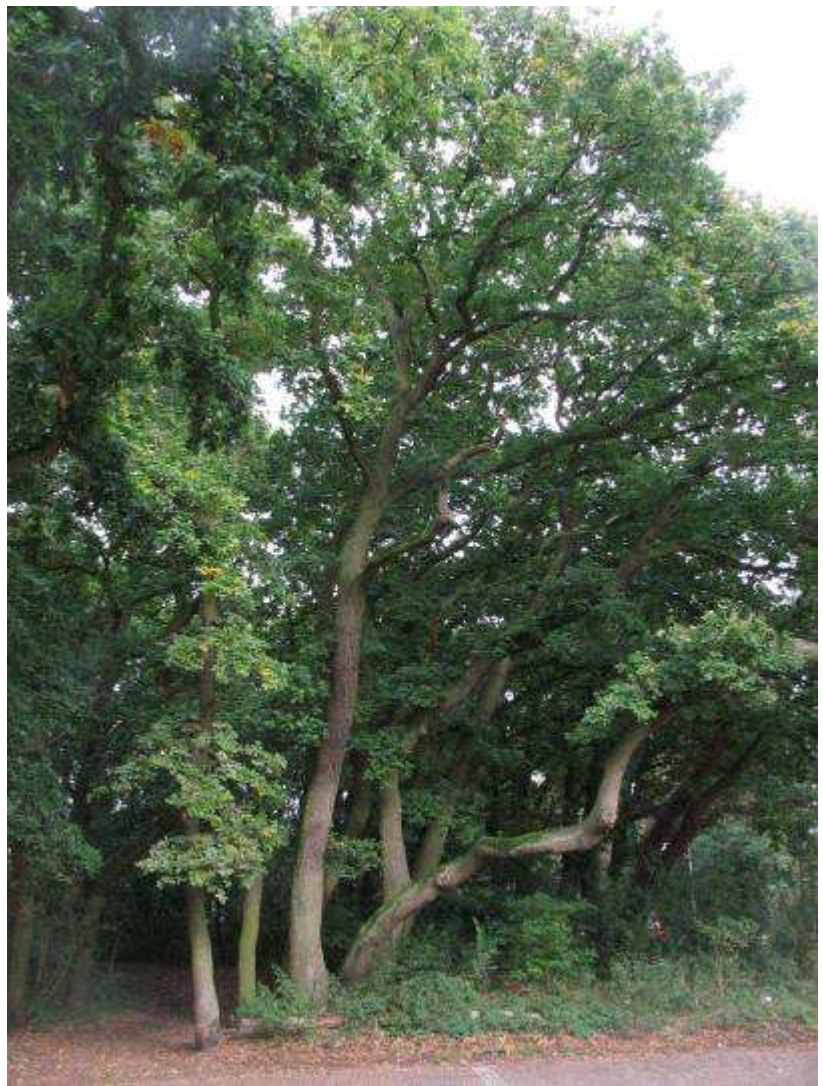


# Bosjes van Poot

## Onderzoek Eikenclusters en Effecten van Honden

J. den Ouden  
U.G.W. Sass-Klaassen  
P. Copini  
H.P. Koelewijn  
J. Kopinga





# Bosjes van Poot

## Onderzoek Eikenclusters en Effecten van Honden

J. den Ouden <sup>1</sup>  
U.G.W. Sass-Klaassen <sup>1</sup>  
P. Copini <sup>1</sup>  
H.P. Koelewijn <sup>2</sup>  
J. Kopinga <sup>3</sup>

1. Centrum Ecosystemen, leerstoelgroep Bosecologie en Bosbeheer
2. Centrum Ecosystemen, Team Genetische Biodiversiteit en Populatie Ecologie
3. Centrum Landschap, Team Beheer Bos, Natuur en Stedelijk Groen

WAGENINGEN UNIVERSITEIT  
Centrum Ecosystemen  
Leerstoelgroep Bosecologie en Bosbeheer  
Postbus 47  
6700 AA Wageningen

In opdracht van:

Gemeente Den Haag  
Dienst Stadsbeheer

Wageningen, maart 2008



## REFERAAT

J. den Ouden, U.G.W. Sass-Klaassen, P. Copini, H.P. Koelewijn en J. Kopinga, 2008. *Bosjes van Poot. Onderzoek Eikenclusters en Effecten van Honden*. Wageningen Universiteit en Researchcentrum, Centrum voor Ecosystemen / Centrum Landschap. 53 blz.; 34 fig.; 1 tab.; 5 bijlagen.

De Bosjes van Poot is een duingebied in de gemeente Den Haag, dat samen met het Westduinpark in 1990 door het Rijk is aangewezen als "Natuurmonument Westduinpark". Daarmee werden deze gebieden onder de werking van de Natuurbeschermingswet gebracht. In het gebied bevinden zich een groot aantal eikenclusters. Dit rapport doet verslag van een onderzoek naar de genetische oorsprong, de ouderdom, de ontstaanswijze en de waardstelling van deze eikenclusters. Daarnaast is onderzoek verricht naar de mogelijke effecten van honden op de groei en vitaliteit van de eikenclusters en wordt een beheeradvies gegeven.

Trefwoorden: eikenclusters, *Quercus robur*, honden, Bosjes van Poot.

© 2008

Leerstoelgroep Bosecologie en Bosbeheer  
Postbus 47  
6700 AA Wageningen  
Tel.: 0317 486224

Wageningen Universiteit en Altera aanvaarden geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

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 de leerstoelgroep Bosecologie en Bosbeheer.

Project 5120366-00

Het in dit rapport beschreven onderzoek is uitgevoerd in opdracht van de gemeente Den Haag, Dienst Stadsbeheer, Stedelijke Structuren.

# Inhoudsopgave

	<b>Dankwoord</b>	
	<b>Samenvatting</b>	
<b>1.</b>	<b>Inleiding</b> .....	1
<b>2.</b>	<b>Onderzoeksmethoden</b> .....	3
2.1	DNA-analyse .....	4
2.2	Jaarringonderzoek en visuele inspectie ondergrondse delen.....	4
2.3	Literatuuronderzoek .....	5
<b>3.</b>	<b>Genetische kenmerken van de eikenclusters</b> .....	7
3.1	Individuele.....	7
3.2	Herkomst van de eiken .....	8
<b>4.</b>	<b>Uiterlijke kenmerken en groei van de eikenclusters</b> .....	9
4.1	Cluster 1.....	9
4.2	Cluster 2.....	11
4.3	Cluster 3.....	14
4.4	Cluster 4.....	16
4.5	Cluster 5.....	18
4.6	Cluster 6.....	20
4.7	Overzicht van de onderzochte clusters .....	21
<b>5.</b>	<b>Het ontstaan van de eikenclusters</b> .....	23
5.1	Een korte historie .....	23
5.2	Een korte bosgeschiedenis .....	24
5.3	Het ontstaan van eikenclusters .....	29
<b>6</b>	<b>Waardstelling van de eikenclusters</b> .....	31
<b>7.</b>	<b>Effecten van honden op bomen</b> .....	33
7.1	De invloed van extra stikstof uit hondenpoep .....	33
7.2	Invloed van hondenurine op (de bast van) bomen .....	34
7.3	Ziekten en plagen .....	35
<b>8.</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen</b> .....	37
8.1	Conclusies.....	37
8.2	Aanbevelingen .....	38
8.3	Suggesties voor het beheer .....	39
	<b>Literatuur</b> .....	41
Bijlage 1:	Het principe van DNA-onderzoek .....	43
Bijlage 2:	Uitkomsten DNA-analyse.....	47
Bijlage 3:	Leeftijdsbepalingen per stam .....	48
Bijlage 4:	Leeftijdsbepalingen ondergrondse delen.....	49
Bijlage 5:	Achtergrondinformatie over effecten van honden op ontwikkeling en vitaliteit van bomen .....	50
Bijlage 5.1	De stikstofbalans van een eikenboom .....	50
Bijlage 5.2	Stikstof in de bodem.....	52
Bijlage 5.3:	Effecten van nutriënten uit hondenontlasting op ziektes bij eik .....	53

## **Dankwoord**

Dit rapport is tot stand gekomen dankzij de medewerking van veel personen. In het bijzonder danken de auteurs:

Harry van Bussel en Hans Kruidenink van de gemeente Den Haag, Dienst Stadsbeheer, voor hun enthousiaste begeleiding en opbouwende kritiek op de tekst en inhoud van het rapport;

Marie Claire Boerwinkel en Jan Bovenschen van Alterra voor de analyse van DNA monsters;

Evelyn Belien, Laurens Put, Leo Goudzwaard en Gjin Ceca voor hun assistentie bij het verzamelen van de blad- en houtmonsters, en het verzetten van vele kubieke meters zand tijdens het uitgraven van de eikenclusters.

## Samenvatting

Dit rapport doet verslag van een onderzoek naar de genetische samenstelling, de ontstaanswijze en de mogelijke ouderdom van groepen eiken in de Bosjes van Poot in de gemeente Den Haag. Op grond van de uitkomsten wordt de waardestelling bepaald van deze markante bomen. Tevens is via een literatuurstudie getracht te achterhalen wat bekend is over mogelijke effecten van honden op de groei en vitaliteit van deze eiken.

Er zijn in totaal 6 groepen van eiken bemonsterd waarvan werd verondersteld dat deze bestonden uit stammen van een zelfde genetisch individu, en dus elk zijn ontstaan vanuit één moederboom. Vijf van deze groepen bestonden volledig (of op één stam na) uit stammen van één genetisch individu. Één groep eiken bleek slechts twee stammen te bevatten die genetisch identiek waren.

De aanwezigheid van een niet-Nederlands herkomststype in een van de eiken in het voormalige hakhoutgedeelte toont aan dat er tenminste voor een deel met gebiedsvreemd plantmateriaal is aangeplant.

De eikenclusters (genetisch identieke stammen) in de Bosjes van Poot zijn op twee manieren ontstaan. Het vlakke gedeelte werd vroeger als hakhout beheerd, en het uitgroeien van de stoven na de laatste kap heeft geleid tot meerstammige eiken. De omvangrijkste eikenclusters groeien op het duin. Hier zijn eikenstruiken gedeeltelijk onder stuivend zand bedolven. De begraven takken hebben wortel geschoten (afleggers gevormd). De takuiteinden zijn doorgegroeid tot de huidige stammen. Deze eikenclusters zijn veel groter dan de clusters in het oude hakhoutperceel.

Op basis van jaarringonderzoek wordt het tijdstip van ontstaan van de eikenclusters op het duin geschat in de periode rond 1840. Het is waarschijnlijk dat deze eiken op het duin zijn aangeplant vlak nadat de voormalige buitenplaats Houtrust in beheer kwam bij de Domeinen. Over de ouderdom van de hakhoutstoven kan geen precieze uitspraak worden gedaan. De stoven zijn rond 1890 voor het laatst afgezet. De stoven hebben minstens een 19<sup>e</sup> eeuwse oorsprong. Voor een preciezere datering is aanvullend onderzoek nodig.

Op grond van hun leeftijd, beeldbepalendheid en dendrologische waarde zijn de eikenclusters in het duingebied van bijzondere waarde. Dit geldt niet voor de eikenclusters in het hakhoutbos op het vlakke gedeelte van de Bosjes van Poot.

Uit de literatuur is geen duidelijke aanwijzing naar voren gekomen dat honden een negatief effect hebben op de groei en vitaliteit van de eiken. Er wordt aanbevolen hier gericht onderzoek naar te doen. De grootste bedreiging voor de eikenclusters is de in het gebied overal aanwezige honingzwam.

De resultaten van het beperkte onderzoek naar de geschiedenis van de Bosjes van Poot heeft geleid tot de veronderstelling dat de eiken op het duin zijn aangeplant ter bescherming van de buitenplaats Houtrust voor inwaaiend zand. De vondst van een eik van niet-Nederlandse herkomst geeft aan dat is aangeplant met plantmateriaal dat van verre is aangevoerd. Nader onderzoek in de archieven van de Domeinen kan op deze punten helderheid brengen.

Tot slot wordt een aantal suggesties gedaan voor het beheer. Dit kan zich richten op het voorzichtig vrijstellen en het zoveel mogelijk intact laten van de eikenclusters. In het oude hakhoutbos kan het hakhoutbeheer niet opnieuw worden gestart vanuit de huidige stoven vanwege de te hoge leeftijd van de stammen. Op grond van het voorzorgsprincipe zouden de oude bomen in het oostelijk gedeelte van de Bosjes van Poot kunnen worden beschermd door plaatselijk een hondenvrije zone in te stellen.

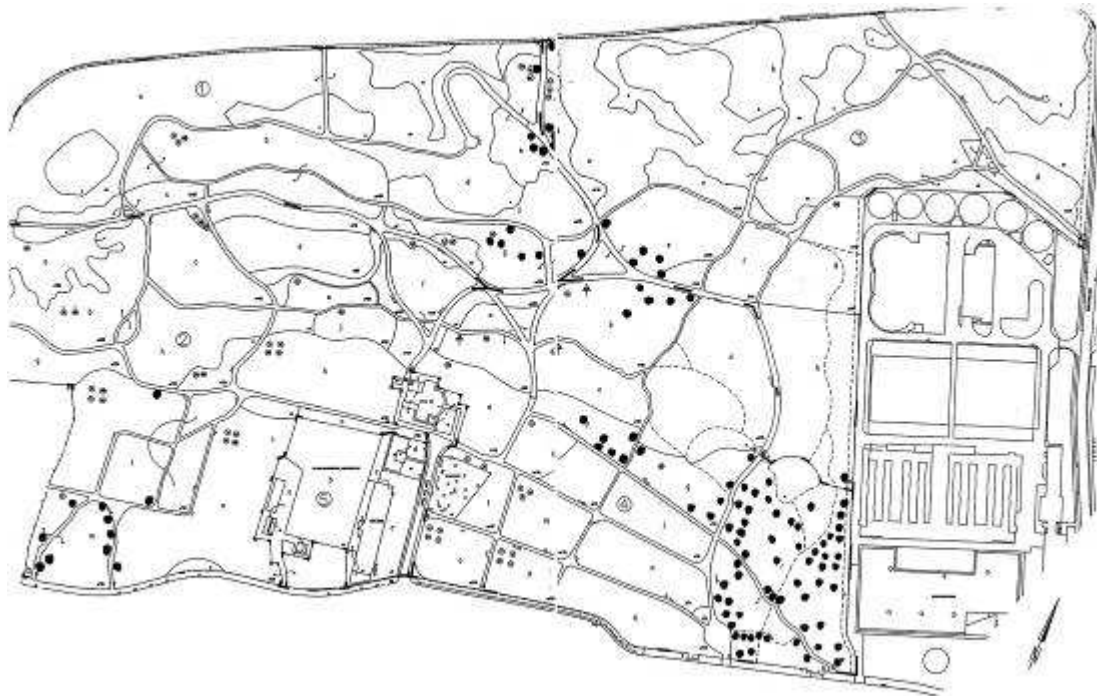




# 1. Inleiding

De Bosjes van Poot vormen samen met het Westduinpark en Wapendal een Natura 2000-gebied waarvan de aanwijzing in de loop van 2008 wordt verwacht. Vooral de uitwerking van de bestaande beheervisie, het opstellen van het vereiste beheerplan en daarmee de realisatie van de instandhoudingsdoelstellingen voor de aan te wijzen habitats zijn actuele aandachtspunten.

In een gedeelte van de Bosjes van Poot bevinden zich eiken die in groepen bij elkaar groeien en die ogenschijnlijk tot eenzelfde genetisch individu behoren. Deze groepen van eiken bevinden zich vooral langs de oostelijke rand van het gebied (grenzend aan de rioolwaterzuivering) en in een centrale strook van oost naar west op het duin (zie fig. 1)



Figuur 1: Locaties van aanwezige groepen eiken, bestaande uit meerdere stammen, in de Bosjes van Poot. Dienst Stadsbeheer, December 2007. In totaal zijn 106 groepen van eiken geïdentificeerd.

Van deze groepen eiken wordt verondersteld dat ze, op grond van historische informatie, de restanten zijn van hakhoutcultures en dat ze, gezien de onderlinge afstanden tussen de stammen en de omvang van de stammen, mogelijk heel oud zijn. Vanuit deze gedachte zouden de eikenclusters zeer oude en waardevolle cultuurhistorische relictten kunnen zijn. Echter, over de ontstaanswijze van deze groepen eiken, en hun ouderdom, is tot nu toe geen gericht onderzoek gedaan. Uitspraken over de waardestelling van deze eikenclusters zijn speculatief (los natuurlijk van de esthetische waarde). Ook is niet vastgesteld of de stammen binnen een groep van eiken daadwerkelijk tot eenzelfde (genetisch) individu behoren. Vergelijkbare eikenclusters komen ook in andere duingebieden binnen de gemeente Den Haag voor.

De Bosjes van Poot worden zeer druk bezocht door wandelaars, meest vergezeld door honden. Het gebied is aangemerkt als hondenuitrenged gebied met een opruimplicht. Op grond van de uitwerking van de Beheervisie 2005 voor dit gebied is met betrekking tot de overmaat aan honden en de mogelijke effecten en invloeden daarvan op bosbodem en op aanwezige flora en fauna, in overleg met belanghebbenden, afgesproken om in 2007 een aantal beheeronderdelen in deze te onderzoeken. In dit kader is de vraag nog onbeantwoord gebleven of urinerende en poepende honden directe schade veroorzaken aan de eikenclusters en of maatregelen (bescherming) noodzakelijk zijn.

In dit rapport komen de volgende vragen aan de orde:

1. Bestaan de groepen van eiken in het gebied daadwerkelijk uit stammen die behoren tot één enkel genetisch individu? Zo ja, hoe zijn deze groepen dan ontstaan en wat is hun ouderdom?
2. Zijn de eikenclusters op grond van hun omvang, ontstaansgeschiedenis en ouderdom aan te merken als cultuurhistorisch belangrijke bomen?
3. Levert het urineren en poepen van honden schade op aan de eiken? Zo ja, zijn er dan maatregelen noodzakelijk om de eiken te beschermen en hoe kan dat het beste plaatsvinden?

## 2. Onderzoeksmethoden

Om de ontstaanswijze en waarden van de eikenclusters in de Bosjes van Poot te bepalen is gebruik gemaakt van DNA-analyse, jaarringonderzoek en visuele inspectie van de ondergrondse delen. Daarnaast is een kort literatuuronderzoek verricht naar de geschiedenis van het gebied en naar het mogelijke directe effect van honden op de groei en vitaliteit van eiken.

Voor het onderzoek zijn zes groepen van eiken geselecteerd. Deze zijn genummerd van 1 tot en met 6 (zie fig. 2), en betreffen allemaal zomereiken (*Quercus robur*). De groepen bestaan uit een aantal stammen die mogelijk tot één en dezelfde genetische individu behoren (een klonale groep). In dit rapport wordt gesproken over groepen wanneer het alle geselecteerde stammen betreft in een ogenschijnlijk of mogelijk klonale groep. De eiken die binnen die groep daadwerkelijk tot één individu behoren, worden aangeduid als eikencluster.



Figuur 2: Locatie van de zes onderzochte groepen eiken met daarin eikenclusters in de Bosjes van Poot.

## **2.1 DNA-analyse**

Van iedere stam uit de zes groepen van eiken zijn drie bladeren uit de kroon verzameld en in een plastic zakje gestopt met daarin silica-gel. Het silica-gel onttrekt vocht uit de bladeren zodat de bladeren optimaal geconserveerd worden voor DNA analyse. Wanneer de bladeren aangetast waren door meeldauw werd dit met een in alcohol gedrenkte doek van het blad geveegd. Ter aanvulling van de DNA monsters van de groepen eiken zijn verder nog van vier willekeurige individuele bomen uit de Bosjes van Poot steeds drie bladeren verzameld voor DNA-analyse. Deze extra monsters dienden voor het aanvullen van de steekproef tot het maximaal mogelijk te verwerken aantal monsters in de analyse. Bovendien kon hiermee een breder beeld worden verkregen van de genetische opbouw van de aanwezige populatie eiken in de Bosjes van Poot. De locaties van deze vier extra bomen is verder niet vastgelegd, maar betrof het gebied van de oorspronkelijke buitenplaats Houtrust (zie fig. 25).

Van de verzamelde monsters is al het aanwezige DNA uit de bladeren geëxtraheerd. Dit betreft zowel het DNA uit de celkern als het DNA uit de chloroplasten die zich in de bladgroenkorrels bevinden (zie voor uitleg over DNA en de analyse daarvan de Bijlage 1). Voor specifieke informatie over extractie van DNA en het bepalen van chloroplast- en microsatellietvariatie wordt verwezen naar de Standaard Werk Voorschriften (op aanvraag verkrijgbaar bij de eerste auteur).

Het kern-DNA is van alle monsters gekarakteriseerd met behulp van 6 microsatelliet loci (zie Bijlage 1). Hiermee kan worden bepaald of stammen al dan niet genetisch identiek zijn. De gebruikte microsatelliet merkers waren: AG104, MSQ13, AG1/5, QR11, QR20 en AG9 (zie Bijlage 2). De variatie binnen een merker wordt uitgedrukt in de lengte (= aantal letters) van een fragment dat zichtbaar gemaakt wordt: 176-180 wil zeggen dat het individu voor de merker twee banden liet zien, één met een lengte van 176 letters en één met een lengte van 180 letters. Door dit voor alle zes merkers te doen wordt een unieke vingerafdruk verkregen.

Met behulp van het chloroplast DNA is bepaald van welke oorspronkelijke eikenpopulatie de onderzochte bomen afstammen. De genetische vingerafdruk die achtergelaten is in het chloroplast DNA wordt het haplotype genoemd. Zie Bijlage 1 voor een nadere uitleg over de achtergronden van deze techniek. Meer informatie over haplotypen volgt in de resultaten (paragraaf 3.2).

## **2.2 Jaarringonderzoek en visuele inspectie ondergrondse delen**

Van de zes groepen eiken zijn de posities van alle bomen ingemeten en is de diameter gemeten op 1.30 meter boven de grond. In november 2007 zijn van het grootste deel (zie bijlage 3) van de bomen uit alle zes groepen eiken houtmonsters verzameld met gebruikmaking van een aanwasboor. Dit is een holle boor waarmee een boorspaan uit de boom kan worden gehaald waarop de jaarringen van de boom kunnen worden afgelezen. Ieder jaar maakt de boom een aparte jaarring. Door de jaarringen te tellen kan de leeftijd van de boom worden bepaald. Waar mogelijk werden per boom twee monsters verzameld. De boommonsters werden zo laag mogelijk bij de grond verzameld, om de leeftijd van de bovengrondse delen zo nauwkeurig mogelijk te schatten. Wanneer in het houtmonster de kern van de boom is geraakt ligt de werkelijke leeftijd van het bovengrondse deel dicht bij het gemeten aantal jaarringen. Omdat de boom meestal een aantal jaren nodig heeft om de monsterhoogte te bereiken ligt de werkelijke leeftijd van de boom meestal één of enkele jaren hoger dan het vastgestelde aantal jaarringen. Wanneer in het houtmonster de kern van

de boom niet is geraakt moet de werkelijke leeftijd worden geschat door een inschatting te maken van het aantal ontbrekende jaarringen. Aan de kromming van de jaarringen en het verloop van de mergstralen in het hout kan het aantal ontbrekende jaarringen vrij nauwkeurig worden geschat, zolang de groei in de eerste jaren niet veel afwijkt van de groei in de periode dat de jaarringen wel zichtbaar zijn in het monster. In gevallen dat de kern te ver weg ligt van het bemonsterde houtgedeelte, of wanneer op basis van andere monsters uit dezelfde eikenclusters blijkt dat de vroegste jeugdgroei erg traag was, kan het aantal missende jaarringen niet worden geschat en moet dus een minimum leeftijd worden aangehouden.

Na de DNA-analyse werden in totaal vier van de zes geïdentificeerde eikenclusters (clusters 1, 2, 4 en 5) gedeeltelijk uitgegraven om de ondergrondse delen, zoals de wortels, begraven stammen en stamvoeten, bloot te leggen. Bij deze opgravingen is in het bijzonder gelet op de ondergrondse verbindingen tussen individuele bomen in een cluster. Alle opgegraven stammen zijn uitgebreid gefotografeerd. Vervolgens zijn van de ondergrondse structuren die zijn aangetroffen ook houtmonsters verzameld voor jaarringonderzoek.

Alle verzamelde monsters van de boven- en ondergrondse delen zijn meegenomen naar het laboratorium. De jaarringen zijn vervolgens onder een stereomicroscop geteld en nauwkeurig opgemeten. De monsters die afkomstig waren van ondergrondse delen zijn onderzocht op veranderingen in de opbouw van de jaarring. Eerder onderzoek heeft aangetoond dat op basis van de anatomie van het hout bepaald kan worden of het betreffende stuk hout is ontstaan als ondergrondse wortel of als bovengrondse stam of tak (den Ouden et al., 2007). Wanneer een tak begraven raakt leidt dit ogenblikkelijk tot veranderingen in de structuur van het hout. Dit geldt ook voor wortels die bloot komen te liggen. Door de jaarringen te tellen kan zo nauwkeurig worden vastgesteld wanneer een tak is begraven of een wortel is blootgelegd.

### **2.3 Literatuuronderzoek**

Er is een kort verkennend literatuuronderzoek verricht naar de geschiedenis van het gebied. Hiertoe is vooral gebruik gemaakt van de studie van Gieskes over de geschiedenis van Houtrust (zie Literatuurlijst). Verder is onder andere gebruik gemaakt van ecologische studies van het duingebied langs de Noordzeekust (Doing, 1975; 1988).

Verder is in de literatuur gezocht naar gepubliceerde studies die uitspraken zouden kunnen doen over de mogelijke schadelijke effecten van honden op bomen. Daarbij viel meteen op dat er zeer weinig bruikbare studies zijn te vinden die een duidelijk oorzakelijk verband onderzochten (of aantoonde) tussen activiteiten van honden (poepen, urineren) en de groei en vitaliteit van bomen. Daarom zijn een aantal indirecte bronnen geraadpleegd over de effecten van extra voedingsstoffen en urine op boomgroei en –vitaliteit, met de bedoeling hieruit mogelijke effecten af te kunnen leiden.



### 3. Genetische kenmerken van de eikenclusters

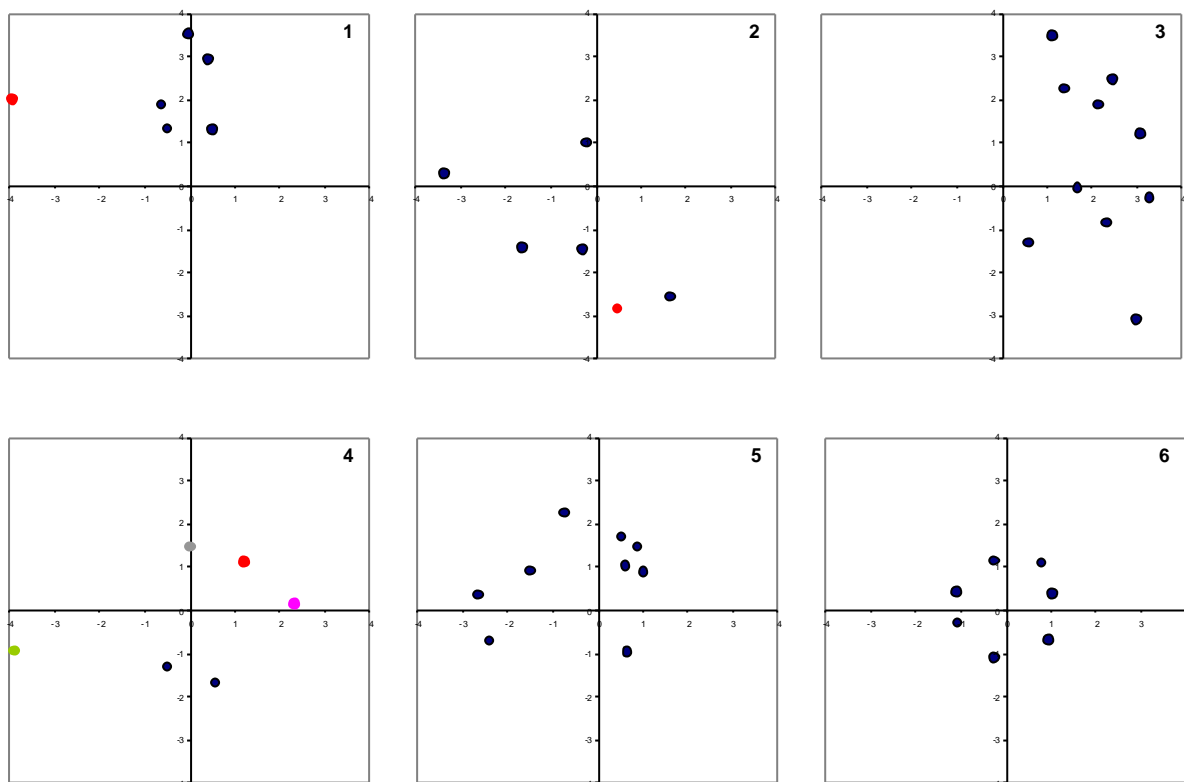
#### 3.1 Individuen

De groepen eiken die bemonsterd zijn voor de DNA-analyse bestaan voor het grootste deel uit genetisch identieke stammen (zie fig. 3). In een aantal groepen bomen die in het veld waren onderscheiden bleken in sommige gevallen één of meerdere stammen een afwijkend genotype te hebben (zie Bijlage 3). De groepen 3, 5 en 6 bestonden telkens uit genetisch identieke stammen. Een groep van genetisch identieke stammen noemen we een cluster. Ieder cluster is uit één eikel ontstaan, behoort dus tot één individu en is via vegetatieve vermeerdering ontstaan.

In de groepen 1 en 2 bleek één afwijkend individu aanwezig (individu DH1-6 en DH2-5). De afwijkende boom in groep 1 stond relatief ver verwijderd van de overige bomen en was voor de zekerheid meegenomen in de bemonstering. De afwijkende boom in groep 2 maakte op het oog duidelijk deel uit van de cluster.

De groep 4 bleek uit vijf verschillende individuen te bestaan. Twee van de stammen in de groep waren genetisch identiek en vormden een cluster. Dit geeft aan dat op het oog homogene groepen bomen toch uit genetisch verschillende individuen kunnen bestaan en er dus DNA-analyse nodig is om met zekerheid de genetische opbouw te achterhalen.

De grootste geanalyseerde cluster (3) had een omtrek van circa 14 m.



Figuur 3: Plattegronden van de zes bemonsterde groepen eiken in de Bosjes van Poot. Alle punten vertegenwoordigen posities van de stamvoeten. Stammen met dezelfde kleur zijn genetisch identiek en vormen dus één individu. Een genetisch identieke groep noemen we een cluster.

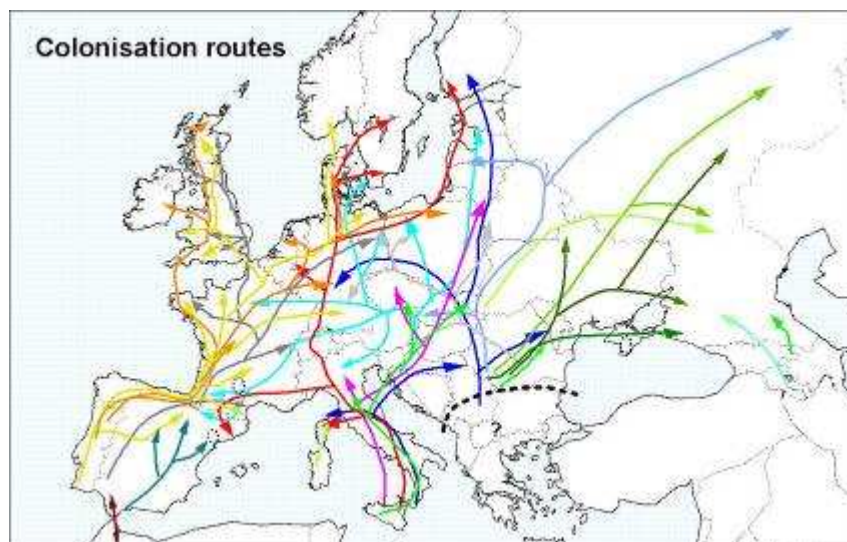
### 3.2 Herkomst van de eiken

Tijdens de laatste ijstijd (ongeveer 100.000 tot 10.000 jaar geleden) was het klimaat in Noordwest Europa ongeschikt voor boomgroei. De meeste boomsoorten die nu in Nederland groeien werden gedwongen zich terug te trekken naar Zuid-Europa en hebben daar in zogenaamde refugia de ijstijd overleefd totdat het klimaat weer verbeterde en zij weer noordwaarts trokken.

Het afgelopen decennium heeft met steun van de EU een grootschalig onderzoek plaatsgevonden naar de kolonisatie van de eik over Europa sinds de laatste ijstijd (Petit et al. 2002a; 2002b). De belangrijkste conclusie van dat onderzoek was dat er drie refugia zijn geweest in Zuid-Europa van waaruit rekolonisatie van Europa heeft plaatsgevonden: Spanje, Italië en de Balkan (zie fig. 4). Ieder refugium werd gekenmerkt door zijn eigen specifieke chloroplast varianten (haplotypen). West-Nederland en Engeland zijn gekoloniseerd, via Frankrijk, door het Spaanse chloroplast type. Midden Europa is voornamelijk gekoloniseerd vanuit het Italiaanse refugium en het Balkan type heeft zich oostwaarts richting Rusland verspreid.

Uit onderzoek voor de Nederlandse Rassenlijst van Bomen is gebleken dat in de Nederlandse eikenopstanden regelmatig individuen met een Balkan chloroplast type opduiken. Vaak is dit te herleiden tot aanplant activiteiten in de periode 1800-1900. Zaadmateriaal is toen uit de Balkan regio hierheen gekomen en gebruikt. Eiken met een Balkan chloroplast type kunnen niet als autochtoon Nederlands materiaal worden beschouwd. Ook een mix van meer dan twee haplotypen binnen een gebied duidt op de inbreng van gebiedsvreemd materiaal (Buiteveld & Koelewijn 2006).

Alle zes onderzochte eikenclusters in de Bosjes van Poot bleken van het Spaanse chloroplast type (haplotype 12; Bijlage 2) te zijn. Van de vier losse monsters bleken drie bomen van het zelfde Spaanse haplotype te zijn, maar van één los individu (DH9-1; Bijlage 2) werd een Balkan herkomst vastgesteld (haplotype 7). Dit wijst erop dat er in het verleden eiken moeten zijn aangeplant die van een herkomstgebied afkomstig zijn dat ver buiten Nederland ligt (zie verder paragraaf 5.3).



Figuur 4: Kolonisatieroutes van de eik na het einde van de laatste ijstijd. De gele lijnen zijn de eiken van Spaanse herkomst (waaronder haplotype 12) die op eigen kracht Nederland hebben bereikt. De blauwe lijnen zijn eiken die vanuit de Balkan Europa hebben gekoloniseerd (waaronder haplotype 7). Zij hebben Nederland nooit op eigen kracht kunnen bereiken. Figuur uit Petit et al. 2002a.



## 4. Uiterlijke kenmerken en groei van de eikenclusters

In dit hoofdstuk worden beschrijvingen gegeven van de zes onderzochte eikenclusters in de Bosjes van Poot. Per cluster wordt aangegeven waar deze zich bevindt binnen het terrein, worden de uiterlijke kenmerken beschreven van de bovengrondse stammen en vervolgens van de ondergrondse delen (voor zover deze zijn onderzocht). Ten slotte wordt informatie gegeven over de gegevens uit het jaarringonderzoek. De locaties van de eikenclusters in de Bosjes van Poot is weergegeven in figuur 2. Gedetailleerde informatie over bemonstering en meetresultaten zijn te vinden in bijlagen 3 en 4.

Aan het slot van dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van alle onderzochte clusters samen, waarbij onderlinge overeenkomsten en verschillen worden besproken.

### 4.1 Cluster 1

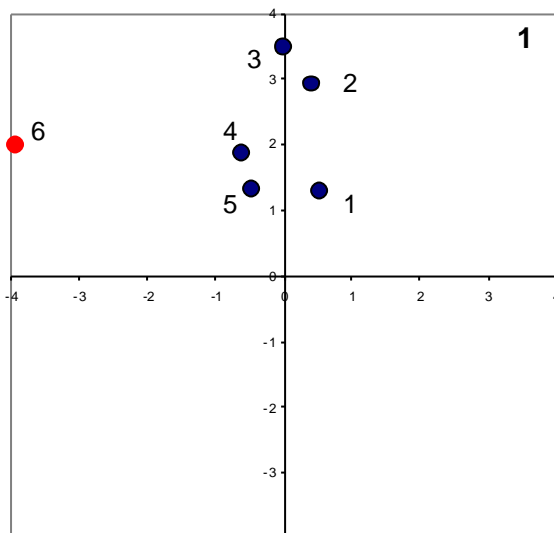
Dit cluster staat vlak bij één van de ingangen van de Bosjes van Poot aan de zijde van de Laan van Poot (zie fig. 2). Het terrein is hier vlak en de cluster ligt goed beschermd tegen directe zeewind.

Het is een fraai gevormde groep van vijf stammen, waarvan een aantal bomen breed uitwaaiert. De cluster bestaat uit 5 genetisch identieke stammen met van alle clusters de dikste stammen (gemiddelde diameter: 45 cm). De stammen komen allemaal samen rond een centraal punt (zie fig. 6).

Bij opgraving bleken deze stammen allemaal op een grote hakhoutstoof te staan die grotendeels onder de grond verborgen zat (zie fig. 6).

Het aantal geschatte jaarringen van drie van de vier bemonsterde stammen in cluster 1 bedroeg 117–118. De bovengrondse stammen dateren daarmee rond 1890 (zie fig. 7).

De kern van een aantal stammen bestond uit zacht hout. Het was reeel te veronderstellen dat ook in de ondergrondse delen het hout zacht was. Daardoor bestond het gevaar dat bij het nemen van een boormonster de boor niet meer uit het hout te halen was. Daarnaast is vanwege de zeer warrige groei van eikenstoven een correcte datering nauwelijks mogelijk. Om deze redenen zijn de ondergrondse delen niet verder bemonsterd.

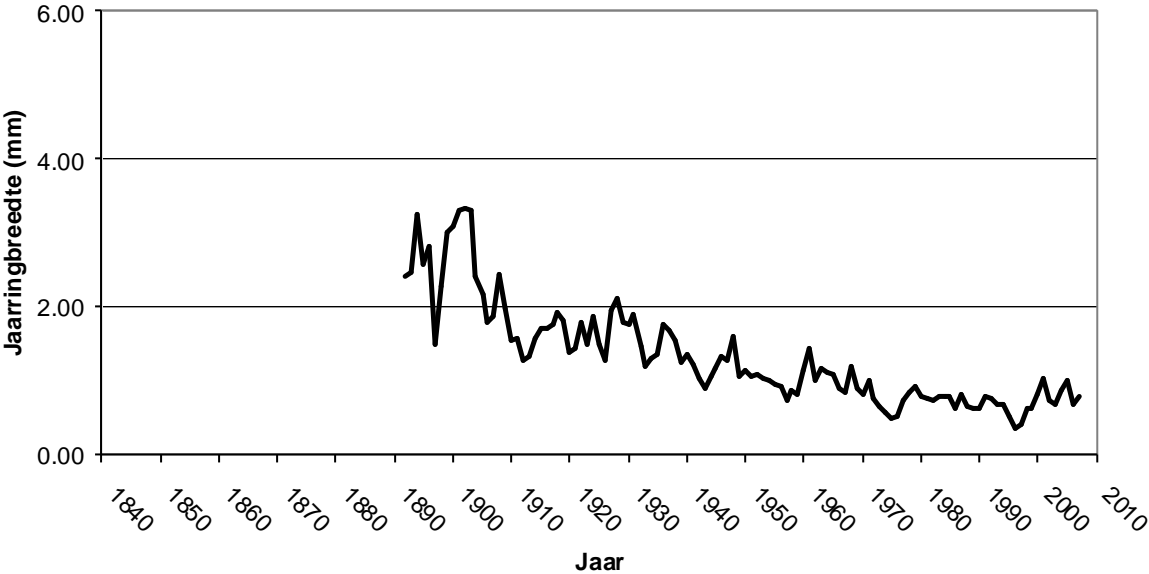


Figuur 5:

Posities en nummers van de stammen binnen eikenduster 1. De roodgekleurde stam is voor de zekerheid mee bemonsterd, maar bleek tot een ander genetisch individu te behoren.



Figuur 6: Cluster 1, bestaand uit een groep van 5 genetisch identieke stammen. Rechts de gedeeltelijk blootgelegde hakhoutstomp waarop de huidige stammen groeien.



Figuur 7: Gemiddelde jaarringbreedte van vier stammen in cluster 1.

## 4.2 Cluster 2

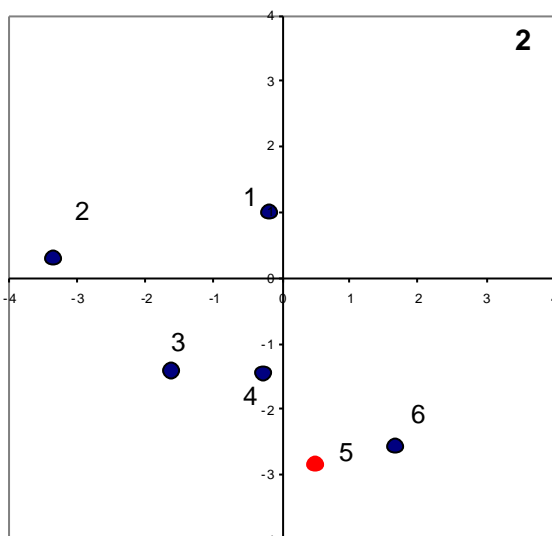
Cluster 2 staat aan de noordoost rand van het bosgedeelte op de rug van een duin vlak naast de rioolwaterzuivering (zie fig. 2). Het ligt op een noordoost helling aan de landinwaartse zijde van de duintop.

Het cluster bestaat uit 5 genetische identieke stammen met daartussen één stam met een afwijkend genotype. Bovengronds was voor aanvang van de opgraving al een duidelijk horizontale verbinding te zien tussen boom 2 en 3. Na opgraving bleken ook de andere stammen in dit cluster ondergronds verbonden te zijn met horizontale stamdelen (zie fig. 8 en 9).

Van geen van de vijf bemonsterde stammen kon met zekerheid het volledige aantal aanwezige jaarringen worden gemeten. Stam 3 werd geschat op ongeveer 100 jaar oud. De stammen 1, 4 en 5 werden geschat tussen de 154 en 159 jaar oud. Daarmee kan de leeftijd van de bovengrondse stamdelen in de cluster gedateerd worden rond 1848, behalve de veel jongere stam 3 (zie fig. 10 en Bijlage 3).

De leeftijd van de ondergrondse structuren werd op basis van twee van de drie houtmonsters geschat op 166 jaar. De ondergrondse delen zijn dus iets ouder dan de bovengrondse delen, en dateren rond 1840 (zie fig. 10 en Bijlage 4).

Zowel de bovengrondse als de ondergrondse delen vertonen een opvallend trage groei in periode tussen 1880 en 1910 (zie fig. 10). Deze trage groei is gerelateerd aan begraving van het hout (zie fig. 11). Begin 20<sup>e</sup> eeuw neemt de groei flink toe tot de 60er jaren waarin een korte periode de groei erg traag is. Daarna neemt de groei weer toe, waarbij opvalt dat de groei van de ondergrondse delen duidelijk achterblijft bij de bovengrondse delen. Houtmonsters van de horizontale verbinding die ook al voor het opgraven zichtbaar was (zie fig. 9, linksboven) lieten zien dat deze verbinding als takhout is begonnen. Tussen 1862 en 1863 is deze tak begraven geraakt onder duinzand (zie fig. 11), en kwam in 1922 weer bloot te liggen.

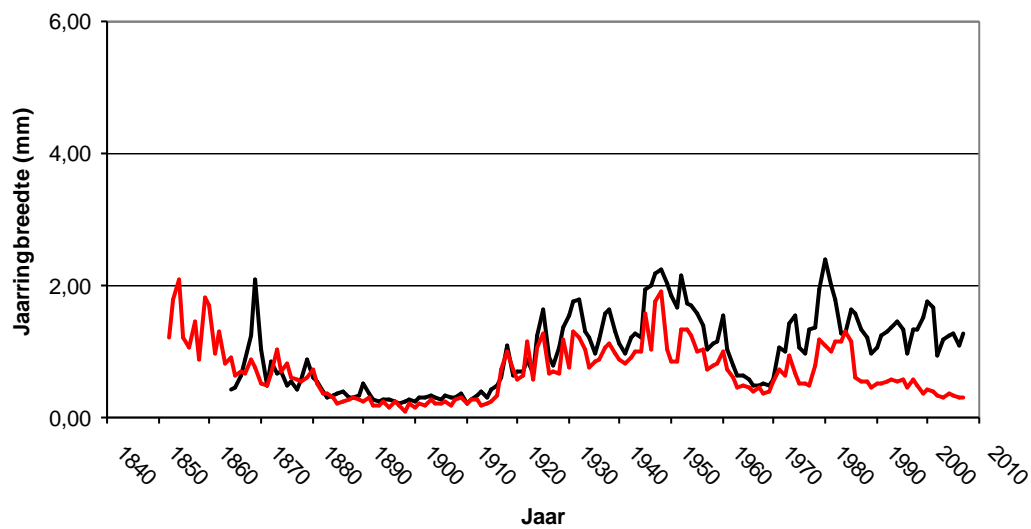


Figuur 8:

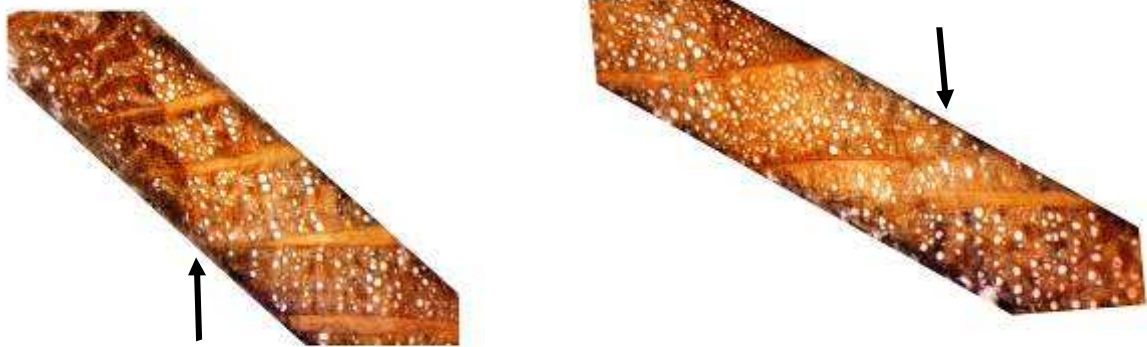
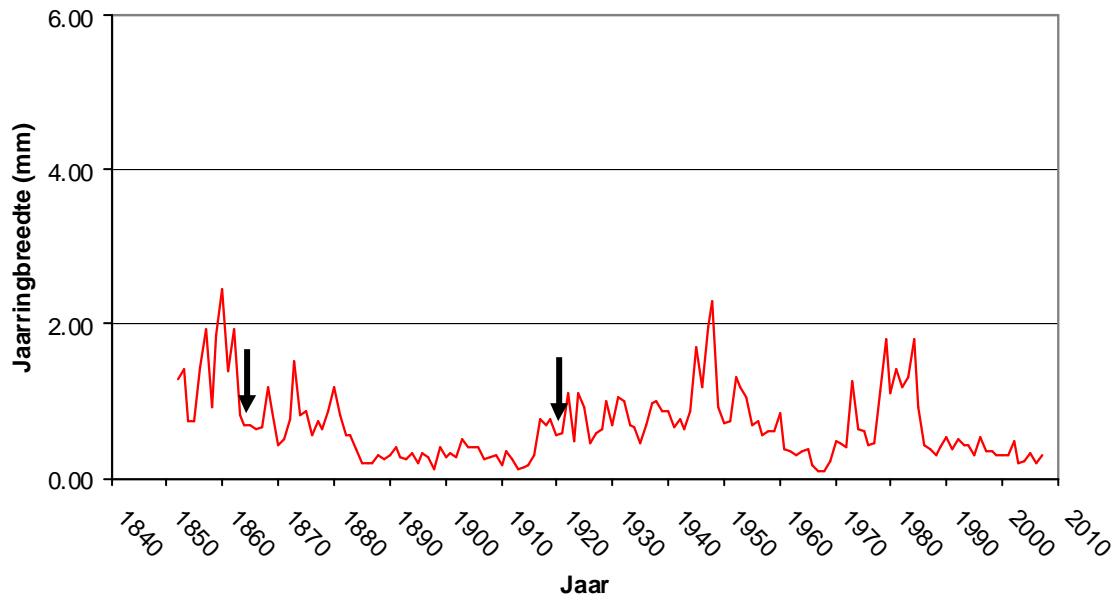
Posities en nummers van de stammen binnen eikenduster 2. De roodgekleurde stam lijkt onderdeel uit te maken van het cluster, maar bleek tot een ander genetisch individu te behoren.



Figuur 9: Cluster 2, bestaand uit 5 genetisch identieke stammen. Linksboven een deel van de cluster in het najaar, en rechtsboven de uitgegraven cluster vanuit dezelfde positie. Alle bomen zijn verbonden met ondergrondse horizontale stamdelen. Dit zijn takken die afleggers hebben gevormd doordat nieuwe wortels zijn ontstaan aan de takken (linksonder). Op sommige plekken zijn aan deze afleggers weer nieuwe takken ontsproten, maar deze vertonen een slechte groei (rechtsonder).



Figuur 10: Gemiddelde jaarringbreedte van de vijf stammen van cluster 2 (zwart) en drie monsters van ondergrondse delen (rood).



Figuur 11: Veranderingen in jaarringbreedte en houtanatomie van een monster genomen van een verbinding tussen stam 1 en 3 in cluster 2. De foto's laten een detail zien van het houtmonster. De foto's zijn zodanig weergegeven dat de jaarringen steeds min of meer verticaal lopen. De witte rondjes zijn de grote houtvaten die in het voorjaar worden aangemaakt. De groei van de boom vond plaats van links naar rechts (hoe verder naar rechts, hoe recenter het hout). De horizontale banden op de foto zijn de mergstralen.

De linker pijl in de grafiek geeft het jaar 1863 aan, de jaarring gevormd in dit jaar wordt aangegeven met de pijl in de linker foto. Hierin is te zien dat in 1863 de jaarringbreedte plotseling heel snel afneemt (de jaarringen links van de pijl zijn veel breder). Dit is het moment dat de tak begraven is geraakt onder het zand. De rechter pijl in de grafiek geeft het jaar 1922 aan. In dit jaar neemt de breedte van de jaarringen plotseling toe (foto rechts). Gedurende de periode van 1863 tot 1922 lag de verbinding tussen stam 1 en 3 begraven onder het zand. In 1922 is de verbinding als gevolg van erosie weer boven de grond gekomen en zo tot de dag van vandaag bloot blijven liggen.

### 4.3 Cluster 3

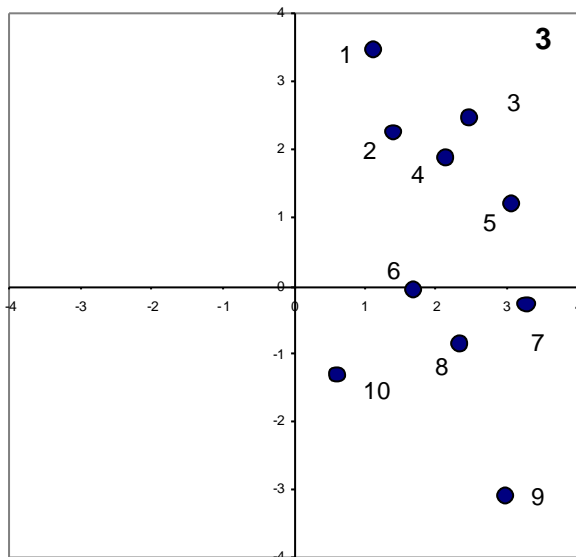
Cluster 3 staat naast cluster 2, aan de rand van het bos grenzend aan de rioowaterzuivering (zie fig. 2). Evenals cluster 2 ligt het op de landinwaarts gerichte zijde van het duin, onder de top en is dus enigszins beschermd tegen directe zeewind.

Het cluster bestaat uit tien genetisch identieke stammen (zie fig. 12).

Opvallend was dat de bomen in het centrum min of meer recht omhoog groeiden, terwijl de bomen aan de uiteinden van de cluster in een scherpe hoek uit de grond omhoog kwamen (fig 13). Dit suggereert dat dit uiteinden zijn van ondergrondse horizontaal uitgegroeide structuren. De bijna horizontale groei van enkele stammen duidt er verder op dat deze in de periode dat zij opgroeiden niet omringd werden door andere bomen.

Het boormonster van stam 4 in cluster 3 telde met zekerheid 152 jaarringen. Deze stam is dus rond 1850-1855 ontstaan. Het boormonster uit stam nummer 2 telde 140 jaarringen met 10 geschatte missende jaarringen. De twee overige bemonsterde stammen konden niet gedateerd worden (vanwege een onbekend aantal missende jaarringen in het houtmonster), maar zijn met zekerheid ouder dan 119 jaar (zie fig. 14).

Deze grootste onderzochte cluster (tabel 1) is verder niet opgegraven, dus over ondergrondse verbindingen is niets bekend (maar zie de opmerking hierboven).

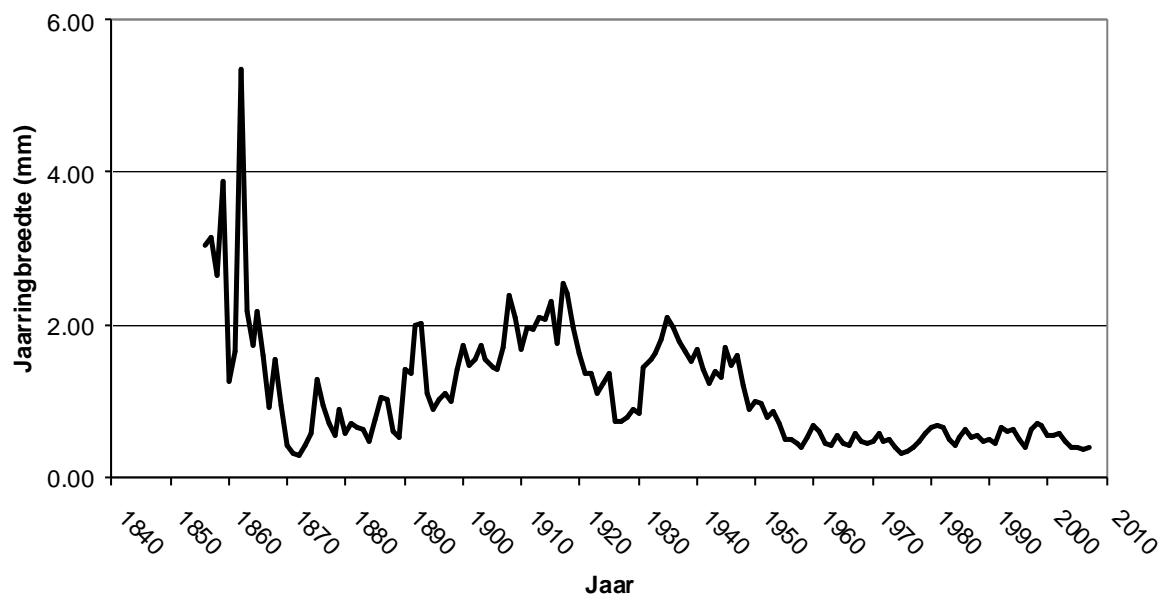


Figuur 12:

Posities en nummers van de stammen binnen eikenduster 3. Alle stammen behoren tot hetzelfde individu.



Figuur 13: Cluster 3 met allemaal genetisch identieke bomen. Let op de stam op de rechterfoto die onder een zeer scherpe hoek uit de grond komt.



Figuur 14: Gemiddelde jaarringbreedte van vier stammen uit cluster 3.

## 4.4 Cluster 4

Cluster 4 staat direct tegenover clusters 2 en 3 (zie fig. 2), aan de andere kant van het wandelpad.

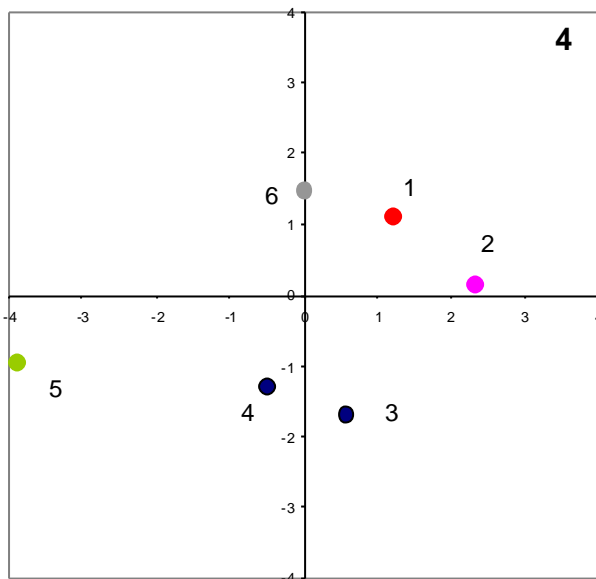
In de groep onderzochte eiken zijn alle bomen genetisch verschillend, op twee bomen na. Deze vormen het cluster 4 (zie fig. 15). Bij beide bomen komt de stamvoet in een scherpe hoek uit de bodem. Stam 4 vertakt zich vlak boven de grond (zie fig. 16).

Stam 3 in cluster 4 telde met zekerheid 153 jaarringen en dateert dus rond 1850. De monsters in stam 4 bevatten te veel missende jaarringen om een goede leeftijdsschatting te kunnen maken, maar is waarschijnlijk even oud (in ieder geval ouder dan 117 jaar). De stammen vertonen over de gehele leeftijd een trage groei (zie fig. 17).

De bomen in cluster 4 zijn uitgegraven en bleken ondergronds met elkaar verbonden te zijn via horizontale structuren die op één punt samen kwamen. Aan deze verbindingen en rondom het centrale punt zaten talloze resten van stammen die al eerder afgestorven waren of afgezaagd (zie fig. 16).

Het ondergrondse deel, dat bovengronds doorliep in stam 4, telde 135 jaarringen met een geschat aantal van 10 missende jaarringen (zie fig. 17 en Bijlage 4). De brede jaarringen van het ondergrondse stamdeel zijn ontstaan als gevolg van reactiehout (waarbij de boom plaatselijk extra hout aanmaakt om een scheefstand van de stam te kunnen corrigeren).

In de bodem in en rondom de cluster was op ongeveer 20 cm diepte een duidelijke grijskleuring in het zand te zien (zie fig. 16). Dit is het restant van een vroeger bodemoppervlak. Het lichte zand boven deze grijskleuring bestond uit zand dat over de oude bodem heen is gestoven.



Figuur 15:

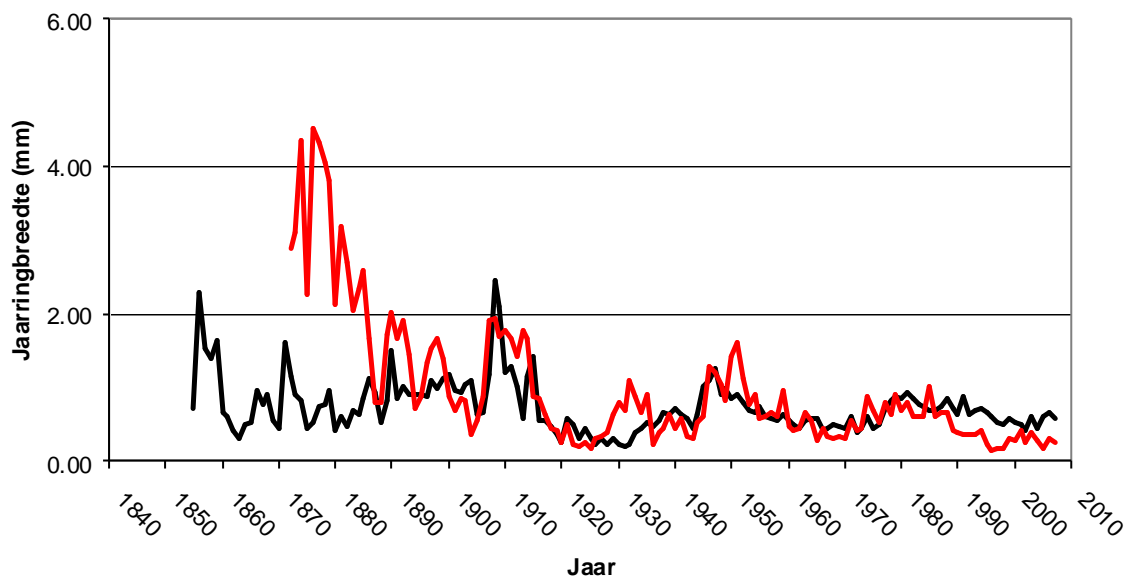
Posities en nummers van de stammen binnen eikendcluster 4. Deze cluster bestaat uit slechts 2 stammen (nrs. 3 en 4). De overige stammen, waarvan het in het veld lijkt alsof ze samen met stam 3 en 4 één groep vormen, behoren alle tot verschillende individuen.





Figuur 16:

Groep 4, waarvan de stammen op twee na alle verschillende genetische individuen bevat. Op de foto linksboven zijn de twee stammen aan de linkerkant genetisch identiek (het tweestammige gedeelte helemaal links is als één geheel beschouwd). Ondergronds zijn deze stammen verbonden op het punt iets boven het midden op de foto rechtsboven. De foto linksonder laat een detail zien van de bodem in de cluster, met het begraven profiel als grijs zand zichtbaar en daar bovenop het lichter gekleurde zand dat daar overheen is gestoven.



Figuur 17: Gemiddelde jaarringbreedte van de twee stammen van cluster 4 (zwart) en een monster van een ondergronds deel (rood).

## 4.5 Cluster 5

Cluster 5 bevindt zich langs het verharde pad in het noordelijk gedeelte van de Bosjes van Poot, daar waar het pad splitst richting Nieboerweg en richting uitkijkpunt. Het cluster staat op de zeewaarts gerichte helling van het duin en staat bloot aan wind van zee (zie fig. 2).

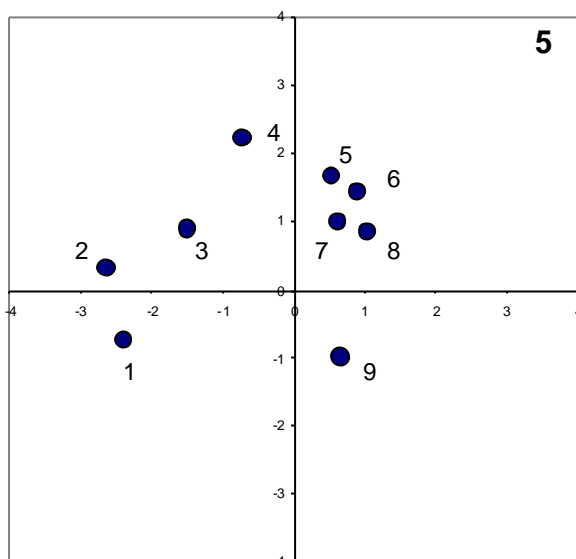
De cluster bestaat uit negen genetisch identieke stammen, waarvan de nrs. 5 tot en met 8 in een groepje bijeen staan en de overige stammen verspreid daar om heen (zie fig. 18).

De stammen van cluster 5 zijn waarschijnlijk allemaal van dezelfde leeftijd. De leeftijd van één stam werd met zekerheid vastgesteld op 99 jaar (zie Bijlage 3). De leeftijd van vier andere stammen werd geschat tussen de 89 en 98 jaar. De stammen dateren allen waarschijnlijk van een kap rond 1906 (zie fig. 20).

In dit cluster waren de stammen ondergronds niet duidelijk met elkaar verbonden in het uitgegraven gedeelte, behalve de twee stammen 7 en 8. De zichtbare wortels uit deze stammen zijn duidelijk jonger dan het omringende hout. De stammen staan dus op een stobbe die nu geheel overgroeid is. Dit is de eerste stap naar de vorming van een hakhoutstoof. Op dit punt is de boom waarschijnlijk slechts een maal gekapt. Stam 9 staat het verst af van de andere stammen en vertoont geen duidelijke verbinding met andere delen van deze cluster (zie fig. 19).

De ondergrondse delen die zijn bemonsterd gaven eenzelfde leeftijdsschatting als de bovengrondse delen. Één bruikbaar monster had 88 jaarringen en met een schatting van 8 missende jaarringen zou dit stamdeel in dezelfde periode als de bovengrondse delen zijn ontstaan (zie fig. 20 en Bijlage 4).

Het ondergrondse stamdeel betreft de onderkant van stam 6 die schuin omhoog groeit tussen stammen 5 en 7 door. Deze stam is juist zichtbaar op de achtergrond in zie fig. 19, rechtsonder.

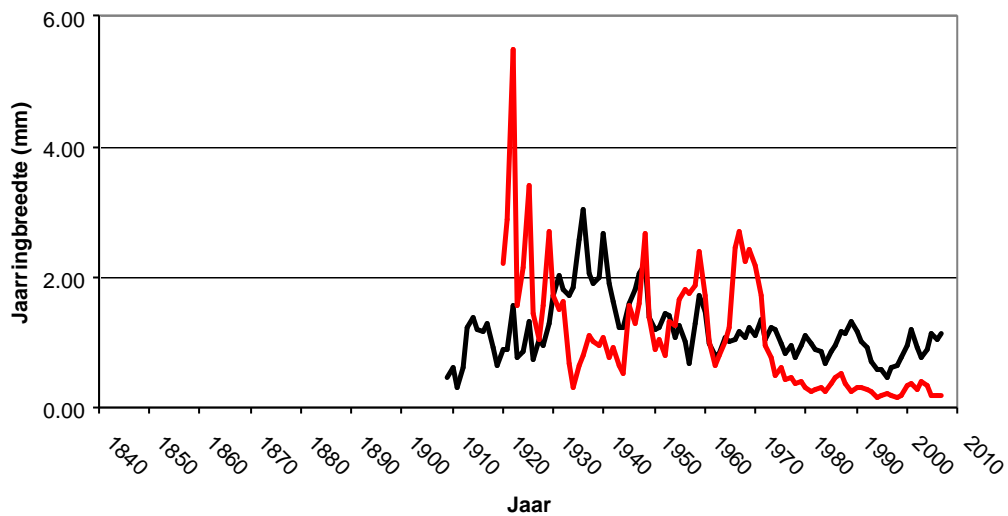


Figuur 18:

Posities en nummers van de stammen binnen eikenduster 5. Alle stammen behoren tot hetzelfde individu.



Figuur 19: Cluster 5 in het najaar (linksboven) en tijdens de opgraving vanuit ongeveer dezelfde richting (rechtsboven). De cluster is tot meer dan een halve meter diepte uitgegraven, maar er werden geen verbindingen tussen de stammen aangetroffen. Dieper graven was onverantwoord gezien de schade die daardoor zou ontstaan. De stammen 7 en 8 waren ondergronds verbonden (rechtsonder). De basis van die verbinding heeft de vorm en opbouw van uitgroeide telgen aan een oude stobbe.



Figuur 20: Gemiddelde jaarringbreedte van 6 stammen (in zwart) en twee monsters van ondergrondse delen (in rood) van cluster 5.

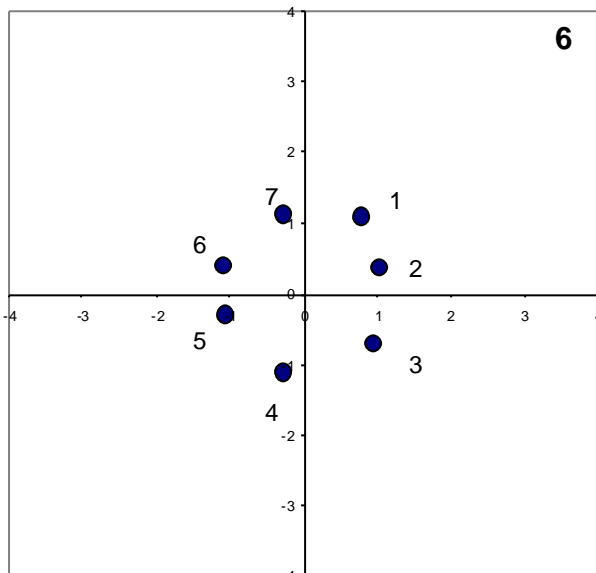
## 4.6 Cluster 6

Cluster 6 staat aan de andere kant van het verharde pad schuin tegenover cluster 5. Het staat op een zeewaarts gerichte helling van het duin en staat direct bloot aan wind van zee (zie fig. 2).

Dit cluster is bijna perfect cirkelvormig en bestaat uit zeven genetisch identieke stammen (zie fig. 21 en 22).

De stammen van deze cluster hebben een variabele leeftijd. De enige stam die met zekerheid gedateerd kon worden was 61 jaar oud. Deze stam week qua leeftijd sterk af van de rest van de stammen. Drie andere stammen waren ongeveer 90-100 jaar oud. De drie overige stammen konden niet worden gedateerd wegens teveel ontbrekende jaarringen in desbetreffende boommonsters. Het maximaal aantal gemeten jaarringen bedraagt 90 (zie fig. 23 en Bijlage 3).

Cluster 6 is niet verder onderzocht op ondergrondse verbindingen.



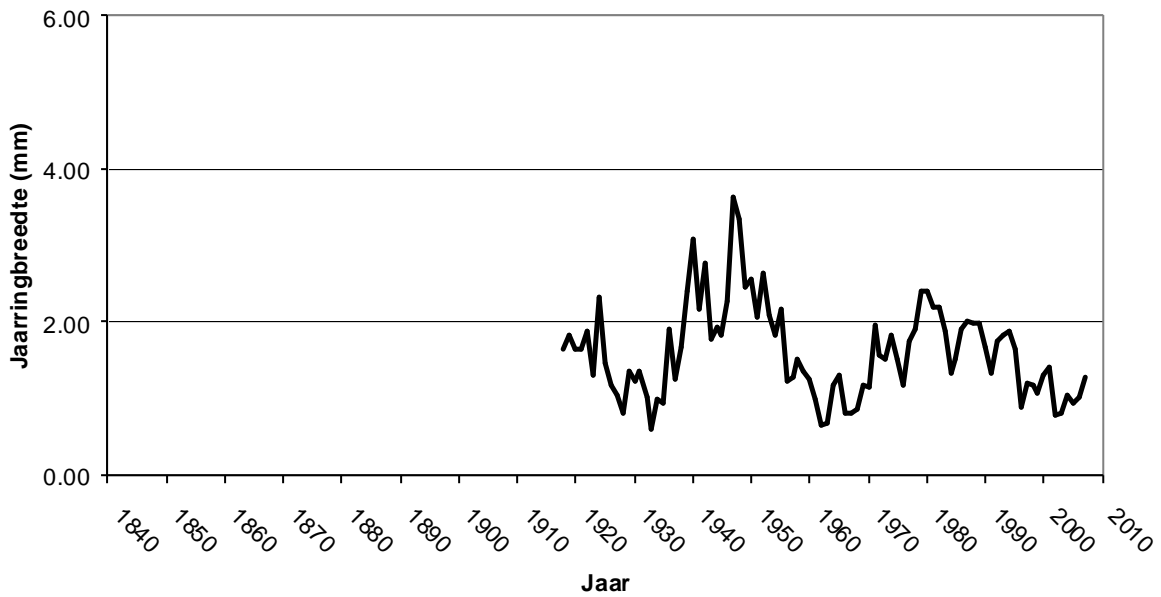
Figuur 21:

Posities en nummers van de stammen binnen eikendcluster 6. Alle stammen behoren tot hetzelfde individu.



Figuur 22:

Cluster 6, bestaande uit genetisch identieke stammen. Op de achtergrond aan de overkant van het pad is cluster 5 zichtbaar.



Figuur 23: Gemiddelde jaarringbreedte van alle zeven stammen in cluster 6.

#### 4.7 Overzicht van de onderzochte clusters

De onderzochte clusters kunnen op basis van het jaarringonderzoek en onderzoek aan ondergrondse structuren worden ingedeeld in drie categorieën (zie tabel 1 en fig. 24). Deze categorieën zijn gerelateerd aan de locatie waar zij zijn aangetroffen in de Bosjes van Poot.

Tabel 1: Belangrijkste onderzochte kenmerken van de 6 eikenclusters in de Bosjes van Poot.

Cluster	Aantal stammen	Grootste afstand tussen stammen (m) <sup>1</sup>	Ondergronds onderzocht	Ontstaanswijze	Geschatte ouderdom stammen	Geschatte ouderdom ondergronds	Categorie <sup>3</sup>
1	5	3.1	Ja <sup>2</sup>	hakhout	± 1890	--	A
2	5	5.6	Ja	afleggers	± 1850	± 1840	B
3	10	6.1	Nee	afleggers	± 1855	--	B
4	2	1.2	Ja	afleggers	± 1855	± 1840	B
5	9	3.8	Ja	afleggers	± 1905	± 1840 <sup>4</sup>	C
6	7	2.2	Nee	afleggers	± 1905	--	C

1. Gemeten vanuit het hart van de verst van elkaar staande bomen op ongeveer 30 cm hoogte.

2. Alleen uitgegraven, geen houtmonsters verzameld.

3. Categorie A = hakhout, B = overstoven struik, C = overstoven struik en een maal afgezet.

4. Oudste delen zijn wegens onbereikbaarheid niet bemonsterd. Leeftijdsschatting op basis van andere clusters.

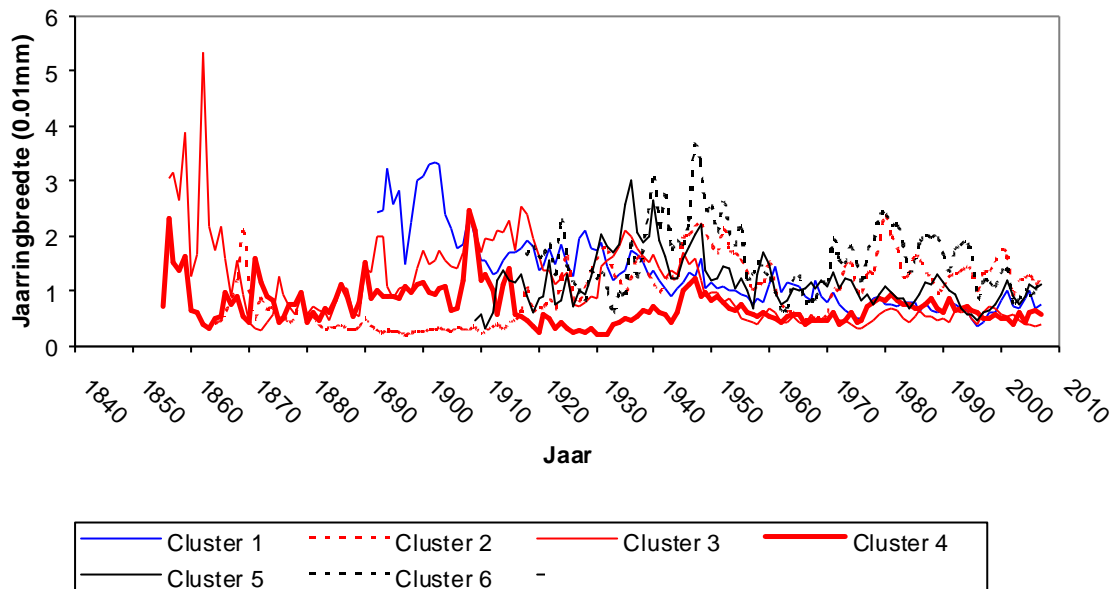
**Categorie A** bestaat uit alleen cluster 1. De stammen van cluster 1 staan op een duidelijke hakhoutstoof, en dateren rond 1890. Over de ouderdom van de stoof is niets bekend. Deze cluster staat aan de rand van de Bosjes van Poot, waarschijnlijk net buiten de rand van de oorspronkelijke ontginning van Houtrust (zie Hoofdstuk 5).

**Categorie B** bestaat uit de clusters 2, 3 en 4. Van clusters 2 en 4 staat vast dat zij zijn ontstaan doordat takken begraven zijn geraakt als gevolg van het inwaaien van zand waardoor afleggers zijn ontstaan. Gezien de scherpe hoeken waarmee enkele stammen uit cluster 3 uit de grond omhoog komen is een dergelijk ontstaansmechanisme ook voor deze cluster het meest waarschijnlijk.

De clusters 2, 3, en 4 bevatten de oudste bomen en staan allen in het noordoostelijk deel van de Bosjes van Poot, bovenop een rug van het duin. De onderzochte stammen en ondergrondse stamdelen dateren rond de periode 1840-1860.

**Categorie C** bestaat uit de clusters 5 en 6. Zij staan op de rug van een hoog duin. Er zijn bij de opgraving van cluster 5 geen duidelijk verbindende structuren aangetroffen tussen de stammen onderling. Het is zeer waarschijnlijk dat deze verbindingen dieper in de grond zitten, maar die konden niet worden blootgelegd zonder de wortels te veel te beschadigen bij het uitgraven. Dit zou betekenen dat het oorspronkelijke begin van de stammen van cluster 5 tot meer dan een meter diep begraven ligt onder het zand. Gezien de positie van dit cluster (aan de zeezijde van de duinrug) is dit goed mogelijk.

De stammen dateren rond 1900-1910. In cluster 5 is te zien dat een aantal bomen duidelijk is ontsproten aan eerder afgehakte stammen en hebben als gevolg daarvan een beginnende hakhoutstoof aan hun stambasis (zie fig. 19). Deze categorie clusters is waarschijnlijk op de zelfde wijze ontstaan als de clusters uit categorie B, maar de uitgroeïende begraven takken zijn rond 1905 afgehakt en vervolgens weer uitgelopen.

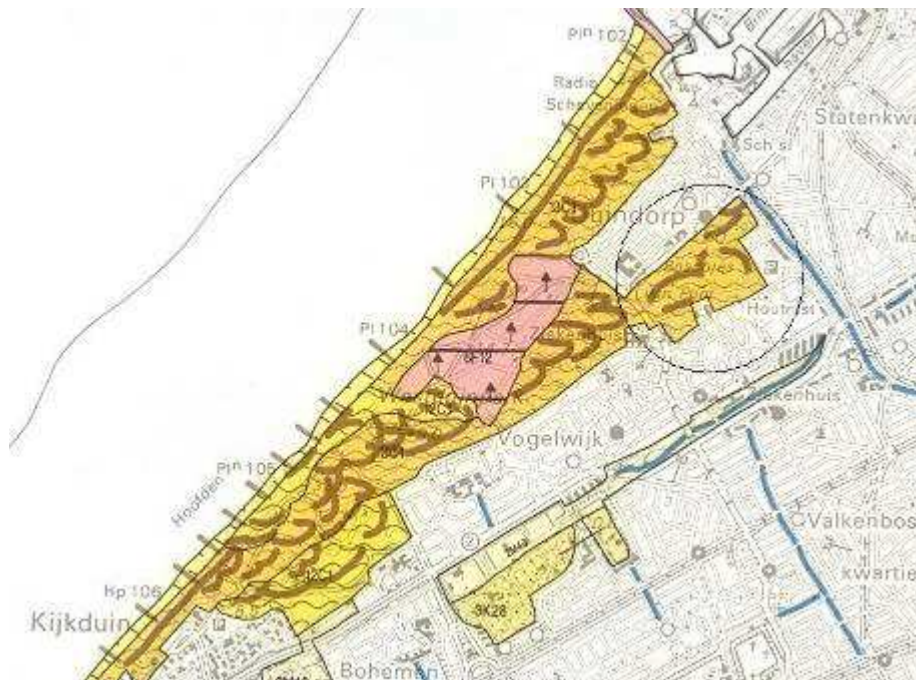


Figuur 24: Gemiddelde jaarringbreedtes van de bovengrondse stamdelen van de zes bemonsterde eikendusters in de Bosjes van Poot. De drie onderscheiden categorieën zijn met verschillende kleuren aangegeven (categorie A = blauw, B = rood, C = zwart).

## 5. Het ontstaan van de eikenclusters

### 5.1 Een korte historie

De Bosjes van Poot liggen op wat nu de binnenduinrand genoemd wordt. In feite ligt het gebied op de grens tussen het nog bestaande buitenduin en het bijna volledig afgegraven middenduin. De oorspronkelijke binnenduinrand is samen met het middenduin afgegraven (Doing, 1988). Het gebied bestaat uit een jonge duinenrij die ongeveer oost-west loopt en aan de oostzijde naar het zuiden afbuigt (zie fig. 25). Het zuidelijk deel vormt de overgang naar een voormalige strandvlakte (de oude Segbroekvallei) (Anonymus 2005).



Figuur 25: Detail van de geomorfologische kaart 1:50.000, kaartblad 30, Uitgave 1996, Stiboka. De Bosjes van Poot zijn omcirkeld. Het gehele gebied wordt ingedeeld als "Hoge kustduinen met bijbehorende vlakten en laagten". Op deze schaal is het vlakke zuidelijke gedeelte (het afgegraven gedeelte als overgang naar de voormalige strandvlakte) niet weergegeven.

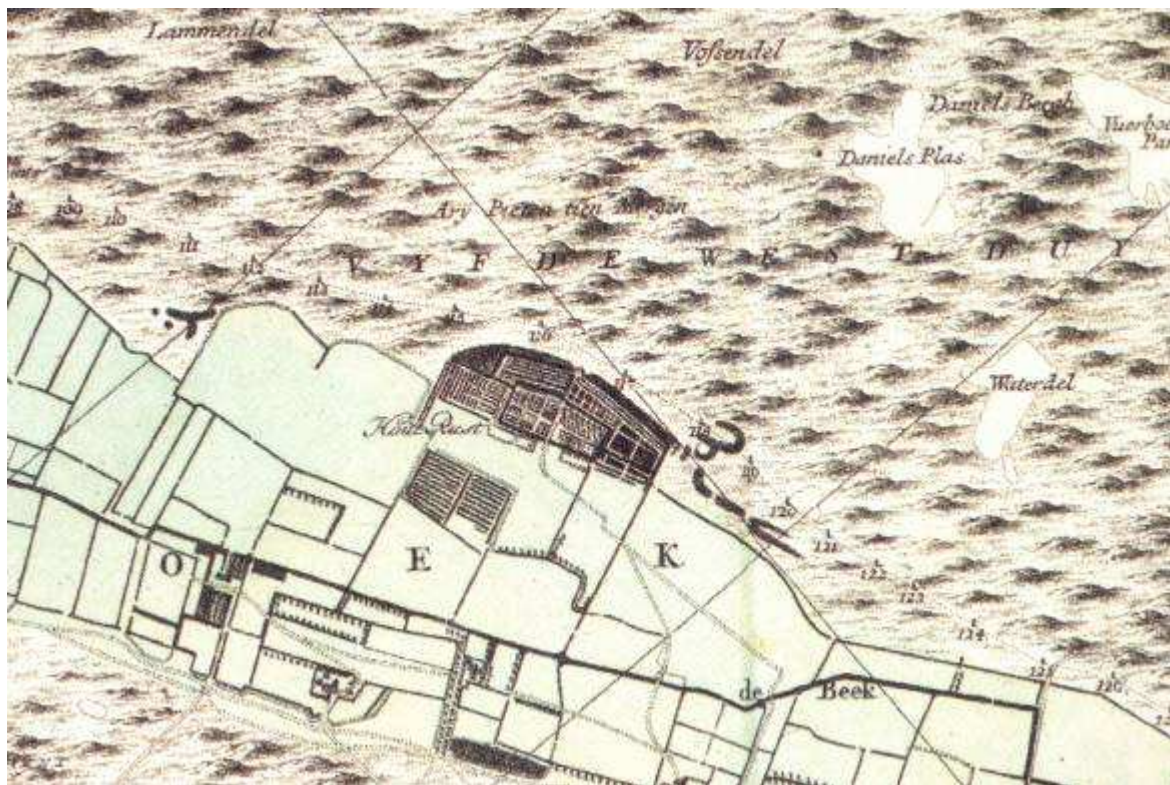
Het zuidelijk gedeelte van de Bosjes van Poot is reeds in de 17<sup>e</sup> eeuw ontgonnen (Gieskes, 2006). Het is goed mogelijk dat het binnen- en middenduin bij deze gelegenheid is afgegraven tot (dicht) aan het vlak van de oude strandwal. In 1708 is deze ontginning verkocht en kreeg toen de naam "Houtrust". Op de kaart van Cruquius uit 1712 is Houtrust in detail opgetekend (zie fig. 26). Bij vergelijking met de huidige situatie blijkt dat het ontgonnen gebied slechts een klein deel betreft van de huidige Bosjes van Poot (Gieskes, 2006). In feite betreft deze ontginning het min of meer vlakke gedeelte van de Bosjes van Poot. De onderzochte eikenclusters liggen allemaal buiten deze ontginning op het duin, behalve cluster 1 dat wellicht op de grens kan hebben gelegen van het oorspronkelijke Houtrust. In de loop der jaren is Houtrust steeds verder uitgebreid naar het zuiden toe in de richting van de Haagse Beek (waar nu een deel van de Vogelwijk ligt). In 1833 komt Houtrust in koninklijk bezit, en wordt uiteindelijk in 1907 verkocht aan de gemeente Den Haag.

## 5.2 Een korte bosgeschiedenis

Er is op dit moment weinig in detail bekend over de geschiedenis van het bos in de Bosjes van Poot. Hieronder beperken we ons hoofdzakelijk tot een voorlopige interpretatie van beschikbaar kaart- en beeldmateriaal. Nader archiefonderzoek moet meer informatie kunnen opleveren.

### Periode tot 1850

Op het kaartmateriaal van voor 1850 is nooit bos of andere begroeiing zichtbaar in het duingebied waar nu de eikenclusters staan. De duinen zijn steeds ingetekend als een kaal landschap met heuveltjes. Dit wil niet zeggen dat de duinen volledig onbegroeid waren, maar van een gesloten bosbegroeiing is zeker geen sprake. Op de kaart van Cruquius uit 1712 (zie fig. 26) zien we dat het oorspronkelijke Houtrust werd omgeven door een rand met begroeiing, waarschijnlijk bomen of struiken (hakhout?) langs de noordrand. Deze vegetatie had waarschijnlijk tot doel de buitenplaats te beschermen tegen instuivend zand. Rechtsonder is een aantal donkergekleurde vakken te zien die wellicht bestonden uit hakhoutpercelen. De overige percelen lijken vooral in landbouwkundig gebruik te zijn.



Figuur 26: Detail uit de kaart van Cruquius uit 1712 met in het midden Houtrust (kopie uit van Schuppen, 2006). Het grootste deel tussen de Haagsche Beek en de duinen betreft een afgraving van de oorspronkelijke duinen.



Op de Topografisch Militaire Kaart, verkend in 1850, is te zien dat de kern van het oorspronkelijke Houtrust wordt omringd door een gordel van bos (zie fig. 27). Het is waarschijnlijk dat dit ondermeer hakhout betreft. Een groot deel van de Houtrust is beplant met bos. Ook heeft men bos aangelegd ten noorden en oosten van het oorspronkelijke Houtrust. Het bos loopt tot aan het duin.

De helling van het duin juist ten noordwesten van het oorspronkelijke Houtrust is opvallend grijs ingekleurd. Hoewel die grijskleuring ook op andere plekken in het duin voorkomt, en daar meer een aanduiding voor relief moet zijn, lijkt hier een bosvegetatie te zijn aangeduid. De dichtheid daarvan moet aanzienlijk minder zijn geweest dan in de belendende bospercelen van de oorspronkelijke buitenplaats. De cartografische aanduiding voor deze mogelijke vegetatie loopt verder door langs de binnenrand van het duin in zuidwestelijke richting. Het is mogelijk dat hier sprake is van een beplanting van eik om het stuivende duinzand vast te leggen dat door de heersende zeewind continue het ontgonnen gebied zal zijn ingewaaid. Dat dit tot problemen heeft geleid is ook te zien aan de kaart uit 1850, waar het ontgonnen land, dat eerder nog zichtbaar was op de kaart van Cruiquius uit 1712 ten zuidwesten van Houtrust, nu volledig is overstoven geraakt met duinzand.



Figuur 27: Uitsnede van de Topografisch Militaire Kaart 1:50.000, verkend in 1850. De egaal-grijze vlakken zijn bos, en betreffen waarschijnlijk hakhout.

### Periode na 1850

Mol (1985) beschrijft het gebied van voor 1910 als een geaccidenteerd duinterrein met hier en daar wat eikenbosjes. Over de aard van deze bosjes is verder niets bekend, al refereert hij wel aan een “min of meer natuurlijk Duin-Eikenbos” (p. 29). De “natuurlijkheid” van dit bos moet niet al te letterlijk worden genomen. De duinen direct ten noorden van het oude Houtrust behoren tot het buitenduin. Dit zijn zeer jonge, kalkrijke duinen met een heel hoge dynamiek. In dit milieu is het zeer onwaarschijnlijk dat een vegetatie met eiken op ‘min of meer natuurlijke wijze’ tot ontwikkeling komt. Het Duin-Eikenbos is meer een bostype dat aangetroffen wordt op de ontkalkte en zure oude duinen en strandwallen die meer landinwaarts liggen (Doing, 1974). De door Mol beschreven bosjes moeten vrijwel zeker gezien worden als de restanten van aangeplant bos of natuurlijke opslag vanuit het nabijgelegen aangeplante bos. Dus niet de restanten van een bos dat al zeer lange tijd aanwezig was.

Hoe het duin eruit heeft gezien is voor een klein gedeelte af te leiden van een foto uit 1880 uit het Gemeentearchief van Den Haag (zie fig. 28). Links op de achtergrond een laan, vermoedelijk met eiken. De kronen van de bomen zijn door de zeewind naar een kant uitgroeid. Zij zijn op de foto allen naar rechts gericht, dus de fotograaf staat schuin met de rug naar zee. We kijken op de foto het dal in van de Haagse Beek (ongeveer in noordoostelijke richting) en staan hier dus op een duin langs de binnenrand van de duinen. Aan de vegetatie te zien was dit een schaars begroeid duin met flink wat open zand (zie fig. 28). Links van het midden staat een man in een struikgewas. Aan de structuur te zien zouden dit duindoorns kunnen zijn (een karakteristieke soort voor dit milieu). De struiken rechts betreffen waarschijnlijk eiken.



Figuur 28: Foto uit 1880, genomen bij de Bosjes van Poot. (Gemeentearchief Den Haag, nr. 0.12329.01)

Bij de overname van Houtrust door de gemeente Den Haag in 1907, en de hernaaming tot Bosjes van Poot, bestond een deel daarvan nog steeds uit hakhout. Oude foto's van het gebied laten zien dat het hakhout wordt doorsneden door lanen met opgaande bomen (zie fig. 29). Deze bomen vormen een zaadbron voor de omgeving. Het hakhout zelf werd waarschijnlijk steeds geoogst voordat de bomen daar zaad konden produceren. Het is opvallend in figuur 29 dat in het hakhout duidelijk plekken aanwezig zijn die niet bezet worden door bomen. Dit duidt erop dat het hakhout wellicht niet bedrijfsmatig meer werd onderhouden.



Figuur 29:

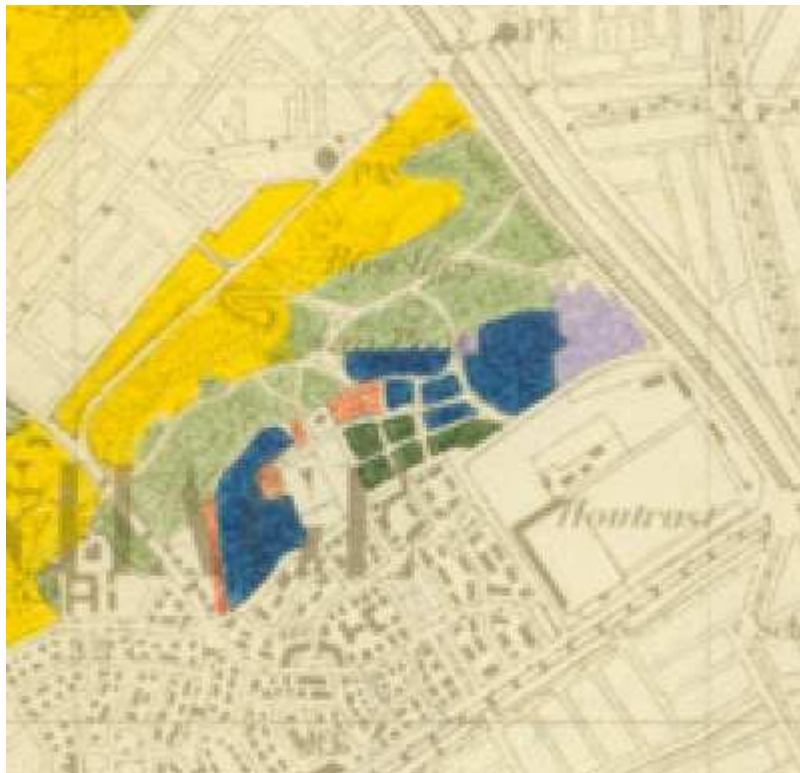
Twee foto's uit 1910 van de Bosjes van Poot uit het Gemeentearchief van Den Haag (foto nrs. 0.12355.01 en 0.12334.01). Langs de paden stonden opgaande bomen. Verder van het pad af zien we opgroeiend eikenhakhout. Op de foto's zijn rechts (foto boven) en links (foto beneden) van het pad open plekken in het hakhout te zien.

Tussen 1910 en 1918 werd het beboste gebied naar het noorden en westen toe uitgebreid door de aanplant van naaldhout, vooral Oostenrijkse den (*Pinus nigra*). Dit was het gedeelte dat over de eerste duinrand ligt (zie fig. 30).

In de eerste Nederlandse Bosstatistiek (1938-1942) is een gedetailleerde bostypenkaart gemaakt van de Bosjes van Poot. De nieuwe aanplant van Oostenrijkse den is goed zichtbaar als een lichtgroene gordel tussen het open duin in het noordwesten en het eikenbos in het zuidoosten (zie fig. 31). Het oostelijk deel, waar nu de rioolwaterzuivering staat, was bedekt met een heideachtige vegetatie. Op de kaart wordt onderscheid gemaakt tussen oud eikenbos (>40 jaar) en eikenhakhout.



Figuur 30: Luchtfoto uit 1930 van de Bosjes van Poot, met op de achtergrond Vogelwijk. Op de voorgrond de nieuwe aanplant van Oostenrijkse den. Daarachter tegen de duintop aan het opgroeiende eikenbos (donker gekleurd). Gemeentearchief Den Haag (foto nr. 0.87580.01)



Figuur 31: Kaart van de Bosjes van Poot uit de eerste Nederlandse Bosstatistiek 1938-1942. In de Bosjes van Poot zijn de volgende bostypen aanwezig: donkerblauw: eik > 40 jaar; donkergroen: hakhout; lichtgroen: naaldhout <25 jaar; geel: duin en zandverstuiving; oranje: overig loofhout <40 jaar.

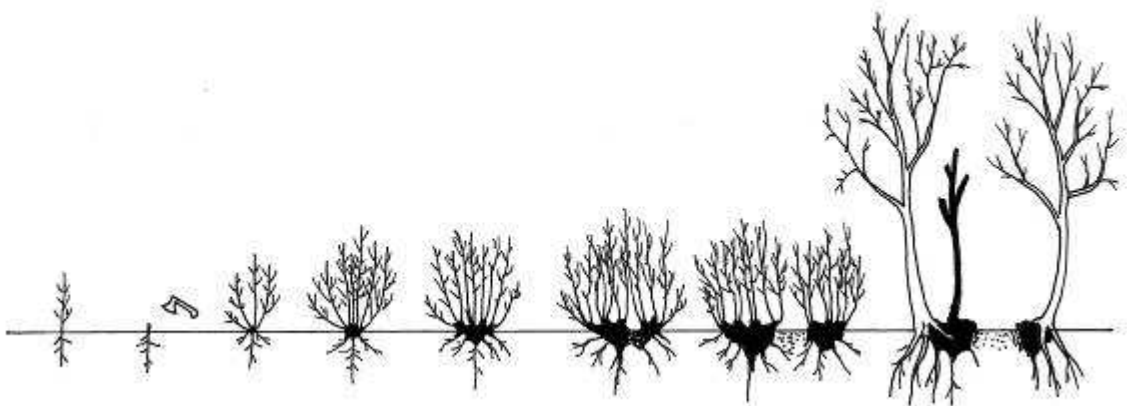
### 5.3 Het ontstaan van eikenclusters

Eikenclusters bestaan uit groepen van genetisch identieke stammen. De stammen komen dus voort uit één oorspronkelijke moederboom die zich op een of andere manier vegetatief heeft vermeerderd. Er bestaan bij de eik twee belangrijke mechanismen waarmee zo'n klonale groep kan ontstaan (Den Ouden & Spek 2007).

Het meest bekende mechanisme is hakhout (zie fig. 32), waarbij een moederboom wordt afgehakt waarna deze vervolgens weer aan de resterende stambasis (de stobbe) nieuwe scheuten maakt. Wanneer ook deze nieuwe scheuten weer worden afgehakt lopen de stobben daarvan opnieuw uit. Als dit zich regelmatig herhaalt ontstaat een hakhoutstoof. De scheuten aan deze stoof komen steeds verder van elkaar te staan en als deze scheuten kunnen uitgroeien tot bomen ontstaat zo een cluster van stammen die allemaal tot hetzelfde genetische individu behoren.

Een minder bekend mechanisme is het vormen van afleggers (zie fig. 33). Wanneer de takken van een eikenstruik om een of andere reden begraven raken kunnen deze takken nieuwe wortels produceren. De uiteinden van de begraven takken kunnen door blijven groeien en een (ogenschijnlijk) aparte stam vormen. Ondergronds kunnen de zo ontstane afleggers nog lange tijd met elkaar verbonden blijven. Als de nieuwe wortels zich verder ontwikkelen kan de verbinding ook verbroken worden en de stam dus als zelfstandige structuur verder groeien.

De cluster 1 bestaat uit bomen die hun leven zijn begonnen als uitgelopen scheuten aan de stobbes op een hakhoutstoof. Deze stoof staat op de grens van de oorspronkelijke buitenplaats Houtrust. Er zijn geen metingen gedaan aan de ouderdom van de stoof. In een bedrijfsmatige opgezette hakhoutcultuur bleven de eikenstoven 50-100 jaar productief. Daarna werden zij uitgegraven en vervangen door een nieuwe boom. De huidige stammen zijn opgegroeid rond 1890. De stambases staan maximaal 2 meter van elkaar verwijderd. Het is mogelijk dat deze stoof een 18<sup>e</sup> eeuwse oorsprong heeft. Ook een ontstaan in de 19<sup>e</sup> eeuw is mogelijk. Er konden geen houtboringen worden gedaan (zie paragraaf 4.1). Uitsluitel over de ouderdom is alleen te krijgen wanneer de stoof wordt opgegraven en doorgezaagd.



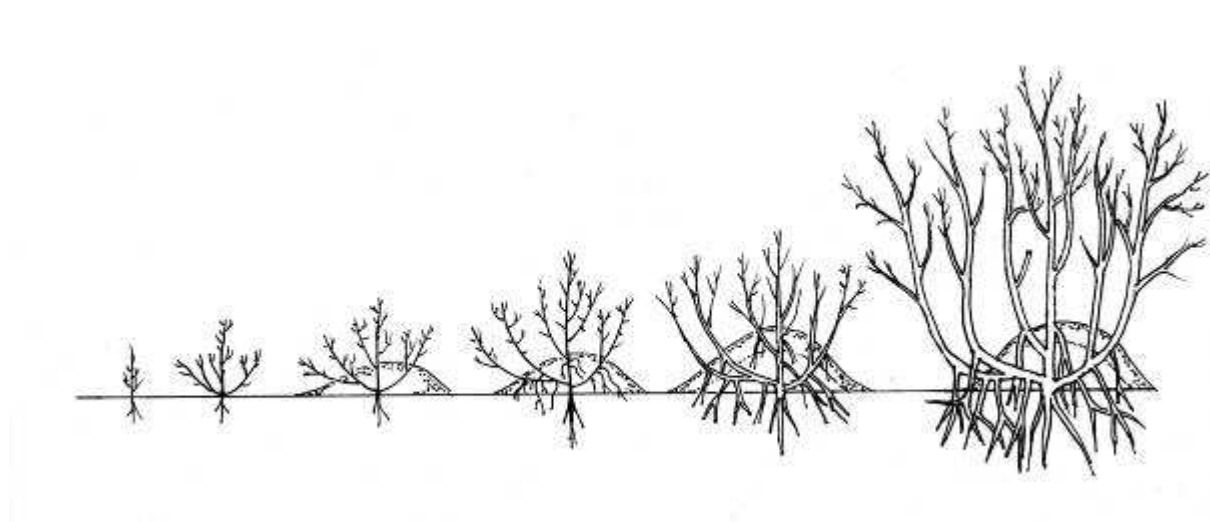
Figuur 32: Het ontstaan van genetisch identieke stammen als gevolg van hakhoutbeheer.

De overige onderzochte clusters 2 tot en met 6 staan allemaal op het duin. Ze zijn ontstaan doordat eiken op het duin gedeeltelijk zijn overstoven. De begraven takken hebben weer wortel geschoten en de uiteinden van de takken zijn doorgegroeid. In clusters 2 en 4 zijn die

uiteinden doorgegroeid tot de huidige stammen (behalve de jongere stam 3 uit cluster 2). Dit geldt waarschijnlijk ook voor cluster 3 (maar deze is niet opgegraven). In cluster 5 zijn de uitgegroeide takken minstens één keer afgehakt. Het laatste gebeurde dit rond 1906 (merk op dat dit één jaar is voor de overdracht naar de gemeente). De verbindingen onder de huidige stammen van cluster 5 zijn niet bemonsterd en we kunnen dus geen nadere leeftijd bepalen van de structuur waarop de huidige stammen staan.

De clusters 2 tot en met 6 zijn waarschijnlijk aangeplante eiken om het stuivende duin te beteugelen. Het ligt niet voor hand dat hier sprake is van een natuurlijke opslag van eik. Daarvoor is het milieu van het buitenduin niet goed geschikt. Omdat in de buitenplaats eikenlanen aanwezig waren, was voldoende zaad aanwezig voor natuurlijke verjonging van eik.

In 1833 is de buitenplaats Houtrust in handen gekomen van het koningshuis. Het zou interessant zijn om nader archiefonderzoek te doen naar deze periode, omdat de eikenclusters op het duin waarschijnlijk zijn aangeplant als beschermende vegetatie rondom de hakhoutbossen van de buitenplaats. De oudste structuren die bij de opgraving zijn gevonden dateren rond 1840. Dit is vlak nadat Houtrust in koninklijk bezit kwam.



Figuur 33: Het ontstaan van genetisch identieke stammen als gevolg van het overstuiven van eikenstruiken. De takuiteinden groeiden door tot de huidige stammen, en aan de begraven takken zijn nieuwe wortels ontstaan en afleggers gevormd.

Het was een gewoonte om het duin met eiken te beplanten om zo het stuivende zand tegen te houden en vast te leggen. Dit moet als een vast onderdeel worden gezien bij de aanleg of onderhoud van buitenplaatsen en landgoederen die tegen de duinen aan lagen. Eikenbeplantingen vinden we langs de gehele binnenduinenrand. Daarbij werd van ver plantmateriaal of zaad aangevoerd. Veel van de eikenbossen langs de duinrand die genetisch zijn onderzocht blijken eiken van het Balkan-type te hebben. Al deze eikenbossen zijn gelegen op of bij buitenplaatsen en landgoederen die in de 18<sup>e</sup> en 19<sup>e</sup> eeuw zijn aangelegd (o.a. bij Domburg, Wassenaar en Velsen). Ook in de Bosjes van Poot (de voormalige buitenplaats Houtrust) is een eik van het Balkan type aangetroffen. Naast het ene monster van het Balkan type waren alle andere aangetroffen individuen (15 in totaal: zie bijlage 2) van het Spaanse herkomst type. Dit type treffen we veelvuldig aan onder autochtone eiken in Nederland. Maar ook de eiken in Frankrijk zijn veelal van dit zelfde herkomst type. Het is dus niet uitgesloten dat ook de overige eiken van elders zijn aangevoerd. De aanwezigheid van een eik van het Balkan type geldt hiervoor als een aanwijzing.

## 6 Waardestelling van de eikenclusters

Er zijn veel manieren waarop bomen in het algemeen, en de eikenclusters in het bijzonder, kunnen worden gewaardeerd. Als belangrijkste criterium geldt de leeftijd van de boom. Hoe ouder de boom, hoe waardevoller deze is. Verder kunnen bomen van grote waarde zijn wanneer zij beeldbepalend zijn in hun omgeving. Ook kunnen zij een bijzondere cultuurhistorische en/of dendrologische waarde (zeldzaam naar soort of groeivorm) hebben. Ten slotte kunnen zij van betekenis zijn voor zeldzame planten of dieren en daardoor natuurwaarde hebben en/of zeldzaam zijn in hun voorkomen in de omgeving.

### Leeftijd

De grootste eikenclusters bevinden zich in het duingebied in het noordwestelijk gedeelte van de Bosjes van Poot aan de zijde van de rioolwaterzuivering. Aanvankelijk is gesuggereerd dat deze clusters zijn ontstaan als gevolg van hakhout en gezien hun omvang vele honderden jaren oud zouden kunnen zijn. Dit onderzoek heeft aangetoond dat de clusters van genetisch identieke stammen zijn ontstaan doordat struiken zand ingevangen hebben. De gedeeltelijk begraven takken hebben wortel geschoten, en de uiteinden van de takken vormen de huidige stammen. Via dit mechanisme kan in relatief korte tijd (enkele decennia) een zeer omvangrijk cluster bomen ontstaan met stammen die vele meters van elkaar groeien.

In sommige clusters zijn de takuiteinden van de afleggers weer afgehakt en zijn de huidige stammen ontstaan als uitlopers van de bij die kap ontstane stobben. Zo'n eenmalige kap betekent dat hier geen sprake is van langdurig hakhout. Bovendien was ten tijde van die kap de basisstructuur van afleggers reeds aanwezig.

De oorspronkelijke eikenstruiken zijn zeer waarschijnlijk ontstaan als aanplant op het duin om het stuivende zand in te vangen. Gezien de leeftijd van de ondergrondse delen is het zeer goed mogelijk dat de eiken zijn aangeplant vlak nadat de buitenplaats Houtrust overging in koninklijk bezit en het beheer daarvan in handen kwam van de Domeinen. Met een oorsprong rond 1840 zijn de grote eikenclusters in het duingebied (clusters 2 tot en met 6) dus naar schatting rond de 160-170 jaar en dus van een bijzonder hoge leeftijd. De bovengrondse stammen van de clusters 2, 3 en 4 zijn zeker meer dan honderdvijftig jaar oud. Vanwege de arme bodem en de constante inwerking van de zeewind zijn ze echter niet uitgegroeid tot imposante bomen die men zou verwachten bij een dergelijke leeftijd.

In het vlakke gedeelte van de Bosjes van Poot (de oorspronkelijk ontginning van de buitenplaats Houtrust) zijn de clusters ontstaan als gevolg van hakhoutbeheer. Een van de onderzochte clusters (cluster 1) liet duidelijk de restanten zien van een hakhoutstoof. In dit gedeelte staan de stammen van de clusters als kleine groepjes dicht bij elkaar en vormen dus niet de spectaculaire grote clusters die elders in het terrein aanwezig zijn. Dit onderzoek heeft geen uitsluitsel kunnen geven over de definitieve leeftijd van het hakhoutbos omdat daar geen boomsterven konden worden verzameld van de ondergrondse stoven). Het is mogelijk dat de stoven, in het gedeelte dat de oorspronkelijke ontginning van Houtrust betreft, stammen uit de 18<sup>e</sup> eeuw. De huidige stammen die op de stoven groeien zijn van beduidend jongere leeftijd (in cluster 1 ongeveer 118 jaar).

### Beeldbepalend

Omdat de bodem niet erg vruchtbaar is, en omdat het bos vlakbij zee ligt, zijn de eiken nooit uitgegroeid tot grote imposante bomen. De geclusterde en grillige groeivormen van de eiken levert als ensemble wel een bijzonder bosbeeld op dat karakteristiek is voor de Bosjes van Poot. In deze zin zijn de eikenclusters onvervangbaar voor het karakter van de omgeving.

### **Cultuurhistorische waarde**

Oude hakhoutbossen komen in het hele land voor, met inbegrip van het duingebied. Vaak zijn ze in de 18e of 19e eeuw aangelegd als onderdeel van ontginningen of als alternatief voor landbouw. Zij zijn op zichzelf niet zeldzaam.

Eikenclusters die zijn ontstaan door overstuiving worden regelmatig aangetroffen in gebieden waar veel open zand in verstuiving raakt: de duinen langs de kust en de stuifzanden meer landinwaarts. Het is geen zeldzaam fenomeen.

Het bijzondere van de eikenclusters op het duin is echter wel het verhaal dat zij nog steeds vertellen van de oude buitenplaats Houtrust. Zij zijn waarschijnlijk de zichtbare overblijfselen van het beheer dat door de Domeinen is ingezet nadat het gebied in koninklijk bezit kwam. Als objecten hebben de eikenclusters echter geen bijzondere cultuurhistorische waarde.

### **Dendrologische waarde**

De meerstammige bomen in het hakhoutgedeelte van de Bosjes van Poot zijn van geen bijzondere dendrologische betekenis. In Nederland zijn nog grote oppervlakten bos aanwezig met deze groeivorm. De eikenclusters op het duin die zijn ontstaan door overstuiving van zand hebben wel een grote dendrologische waarde, vooral vanwege de grote afstanden tussen de individuele stammen. Er zijn in Nederland betrekkelijk weinig plekken waar dergelijke omvangrijke structuren aanwezig zijn.

### **Natuurwaarde en Zeldzaamheid**

Voor zover bekend leven er in of op de bomen geen bijzondere noch zeldzame planten of diersoorten. Ook zijn de bomen niet zeldzaam voor wat betreft hun voorkomen, gelet op hun grootte (hoogte en stamomtrek) of ouderdom (op regionaal of nationaal niveau).

### **Conclusie**

Op grond van hun leeftijd, beeldbepalendheid en dendrologische waarde zijn de eikenclusters in het duingebied van bijzondere waarde. De eikenclusters in het voormalige hakhoutgedeelte zijn wat deze aspecten betreft niet bijzonder waardevol. Mogelijk zijn oude (18<sup>e</sup> eeuwse) stoven aanwezig. De stammen die daar op groeien zijn echter veel jonger. Zover bekend komen op de eiken in de Bosjes van Poot geen bijzondere of zeldzame planten- of diersoorten voor.



## 7. Effecten van honden op bomen

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de mogelijke invloed van de ontlasting en de urine van honden (het 'poepen en piesen') op de ontwikkeling en vitaliteit van bomen. Dit betreft enerzijds de input van extra stikstof op de stikstofhuishouding van een solitaire boom in samenhang met de kwaliteit van zijn standplaats. Anderzijds betreft het de directe schade door hondenurine aan de bast van bomen. Verder is aandacht besteed aan de ontwikkeling van ziekten en plagen als gevolg van een verhoogde stikstofbelasting in het gebied. De boom in bosverband staat hierin centraal en voor een aantal modelberekeningen is gekozen voor de zomereik (*Quercus robur*). Veranderingen in de soortensamenstelling van een eventueel aanwezige kruidenvegetatie zijn buiten beschouwing gelaten. Tevens is aangenomen dat de invloed van de diverse vegetatietypen op de N-mineralisatie dezelfde orde van grootte heeft. De eventuele invloed van overige elementen (zoals fosfor) wordt hier buiten beschouwing gelaten.

Er worden verder geen uitspraken gedaan over de vegetatiekundige aspecten van hondenbezoek in voedselarme bos- en natuurterreinen. Hiervoor wordt verwezen naar de reeds gepubliceerde literatuur (o.a. Jaarsma & Webster, 2007; Molenaar & Jonkers, 1993).

### 7.1 De invloed van extra stikstof uit hondenpoep

In de literatuur zijn geen eenduidige gegevens bekend van de effecten van hondenpoep op de ontwikkeling en vitaliteit van bomen. Er wordt op veel websites wel melding gedaan van negatieve effecten, en dan met name van hondenurine, maar deze beweringen worden niet gestaafd met onderzoeksgegevens.

Er kan wel een grove berekening worden gedaan naar de effecten van de te verwachten extra input van stikstof (als bemestingseffect) op de groei van bomen. Een dergelijke berekening is gemaakt in bijlage 5. Daarin komt naar voren dat in het relatief arme duinzand de toevoeging van extra stikstof voor de eiken in eerste instantie een groeibevorderend effect heeft. Zonder nader onderzoek is het echter niet goed vast te stellen of, en bij welke belasting, de extra voedingsstoffen uit hondenpoep leiden tot negatieve effecten voor de groei en vitaliteit van eiken. Daarvoor zijn er te veel onzekerheden. Extra stikstof zal leiden tot een toename van de bladmassa. Hierdoor gaan bomen meer water verbruiken en wordt de vochtvoorziening van de bomen bepalend omdat daarmee de droogtegevoeligheid van de bomen toeneemt.

Er zijn in de literatuur geen aanwijzingen gevonden dat een toename van stikstof in het eikenbos ecosysteem leidt tot directe vitaliteitsproblemen bij de bomen. Hier kunnen we geen marges aangeven waarbinnen de belasting door hondenuitwerpselen nog toelaatbaar is. Zelfs als dat wel het geval is, dan nog zijn effecten van hondenuitwerpselen niet homogeen over de oppervlakte verdeelt, maar geconcentreerd als gevolg van de ruimtelijke differentiatie van de ontlasting in het gebied (zie o.a. Molenaar & Jonkers, 1993).

## 7.2 Invloed van hondenurine op (de bast van) bomen

Reuen urineren bij voorkeur tegen bomen. De vraag is in hoeverre dit schadelijk is voor de boom. De urine bevat stikstof in de vorm van ureum, die samen met de poep bijdraagt aan de toename van voedingsstoffen op de plaats waar geürineerd respectievelijk gepoept wordt. De mogelijke effecten hiervan zijn in de voorgaande paragraaf besproken. Hier richten we ons op de mogelijke effecten van urine op de bast van de boom.

Bomen die vaak door honden worden bezocht zijn onder aan de stam vaak wat meer grijs gekleurd dan hoger op de stam. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat algen, mossen, levermossen en korstmossen zich minder ontwikkelen bij regelmatig contact met hondenurine. Ook in de Bosjes van Poot is dit verschijnsel waargenomen (zie fig. 34).



Figuur 34:

Het meest voorkomende schadebeeld aan de onderkant van eikenstammen in de Bosjes van Poot (bij een oppervlakkige inspectie van 70 bomen langs de paden vertoonden vijf stammen dit schadebeeld). De groene kleur op de schors betreft algengroei en ontbreekt aan de onderzijde waar veel hondenurine terechtkomt. De verticale scheur is een beschadiging van de bast. De veroorzaker daarvan is onbekend. Het meest lijkt dit beeld op een aantasting van honingzwam, maar dit is verder niet onderzocht.

Hondenurine bevat hoge concentraties van zouten. Een vermeend gevolg hiervan is dat het urineren van honden tegen bomen leidt tot bastafsterving (“bastverbranding”) door plasmolyse (het loslaten van het celmembraan van de celwand als gevolg van waterverlies) van de levende bastcellen. Ofschoon uit praktijkwaarnemingen in het stedelijk gebied niet duidelijk naar voren komt dat dit op den duur resulteert in het afsterven van bomen is in het kader van dit onderzoek voor de Bosjes van Poot een quick scan uitgevoerd in diverse digitale databestanden naar eventueel aanwezige literatuur hierover.

Als enige bruikbare studie werd die van Balder (1994) gevonden. Hij geeft een redelijk uitvoerig overzicht waaruit kan worden opgemaakt dat:

- bladeren, wortels en jonge stammen kunnen worden beschadigd door hondenurine;
- er een grote variabiliteit bestaat tussen de boomsoorten voor wat betreft de tolerantie voor hondenurine;
- de tolerantie toeneemt naarmate de boom ouder wordt;

In eerste instantie leidt het frequent urineren alleen tot schade aan bastkoloniserende organismen. Bij toenemende urinebelasting kan echter afsterving optreden van levend bastweefsel, het cambium en het houtweefsel. Als laatste volgt aantasting door houtparasitaire schimmels. Er zijn echter geen gegevens bekend waaruit kan worden afgeleid wanneer een situatie van irreversibele beschadiging is bereikt. Hiervoor is aanvullend onderzoek noodzakelijk.

De zomereik is enigszins tolerant voor spatzout en goed tolerant voor inspoelingszout. Bovendien vormt de boom al op jonge leeftijd een (waterafstotende) schorslaag op de bast. De eiken in de Bosjes van Poot hebben al een volwassen stadium bereikt en hebben dus een dikke schors gevormd. De bovenkanten van de kronen staan onder invloed van zeezout dat met de zeewind wordt meegevoerd. Dit leidt tot verminderde groei van de kronen maar is nauwelijks een probleem voor de vitaliteit van de eiken. Er werd niet voor niets eik geplant in de duinen.

Door hun zout-tolerantie en beschermende bast lijken de eiken in de Bosjes van Poot niet gevoelig voor directe schade door hondenurine. Alles is uiteindelijk afhankelijk van de dosis urine waarmee de bast in contact komt. Gegevens over een mogelijke dosis-effect relatie ontbreken. Hiervoor is aanvullend onderzoek nodig.

### **7.3 Ziekten en plagen**

De meeste serieuze bedreiging voor eik in de Bosjes van Poot is aantasting door de honingzwam (*Armillaria* spp.), die ook op veel andere boomsoorten, zowel naaldbomen als loofbomen, voorkomt (Kutscheidt, 1996). Uit eerder uitgevoerde veldstudies (door het IBN-DLO) is gebleken dat secundaire aantasting door *Armillaria* frequent voorkomt in de Bosjes van Poot (Oosterbaan & Kopinga, 2001) en dat veel bomen (met name zeedennen) hierdoor worden aangetast en afsterven. Ook tijdens de recent uitgevoerde opgraving van een aantal eikenclusters bleek dat langs vrijwel alle ondergrondse delen van de bomen rhizomorfen (dikke zwarte schimmeldraden) aanwezig waren van de honingzwam.

In de literatuur zijn weinig aanknopingspunten te vinden over de relatie tussen de hoeveelheden stikstof en de mate waarin bepaalde gevoeligheidsgrenzen voor onder andere *Armillaria* worden overschreden. Zie bijlage 5.2 voor een uitgebreider verslag van het literatuuronderzoek.

Voorlopig kan worden geconcludeerd dat er op basis van de literatuur geen aanleiding is te veronderstellen dat een verhoging van de bemestingstoestand van de Bosjes van Poot als gevolg van het uitlaten van honden leidt tot een toename van de aantasting van de eiken door de honingzwam.



## 8. Conclusies en aanbevelingen

### 8.1 Conclusies

#### **Genetische identiteit van de eiken**

De eikengroepen die in de Bosjes van Poot voorkomen bestaan voor een groot deel uit genetisch identieke stammen. Deze eikenclusters zijn dus ontstaan door vegetatieve vermeerdering.

Een groep eiken bestaat niet altijd uit genetisch identieke stammen. Er kunnen andere bomen doorheen gemengd zijn. Dit kan alleen eenduidig worden vastgesteld op basis van DNA-analyse.

Op één na waren alle bemonsterde eiken van oorspronkelijk Spaanse herkomst. In de voormalige buitenplaats Houtrust is een eik gevonden met een Balkan herkomst. Er is bij aanplant dus in ieder geval gebruik gemaakt van materiaal dat van ver is aangevoerd. De populatie eiken kan dus niet zondermeer worden aangemerkt als autochtoon.

#### **Ontstaanswijze van de eikenclusters**

De eikenclusters zijn gevormd via twee mechanismen.

De clusters in het eikenbos van de voormalige buitenplaats Houtrust zijn ontstaan door regelmatig afhakken onder een hakhoutbeheer. De stammen staan daar dicht bij elkaar.

De clusters op het duin zijn ontstaan doordat het stuivende zand in aangeplante eiken vastgelegd werd. De takken werden daarbij geheel of gedeeltelijk begraven. De takuiteinden zijn verder gegroeid en vormen de huidige stammen. Op het hoogste duin zijn de takuiteinden begin 20<sup>e</sup> eeuw afgehakt. De huidige stammen zijn ontstaan als hergroei aan de stobbies die na deze kap zijn achtergebleven.

#### **Ouderdom van de eikenclusters**

De eikenclusters op het duin zijn waarschijnlijk in de periode rond 1840 aangeplant als bescherming tegen het stuivende duinzand. Ze zijn dan aangeplant nadat het koningshuis de latere buitenplaats Houtrust had gekocht. Er is geen nadere informatie over de ouderdom van de hakhoutstoven in het voormalige hakhout van de buitenplaats Houtrust. De onderzochte hakhoutstov (cluster 1) is voor het laatst rond 1890 afgezet.

#### **Waardstelling van de eikenclusters**

Op grond van hun leeftijd, beeldbepalendheid en dendrologische waarde zijn de eikenclusters in het duingebied van de Bosjes van Poot van bijzondere waarde. Dit geldt niet voor de eikenclusters in het hakhoutbos op het vlakke gedeelte van de Bosjes van Poot.

#### **Effect van honden op vitaliteit van de eikenclusters**

Er is geen aanleiding te veronderstellen dat honden een directe bedreiging vormen voor de vitaliteit van de bomen. Uit de literatuur is geen verband gevonden tussen het urineren van honden en schade aan bomen van de leeftijd zoals die in de Bosjes van Poot worden aangetroffen. Hondenpoep en urine hebben een bemestend effect, maar er zijn geen directe aanwijzingen dat dit ten nadele van de eiken is. Uiteindelijk kan een grote concentratie van hondenpoep en urine wel van invloed zijn, maar hiervoor zijn geen drempelwaardes bekend. Een reële bedreiging voor de eiken is aantasting door honingzwam. Deze zwam is overal aanwezig en kan de bomen aantasten wanneer hun vitaliteit terugloopt.

Bescherming van de bomen kan hun levensduur verlengen doordat eventuele beschadiging tot een minimum wordt beperkt.

## **8.2 Aanbevelingen**

### **Aanvullend onderzoek ouderdom hakhoutstoven**

Tijdens dit onderzoek is het niet mogelijk gebleken om een goede datering te geven van de ouderdom van de stoven in het hakhoutbos op het vlakke gedeelte van de Bosjes van Poot. De beste manier om toch meer te weten te komen over de mogelijke ouderdom van de stoven is deze open te zagen. Mochten er in de nabije toekomst één of meerdere eiken in het hakhoutbos dood gaan of gekapt worden, dan kunnen zonder al te grote problemen de stoven worden uitgegraven en doorgezaagd om zo de jaarringen te kunnen tellen. Alleen als het kernhout intact is gebleven kan dan een goede leeftijdschatting gemaakt worden. Veelal echter is het kernhout rot, en zal de echte leeftijd niet kunnen worden bepaald. Archief onderzoek kan wellicht informatie opleveren over exacte data waarop het eikenhakhout is aangeplant.

### **Nader onderzoek effecten van honden**

Omdat er uit de wetenschappelijke literatuur nauwelijks iets bekend is over het effect van honden op de groei en vitaliteit van bomen zou gericht onderzoek hiernaar veel nieuwe informatie en inzichten kunnen opleveren.

Een van de manieren waarop nader onderzoek gedaan zou kunnen worden is het uitvoeren van een serie bemonsteringen en analyse van de chemische samenstelling van de boombladeren en de bodem waarin de bomen wortelen. Een analyse van de voorziening van voedingselementen kan inzicht verschaffen in de mate waarin nu reeds gemiddeld genomen sprake is van een ontoereikende c.q. stress verhogende voorziening van voedingselementen. Ook kan het meer inzicht geven in de mate waarin het bos in de toekomst nog stikstof kan vastleggen (bufferen) en over de mate waarin er bij de eiken in de Bosjes van Poot de afgelopen jaren eveneens een dalende trend is in het organische stofgehalte van de bodem (zoals beschreven door Schoonderwoerd et al. 2006). Mogelijk geeft een gerichte bemonstering (namelijk op de plaatsen waar veel honden nu reeds hun behoefte doen) daarbij ook een indicatie over de mate waarin het huidige hondenbezoek lokaal reeds een probleem zou kunnen vormen.

### **Archiefonderzoek bosgeschiedenis Houtrust**

De resultaten uit dit onderzoek hebben geleid tot de veronderstelling dat de eiken op het duin in de Bosjes van Poot zijn aangeplant ter bescherming van de buitenplaats Houtrust tegen het inwaaien van zand vanuit de duinen. Een gericht onderzoek in de archieven van de Domeinen kan hieromtrent veel extra informatie verschaffen. Tevens kan zo een helderder beeld ontstaan over de bosgeschiedenis van het gebied.

Uit het DNA onderzoek kwam naar voren dat er in de Bosjes van Poot bomen voorkomen van een buitenlandse herkomst (zogenaamde Balkan eiken). Archiefonderzoek kan mogelijk duidelijk maken waar deze gebiedsvreemde eiken vandaan komen, en de mate waarin gebiedsvreemd materiaal is gebruikt bij de aanplant van de verschillende percelen.

### **8.3 Suggesties voor het beheer**

Het beheer kan zich richten op het creëren van zo gunstig mogelijke milieucondities voor de eikenclusters. Het beste aanknopingspunt is het vrijstellen van clusters door concurrerende bomen weg te halen. Dit vrijstellen moet voorzichtig en selectief gebeuren, omdat plotselinge vrijstelling van eiken kan leiden tot uitdroging.

De clusters kunnen het beste als geheel worden beheerd. Dat wil zeggen dat bij dunningen geen stammen uit het cluster zelf moeten worden gekapt. Hiermee blijven de clusters zoveel mogelijk als groep intact en wordt de cluster zo weinig mogelijk verstoord. Wanneer stammen zijn afgestorven kunnen ze worden verwijderd wanneer dit noodzakelijk is in verband met de veiligheid van bezoekers.

De eikenclusters op het oorspronkelijke duin zijn ontstaan als gevolg van afleggen van takken. Instandhouding via hakhoutbeheer is dus niet aan de orde. De clusters in het meer vlakke gedeelte van de Bosjes van Poot hebben wel een hakhoutverleden. Het opnieuw in hakhoutbeheer brengen van deze bomen is echter niet mogelijk aangezien de bomen daarvoor veel te oud zijn en hierdoor niet of nauwelijks meer zullen uitlopen (den Ouden et al. 2007).

Op grond van het voorzorgsprincipe zouden de oude bomen in het oostelijk gedeelte kunnen worden beschermd door plaatselijk een hondenvrije zone in te stellen.





## Literatuur

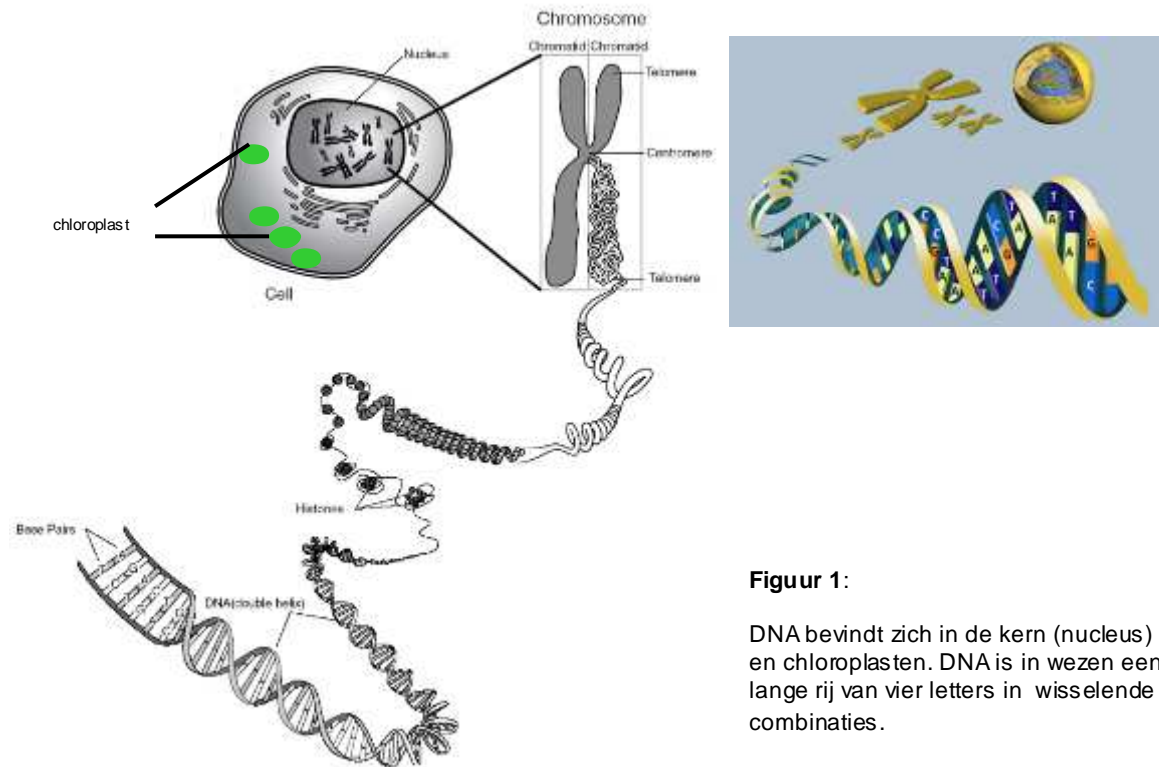
- Anonymus, 2005. Achtergronddocument Westduinpark en Bosjes van Poot, behorend bij Beheersvisie natuurmonument Westduinpark 2005 en Beheersplan natuurmonument Westduinpark 2005 t/m 2010. Concept September 2005.
- Balder, H. 1994. Untersuchungen zur Wirkung von Hunde-Urin auf Pflanzen. *Gesunde Pflanzen* 46(3): 93-102.
- Bemestingsadviesbasis voor stedelijk groen inclusief stadsbomen en sportvelden. Rapport nr. 604, RBL De Dorschkamp, Wageningen.
- Boumans, L.J.M. & W.H.J. Beltman. 1991. Kwaliteit van het bovenste freatische grondwater in de zandgebieden van Nederland onder bos en heidevelden. Rapport nr. 724901001, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en milieuhygiëne (RIVM), Bilthoven. 66 pp.
- Buiteveld J & H.P. Koelewijn 2006. CpDNA haplotype variation reveals strong human influence on oak stands of the Veluwe forest in The Netherlands. *Forest Ecology and Management* 228: 160-167.
- Doing, H., 1974. Landschapsoecologie van de duinstreek tussen Wassenaar en IJmuiden. Mededelingen Landbouwhogeschool Wageningen 74-12.
- Doing, H., 1988. Landschapsoecologie van de Nederlandse kust. Stichting Duinbehoud, Leiden.
- Filip, G.M.; L.M. Ganio, P.T. Oester, R.R. Mason & B.E. Wickman. 2002. Ten-year effect of fertilization on tree growth and mortality associated with *Armillaria* root disease, fir engravers, dwarf mistletoe and western spruce budworm in Northeastern Oregon. *Western Journal of Applied Forestry* 17(3): 122-128.
- Gieskes, J.S.H., 2006. Van buitenplaats Houtrust naar Bosjes van Poot. Een bronnenonderzoek van circa 1670 tot 2006. Den Haag.
- Jaarsma, C.F. & M.J. Webster. 2007. Monitoringsonderzoek Bosjes van Poot en Honden – deel 1. Quick scan literatuur & verkennende interviews. Nota 102/I. Departement Omgevingswetenschappen Leerstoelgroep Landgebruiksplanning. Wageningen Universiteit. 30 pp.
- Keller, T. 1988. Auswirkungen von Klarschlamm auf einen Eichenwald. *Mitteilungen Eidgenössische Anstalt für das Forstliche Versuchswesen* 64 (1) 1-251.
- Kozak, I & M. Holubets. 2001. Biomass production and productivity in oak forests of the Eastern Carpatians in relationships with stand age. *Ekologia Bratislavia* 20(3): 301-309.
- Kull, O.; M. Broadmeadow, B. Kruijt & P. Meir. 1999. Light distribution and foliage structure in an oak canopy. *Trees: Structure and Function* 14(2): 55-64
- Kutscheidt, J. 1996. Untersuchungen zur Beteiligung von Hallimascharten (*Armillaria* spp.) bei der Entstehung von Forstschaden sowie waldbauliche Möglichkeiten der Schadensabwehr. *Mitteilungen der Versuchsanstalt für Pilzenbau der Landwirtschaftskammer Rheinland Krefeld Grossshuttenhof*. 14<sup>e</sup> Sonderheft. 181 pp.
- Laflamme, G; J.A. Berube & G. Bussieres. 2003. Effects of nutrient and waterstress on *Armillaria* disease incidence in maritime pine. Information Report Laurentian Forestry Centre, Quebec Region, Canadian Forest Service. LAU-X 126: 117-121

- Mallet, K.I. & D.G. Maynard. 2003. Effects of nutrients on *Armillaria* root disease in greenhouse-grown lodgepole pine (*Pinus contorta*). Information Report Laurentian Forestry Centre, Quebec Region, Canadian Forest Service. LAU-X 126: 85-92.
- Miller, R.E.; T.B. Herrington, W.G. Ties & J. Madsen. Laminated root rot in a western Washington plantation.: 8-year mortality and growth of Douglas-fir as related to infected stumps, tree density and fertilization. Research Paper Pacific Northwest Research Station, USDA Forest Service PNW-RP 569. 37p.
- Mol, J., 1985. De wilde flora van de hofstad. Algemene Vereniging voor natuurbescherming voor 's-Gravenhage en omstreken, Den Haag. 144 p.
- Molenaar, J.G. & D.A. Jonkers. 1993. De invloed van stikstof in de ontlasting van honden op de vegetatie in voedselarme bos- en natuurterreinen. . IBN-rapport 038, Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen. 30p.
- Oosterbaan. A & J. Kopinga. 2001. Dennensterfte in de Bosjes van Poot . Dienst Stadsbeheer, 's-Gravenhage .
- Ouden, J. den, R.J. Bijlsma & R. Haveman, 2007. Historisch landgebruik op de Wilde Kamp. Onderbouwing van een plan tot inrichting van de Wilde Kamp op basis van historisch landgebruik. Advies/VAK-rapport 2007, nr 005. Stichting Geldersch Landschap en Geldersche Kasteelen.
- Ouden, J. den, P. Copini & U.G.W. Sass-Klaassen, 2008. Dendrogeomorphology – a new tool to study drift sand dynamics. *Netherlands Journal of Geoscience*, 86: 355-363.
- Ouden, J. den & Th. Spek. 2007. Ontstaanswijze van eikenclusters in het natuurterrein de Wilde Kamp bij Garderen: Landschapsgeschiedenis, bodemontwikkeling en vegetatiegeschiedenis. Rapportage Archeologische Monumentenzorg 131B. Wageningen/Amersfoort.
- Petit, R.J., U.M. Csaikl, S. Bordács, K. Burg, E. Coart, J. Cottrell, B.C. van Dam, J.D. Deans, S. Dumolin-Lapègue, S. Fineschi, R. Finkeldey, A. Gillies, I. Glaz, P.G. Goicoechea, J.S. Jensen, A.O. König, A.J. Lowe, S.F. Madsen, G. Mátyás, R.C. Munro, M. Olalde, M.H. Pemonge, F. Popescu, D. Slade, H. Tabbener, D. Turchini, S.G.M. de Vries, B. Ziegenhagen and A. Kremer, 2002a. Chloroplast DNA variation in European white oaks phylogeography and patterns of diversity based on data from over 2600 populations, *For. Ecol. Manage.* 156: 5–26.
- Petit, R.J., S. Brewer, S. Bordács, K. Burg, R. Cheddadi, E. Coart, J. Cottrell, U.M. Csaikl, B.C. van Dam, J.D. Deans, S. Espinel, S. Fineschi, R. Finkeldey, I. Glaz, P.G. Goicoechea, J.S. Jensen, A.O. König, A.J. Lowe, S.F. Madsen, G. Mátyás, R.C. Munro, F. Popescu, D. Slade, H. Tabbener, S.G.M. de Vries, B. Ziegenhagen, J.L. de Beaulieu and A. Kremer, 2002b. Identification of refugia and post-glacial colonisation routes of European white oaks based on chloroplast DNA and fossil pollen evidence, *For. Ecol. Manage.* 156: 49–74.
- Robinson, R.M. 2003. Short-term impact of thinning and fertilizer application on *Armillaria* root disease in regrowth of kari (*Eucalyptus diversicolor* F. Muell.) in Western Australia. *Forest Ecology and Management* 176(1/3): 417-426.
- Schoonderwoerd, H.; G. van Tol & W. de Vries. 2006. Ontwikkeling van bodem, vegetatie, de voedingstoestand van bomen en de boomgroei in het Nederlandse bos: 1990-2000. Eindverslag Meetnet Bos vitaliteit. Min. LNV, Directie Kennis. 39pp.
- Van Schuppen, S., 2006. Historische Atlas van Den Haag. Van Hofvijver tot hoftoren. Uitgeverij SUN/Haags Historisch Museum, Amsterdam.
- Vreštiak, P. 1991. Vývoj listovej biomasy v štruktúre sídelnej zelene. *Acta Dendrobiologica*. Arborétum Mlyňany – Ústav dendrobiológie Slovenskej akadémie vied. 205pp.

# Bijlage 1: Het principe van DNA-onderzoek

## Genetische variatie

Iedere cel van een organisme bevat DNA. DNA is in feite niets meer dan een lange aaneenschakeling van 4 letters in diverse combinaties (figuur 1). De vier letters (A, T, G en C) vertegenwoordigen verschillende moleculen. Door van twee individuen de lettervolgorde van hun DNA te bepalen en te vergelijken kunnen de verschillen tussen deze twee individuen in kaart worden gebracht. Omdat het totale DNA van een plant uit minimaal 115 miljoen letters bestaat is dit niet doenlijk voor het huidige onderzoek. Daarom wordt gebruik gemaakt van merkers die zich richten op speciale plekken van het DNA. Het principe blijft echter hetzelfde: verschillen in de lettervolgorden worden zichtbaar gemaakt. In dit geval wordt echter heel gericht op een beperkt aantal specifieke plekken gezocht naar variatie. Daardoor kunnen veel meer monsters verwerkt worden.



**Figuur 1:**

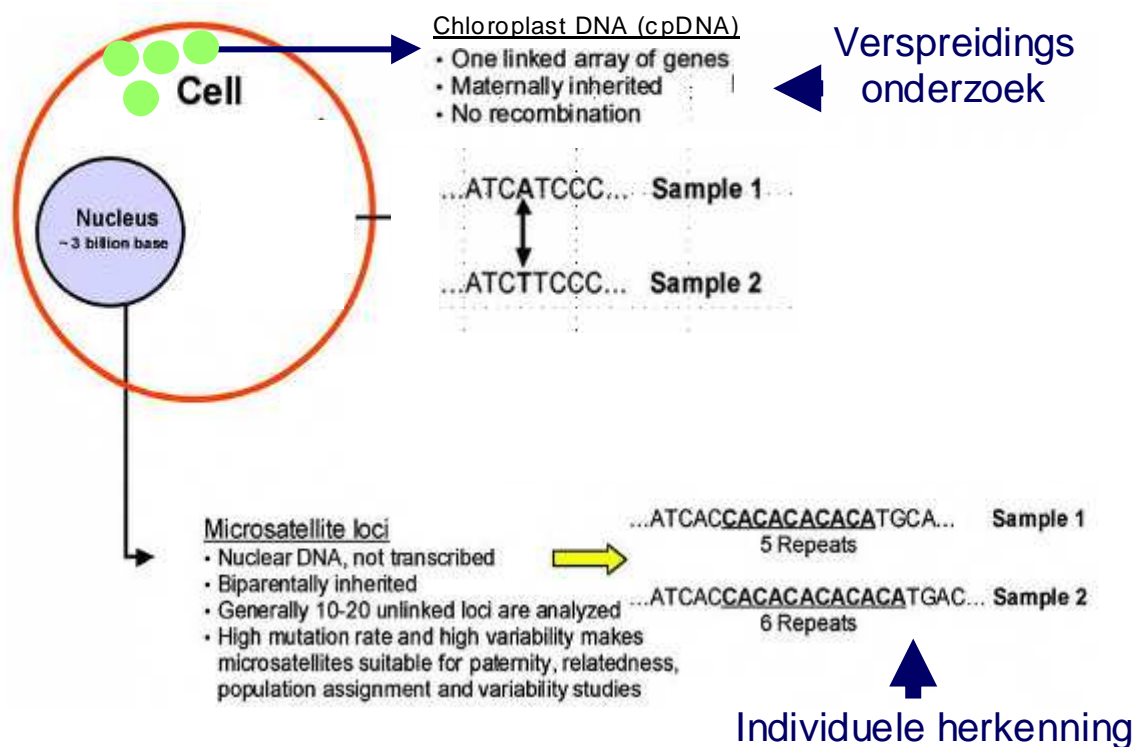
DNA bevindt zich in de kern (nucleus) en chloroplasten. DNA is in wezen een lange rij van vier letters in wisselende combinaties.

Een cel bevat twee typen DNA, ieder met zijn eigen specifieke eigenschappen (figuur 1). Het DNA in de celkern is zowel van de moeder als de vader afkomstig. Bovendien vindt er iedere generatie recombinatie plaats (uitwisseling en herverdeling van genetische informatie) waardoor het kern DNA nog meer variatie vertoont. Omdat dit DNA zo variabel is, is het bij uitstek geschikt voor individuele herkenning. Als de eikenclusters van één individu afstammen dan moeten ze allemaal dezelfde genetische vingerafdruk hebben voor de geselecteerde stukken DNA. Stammen ze af van verschillende individuen, dan wordt dit meteen zichtbaar doordat een verschillende vingerafdruk zichtbaar wordt.

Het DNA van chloroplasten bevindt zich in de bladgroenkorrels. Omdat deze zich buiten de celkern bevinden wordt het DNA uit de chloroplasten alleen door de moeder aan haar nakomelingen doorgegeven. Alle nakomelingen zijn voor dit DNA dan ook identiek aan hun moeder, want er vindt geen vermenging met het DNA van de vader plaats. Door deze eigenschappen is DNA uit de chloroplasten bij uitstek geschikt voor onderzoek naar de verspreiding en de herkomst van eiken. Als er ergens een verandering in dit DNA heeft plaatsgevonden in een bepaald gebied dan zullen alle nakomelingen in dat gebied die verandering in hun chloroplast DNA hebben. Normaal gesproken hebben populaties van eiken die van oorsprong in een bepaald gebied voorkomen een beperkt aantal verschillende vormen van chloroplast DNA. Wanneer er een vorm wordt aangetroffen die normaal gesproken alleen voorkomt in populaties die ver verwijderd groeien van de onderzochte populatie, dan weten we dat er in het onderzochte gebied gebiedsvreemd materiaal is ingevoerd (zaad of plantsoen).

### Het zichtbaar maken van genetische variatie

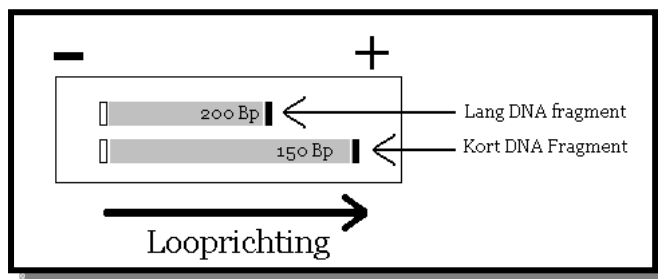
In figuur 2 zijn de belangrijkste verschillen tussen de twee typen variatie weergegeven. Bij chloroplast-DNA wordt het DNA in stukjes geknipt door middel van zogenaamde restrictie enzymen. Deze enzymen knippen selectief op een plek waar een bepaalde volgorde van de letters wordt gevonden. In het onderstaande voorbeeld zou het enzym kunnen knippen op de plek TCATC. Hierdoor zou het DNA in twee fragmenten van verschillende lengte uiteenvallen. Is de volgorde veranderd in TCTTC, dan werkt het enzym niet en blijft er één fragment bestaan.



**Figuur 2:** De twee typen DNA en hun eigenschappen die het meest gebruikt worden in planten onderzoek.

Het bepalen van variatie in het DNA van de celkern in dit onderzoek werkt op een andere manier. Er wordt gezocht naar variabele gedeelten van een zich herhaalbare lettercode (Figuur 2). De varianten van dit DNA-deel wordt vertegenwoordigd door de verschillen in lengte van de zich herhalende lettercode.

In beide gevallen ontstaan aparte stukken losgeknipt DNA. De verschillen tussen individuen (kern-DNA) of tussen herkomsten (chloroplast-DNA) worden dan duidelijk door de verschillen in lengte van de stukken DNA. Door middel van gel-elektroforese worden DNA fragmenten van elkaar gescheiden op basis van hun grootte. Een gel wordt onder spanning gezet. Doordat DNA negatief geladen is, trekt het DNA van de minpool naar de pluspool toe. Langere DNA fragmenten migreren langzamer door een gel dan kortere fragmenten. Op deze manier leggen kortere DNA fragmenten in de gel een grotere afstand af omdat ze minder weerstand hebben (Figuur 3). Door de DNA fragmenten te koppelen aan een kleurstof kunnen de verschillen tussen monsters zichtbaar gemaakt worden doordat een verschillend streepjespatroon ontstaat.



**Figuur 3.** Het principe van elektroforese. Zie tekst voor uitleg.



## Bijlage 2: Uitkomsten DNA-analyse

De monsterlabels bestaan uit de monsterlocatie (DH), het nummer van de groep (1-6) en het stamnummer. Monsters 45-48 betreffen individueel bemonsterde bomen (zie tekst). Afwijkende DNA vingerafdrukken binnen een groep zijn in geel aangegeven.

ID	Label #	Isolate #	Microsatellites												haplotype
			AG104-1	AG104-2	MSQ13-1	MSQ13-2	AG1/5-1	AG1/5-2	QR11-1	QR11-2	QR20-1	QR20-2	AG9-1	AG9-2	
1	DH 1-1	271350	160	200	195	221	172	176	240	240	160	164	194	196	12
2	DH 1-2	271351	160	200	195	221	172	176	240	240	160	164	194	196	12
3	DH 1-3	271352	160	200	195	221	172	176	240	240	160	164	194	196	12
4	DH 1-4	271353	160	200	195	221	172	176	240	240	160	164	194	196	12
5	DH 1-5	271354	160	200	195	221	172	176	240	240	160	164	194	196	12
6	DH 1-6	271355	178	178	195	227	170	170	264	274	160	164	190	202	12
7	DH 2-1	271356	162	200	221	223	154	170	264	268	168	188	186	204	12
8	DH 2-2	271357	162	200	221	223	154	170	264	268	168	188	186	204	12
9	DH 2-3	271358	162	200	221	223	154	170	264	268	168	188	186	204	12
10	DH 2-4	271359	162	200	221	223	154	170	264	268	168	188	186	204	12
11	DH 2-5	271360	160	208	195	215	170	180	258	266	160	160	186	198	12
12	DH 2-6	271361	162	200	221	223	154	170	264	268	168	188	186	204	12
13	DH 3-1	271362	160	162	195	215	156	172	262	268	164	174	196	198	12
14	DH 3-2	271363	160	162	195	215	156	172	262	268	164	174	196	198	12
15	DH 3-3	271364	160	162	195	215	156	172	262	268	164	174	196	198	12
16	DH 3-4	271365	160	162	195	215	156	172	262	268	164	174	196	198	12
17	DH 3-5	271366	160	162	195	215	156	172	262	268	164	174	196	198	12
18	DH 3-6	271367	160	162	195	215	156	172	262	268	164	174	196	198	12
19	DH 3-7	271368	160	162	195	215	156	172	262	268	164	174	196	198	12
20	DH 3-8	271369	160	162	195	215	156	172	262	268	164	174	196	198	12
21	DH 3-9	271370	160	162	195	215	156	172	262	268	164	174	196	198	12
22	DH 3-10	271371	160	162	195	215	156	172	262	268	164	174	196	198	12
23	DH 4-1	271372	178	200	195	221	170	180	262	262	160	164	194	196	12
24	DH 4-2	271373	164	164	215	219	176	176	258	258	164	168	194	196	12
25	DH 4-3	271374	170	170	221	229	156	176	258	266	160	164	194	196	12
26	DH 4-4	271375	170	170	221	229	156	176	258	266	160	164	194	196	12
27	DH 4-5	271376	182	182	221	223	170	174	258	268	160	164	186	202	12
28	DH 4-6	271377	190	194	215	215	156	174	258	278	160	168	190	196	12
29	DH 5-1	271378	162	200	221	225	170	176	240	254	168	178	186	198	12
30	DH 5-2	271379	162	200	221	225	170	176	240	254	168	178	186	198	12
31	DH 5-3	271380	162	200	221	225	170	176	240	254	168	178	186	198	12
32	DH 5-4	271381	162	200	221	225	170	176	240	254	168	178	186	198	12
33	DH 5-5	271382	162	200	221	225	170	176	240	254	168	178	186	198	12
34	DH 5-6	271383	162	200	221	225	170	176	240	254	168	178	186	198	12
35	DH 5-7	271384	162	200	221	225	170	176	240	254	168	178	186	198	12
36	DH 5-8	271385	162	200	221	225	170	176	240	254	168	178	186	198	12
37	DH 5-9	271386	162	200	221	225	170	176	240	254	168	178	186	198	12
38	DH 6-1	271387	160	192	221	221	176	178	264	288	164	168	190	192	12
39	DH 6-2	271388	160	192	221	221	176	178	264	288	164	168	190	192	12
40	DH 6-3	271389	160	192	221	221	176	178	264	288	164	168	190	192	12
41	DH 6-4	271390	160	192	221	221	176	178	264	288	164	168	190	192	12
42	DH 6-5	271391	160	192	221	221	176	178	264	288	164	168	190	192	12
43	DH 6-6	271392	160	192	221	221	176	178	264	288	164	168	190	192	12
44	DH 6-7	271393	160	192	221	221	176	178	264	288	164	168	190	192	12
45	DH 7-1	271394	160	182	195	215	170	176	268	268	166	170	190	202	12
46	DH 8-1	271395	180	180	223	227	174	176	272	278	160	170	194	196	12
47	DH 9-1	271396	-	-	213	221	156	186	266	266	164	168	192	202	7
48	DH 10-1	271397	160	174	195	215	156	156	244	246	174	178	192	198	12

## Bijlage 3: Leeftijdsbepalingen per stam

Groep / Cluster	Stam	DBH	Aantal monsters	Geschatte leeftijd	Aantal jaarringen	Aantal geschatte missende jaarringen <sup>1</sup>
1	1	47.5	2	>87	87	?
1	2	47.2	1	117	109	8
1	3	31.8	2	118	116	2
1	4	56.8	2	117	114	3
1	5	41.5				
1	6	31.4				
2	1	38.5	2	159	144	15
2	2	39.6	2	>80	80	?
2	3	29.4	2	100	90	10
2	4	35.5	2	155	140	15
2	5	29.0	2	154	144	10
2	6	29.4				
3	1	22.7				
3	2	33.5	2	148	140	8
3	3	49.2				
3	4	27.7	2	152	152	0
3	5	48.4				
3	6	24.0	1	>119	119	?
3	7	43.0				
3	8	44.9				
3	9	43.8				
3	10	38.8	1	>123	123	?
4	1	27.0				
4	2	45.3				
4	3	22.5	1	153	153	0
4	4	29.0	2	>117	117	?
4	5	29.6				
4	6	25.7				
5	1	37.7	2	97	92	5
5	2	20.8	2	89	84	5
5	3	28.7	2	99	99	0
5	4	17.6	1	96	91	5
5	5	17.4	2	>62	62	?
5	6	15.1	1	98	88	10
5	7	22.5				
5	8	33.7				
5	9	31.1	1	100	95	5
6	1	23.4	2	>64	64	?
6	2	24.1	2	>59	59	?
6	3	35.9	2	89	69	20
6	4	32.2	2	92	88	4
6	5	18.3	2	61	61	0
6	6	14.6	2	>48	48	?
6	7	17.8	2	100	90	10

1. De monsters waarin het aantal gemiste jaarringen niet goed te schatten was zijn aangegeven met een ?



## Bijlage 4: Leeftijdsbepalingen ondergrondse delen

Groep/ Cluster	Monster	Locatie van monster	Geschatte leeftijd	Aantal jaarringen	Aantal geschatte missende jaarringen <sup>1</sup>
2	1	tussen stam 1 en 3	>128	128	?
2	2	tussen stam 1 en 3	166	156	10
2	3	tussen stam 2 en 3	166	156	10
4	1	ondergronds deel stam 4	145	135	10
5	1	tussen stam 5 en 6	>69	69	?
5	2	tussen stam 5 en 6	96	88	8

1. De monsters waarin het aantal gemiste jaarringen niet goed te schatten was zijn aangegeven met een ?

## **Bijlage 5: Achtergrondinformatie over effecten van honden op ontwikkeling en vitaliteit van bomen**

### ***Bijlage 5.1 De stikstofbalans van een eikenboom***

Om een idee te krijgen van de orde van grootte van de bijdrage die honden (kunnen) leveren aan de stikstofbalans van een boom of bos wordt hieronder een rekenmodel gegeven van de jaarlijkse bijdrage van de bomen zelf aan de stikstofbelasting c.q. de stikstofhuishouding. Dit staat dus in eerste instantie los van de bijdrage die honden leveren.

Voor de zomereik (*Quercus robur*) kunnen we een inschatting van deze bijdrage maken aan de hand van de volgende kengetallen en parameters:

- het stikstofgehalte in het blad (uitgedrukt als milligram elementgewicht per gram droge stof van het blad);
- de Leaf Area Index. Dit is het aantal vierkante meters bladoppervlakte gedeeld door de oppervlakte (in m<sup>2</sup>) van de kroonprojectie. De LAI is derhalve een dimensieloos getal en geeft aan hoeveel bladlagen er gemiddeld aanwezig zijn;
- het gewicht van het blad (als droge stof) per oppervlakte-eenheid blad.

#### **Stikstofgehalte in blad**

Het stikstofgehalte van het blad varieert tussen 18 tot 28 mg/g, bij een respectievelijk “lage” tot “optimale” N-voorziening (Bemestingsadviesbasis, 1990). Op de van nature wat schralere duingronden zal de stikstofvoorziening eerder aan de lage dan aan de optimale kant zijn en kan worden uitgegaan van een bladstikstofgehalte van 20 mg/g.

#### **Aantal bladlagen in het bos (LAI)**

De LAI van een solitaire eik kan worden berekend op basis van de leeftijd of op basis van de stamdiameter (Vrestiak, 1991). Bij een leeftijd van 10 jaar bedraagt de LAI ongeveer 6,8. Met het toenemen van de leeftijd tot 80 jaar daalt de LAI tot 2,7. Bij een stamdiameter van 10 cm is de LAI ongeveer 6 en bij het bereiken van een stamdiameter van 75 cm is deze gedaald tot 3,1. De LAI van een al wat langer bestaand, min of meer gesloten eikenbos wordt gesteld op 4,5 voor een redelijk gezond groeiend bos van gemiddeld 40 jaar oud. Deze is over de jaren heen min of meer constant. Bij een slecht groeiend bos kan de LAI lager zijn (tot 2 à 2,5, of zelf lager wanneer het een kwijnend bos betreft).

Weliswaar is de LAI van een bos hoger wanneer ook de aanwezig onderbegroeiing wordt meegerekend (Kull, 2003), maar is in de hierna volgende berekening buiten beschouwing gelaten. In de berekening wordt de LAI op 4 gesteld.

#### **Gewicht van de bladeren**

Het versgewicht van 1 m<sup>2</sup> eikenblad kan worden gesteld op 180 gram. Dit gewicht wordt voor een belangrijk deel gevormd door water. Het drooggewicht van een vierkante meter blad bedraagt 60 gram (Vrestiak, 1991).

## Berekening

Een redelijk groeiend eikenbos ( $LAI = 4$ ) produceert per jaar 240 gram blad (droge stof) per  $m^2$  grondoppervlak (dit is afgeleid van de gegevens van zowel Vrestiak, 1991 als Kozak & Holubets, 2001 en Kull 2003)

Bij een N-gehalte van het blad van 20 mg/g (dit is representatief voor een matig groeiend eikenbos op een enigszins schrale zandgrond) wordt er door de bomen zélf een hoeveelheid van 4,8 gram N per  $m^2$  bodemoppervlak in de bladeren opgeslagen, wat na bladval en vertering van het blad weer vrijkomt. Dit komt overeen met 48 kg N per hectare per jaar. Ter vergelijking: de jaarlijkse achtergrond N-depositie vanuit de lucht is in de kustgebieden ca 35 kg N. Bij een N-gehalte van het blad van 28 mg/g (representatief voor een goed groeiend eikenbos) wordt er via bladval 67 kg N/ha geproduceerd. Het verschil tussen een goed en een matig groeiend bos betreft dan een N-input van 19 kg N/ha.

Wanneer het gaat om het opvangen van het effect van de input van extra organische stof door hondenuitwerpselen zou het verschil in stikstofconcentratie tussen een langzaam en snel groeiend bos kunnen worden beschouwd als een indicatie van de plasticiteit van een eikenbos. Als norm voor de toelaatbare extra N-belasting van een eikenbos is het echter aan de lage kant, wanneer men ervan uit mag gaan dat een verhoging van het N-aanbod doorgaans ook resulteert in een verhoging van de LAI.

Wanneer hiervoor wordt gecorrigeerd, bijvoorbeeld door uit te gaan van een LAI van 3 voor een slecht groeiend bos met een bladstikstofgehalte van 18 mg/g en een zeer goed groeiend bos met een LAI van 5 en een bladstikstofgehalte van 28, dan is de hoeveelheid geproduceerde N in het eerste geval 32 g N/ha per jaar en in het tweede geval 84 g N/ha per jaar. Het verschil is dan 52 kg N/ha per jaar. Overigens gaat het hierbij nog steeds om waarden die in dezelfde orde van grootte liggen als die van de jaarlijkse N-depositie via de lucht.

Één en ander betekent dat door een geleidelijk extra toevoeging van organische stof aan de bosbodem er in een aanvankelijk suboptimaal groeiend bos een verschuiving kan optreden in de richting van een optimaal groeiend bos, zonder dat de extra N-belasting die daarmee gepaard gaat onbenut door de boom of het bodemleven uitspoelt. Bij een bos dat aanvankelijk reeds een meer dan optimale N-voorziening heeft zal bij een extra N-belasting op den duur wél de kans op uitspoeling van N toenemen. Dit zal pas optreden wanneer zowel de bodem als de boom niet meer alle stikstof kan vastleggen en de hoeveelheid stikstof in de organische stof derhalve niet meer hoger kan worden. Over het niveau van stikstofverzadiging waarop dit punt is bereikt is bij (eiken)bossen onvoldoende bekend. Evenmin is bekend hoe lang het duurt voordat het niveau van stikstofverzadiging is bereikt c.q. wanneer een matig groeiend bos is getransformeerd naar een goed groeiend bos waarin geen stikstof meer kan worden gebufferd.

De hierboven gegeven "rek" van 52 kg N/ha per jaar, die staat voor de transformatie van een slecht naar een goed groeiend bos met de daaraan gepaard gaande verandering van bladmassa, zal in de loop van de ontwikkeling van het bos bij een stijgende N-input wellicht geleidelijk naar beneden moeten worden bijgesteld. Het tijdstip waarop dit gaat spelen is echter onvoldoende aan te geven. Dit is echter ook niet op korte termijn te verwachten omdat er landelijk gezien over de periode 1990-2000 een dalende trend was in het stikstofgehalte van zowel de strooisellaag als de minerale bovengrond van eikenbossen.

## ***Bijlage 5.2 Stikstof in de bodem***

In de periode 1990-2000 is op landelijk niveau het organische stofgehalte van de minerale bovengrond van gemiddelde eikenbossen met 0,7 % gedaald, waarbij ook de strooisellaag een daling laat zien van 26,5 g N/kg naar 21,8 g N/kg (Schoonderwoerd et al., 2006). Dit betekent dat er de afgelopen jaren nog wat meer "ruimte" is gekomen in het N-bufferend vermogen van eikenbossen. Een interessant en wellicht niet onbelangrijk aspect hierbij is dat de uitspoeling van nitraat naar het grondwater van eikenbos ten opzichte van de meeste opstanden met andere boomsoorten sowieso al relatief laag is (Boumans & Beltman, 1991).

Wanneer men bij de berekening van deze ruimte in het N-bufferende vermogen uitgaat van een hierboven gegeven daling van het organische stofgehalte van alleen de minerale bovengrond, gedurende de periode 1990-2000, van 0,7 % in een toplaag van 30 cm, en men stelt het gewicht van die grond op 1 kg/dm<sup>3</sup>, dan komt dat per dm<sup>2</sup> bodemoppervlak overeen met 3 x 7 gram = 21 gram organische stof. Per m<sup>2</sup> bodemoppervlak is dat 2100 gram oftewel 2,1 kg en per hectare 21000 kg. Uitgaande van een koolstof-stikstof verhouding van de organische stof van 20 bestaat 5 % daarvan dus uit stikstof en gaat het om een gewicht van 1050 kg N/ha.

Wanneer men het niveau van potentieel beschikbare N in de bodem van 1990 als uitgangspunt neemt, dan zou dit weer kunnen worden bereikt door het toevoegen van 21000 kg organische stof. De periode waarop men dit wil bereiken is dan bepalend voor het vaststellen van de jaarlijkse dosering. Over een periode van 20 jaar komt dat neer op een jaarlijkse gift van ruim 1000 kg organische stof per hectare. Hierbij zijn de eventuele verliezen door de omzetting van stikstof en het vastleggen van stikstof in de strooisellaag tot op het niveau van 1990 nog buiten beschouwing gelaten.

In de rekenmodellen is uitgegaan van een gemiddelde Nederlandse situatie die op een aantal punten wellicht substantieel verschilt met de situatie in de Bosjes van Poot. Hierbij kan worden gedacht aan de dikte en het stikstofgehalte van de strooisellaag en de dikte en het organische stofgehalte van de minerale bovengrond. Berekeningen met beide benaderingen (die vanuit de normaal te verwachten schommelingen van input van N via de jaarlijkse bladval én die van het compenseren van de daling van het organische stofgehalte in de bodem van eikenbossen) leveren zodanige verschillen op dat alleen op basis daarvan geen verdedigbare norm kan worden opgesteld voor de belasting door hondenuitwerpselen.

### **Bijlage 5.3: Effecten van nutriënten uit hondenontlasting op ziektes bij eik**

Uit proeven met toediening van rioolzuiveringsslib aan eikenbossen is gebleken dat de vorming van vruchtlichamen (paddenstoelen) van *Armillaria* erdoor wordt gestimuleerd (Keller, 1988). De vraag blijft echter of dit ook kan worden vertaald in een gemiddelde toename van aantastingen van voorheen gezonde bomen.

Ook uit andere onderzoeken komt het verband tussen bemesting en aantasting van *Armillaria* niet eenduidig naar voren. Zo bleek uit onderzoek aan *Eucalyptus diversicolor* dat er tien jaar na dunning in combinatie met bemesting geen verbanden waren tussen de bemesting en het voorkomen van *Armillaria* (Robinson, 2003). Ook uit onderzoek aan gemengde naaldbossen van reuzenzilverspar (*Abies grandis*) en Canadese lariks (*Larix occidentalis*) bleek bemesting na 10 jaar geen significante invloed te hebben gehad op de sterfte van bomen door *Armillaria* (Filip et al. 2002). Het ging daarbij om stikstofgiften van 100 kg N/ha (in de vorm van een samengestelde meststof, NPKS), 300 kg N/ha (eveneens als NPKS) en 350 kg N/ha (in de vorm van ureum). Bij deze twee studies moet echter worden opgemerkt dat het ging om een middenlange-termijn effect (over 10 jaar) van een éénmalige gift. Hieruit kan niet worden afgeleid hoe de ontwikkeling zou zijn geweest bij een jaarlijks herhaalde bemesting, zoals door hondenuitwerpselen en urine in de Bosjes van Poot het geval is. Dit geldt ook voor een aantal onderzoeken aan de effecten van bemesting op andere schimmelaantastingen op bomen (zoals die van de Douglasspar (*Pseudotsuga menziesii*) door de schimmel *Phellinus weirii*) en waarbij 8 jaar na bemesting nog geen negatief dan wel positief effect naar voren kwam (Miller et al., 2006).

In een driejarig onderzoek inoculeerden Laflamme et al. (2003) 2-jarige planten van de zeeden (*Pinus pinaster*) onder geconditioneerde omstandigheden met *Armillaria*. Het bleek dat de infectie (en sterfte) bij de bemeste boompjes lager was dan bij de niet bemeste boompjes. Overigens bleek eveneens dat de infectie van planten die leden onder vochtstress lager was dan bomen die vrij waren van vochtstress. Dit kan een interessant gegeven zijn wanneer men de combinatie stikstofbelasting/droogtestress in ogenschouw neemt. De literatuur geeft echter weinig aanknopingspunten ten aanzien van praktijkproeven met deze combinatie.

Mallet & Maynard (2003) vonden daarentegen in een kasexperiment aan jonge planten van de dennensoort *Pinus contorta* var. *latifolia* dat planten na toediening van een volle dosis meststof meer aantasting door *Armillaria* vertoonden dan de planten die slechts een kwart van de hoeveelheid was toegediend. In deze omstandigheid was de overleving van de schimmel bij de lage concentraties echter beter. Of daarmee de infectiedruk van *Armillaria* onder natuurlijke omstandigheden, zoals een bossituatie beter is, is niet bekend.

Redenerend vanuit de wetenschap dat in de praktijk vooral verzwakte bomen door de meer agressievere vormen van de honingzwam (*A. mellea* en *A. ostoyae*) worden aangetast zou een bemesting bij bomen die te maken hebben met nutriëntenstress zelfs eerder gunstig dan ongunstig zijn. Dit geldt dan zowel voor de gezondheid van de individuele boom als voor de verspreiding van de ziekte oftewel de infectiedruk in het bos als geheel.

Dit geldt dan verder niet slechts voor *Armillaria* als meer agressieve gelegenheidsparasiet, maar ook voor secundaire dierlijke aantastingen die vooral verzwakte bomen aantasten. Voor de zomereik gaat het met name om de eikenspintkever (*Scolytus intricatus*) en de eikenprachtkever (*Agrilus biguttatus*). Deze bastkevers leggen hun eitjes onder de bast van doorgaans verzwakte bomen waarna de uitgekomen larven tussen het hout en de bast een gangenstelsel vreten. Wanneer dit rondom de gehele stam of tak plaatsvindt gaat deze gewoonlijk vanaf dit punt dood. Er zijn echter geen aanwijzingen dat deze soorten een groter gevaar opleveren bij een verhoogde hoeveelheid meststoffen in de bodem.

