuitkever	49	0	9	8	13	1
Predatoren van bastkevers	0	2	0	21	1	18

In de percelen met grote hoeveelheden stormhout komen thermofiele soorten zoals de blauwe dennenprachtkever voor die niet in de percelen met kleine hoeveelheden stormhout aangetroffen zijn. Verder gaat het in deze percelen om grotere aantallen dennenscheerders, blauwe dennenprachtkevers en sluipwespen dan in percelen met kleine hoeveelheden stromhout. Dit fenomeen kan veroorzaakt zijn door een soort magneetwerking door het grote aanbod van stammen. Daarnaast zullen op de zonbeschenen stormvlaktes warmteminnende soorten zoals de blauwe dennenprachtkever het beter doen dan in gevelde bomen in een koele beschaduwde

opstand. Het effect van de hoeveelheid stormhout en het effect van andere microklimatologische omstandigheden kunnen hier niet duidelijk van elkaar worden gescheiden. De dichtheden van de gevonden keversoorten zijn in het algemeen te laag om ecologische groepen te onderscheiden.

3.5.4 Belangrijkste conclusies

Door het laten liggen van stormhout neemt de diversiteit aan insecten toe.
Er is geen groot verschil in het aantal soorten insecten bij grote en kleine hoeveelheden stormhout. Wel is het aantal van bepaalde soorten insecten (vooral warmteminnende soorten) bij grote hoeveelheden stormhout groter bij kleine hoeveelheden.
Ondanks een grote populatie dennenscheerder en blauwe dennenprachtkever is er geen sterfte van staande bomen opgetreden.

3.6 Ontwikkeling paddenstoelen

3.6.1 Percelen met stormhout

In tabel 7 staan de waargenomen soorten op de Grovedennenstammen en het aantal plots waarin de soort per jaar is aangetroffen.
In november 2007, 10 maanden na de storm, zijn voor het eerst paddenstoelen op het verse dennenhout waargenomen en alleen in de percelen met veel stormhout. Het Waaiertje (*Schizophyllum commune*) is op één stam en tweemaal op verse dennentakken waargenomen. Het gaat hierbij om enkele vruchtlichamen. De Dennenschelpzwam (*Panellus mitis*) is eenmaal op verse dennentakken gezien.
In 2008 is het aantal soorten op de dennenstammen flink toegenomen. Naast het Waaiertje en de Dennenschelpzwam zijn vooral Dennenbloedzwam (*Stereum sanguinolentum*) en Paarse dennenzwam (*Trichaptum abietinum*; Fig. 14*)* in grote aantallen aanwezig zowel in de plots met veel dood hout als met weinig dood hout.



Figuur 14 Paarse dennenzwam (Trichaptum abietinum)



Figuur 15 Kerntrilzwam (Tremella encephala) als parasiet op de vruchtlichamen van de Dennenbloedzwam



Figuur 16 Teervlekkenzwam (Ischnoderma benzoinum)



Figuur 17 Dennenkleefsteelmycena (Mycena epipterygioides)

De aantallen kunnen oplopen tot enkele honderden tot meer dan 3000 vruchtlichamen per plot. Deze soorten gelden als de belangrijkste primaire afbrekers van naaldhout en veroorzaken witrot. De Dennenschelpzwam groeit nu zoals in 2007 niet alleen op takken maar ook op de stammen. Het Waaiertje komt veel voor in het perceel met veel dood hout in het Zandenbos en is afwezig in het perceel met weinig dood hout waar veel minder zoninstraling is. Deze primaire witrotter heeft een voorkeur voor warme droge plaatsen en is resistent tegen droogte. In perceel 122 groeit de soort ook in het deel met weinig dood hout omdat deze plots aan de rand van het bos liggen. In 2008 wordt ook de Kerntrilzwam (*Tremella encephala*) waargenomen, deze soort parasiteert op de vruchtlichamen van de Dennenbloedzwam (Fig. 15). In totaal zijn in 2008 tien soorten op de dennenstammen waargenomen. Het aantal soorten per plot varieert van 2 tot 5 in de plots met weinig dood hout en van 3 tot 7 in de plots met veel dood hout.

In 2009 vinden verdere verschuivingen in de soorten plaats. Het Waaiertje is duidelijk op zijn retour en die zien we alleen nog in twee van de drie plots met veel dood hout in het Zandenbos. Ook het aantal vruchtlichamen en aantal plekken met de Dennenbloedzwam lopen terug. Het aantal vruchtlichamen van de Paarse dennenzwam is daarentegen sterk toegenomen met duizenden vruchtlichamen per plot. Verder zien we de eerste volgers in de successie zoals Grauwroze dennenzwam (*Skeletocutis carneogrisea*) die na de Paarse dennenzwam verschijnt. De Teervlekken-zwam (*Ischnoderma benzoinum* Fig. 16) groeit met tientallen vruchtlichamen op de stammen in alle plots met veel dood hout in het Zandenbos. De soort was hiervoor met een enkel vruchtlichaam aanwezig op doodhout dat hier al voor de storm aanwezig was. En hier en daar verschijnt de Geelbruine plaatjeshoutzwam (*Gloeophyllum sepiarium*), een sterke bruinrotter.

Opvallend is het voorkomen op dennenhout van soorten die normaliter op loofhout groeien. Naast het Waaiertje zijn dat, Vermiljoenhoutzwam (*Pycnoporus cinnabarinus*), Ruig elfenbankje (*Trametes hirsuta*), Gewoon elfenbankje (*Trametes versicolor*), Spekzwoerdzwam (*Meruleus tremellosus*), Grijze buisjeszwam (*Bjerkandera adusta*), Oranje aderzwam (*Phlebia radiata*) en Witte tandzwam (*Schizopora paradoxa*). Het Waaiertje, Vermiljoenhoutzwam en het Ruig elfenbankje zijn karakteristiek voor kapvlakten met een warm en droog microklimaat. Het voorkomen van loofhoutpaddenstoelen op naaldhout wordt in de literatuur toegeschreven aan verhoogde stikstofdepositie. De ligging in een gebied met veel loofbos zal echter ook van grote invloed zijn. De aanwezigheid van de Zaagvlakinktzwam (*Coprinus laanii*) in één plot is een onderzoeksartefact. Deze soort groeit op zaagsneden van naaldhout en kwam hier voor op een zaagsnede die is ontstaan na het verwijderen van een stamstuk voor onderzoek naar insecten.

In totaal zijn in 2009 op de verse dennenstammen 21 soorten waargenomen. In de plots met veel stormhout in het Zandenbos varieert dat aantal van 9 tot 11 soorten tegenover 2 tot 6 soorten in de plots met weinig stormhout. De plots met veel dood hout in perceel 122 zijn met 3 tot 4 soorten veel minder soortenrijk maar wel soortenrijker dan de plots met weinig stormhout.

Tabel 7 Waargenomen soorten op omgewaaide verse dennenstammen en het aantal plots waarin de soorten in de jaren 2007, 2008 en 2009 zijn aangetroffen

Hoeveelheid stormhout		Weinig			Veel			Weinig			Veel		
Vak		62 B			67 F			122 F-z			122 F-n		
Jaren		07	08	09	07	08	09	07	08	09	07	08	09
Ascocoryne sarcoides ss	Paarse knoopzwam		1										
Bjerkandera adusta	Grijze buisjeszwam						1						
Calocera furcata	Gaffelhoorntje						1						
Coprinus laanii	Zaagvlakinktzwam			1									
Diplomitoporus lindbladii	Lichtgrijze poria									1			
Gloeophyllum sepiarium	Geelbruine plaatjeshoutzwam						1			1			
Ischnoderma benzoinum	Teervlekkenzwam						3						
Leucogyrophana romellii	Weke aderzwam			1			1						
Meruleus tremellosus	Spekzwoerdzwam						1						
Panellus mitis	Dennenschelpzwam		2			3	2		1	2		2	3
Phlebia radiata	Oranje aderzwam		2				2						
Phlebiopsis gigantea	Dennenharszwam					1	2						
Pycnoporus cinnabarinus	Vermiljoenhoutzwam						1						
Schizophyllum commune	Waaiertje				1	3	2		3		1	2	
Schizopora paradoxa	Witte tandzwam			1									
Skeletocutis amorpha	Witwollige dennenzwam			1			1						
Skeletocutis carneogrisea	Grauwroze dennenzwam			1			1						
Stereum sanguinolentum	Dennenbloedzwam		3	2		3	3		2			3	3
Trametes hirsuta	Ruig elfenbankje					2	2						
Trametes versicolor	Gewoon elfenbankje					1	1						
Tremella encephala	Kerntrilzwam					1	1					1	2
Trichaptum abietinum	Paarse dennenzwam		3	3		3	3		3	3		3	3

Uit tabel 7 kan worden geconcludeerd dat het aantal gevonden soorten op het verse stormhout toeneemt met de verteringstijd en dat meer dood hout meer soorten oplevert.

3.6.2 Geruimde perceel

In de plots van het geruimde perceel (65 F) is er in het eerste jaar op de verse zaagstobben en op verse stukken los resthout meer te zien dan op het niet geruimde stormhout waar het hout door de schors beschermd wordt tegen infectie van schimmels. Hier is tijdens de eerste opname in oktober 2007 in alle drie de plots op diverse zaagvlakken Dennenbloedzwam waargenomen. Het Waaiertje komt in twee van de drie plots op een verse tak en op een stamdeel voor. Tijdens het tweede bezoek in november hebben beide soorten zich uitgebreid, zowel wat betreft aantal vruchtlichamen als aantal groeiplaatsen. Op één verse stobbe is op beide opnamedata de Paarse korstzwam (*Chondrostereum purpureum*) gevonden.

In 2008 heeft het aantal soorten op het verse dennenhout (stobben, takken en stamdelen) zich uitgebreid tot 6 soorten. Het aantal soorten per plot op het verse dennenhout varieert van 3 tot 5 soorten. Ook hier veel Dennenbloedzwam en Paarse dennenzwam en in tegenstelling tot op de niet-geruimde plots veel Gewoon elfenbankje en Witwollige dennenzwam (*Skeletocutis amorpha*). In 2009 is het moeilijk onderscheid te maken tussen het resthout van de ruiming en het reeds aanwezige hout van voor de ruiming. De Dennenbloedzwam is verdwenen en ook de Paarse dennenzwam is sterk afgenomen.

3.6.3 Vergelijking aantal soorten houtpaddenstoelen

Omdat er in 2007 op het gebied van paddenstoelen op de verse omgewaaide Grovedennenstammen nog maar weinig te beleven viel en voorzien wordt dat het over enkele jaren onmogelijk wordt om het verse stormhout van het andere aanwezige hout te scheiden is er een totaallijst van alle houtpaddenstoelen per plot gemaakt en dat is in 2008 en 2009 doorgezet. Hieronder vallen soorten op loofhout (vooral berk), soorten op resthout en stobben van vroegere dunningen en soorten op verder verteerd, ouder hout. In tabel 8 zijn per perceel het gemiddeld aantal soorten per plot en de spreiding weergegeven. Het aantal soorten is het laagst in de geruimde stormvlakte, maar de verschillen zijn klein.

Tabel 8 Het gemiddelde (tussen haken de spreiding) totaal aantal paddenstoelen op hout per plot

	Weinig stormhout	**Veel stormhout**	**Geruimd stormhout**	**Weinig stormhout**	**Veel stormhout**
Perceel	62 B	67 F	65 F	122 F-zuid	122 F-noord
aantal soorten	16,3 (12-21)	18,3 (17-21)	12 (11-14)	13,3 (9-20)	17 (12-20)

In tabel 9 is de totale lijst van 58 waargenomen soorten op hout met het aantal plots per perceel over de periode 2007 tot 2009 opgenomen. Hieronder zijn tal van soorten die kenmerkend zijn voor verder verteerd naaldhout zoals: Dennenmosklokje (*Galerina camerina*), Dennenkleefsteelmycena (*Mycena epipterygioides*, Fig. 17), Asgrauwe, Blauwe en Bittere kaaszwam (*Oligoporus tephroleucus, O. caesius* en *O. stipticus*), Naaldhouthertenzwam (*Pluteus pouzarianus*) en Stekeltrilzwam (*Pseudohydnum gelatinosum*). Op ver verteerd hout groeien ook mycorrhizapaddenstoelen zoals Gele aardappelbovist (*Scleroderma citrinum*) en Kastanjeboleet (*Boletus badius*) omdat de boomwortels het hout binnendringen. Het muizenstaartje groeit op dennenkegels. Negentien soorten (33%) worden maar een keer waargenomen. Een verschijnsel dat bij paddenstoelen algemeen voorkomt.

Tabel 9 Alle waargenomen paddenstoelen op hout en het aantal plots per perceel waarin de soort voorkomt in de periode 2007-2009.

Perceel		62 B	67 F	65 F	122 F-z	122 F-n
Hoeveelheid dood hout		weinig	veel	geruimd	weinig	veel
Armillaria ostoyae	Sombere honingzwam	2				1
Ascocoryne sarcoides s.s.	Paarse knoopzwam	1				
Baeospora myosura	Muizenstaartzwam	3	1	3		1
Bjerkandera adusta	Grijze buisjeszwam		1			
Boletus badius	Kastanjeboleet	1				
Calocera cornea	Geel hoorntje					2
Calocera furcata	Gaffelhoorntje		1			
Calocera viscosa	Kleverig koraalzwammetje				3	2
Chondrostereum purpureum	Paarse korstzwam			1	1	1
Coprinus laanii	Zaagvlakinktzwam	1				
Dacrymyces stillatus s.l.	Oranje druppelzwam			2	2	3
Daedaleopsis confragosa	Roodporiehoutzwam				1	
Diplomitoporus lindbladii	Lichtgrijze poria			1	2	2
Fomes fomentarius	Echte tonderzwam				1	1
Fomitopsis pinicola	Roodgerande houtzwam				1	

Perceel		62 B	67 F	65 F	122 F-z	122 F-n
Hoeveelheid dood hout		weinig	veel	geruimd	weinig	veel
Galerina camerina	Dennenmosklokje	1				
Gloeoephyllum sepiarium	Geelbruine plaatjeshoutzwam		1		1	
Gymnopilus sapineus	Dennenvlamhoed	3	2	3	1	3
Heterobasidium annosum	Dennenmoorder	1	1	2		
Hygrophoropsis aurantiaca	Valse hanenkam	2	3	3	1	1
Ischnoderma benzoinum	Teervlekkenzwam		3			
Leucogyrophana mollusca	Weke aderzwam	1	1			
Lopharia spadicea	Leerachtige korstzwam	1	1			
Maeasmius androsaceus	Paardenhaartaailing					1
Megacollybia platyphylla	Breedplaatstreephoed		1	1		
Meruleus tremellosus	Spekzwoerdzwam		1			
Mycena epipterygioides	Dennenkleefsteelmycena	2	1	1		
Mycena galericulata	Helmmycena	1	2		1	3
Mycena galopus	Melksteelmycena					1
Oligoporus ptychogaster	Boompuist					2
Oligoporus stipticus	Bittere kaaszwam				2	2
Oligoporus tephroleucus	Asgrauwe kaaszwam	1				1
Panellus mitis	Dennenschelpzwam	3	3		3	3
Peniophora incarnata	Oranjerode schorszwam	1				
Phlebia radiata	Oranje aderzwam	2	2			
Phlebiopsis gigantea	Dennenharszwam		2			
Pholiota astragalina	Goudvinkzwam (Rode lijst:KW))				1	
Pluteus pouzarianus	Naaldhouthertenzwam			1		
Polyporus brumalis	Winterhoutzwam		2		1	
Postia caesia	Blauwe kaaszwam	2				1
Pseudohydnum gelatinosum	Stekeltrilzwam					1
Psilocybe capnoides	Dennenzwavelkop	1	1			
Psilocybe fascicularis	Gewone zwavelkop	1	3	3	2	3
Pycnoporus cinnabarinus	Vermiljoenhoutzwam		1		1	1
Schizophyllum commune	Waaiertje		3	1	3	3
Schizopora paradoxa	Witte tandzwam	1				
Sclerocerma citrinum	Gele aardappelbovist	2				
Skeletocutis amorpha	Witwollige dennenzwam	3	3	3		
Skeletocutis carneogrisea	Grauwroze dennenzwam	1	1			
Stereum hirsutum	Gele korstzwam		1		2	1
Stereum rugosum	Gerimpelde korstzwam				1	
Stereum sanguinolentum	Dennenbloedzwam	3	3	3	2	3
Trametes hirsuta	Ruig elfenbankje	1	3	1		
Trametes versicolor	Gewoon elfenbankje	3	3	3	1	2
Tremella encephala	Kerntrilzwam		2	1	2	3
Trichaptum abietinum	Paarse dennenzwam	3	3	3	3	3
Tyromyces chioneus	Sneeuwwitte kaaszwam	1				
Xylaria hypoxylon	Geweizwam				1	

3.6.4 Belangrijkste conclusies

Door het laten liggen van stormhout neemt de diversiteit aan paddestoelen toe; bij grote hoeveelheden stormhout nog meer dan bij kleine hoeveelheden.

3.7 Kosten en opbrengsten

3.7.1 Factoren die de keuze over oogst bepalen

Beschadiging van bomen in een opstand door storm betekent dat de keuze gemaakt moet worden tussen oogsten van de bomen of niet oogsten van de bomen. Eventuele oogst dient (doorgaans) op korte termijn te gebeuren. Als er te lang gewacht wordt, wordt het hout voor diverse toepassingen onbruikbaar. Dit betekent dat opbrengsten misgelopen worden. Het oogsten van het stormhout is echter is financieel gezien echter niet altijd de beste keuze.

Bij het beantwoorden van de vraag of stormhout vanuit financieel oogpunt wel of niet geoogst dient te worden spelen een aantal factoren een rol. Deze worden de onder volgende kopjes behandeld.

De totale hoeveelheid hout die geoogst en verkocht kan worden
Het is niet aantrekkelijk om kleine partijen hout te oogsten en te verkopen omdat de kosten per kuub voor oogst, transport en verkoop oplopen naarmate de totale hoeveelheid kleiner wordt. Bij te kleine hoeveelheden wegen de opbrengsten niet op tegen de kosten.

Als er veel stormhout is en/of er is al gepland om in de nabije omgeving hout te oogsten, zal het sneller financieel aantrekkelijk zijn om het stormhout (mee) te oogsten dan wanneer een kleinere hoeveelheid stormhout op zichzelf geoogst dient te worden.

Het aantal bomen per ha (de dichtheid) dat is beschadigd/omgewaaid
Een groot aantal stormbomen per ha kan financieel eerder uit om te oogsten dan een klein aantal. Een hoge dichtheid aan stormbomen beperkt daarnaast de toegankelijkheid van de opstand in de toekomst, zodat de oogstkosten in de toekomst hoger zullen zijn als ze niet worden geruimd. Een klein aantal stormbomen is per m^3 relatief duur om te oogsten, en levert voor de toekomst maar weinig beperkingen voor de toegankelijkheid van de opstand.

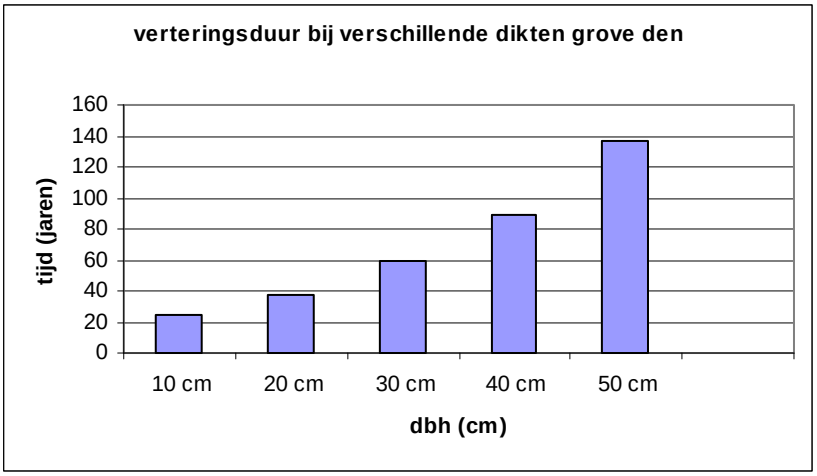
De (gemiddelde) diameter van het stormhout en de houtsoort
Dun hout levert per kuub in het algemeen minder op dan dik hout. Naarmate het hout dikker is zal dit eerder leidden tot een netto opbrengst van het oogsten van het stormhout.

Dunne stammen vergaan sneller dan dikke stammen. Het aspect van toegankelijkheid van de opstand zal bij dun hout daarom een minder belangrijke rol spelen.

Oogsten van stormhout van waardevollere houtsoorten (bijvoorbeeld eiken) zal eerder leidden tot een netto opbrengst dan het oogsten van het stormhout van minder waardevolle soorten.

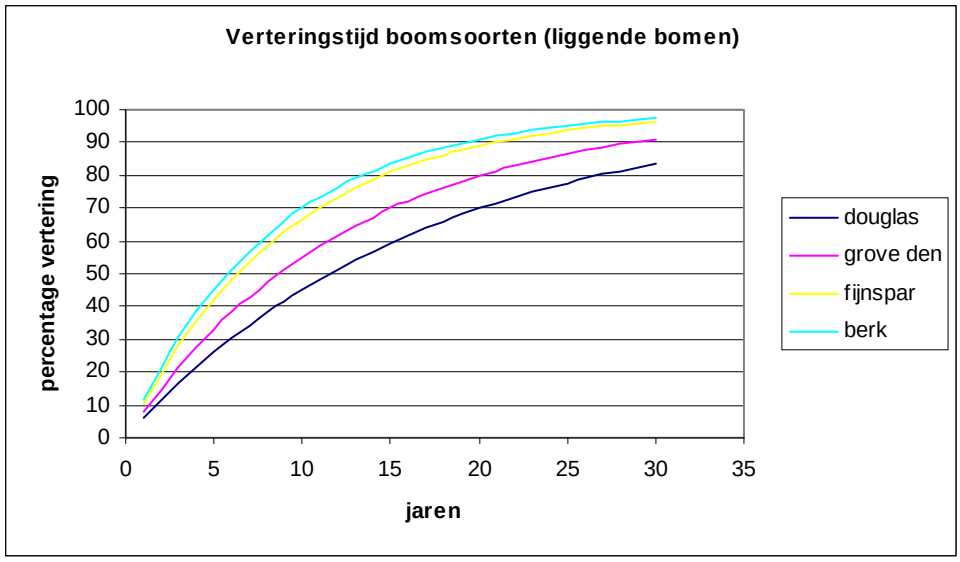
De ene houtsoort vergaat sneller dan de andere. Het aspect van toegankelijkheid van de opstand zal bij houtsoorten die snel vergaan daarom een minder belangrijke rol spelen dan bij houtsoorten die minder snel vergaan.

Over verteringstijd van dood hout voor de verschillende boomsoorten zijn uit de literatuur nog maar weinig gegevens beschikbaar. De gegevens die wel voorhanden zijn komen voornamelijk uit studies naar de vertering van liggend en staand dood in het Nederlandse bosreservatenonderzoek. Hier is aan de hand van herhaalde metingen aan staand en liggend dood hout een verteringssnelheid berekend (Van Hees en Clerkx 1999). In figuur 18 is de verteringsduur voor liggende grove den van verschillende dikte weergegeven. De figuur laat de tijd zien tot een volledige vertering (100%) is bereikt. Hieruit blijkt dat grove dennen met een diameter van 20 cm bijna 40 jaar nodig hebben om volledig te verteren. In de praktijk zal al wel in een eerder stadium met een harvester over de bomen heen gereden kunnen worden zonder dat er al te veel last van wordt ondervonden.



Figuur 18. Verteringsduur grove den

In figuur 19 is de berekende verteringstijd van een aantal boomsoorten met een gemiddelde dbh van 20 cm weergegeven. De parameter voor de verteringsnelheid is gebaseerd op het onderzoek aan liggend en staand dood hout in de Nederlandse bosreservaten (van Hees en Clerkx, 1999). Grove dennen verteren relatief langzaam. Fijnspar en berk verteren sneller. Douglasstammen verteren echter nog langzamer dan stammen van grove den.



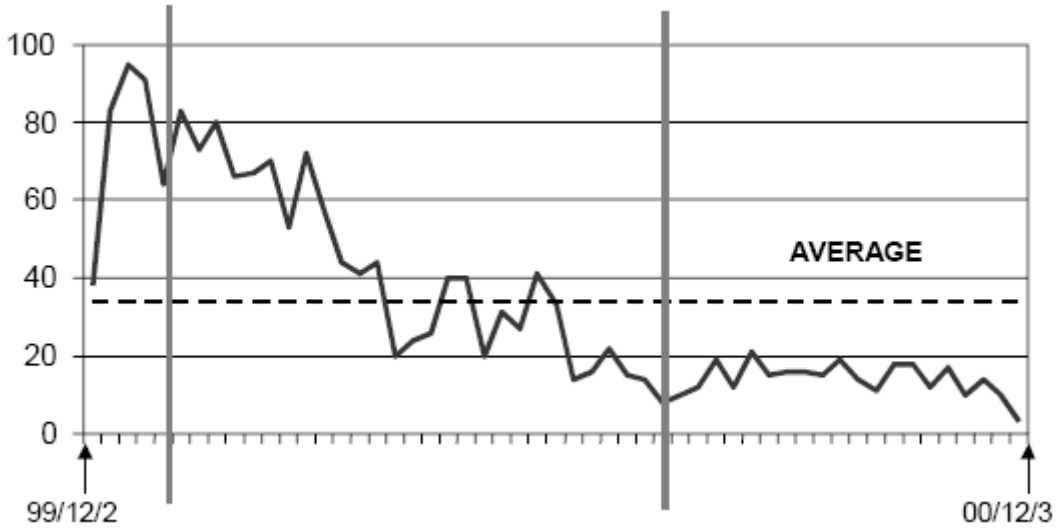
Figuur 19. Verteringsduur van verschillende boomsoorten

Het soort stormschade.

Als er weinig schade aan de stam is opgetreden (bijvoorbeeld bij ontwortelde bomen) is het hout ruimer toepasbaar dan wanneer de stam beschadigd is (ingescheurd, afgebroken). Dit heeft weer invloed op de houtprijs. Ingescheurde en geknakte bomen zijn bovendien lastiger te oogsten dan ontwortelde bomen.

Veiligheidsaspecten

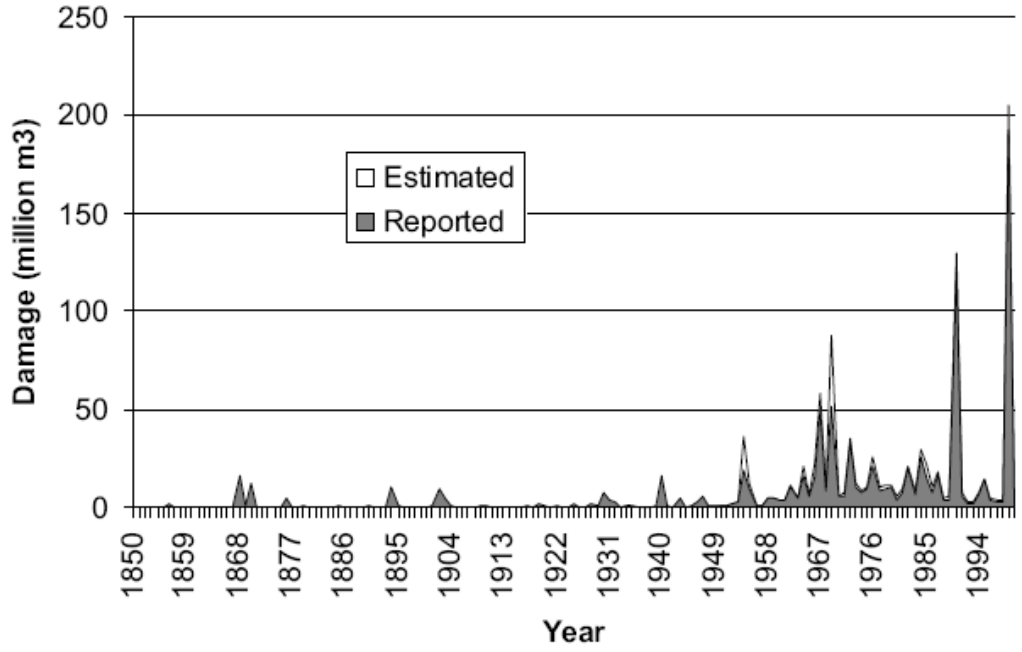
Het oogsten van stormhout is risicovol. Cijfers uit Frankrijk van een storm in 2002 laten een grote toename zien van het aantal ongevallen bij bosbouwwerkzaamheden (zie figuur 20).



Figuur 20. Aantal ongelukken per week in Frankrijk in het jaar 2000, tijdens oogstwerkzaamheden na een storm

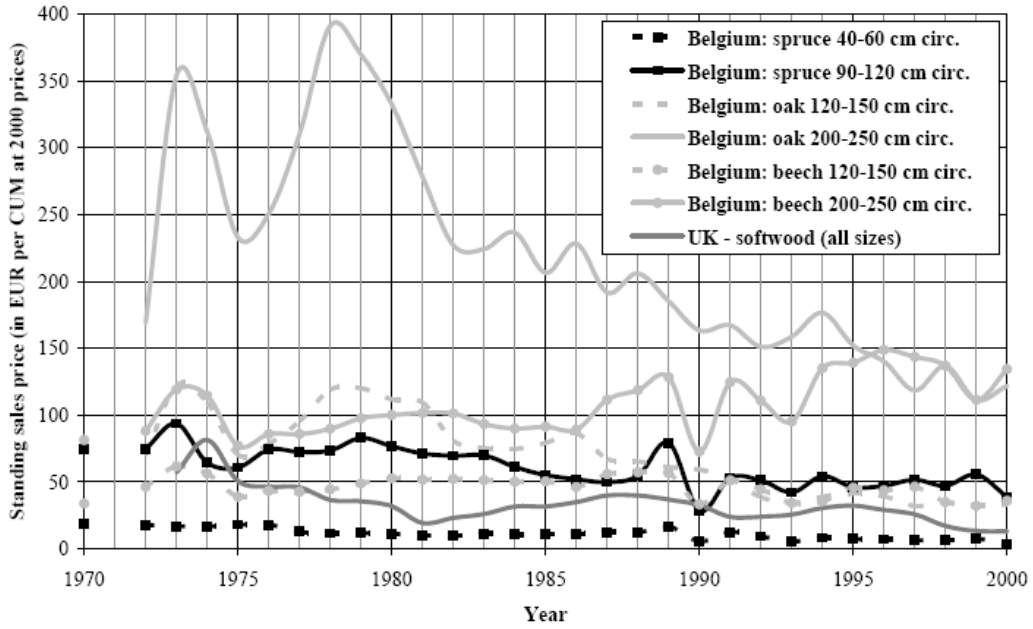
De houtprijs

De vraag of stormhout vanuit financieel oogpunt wel of niet geoogst moet worden wordt uiteraard ook erg bepaald door de houtprijzen. Hoe hoger de prijs, die voor het hout verkregen kan worden, hoe eerder het oogsten van het stormhout financieel rendement oplevert. Figuur 21 geeft een overzicht van de hoeveelheden stormhout in Europa gedurende laatste anderhalve eeuw. Met name in 1990 en 1999 was er veel stormschade.

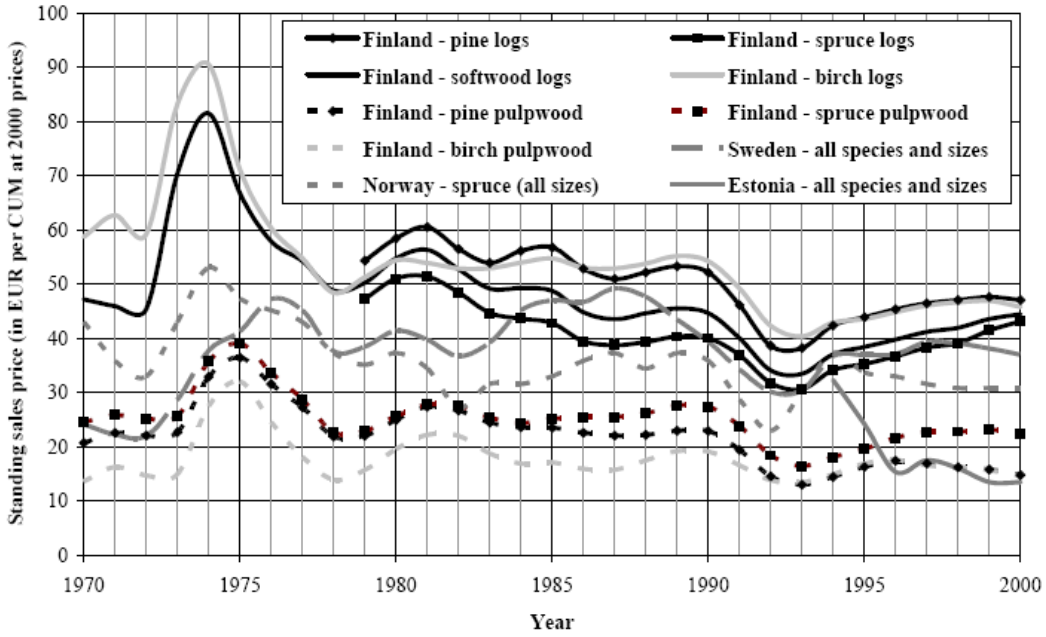


Figuur 21. Volume van stormhout in Europese landen (Schelhaas 2008)

Figuren 22 en 23 geven een beeld van de ontwikkeling van de houtprijzen in verschillende delen van Europa. De storm van 1990 lijkt duidelijk invloed te hebben gehad op de houtprijzen.



Figuur 22. Verloop van houtprijzen op stam in België en het Verenigd Koninkrijk (UN-ECE/FAO, 2005)



Figuur 23. Verloop van houtprijzen op stam in Noord Europa (UN-ECE/FAO, 2005)

3.7.2 Kosten en opbrengsten van stormhout

En tijdstudie in Duitsland geeft aan dat de productiviteit van oogst van stormhout 18% lager was dan bij een vergelijkbare oogst onder normale condities (Stodafor, 2004).
Van de opbrengsten van stormhout zijn geen gegevens bekend. Wel wordt verwacht dat de opbrengst in het algemeen lager zal zijn dan bij reguliere oogst, omdat er meer schade aan het hout zal zijn. Daarnaast speelt bij zwaardere stormen ook de grote hoeveelheid hout, die dan op de markt komt, vaak een drukkend effect op de houtprijs. Wanneer hout voor langere tijd moet worden opgeslagen (soms met beregening), brengt dit ook extra kosten met zich mee. Wanneer er in een korte periode veel stormhout in een regio geruimd moet worden kan dit leiden tot hogere tarieven voor de werkzaamheden (marktwerking).

In tabel 10 is als voorbeeld een berekening gemaakt van de kosten en opbrengsten van de oogst van stormbomen. De oogsttijd is berekend uit de benodigde tijd voor verschillende handelingen (zie van Raffe et al, 2006) en een toeslag voor algemene tijd en 18% extra tijd voor stormbomen (Stodafor, 2004). De tarieven en de kosten voor het uitrijden zijn afkomstig van het Normenboek Natuur, Bos en Landschap (Van Raffe en de Jong, 2008). Wanneer er in een streek veel stormhout is kan het gebeuren dat - door marktwerking - de tarieven voor houtoogst tijdelijk hoger zijn dan gebruikelijk. Daar is in deze berekeningen geen rekening mee gehouden. Omdat de houtprijzen recentelijk sterk variëren zijn de netto opbrengsten berekend bij prijzen van € 25, € 50 en € 100 per m^3.

Wanneer er voor gekozen wordt om de stormbomen niet te oogsten, dan dient rekening gehouden te worden met extra kosten bij een volgende oogst. In tabel 11 is als voorbeeld een berekening van die kosten gemaakt. Daarbij is er van uitgegaan dat het ruimen van een stormboom, die de toegang van de harvester belemmert, de helft van de tijd vergt van de normale processen (inclusief vellen) van een boom. Het aantal te ruimen bomen per ha is bepaald door op schaal de situatie te tekenen en het aantal hinderlijke bomen op een route te tellen (zie Figuur 24).

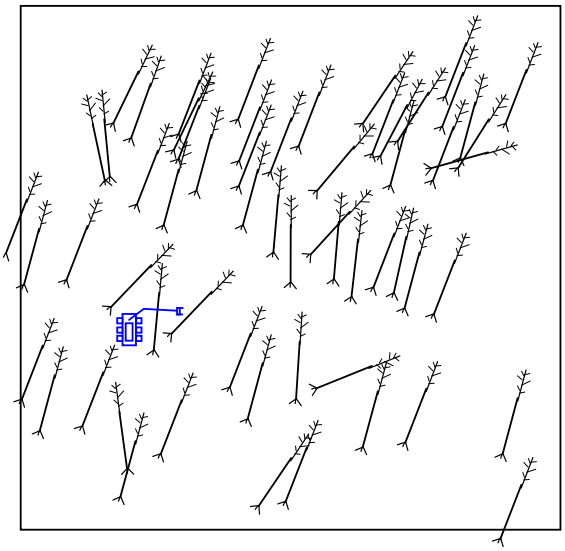
In figuren 28, 29 en 30 zijn de resultaten van de voorbeeldberekeningen grafisch weergegeven. In de voorbeelden is het steeds financieel aantrekkelijk om stormhout dikker dan 30 cm DBH te oogsten, terwijl het bij de dunnere stammen van 15 cm DBH niet de moeite loont om ze te oogsten. Kanttekening hierbij is dat de netto opbrengsten bij het oogsten van het dunnere hout dicht bij nul liggen en kleine verschillen in kosten en opbrengsten (bijvoorbeeld door marktwerking) kunnen de balans de andere kant doen omslaan. Verder dient er rekening mee gehouden te worden dat aan te bieden partijen hout, al dan niet in combinatie met andere partijen, van voldoende volume moeten zijn (minimaal een paar honderd kuub) om tegen aantrekkelijke prijzen verkocht te kunnen worden.

Tabel 10 Kosten en opbrengsten bij het oogsten van stormbomen, bij een houtprijs franco fabriek van € 25, € 50 en €100 per m³

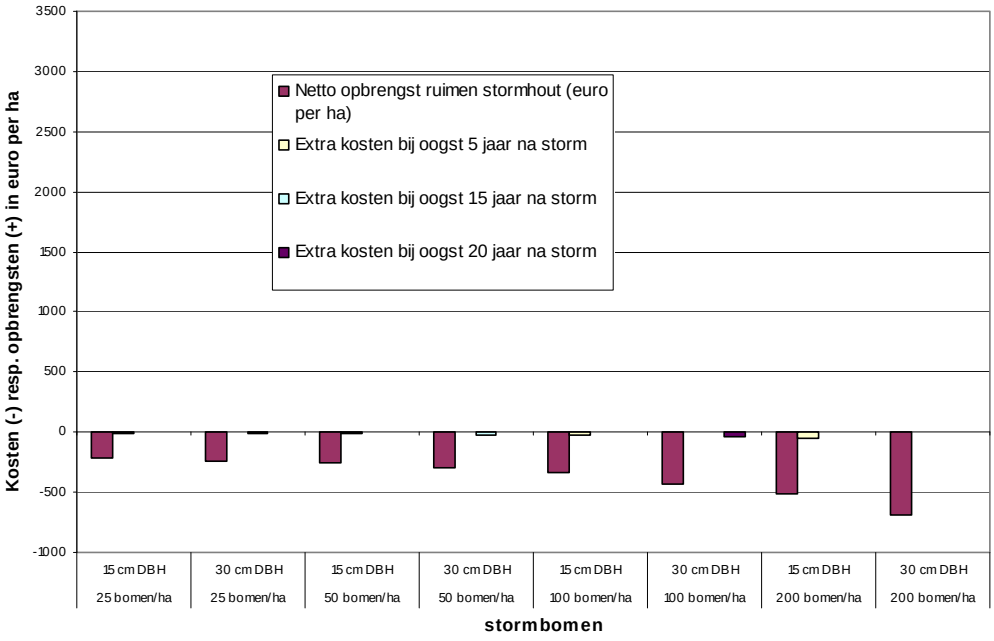
Aantal stormbomen per ha	25	25	50	50	100	100	200	200
DBH	15	30	15	30	15	30	15	30
Volume (m^3/ha)	2,7	18,2	5,5	36,5	11,0	73,0	21,8	145,9
Oogstkosten Harvester								
rijden (min.)	1,44	1,44	0,72	0,72	0,36	0,36	0,18	0,18
processen (min.)	0,60	1,23	0,60	1,23	0,60	1,23	0,60	1,23
ruimen (min.)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
totaal min. per boom	2,09	2,72	1,37	2,00	1,01	1,64	0,83	1,46
totaal uur per m³	0,32	0,06	0,21	0,05	0,15	0,04	0,13	0,03
totaal uur per m³ incl. algemene tijd	0,46	0,09	0,30	0,07	0,22	0,05	0,18	0,05
totaal uur per m³ incl. toeslag stormhout	0,54	0,11	0,36	0,08	0,26	0,06	0,22	0,06
Oogstkosten Forwarder								
uur/m³ volgens normenboek	0,44	0,18	0,29	0,16	0,21	0,14	0,17	0,14
kosten processen (euro per m³)	53,82	10,53	35,31	7,75	26,05	6,36	21,42	5,66
kosten uitrijden (euro per m³)	35,54	14,33	23,06	12,46	16,82	11,52	13,70	11,05
kosten totaal (euro per m³)	89,37	24,86	58,37	20,21	42,87	17,88	35,12	16,71
Transport (euro/m³)	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00
Kosten franco fabriek	102,37	37,86	71,37	33,21	55,87	30,88	48,12	29,71
Netto opbrengst (euro per m³) bij een prijs van € 25 per m³, franco fabriek	-77	-13	-46	-8	-46	-8	-23	-5
Netto opbrengst (euro per ha) bij een prijs van € 25 per m³, franco fabriek	-212	-235	-254	-299	-254	-299	-507	-687
Netto opbrengst (euro per m³) bij een prijs van € 50 per m³, franco fabriek	-52	12	-21	17	-6	19	2	20
Netto opbrengst (euro per ha) bij een prijs van € 50 per m³, franco fabriek	-144	221	-117	613	-64	1395	41	2960
Netto opbrengst (euro per m³) bij een prijs van € 100 per m³, franco fabriek	-2	62	29	67	44	69	52	70
Netto opbrengst (euro per ha) bij een prijs van € 100 per m³, franco fabriek	-6	1133	157	2436	484	5043	1138	10255

Tabel 11 Extra kosten bij oogst in bos waarin stormbomen zijn blijven liggen

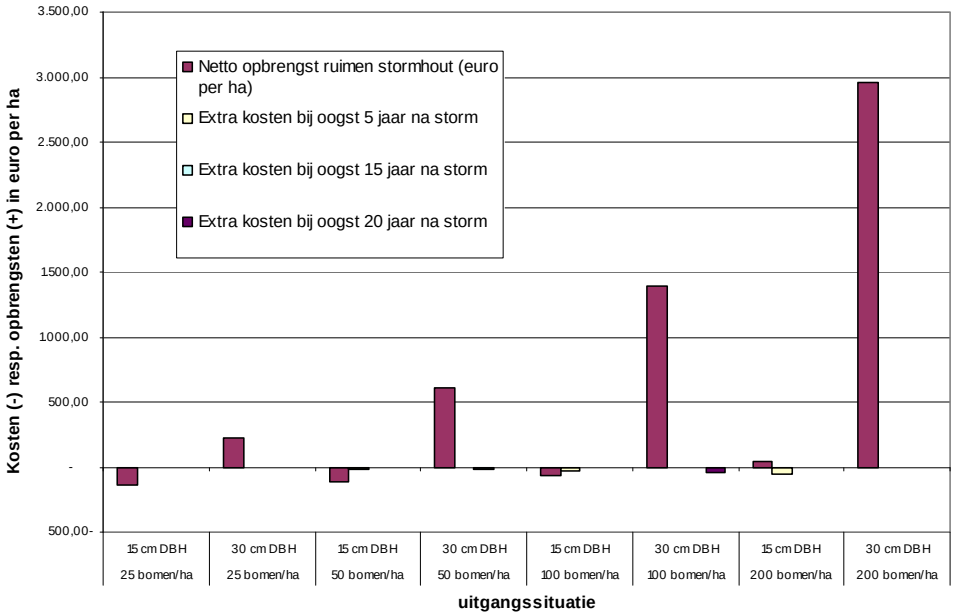
Aantal stormbomen per ha	25	25	50	50	100	100	200	200
DBH	15	30	15	30	15	30	15	30
aantal te ruimen bomen per ha	15	15	30	30	65	65	120	120
ruimtijd (min.) stormboom (0,5*procestijd)	0,30	0,62	0,30	0,62	0,30	0,62	0,30	0,62
ruimtijd stormhout in uur per ha	0,08	0,15	0,15	0,31	0,33	0,67	0,60	1,23
Extra kosten oogst na storm (huidig prijspijl)								
Euro per ha na 5 jaar	- 7,45		- 14,90		- 32,29		- 59,60	
Euro per ha na 15 jaar		- 15,26		- 30,51				
Euro per ha na 20 jaar						- 66,11		n.v.t.
Extra kosten oogst na storm (netto contante waarde bij 3% reële rente)								
Euro per ha na 5 jaar	- 6,43		- 12,85		- 27,85		- 51,42	
Euro per ha na 15 jaar		- 9,79		- 19,58				
Euro per ha na 20 jaar						- 36,60		n.v.t.



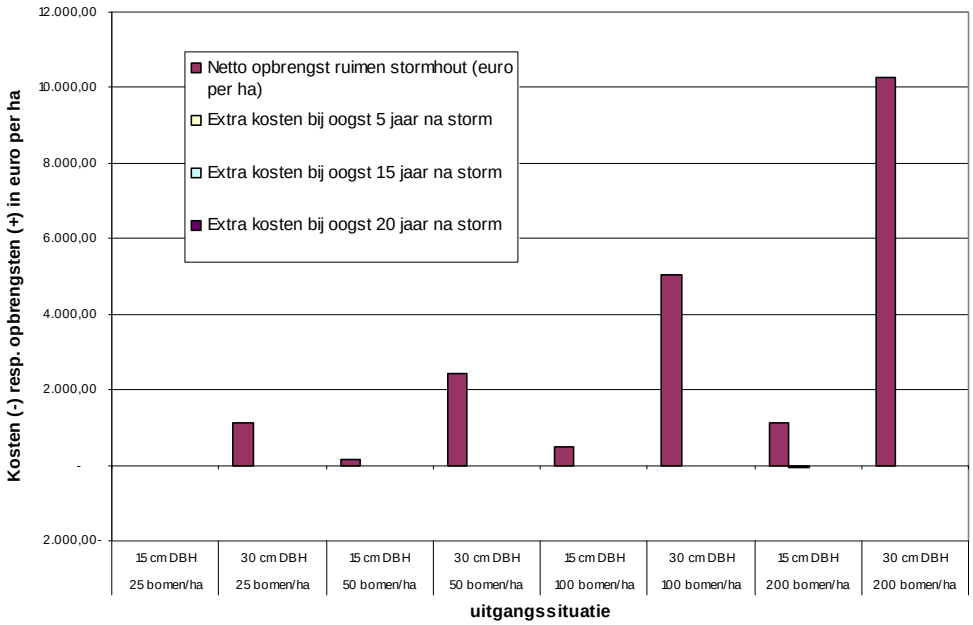
Figuur 24. Voorbeeld: 60 stormbomen per ha. Bij een route van de harvester in de richting noord-zuid dienen 24 bomen per ha te worden, bij een route in de richting oost-west richting 43 bomen per ha



Figuur 25. Kosten en opbrengsten van stormhout (grove den; € 25 per m³ franco fabriek). Directe kosten of opbrengsten tegenover de extra kosten in de toekomst



Figuur 26. Kosten en opbrengsten van stormhout (grove den; € 50 per m³ franco fabriek). Directe kosten of opbrengsten tegenover de extra kosten in de toekomst



Figuur 27. Kosten en opbrengsten van stormhout (grove den; € 100 per m³ franco fabriek). Directe kosten of opbrengsten tegenover de extra kosten in de toekomst

3.7.3 Belangrijkste conclusies

De diameter van de omgewaaide bomen en het houtprijsniveau zijn sterk bepalend voor de vraag hoe groot het inkomstenverlies is door het laten liggen van stormhout. Hoe dikker de bomen en hoe hoger het prijsniveau, hoe groter het verlies naarmate men meer laat liggen.

De extra exploitatiekosten die optreden doordat er omgewaaide bomen blijven liggen zijn gering, ook wanneer er veel hout blijft liggen.

3.8 Opinie bosbezoekers

3.8.1 Karakterisering van de respondenten

Er zijn 157 passanten bij de stormvlakte geënquêteerd, 57 vrouwen en 100 mannen. De leeftijdsverdeling is weergegeven in tabel 12.

Tabel 12 Leeftijdsgroepen en geslacht van de respondenten (in %)

Leeftijdsgroep	Mannen	Vrouwen	Totaal
0- 20	2	7	4
20- 40	10	16	12
40- 60	40	37	39
> 60	48	40	45

Het grootste deel (84%) van de ondervraagden is 40 jaar of ouder.

Tweederde van de ondervraagde mensen is op vakantie op de Noord-Veluwe en maakt een dagtocht vanaf de camping (39%), vanuit het hotel (18%) of een ander soort vakantieverblijf (6%) , de overige 34% komt regelrecht vanaf de woonplaats.

De meeste bezoekers komen langs op de fiets (88%); sommigen zijn lopend (6%) of met de auto (6%), één te paard.

De bezoekers komen uit alle delen van het land en 7 bezoekers komen uit het buitenland. Uit het westen, oosten, midden, noorden en zuiden van het land komen resp. 54, 35, 39 (waarvan 23 van de Noord-Veluwe, verder genoemd: regio), 8 en 14 bezoekers.

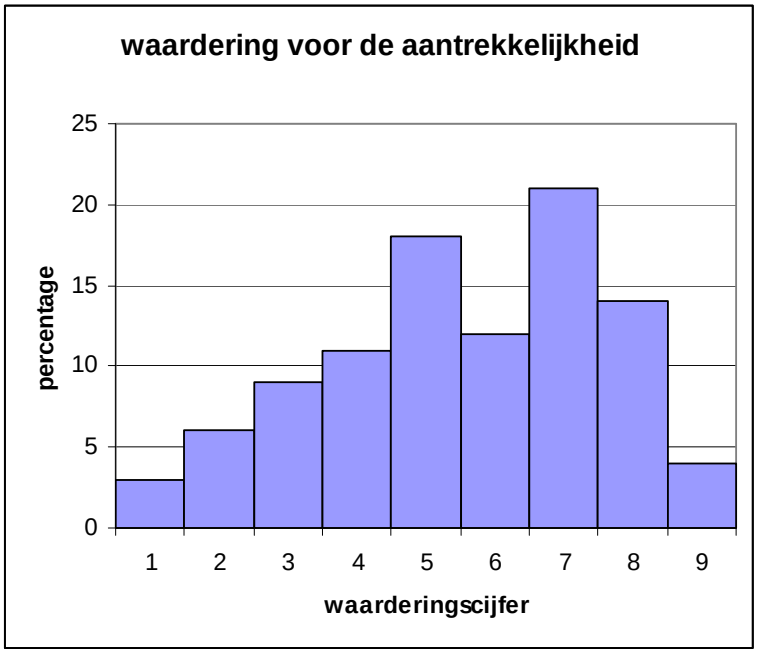
Van de bezoekers heeft 8% lagere school , 32% een LBO / VBO / MAVO (in tabellen genoemd LBO), 31% MBO / HAVO / VWO (in tabellen genoemd MBO) en 28% HBO / Universiteit als hoogste opleidingsniveau.

Van de bezoekers komt 57% hier voor de eerste keer.

3.8.2 Wat vindt men van dit terrein met omgewaaide bomen?

Aantrekkelijkheid
Op een schaal van 1-9 is aan te geven of het terrein heel **on**aantrekkelijk (1) of heel aantrekkelijk (9) is om te zien

De verdeling van het percentage bezoekers over de aantrekkelijkheidsklassen is weergegeven in figuur 28.

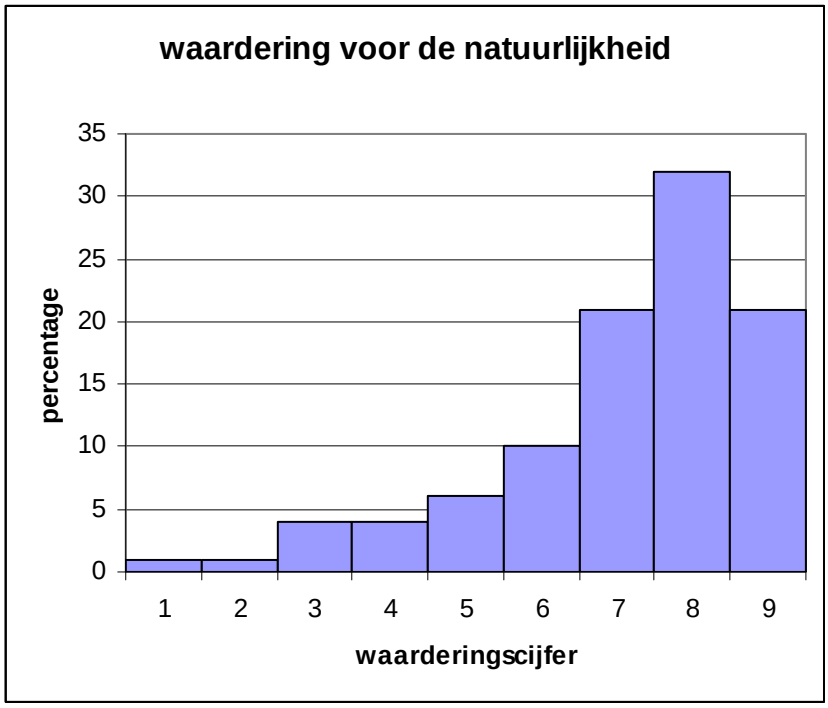


Figuur 28 Procentuele verdeling over de aantrekkelijkheidsklassen, waarbij 1=heel onaantrekkelijk en 9=heel aantrekkelijk

Van de ondervraagden vindt ruim een derde (39%) de stormvlakte een aantrekkelijk terrein om te zien (score $\geq$ 7),.18% vindt het uitgesproken onaantrekkelijk (score $\leq$3) en 43% zit hier tussenin.

Bijlage 2 geeft een overzicht van de gemiddelde waarden, resp. naar geslacht, leeftijd, vervoer, opleidingsniveau en woon-/verblijfplaats vermeld.
Hieruit komen geen grote verschillen naar voren. Alleen de groep met alleen Lagere School als opleiding scoort gemiddeld iets hoger. Geen van de verschillen in waardering voor de aantrekkelijkheid is significant.

Natuurlijkheid
Op een schaal van 1-9 is aan te geven of het terrein heel onnatuurlijk (1) of heel natuurlijk (9) is om te zien
De verdeling van het percentage bezoekers over de natuurlijkheidsklassen is weergegeven in figuur 29.



Figuur 29 Procentuele verdeling over de natuurlijkheidsklassen waarbij 1=heel onnatuurlijk en 9=heel natuurlijk

Van de ondervraagden vindt 74% de stormvlakte natuurlijk (score $\geq$ 7). Slechts 6.% vindt het een heel onnatuurlijk beeld (score $\leq$ 3).

De gemiddelde waarden, resp. naar geslacht, leeftijd, vervoer, opleidingsniveau en woon-/verblijfplaats zijn vermeld in bijlage 2.
Hieruit komen geen grote verschillen naar voren . Geen van de verschillen in de waardering voor de natuurlijkheid is significant.

Afwisseling
Op een schaal van 1-9 is aan te geven of het terrein heel saai (1) of heel afwisselend (9) is om te zien.
De verdeling van het percentage bezoekers over de afwisselingsklassen is weergegeven in figuur 30.



Figuur 30 Procentuele verdeling over de afwisselingsklassen

Van de ondervraagden vindt ruim 70% het een afwisselend bosbeeld (score $\geq$7) en 5% vindt het uitgesproken saai (score $\leq$ 3).

De gemiddelde waarden, resp. per geslacht, leeftijd, vervoer, opleidingsniveau en woon-/verblijfplaats zijn vermeld in bijlage 2.
Hieruit komen geen grote verschillen naar voren. De groep met Lagere school als opleidingsniveau scoort gemiddeld hoger dan de overige groepen. Geen van de verschillen in de waardering van de afwisseling is significant.

3.8.3 Weet men waarom omgewaaide bomen soms in het bos blijven liggen?

Van de ondervraagden hebben bijna allen (97%) een idee waarom omgewaaide bomen blijven liggen. De meesten noemen slechts 1 reden. Hiervan denkt 78% dat het goed is voor de natuur, 17% denkt dat het uitsluitend een maatregel is om kosten te verminderen en 2% denkt aan nog een andere reden zoals 'bemesting'.
Bijna een derde van de ondervraagden (30%) gaf twee mogelijke redenen aan; het grootste deel hiervan (70%) denkt dat naast het natuurdoel ook de kostenkant een reden is.

3.8.4 Behoefte aan informatie

De vraag is of men behoefte heeft aan uitleg over het laten liggen van bomen die door een storm zijn omgewaaid (bijvoorbeeld via een informatiebord).

Van de ondervraagden gaf 62% aan dergelijke informatie te waarderen, 38% zei daar weinig behoefte aan te hebben. Vrouwen hebben meer behoefte aan uitleg over het laten liggen van bomen dan mannen. Respondenten met Lager school als opleiding minder dan hoger opgeleiden (zie bijlage 2). Respondenten uit de Regio en uit het oosten van het land antwoorden vaker positief op de vraag of men behoefte heeft aan uitleg, dan de rest.

3.8.5 Uiterlijk van het bos

Hoe belangrijk vindt men het uiterlijk van het bos (soorten bomen, leeftijd van de bomen, ondergroei)?
Van de ondervraagden vindt 90% het uiterlijk van het bos belangrijk (score > 6) en 3% vindt dit onbelangrijk (score < 5).

De gemiddelde waarden, resp. per geslacht, leeftijd, vervoer, opleidingsniveau en woon-/verblijfplaats zijn vermeld in bijlage 2.
Hieruit komen geen significante verschillen naar voren. De jongste leeftijdsgroep en de groep met Lagere School als opleidingsniveau scoren gemiddeld iets hoger dan de overige groepen.

3.8.6 Belangrijkste conclusies

Bijna alle respondenten vinden het uiterlijk van het bos in het algemeen belangrijk.
Ongeveer driekwart van de respondenten vindt de stormvlakte in het Vierhouterbos natuurlijk en afwisselend ogen. Over de mate van aantrekkelijkheid lopen de meningen uiteen; ruim een derde vindt het aantrekkelijk maar een vijfde vindt het uitgesproken onaantrekkelijk.

Bijna alle ondervraagden denken te weten waarom de beheerders de omgewaaide bomen laat liggen. Verhoging van de natuurwaarde wordt het vaakst als reden genoemd.

Een meerderheid van de respondenten heeft behoefte aan informatie en uitleg over de achtergronden van het laten liggen van stormhout. Mensen uit de regio en uit het oosten van het land hebben hier meer behoefte aan dan uit andere delen van het land. Mensen met alleen lager school juist minder.

4 De invloed van de hoeveelheid stormhout op de diverse aspecten; basis voor de afweging

In de afweging of en hoeveel stormhout een beheerder in het bos wil laten liggen spelen veel verschillende aspecten een rol. Ecologische aspecten zijn hierin belangrijk. Wat betekent het laten liggen van stormhout voor de biodiversiteit, d.w.z. voor de ontwikkeling van de mossen, kruiden, bosverjonging, insecten en paddenstoelen? Maar ook voor de extra risico's op uitbreken van plagen van insecten en paddenstoelen. Maatschappelijke aspecten hebben vooral betrekking op de vraag hoe bosbezoekers het beeld ervaren en op eventuele risico's die stormhout met zich meebrengt (fysiek gevaar, brandgevaar). Wat economische aspecten betreft gaat het vooral om de kosten en opbrengsten bij verschillende hoeveelheden stormhout (wanneer loont het wel en niet meer om het hout te ruimen?). Verder om de vraag in hoeverre het laten liggen van stormhout kostenverhogend werkt voor de verdere bosexploitatie (bijvoorbeeld bij dunningen doordat extra gereden moet worden).

In dit hoofdstuk wordt samengevat welke invloed de hoeveelheid stormhout heeft op de diverse aspecten. Hierbij is in de eerste plaats gekeken naar de resultaten uit het onderzoeksproject in grove dennenbossen bij Nunspeet, maar daarnaast ook naar de resultaten van andere onderzoeken.

4.1 De invloed van de hoeveelheid stormhout op mossen en kruiden

Doordat bomen omwaaien neemt de hoeveelheid licht in de opstanden toe en verder ontstaan er nieuwe groeiplekken voor kruiden en mossen, zoals plekken met verterend organisch materiaal, blootliggend zand nabij wortelkluiten en stijlkantjes bij wortelkuilen. Deze groeiplaatsen bieden ruimte aan kruiden en mossen. Of het stormhout wel of niet wordt geruimd lijkt daarbij op korte termijn voor weinig verschil te zorgen in de kruid- en moslaag. De verwachting is wel dat er op de langere termijn verschillen zullen ontstaan tussen de wel en niet geruimde opstanden. Enerzijds heeft dit te maken met het dode hout anderzijds komt dit door de ontwikkeling van de struiklaag en de bosverjonging.

In 2007 en 2009 was het dode hout van de storm nog niet ver genoeg gegaan om als groeiplaats van mossen te dienen, maar in de toekomst zullen zich op het dode hout in de niet geruimde opstanden zeker mossen vestigen. Ondanks dat slechts ca. 5% van de ca. 530 mossoorten voorkeur heeft voor dood hout is de aanwezigheid van dood hout zeker van belang voor de mossen. Uit onderzoek op de Veluwe is gebleken dat dood grove dennenhout (maar ook van andere naaldboomsoorten als lariks, fijnspar en douglas) een belangrijke rol vervult voor de mossendiversiteit (Bijlsma en Ten Hoedt 2006). In het traject van 0- ca.10% dood hout zorgt dus meer dood hout voor meer diversiteit in mossen. Of er bij nog meer dood hout nog toename van de diversiteit plaats vindt is niet bekend.

4.2 De invloed van de hoeveelheid stormhout op bosverjonging

Behalve dat het ruimen het dode hout beïnvloedt, heeft het ook een effect op de ontwikkeling van de struiklaag en de bosverjonging. In de niet geruimde opstanden groeit de struiklaag sneller en vestigt zich meer verjonging dan in de geruimde opstand (Figuren 1 en 2). Ook uit onderzoek ca. 10 jaar na de zware storm van november 1972 bleek dat in een niet geruimde stormvlakte zowel meer structuurelementen van een natuurlijk bos als meer soorten, als meer natuurlijke verjonging aanwezig waren (Grasveld en Imming 1987). Dit verschil in structuur dat aan het ontstaan is, zal ook zijn effect hebben op het microklimaat en daarmee uiteindelijk op de kruidlaag en moslaag. Onderzoek aan de Drentse stormvlakten van 1972/1973 bevestigt dit. Het laten liggen van stormhout had meer mossoorten tot gevolg (Koop et al 1990).

De snellere ontwikkeling van de struiklaag en de bosverjonging in de niet geruimde opstanden wordt waarschijnlijk veroorzaakt door het liggende hout, dat de begrazing beperkt. Het is bekend dat dood hout en takken veilige plaatsen kunnen zijn voor bosverjonging (Kuiters et al. in Van Wieren et al. (1997)). In de opstand waar het stormhout wel werd geruimd is de graasdruk waarschijnlijk hoger waardoor de ontwikkeling van struiklaag en verjonging er trager gaan. De bescherming van vraatgevoelige soorten (zoals eik) door clusters omgewaaide bomen valt in de praktijk vaak tegen (mondelinge mededeling bosbeheerders Veluwe).

4.3 De invloed van de hoeveelheid stormhout op insecten

4.3.1 Diversiteit

In de loop van de jaren dringen – ten gevolge van de afbraak van het hout - andere insectensoorten het hout binnen en vindt er een opeenvolging van soorten plaats. In 2008 werden grote aantallen bastetende soorten zoals prachtkevers en verschillende soorten bastkevers gevonden en daarnaast veel schimmelmugjes. In 2008 werden 15 keversoorten uitgekweekt. In 2009, een jaar later waren de bomen nauwelijks meer geschikt voor de basteters. Er werden 32 keversoorten uitgekweekt waaronder veel predatoren van bast- en houteters. Al heel snel heeft zich dus achter de schors van de gevelde bomen een voedselweb van bastkevers, predatoren, sluipwespen, paddenstoelen en schimmeleters ontwikkeld.
Er is geen groot verschil in het aantal soorten insecten bij veel en weinig stormhout.

4.3.2 Risico op plagen

De massale ontwikkeling van de blauwe dennenprachtkever en de dennenscheerder in het stormhout heeft niet geleid tot aantastingen bij de staande levende bomen. Het risico op plagen is dus nihil gebleken. Dat geldt voor normale klimatologische omstandigheden. Tijdens extreem droge zomers, te verwachten bij een

voortschrijdende klimaatverandering, kunnen bomen door droogtestress zodanig verzwakken dat ze wél kunnen worden aangetast (Moraal, 2009).

4.4 De invloed van de hoeveelheid stormhout op paddenstoelen

4.4.1 Biodiversiteit

In deze korte periode van drie jaar waarin de stammen nog in het initiële stadium van vertering verkeren en de schors net van de stammen begint los te raken zien we op het verse dode grove dennenhout in de percelen met veel stormhout een grotere soortendiversiteit dan in de percelen met weinig stormhout. Het aantal soorten en ook de verschillen zullen met de verteringstijd verder toenemen. Uit de literatuur (Jagers op Akkerhuis et al., 2005) is bekend dat het optimum in soortenrijkdom wordt bereikt op intermediaire tot late afbraakstadia. Het verschil in aantal soorten tussen geruimde en niet geruimde plots is nu nog niet erg groot. Soorten van groter dood hout zullen hier in de toekomst echter niet verschijnen. De kleinere brokken hout zullen ook snel verteerd zijn.

De soorten die op de stammen zijn waargenomen komen in Nederland algemeen voor met uitzondering van de Zaagvlakinktzwam. Met het verschijnen van een nieuwe rode lijst paddenstoelen (Arnolds & Veerkamp, 2008) zijn het Waaiertje, Geelbruine plaatjeshoutzwam, Witwollige dennenzwam en Grauwroze dennenzwam van de rode lijst afgevoerd.

Op de open stormhoutvlakten komen door zoninstraling veel droogte tolerante soorten voor die normaliter op loofhout groeien. De vertering van de stammen start hier met andere soorten dan op hout onder een gesloten kronendak. Omdat iedere soort het hout op een eigen manier verandert en latere soorten afhankelijk zijn van hun voorgangers mag je verwachten dat de successie van soorten op deze stammen anders gaat verlopen en dus andere soorten oplevert dan onder een gesloten kronendak. In Nederland is daar nog geen onderzoek naar gedaan, maar zal zeker interessante uitkomsten opleveren.

Tot nu toe kan de conclusie worden getrokken dat het laten liggen van stormhout de diversiteit van paddenstoelen verhoogt en dat bij grote hoeveelheden stormhout nog meer soorten voorkomen dan bij kleine hoeveelheden stormhout.

4.4.2 Risico op aantasting van gezonde bomen door paddenstoelen

De waargenomen paddenstoelen leven allen saprofytisch op het dode hout. De meeste soorten die als houtparasieten te boek staan zijn zwakteparasieten en tasten alleen verzwakte bomen aan. Dit geldt niet voor de Dennenmoorder (*Heterobasidium annosum*) en Honingzwam (*Armillaria* ssp). Deze soorten kunnen in tegenstelling tot de meeste andere houtparasieten op dood hout kiemen (bijvoorbeeld stobben) en via

de wortels levende bomen binnendringen en ernstige wortel- en stamrot veroorzaken.
Enkele ook hier waargenomen soorten die weliswaar overwegend saprofyt zijn, zoals Dennenbloedzwam, Waaiertje en Paarse dennenzwam (Jahn, 1979) kunnen vanuit dood hout rond stamwonden het levende hout binnendringen, maar zullen zelden ernstige rot in gezonde, levende bomen veroorzaken.
De Dennenmoorder is in de drie inventarisatiejaren alleen in plot 62B plot 3 (2007), 67F plot 1 (2008) en 65 F plot 1 en 3 (2009) waargenomen. Het gaat in al deze gevallen steeds om één plek per plot. De vruchtlichamen in 62B en 67F zaten op ouder dood hout, maar in 65 F op verse stobben. Het kan duiden op een verse infectie van deze makkelijk toegankelijke plekken. De Sombere honingzwam (*Armillaria ostoyae*) is alleen in 2007 waargenomen in 62 B plot 1 en 3 en in plot 122 F-noord. Het gaat steeds om enkele vruchtlichamen op een of twee plekken. Dit zijn situaties die in elk 'normaal' bos aangetroffen kan worden.
Er is in deze (korte) onderzoekperiode geen enkele aanwijzing gevonden dat het laten liggen van stormhout de kans op schade aan de overlevende bomen zou vergroten.

4.5 De invloed van de hoeveelheid stormhout op kosten en opbrengsten

Uit berekeningen van kosten en opbrengsten bij verschillende hoeveelheden stormhout en verschillende diameters en verschillende prijsniveaus is gebleken dat het bij grove den steeds financieel aantrekkelijk is om stormhout dikker dan 30 cm DBH te oogsten, terwijl het bij de dunnere stammen dan 15 cm DBH niet de moeite loont om ze te oogsten. Bij het dunnere hout kunnen kleine verschillen in kosten en opbrengsten (bijvoorbeeld door marktwerking) de balans naar de andere kant doen omslaan.

4.6 De invloed van de hoeveelheid stormhout op de exploitatiekosten

Uit berekeningen van extra omrijtijd bij dunningen t.g.v. het liggende stormhout is gebleken dat de extra exploitatiekosten beperkt blijven tot hooguit enkele tientallen Euro's per ha (zie figuur 28). Dit komt vooral doordat, naarmate er meer bomen zijn omgewaaid, er minder snel gedund hoeft te worden.

4.7 De invloed van de hoeveelheid stormhout op de ervaring van het bosbeeld

Uit de enquête onder 157 passanten van een van de stormvlakten in Nunspeet is gebleken dat vrijwel alle bosbezoekers het uiterlijk van het bos belangrijk vinden. Ongeveer driekwart van de respondenten vindt de stormvlakte in het Vierhouterbos natuurlijk en afwisselend ogen. Over de mate van aantrekkelijkheid lopen de meningen uiteen (ruim een derde vindt het aantrekkelijk maar een vijfde vindt het uitgesproken onaantrekkelijk).

Omdat de enquête heeft plaatsgevonden bij een stormvlakte met veel stormhout kan uit dit onderzoek geen conclusie worden getrokken over hoe bosbezoekers verschillende hoeveelheden stormhout ervaren. Hier is ook geen literatuur gevonden

4.8 De effecten samengevat

Onderstaande tabel 13 geeft een samenvatting van de effecten van ruimen en het laten liggen van weinig en veel stormhout op de verschillende aspecten.

Tabel 13. Samenvatting van de effecten van het laten liggen van en grote hoeveelheden stormhout en ruimen

Aspect	Effecten van			
	ruimen	kleine-matige hoeveelheden laten liggen liggen (20-50 m^3 per ha)	grote hoeveelheid laten liggen (> 100 m^3 per ha)	Opmerking
vitaliteit opstand	0 *)	0	0	
mossen	0	+	+	Op langere termijn positief voor diversiteit mossen, met name bij < 10% dood hout
kruiden	0	0	0	
bosverjonging	0	+	+	Beschermende werking van clusters omgewaaide bomen voor vraatgevoelige soorten valt vaak tegen
insecten diversiteit aantal	0	+ +	+ +	Met name warmteminnende soorten
paddenstoelen diversiteit aantal	0	+ +	++ +	
beeld (aantrekkelijkheid, beleving)	?	?	0	
fysiek gevaar	+	0	0	
voorkómen brandgevaar	+	?	-	Tijdelijke risicoverhoging t.g.v. veel takken en dun hout
opbrengsten (zwaar stormhout)	+	±	-	Afhankelijk van diameter en prijsniveau; doorgaans is oogst van zwaardere bomen financieel aantrekkelijk
opbrengsten (licht stormhout)	±	±	±	Afhankelijk van diameter en prijsniveau is oogst van licht hout financieel meer of minder aantrekkelijk
extra exploitatiekosten	+	0	-	Bij veel stormhout is er lang geen dunningsnoodzaak ;bij andere werkzaamheden kan veel stormhout wel kostenverhogend werken
risico op insectenplagen	0	0	?	In combinatie met ongunstige omstandigheden (bijv. droogte) is niet uit te sluiten dat er verzwakte bomen door aantasting dood gaan
risico op schimmelplagen	0	0	0	

*) + = de beheersmaatregel heeft een positief effect
++ = de beheersmaatregel heeft een extra positief effect
0 = de beheersmaatregel heeft geen positief of negatief effect
- = de beheersmaatregel heeft een negatief effect
± = de beheersmaatregel kan zowel een positief als negatief effect hebben
? = er is onvoldoende kennis om dit in te schatten voor Nederlandse omstandigheden

Uit deze samenvattende tabel blijkt dat het laten liggen van kleine hoeveelheden stormhout voor de meeste aspecten een positief effect heeft of een neutrale betekenis heeft. Het laten liggen van grote hoeveelheden stormhout heeft ook voor de meeste aspecten wel een positief effect, maar heeft t.o.v. kleine hoeveelheden slechts beperkte meerwaarde; in de onderzochte grove dennenbossen is alleen het aantal soorten paddenstoelen noemenswaardig groter. Bovendien heeft het laten liggen van grote hoeveelheden stormhout bij een goed houtprijsniveau economisch al gauw een nadelig effect voor de inkomsten.

In het volgende hoofdstuk wordt beschreven hoe de verschillende effecten kunnen worden afgewogen.

5 Afwegingsmethode

Bij het afwegen van de 'voors en tegens' van ruimen of het laten liggen van een kleine of een grote hoeveelheid stormhout baseert een beheerder zich zo veel mogelijk op bestaande kennis. Het onderhavige onderzoek heeft betrekking gehad op grove dennenbos. De effecten van het laten liggen van meer of minder stormhout kunnen in andere bostypen anders zijn. Bij andere soorten kan bijvoorbeeld meer of minder effect zijn van het laten liggen van stormhout op de insectendiversiteit of er kan eerder een plaagrisico optreden. Bovendien worden naast de onderzochte aspecten soms andere zaken in de afweging betrokken, bijvoorbeeld of het betreffende bosgedeelte erg afgelegen ligt of juist tegen een woonwijk e.d. Boven alles speelt de doelstelling van het gebied een belangrijke rol voor het gewicht van de verschillende aspecten.

Om tot een weloverwogen beslissing te komen wat hij met het stormhout zal doen heeft de beheerder een overzicht nodig waarmee hij per opstand of deel van een bosgebied een afweging kan maken. Tabel 14 geeft een voorbeeld van een mogelijke werkwijze. In deze tabel kan voor elk afzonderlijk aspect worden aangeduid (met een kruisje) of er wordt gepleit voor ruimen van het stormhout of voor het laten liggen van een kleine grote hoeveelheid stormhout. Deze afwegingstabel kan voor afzonderlijke opstanden of grotere boseenheden worden ingevuld op basis van wetenschappelijk kennis (in combinatie met tabel 13) en mede aan de hand van criteria, die door de beheerder zelf kunnen worden opgesteld, bijvoorbeeld voor verschillende doelstellingen. Uit de totaalscore blijkt uiteindelijk in welke mate voor het totaal van aspecten wordt gepleit voor ruimen of laten liggen van kleine of grote hoeveelheden stormhout.

Tabel 14 Voorbeeld van een afwegingstabel voor laten liggen of ruimen van stormhout

Hoofdaspect	aspect	Pleit voor:		
		ruimen	kleine hoeveelheid laten liggen	grote hoeveelheid laten liggen
Ecologisch	mossen			
	kruiden			
	bosverjonging			
	insectendiversiteit			
	schimmeldiversiteit			
Maatschappelijk	beeld			
	fysiek gevaar			
	brandgevaar			
Bosbouwkundig/economisch	kosten/opbrengsten			
	exploitatiekosten			
	risico op insectenplagen			
	risico op schimmelplagen			
Totaalscore				

Er zijn verschillende manieren voor het maken van afwegingen van meerdere aspecten. Een eenvoudige manier is de hierboven voorgestelde tabel. Een voordeel hiervan is dat steeds het overzicht over alle aspecten wordt gehouden.

Bij de afweging is het mogelijk om verschillende gewichten toe te kennen aan de aspecten. Cijfermatige uitwerking van verschillende aspecten met verschillende gewichten kan bijvoorbeeld in de vorm van een Excel-sheet. Een nadeel van het uitwerken met cijfers met verschillende gewichten is dat men bij het 'eindcijfer' te weinig meer in de gaten heeft hoe het is opgebouwd.

Er zijn nog geavanceerder technieken voor het maken van afwegingen en het doen van beslissingen. Zo is het mogelijk om 'multi criteria decision analyse' toe te passen (Mendoza en Martins 2006, Sing and Ray 2007). Dit is te gebruiken als bijvoorbeeld voor alle afzonderlijke aspecten (mossen, kruiden, insecten enz.) verschillende doelstellingen gemaakt zouden worden. Uit alle mogelijke combinaties van doelstellingen voor de verschillende aspecten zou dan uiteindelijk een keuze gemaakt moeten worden. Omdat de relatie tussen hoeveelheid stormhout en de verschillende aspecten voor de verschillende boomsoorten/bostypen niet voldoende bekend is, is een dergelijke benadering hier niet verder uitgewerkt.

6 Discussie

Niet alle factoren onderzocht
Naast de onderzochte aspecten zijn er andere, die nu niet zijn onderzocht. Bijvoorbeeld fysiek gevaar en brandgevaar. Fysiek gevaar door vallende takken of bomen bij openbare wegen en paden moet uiteraard z.s.m. worden weggewerkt door middel van ruimen. M.b.t. brandgevaar is het discutabel in hoeverre meer omgewaaide bomen ook meer brandgevaar opleveren. Enerzijds levert vooral een massa takken en dunner hout wel meer brandgevaar op, anderzijds komt op plekken waar bomen zijn omgewaaid meer licht in het bos, waardoor de ondergroei toeneemt; wanneer deze uit loofhout bestaat neemt het brandgevaar af (Van Raffe 2008).

Invloed van de hoeveelheid stormhout op het terreingebruik door grotere zoogdieren
Bij deze studie is er geen onderzoek verricht naar de aanwezigheid van zoogdieren. Maar bij de inventarisaties in de opstanden viel wel op dat vooral in de niet geruimde opstanden met stormhout ligplekken (ree of zwijn) onder gevallen stammen, en holen (vos of konijn) onder wortelkluiten, aanwezig waren. In de opstand waar het stormhout wel was geruimd werden dat soort plekken niet gezien. De niet geruimde opstanden lijken daarmee door grotere zoogdieren vooral als rustplek te worden gebruikt terwijl de geruimde opstand waarschijnlijk meer als graasplek dienst doet. Ook uit literatuur is bekend dat liggend stormhout schuilgelegenheid kan bieden aan veel diersoorten (Harmon et al. 2004). Het wel of niet ruimen van stormhout lijkt daarmee invloed te hebben op het terreingebruik door grotere zoogdieren.

Vergelijking kleine en grote hoeveelheden stormhout
Uit dit onderzoek blijkt dat zowel kleine-matige als grote hoeveelheden stormhout bijdragen aan de biodiversiteit van grove dennenbossen. De meerwaarde van grote hoeveelheden stormhout is 3 jaar na de storm niet groot (in de onderzochte bossen alleen meer soorten paddestoelen), maar kan in de toekomst nog wel toenemen. Omdat elke hoeveelheid stormhout gepaard gaat met andere omstandigheden (hoeveelheid zoninstraling, temperatuur, vochtigheid e.d.) is het voor de ecologische variatie te overwegen om variërende hoeveelheden (dus ook grote) stormhout te laten liggen (Jagers op Akkerhuis et al 2006).

Voor goede onderbouwing afwegingsschema is langere termijn monitoring nodig
Na de storm van januari 2007 is gedurende 3 jaar onderzoek gedaan aan ontwikkelingen m.b.t. insecten, paddenstoelen, kruiden- en mosvegetatie en bosverjonging in plots in grove dennenbos met veel, weinig en geen stormhout en zijn enkele aanpalende onderzoeken uitgevoerd over de opinie van bosbezoekers en over economische aspecten.

Op basis van deze onderzoeken kan voor grove dennenbossen een afweging worden gemaakt over de hoeveelheden te ruimen en te laten stormhout, maar in de onderbouwing ervan zitten nog verschillende hiaten. Deze hebben heeft vooral te

maken met de korte periode waarover de ontwikkelingen in het veld onderzocht konden worden. Met name de ontwikkeling van de insecten (de biodiversiteit, maar ook het risico op een plaag van bijvoorbeeld de blauwe dennenprachtkever), de paddenstoelen en de bosverjonging, kunnen na een periode van 3 jaar onderzoek op 2 locaties onvoldoende op waarde worden geschat.

Ten gevolge van een verdere vertering van het hout zal de komende jaren een geheel andere entomofauna ontstaan. Het is uitermate interessant dit proces te volgen omdat we in Nederland nog zo weinig van de successie in dood hout weten.
De specifieke chemische plantenstoffen die bij levende bomen voorkomen zijn ook nog aanwezig bij stervende en pas dode bomen. Deze chemische stoffen verschillen per boomsoort en bepalen voor een deel, welke insecten er in de dode boom kunnen leven. Bastkevers en prachtkevers komen alleen in een vroeg verteringsstadium voor. Ze leven van de voedselrijke bast die maar korte tijd beschikbaar is. In de loop van de jaren dringen vele andere insectensoorten het hout binnen en vindt er een opeenvolging plaats van geleedpotigen en andere ongewervelden. Al heel snel heeft zich dus achter de schors van de gevelde bomen een voedselweb van bastkevers, predatoren, sluipwespen, paddenstoelen en schimmeleters ontwikkeld. Om een totaalbeeld te verkrijgen van de ontwikkeling van de insecten zou de ontwikkeling nog minimaal 3 jaar gevolgd moeten worden.

Wat betreft de vegetatie (kruiden, mossen, bosverjonging) is het interessant om te kijken of de verschillen in bosstructuur zoals die nu aan het ontstaan zijn tussen de geruimde en niet geruimde opstanden op de lange termijn aanwezig blijven of toe- of afnemen. Op dit moment lijkt zich in de geruimde opstanden een struiklaag te ontwikkelen en lijken boom- en struiksoorten zich meer te verjongen dan in de geruimde opstanden. De vraag is of dit verschil aanwezig blijft en wat voor gevolgen dat heeft voor de kruidlaag. De opnamefrequentie hoeft niet hoog te zijn; een beschrijving over 3 en 7 jaar (zodat er 1, 3, 6 en 10 jaar na de storm is beschreven.

Op basis van het voorgaande is het aan te bevelen om in de plots gedurende de periode 2010 t/m 2017 jaarlijks of tweejaarlijks een opname te maken van de insecten, de paddenstoelen en de verjonging. Met uitbreiding van dit type onderzoek naar andere locaties (andere bostypen; oudere stormvlakten) zou bovendien een veel steviger onderbouwing verkregen kunnen worden.

7 Conclusies

Het in 2007 t/m 2009 uitgevoerde onderzoek in 50-jarig grove dennenbos op de Veluwe heeft de volgende inzichten opgeleverd m.b.t de ecologische, economische en sociale aspecten.

Ecologische aspecten

Mossen en kruiden

Op korte termijn is er geen effect te zien van het laten liggen van stormhout op kruiden en mossen. Er is geen verschil tussen weinig en veel stormhout laten liggen.
In het traject van 0- ca.10% dood hout is (op basis van literatuurgegevens) te verwachten dat meer dood hout op langere termijn wel voor meer diversiteit in mossen zal zorgen.

Insecten

In 2008 en 2009 werden respectievelijk 15 en 32 keversoorten uit het stormhout verzameld. Bijna alle soorten zijn direct dan wel indirect gebonden aan dood hout waarbij het merendeel van de gevonden soorten vrijwel uitsluitend met naaldhout is geassocieerd.

In de opstanden waar veel stormhout is blijven liggen, zijn meer exemplaren van de dennenscheerder en de blauwe dennenprachtkever gevonden. Dit heeft waarschijnlijk te maken met het feit dat de stammen op de grote open plekken meer warmtestraling ontvangen dan de stammen in het meer gesloten bos. De blauwe dennenprachtkever is met zekerheid als warmteminnend te beschouwen. De steekproeven waren te klein om statistisch betrouwbare verschillen vast te stellen.

De massale ontwikkeling van de blauwe dennenprachtkever en de dennenscheerder in het stormhout heeft niet geleid tot aantastingen bij de staande levende bomen. Hierbij moet worden aangetekend dat de laatste zomers niet extreem droog waren en er geen door droogtestress verzwakte bomen aanwezig waren.

De bemonsteringen hebben interessante en zeldzame insecten opgeleverd zoals twee soorten sluipwespen, die nog niet eerder in Nederland waren gevonden.

Paddenstoelen

In 2008 en 2009 werden respectievelijk 10 en 21 soorten paddenstoelen op het stormhout waargenomen. Het gaat om in Nederland algemeen voorkomende soorten. Tijdens de drie jaar onderzoek wordt de eerste successie van soorten zichtbaar. De meeste soorten moeten echter met de verdere vertering van de stammen nog komen. Soorten van latere verteringsstadia zijn wel aanwezig in de totaallijst van 58 soorten paddenstoelen die op het overige hout groeiden dat er voor de storm al lag.

Meer dood hout levert meer soorten op.

Veertig procent van de waargenomen soorten groeit normaliter op loofhout. Een deel van deze soorten staat bekend als warmte en droogte resistent en zijn kenmerkend voor kapvlakten zoals het Waaiertje, Vermiljoenhoutzwam en Ruig elfenbankje.

Het laten liggen van dood hout na de storm heeft in deze driejarige onderzoeksperiode niet geleid tot een grotere dan normale ontwikkeling van de Honingzwam en Dennenmoorder.

Bosverjonging
In de opstanden waar stormhout is blijven liggen treedt meer verjonging op dan in de geruimde opstanden. Dit lijkt samen te hangen met minder wildvraat.

Economische aspecten
Of het rendabel is om stormhout te oogsten hangt vooral af van de diameter van de omgewaaide bomen en het prijsniveau. Hoe dikker de bomen en hoe hoger het prijsniveau, hoe eerder het rendeert.
De extra exploitatiekosten die optreden doordat er omgewaaide bomen blijven liggen zijn gering.

Sociale aspecten
Uit een lokaal onderzoek onder bosbezoekers is gebleken men in het algemeen een grote hoeveelheid stormhout als natuurlijk en afwisselend ervaart en dat slechts een laag percentage het een onaantrekkelijk beeld vindt.
In dit onderzoek is niet specifiek gekeken naar veiligheid(fysiek veiligheid en brandgevaar e.d.).

Afweging
Bovenstaande kennis kan worden gebruikt bij de afwegingen die een beheerder maakt voor de beslissing over het aandeel stormhout dat hij in het bos wil laten liggen. Hiervoor is een afwegingstabel gemaakt, waarin voor een opstand, afdeling of bosgebied kan worden aangegeven in hoeverre de verschillende aspecten pleiten voor ruimen of laten liggen van het stormhout.

Dit onderzoek is gedurende relatief korte tijd op lokale schaal uitgevoerd. De resultaten zouden kracht bijgezet kunnen worden door de locaties de komende jaren te blijven volgen en het onderzoek te verbreden naar andere bostypen.

Literatuur

Arnolds, E., Th.W. Kuyper & M.E. Noordeloos (red.), 1995. Overzicht van de paddenstoelen in Nederland. Nederlandse Mycologische Vereniging, Wijster.

Arnolds, E. & M. Veerkamp, 2008. Basisrapport Rode Lijst Paddenstoelen. Nederlandse Mycologische Vereninging Utrecht. 295 p.

Bakke A., 1968. Ecological studies on bark beetles (Col., Scolytidae) associated with Scots pine (*Pinus sylvestris*) in Norway with particular reference to the influence of temperature. Medd. Norske Skogforsoksv. 21: 441–602.

Bijlsma R. J. & A. ten Hoedt, 2006. Spectaculaire bryologische ontwikkelingen op en rond dood naaldhout in 'Neerlands Thüringen' (Zuidoost-Veluwe). De Levende Natuur 5, 208-212.

Doom, D. & J. Luitjes, 1971. De invloed van geveld grovedennenhout op de populatiedichtheid van de dennenscheerder (*Tomicus piniperda* L). Ned. Bosb. Tijdschr. 43 (9): 180-191.

Evans, H.F., L.G. Moraal & J.A. Pajares, 2004. Buprestidae and Cerambycidae. In: Lieutier et al. (eds), Bark and Wood Boring Insects in Living Trees in Europe, A Synthesis. Kluwer, p. 447-474.

Grasveld P.C.M. & J.W.T.M. Imming, 1987. Natuurlijke ontwikkeling op stormvlakten in Drente. Intern Rapport 87/31. Rijksinstituut voor Natuurbeheer. Leersum. 64 p.

Harmer, R., N. Tucker & R. Nickerson, 2004. Natural regeneration in storm damaged woods – 1987 storm sites revisited . Quarterly Journal of Forestry, 183-190.

Harmon, M.E., J.F. Franklin, F.J. Swanson, P. Sollins, S.V. Gregory, J.D. Lattin, N.H. Anderson & S.P. Cline, et al., 2004. Ecology of Coarse Woody Debris in Temperate Ecosystems. Advances in Ecological Research 34: 59-234.

Hees A. van & S. Clerkx, 1999. Dood hout in de bosreservaten. De Levende Natuur, juni 1999.

Ilisson, T., M. Metslaid, F. Vodde, K. Jogiste & M. Kurm, 2006. Vascular plant response to windthrow severity in Norway spruce-dominated *Myrtillus* site type forests in Estonia. Ecoscience 13(2): 193-202.

Jagers op Akkerhuis G.A.J.M., S.M.J. Wijdeven, L.G. Moraal, M.T. Veerkamp & R.J. Bijlsma, 2006. Dood hout en biodiversiteit. Een literatuurstudie naar het voorkomen van dood hout in de Nederlandse bossen en het belang ervan voor de duurzame

instandhouding van geleedpotigen, paddenstoelen en mossen. Alterra-rapport 1320, Wageningen.

Jagers op Akkerhuis, G., L. Moraal, M. Veerkamp, R.J. Bijlsma & S. Wijdeven, 2006. Dood hout en biodiversiteit. Vakblad NBL 3(5): 20-23.

Jahn, H., 1979. Pilze die an Holz wachsen. Busse, Herford, 268 p.

Koop, H., L. Berris & R. Wolf, 1990. Stormschade, wind in de zeilen voor natuurontwikkeling in bossen. Nede. Bosbouwtijdschrift 62 (10/11): 318-324.

Mendoza, G.A. & H. Martins, 2006. Multi-criteria decision analysis in natural resource management. Forest Ecology and Management, 230(1-3), 1-22.

Moraal, L.G., R.M.W.J. Nas, M. van der Els & W. Eik, 2000. Dennenscheerder schadelijk in jonge beplantingen? Een praktijkproef voor het versoepelen van de verordeningen. Alterra-rapport 137. 42 p.

Moraal, L.G., 2008. Blauwe dennenprachtkever in stormhout- nieuw fenomeen. Vakblad Natuur, Bos, Landschap 2, 20-21

Moraal, L.G., M. Veerkamp, G. Jagers op Akkerhuis, J. Cuppen & Th. Heijerman. 2007. Echte tonderzwam geeft bijzondere kever volop kansen. Dood hout stimuleert 'dubbelafhankelijke' soorten. Vakblad NBL 4(2): 20-21.

Moraal, L.G., 2009. Klimaatverandering en insectenplagen - wat kunnen we verwachten? Vakblad Natuur Bos en Landschap 6 (6): 22-23.
natuurontwikkeling in bossen. Nederlands Bosbouw Tijdschrift 10, 318-324.

Odenthal-Kahabka, J., 2005. Handreichung Sturmschadensbewältigung. Hrsg. Landesforstverwaltung Baden-Württemberg und Landesforsten Rheinland-Pfalz.

Odermatt, O., & U. Wasem, 2007. Gegen Wildverbiss - Schutzwirkung von liegen gelassenem Sturmholz. - Wald Holz 7, 32-34.

Raetz Ph., 2004. Erkenntnisse aus der Sturmschadenbewältigung. Synthese des Lothar-Grundlagenprogramms. Schriftenreihe Umwelt Nr. 367. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern. 86 S.

Raffe, J.K. van, J.J. de Jong, A.F.M. Olsthoorn, A. Oosterbaan & S.M.J. Wijdeven, 2006. Geïntegreerd bosbeheer. Het onderzoek van 2002 - 2005. Wageningen, Alterra.

Raffe, J.K. & J.J. de Jong, 2008. Normenboek Natuur, Bos en Landschap. Tijd- en kostennormen voor inrichting en beheer van natuurterreinen, bossen en landschapselementen. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, 117 p.

Raffe, J.K.R. van, 2008. Verantwoordelijkheden bij risico- en crisisbeheersing van bos- en natuurbranden. Een overzicht van de partijen die een rol spelen bij de risicobeheersing, bestrijding en nazorg en herstel van (grote) bos- en natuurbranden, hun taken en bevoegdheden en een overzicht van de hiaten in de bestaande regelgeving en taakverdeling. Intern rapport Alterra. Wageningen. 89 p.

Schelhaas, M.J., 2008 Impacts of natural disturbances on the development of European forest resources: application of model approaches from tree and stand levels to large-scale scenarios. Alterra, Scientific Contributions nr. 23. 168 p.

Schelhaas, M.J., G. Hengeveld & Z.W. Kundzewicz, 2009. Assessing risk and adaptation options to storm damage in European forestry. In: Mayer, H. and D. Schindler (eds), 2009. Proceedings of the 2nd International Conference 'Wind Effects on Trees'. Berichte des Meteorologischen Instituts der Albert_Ludwigs-Universität Freiburg Nr. 10, p 201-207.

Stodafor, 2004. Technical guide on harvesting and conservation of storm damaged timber. 105 p.

Schaetzl, R.J., S.F. Burns, D.L. Johnson & T.W. Small, 1989. Tree uprooting: review of impacts on forest ecology. Vegetatio 79: 165-176.

Schwenke, W., 1974. Die Forstschädlinge Europas. Band 2. Käfer. Verlag Paul Parey, Hamburg. 500 pp.

Sing L. and D. Ray, 2007. National Multi-Criteria Decision Analysis Approach for Wales. 2nd Draft Technical Report: National MCDA analysis Forest Land Use Change. 55 p.

Teunissen, D., 2003. Blauwe dennenprachtkever *Phaenops cyanea* (Coleoptera: Buprestidae) nu ook in Nederland waargenomen. Entomologische Berichten 63 (6): 165.

Veerkamp, M., 2005. De diversiteit van paddenstoelen in het Nederlandse bos. Alterra-rapport 1157. Alterra, Wageningen. 129 p.

Wermelinger B., A. Rigling, Mathis D. Schneider & M. Dobbertin, 2008. Assessing the role of bark- and wood-boring insects in the decline of Scots pine (*Pinus sylvestris*) in the Swiss Rhone valley. Ecological Entomology 33,2, 239-249

Van Wieren, S.E., G.W.T. Groot Bruinderink, I.T.M. Jorritsma & A.T. Kuiters 1997. Hoefdieren in het boslandschap. Backhuys Publishers Leiden, The Netherlands. 224p.

Bijlage 1 Enquête beleving stormhout

Inleiding

U ziet hier een terrein met veel omgewaaide bomen. Dit is het gevolg van een storm. Het beleid van de beheerder is om het terrein zo te laten en de bomen niet op te ruimen.

Door middel van deze korte enquête willen we graag weten wat u hier van vindt. Het invullen duurt slechts 5 minuten. Bij voorbaat hartelijk dank voor uw medewerking. Wilt u deze enquête weer inleveren bij de persoon van wie u de enquête heeft gekregen.

Vragen:

1. Wat vindt u van dit terrein met omgewaaide bomen?

a.

Het terrein is heel **on**aantrekkelijk om te zien										Het terrein is heel aantrekkelijk om te zien

b.

Het terrein is heel **on**natuurlijk om te zien										Het terrein is heel natuurlijk om te zien

c.

Het terrein is heel saai om te zien										Het terrein is heel afwisselend om te zien

2. Weet u waarom omgewaaide bomen soms in het bos blijven liggen? Meerdere antwoorden mogelijk.

0 geen idee
0 beter voor de natuur
0 kostenbesparing voor de beheerder
0 anders, namelijk ……

3. Heeft u behoefte aan uitleg over het laten liggen van bomen die door een storm zijn omgewaaid (bijvoorbeeld via een informatiebord)?

0 ja
0 nee

4. Hoe belangrijk vindt u het uiterlijk van het bos (soorten bomen, leeftijd van de bomen, ondergroei)?

Zeer onbelangrijk										Zeer belangrijk

5. **Hoe vaak heeft u naar schatting in de afgelopen 12 maanden een bezoek aan dit bos gebracht?**

   |__|__| keer

6. **Komt u hier vooral**
   0 te voet
   0 op de fiets
   0 op een paard
   0 anders, namelijk …..

7. **Wat was vandaag uw vertrekplaats?**
   0 thuis
   0 camping/vakantiewoning/bungalowpark
   0 hotel/pension
   0 familie kennissen
   0 anders, namelijk …..

Bij welke stad/dorp ligt deze vertrekplaats:

Wat is uw woonplaats:

8. **Bent u**
   0 man
   0 vrouw

9. **Wat is uw leeftijd?**
   ||__|__| jaar

10. **Wat is uw hoogst voltooide opleiding?**
    0 Lagere school
    0 LBO / VBO / MAVO
    0 MBO / HAVO / VWO
    0 HBO / Universiteit

HARTELIJK DANK VOOR UW MEDEWERKING!

Contactpersoon: A.Oosterbaan, Alterra Wageningen UR, Droevendaalsesteeg 3, 6708 PB Wageningen, anne.oosterbaan@wur.nl, 0317-485407

Bijlage 2 Resultaten enquête; gemiddelde waarden per groep

Aantrekkelijkheid
per geslacht

	cijfer	aantal
vrouw	5.5	57
Man	5.6	100
Gem.	5.5	Totaal 157

per leeftijdsgroep

leeftijdsgroep	cijfer	aantal
0 -20	5.8	6
20-40	6.1	19
40-60	5.6	61
> 60	5.3	71
Gem.	5.5	Totaal 157

per soort van vervoer

vervoer	cijfer	Aantal
Voet	5.1	9
Fiets	5.5	138
auto	5.6	9
paard	7	1
Gem.	5.5	Totaal 157

per opleidingsniveau van de bezoekers

opleiding	cijfer	aantal
Lagere school	6.2	13
LBO	5.5	51
MBO	5.3	49
HBO/universiteit	5.5	44
Gem.	5.5	Totaal 157

per herkomst

Gedeelte van Nederland	cijfer	aantal
Regio	5.4	23
Midden	6.3	16
Oost	5.3	35
West	5.7	54
Noord	4.9	8
Zuid	5.3	14
buitenland	5.3	7
Gem.	5.5	Totaa1 157

Natuurlijkheid

per geslacht

	cijfer	Aantal
vrouw	6.9	57
Man	7.2	100
Gem.	7.1	Totaal 157

per leeftijdsgroep

leeftijdsgroep	cijfer	Aantal
0 -20	7.3	6
20-40	7.2	19
40-60	7.4	61
> 60	6.8	71
Gem.	7.1	Totaal 157

per soort van vervoer

vervoer	cijfer	aantal
Voet	7.3	9
Fiets	7.1	138
auto	6.4	9
paard	9	1
Gem.	7.1	Totaal 157

per opleidingsniveau van de bezoekers

opleiding	cijfer	aantal
Lagere school	8	13
LBO	7	51
MBO	6.9	49
HBO/universiteit	7.2	44
Gem.	7.1	Totaal 157

per herkomst

Gedeelte van Nederland	cijfer	aantal
regio	7	23
Midden	7.1	16
Oost	7.1	35
West	7.5	54
Noord	6.3	8
zuid	6.7	14
buitenland	6.4	7
Gem.	7.1	Totaal 157

Afwisseling

per geslacht

	cijfer	aantal
vrouw	6.8	57
Man	7.1	100
Gem.	7	Totaal 157

per leeftijdsgroep

leeftijdsgroep	cijfer	Aantal
0 -20	6.2	6
20-40	6.9	19
40-60	7	61
> 60	7.1	71
Gem.	7	Totaal 157

per soort van vervoer

vervoer	cijfer	Aantal
Voet	6.9	9
Fiets	7	138
auto	6.7	9
paard	8	1
Gem.	7	Totaal 157

per opleidingsniveau van de bezoekers

opleiding	cijfer	aantal
Lagere school	7.8	13
LBO	7.1	51
MBO	6.3	49
HBO/universiteit	7.3	44
Gem.	7	Totaal 157

per herkomst

Gedeelte van Nederland	cijfer	aantal
regio	6.9	23
Midden	7.7	16
Oost	6.9	35
West	7.3	54
noord	5.8	8
zuid	6.5	14
buitenland	6	7
Gem.	7	Totaal 157

Reden waarom dode bomen blijven liggen (in percentage ondervraagden)
per geslacht

	geen	natuur	kosten	anders
Vrouw	7	77	14	2
Man	1	79	18	2
Gem.	3	78	17	2

per leeftijdsgroep

leeftijdsgroep	geen	natuur	kosten	anders
0 -20	0	67	33	0
20-40	5	79	16	0
40-60	2	79	18	2
> 60	4	79	14	3
Gem.	3	78	17	2

per middel van vervoer

Vervoer	geen	natuur	kosten	anders
Voet	0	100	0	0
Fiets	4	76	18	2
Auto	0	89	11	0
Paard	0	100	0	0
Gem.	3	78	17	2

per opleidingsniveau

Opleiding	geen	natuur	kosten	anders
Lagere school	8	92	0	0
LBO	4	75	20	2
MBO	0	82	16	2
HBO/universiteit	5	75	18	2
Gem.	3	78	17	2

per herkomst

Gedeelte van Nederland	geen	natuur	kosten	anders
Regio	0	91	9	0
Midden	6	88	6	0
Oost	9	67	20	3
West	0	85	11	4
Noord	0	50	50	0
Zuid	0	79	21	0
Buitenland	14	43	43	0
Gem.	3	78	17	2

Informatiebehoefte

per geslacht (in % van de ondervraagden)

	ja	nee
Vrouw	68	32
Man	59	41
Gem.	62	38

per leeftijdsgroep

leeftijdsgroep	ja	nee
0-20	67	33
20-40	63	37
40-60	62	38
> 60	62	38
Gem.	62	38

per vervoermiddel

Vervoer	ja	nee
Voet	56	44
Fiets	65	35
Auto	22	78
Paard	100	0
Gem.	62	38

per opleidingsniveau

opleiding	ja	nee
Lagere school	46	54
LBO	67	33
MBO	67	33
HBO/universiteit	57	43
Gem.	62	38

per herkomst

Gedeelte van Nederland	ja	nee
Regio	74	26
Midden	56	44
Oost	71	29
West	59	41
Noord	25	75
Zuid	64	36
buitenland	57	43
Gem.	62	38

Belangrijkheid van het uiterlijk van het bos
per geslacht

	cijfer
vrouw	7.6
Man	7.9
Gem.	7.8

per leeftijdsgroep

leeftijdsgroep	cijfer
0 -20	8.2
20-40	7.8
40-60	7.7
> 60	7.8
Gem.	7.8

per soort van vervoer

vervoer	cijfer
Voet	5.8
Fiets	7.9
auto	7.3
paard	9
Gem.	7.8

per opleidingsniveau van de bezoekers

opleiding	cijfer
Lagere school	8.4
LBO	7.6
MBO	7.8
HBO/universiteit	7.7
Gem.	7.8

per herkomst

Gedeelte van Nederland	cijfer
Regio	7.7
Midden	8.2
Oost	7.4
West	7.8
Noord	8.3
Zuid	7.5
buitenland	8
Gem.	7.8