



Abies alba

Dé boom van de toekomst?

VERKENNING VAN DE ROL EN TOEPASSING VAN DE GEWONE
ZILVERSPAR IN BOSBEHEER EN EEN VERANDEREND KLIMAAT

Chris Hartman en Stefan Poelman



Abies alba

Dé boom van de toekomst?

VERKENNING VAN DE ROL EN TOEPASSING VAN DE GEWONE
ZILVERSPAR IN BOSBEHEER EN EEN VERANDEREND KLIMAAT

“Het plenterbos een utopie? Neen!”

*(J.L.W. Blokhuis, voormalig houtvester te Emmen en voorvechter van kleinschalig
bosbeheer)*

Chris Hartman
Stefan Poelman

Afstudeerscriptie Major Beheer van Bos en Natuur
Opleiding Bos en Natuurbeheer
Van Hall-Larenstein University of Applied Sciences
Begeleidend docent: Dr. M. Vlam, docent bosbeheer

Leeropdracht opleiding Bos en Natuurbeheer

Status: Definitief

Datum van voltooiing: 5 juni 2019

Opdrachtgever: Staatsbosbeheer, Afdeling beheer & productie

Contactpersoon: Ronald Sinke, Bosadviseur Groningen-Friesland-Drenthe
Leonard Springerlaan 23
9727 KB Groningen
050 - 707 4474 of 06 - 22 69 41 96
r.sinke@staatsbosbeheer.nl

Alle foto's in dit rapport zijn gemaakt door de auteurs tenzij anders vermeld.

Afbeelding omslagpagina: Bosopstand met *Abies alba* in Gieten-Borger.

Woord vooraf

Voor u ligt het afstudeerrapport dat door de auteurs is geschreven gedurende de afstudeerfase van de opleiding Bos en Natuurbeheer aan de hogeschool van Hall-Larenstein in Velp. In de periode van begin februari tot eind mei 2019 is hiervoor onderzoek gedaan naar de rol, ontwikkeling en kansen die de *Abies alba* (gewone zilverspar) inneemt en kan innemen in het (kleinschalig) bosbeheer nu en in de toekomst.

De opdracht voor dit onderzoek is gegeven door Staatsbosbeheer, in de persoon van Ronald Sinke, als bosadviseur werkzaam in de Noordelijke regio van Nederland en vanuit die functie sterk betrokken bij de *Abies alba*.

Dit onderzoek naar de *Abies alba*, die met name functioneert in kleinschalige beheerssystemen, is uitgevoerd in een periode waarin de discussie over (grootschalige) houtkap tot een voorheen nooit behaald niveau van felheid is opgelaaide. Verschillende mensen hebben zich hierin uitgesproken voor een transitie naar andere houthoogstsystemen. Daarnaast dwingt de klimaatsverandering bosbeheerders na te denken over de soms ingrijpende weerslag die dit heeft op de soortensamenstelling en duurzaamheid van de Nederlandse bossen. Met dit rapport hopen wij een gedeeltelijke bijdrage te kunnen leveren aan het beantwoorden van dit vraagstuk.

In dit onderzoek is veelvuldig gebruik gemaakt van literatuur uit met name Duitsland, de VS, Polen, Wit-Rusland en Zwitserland. Daarnaast hebben een aantal (buitenlandse) deskundigen bijgedragen aan de interpretatie en het verkrijgen van de juiste informatie.

Deze mensen willen wij hier graag persoonlijk bedanken:

- Achim Schafer (Bundesamt fuer umwelt, Bern Zwitserland)
- Johannes Odrost (Fachbereich Umwelt, stad Aachen, Duitsland)
- Hans Beens (Staatsbosbeheer Kop van Drenthe)
- Lysander van Oossanen (Staatsbosbeheer Drents-Friese Wold)
- Ron Schenkel (Staatsbosbeheer Hart van Drenthe)
- Wilco van Tellingen (Staatsbosbeheer Gieten-Borger)
- Hans Tjoonk (Staatsbosbeheer Emmen-Sleen)
- Wolter Winter (Staatsbosbeheer Drentsche Aa)
- Gerrit Hietbrink (Staatsbosbeheer Dwingeloo)
- Richard Kraaijvanger (Docent bodemkunde, hogeschool van Hall-Larenstein)
- Harrie Schreppers (Schreppers bos/ natuurbeheer en hogeschool van Hall-Larenstein)
- Reinier Bouvy, Eigenaar en beheerder van het Smithuysbos te Hilversum

En voor de goede en kritische begeleiding gedurende het hele proces is veel dank verschuldigd aan Mart Vlam, Docent bosbeheer aan Van Hall-Larenstein en Ronald Sinke, Bosadviseur bij Staatsbosbeheer en opdrachtgever voor dit onderzoek.

Velp, juni 2019

Chris Hartman en Stefan Poelman

Samenvatting

De afgelopen jaren is de invloed van klimaat gerelateerde problemen in binnen- en buitenland meer en meer zichtbaar geworden, het recente sterven van grote oppervlakten bos in Duitsland is hiervan een pijnlijke maar te voorspellen voorbeeld gebleken. Voor bosbeheerders is het inmiddels duidelijk dat enkele van de huidige boomsoorten (waaronder de beuk en fijnspar) zich naar verwachting niet zal weten te handhaven in onze bossen wanneer de verwachte klimaatsverandering verder doorzet. Dit gegeven doet direct de vraag naar voren komen welke boomsoorten in de toekomst kunnen bijdragen aan het klimaatbestendig maken van bossen, in dit onderzoek is de *Abies alba* in dat kader onderzocht met de volgende hoofdvraag:

Op welke manier kan de *Abies alba* een rol spelen in het kleinschalig bosbeheer in Drenthe?

Gebleken is dat de boom door met name het vermogen zeer diep te kunnen wortelen goed in staat is de verwachte toenemende perioden van droogte en intensiteit van stormen te doorstaan.

Daarnaast blijkt dat de boomsoort vooralsnog weinig te vrezen heeft van directe aantasters, dit in tegenstelling tot de nu veel gebruikte fijnspar.

Wildvraat vormt echter een groot risico, hiervoor zijn maatregelen vereist om de boom een kans te geven.

In bossen vormt de boom een typische boomsoort van een gesloten bossysteem, een bos met volwassen exemplaren van de *Abies alba* is relatief koel en vochtig zomers en biedt daardoor andere (schaduw) soorten zoals esdoorn en beuk een goede basis gedurende hun jonge en kwetsbare fase. Daarnaast blijkt de boom een goede tegenspeler in bossen waar beuk of lariks dominant lijkt te worden, in Duitsland is het “Buchen-Weistanne-Mischwald” een inmiddels gangbaar bostype. Dit zelfde bostype wordt in onder andere Duitsland ook ingezet als aanplant onder monoculturen om de omvorming naar gemend bos vorm te geven.

Keuze voor de *Abies alba* betekent wel een omschakeling in de wijze van bosbeheer, de boomsoort is erg gevoelig voor te sterke fluctuaties in lichtregime en bosklimaat.

Het bosbeheer moet in delen waar de *Abies alba* aanwezig is, gedurende langere tijd een constante factor zijn. Het momenteel gangbare dunnen, scherm-, kaal- of zoom - kap na een periode zonder ingrepen leidt tot zichtbare stress en enkele jaren van stagnerende groei, een fenomeen dat ook bij Douglasspar is waargenomen.

Het plenterwoud of uitkapbos, waarin frequent individuele bomen worden geoogst geldt als optimaal voor de *Abies alba* wanneer bosklimaat en lichtregime zoveel mogelijk constant worden gehouden. Deze boomsgewijze manier van werken wordt momenteel meer en meer geadviseerd.

Het hout van de *Abies alba* is breed inzetbaar, gebrek aan aanbod en onbekendheid lijken vooralsnog de voornaamste redenen dat de *Abies alba* wordt onderschat als productieboom in Nederland.

Dat de *Abies alba* een rol van betekenis kan spelen in het kleinschalig bosbeheer is in dit onderzoek aangetoond, wellicht op meer plekken dan alleen in Drenthe.

Inhoudsopgave

Hoofdstuk 1: Inleiding.....	7
1.1 Aanleiding onderzoek	8
1.2 Maatschappelijk/wetenschappelijk Kader	9
1.3 Doelstelling, probleemstelling en Hoofdvraag.....	12
1.4 Deelvragen en afbakening	13
Hoofdstuk 2: Methode	14
2.2 Dataverzameling.....	16
Hoofdstuk 3: Kennismaking met de <i>Abies alba</i>	20
3.1 Indeling en verspreiding van de gewone zilverspar.	20
3.2 Herkenning van de <i>Abies alba</i>	23
3.3 Eigenschappen	24
3.3.1 Wortelstelsel	25
3.3.2 Stam en stamvoet.....	29
3.3.3 Takken, Kroon en Naalden	30
Hoofdstuk 4: Standplaatsvereisten van de <i>Abies alba</i>	32
4.1 Verspreidingsgebied	32
4.2 Bodemsamenstelling en voedselrijkdom	34
4.3 Klimaat	35
4.3.1 Temperatuur	35
4.3.2 Neerslag.....	36
4.3.3 Lichtbehoefte en windbestendigheid.....	38
4.3.4 De <i>Abies alba</i> in een veranderend klimaat.....	40
Hoofdstuk 5: Klimaatprognoses voor Nederland	41
5.1 Toekomstprognoses klimaat	41
5.2 Toekomstig verspreidingsgebied <i>Abies alba</i>	45
Hoofdstuk 6: Boscologisch functioneren van de <i>Abies alba</i>	47
6.1 Ontwikkeling in het bos	48
6.1.1 Zaadval en kiemfase	48
6.1.2 Jonge en jongvolwassen fase	49
6.1.3 Volwassen fase.....	50

6.2	fauna.....	51
6.2.1	Grofwild en begrazingsdieren	51
6.2.2	Insecten	53
6.3	Verhouding tot schimmels.....	56
6.4	De <i>Abies alba</i> In het bosbeheer	58
6.4.1	Houtoogst.....	58
6.4.2	Verjonging	60
Hoofdstuk 7: <i>Abies alba</i> in de houtmarkt		62
7.1	Toepassing van de <i>Abies alba</i>	62
7.2	<i>Abies alba</i> in de Nederlandse MARKT?	66
Hoofdstuk 8: Bosbeheerders over de <i>Abies alba</i>		67
8.1	Uitkomsten vragenlijsten	68
8.2	Conclusie naar aanleiding van de gesprekken met de beheerders	71
Hoofdstuk 9: Ontwikkeling van de <i>Abies alba</i> in Drenthe.....		72
9.1	Onderzoekslocaties	72
9.2	Bodem en Bodemclusters	72
9.3	Resultaten veldonderzoek	73
9.3.1	Analyse bodem in combinatie met diameter- en hoogteontwikkeling ...	73
9.3.2	Analyse grondwaterstand in combinatie met diameter- en hoogte ontwikkeling.....	76
9.3.3	Overige resultaten.....	77
Hoofdstuk 10: Conclusie		78
Hoofdstuk 11: Aanbevelingen.....		81
Hoofdstuk 12: Discussie (Reflectie op de methodologie)		82
Hoofdstuk 13: Duurzaamheidsanalyse		84
Bibliografie		87
Bijlage 1: Onderzoeklocaties <i>Abies alba</i>		93
Bijlage 2: Bodemcodes per vak		89
Bijlage 3: Indeling bosvakken in bodemclusters.....		92
Bijlage 4: Metingen per vak		93

Hoofdstuk 1: Inleiding

Verspreid over Drenthe zijn kleine oppervlakten bos aanwezig waarin enkele decennia geleden de *Abies alba* is ingebracht door de toenmalige beheerders. Recent is gebleken dat onder andere in de Emmerdennen, een bos dat al langer kleinschalig wordt beheerd, deze aanplant is ontwikkeld tot een gesloten opstand met bomen van forse afmetingen. Met het oog op veranderende klimatologische omstandigheden en een relatief smal palet aan bos-boomsoorten in de huidige beheerpraktijk is er behoefte en noodzaak om te gaan oriënteren op boomsoorten die in de toekomst ingezet kunnen worden om bossen vitaal te houden en duurzame houtproductie te garanderen. Dit rapport is een eerste aanzet in het onderzoek naar de functie en toepasbaarheid van de gewone Zilverspar (*Abies alba*) als boomsoort in (kleinschalig) bosbeheer aan de hand van de opstanden in Drenthe. De resultaten van het veldonderzoek zijn gebaseerd op de situatie in Drenthe, indien mogelijk zijn deze vertaald naar Nationale schaal. Het literatuuronderzoek is niet toegespitst op Drenthe maar gaan in op de *Abies alba* in het algemeen.

De opdracht voor dit onderzoek is gegeven door Ronald Sinke, als bosadviseur voor de regio Groningen, Friesland en Drenthe werkzaam binnen Staatsbosbeheer. De feitelijke opdracht gevende organisatie is hiermee de afdeling beheer & productie van Staatsbosbeheer.

Staatsbosbeheer streeft naar toekomstgericht bosbeheer waarin Beleven, Beschermen en Benutten een centrale rol spelen. Onderdeel van dit streven is het duurzaam produceren van hout in haar bossen nu en in de toekomst.

1.1 AANLEIDING ONDERZOEK

Door dat de *Abies alba* in onder andere de Emmerdennen een goede groei laat zien is Staatsbosbeheer geïnteresseerd geraakt in deze boomsoort. Ook de commissie Pro-silva van de KNBV heeft aangegeven de ontwikkeling in de Emmerdennen als mogelijk interessant voor de toekomst van de Nederlandse bosbouw te zien. De Emmerdennen staan op een goede bodem, de combinatie van stuifzand op rode keileem geeft voor nagenoeg alle boomsoorten optimale bodemcondities. Naast de Emmerdennen staan er verspreid over Drenthe nog 35 andere bosopstanden waar de *Abies alba* ingebracht is, hiervan is minder goed bekend hoe de bomen ontwikkeld zijn. Door de grote ruimtelijke spreiding van de opstanden is er ook een grote variatie in bodemtypen onder deze opstanden. Omdat de *Abies alba* zich in Emmen als mogelijk interessante boomsoort ontwikkelt in het natuurvolgend klimaatbestendig en kleinschalig bosbeheer, heeft de opdrachtgever een vraag uitgezet om de ontwikkeling van de *Abies alba* op de Drentse bodems in kaart te brengen en een onderzoek te doen naar de bosecologische beheeraspecten, hout eigenschappen, standplaatseisen en klimaatprognoses van deze boomsoort.

Naast de mogelijk productietechnische waarde past het streven naar het mengen soorten binnen bosopstanden binnen de huidige denklijnen, tijdens de laatste beheerdersdag in 2018 is gebleken dat het doorbreken van monoculturen en het meer en meer mengen van boomsoorten naar de huidige inzichten waarschijnlijk tegenwicht biedt aan veranderende omstandigheden.

Ook vanuit dat oogpunt is een onderzoek naar nieuwe soorten met verwachte potentie van belang voor duurzaam bosbeheer.

1.2 MAATSCHAPPELIJK/WETENSCHAPPELIJK KADER

Een veranderend klimaat brengt vraagstukken met zich mee voor bosbeheerders, immers worden de bossen van de toekomst nu geplant. Dit maakt inspelen op klimaatscenario's voor bosbeheer beduidend lastiger dan voor bijvoorbeeld landbouw waar de omlooptijd van veel gewassen één of twee jaar is en daarmee een stuk korter dan de omlooptijd van enkele decennia in bossen.

Hoewel het nog niet met zekerheid te zeggen is welk van de verschillende klimaatscenario's werkelijkheid gaat worden moet in de meeste opties rekening gehouden worden met een temperatuurstijging en grotere fluctuaties in neerslaghoeveelheid en frequentie (KNMI, 2019). Uit onderzoek van het KNMI komt naar voren dat de kans op zomerdroogte gaat toenemen terwijl de totale neerslaghoeveelheid zal stijgen. Droogtestress, in- en overstroming van- (gedeeltes van) bossen zullen naar alle waarschijnlijkheid vaker gaan optreden (Koninklijke Nederlandse Bosbouw Vereniging, 2017).

Uit verschillende studies, waaronder die van het KNMI komt ook naar voren dat niet alleen de hoeveelheid en frequentie van beschikbaar hemelwater in de toekomst zal gaan veranderen maar dat ook rekening gehouden moet worden met extremen in wind (stormen), temperatuur en weersomstandigheden (onweer, slagregens etc.). (Minnen, et al., 2012). Dit betekent zondermeer dat er kritisch gekeken moet worden naar het huidige soortenpalet en manieren om de bossen weerbaar te maken tegen de verschillende klimaatscenario's.

Het verhogen van de biodiversiteit en uitbreiden van het soortenpalet is hierin een vaak genoemde maatregel (Koninklijke Nederlandse Bosbouw Vereniging, 2017; Hockenjös, 2008).

Iedere boomsoort die de potentie heeft of lijkt te hebben is het onderzoeken waard, voor de naaldbhoutsoorten is *Abies alba* een soort die binnen Europa reeds toegepast wordt en daarmee niet nieuw in de (internationale) bosbouw.

Door dat *Abies alba* een diepe penwortel vormt die later sterk vertakt is de boom beduidend beter bestand tegen harde wind en in staat dieper grondwater te bereiken. Dit maakt de boom ook beter in staat de watervoorziening op peil te houden bij zomerdroogte (Hockenjös, 2008).

Het mengen van bossen helpt mee aan het in de hand houden van door verzwakking van bossen optredende ziekten en plagen (Koninklijke Nederlandse Bosbouw Vereniging, 2017). Door opstanden meer te mengen wordt voorkomend dat de uitbraak van bijvoorbeeld de Letterzetter (*Ips typografus*) grote gaten in de bossen veroorzaakt waardoor het bosklimaat verandert en meer bomen verminderd vitaal raken met alle risico's op aantasting en uitval tot gevolg. Dat de *Abies alba* hierin een rol van betekenis kan spelen is reeds in Duitsland aangetoond (Hockenjös, 2008). Ook in Nederland is na een periode waarin monoculturen populair waren hernieuwde aandacht voor het terugdringen van monoculturen. De recente problematiek met de *Ips typografus* in Drenthe en Duitsland en de grootschalige uitval van essen door de uitbraak van *Hymenoscyphus fraxineus* hebben de bos en boombeheerders gedwongen na te denken over de houdbaarheid van hun opstanden en de ziektegevoeligheid van deze veelal gelijksoortige bosopstanden.

Met de vanuit Zuid-Europa naderende, klimaatvolgende en zeer lastig te bestrijden bacterie-infectie *Xylella fastidiosa*, die meer dan 300 soorten lijkt aan te tasten is er nog een dringende noodzaak goed over de kwetsbaarheid van de huidige bossen en het doormengen van bossen na te denken (Wageningen University and Research, 2019). Risicospreiding in de breedste zin van het woord lijkt vooralsnog een goed antwoord op de (naderende) bedreigingen voor bomen en bossen (Jongenotter, 2018).

Het maatschappelijke belang van dit onderzoek komt voort uit de eerder genoemde veranderingen in klimaat en de mogelijke gevolgen van verminderde vitaliteit hierdoor voor het Nederlandse bos.

Ook de recente discussie over het kaalkappen van percelen door terrein beherende organisaties, die tot verhitte en soms zelfs agressieve discussies in alle media en lagen van de maatschappij heeft geleid, maakt een overgang naar een andere wijze van beheren en houtoogst noodzakelijk.

Zoals benoemd is het inspelen op een veranderend klimaat in het bosbeheer vooral een kwestie van breed vooruitkijken en het spreiden van risico's vanwege de lange omlooptijd van bossen.

Vanuit de overheid is er ruime aandacht voor de klimaat-gerelateerde problematiek rondom waterveiligheid, stedelijke hittebeheersing, waterkwaliteit en landbouw. Voor bos en natuur blijft het klimaatbestendig beleid vooralsnog achter.

Reden te meer om vanuit de bosbeheerders stappen te zetten in het klimaatbestendig maken van bossen en daarmee het veiligstellen van bossen voor de toekomst (Minnen, et al., 2012).

Ook vanuit de bosecologische kant bekeken is een onderzoek naar de toepasbaarheid van *Abies alba* welkom. In de nabije toekomst gaat (natuurvolgend) kleinschalig beheer een bosbeheer-systeem zijn waar veel beheerders gevraagd of ongevraagd mee te maken krijgen. Kleinschalig (natuurvolgend) houdt kort samengevat in dat de beheerder streeft naar het behoud en gebruik van natuurlijke processen in het bossysteem (Kroondomein het Loo, 2008).

In tegenstelling tot grootschalig bosbeheer waarin bosvakken gelijktijdig geoogst worden en weer ingeplant of verjongd met min of meer gelijkjarige en gelijksoortige boombestanden biedt het (natuurvolgend) kleinschalig bosbeheer ruimte aan de individuele boom. In de bossen van Kroondomein het Loo wordt al enkele decennia gebruik gemaakt van (een afgeleide van) deze methode.

Bomen worden gekapt wanneer dit in het voordeel is van de omstaande bomen en op een moment dat het kappen van de boom geen negatieve invloed heeft op het bosklimaat.

Op deze manier wordt de bosbodem en de ondergroei permanent onder een "scherm" van bomen gehouden. De soortensamenstelling zal geleidelijk gaan veranderen doordat er bij het kappen van bomen wisselende ruimte ontstaat waarin soorten zich wel of niet kunnen verjongen door variatie in bijvoorbeeld lichthoeveelheid.

Door allerlei oorzaken sterven bomen ook af voordat deze het moment van kappen hebben bereikt, door deze bomen te laten staan wordt het aandeel dood hout verhoogd en een belangrijke bijdrage geleverd aan het natuurlijke bossysteem.

Daarnaast biedt een meer stabiel en gesloten bossysteem een brede variatie aan ecosystemen op microschaal (Keczynski, et al., 2017).

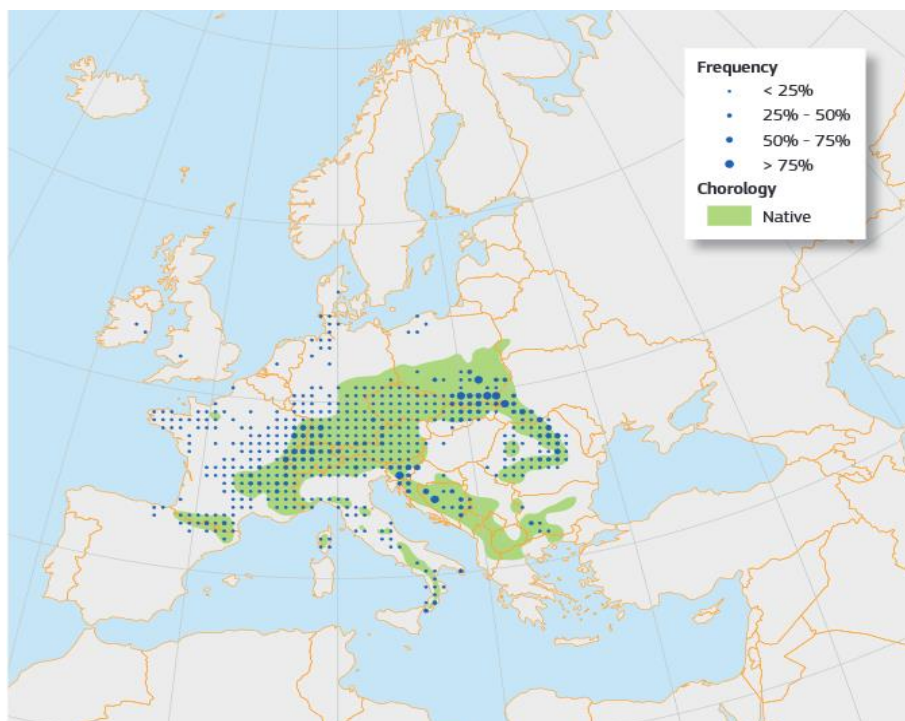
Dit principe, waarin het bossysteem leidend is in de houtproductie, kent zowel vanuit economisch als ecologisch oogpunt sterke voordelen. Het bos wordt weerbaarder tegen bijvoorbeeld stormen en aantastingen en door het verhogen van het aantal soorten kan makkelijker worden ingespeeld op een soms wisselende vraag naar hout vanuit de markt (Kroondomein het Loo, 2008).

In de gangbare literatuur wordt de *Abies alba* als uitermate geschikt voor dit bossysteem bestempeld (Jansen et al, 2018; Hockenjós, 2008).

Dit komt mede door de hoge mate van schaduw-verdraagzaamheid en het vermogen snel te reageren op vrijgekomen groeiruimte (Global Biodiversity Information Facility, 2019). Daarnaast laat de *Abies alba* in de Emmerdennen een goede en regelmatige groei zien met aangroei tot een centimeter dikte per jaar volgens de in dit onderzoek uitgevoerde metingen.

Tot slot kan de *Abies alba* naar verwachting een goede aanvulling zijn in het smalle soortenpalet dat beschikbaar is om de kleinschalig beheerde bossen in de toekomst voldoende soortenrijk te houden en de productie van hout in deze bossen veilig te stellen (Jansen et al, 2018; Hockenjós, 2008)

Uit afbeelding 1A blijkt dat de *Abies alba* in Europa breed voorkomt en het zwaartepunt van de verspreiding vooral in centraal Europa ligt. De kaart laat zien dat de natuurlijke (native) verspreiding de centraal gelegen delen van Europa omvat.



Afbeelding 1A: Verspreiding *Abies alba* in Europa (Mauri, Rigo de, & Caudullo, 2016).

1.3 DOELSTELLING, PROBLEEMSTELLING EN HOOFDVRAAG

Uit de tot nu toe bekende gegevens en informatie vanuit opdrachtgever en externe deskundigen is een beeld gevormd van het vraagstuk rondom de *Abies alba*. Concreet heeft dit geleid tot de volgende probleemstelling en hoofdvraag:

Probleemstelling: Klimaatverandering en toenemende ziektedruk leggen een in zwaarte toenemende belasting op de Nederlandse bossen, vooralsnog lijkt mengen van boomsoorten en een kleinschaliger beheer hier een goed antwoord op.

De *Abies alba* kan gelet op de ontwikkeling in enkele opstanden in Drenthe waarschijnlijk een rol van betekenis gaan spelen in deze ontwikkelingen.

De hoofdvraag is dan ook:

Op welke manier kan de Abies alba een rol spelen in het kleinschalig bosbeheer in Drenthe?

Doelstelling:

Het doel van dit onderzoek is het in kaart brengen van de toepasbaarheid van de *Abies alba* als klimaatbestendige boomsoort in het kleinschalig bosbeheer in Drenthe. Uit het onderzoek kunnen aanbevelingen naar voren komen voor andere locaties in Nederland op vergelijkbare bodems.

1.4 DEELVRAGEN EN AFBAKENING

De hoofdvraag is beantwoord aan de hand van een aantal deelvragen.

De deelvragen gaan in op de aspecten die relevant zijn om een uitspraak te doen over de toepasbaarheid van de *Abies alba*.

De deelvragen vormen in het rapport de afzonderlijke hoofdstukken.

De volgende deelvragen zijn opgesteld:

1. *Wat zijn de fysieke en fysiologische eigenschappen van de Abies alba?*
2. *Wat is de ruimtelijk-geografische verspreiding in Europa en welke standplaats en klimaateisen stelt de Abies alba?*
3. *Welke toekomstprognoses gelden er met betrekking tot klimaat en toekomstig verspreidingsgebied?*
4. *Hoe gedraagt de Abies alba zich in bosverband met betrekking tot verjonging, concurrentie en eventuele vraat en veegschade en overige bosecologische aspecten?*
5. *Waar vindt de Abies alba momenteel toepassing en hoe zou deze houtsoort in de markt toegepast kunnen worden?*
6. *Hoe ontwikkeld de Abies alba zich in de 16 proefopstanden in Drenthe op de verschillende bodems?*
7. *Hoe kijken de bosbeheerders aan tegen de Abies alba in hun bossen?*

Afbakening:

Het onderzoek bevat een hoop onderdelen die afzonderlijk van elkaar in een uitgebreider onderzoek bredere en gedetailleerdere resultaten zullen geven van in dit rapport naar voren komt.

Omdat dit onderzoek een verkennend karakter heeft komen een aantal deelvragen kort aan bod zonder dat daar een uitvoerig onderzoek op is toegepast.

Voor deelvragen 1, 2, 4 en 6 geldt dat deze volledig beantwoord kunnen worden.

Bij de overige deelvragen geldt een afbakening van het onderzoek.

Deelvraag 3 neemt de meest waarschijnlijke klimaatprognoses van het KNMI als uitgangspunt, het gaat te ver om alle 14 tot nu toe bekende en meer of minder waarschijnlijke scenario's volledig uit te werken.

Deelvraag 5 bevat een voorverkenning van de toepassingsmogelijkheden, het is nadrukkelijk niet gewenst een volledig marktonderzoek uit te voeren. In deze deelvraag wordt hoogstens verkend hoe en waar de *Abies alba* perspectief heeft als houtsoort.

Deelvraag 7 gaat in op de beheerders van de onderzochte opstanden en hun idee bij het al dan niet toepassen van deze boomsoort, dit wordt geen uitgebreid onderzoek maar een (informeel) gesprek over de ervaringen met en houding ten opzichte van de boomsoort.

Hoofdstuk 2: Methode

Om antwoord te kunnen geven op de gestelde hoofdvraag uit paragraaf 1.4 is er onderzoek nodig naar verschillende facetten van de *Abies alba*. De deelvragen uit paragraaf 1.5 hebben ervoor gezorgd dat het onderzoek volgens concrete stappen is verlopen en gericht informatie is verzameld. De verkregen antwoorden hebben geresulteerd in een conclusie en lijst van aanbevelingen.

2.1 ONDERZOEKSOPZET

Voor dit onderzoek is kwalitatief onderzoek uitgevoerd. De deelvragen hebben de manier van data verzamelen bepaald. Het data verzamelen is gedaan doormiddel van literatuur- en veldonderzoek. De informatie voortkomend uit deze onderzoeken is vervolgens geanalyseerd om antwoord te kunnen geven op de hoofdvraag ‘Op welke manier kan de *Abies alba* een rol spelen in het kleinschalig bosbeheer in Drenthe?’.

In de onderstaande tekst is stapsgewijs uitgelegd wat uitgevoerd is om tot dit eindrapport te komen. De stappen zijn als volgt:

1. De eerste stap die is genomen heeft bestaan uit het doormiddel van literatuuronderzoek antwoord geven op de volgende deelvragen: 1, 2, 3, 4 en 5. Er is voornamelijk literatuur uit het buitenland (Centraal Europa) geraadpleegd, aangezien de *Abies alba* daar sterker vertegenwoordigd is dan in Nederland. Hiervoor is gebruikt gemaakt van diverse databanken. Het is belangrijk dat deze stap als eerste gezet is om zoveel mogelijk deelvragen af te handelen en informatie te verzamelen, voordat met de volgende deelvragen verder gewerkt kan worden.
2. De tweede stap heeft bestaan uit het inplannen van interviews met experts. Deze experts zijn docenten van hogeschool Van Hall Larenstein en experts uit het werkveld. De interviews met experts hebben extra informatie gegeven voor de deelvragen 3,4 en 5.
3. De derde stap heeft bestaan uit het winnen van informatie uit het buitenland. De Duitse en Zwitserse collega's hebben meer ervaring met de *Abies alba* en hebben meer gerichte informatie gegeven over het gebruik ervan. Middels mailwisseling met diverse mensen is een hoop informatie verkregen.
4. De vierde stap heeft bestaan uit het controleren van de opstanden in Drenthe waarin *Abies alba* aanwezig is, de vraag was of deze geschikt zijn voor onderzoek. Op de boslaag-kaart met hoofdboomsoorten van Staatsbosbeheer, aangevuld met gegevens uit de SyHI (steekproefpunten) is geconstateerd dat de *Abies alba* aanwezig is in diverse beheerseenheden in Drenthe, alleen was het onduidelijk in welke bosvakken en welke hoeveelheden de *Abies alba* en hoe deze opstanden eruit zien. Gebleken is dat de opstandskarten lang niet altijd voldoende actueel zijn, het contact met de beheerders van de verschillende bosvakken heeft tot een overzicht van daadwerkelijk aanwezige *Abies alba* geleid.

5. De vijfde stap heeft bestaan uit het veldonderzoek in combinatie met literatuurstudie. Tijdens het veldonderzoek zijn de opstanden met *Abies alba* onderzocht. Er is onderzocht hoe de *Abies alba* zich ontwikkelt en gedraagt in bosverband. Daarnaast is de DBH (Diameter-borsthoogte) en de hoogte in meters van de *Abies alba* gemeten. Hierin zijn per eerder bepaald bosvak waarin de *Abies alba* aanwezig is maximaal 50 willekeurige bomen gemeten. Deze 50 bomen zijn verdeeld over alle randen van de opstand en binnen de opstand volledig willekeurig gekozen.
Op deze manier zijn variaties in lichtregime, wind, omliggende vegetatie en beheer zo veel mogelijk meegenomen. Voor een aantal bosvakken betekent dit dat alle aanwezige zilversparren zijn gemeten. Hierin dient te worden opgemerkt dat alleen bomen boven de 6 meter (gemeten hoogte) zijn meegenomen in de resultaten.
Andere belangrijke punten zoals verjonging, concurrentie, vraat en veegschade en overige opmerkelijk heden zijn tegelijkertijd vastgelegd met foto's.
Tijdens het literatuuronderzoek is onderzoek gedaan naar de bodem waarop de verschillende bosvakken aanwezig zijn. Constateringen zoals vraatschade zijn getoetst aan de kennis die vanuit de literatuur beschikbaar is.
6. De zesde stap is beantwoorden van deelvraag 7 geweest. Hiervoor zijn interviews ingepland met beheerders van Staatsbosbeheer uit de verschillende beheereenheden in Drenthe waar de *Abies alba* voorkomt.
7. De zesde en laatste stap heeft bestaan uit het analyseren van de verzamelde gegevens. Na analyse van alle gegevens is een conclusie over de toepasbaarheid van de zilverspar en lijst van aanbevelingen voor de toekomst opgesteld.

2.2 DATAVERZAMELING

In deze paragraaf is per deelvraag beschreven op welke manier de benodigde informatie is verzameld.

Deelvraag 1: Wat zijn de fysieke en fysiologische eigenschappen van de *Abies alba*?

- *Dataverzameling*
Doormiddel van deskresearch is specifieke literatuur verzameld over de fysieke en fysiologische eigenschappen van de *Abies alba*. Hierin zijn ziektes en plagen ook meegenomen.
- *Analyse*
De verzamelde informatie is gebundeld en hiervan is tijdens het analyseren alleen de bruikbare informatie gebruikt.
- *Product*
De informatie heeft geleid tot het eerste inhoudelijke hoofdstuk, te weten hoofdstuk 3.

Deelvraag 2: Wat is de ruimtelijk-geografische verspreiding in Europa en welke standplaats en klimaateisen stelt de *Abies alba*?

- *Dataverzameling*
Doormiddel van deskresearch is specifieke literatuur verzameld over de ruimtelijke-geografische verspreiding van de *Abies alba* in Europa en welke klimaateisen de *Abies alba* stelt.
- *Analyse*
De verzamelde informatie is gebundeld en samengevat, onduidelijkheden zijn nogmaals getoetst aan andere literatuur.
- *Product*
De verzamelde informatie heeft geleid tot de (conceptversie van) hoofdstuk 4.

Deelvraag 3: Welke toekomstprognoses gelden er met betrekking tot klimaat en toekomstig verspreidingsgebied?

- *Dataverzameling*
Doormiddel van literatuuronderzoek is informatie verzameld over toekomstprognoses met betrekking tot klimaat. Hiervoor is gebruikt gemaakt van de klimaat scenario's van het KNMI, maar ook van andere instituten. Daarbij is onderzocht in hoeverre de klimatologische range van de *Abies alba* hierin past en in welke range Drenthe valt.
- *Analyse*
Tijdens het analyseren zijn de toekomst prognoses m.b.t klimaat vergeleken met het klimatologische verspreidingsgebied van de *Abies alba*.
- *Product*
Word document met daarin beschreven welke toekomst prognose er geldt m.b.t klimaat en verspreidingsgebied. Daarbij is beschreven in hoeverre dit overeenkomt of afwijkt. Deze informatie vormt de basis van het 5^e hoofdstuk.

Deelvraag 4: Hoe gedraagt de *Abies alba* zich in bosverband met betrekking tot verjonging, concurrentie en eventuele vraat en veegschade en overige boscologische aspecten?

- *Dataverzameling*
Doormiddel van een combinatie van veld en literatuuronderzoek is onderzocht hoe de *Abies alba* zich gedraagt in bosverband. Hiervoor is eerst bepaald welke opstanden daadwerkelijk een aandeel *Abies alba* bevatten door de op kaart gemarkeerde locaties te bespreken met de betreffende beheerders.
De volgende aspecten zijn onderzocht: ziekten en plaaggevoeligheid (literatuur), verjongingskracht en hoeveelheid (veldwaarnemingen/ externe experts), concurrentiekracht t.o.v. andere boomsoorten (veldwaarnemingen, literatuur en externe experts), gevoeligheid voor veegschade (groeit de *Abies Alba* door bij wrijving van de topscheut?, veldwaarnemingen, externe experts), gevoeligheid voor vraatschade? (Wildbeheerders, literatuur), ecologische waarde voor (micro) flora en fauna (Literatuur), effect van het strooisel op de bodem en mate van vertering van het strooisel (literatuur en veldwaarnemingen).
- *Analyse*
Alle informatie is gebundeld en getoetst aan de Drentse situatie, vraatgevoeligheid door edelherten is bijvoorbeeld niet relevant voor de Drentse opstanden door afwezigheid van deze diersoort.
- *Product*
Word document met daarin verslaglegging van de opstanden en daarbij de onderdelen die voortgekomen zijn uit het literatuuronderzoek. Ter ondersteuning van het onderzoek zijn foto's gemaakt van de opstanden en deze zijn ook verwerkt in het document. Alle informatie heeft samen geleid tot hoofdstuk 6.

Deelvraag 5: Waarin vindt de *Abies alba* momenteel toepassing en hoe zou deze houtsoort in de markt toegepast kunnen worden?

- *Dataverzameling*
Combinatie van veldstudie en literatuuronderzoek. Tijdens de literatuurstudie is doormiddel onderzocht waarvoor de *Abies alba* wordt toegepast. De veldstudie is gedaan doormiddel van correspondentie met deskundigen in het buitenland (Duitsland, Zwitserland) en gevonden literatuur. Daarnaast is gekeken naar de Nederlandse toepassing en kwalificering in het houtvadecum.
- *Analyse*
Tijdens de analyse zijn gegevens over de *Abies alba* gebundeld en is dit verwerkt in een overzichtelijke lijst met toepassingen.
- *Product*
Een lijst met daarin een overzicht van verschillende toepassingen van de *Abies alba*. Gebruik van het hout en bijproducten. Uiteindelijk heeft alle informatie de input gevormd voor hoofdstuk 7.

Deelvraag 6: Hoe ontwikkelt de *Abies alba* zich in de proefopstanden in Drenthe op de verschillende bodems?

- *Dataverzameling*
Doormiddel van veldonderzoek zijn de opstanden met daarin de *Abies alba* gemeten en is er een koppeling gemaakt met de aanwezige bodem. In de eerder bepaalde bosvakken waarin de *Abies alba* volgens de opstand gegevens van Staatsbosbeheer en/of de meest recente bosinventarisatie aanwezig is zijn maximaal 50 willekeurige bomen per bosvak gemeten met digitale boomklem (Haglöf) en digitale hoogtemeter (Nikon Forestry pro).

Om te bepalen welke bodem aanwezig is bij een opstand is gebruik gemaakt van de bodemkaart met een schaal van 1:10.000. In geval dat deze bodemkaart door uiteenlopende redenen niet volstond is gebruik gemaakt van de bodemkaart 1:25.000 of 1:50.000 (zie bijlage 2). Op de bodemkaart 1:10.000 staan patronen van grondsoort, bodemvorming en grondwaterfluctuatie. Staatsbosbeheer is in bezit van deze bodemkaarten.

Na het inmeten van de bomen zijn 4 hoofdgroepen gemaakt aan de hand van leemgehalte van de bodem, dit is in overleg met Dhr. Kraaijvanger gedaan na dat duidelijk was dat leem een bepalende factor is voor de *Abies alba*.

- *Analyse*
De meetgegevens uit de verschillende opstanden zijn vervolgens verwerkt in Excel om daarin geanalyseerd te worden. Tijdens de analyse zijn de hoogten en diameters tegenover de leeftijd gezet.

De tweede stap is het wegzetten van diameters en hoogten tegen de vier bodemclusters, alle gemeten bomen zijn aan de hand van de voor het bosvak gevonden bodem ingedeeld in vier bodemgroepen (leem arm, zwak lemig, matig lemig en sterk lemig).

Vervolgens zijn uit deze vier dataclusters boxplots gevormd die via een ANOVA- en Tukey Post Hoc test zijn geanalyseerd op onderling significant verschil.

Om de dominante hoogte per bodemcluster weer te geven zijn van elk gemeten bosvak de tien hoogst gemeten bomen in een boxplot gezet per bodemcluster.

- *Product*

Tijdens de analyse zijn er per bosvak puntenwolken en trendlijnen gevormd in Excel, deze geven niks anders aan dan de spreiding in hoogte-diameterontwikkeling van het betreffende vak.

Daarnaast is voor zowel hoogte als diameter een gemiddelde bijgroei per bosvak berekend door de gemiddelden te delen door de leeftijd van het bosvak.

Bij het clusteren van de data in de 4 bodemclusters zijn uiteindelijk statistisch gecontroleerde boxplots gevormd die in dit rapport zijn opgenomen.

Deelvraag 7: Hoe kijken de bosbeheerders aan tegen de *Abies Alba* in hun bossen?

- *Dataverzameling*

Dit is gedaan doormiddel van interviews met beheerders van Staatsbosbeheer in Drenthe die *Abies alba* in hun beheer hebben. Deze interviews zullen voorafgaand het veldonderzoek plaatsvinden in de beheereenheid. Er is hooguit een half uur gesproken over de *Abies alba* aan de hand van 5 vooraf geformuleerde vragen, gedurende het gesprek zijn deze vragen behandeld en de antwoorden genoteerd voor uitwerking later. De 5 vragen zijn als volgt geformuleerd:

1: Bent u bekend met de *Abies alba*?

2: Hoe wordt de *Abies alba* toegepast in uw beheerseenheid?

3: Er van uitgaande dat Staatsbosbeheer op termijn kleinschaliger wil gaan werken in het bosbeheer, hoe groot acht u de kans dat de *Abies alba* hierin een rol kan spelen?

4: Bent u bekend met de houteigenschappen van de *Abies alba*?

5: Denkt u dat deze beheerseenheid een goede locatie kan zijn voor de productie van *Abies alba*?

- *Analyse*

De notities van de gesprekken zijn uitgewerkt, in de verwerking tot bruikbare resultaten zijn overeenkomstige antwoorden samengevoegd en afwijkende antwoorden apart benoemd.

- *Product*

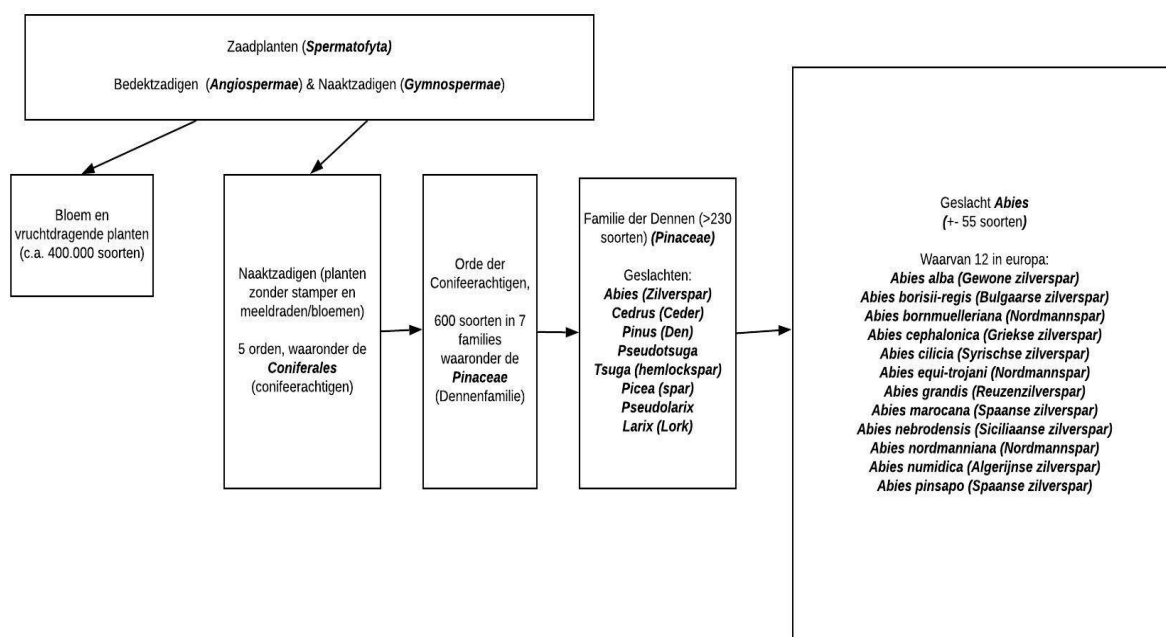
Uit het hele proces is een hoofdstuk geformuleerd waarin de visie en standpunten van de lokale beheerders zijn weergegeven.

Hoofdstuk 3: Kennismaking met de *Abies alba*

Dit hoofdstuk vormt een kennismaking met de gewone zilverspar, de eerste paragraaf geeft inzicht in de taxonomische indeling van de *Abies alba* en wat het natuurlijke verspreidingsgebied is. In paragraaf 2 en 3 wordt de eerste deelvraag behandeld, te weten de fysieke en fysiologische eigenschappen van deze boomsoort.

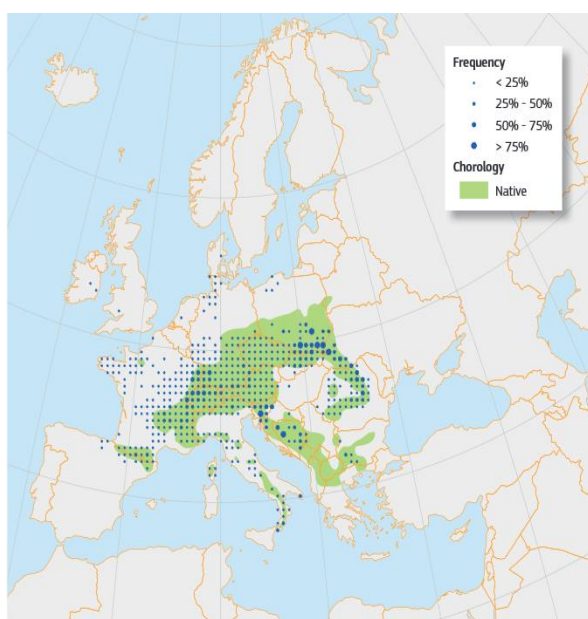
3.1 INDELING EN VERSPREIDING VAN DE GEWONE ZILVERSPAR.

De gewone zilverspar is een boomsoort uit de dennenfamilie (*Pinaceae*) die in totaal meer dan 200 op het Noordelijk halfrond voorkomende soorten omvat. Binnen deze familie is de gewone zilverspar een soort uit het geslacht van de zilversparren (*Abies*) die in totaal ongeveer 50 individueel te herkennen soorten bevat (the Gymnosperm Database, 2019). Van deze 50 soorten komen er 12 voor in Europa waarvan de *Abies alba* de grootste is met een hoogte tot 60 meter (European Forest Genetic Resource Programme, 2019). In Figuur 3A is een schematisch overzicht gemaakt van de taxonomische indeling van de in Europa voorkomende *Abies*-soorten.

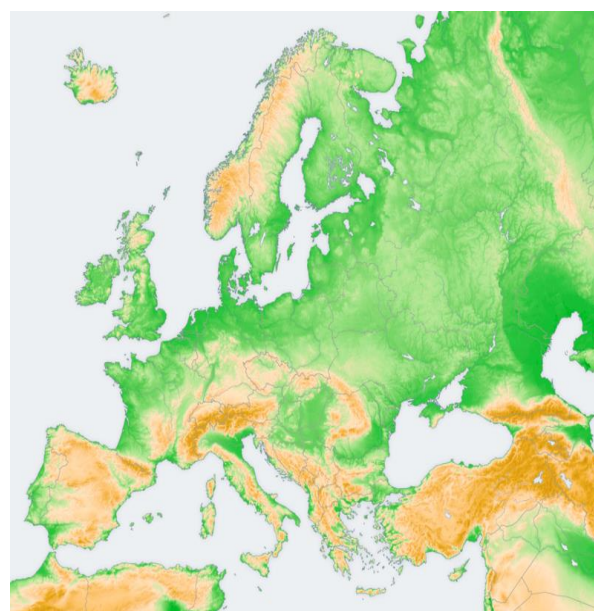


Figuur 3A: Vereenvoudigde taxonomische indeling van de *Abies alba* (European Forest Genetic Resource Programme, 2019)

De gewone zilverspar komt van nature voor op goed gedraineerde, voedselrijke bodems, hoewel de boom een brede range aan bodemtypen verdraagt komt de boom niet tot ontwikkeling op harde of compacte bodems. Een bepaalde mate van leem (bij benadering boven de 5%) in de bodem is vereist (Hockenjos, 2008). De boom haalt het op pure klei (geringe doorwortelbaarheid) of zandbodems (doorgaans te droog) niet. De zuurtegraad van de bodem kan sterk wisselen maar net als de samenstelling van de bodem geldt ook hier dat uitersten (PH bij benadering <4 en >8) slecht worden verdragen. Daarnaast heeft de boom een voorkeur voor matig-warme en vochtige standplaatsen met weinig kans op late voorjaarsvorst (april/mei) (Mauri, Rigo de, & Caudullo, 2016). In Europa wordt de *Abies alba* van nature gevonden op hoger gelegen bodems tussen de 500 en 2000 meter boven zeeniveau (zie kaart 3A en 3B).



Kaart 3A : Verspreiding *Abies alba* in Europa (Mauri, Rigo de, & Caudullo, 2016).



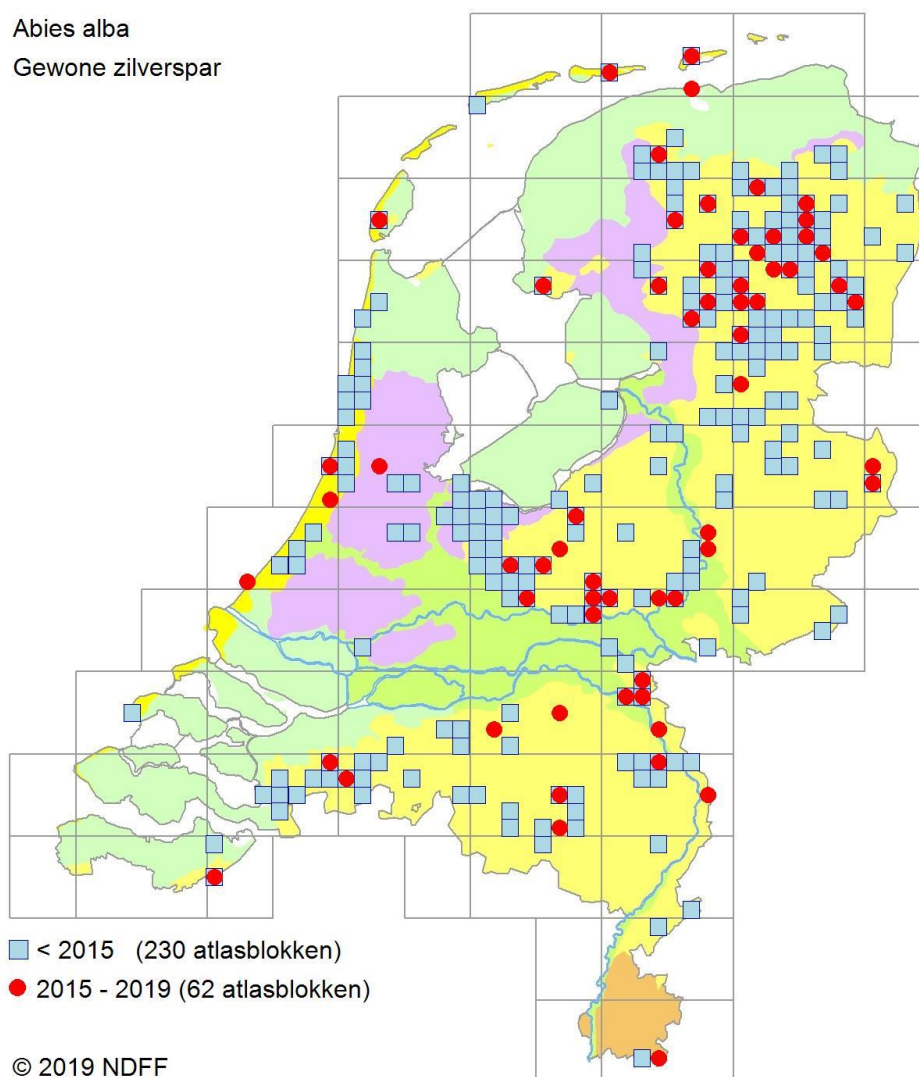
Kaart 3B: Hoogtekaart Europa met van groen naar oranje toenemende hoogten (Jose, 2006).

Wanneer beide kaarten naast elkaar liggen valt op dat de zone waar de *Abies alba* als “native” of inheems wordt beschouwd opvallend overeenkomt met de vorm van de hoger gelegen en bergachtige delen van Europa. Buiten het natuurlijke verspreidingsgebied zijn ook vooral de delen van Frankrijk, Duitsland en Polen die in meer of mindere mate hoger liggen dan de rest van Europa de plekken waar de boom te vinden is.

De boom bereikt in het herkomstgebied hoogten tot 60 meter en is tot op hoge leeftijd in staat een goede groei te laten zien. Pas op 120 tot 150 jarige leeftijd zal de boom geleidelijk vertragen in groei (Agentschap Natuur en Bos, 2019).

De *Abies alba* is in 1603 voor het eerst vermeld als boomsoort in West-Europese parken (Agentschap Natuur en Bos, 2019). In Nederland staan zeven monumentale exemplaren in arboreta en parktuinen op de Veluwe, de gewone zilverspar op landgoed Schovenhorst in Putten is de dikste van dit lijstje terwijl de hoogste te vinden is op Kroondomein het Loo in Apeldoorn (Monumental trees, 2018).

Buiten de collecties in parken en arboreta wordt de boom in toenemende mate aangetroffen in Nederland, ook in bossen zijn in exemplaren ingebracht. Zo is destijds door J.L.W. Blokhuis, voormalig houtvester in de Emmerdennen, de *Abies alba* geïntroduceerd in de Emmerdennen. Blokhuis was geïnspireerd door het kleinschalig ongelijk jarig gemengd bos en heeft waarschijnlijk met die gedachte de *Abies alba* geïntroduceerd. Onderstaande kaart (3C) laat zien waar de *Abies alba* is aangetroffen tijdens flora-inventarisaties, hierbij moet wel opgemerkt worden dat alle exemplaren aangeplant of nakomelingen hiervan zijn. Uit de kaart blijkt verder dat Drenthe in verhouding de hoogste dichtheid aan gewone zilversparren kent.



Kaart 3C: Verspreiding *Abies alba* in Nederland (FLORON, 2019).

3.2 HERKENNING VAN DE *ABIES ALBA*

De gewone zilverspar is een grote boom die in haar herkomstgebied 60 meter hoog kan worden, de boom is kegelvormig en kenmerkt zich in de kroon door een zogeheten “ooievaarsnest”. Dit ooievaarsnest is een verbrede takkenkrans vlak onder de top waardoor de kroon wat afgeplat lijkt (afbeelding 3.3).

De naalden staan in meerdere rijen lang beide zijden van de twijg verspreid, opvallend is hierin dat de bovenste rij meer naar voren is gericht dan de onderste rij naalden.

De naalden zijn van ongelijke lengte en donkergroen aan de bovenzijde, de onderzijde van de naalden bevat twee opvallend witte strepen (afbeeldingen 3.1 en 3.2)

(Hockenjos, 2008). In vergelijking met de reuzenzilverspar (*A. grandis*) valt op dat de knoppen niet voorzien zijn van hars (Meijden, 2005).

De boom bloeit in het voorjaar met kleine bleekgele maar sterk ruikende bloemen waar uiteindelijk rechtopstaande, tot 15 centimeter grote sparrenkegels uit ontwikkelen (Van den berk boomkwekerijen, 2015).

In de 23e Heukels Flora van Nederland staat de *Abies alba* beschreven op pagina 73 (Meijden, 2005).



Afbeelding 3.1: Bovenzijde naalden
(Agentschap bos en natuur, 2018)



Afbeelding 3.2: Onderzijde naalden
(Agentschap bos en natuur, 2018)



Afbeelding 3.3:
Abies alba met
“ooievaarsnest”
(Orjen, 2000)

3.3 EIGENSCHAPPEN

In het algemeen geldt, zoals ook in bij de paragraaf over de herkenning van de boom te lezen valt dat de gewone zilverspar te typeren is als een boom uit de eerste grootte klasse, dit wil zeggen dat de boom bij volwassenheid de dominante kroonlaag vormt en daarmee een dominante boomsoort in de ontwikkeling van een bos kan zijn. De boom bereikt in West-Europa ongeveer 45 meter en in het herkomstgebied een hoogte van 60 meter. De boom is een climaxboomsoort.

Bekend is dat de boom tot op hoge leeftijd blijft doorgroeien en daarmee enorme dimensies kan aannemen (Hockenjos, 2008).

In Duitsland zijn uitzonderlijk grote exemplaren bekend in zowel hoogte als dikte, de “koningin” onder de “Weistannen” staat in het nationaal park “Bayerischer Wald” en heeft een hoogte van 50 meter met een diameter op borsthoogte van meer dan twee meter (afbeelding 3.4). Wanneer dit wordt doorerekend naar inhoud dan bevat de boom enkele tientallen kubieke meters hout. In de Duitse bosbouwgeschiedenis is dit geen uitzondering, exemplaren van meer dan zestig kubieke meter inhoud zijn vaker aangetroffen (Hockenjos, 2008; Mössnang, 2004).



Afbeelding 3.4 : Stamvoet van de Weisstanne in Watzlikhain (Mössnang, z.d.).

3.3.1 Wortelstelsel

De zilversparren (*Abies sp.*) onderscheiden zich in wortelstelsel van de sparren (*Picea sp.*). Waar sparren, zoals de in Nederland veel voorkomende fijnspar (*Picea abies*) vlakwortels aanmaken waarin dikke horizontale wortels de boom steun geven en dunnere wortels van daar uit verticale verankering geven in de bodem maken de soorten uit de *Abies* groep penwortelsystemen aan die diep in de bodem doordringen (Köstler, Brückner, & Bibelriether, 1968).

De *Abies alba* kenmerkt zich ten opzichte van bijvoorbeeld de *Abies grandis* door het vermogen een diepe en sterke penwortel met diepere vertakkingen te maken, de *Abies alba* wordt in de atlas van de Europese wortelsystemen genoemd als diepst wortelende naaldboom van Midden-Europa. Naast deze diepe penwortel maakt de boom vlakwortels aan die tot 21 meter vanaf de stamvoet kunnen lopen, vanuit deze vlakwortels worden zinkwortels gevormd die die diepte van de centrale penwortel benaderen (Kutschera & Lichtenegger, 2002). Zie ook de afbeelding 5 en 6 op de volgende pagina's.

Het verschil met de reuzenzilverspar (*A. grandis*) is hierin voornamelijk dat deze laatste zich snel laat verleiden tot het aanmaken van een meer vlakwortelachtige wortelstuctuur wanneer de bodemcondities veranderen (Jansen et al., 2018; Hockenjos, 2008). Doordat de *Abies alba* zich met deze breed uitlopende penwortel verankerd in de bodem is deze boomsoort beduidend beter bestand tegen windworp dan *Picea*-soorten (Schmidt et al. 2008).

De boom heeft, omgerekend naar relatieve massa en grondvlak, een hogere stabiliteit dan de Eiffeltoren in Parijs (Hockenjos, 2008).

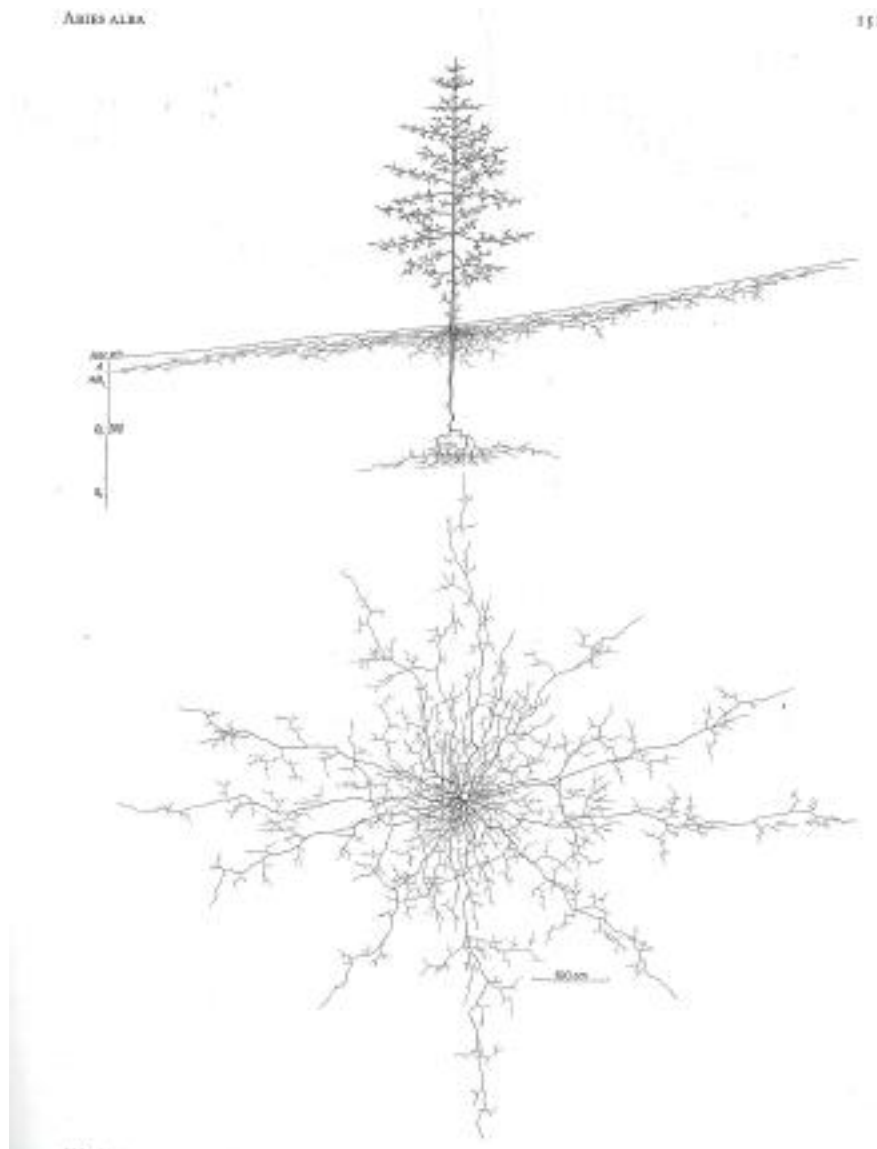
In dichtere (klei-) bodems komt het diepe wortelstelsel moeilijk tot ontwikkeling, en zal ook de *Abies alba* geneigd zijn een oppervlakkig wortelstelsel te vormen waarin de centrale penwortel minder ontwikkeld en uit de vlakwortels minder diepe zinkers vormen, de boom compenseert dit door een extra brede groei van de vlakwortels (Kutschera & Lichtenegger, 2002), zie ook afbeelding 3.7 op pagina 28.

Bij verplanten van bomen dient wortelschade aan de al ontwikkelende penwortel vermeden te worden omdat dit vaak blijvend is en moeilijk herstelt, de boom zal door dit onvermogen de beschadigde penwortel te herstellen een meer oppervlakkig wortelstelsel aanmaken (Joyde et al., 2008).

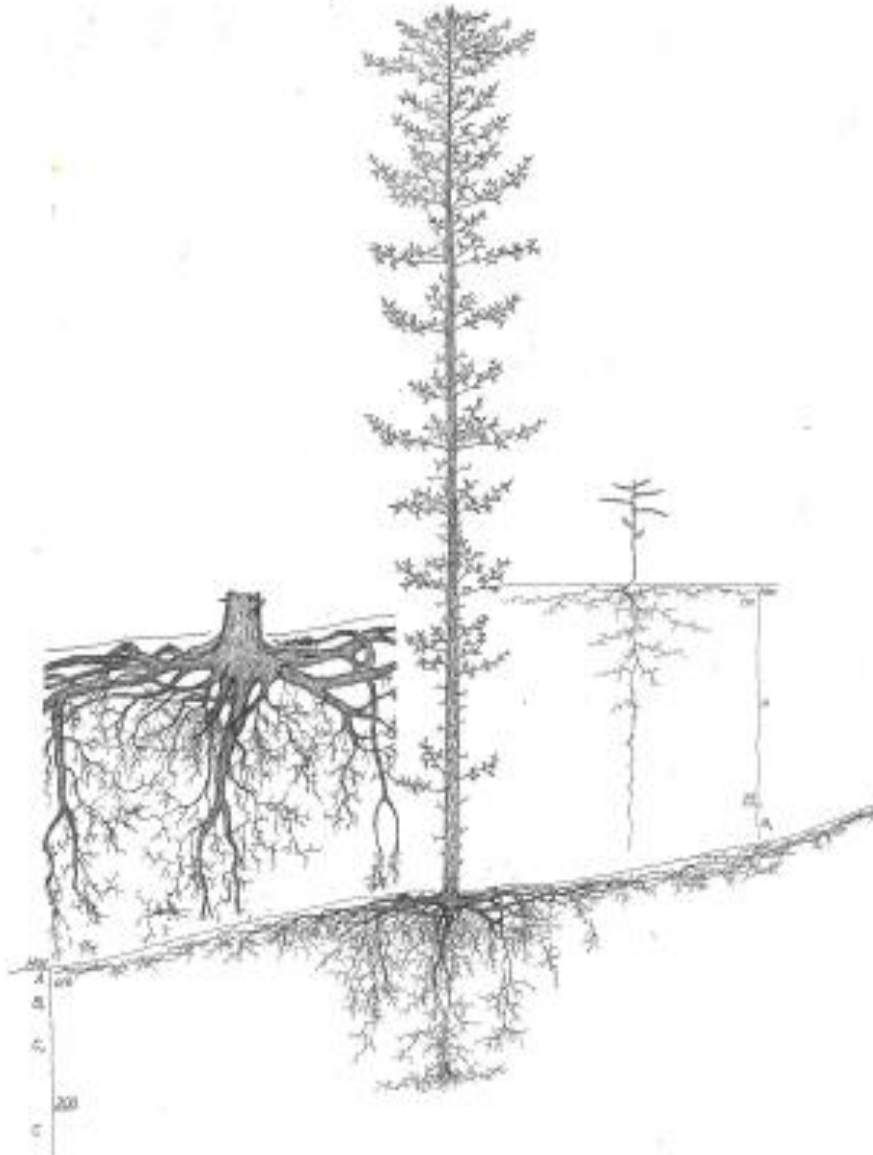
Natuurlijk optredende verjonging en verjonging uit zaad heeft daarom vaak de best ontwikkelde wortelsystemen (Jansen et al., 2018). In hoofdstuk 6.4 wordt verder gegaan op aanplant.

Wortelrot door aantasting van *Phytophthora citrophthora* (necrose) komt incidenteel voor in Europa (Prooijen & Kroon, 2015), echter gaat de besmetting en verspreiding van deze aantasting in *Abies alba* beduidend langzamer van in bijvoorbeeld fijnspar of grove den (Oszako & Orlikowski, 2004).

Afbeelding 3.5: Wortelstelsel een jonge *Abies alba* in optimaal doorwortelbare bodems (Kutschera & Lichtenegger, 2002).

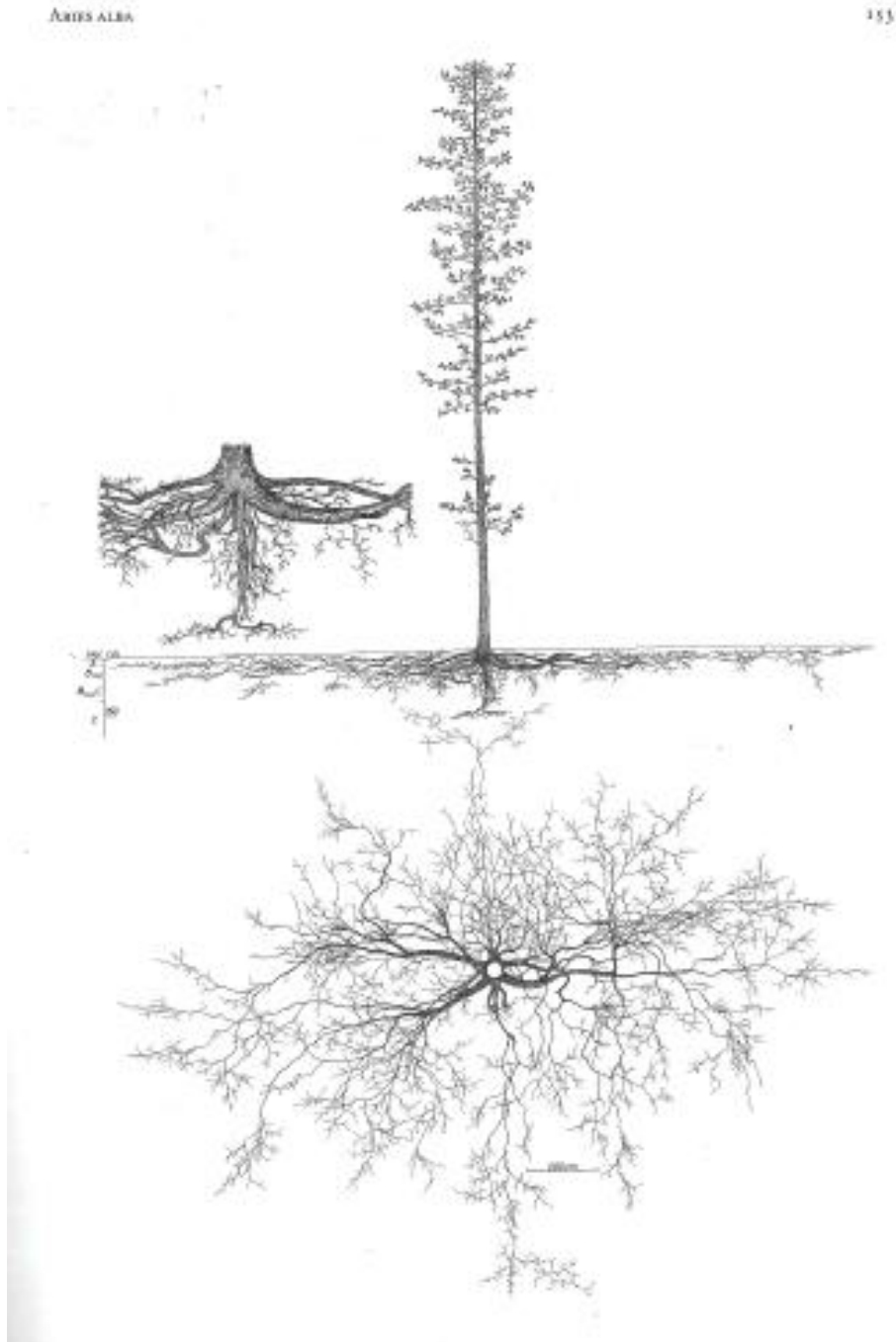


Afbeelding 3.6: Ontwikkeling van het wortelstelsel van een *Abies alba* in de bodem van afbeelding 3.5. In het midden dezelfde boom op hogere leeftijd, links een volwassen wortelstelsel met diepe zinkwortels en rechts de wortelontwikkeling bij een zaailing (Kutschera & Lichtenegger, 2002).



Afbeelding 3.7: Ontwikkeling van het wortelstelsel in een dichte, moeilijk doorwortelbare bodem. Te zien is dat de penwortel en zinkwortels slecht of nauwelijks ontwikkelen. Opvallend is wel dat het wortelstelsel beduidend breder uitgroeit (zie maatstreepjes in deze afbeelding en afbeelding 3.5) (Kutschera & Lichtenegger, 2002).

Deze wortelontwikkeling treedt ook op bij schade aan wortels door werkzaamheden, aan- of verplanten en berijden van de bodem.



3.3.2 Stam en stamvoet

De *Abies alba* heeft een grijsbruine stam met harsblaren die naar mate de boom ouder wordt steeds meer hoekige schorsplaten bevat door toenemende bastscheuren en opbouw van kurkbastweefsel (Hockenjos, 2008).

De boom staat bekend vanwege de lange en dikke cilindrische stammen die tot hoog in de top dik blijven (Hockenjos, 2008). Daarnaast maakt de boom, ook bij grotere omvang, slechts laag steunweefsel aan. Dit maakt dat de stamvoet relatief kort is. Hoewel de stam grijsbruin van kleur is heeft het hout een opvallend lichtgrijs kleur met een nauwelijks afwijkende kernkleur (Hockenjos, 2008; Jansen et al. 2018). Doordat de *Abies alba* doorgaans onder goede omstandigheden een langzame groeistart doormaakt en geleidelijk steeds harder gaat groeien ontwikkelen de jaarringen zich vanaf de kern gelijkmatig, de relatieve bijgroei in houtmassa ten opzichte van de massa van de boom blijft daarmee vrijwel gelijk gedurende de gehele groei (tot ongeveer 120 – 150 jarige leeftijd).

In moeilijkere omstandigheden kan de boom echter lang wachten op een kans door te groeien, de boom stagneert en blijft in “rust” wachten (Jansen et al. 2018).

Het hout van de *Abies alba* staat in de literatuur omschreven als taai, veerkrachtig en zelfs licht elastisch (Hockenjos, 2008). Daarnaast bevat “Tannenholz” in tegenstelling tot de in Nederland gangbare houtsoorten “Vuren”(fijnspar) en “Grenen” (grove den) weinig hars. Dit maakt het hout niet alleen geschikt voor (zwaar) constructiehout maar ook voor instrumentbouw, meubels en zelfs vloeistofemballage (Centrum hout Almere, 2018). In hoofdstuk 7 wordt verder ingegaan op de houteigenschappen.

De *Abies alba* vormt net als de meeste naaldbomen elk jaar een ring van takken, door dat de boom erg schaduw tolerant is komt de takafstoot moeilijk op gang, dit maakt op snoeien noodzakelijk bij het streven naar hoogwaardig productiehout (Mauri, Rigo de, & Caudullo, 2016; Jansen et al. 2018).

De stam van verzwakte bomen is licht gevoelig voor aantasting door enkele bastkevers. Verder vormen de echte honingzwam (*Armillaria mellea*), sombere honingzwam (*Armillaria ostoyae*) en dennenmoorder (*Heterobasidion annosum*) risico's bij schade aan stam of stamvoet (Prooijen & Kroon, 2015). Hierop wordt in hoofdstuk 6 verder gegaan.



Afbeelding 3.8: Massale uitbraak van Letterzetter in Fijnspar in de Kop van Drenthe, een nabijgelegen vak met zilversparren blijft voorsnog gespaard zolang de bomen niet verzwakken (Boswachtersblog, 2018).

3.3.3 Takken, Kroon en Naalden

De *Abies alba* kenmerkt zich door een nagenoeg loodrechte tak aanzet met horizontaal lopende takken, doordat de boom een hoge mate van schaduw kan verdragen komt de tak afstoot moeilijk op gang en blijft de boom ook in dichtere bosopstanden tot dicht bij de grond voorzien van levende takken (Mossnang, 2015).

De kroonvorm is piramidaal met een opvallende verbreding in de bovenste takkransen, dit wordt het zogeheten ooievaarsnest genoemd (Van den berk boomkwekerijen, 2015). De top van de boom, met name de jongste groeischeut, is relatief onbedekt en steekt vaak bleek af tegen de rest van de boom.

Aan het eind van elke twijg zitten onbeharste eindknoppen, dit kenmerk is een duidelijke onderscheiding ten opzichte van de nauw verwante *Abies grandis*.

De herkenning van de boom is in de eerste paragraaf van dit hoofdstuk reeds uitvoerig behandeld.

De takken vormen kransen rond de stam, afhankelijk van de ontwikkeling van de boom zitten deze kransen op wisselende afstand van elkaar. In de regel maakt de boom, net als andere sparren, elk jaar een takkrans met opgaande groeischeut (Hockenjos, 2008). Aan de hand van de aanwezige takkransen kan een inschatting worden gemaakt van de leeftijd van de boom. Dat dit niet volledig betrouwbaar is komt met name door de wisselende afstand tussen de takkransen, hierdoor is het soms lastig te bepalen welke kransen los van elkaar ontwikkeld zijn.

Tijdens veldwaarnemingen is gebleken dat de topscheut (knop) in eerste ontwikkeling wordt omringd door vijf zijtakken. Door vraat of takbreuk kan dit later afwijken.

In de literatuur komt nadrukkelijk naar voren dat (jonge) twijgen en toppen extreem vraatgevoelig zijn, zowel in Duitsland als Oostenrijk staat de *Abies alba* hoog op het voorkeursmenu van onder andere Ree (*Capreolus capreolus*) en Edelhert (*Cervus elaphus*) (Mossnang, 2015). In de Duitse literatuur wordt het aanbrengen van plukken ongewassen schapenwol in de top van jonge zilversparren genoemd als preventiemaatregel naast een hoge jachtdruk en het aanbrengen van wild kerende rasters (Hockenjos, 2008).

Tijdens het bestuderen van de verschillende opstanden in Drenthe is vraat door Reeën veelvuldig waargenomen (afbeeldingen 3.9 tot en met 3.11 op de volgende pagina), jonge boompjes zijn tot op 1.40 meter geheel kaalgevreten of worden niet hoger dan enkele decimeters. In dichtere en moeilijk doorkruisbare opstanden met bijvoorbeeld Hulst (*Ilex aquifolium*), gewone braam (*Rubus idaeus*) of exemplaren die direct naast een meidoorn (*Crataegus sp.*) zijn ontwikkeld was de mate van vraat beduidend minder.

Vanuit de oudheid zijn de twijgen en naalden geliefd voor het maken van etherische olie die gebruikt werd (en wordt) tegen uiteenlopende kwalen. In sommige Noord-Europese mythen heeft de *Abies alba* om die reden, naast de enorme afmetingen die de boom kan hebben, een eigen ziel (Langen van, 2019). Tegenwoordig vinden de naalden vooral toepassing in luchtverfrissers en siropen.



Afbeelding 3.9: Aanzienlijk aangevreten top en twijgen remmen de groei aanzienlijk, aan de hand van taklittekens bleek dit exemplaar 6-8 jaar oud te zijn.



Afbeelding 3.10: Regelmatige vraat resulteert in een bonsai-achtige boom. Dit exemplaar is in elk geval 5 jaar oud.



Afbeelding 3.11: De Reeën lopen regelmatig links langs deze boom, de resterende tak aan de rechterkant vormt wellicht de redding van deze boom op termijn.

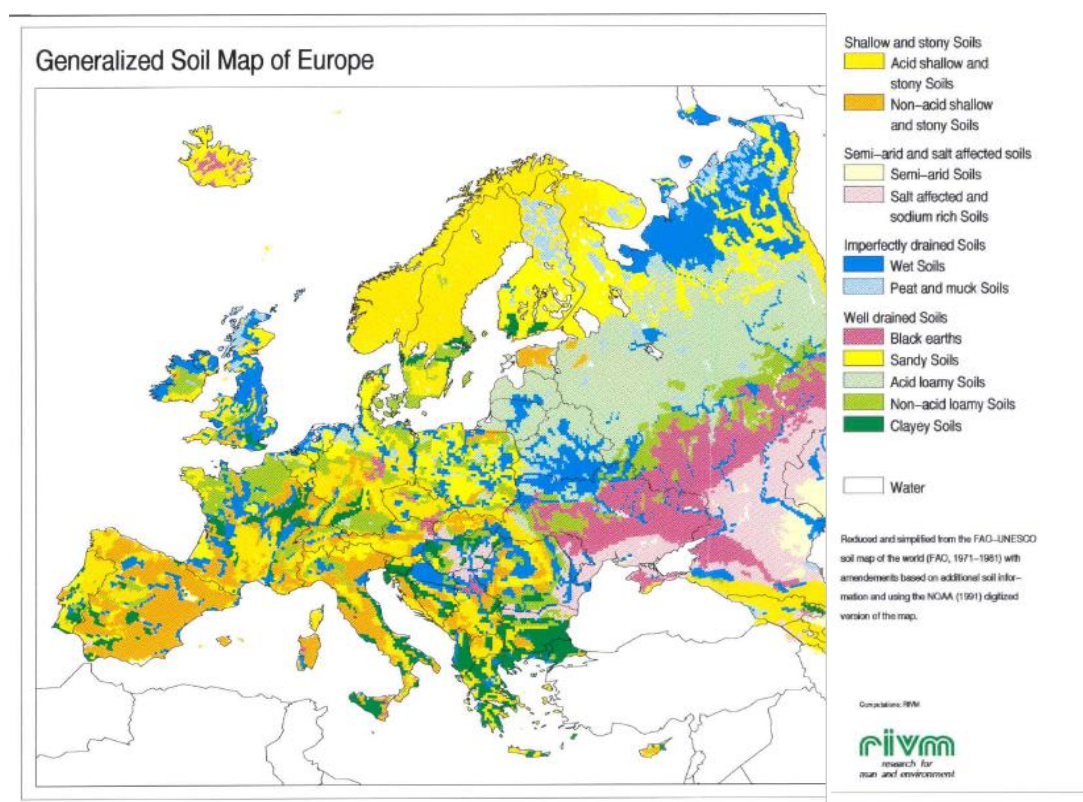
Hoofdstuk 4: Standplaatsvereisten van de *Abies alba*

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de voorwaarden die de *Abies alba* stelt aan een groeiplaats, hierin worden klimaat, bodem en lichtbehoefte apart van elkaar behandeld.

4.1 VERSPREIDINGSGEBIED

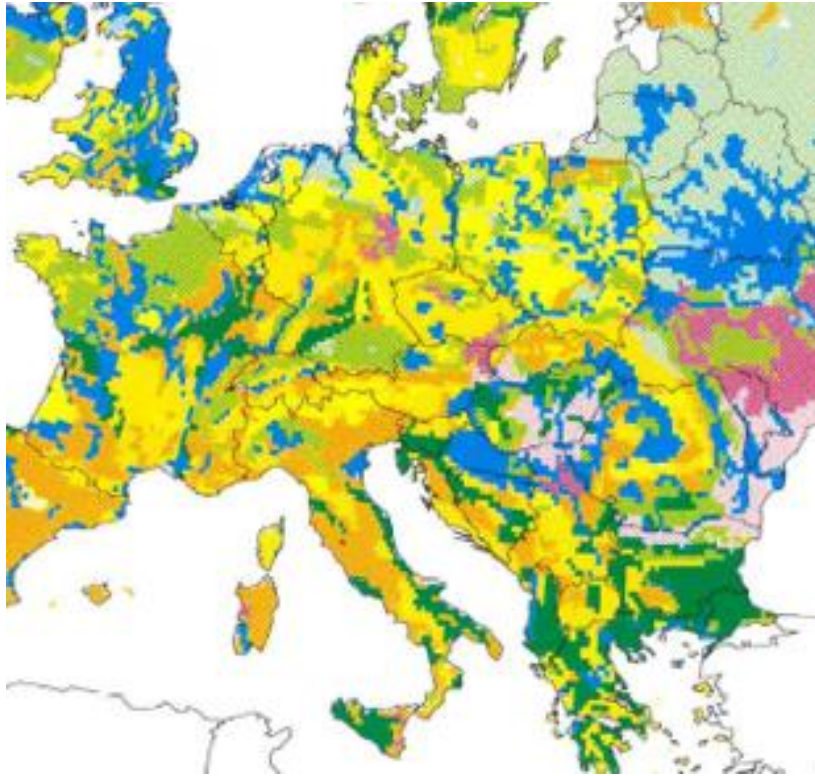
In het vorige hoofdstuk is reeds kort benoemd waar de *Abies alba* van nature voorkomt in Europa, te weten de centraal-Europese delen met een hoogte tussen de 200 en 2000 meter en een goed gedraineerde bodem.

Buiten het natuurlijk verspreidingsgebied wordt de boom onder andere aan de Franse westkust, het Deens schiereiland en zelfs lokaal in het Verenigd koninkrijk aangetroffen op plekken onder de 200 meter hoogte. Opvallend is dat alle plekken waar de boomsoort volgens paragraaf 3.1 op de in 1996 gepubliceerde “Generalized Soil map of Europe” naar voren komen als goed gedraineerde bodems (Rijkinstituut voor Volksgezondheid en milieu, 1996).

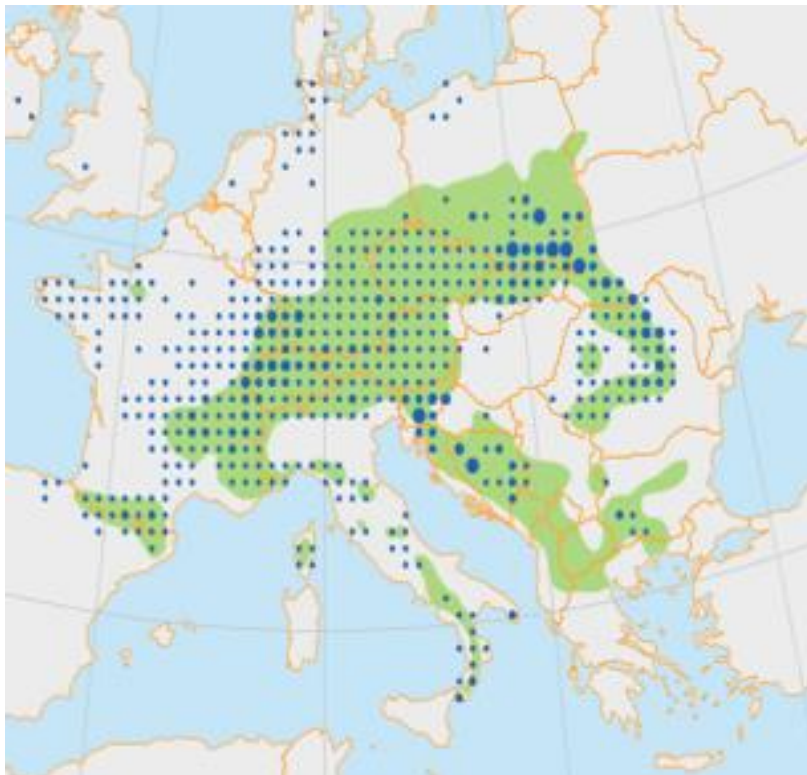


Kaart 4A: gegeneraliseerde bodemkaart van Europa (Rijkinstituut voor Volksgezondheid en milieu, 1996).

Op onderstaande uitsneden van beide kaarten is deze overeenkomst duidelijk te zien.



Kaart 4B: Detailuitsnede bodemkaart Europa (Rijkinstituut voor Volksgezondheid en milieu, 1996).



*Kaart 4C: Detailuitsnede verspreidingskaart *Abies alba* (Mauri, Rigo de, & Caudullo, 2016)*

4.2 BODEMSAMENSTELLING EN VOEDSELRIJKDOM

Elke boomsoort kent een eigen optimum wanneer gekeken wordt naar de bodemeigenschappen. Voor de *Abies alba* is al eerder in dit rapport beschreven dat een doorlatende en goed doorwortelbare bodem een voorwaarde is voor het vormen van een sterk en natuurlijk ontwikkelend wortelstelsel (Kutschera & Lichtenegger, 2002).

De *Abies alba* verdraagt een groot aantal bodems met wisselende voedselrijkdom en alkaliniteit met uitzondering van dichte of compacte bodems (klei) en sterk verarmde bodems. Ook bodems met sterke hydrologische invloeden zijn ongeschikt voor de boom (Mauri, Rigo de, & Caudullo, 2016). De bodem moet enige mate van vochtlevering kunnen garanderen gedurende het groeiseizoen aangezien de boom verdrogingsgevoelig is (score 1.8 wanneer 1 sterk gevoelig is en 5 ongevoelig) (Wageningen university, z.d.). Bodems die gemakkelijk uitdrogen zijn daarom (klimaat gerelateerd) ongeschikt als er geen toevoer van (kwel) water is. Een (te) natte grond en tijdelijke overstroming van het maaiveld leiden tot een misvormd wortelstelsel en op termijn tot uitval van de boom (Mauri, Rigo de, & Caudullo, 2016).

De boom heeft een optimum in bodem-Ph tussen de 5 en 7 (lichtzuur-neutraal) maar geeft een lichtzuur strooisel waardoor de Ph aanvankelijk een fractie hoger mag liggen (Mauri, Rigo de, & Caudullo, 2016). Uit onderzoek naar bodemchemie in bossen met *Abies alba* in menging met onder andere beuk blijkt het strooisel tegenovergesteld te werken ten opzichte van bijvoorbeeld het slecht verterende beukenblad (Jarozlaw & Paluch, 2012).

De boom is erg gevoelig voor zoutinvloeden en verdraagt geen verharding, verdichting of hydromorfe invloeden in de bodem (Van den berk boomkwekerijen, 2015).

Uit de geraadpleegde literatuur blijkt dat aanwezigheid van leem in de bodem bijdraagt aan een optimale ontwikkeling van de boom. Leem (>5%) in de bodem beïnvloedt de vochtthuishouding van een bodem in voor de boom positieve zin zonder direct in een compacte bodem te resulteren, aangezien de boom ook gedijt op bodems met een hoog gehalte aan organische stof is het de vraag of de aanwezigheid van leem een absolute voorwaarde is voor het succes van de boomsoort.

Hoewel ook bodems met een hoog aandeel organische stof doorgaans goed in staat zijn vocht vast te houden staan deze bodems nagenoeg altijd tot op geringe diepte onder invloed van het grondwaterniveau. Daarnaast komen in het natuurlijke herkomstgebied (zie 4.1) bodems voor bestaande uit fijn sediment (leem, zand, grind en zeer lokaal rivierklei). De *Abies alba* komt met betrekking tot bodemeisen het meest overeen met de *Fagus sylvatica* maar is minder gevoelig voor bodemerosie en vernatting door neerslag (Kutschera & Lichtenegger, 2002).

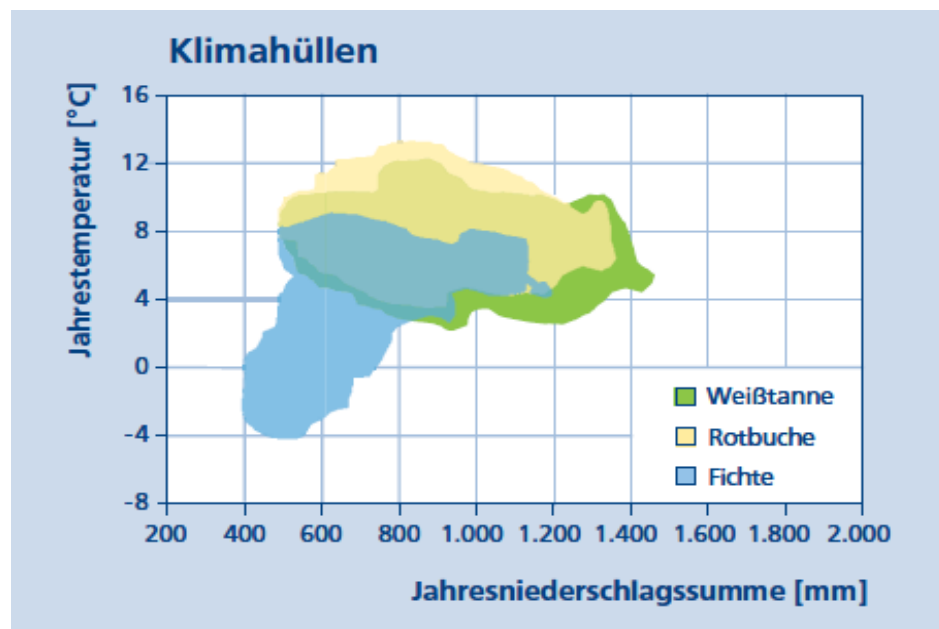
In Nederland geldt dat, met uitzondering van enkele heuvelruggen en het westelijk duingebied, Oost Nederland drogere en meer leemhoudende bodems kent terwijl West Nederland bekend staat om de natte veenpakketten en op de zee gewonnen zeekleigebieden. Daarnaast staan de westelijke regio's van Nederland onder invloed van verzilting (Delsman, 2018), dit maakt de bodems in Westelijk Nederland ongeschikt voor de *Abies alba*.

4.3 KLIMAAT

Primaire klimaatfactoren (temperatuur en neerslag) zijn sterk bepalend voor het succes van een boomsoort, door fluctuaties in beide factoren ontstaan effecten als wind en waterschaarste. Door de hieruit voortkomende gevolgen zoals bijvoorbeeld zomerdroogte wordt het areaal waarin een boomsoort zich kan handhaven sterk beïnvloed. Deze paragraaf is toegespitst op alle klimatologische voorwaarden die de *Abies alba* stelt aan haar standplaats.

4.3.1 Temperatuur

Hoewel de *Abies alba* van nature uit de warmere en meer landinwaarts gelegen delen van Europa komt heeft de boom, in tegenstelling tot veel andere naaldbomen uit Centraal-Europa, een voorkeur voor een koelere standplaats met gemiddelde zomertemperaturen tussen de 12 en 22 graden (Mauri, Rigo de, & Caudullo, 2016). Extreme zomerhitte leidt tot een rem in de groei en uitval van top en twijgen met risico op verzwakking en aantasting van de boom (Kölling, Falk, & Walentowski, 2012). Naast een voorkeur voor een gematigde zomertemperatuur vormt late voorjaarsvorst (na half april) een bedreiging voor jonge zaailingen en reeds uitgelopen knoppen van oudere bomen, oudere bomen lopen hierdoor vertraging op in de groei en zaailingen kunnen afsterven. Onderstaand figuur (4.1) geeft een overzicht van de spreiding in gemiddelde jaartemperatuur die de *Abies alba* verdraagt. Het verschil met de in de bosbouw breed ingezette fijnspar (*Picea abies*) is goed te zien, waar de fijnspar een gemiddelde jaartemperatuur tussen de 8 en -4 graden verdraagt is te zien dat de *Abies alba* beduidend hogere jaargemiddelden accepteert (Kölling, Falk, & Walentowski, 2012).



Figuur 4.1: Temperatuurspreiding *Abies alba* in vergelijking met *Picea abies* en *Fagus sylvatica* (Kölling, 2007).

4.3.2 Neerslag

In klimaatdiagrammen geldt, net als in het diagram op de vorige pagina, dat neerslag en temperatuur onlosmakelijk met elkaar verbonden lijken te zijn. Ook voor de *Abies alba* geldt dat een hogere temperatuur en een dalende neerslagsom elkaar in negatieve zin kunnen versterken, daarentegen kan een toenemende neerslagsom resulteren in een betere verdraagzaamheid van hitte doordat de boom de eigen vochthuishouding beter op peil kan houden.

In Europa geldt dat een neerslagsom van 500-600 millimeter de droogtegrens is voor alle sparrensoorten (Kölling, 2007), echter kan een toevoer van grondwater (kwel) er voor zorgen dat ook op plekken met minder neerslag toch ontwikkeling van sparren mogelijk is (Kölling, Falk, & Walentowski, 2012).

De *Abies alba* staat bekend als zeer matig droogtetolerant, wanneer dit uitgedrukt wordt op een schaal van 1 tot tien scoort de boom “slechts” een 3,6. (1.8 uit 5) (Wageningen university, z.d.). Uit een brede studie in de Verenigde staten van Amerika (VS) waarin meer dan 800 boomsoorten zijn vergeleken aan de hand van de Ellenberggetallen komt nog sterker naar voren dat de *Abies alba* na de *Abies nordmannia* en de *Picea abies* één van de minst droogtetolerante naaldbomen is met respectievelijk 1, 1.75 en 1.81 op een schaal van 1-5 (extreem gevoelig-extreem ongevoelig) (Valladares, 2006). Ter vergelijking met andere bomen is in tabel 4.1 een overzicht van de droogtetolerantie van enkele andere boomsoorten uit het onderzoek opgenomen.

Tabel 4.1: Vergelijking droogtetolerantie van enkele boomsoorten, naar (Valladares, 2006).

Wetenschappelijk	Nederlands	Droogtetolerantie (1-5)
<i>Picea abies</i>	Fijnspar	1.75 (droogte gevoelig)
<i>Abies alba</i>	Gewone zilverspar	1.81
<i>Larix decidua</i>	Europese lariks	2.31
<i>Abies grandis</i>	Reuzenzilverspar	2.33
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Douglasspar	2.62
<i>Pinus sylvestris</i>	Grove den	4.34
<i>Pinus nigra</i> sp.	Zwarte den soorten	4.38 (nauwelijks droogtegevoelig)
Loofbomen		
<i>Betula pendula</i>	Ruwe berk	1.85
<i>Prunus serotina</i>	Amerikaanse vogelkers	3.02
<i>Rhamnus frangula</i>	Sporkehout	3.46
<i>Fraxinus excelsior</i>	Gewone es	2.5
<i>Sorbus aucuparia</i>	Wilde lijsterbes	2.11
<i>Corylus avellana</i>	Hazelaar	3.04
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Esdoorn	2.75
<i>Carpinus betulus</i>	Haagbeuk	2.66
<i>Acer platanoides</i>	Noorse esdoorn	2.73
<i>Fagus sylvatica</i>	Beuk	2.4

In dezelfde studie is ook meegenomen wat de tolerantie tegen overstroming (waterlogging tolerance) is van dezelfde boomsoorten. Tabel 4.2 geeft een overzicht hiervan. Eerder in dit hoofdstuk is reeds aangegeven dat het onder water staan van de wortels sterk negatief werkt op de vitaliteit van de *Abies alba*.

Tabel 4.2: Vergelijking overstromingstolerantie van enkele boomsoorten, naar (Valladares, 2006).

Wetenschappelijk	Nederlands	Overstromingstolerantie (1-5)
<i>Abies alba</i>	Gewone zilverspar	1.02 (intolerant)
<i>Larix decidua</i>	Europese lariks	1.1
<i>Picea abies</i>	Fijnspar	1.22
<i>Pinus nigra</i> sp.	Zwarte den soorten	1.39
<i>Abies grandis</i>	Reuzenzilverspar	1.57
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Douglasspar	1.79
<i>Pinus sylvestris</i>	Grove den	2.63 (Matig tolerant)
Loofbomen		
<i>Betula pendula</i>	Ruwe berk	1.67
<i>Prunus serotina</i>	Amerikaanse vogelkers	1.06
<i>Rhamnus frangula</i>	Sporkehout	2.25
<i>Fraxinus excelsior</i>	Gewone es	2.7
<i>Sorbus aucuparia</i>	Wilde lijsterbes	1.76
<i>Corylus avellana</i>	Hazelaar	1.68
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Esdoorn	1.1
<i>Carpinus betulus</i>	Haagbeuk	1.65
<i>Acer platanoides</i>	Noorse esdoorn	1.46
<i>Fagus sylvatica</i>	Beuk	1.02

4.3.3 Lichtbehoefte en windbestendigheid

De *Abies alba* staat bekend als boom met een hoge mate van schaduwtolerantie (zie tabel 4.3), dit maakt de boom uitermate geschikt als boomsoort voor het kleinschalig bosbeheer waarin het kronendak zo veel mogelijk in stand wordt gehouden (Jansen et al., 2018). Daarnaast kan de boom lang onderstandig blijven “wachten” op een kans door te groeien naar de bovenste kroonlaag. De hoge mate van schaduwtolerantie geeft als neveneffect dat de boom tot laag bij de grond levende takken hout en in staat is massaal te verjongen op relatief donkere plekken. Tijdens het veldwerk is zowel onder het eigen kronendak als ook onder beuk (*Fagus sylvatica*) vitale en massale verjonging waargenomen (afbeelding 4.1 en 4.2). Op de boscologie wordt in hoofdstuk 5 verder ingegaan.



Afbeelding 4.1: Onder het eigen dichte kronendak komt verjonging massaal tot ontwikkeling.

Afbeelding 4.2: Ook onder beuk, waar verjonging doorgaans moeilijk ontwikkeld, breidt de *Abies alba* haar areaal gestaag uit.

Eerder in dit hoofdstuk is het onderzoek uit de VS aangehaald waarin meer dan 800 boomsoorten zijn vergeleken aan de hand van de Ellenbergetallen. In dit onderzoek is naast de droogte en watertolerantie ook de mate van schaduwtolerantie bepaald met een waarde tussen de 1 en 5. Vergeleken met dezelfde soorten als in tabel 4.1 en 4.2 ontstaat het volgende beeld (tabel 4.3):

Tabel 4.3: Schaduwtolerantie van enkele boomsoorten, naar (Valladares, 2006).

Wetenschappelijk	Nederlands	Schaduwverdragendheid (1-5)
<i>Larix decidua</i>	Europese larix	1.46 (slecht schaduwverdragend)
<i>Pinus sylvestris</i>	Grove den	1.67
<i>Pinus nigra</i> sp.	Zwarte den soorten	2.1
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Douglasspar	2.78
<i>Abies grandis</i>	Reuzenzilverspar	4.01
<i>Picea abies</i>	Fijnspar	4.45
<i>Abies alba</i>	Gewone zilverspar	4.6 (zeer schaduwverdragend)
Loofbomen		
<i>Betula pendula</i>	Ruwe berk	2.03
<i>Prunus Serotina</i>	Amerikaanse vogelkers	2.46
<i>Rhamnus frangula</i>	Sporkehout	2.66
<i>Fraxinus excelsior</i>	Gewone es	2.66
<i>Sorbus aucuparia</i>	Wilde lijsterbes	2.73
<i>Corylus avellana</i>	Hazelaar	3.53
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Esdoorn	3.73
<i>Carpinus betulus</i>	Haagbeuk	3.97
<i>Acer platanoides</i>	Noorse esdoorn	4.20
<i>Fagus sylvatica</i>	Beuk	4.56

De hoge mate van schaduwtolerantie betekent niet dat de boom optimaal ontwikkeld op een donkere standplaats. De *Abies alba* is een climaxboomsoort die uiteindelijk de dominante kroonlaag vormt in een bosopstand, om tot volwassenheid te komen heeft de boom geleidelijk meer licht nodig.

Verjonging is erg gevoelig voor abrupte veranderingen in lichtregime, proeven in Duitsland hebben aangetoond dat kaalslag en zoomkap lokaal zelfs tot verdwijnen van de boomsoort kunnen leiden (Kölling, Falk, & Walentowski, 2012). In kapvlakten aanwezige jongering komt door de grote hoeveelheid licht niet tot voldoende ontwikkeling om te kunnen concurreren tegen snelgroeiende soorten als *Betula* en *Pinus* (Muck et al., 2008). Daarnaast leidt regelmatige verstoring (bij een 5-jaarlijkse dunning e.d.) tot stagnerende groei waarvan onvoldoende hersteld kan worden. Met betrekking tot windbelasting laten diverse onderzoeken zien dat de *Abies alba*, mits een voldoende diepe wortel heeft kunnen ontwikkelen, vele malen stormbestendiger is dan fijnspar. Tijdens de zware storm van 1990 waarbij in heel Europa een spoor van vernieling ontstond gingen in heel Europa grote aantallen bomen verloren, in Duitsland bleek 3,3 % van alle *Picea abies* te zijn bezweken terwijl slechts 0,7% van alle *Abies alba* de storm niet had weerstaan (Muck et al., 2008). Ook een onderzoek uit 1999 in het zuidwesten van Duitsland wijst uit dat de *Abies alba* door haar diepe en brede wortelstelsel een hoge mate van stormbelasting probleemloos kan doorstaan (Schmit et al, 2008).

4.3.4 De *Abies alba* in een veranderend klimaat

In de vorige paragrafen is naar voren gekomen dat de *Abies alba* in sommige opzichten kritisch is ten opzichte van haar standplaats, zo mag de bodem niet te droog maar ook zeker niet te nat zijn en is een hogere temperatuur alleen te verdragen als het beschikbare bodemvocht evenredig toeneemt.

In Duitsland ziet men de *Abies alba* als potentiële boomsoort om het hoofd te bieden aan het klimaatvraagstuk in de bosbouw, wellicht één van de grotere uitdagingen waar bosbeheerders in heel Europa en daar buiten voor komen te staan.

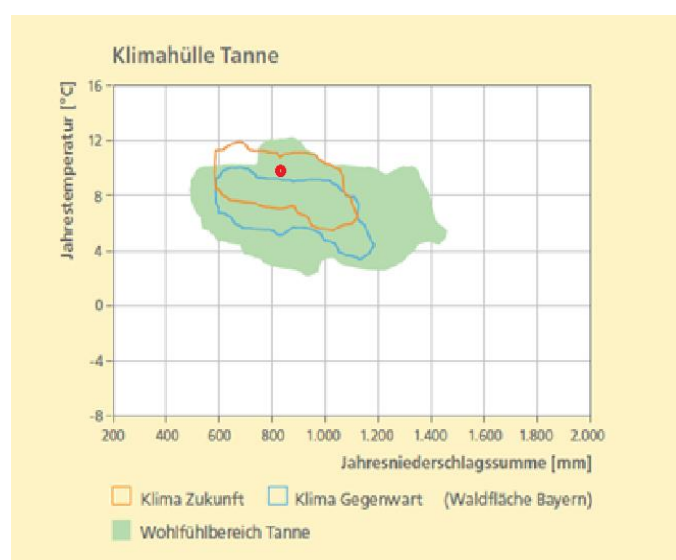
Wie vanaf een afstand kijkt naar de verschillende titels die aan rapporten, boeken en artikelen over de *Abies alba* worden gegeven kan moeilijk ontkennen dat er wellicht toekomst in deze boomsoort zit.

Vrij vertaald zijn dit enkele van de titels aan publicaties over de *Abies alba* worden gegeven:

- De Zilverspar- een boom met toekomst
De zilverspar geeft hoop voor de bosbouw in een veranderend klimaat (Muck et al., 2008).
- Dennenbomen, een toekomst voor *Abies alba* (Hockenjós, 2008).
- De Zilverspar, Koningin met potentie (Mossnang, 2004).

Bovenstaande titels doen vermoeden dat de *Abies alba* wordt beschouwd als boomsoort waarmee een deel van het klimaatvraagstuk beantwoord kan worden door de bosbeheerders. Kijkend naar het klimaat waarin de *Abies alba* zich voldoende kan handhaven in vergelijking met het huidige en (meest waarschijnlijke) toekomstige klimaat dan is de conclusie te trekken dat de *Abies alba* voorlopig inderdaad een boomsoort is waarvoor klimaatsverandering met (onder andere) toenemende neerslag, hevigere stormen en stijgende temperaturen met langere perioden van (zomer) droogte geen doorslaggevende bedreiging vormt (Muck et al., 2008).

In hoofdstuk 5 wordt verder ingegaan op het veranderende klimaat.



Figuur 4.2: Huidig klimaat (blauwe lijn), prognose toekomstig klimaat (oranje lijn) en van de *Abies alba* (groene klimaatgrenzen vlak) (Muck, et al., 2008). De rode stip geeft het huidige klimaat in Nederland aan (KNMI, 2019).

Hierin dient opgemerkt te worden dat de oranje en blauwe lijn getoetst zijn aan de situatie in Duitsland (Bayern).

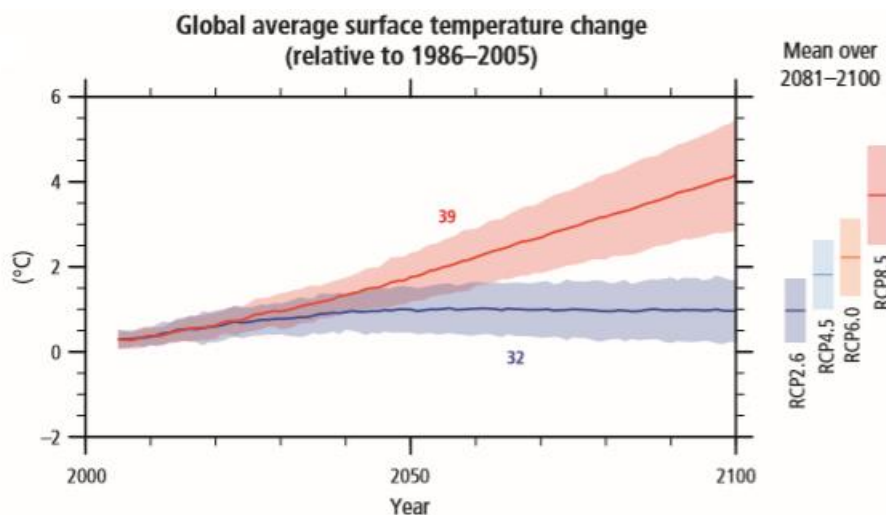
Hoofdstuk 5: Klimaatprognoses voor Nederland

In dit hoofdstuk worden de toekomstprognoses beschreven met betrekking tot het klimaat. Welke klimaat prognoses kunnen we verwachten in Nederland en Europa? En wat voor effect heeft dit op het toekomstige verspreidingsgebied van de *Abies alba*?

5.1 TOEKOMSTPROGNOSES KLIMAAT

Volgens de website van het KNMI wordt onder het klimaat verstaan: *Het klimaat is het gemiddelde weer over een bepaalde periode. Een klimaat is niet stabiel, het kan door natuurlijke en menselijke invloeden veranderen* (KNMI, z.d.). Het is een uitdaging om te projecteren hoe het klimaat er uit gaat zien in 50 of 100 jaar tijd, voor bosbeheerders is dit echter wel een termijn waarin 1 generatie bos kan ontwikkelen. Er worden in de klimatologie veel modellen gebruikt om mogelijke prognoses te genereren. Elk model en elke situatie kan worden beschouwd als een waarschijnlijke weergave van hoe het klimaat in de 21^e eeuw zou kunnen evolueren (Zimmermann, Normand, & Psomas, 2014).

Het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) is een organisatie van de Verenigde Naties om de risico's van klimaatverandering te evalueren. Deze organisatie geeft een samenvatting van de stand van zaken van hoe wetenschappers de ontwikkelingen van het toekomstige klimaat en bijbehorende effecten zien. De onderstaande figuur 5.1 laat de verandering zien in temperatuur onder verschillende scenario's (IPCC, 2014).



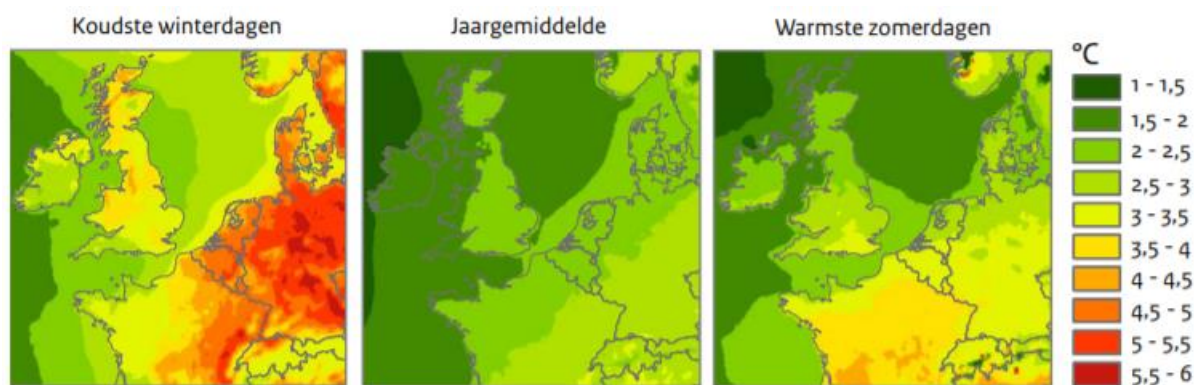
Figuur 5.1 Wereldwijde gemiddelde verandering in oppervlaktetemperatuur van 2006 tot 2100 zoals bepaald door multimodel-simulaties. Alle wijzigingen zijn ten opzichte van 1986-2005. Tijdreeksen van projecties en een maat voor onzekerheid (arcering) worden weergegeven voor de scenario's RCP2.6 (blauw) en RCP8.5 (rood). De scenario's staan voor broeikasconcentraties, waarbij blauw 450 ppmv CO₂-equivalent en rood 1400 ppmv CO₂-equivalent. De gemiddelde en bijbehorende onzekerheden gemiddeld over 2081-2100 worden gegeven voor alle RCP-scenario's als gekleurde verticale balken en aan de rechterkant van elk paneel (IPCC, 2014).

Uit figuur 5.1 is af te leiden dat de toename van de gemiddelde oppervlakte temperatuur aan het einde van de 21^e eeuw (2081-2100) ten opzichte van 1986-2005 waarschijnlijk onder scenario (IPCC, 2014):

- Onder RCP2.6, 0.3 °C tot 1.1 °C
- Onder RCP4, 1.1 °C tot 2.6 °C
- Onder RCP6.0, 1.4 °C tot 3.1 °C
- Onder RCP8.5, 2.6 °C tot 4.8 °C

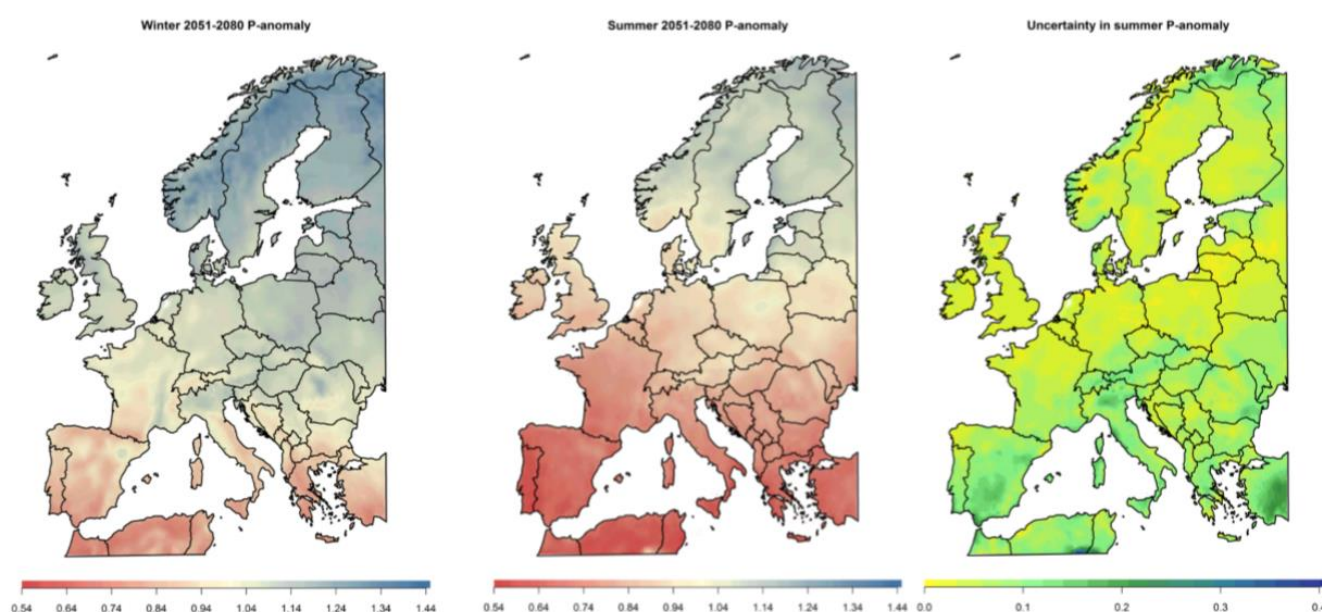
Het IPCC-rapport stelt dat ten opzichte van 1850-1900 er een hoge betrouwbaarheid is voor RCP4.5, RCP 6.0 en RCP 8.5 dat de oppervlaktetemperatuur aan het einde van de 21^{ste} eeuw (2080-2100) naar verwachting hoger is dan 1.5 °C. De opwarming is waarschijnlijk hoger dan 2 °C voor RCP6.0 en RCP8.5, meer dan hoogstens 2 °C voor RCP4.5, maar het is niet waarschijnlijk dat bij een scenario van RCP2.6 de 2 °C wordt overschreden (IPCC, 2014).

Gekeken naar de Nederlandse situatie dan zal volgens het KNMI de temperatuur met een jaargemiddelde van 2 tot 2.5 graden stijgen ten opzichte van de periode 1981-2010. Volgens de WH-scenario's (letterlijk geciteerd: *in de W-scenario's is de stijging 2 °C in 2050 en 3,5 °C in 2085 ten opzichte van 1981-2010. In de H-scenario's hebben hogedrukgebieden in de zomer een grotere invloed op het weer. Vergeleken met de L-scenario's zorgen ze voor meer oostenwinden, die in Nederland warmer en droger weer met zich meebrengen* (KNMI, 2015). In het onderstaande figuur 5.2 wordt dit ter verduidelijking weergegeven.



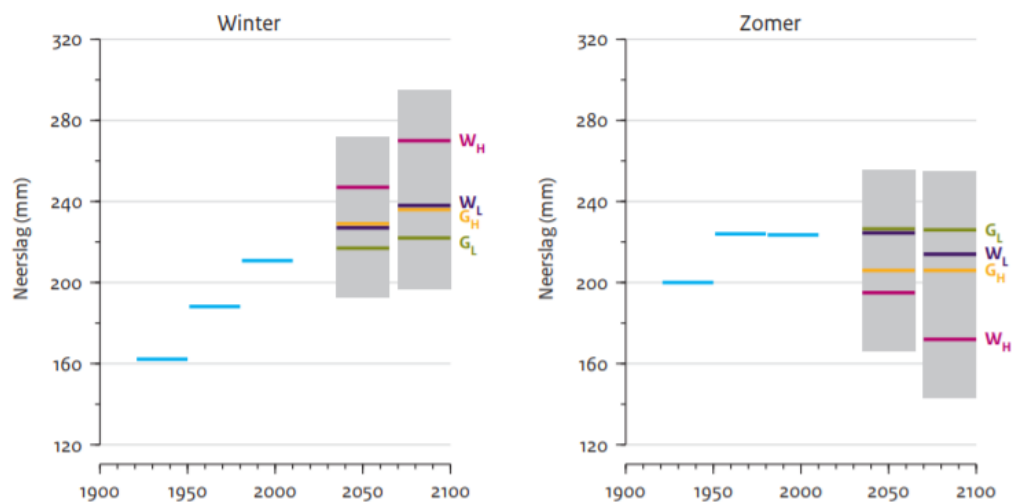
Figuur 5.2 : opwarming voor de koudste winterdagen (links) en warmste zomerdagen (rechts) vergeleken met de jaargemiddelde opwarming (midden) bij het Wh- scenario voor 2050 ten opzichte van 1981-2010 (KNMI, 2015).

Naast de temperatuurstijging hebben we te maken met een verandering in neerslag. Volgens alle scenario's zowel van de IPCC, KNMI en PORTTREE-project zal de gemiddelde neerslag stijgen. Dit zal echter niet overal hetzelfde zijn. De verwachting is dat er bijvoorbeeld in het mediterrane gebied bijna 20% minder regen zal vallen (Zimmermann, Normand, & Psomas, 2014). Dit zal voor Nederland niet het geval zijn. In figuur 5.3 zijn de verschillen in Europa goed te zien. De gegevens zijn volgens het klimaatscenario A1B: *Snelle economische groei, een vanaf 2050 dalende wereldbevolking met afname van inkomensverschillen op regionale schaal en versnelde introductie van meer efficiënte technologie met een betere balans tussen brandstoffen en rendement en meer gelijkmatige ontwikkeling en gebruik van technieken wereldwijd* (Wikipedia, 2018), gebruikt in zes RCM modellen in het PORTTREE project (Zimmermann, Normand, & Psomas, 2014).



Figuur 5.3: Klimaatafwijkingen voor het A1B-scenario in 2018 (afwijkingen van de periode 2051-2080 van huidige, d.w.z. 1961-1990) gemiddeld over de zes RCM modellen die in het PORTTREE project werden gebruikt. Anomalieën voor neerslag in de winter en in de zomer (in% in vergelijking met het huidige) en onzekerheid (st.dev. in%) van neerslag in de zomer onder alle 6 RCM's (Zimmermann, Normand, & Psomas, 2014).

Afgaande op de gegevens uit Figuur 5.3 zal de neerslag in de winterperiode toenemen en in de zomer afnemen. Deze verandering in neerslag wordt ook beschreven door het KNMI zoals te zien is in figuur 5.4. In alle klimaatscenario's van het KNMI neemt de neerslagintensiteit op jaarbasis toe, echter nemen de verschillen tussen zomer en winter toe met meer neerslag in de winterperiode en drogere zomers tot gevolg (KNMI, 2015).



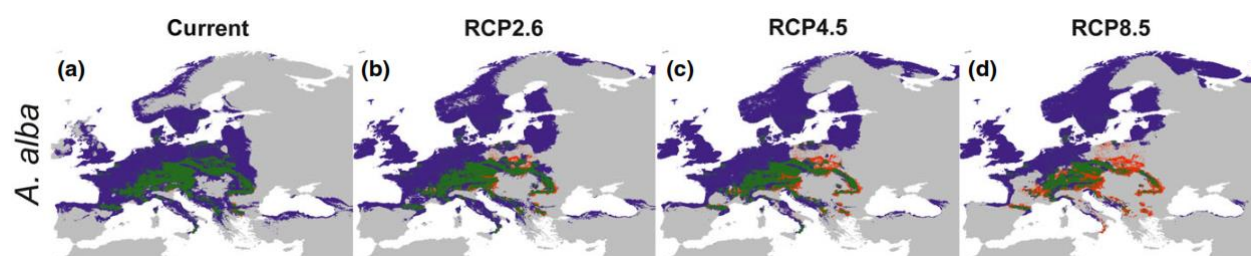
Figuur 5.4 : Neerslagklimaat in Nederland zoals waargenomen en volgens de KNMI'14-scenario's voor 2050 en 2085. De KNMI'14-scenario's zijn de vier combinaties van twee uiteenlopende waarden voor de wereldwijde temperatuurstijging, 'Gematigd' en 'Warm', en twee mogelijke veranderingen van het luchtstromingspatroon, 'Lage- en Hoge waarde'(KNMI, 2015).

Volgens de modellen krijgt Nederland in de toekomst te maken met een veranderend klimaat dat zich zal uiten in een stijging van de temperatuur en verandering in neerslagpatroon, waarbij in de winter een toename en in de zomer een afname van neerslag zal ontstaan.

5.2 TOEKOMSTIG VERSPREIDINGSGEBIED *ABIES ALBA*

De huidige voorspellingen in klimaatverandering zullen invloed hebben op het voorkomen van bostypen en boomsoorten. In Nederland worden mindere grote veranderingen voorspeld (den Ouden et al., 2010). Maar wat zijn nu de verwachtingen voor de *Abies alba*?

De meeste soorten distributie modellen (SDM) op basis van een correlatieve benadering tussen de huidige soorten en daarmee de samenhangende klimatologische omstandigheden voorspellen aanzienlijke verliezen van klimatologische geschikte gebieden voor de *Abies alba* in Europa aan het einde van de eeuw, ongeacht het klimaatscenario (Vitasse et al., 2019). Een andere studie laat deze verschuiving ook zien, zie figuur 5.5. In dit model is uitgegaan van de huidige klimaatscenario's van het IPCC-rapport. De scenario's die zijn genomen in figuur zijn: RCP2.6, RCP4.5 en RCP8.5. Te zien is een grote verschuiving richting Noord- en West- Europa en veel verliezen in Centraal-Europa bij scenario RCP8.5.

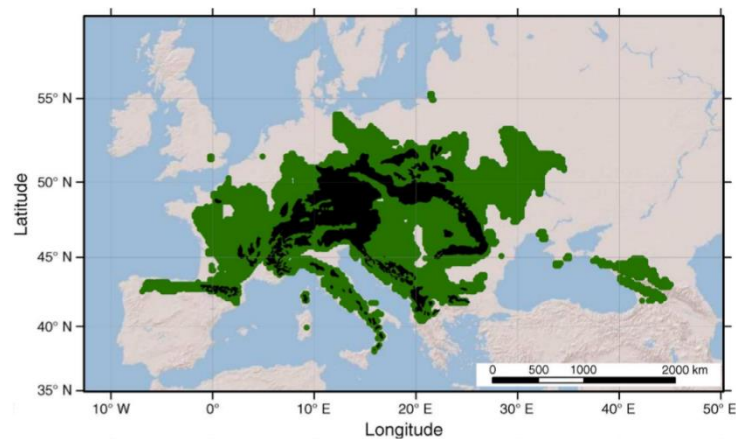


Figuur 5.5 : huidige en geprojecteerde bereik van *Abies alba* (a-d) voorspeld voor huidig klimaat (current) en voor drie klimaatscenario's van het IPCC: optimistisch (RCP2.6), gematigd (RCP4.5) en pessimistisch (RCP8.5). Groen gebied laat overlapping zien met paars (potentieel bereik) en oranje laat zien waar de soort zal verdwijnen onder de verschillende scenario's (Dyderski, 2017).

Daarin tegen laten paleo-ecologische en genetische studies suggereren dat voor de sterke menselijke invloed (ongeveer 5000 jaar BP) de *Abies alba* veelvuldig voorkwam onder een aanzienlijk warmer klimaat dan vandaag (Tinner et al., 2013). Het klimaat was toen warmer (juli gemiddeld 22°C - heden 17.6°C) (Rotach, 2016). Deze studies doen daarom denken dat de *Abies alba* een groot potentieel heeft voor klimaatopwarming. Zo stelt Rotach ook dat het aanpassingsvermogen van de *Abies alba* aan de opwarming van de aarde wordt onderschat mits menselijk handelen beperkt blijft. Zelfs in het toekomstige klimaat zal de *Abies alba* in hoge mate kunnen voldoen, mits de neerslag niet significant daalt en de omvang van menselijke verstoringen beperkt blijft (Tinner et al., 2013).

In het huidige klimaat zou de *Abies alba* een grotere verspreiding hebben dan nu het geval is. Onderstaand figuur 5.6 laat zien dat het verspreidingsgebied van de *Abies alba* veel groter had kunnen zijn, maar dat door de invloed van de mens (landbouw en ander landgebruik) deze nu een stuk kleiner is.

Het blijft lastig te stellen wat het toekomstig verspreidingsgebied van de *Abies alba* zal zijn in de toekomst. Zo stelt (Vitasse et al., 2019) in zijn conclusie dat het debat over de toekomstige geschiktheid van *Abies alba* om onder warmere en drogere klimaten te gedijen, nog steeds open staat. Dit is gebaseerd op de tegenstrijdige standpunten die voortkomen uit studies met duidelijke verschillende benaderingen (Vitasse et al., 2019). Het ene model zegt dat de soort zal afnemen in centraal Europa en andere studies stellen het optimistischer in en zeggen dat de soort een grote kans heeft om zich staande te houden in een warmer klimaat. Zo is de betrouwbaarheid van modellen altijd een vraag die in het achterhoofd gehouden moet worden. Het is daarom belangrijk dat individuele modellen niet zondermeer gebruikt worden voor besluitvorming. Er moet goed nagedacht worden over mogelijke tekortkomingen in systeembegrip, nauwkeurigheid van het model en andere aannames. Voor de bosbeheerders is het belangrijk om te realiseren dat ze langdurige management beslissingen moeten nemen terwijl de onzekerheid van klimaatsveranderingen nog steeds groot is (Lindnera, 2014).



Figuur 5.6 : Kaart met het gerealiseerde en potentiële ruimtelijke bereik van de *Abies alba*. Gerealiseerde bereik volgens het EUFORGEN in 2012 (zwart) en het potentiële bereik (groen) (Tinner et al., 2013).

Hoofdstuk 6: Boscologisch functioneren van de *Abies alba*

Elke boom en diersoort kenmerkt zich, naast de fysieke eigenschappen, door de plek die hij inneemt in het ecosysteem en de relatie met andere soorten flora en fauna (Afbeelding 6.1A). Dit hoofdstuk gaat in op enkele eigenschappen van de *Abies alba* als soort in het bossysteem. Aan bod komen de volgende onderwerpen: concurrentie met andere boomsoorten (van verjonging tot volwassenheid), relatie met fauna, strooiselvertering, positie in het bos, gevoeligheid voor verandering van het bosklimaat en interactie met insecten en schimmels.

Uiteraard zijn er per onderwerp meer dan genoeg zaken bekend waarover een apart rapport geschreven kan worden, in dit rapport is er nadrukkelijk voor gekozen om het uitgangspunt van dit rapport (een verkenning van de rol en functie van de *Abies alba*) als basis te houden.



Afbeelding 6.1: Drie naaldhoutsoorten (*A. alba*, *A. grandis* en *T. heterophylla*) samen in een bosvak in Veenhuizen, hoe gedragen de soorten zich ten opzichte van elkaar?

6.1 ONTWIKKELING IN HET BOS

De *Abies alba* is als climaxboomsoort uiteindelijk de sterkste schakel in het bovenste kronendak van het bos, toch is de boomsoort vanaf het moment van kiemen lang niet altijd zo dominant in het bossysteem. Ook de behoeften in (bos) klimaat veranderen naar mate de boom ontwikkeld.

In deze paragraaf wordt de concurrentiekracht en ontwikkeling vanaf de zaadval tot aan het climaxstadium beschreven.

6.1.1 Zaadval en kiemfase

De *Abies alba* produceert, afhankelijk van de standplaats, op 40-70 jarige leeftijd voor het eerst kiemkrachtig zaad (bij solitair staande bomen al bij 25 jaar), het zaad is door het geringe gewicht in staat via de wind over grote afstanden te verplaatsen (Wolf, 2003; Jansen et al., 2018). De verspreiding van zaden vindt plaats in de maanden september en oktober (Wageningen university, z.d.). De zaden kiemen makkelijk in uiteenlopende bodems, vocht is hierin belangrijker dan voedselrijkdom. Een periode van zes weken met koele en vochtige omstandigheden is vereist om de zaden succesvol te laten ontkiemen. Wanneer dit direct na de zaadval gebeurt kan het zelfs zo zijn dat nog voor de winter de kieming plaatsvindt (Wolf, 2003). Hoewel de massale zaadval eens in de drie tot vier jaar ontwikkeld, is het zaad slechts één groeiseizoen kiemkrachtig (Wolf, 2003). Na de kieming is vorst een risico, zaden die in het najaar ontkiemen komen door de vaak lange winterperiodes in het herkomstgebied in de praktijk nauwelijks tot verdere ontwikkeling. Late voorjaarsvorst bedreigt de in het voorjaar ontkiemde verjonging (Muck et al., 2008).

De *Abies alba* is in deze fase van de ontwikkeling erg kwetsbaar voor verstoring van het bosklimaat, wanneer er door kap of storm grotere gaten ontstaan waarin snelgroeïende en lichtbehoeftige soorten kans zien massaal te kiemen zal de *Abies alba* deze groei onvoldoende kunnen bijhouden en worden weggeconcentreerd (Muck et al., 2008).

In kleinere gaten en onder omstandigheden waarbij massale verjonging van snelgroeïende soorten minder aan de orde is kunnen de zaailingen zich goed handhaven door de hoge mate van schaduwverdraagzaamheid (zie tabel 4.3) (afbeelding 6.2 en 6.3) (Valladares, 2006).



Afbeelding 6.2 en 6.3: Sterk beschaduwde en kleinere open plekken zoals op deze half april genomen foto's te zien is geven de *Abies alba* ruimte om te kiemen zonder concurrentie van bijvoorbeeld *Betula*, *Pinus* en *Larix*.

6.1.2 Jonge en jongvolwassen fase

Voor verjonging vormt de late voorjaarsvorst met name een risico wanneer knoppen reeds zijn uitgelopen, uitval van naalden en een rem in de groei zijn zichtbare gevolgen van laat optredende vrieskou (Kölling, Falk, & Walentowski, 2012).

Nadat de kiemfase succesvol is verlopen en er geen belemmering is ontstaan door een veranderend bosklimaat ontwikkelt de boom zich tot een typische naaldboom, een doorgaande en rechtopstaande spil met takkransen (Hockenjos, 2008).

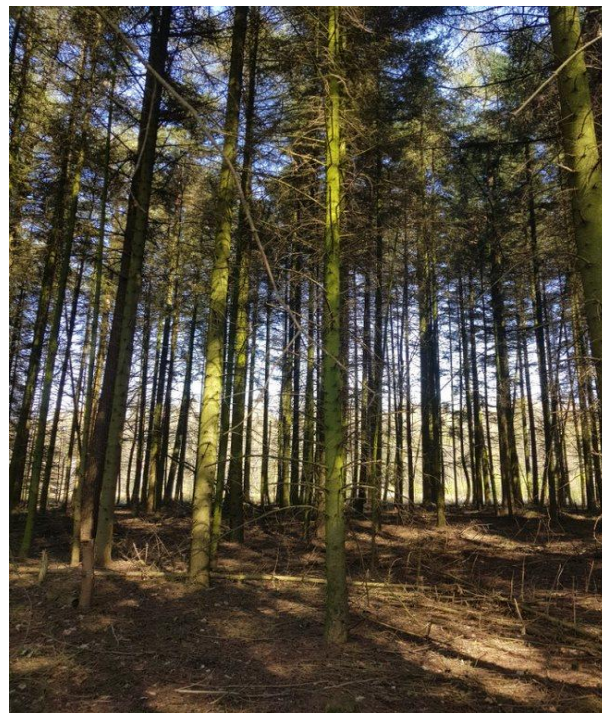
Als de verjonging massaal is ontwikkeld kan deze fase van de *Abies alba* een bos bijna ondoordringbaar maken (afbeelding 6.4), onder en tussen de boompjes is geen ruimte voor andere soorten. De soort is in deze fase lokaal sterk dominant waargenomen, door de dichtheid van de verjonging, met name onder bladverliezende bomen, kan de *Abies alba* vlak dekkend een sluitende laag vormen. Op meerdere plekken in Drenthe is dit tijdens het veldwerk geconstateerd.

Een opgaand bos waarin de *Abies alba* in deze fase als monocultuur aanwezig is (afbeelding 6.5) biedt weinig tot geen ruimte aan andere soorten, op de bodem dringt weinig zonlicht door. In de bezochte opstanden is dit meermaals waargenomen in opstanden met zowel de jonge als jongvolwassen fase.

In Duitsland wordt de *Abies alba* om deze reden vaak gemengd met de *Fagus sylvatica*, beide soorten hebben door hun grote schaduwtolerantie (zie tabel 4.3) het vermogen een monocultuur van één van beide soorten te voorkomen (Muck et al., 2008).



Afbeelding 6.4: Onder in dit geval *Larix* vormt de *Abies alba* een dominante en zeer sterk sluitende verjongingslaag.



Afbeelding 6.5: Een opgaande monocultuur van *Abies alba* (aangeplant onder een scherm van *Larix*) biedt in deze jongvolwassen fase geen ruimte aan andere soorten.

6.1.3 Volwassen fase

Een volwassen *Abies alba* is een boom die weinig andere soorten op gelijke hoogte treft, in het herkomst gebied zijn hoogten tot 60 meter waargenomen bij aanzienlijke diameters. Hoewel de soort aanvankelijk kwetsbaar lijkt in de verhoudingen met andere boomsoorten neemt deze kwetsbaarheid af naarmate de boom meer en meer ontwikkeld. Door de hoge mate van schaduwtolerantie kan een individueel exemplaar lang wachten op een kans een plek in het bovenste kronendak te kunnen vullen. In deze “wachtende” fase is er weinig ontwikkeling in hoogte en dikte. Door dat de boom dit “wachten” alleen vertoont bij een gebrek aan voldoende licht voor een succesvolle doorontwikkeling, is er van weinig andere soorten concurrentie te verwachten.

Een ontwikkelde opstand van *Abies alba* is in staat het bosklimaat relatief koel en vochtig te houden, dit kan voor andere (boom) soorten een goede plek zijn om te vestigen, tijdens het veldwerk is zelfs stekende wolfsklauw (*Lycopodium annotinum*) (Afbeelding 6.6) aangetroffen in een volwassen en gesloten opstand. Stekende wolfsklauw is een uiterst zeldzame inheemse soort en heeft als groeiplaats vochtige schaduwbossen (FLORON, 2019). Het laat zien dat de ontwikkeling van een kritische bossoort mogelijk is onder de *Abies alba*. Ook soorten als *Acer*, *Sambucus*, *Ilex*, *Sorbus* en *Tsuga* en de nodige mossoorten benutten het bosklimaat (Afbeelding 6.7).



Afbeelding 6.6: Stekende wolfsklauw (*Lycopodium annotinum*) onder *Abies alba*.



Afbeelding 6.7: Onder volwassen *Abies alba* ontwikkeld zich een gemengd bos.

6.2 FAUNA

Deze paragraaf gaat in op de relatie van de *Abies alba* met (wilde) dieren. De keuze is gemaakt om alleen in te gaan op soorten die de boom direct beïnvloeden (zoals vraat) of die afhankelijk zijn van de boomsoort voor hun voortbestaan. Reeën in Drentse situatie van invloed.

6.2.1 Grofwild en begrazingsdieren

Grofwild en ook ingebrachte begrazingsdieren zetten een zichtbare stempel op de ontwikkeling van een bos en haar boomsoorten, vraatgevoelige soorten zoals *Tilia*, *Quercus* en *Fagus* komen hierdoor lokaal moeilijk tot succesvolle verjonging. In 1967 is dit reeds een door Victor Westhoff benoemd onderdeel van de cursus bosbouw en wildbeheer aan de toenmalige Landbouwhogeschool (Westhoff, 1967).

In zowel de recente literatuur (Hockenjos, 2008) en (Mossnang, 2004) als ook de door Westhoff aangehaalde studie van Klötzli (1965) komt naar voren dat de *Abies alba* zeer sterk gevoelig is voor vraat, ook tijdens het veldonderzoek is dit veelvuldig geconstateerd (afbeelding 6.8). Hockenjos (2008) benoemt dat maatregelen ter preventie van vraatschade (zoals het aanbrengen van schapenwol in jonge boompjes of het uitrasteren van bospercelen) door wild sinds jaar en dag onderdeel zijn van de omgang met *Abies alba* in Duitsland. Naast grofwild is ook de aanwezigheid van begrazingsdieren sterk van invloed op het succes van de jonge *Abies alba* (afbeelding 6.9)



Afbeelding 6.8: Regelmatige Reeën vraat resulteert in stagnerende groei.



Afbeelding 6.9: Een opstand Abies alba binnen een begrazingsgebied met schapen (jaarrond) en koeien (mei tot november) links van het pad, opvallend is de massale verjonging buiten de afrastering (rechts) en het totaal ontbreken van verjonging in de opstand zelf (links). Links van het pad staat de scheidende afrastering met stroomdraad.

6.2.2 Insecten

Bij het oriënteren op nieuwe bosboomsoorten komt onvermijdelijk de vraag naar boven in hoeverre deze nieuwe soorten gevoelig zijn voor aantastingen door insecten. In het recente verleden is een behoorlijke uitval van fijnspar opgetreden door de massale uitbraak van Letterzetter (*Ips typografus*) en Koperetser (*Pitogenes chalcographus*). Deze keversoorten zijn ook in Nederland lokaal bezig met het grootschalig aantasten van bosopstanden met hoofdzakelijk fijnspar (*Picea abies*). Vanuit boscologisch en productietechnisch oogpunt een probleemsценario voor de bosbeheerders. Waarnemingen tijdens het veldwerk en de “Atlas of Forest Insect pests” wijst uit dat van deze twee aantasters geen problemen te verwachten zijn (Kolk & Starzyk, 1996). Eén van de gezochte opstanden in de Kop van Drenthe bevond zich midden tussen de door letterzetter zwaar aangetaste bosopstanden (Afbeelding 6.10 op de volgende pagina), op de aanwezige *Abies alba* zijn geen indicaties aangetroffen die op mogelijke aantasting door Letterzetter wijzen. De *Abies alba* staat in dit bosvak als opvallend vitale boom in een aftakelende fijnsparrenopstand.

Van de *Abies alba* is bekend dat met name in de jonge fase een massale bezetting door zilversparwolluis (*Adelges piceae*) geen uitzondering is (Prooijen & Kroon, 2015). Ook tijdens het veldwerk is dit in forse mate waargenomen (afbeelding 6.11 op de volgende pagina). Een dergelijke bezetting door luis kan onder normale condities weinig tot geen noemenswaardige schade aanrichten aan de boom. Daarnaast is bekend dat de Pyramide-oogbladroller (*Epinotia subsequana*) een tijdelijke rem op de groei kan veroorzaken, echter wijst onderzoek naar een massale uitbraak van dit insect in de Pyreneeën uit dat de boom hiervan binnen enkele jaren herstelt (Camarero, Martin, & Gil-Pelegrin, 2003). Een grotere bedreiging vormt de in Nederland nog niet op naam gezette *Pityokteines ssp.* (Silver fir bark beetle species). Deze letterzetter-achtige die specifiek op zilversparren (*Abies ssp.*) voorkomt, komt met verscheidene ondersoorten door klimaatsverandering langzaam richting het Noorden en heeft ook voor bomen met een lichte verzwakking of bij langdurige stress door droogte een aanzienlijke impact op de bomen (Pernek et al., 2007). Het voorkomen van monoculturen is daarom van essentiële waarde om eventuele uitbraken te kunnen remmen en situaties zoals momenteel met de fijnspar zijn ontstaan te voorkomen (Keczyński et al., 2017).

In de VS komt op *Abies* soorten ook de *Fir engraver beetle* (*Scolytus ventralis*) als fatale aantaster voor, deze soort is vooralsnog niet waargenomen in Europa (Nevada division of forestry, nb).

Opvallend is wel dat uit alle in deze paragraaf aangehaalde bronnen blijkt dat de *Abies alba* één van de minst aangetaste soorten is uit de *Abies*-groep.

Voor een overzicht van alle hierboven niet benoemde, in Europa tot (significante) problemen leidende, insectenplagen op *Abies alba* zie tabel 6.1 verderop in dit hoofdstuk (Kolk & Starzyk, 1996).



Afbeelding 6.10: Vitale Zilver sparren in de kop van Drenthe, het omliggende bos (fijnspar) is recent zwaar getroffen door de letterzetter



Afbeelding 6.11: Zilver sparwolluis op Abies alba in boswachterij Emmen-Sleen

Tabel 6.1: *Belangrijkste aantastende insecten op levende Abies alba in Europa* (naar Kolk & Starzyk, 1996).

In **rood**: Mogelijk fataal of extreem risicovol

In **oranje**: Afname houtkwaliteit en conditie

In **groen**: Afname conditie

Wetenschappelijk	Nederlands	Gevolgen en locatie
Hyloicus pinastri	Dennenpijlstaart	Gering, vooral Naalden en twijgen. Massale aantasting resulteert in top en twijgsterte.
Elateroides dermestoides	Niet op naam, Engels: Large timberworm	Aanzienlijke vermindering houtkwaliteit, vooral stambasis en wortelhals tot in kernhout.
Pityokteines curvidens	Niet op naam, Duits: Krummzähner tannenborkenkäfer	Verdere verzwakking van de boom en afname houtkwaliteit, met name onderstuk van de stam.
Pityokteines spinidens	Niet op naam, Duits: Westliche tannenborkenkäfer	Verdere verzwakking van de boom en afname houtkwaliteit, met name middenstuk van de stam.
Cryphalus piceae	Niet op naam, Engels: Small fir bark beetle	Fataal, verjonging en bomen tot 60 jaar oud die reeds verzwakt zijn vallen massaal uit.
Pissodes piceae	Niet op naam, Engels: European silver fir weevil	In extreme gevallen fataal, doorgaans een algehele afname van de conditie. Tast met name verzwakte maar bij massale uitbraak ook gezonde bomen aan. Verstoot de sapstroom in de stam.
Xeris spectrum	Zwarte dennenhoutwesp	Vermindering houtkwaliteit en verzwakking van de boom, tast beschadigde bomen aan! Vooral de stam raakt aangetast.
Urocerus augur	Niet op naam, Duits: Gelbe fichtenholzwespe	Geringe schade, Stam en takken.
Phaenops cyanea	Niet op naam, Duits: Blauer kiefernprachtkäfer	Forse (Fatale) schade aan bast en stam bij door extreem zomerweer optredende verzwakking van de boom.
Monochamus galloprovincialis	Dennen-geelschildboktor	Schade aan bast en cambium en later ook spinthout, verzwakte bomen kunnen fataal aangetast worden, in extreme uitbraken lopen ook vitale bomen risico
Xyloterus lineatus	Niet op naam	Afname houtkwaliteit en aantasting bast en cambium. Vooral spinthout raakt aangetast.
Pityophthorus pityographus	Niet op naam, Engels: Fir bark beetle	Top en scheutsterfte en aantasting van het jonge cambium. Zelden fataal.
Monochamus sartor	Niet op naam, Duits: Scheiderbock	Aantasting van het hout en de sapstroom, vooral bij schade door extreme weersomstandigheden
Monochamus urusovi	Noordelijke geelschildboktor	Aanzienlijke schade aan hout en bast, doorgaans optredend bij extreme verzwakking door (rupsen) vraat.
Urocerus gigas	Reuzenhoutwesp	Één van de gevaarlijkste houtaantasters voor de <i>Abies alba</i> . Vooral bij plotselinge verandering van lichtregime of verwonding van de boom. Resulteert in verhoogd risico op stambreuk en verzwakking van het hout. Vooral in stam en stamvoet.
Sirex juvencus	Niet op naam, Engels: Blue horntail	Tot 40 gangen per meter in de stam, afname houtkwaliteit en betrouwbaarheid van de houteigenschappen. Vormt snel symbiose met houtschimmels en daarmee extreem gevaarlijk voor reeds geveld hout. Tast stammen van gevelde, verwonde of verzwakte bomen aan.

6.3 VERHOUDING TOT SCHIMMELS

De *Abies alba* kent, zoals elke boomsoort een eigen *mycorrhiza*- structuur in de bodem die belangrijk is voor het goed functioneren van de boom. Naast deze positief functionerende schimmelstructuren zijn er ook enkele schimmelsoorten bekend waar de *Abies alba* negatieve gevolgen van ondervindt.

Deze soms voor de boom fataal werkende schimmelsoorten hebben een wisselende uitwerking op de boom, sterfte, verminderde stabiliteit of stagnerende groei zijn hiervan de meest zichtbare gevolgen.

In deze paragraaf worden de vijf meest voorkomende schimmelsoorten behandeld, een uitgebreid onderzoek naar de symbiose en wisselwerking van de *Abies alba* met schimmels gaat buiten het doel van dit rapport.

In de periode 1980-1990 is in de Spaanse Pyreneeën een massale sterfte van *Abies alba* opgetreden, tot aan 2002 is in de overlevende bomen een groeistagnatie van 20% waargenomen (Solla, Sanchez-Miranda, & Camarero, 2005).

Oorzaak hiervan bleek de Zilverpar-hoornbloemroest (*Melampsorella caryophyllacearum*), die met vergroeiingen en heksenbezems tot een verstoorde sapstroom en houtvatstructuur leidt (afbeelding 6.12).



Afbeelding 6.12: Zware aantasting door *M. caryophyllacearum* op *Abies alba* (Kunca, 2003).

In Nederland is verder bekend dat echte honingzwam (*Armillaria mellea*), sombere honingzwam (*Armillaria ostoyae*) en dennenmoorder (*Heterobasidion annosum*) risico's zijn voor de *Abies alba* (Prooijen & Kroon, 2015).

Echte honingzwam (*Armillaria mellea*) verspreidt zich via de voor de soort kenmerkende veterachtige rhizomorfen door de bodem. Kleine wondjes in de stam of wortels van de boom laten groeihormonen los waar de schimmel door aangetrokken wordt. Een infectie met echte honingzwam resulteert in hevige witrot en snel sterven van de boom, doordat de infectie laag in de stam optreedt zijn aangetaste bomen instabiel (Bomenwerk, 2019).

Sombere honingzwam (*Armillaria ostoyae*) infecteert, in tegenstelling tot de echte honingzwam, uitsluitend via beschadigingen aan de wortels. Doordat de schimmel het cambium aantast neemt de conditie van de boom geleidelijk af, uiteindelijk treedt rot van stamvoet en wortels op met fatale gevolgen (Bomenbieb, 2019).

De dennenmoorder, (*Heterobasidion annosum*) infecteert niet alleen reeds beschadigde bomen maar is ook in staat vitale bomen te infecteren, de zwam verzwakt het hout en veroorzaakt witrot in de wortelhals met snel fatale gevolgen (Forest research UK, 2019).

In vergelijking met de *Fagus sylvatica*, die in Duitsland veel wordt toegepast in menging met de *Abies alba*, is de boom niet bijzonder gevoelig voor schimmels. Beschadiging door externe invloeden, zoals windworp en houtoogst, vormt net als bij het merendeel van de boomsoorten vaak de onderliggende oorzaak dat de boom aangetast raakt door insecten en of schimmels (Prooijen & Kroon, 2015). Opvallend is ook dat de boom zelden fataal wordt getroffen door aantasters wanneer de conditie van de boom goed is, verzwakking en schade vormen daarmee grotere bedreigingen dan de aanwezigheid van één of meerdere aantasters in de opstand (Kolk & Starzyk, 1996).

6.4 DE *ABIES ALBA* IN HET BOSBEHEER

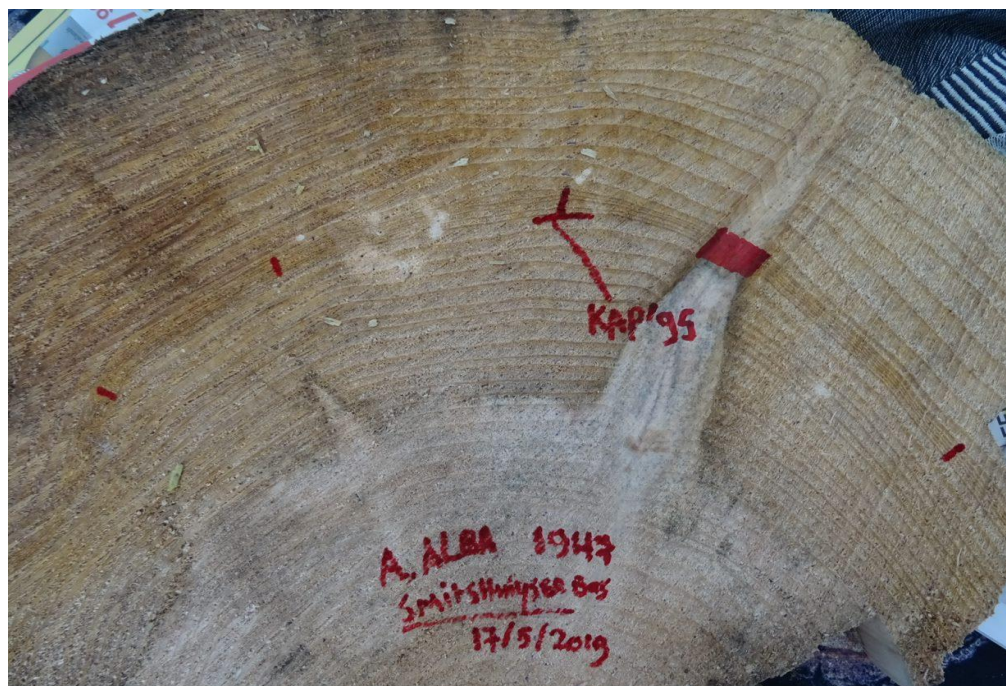
Houtoogst en aanplant zijn de belangrijkste beheersmaatregelen die regelmatig in bossen worden uitgevoerd, deze paragraaf gaat in op de impact van deze maatregelen op de ontwikkeling van de *Abies alba*.

6.4.1 Houtoogst

In de Duitse literatuur komt naar voren dat de boomsoort gevoelig is voor schommelingen in het bosklimaat, in Beieren is de *Abies alba* lokaal zelfs verdwenen na dat houtoogst een te grote verandering in het bos teweeg bracht (Muck, et al., 2008). Dit betekent echter niet dat houtoogst onmogelijk is, geleidelijke veranderingen of gedurende langere tijd consequent aanwezige verstoring worden door de boom beter verdragen dan meerjaarlijkse dunningscycli.

Dat dit niet alleen in Duitsland geldt is gebleken tijdens een bezoek aan het Smithuyserbos te Hilversum, in dit bos is in 1995 geoogst in en rond de vakken met *Abies alba*. Deze bomen zijn in 1947 geplant en gedurende een langere periode vóór 1995 heeft de opstand relatief dicht gestaan. In de jaren na de oogst is veel naalduitval geconstateerd bij de *Abies alba* (Bouvy, 2019).

Tijdens het bezoek aan de bosvakken met *Abies alba* zijn houtmonsters meegenomen van in 2018 gevelde exemplaren en aanwasboringen verricht op 10 nog staande bomen. Zowel op de houtmonsters (afbeeldingen 6.13 en 6.14) als in de aanwasboringen is het effect van de kap in 1995 duidelijk waargenomen. Te zien is dat de kap in 1995 een aanzienlijke stagnering in de groei heeft veroorzaakt, gedurende de eerste vier jaar na de kap is de jaarringdikte slechts een fractie van de dikte die in 2000-2018 en voor 1995 is ontwikkeld.



Afbeelding 6.13: Houtmonster Smithuyserbos met in rood de kap en groeistagnatie aangegeven.



Afbeelding 6.14: Detailopname houtmonster Smithuyserbos, het verschil in ontwikkeling tussen voor en na de kap is goed te zien.

Hoewel de boom na een periode van vier of vijf jaar weer een groei laat zien zoals voor de ingreep geeft een groeireductie van deze omvang wel te denken voor de exploitatie van het bos. Dunningscycli van vijf jaar, zoals onder andere waargenomen in veel bossen op de Veluwe, kunnen resulteren in een permanente groeivertraging. Daarnaast is een regelmatige jaarringopbouw positief voor de houtkwaliteit, onregelmatige groei werkt negatief op de houtprijs (Centrum hout Almere, 2018). Ook tijdelijke vermindering van de conditie, zoals blijkt door het afwerpen van de naalden, is een factor om rekening mee te houden met oog op de in paragraaf 6.2 en 6.3 beschreven aantastingen.

Niet alleen de omvang van de houtoogst maar ook de wijze waarop verdient de aandacht, hoewel de *Abies alba* goed herstelt na stamschade is wortelschade en bodemverdichting voor de boom minder goed op te vangen (Hockenjos, 2008). Het is daarom van belang rekening te houden met de ondergrondse impact van werkzaamheden op de boom.

6.4.2 Verjonging

Naast houtoogst is ook aanplant een factor om rekening mee te houden in de omgang met de *Abies alba*. Bekend is dat de boom slecht reageert op wortelschade (Kutschera & Lichtenegger, 2002) en dat verjonging uit zaad het best ontwikkelde wortelstelsel ontwikkeld (Hockenjos, 2008; Jansen et al., 2018).

Tijdens het veldwerk is waargenomen dat natuurlijk verjongde *Abies alba* in de jonge fase een duidelijke en sterke penwortel ontwikkeld (afbeelding 6.15). Deze waarneming is in lijn met de geraadpleegde literatuur (Kutschera & Lichtenegger, 2002). Tijdens het bezoek aan het Smithuyserbos te Hilversum is een bosvak waar van met zekerheid bekend is dat de *Abies alba* als zaailing is ingeplant (Bouvy, 2019) onderzoek verricht naar de wortelontwikkeling. In dit vak zijn na de zomerdroogte van 2018 verscheidene exemplaren afgestorven. Deze dode exemplaren hebben kans geboden zonder schade de wortelontwikkeling na aanplant te kunnen beoordelen.

In totaal is van de twintig uitgetrokken dode exemplaren slechts bij drie een penwortel zoals bij het natuurlijk verjongde exemplaar aangetroffen. De overige zeventien exemplaren vertoonden verdraaiingen en vervlakkingen van het wortelstelsel (afbeelding 6.16) en in geen geval een doorgaande penwortel.

Het is daarom van belang bij aanplant een methode te hanteren waarbij schade aan wortels nagenoeg uitgesloten kan worden.

Navraag in Zwitserland leert dat er slechts incidenteel gebruik wordt gemaakt van plugplantsoen, vanwege het risico op wortelschade en het feit dat de boom zich gemakkelijk natuurlijk verjongt wordt doorgaans gewerkt met het uitstrooien van zaad of gebruik gemaakt van natuurlijk optredende verjonging (Rotach, 2016).

In Duitsland wordt plugplantsoen gebruikt voor het als bostransitietype gebruikte “Buchen-Weistannen-Michswald”, hierin worden monoculturen van met name fijnspar voorzien van een 2^e en 3^e boslaag van beuk en zilverspar. In dit systeem worden *Abies alba* pluggen onder en tussen een laag van beuk geplant om hiermee een bosklimaat te genereren waar op termijn natuurlijke menging van boomsoorten kan ontwikkelen (Muck et al, 2008).



Afbeelding 6.15: Wortelontwikkeling bij natuurlijke verjonging uit zaad in Boswachterij Emmen-Sleen



Afbeelding 6.16: Afwijkend wortelstelsel na aanplant als zaailing in het Smithuyserbos te Hilversum

Hoofdstuk 7: *Abies alba* in de houtmarkt

In dit hoofdstuk wordt in gegaan op de toepasbaarheid van het hout van de *Abies alba*. Omdat de boomsoort zijn oorsprong vindt in Midden-Europa is gekeken naar de toepassing in deze regio. Daarnaast wordt besproken hoe deze houtsoort in de Nederlandse markt gezet kan worden.

7.1 TOEPASSING VAN DE *ABIES ALBA*

De *Abies alba* wordt ook wel gebruikt onder de naam ‘dennen’ (Tannenholtz). In deze handelsbenaming wordt overigens geen onderscheid gemaakt tussen *Abies* soorten. Naast de nauwverwante *A. grandis* waarmee de *A. alba* vaak in één adem wordt vergeleken vallen ook *A. balsamea*, *A. fraseri*, *A. amabilis*, *A. nobilis* en *A. lasiocarpa* onder de noemer “Dennen” of “Tannenholtz” (HoutInfoBois, 2019). Het is voor het specifiek bekijken van de toepassing van de *A. alba* erg lastig dat deze *Abies*-groep onder dezelfde benaming in de markt wordt gezet.

De soort kent vele toepassingen voor diverse doeleinden. De toepassingen in Nederland zijn echter zeer beperkt aangezien de soort hier nauwelijks voorkomt. Daarom is gekeken naar de toepassingen in het buitenland. Het hout van de boom wordt voor de volgende doeleinden gebruikt in midden en Centraal Europa:

- Dragende (zware) constructies onder dak, ook verlijmd-gelamelleerd
- Divers timmerwerk binnen gebouwen
- Meubels
- Instrumenten
- Kleine voorwerpen
- Kisten en verpakkingen (waaronder ook bierfusten)
- Kaas- en broodplanken

Iets minder dan 25% van de *Abies alba* in Zwitserland wordt als bouwhout op de markt gebracht. Verpakkingshout en pallethout komen ongeveer uit op dezelfde hoeveelheid (Gasser, z.d.). Daarnaast wordt in de literatuur vermeld dat het hout van de *Abies alba* ook wordt gebruikt als buitenbedekking op gebouwen, bijvoorbeeld onbehandeld als leibedekking op daken (Hockenjos, 2008). Door verwerking en lichtinvloeden verkleurt het hout geleidelijk van helder wit naar meer grijsachtig in deze toepassing (Gasser, z.d.).

Het hout van de *Abies alba* is goed te verwerken. Spijkeren, schroeven en lijmen kan goed bij deze houtsoort, alleen is de oppervlakteafwerking na behandeling met verfsoorten matig. Verder is het hout ook buiten de bouwmethoden goed te bewerken, maar omdat het hout vrij zacht is, is scherp gereedschap een vereiste om een glad oppervlak te krijgen (Centrum hout, 2017). Daarnaast staat het hout van de *Abies alba* omschreven als taai, veerkrachtig en zelfs licht elastisch. Opvallend is dat “Tannenholtz” in tegenstelling tot de in Nederland gangbare houtsoorten “Vuren” (*Picea*) en “Grenen” (*Pinus*) weinig hars bevat. Dit maakt het hout niet alleen geschikt voor (zwaar) constructiehout maar ook voor uitermate fijne toepassingen zoals instrumentbouw, meubels en zelfs vloestofemballage (Centrum hout Almere, 2018).

Als het gaat om de technische parameters dan vertoont de *Abies alba* slechts zeer geringe verschillen met de *Picea abies* (fijnspar). Het hout wordt daarom, met uitzondering van toepassingen in emballage, instrument- en fijne- houtbouw en voedingsverpakkingen voor een groot deel gebruikt voor dezelfde toepassingen als fijnspar.

In de toepassing als bouwhout zijn er uiteenlopende producten waarin de *Abies alba* gebruikt wordt (massief houten panelen, ramen, deuren, trappen, vloeren, gevels, balkons, wanden en plafondpanelen (Ohnesorge, 2019)). De krimp van de *Abies alba* is iets kleiner dan de fijnspar, maar heeft geen specifiek effect voor de verwerking of toepassing in dit opzicht (Gasser, z.d.).

In Duitsland worden het hout van de *Abies alba* veel gebruikt in de bouw van traditionele huizen en zelfs voor bruggen, zoals te zien is in afbeelding 7.1.



Afbeelding 7.1: Brug gemaakt van het hout van de *Abies alba* (Ohnesorge, 2019)

Bekend is uit het verleden dat het *Abies alba*-hout uit het Zwarte Woud over de Rijn in houtvloten naar Nederland werd vervoerd om te benutten als heipalen in het westen van Nederland. Voordat de bomen als heipalen werden gebruikt, werden ze eerst gewaterd om de duurzaamheid van het hout te verhogen (Bentham van & Bessop, 1999). Noemenswaardig is verder dat in het oudste huis van Zwitserland, gebouwd in 1176, het hout van de *Abies alba* is verwerkt in de dragende kernstructuur van het huis (Descœudres, Keck, & Wadsack, 2002).

Het hout van de *Abies alba* heeft onbehandeld en onbeschermd een duurzaamheidsklasse van 4 voor kernhout (Wageningen university, z.d.) en voor spinthout 5 (HoutInfoBois, 2019). Deze getallen komen ook terug in de onderstaande tabel 7.1:

Tabel 7.1: Duurzaamheidsklassen loof- en naald- hout, *Abies alba* (dennen) zit in klasse 4 en 5 (Stichting Probos, 2009).

Klasse	Duurzaamheid	Loofhout	Naaldhout
1	Zeer duurzaam	afzelia, azobé (in watercontact), bilinga, demerara groenhart, jarrah, mansonie, moabi, okan, padoek, pau amarelo, teak, walaba	
1-2	Duurzaam tot zeer duurzaam	afromosia, iroko, kapur, merbau, robinia	
2	Duurzaam	azobé, bangkirai, basralocus, bossé, bubinga, cedrela, Europees eiken, karri, kastanje, kempas, louro vermelho, mahonie, sepetir, wengé	taxus, western red cedar
2-3	Gemiddeld duurzaam tot duurzaam	Amerikaans wit eiken, kosipo, purperhart, sipo, tola branca	
2-4	Beperkt duurzaam tot duurzaam	donkerrode meranti (dark red meranti)	
3	Gemiddeld duurzaam	cedrorana, danta, keruing, movingui, mutenye, niangon, noten, sapeli, tiama	douglas fir, pitch pine
3-4	Beperkt duurzaam tot gemiddeld duurzaam	dibétou, krappa, lichtrode meranti (light red meranti), red balau	agathis, grenen, lodgepole pine
4	Beperkt duurzaam	Amerikaans rood eiken, avodiré, eyong, hickory, iepen, limba, mengkulang, okoumé	Amerikaans grenen, Carolina pine, dennen, hemlock, southern pine, vuren, weymouth
4-5	Niet duurzaam tot beperkt duurzaam	ogea	parana pine, radiata pine, sitka spruce
5	Niet duurzaam	abachi, abura, baboen, berken, Europees beuken, essen, elzen, esdoorn, haagbeuken, fuma, ilomba, koto, linden, populieren, ramin	sugi

De soort is beperkt duurzaam en is daarom onbehandeld en onbeschermd voor beperkte doeleinden toepasbaar. Om de feitelijke toepasbaarheid te bepalen wordt de relatie tussen duurzaamheidsklasse en de risicoklasse in beeld gebracht. De risicoklasse laat het risico van aantasting zien in diverse toepassingsmogelijkheden. Afhankelijk van de door de aard van de toepassing optredende factoren als, vochtigheid, temperatuur en klimaatschommelingen neemt het risico op aantasting toe of af. Er zijn vijf risicoklassen: (geciteerd van: (Stichting Probos, 2009))

- *Risicoklasse 1: Beschutte toepassing van hout, beschermd tegen weer en wind en niet blootgesteld aan vocht.*
- *Risicoklasse 2: Beschutte toepassing van hout, beschermd tegen weer en wind, maar met af en toe een hoge luchtvochtigheid die kan leiden tot blootstelling aan vocht.*
- *Risicoklasse 3: Onbeschutte toepassing van hout, zonder grondcontact. Het hout wordt of permanent blootgesteld aan weer en wind of is beschermd tegen weer en wind maar wordt regelmatig blootgesteld aan vocht.*
- *Risicoklasse 4: Toepassing van hout in contact met de grond of zoet water en daardoor permanent blootgesteld aan vocht.*
- *Risicoklasse 5: Toepassing van hout dat permanent in contact staat met zout water.*

In de onderstaande tabel (7.2) wordt de relatie tussen de duurzaamheidsklasse en risicoklasse weergegeven. Deze tabel laat zien dat het hout van de *Abies alba*, duurzaamheidsklasse 4 (IV) in risicoklasse 1 zonder behandeling voldoende duurzaam is. Vanaf risicoklasse 2 neemt, afhankelijk van de gewenste levensduur (25 of 10 jaar), de noodzaak tot het behandelen (verduurzamen) van het hout toe.

Voor het toepassen van de *Abies alba* in bijvoorbeeld gevelbekleding zoals in midden en centraal Europa niet ongebruikelijk is zal een verduurzaming met olie of andere methoden dus noodzakelijk zijn.

Tabel 7.2: Relatie tussen risicoklasse en duurzaamheidsklasse samengevoegd in één tabel. Uit deze tabel is af te lezen of hout verduurzaamd moet worden of dat de natuurlijke duurzaamheid goed genoeg is (Stichting Probos, 2009).

Risicoklasse	Houtvochtgehalte	Gewenste levensduur 25 jaar	Gewenste levensduur 10 jaar
1	Permanent < 20%	I - II - III - IV - V	I - II - III - IV - V
2	Incidenteel, kortdurend > 20%	I - II - III	I - II - III - IV
3	Regelmatig, kortdurend > 20%	I - II - II tot III	I - II - III - IV
4	Permanent > 20%	I - II	I - II - III
4	Permanent > 20% + grondcontact	I	I - II - III
5	Permanent > 20% (zout water)	I	I - II

Risicoklasse	Duurzaamheidsklasse				
	1	2	3	4	5
1	O	O	O	O	O
2	O	O	O	(O)	(O)
3	O	O	(O)	(O)-(X)	(O)-(X)
4	O	(O)	(X)	X	X
5	O	X	(X)	X	X

- O : natuurlijke duurzaamheid voldoende
(O) : natuurlijke duurzaamheid in principe voldoende, maar onder bepaalde omstandigheden is verduurzaming aan te bevelen
(O)-(X) : natuurlijke duurzaamheid kan voldoende zijn, maar de houtsoortkeuze, de impregneerbaarheid en de toepassing bepalen de wenselijkheid van verduurzaming
(X) : verduurzaming aanbevolen, maar voor bepaalde toepassingen kan de natuurlijke duurzaamheid voldoende zijn
X : verduurzaming noodzakelijk

7.2 ABIES ALBA IN DE NEDERLANDSE MARKT?

Het aandeel *Abies alba* in bossen ligt zeer laag in Nederland. Tijdens de houtoogst wordt de soort vaak meegenomen in de categorie overig naaldhout.

Tijdens de rondhoutveiling van 2019 in Velp was het aanbod veilingwaardige *Abies alba* 1,9 m3 terwijl deze soort lang niet jaarlijks wordt aangeboden (Unie van bosgroepen, 2019). Om deze houtsoort gericht in de Nederlandse markt te zetten zal het oogstbare aandeel *Abies alba* verhoogd moeten worden, het is echter belangrijker om de vraag vanuit de toepassingsmogelijkheden helder te krijgen.

Gelet op brede toepassingsmogelijkheden van het hout zal er met name gewerkt moeten worden aan de bekendheid van het hout en haar eigenschappen.

Daarnaast kan de soort ter vervanging dienen voor de fijnspar die op die op dit moment op veel locaties in binnen en buitenland zwaar aangetast raakt door de Letterzetter. Door dat de houteigenschappen niet veel afwijken van de fijnspar is het integreren van de *Abies alba* in de houtmarkt in eventuele menging bij afzet met fijnspar technisch zonder belemmeringen mogelijk (Gasser, z.d.). Door het lage aanbod is de *Abies alba* onvoldoende bekend bij zagerijen en houthandel in Nederland, gelet op de hoge mate van overeenkomstigheid met de fijnspar zijn er weinig andere belemmeringen op de houtsoort toe te passen.

Buiten Nederland wordt de *Abies alba* vanwege haar grote economische waarde als individuele houtsoort aangewezen. Met name in Duitsland is de stelling dat de boom een geheel eigen plaats in de houtmarkt verdient breed gedragen.

Hoewel de verwerking van *Abies alba* met name door de langere droogtijd duurder is dan de fijnspar kleven er meer voordelen dan nadelen aan het hout.

Door het gebrek aan hars en de haakse noesten is nabewerking en herstel van gaten in het hout goedkoper en minder vaak nodig dan bij andere naaldhoutsoorten. Daarnaast is het hout makkelijker machinaal te bewerken met minder slijtage aan messen e.d. tot gevolg (Gasser, z.d.).

Het hout is breed inzetbaar, mits het aan een aantal voorwaarden voldoet. Voor constructie zal het moeten worden verduurzaamd, tenzij het hout droog blijft. Vanwege de vrijwel identieke technische eigenschappen als de fijnspar wordt de zilverspar vaak gebruikt in het gemengde assortiment. Omdat de eigenschappen soortgelijk zijn aan die van de fijnspar, zal het hout van de *Abies alba* ook op soortgelijke manier gebruikt kunnen worden.

De vraag naar *Abies alba* als houtsoort in bouw- en meubelindustrie kan worden verhoogd als houtproducenten (bosbeheerders en handelaren) de kwaliteit van het hout leren waarderen en de stap durven zetten het hout als kwaliteitshout aan te wijzen.

Hoofdstuk 8: Bosbeheerders over de *Abies alba*

Dit hoofdstuk vormt een samenvatting van de gesprekken die gevoerd zijn met de beheerders van alle bezochte beheerseenheden in Drenthe waar de *Abies alba* voorkomt volgens de gegevens van Staatsbosbeheer. Bij het uitvoeren van de daadwerkelijke metingen waaruit de resultaten van hoofdstuk 9 naar voren zijn gekomen is telkens een gesprek ingepland met de voor die locaties verantwoordelijke beheerder. Deze bezoeken waren tweeledig, enerzijds om de visie en gedachtegang van de beheerders op locatie over de *Abies alba* te horen en anderzijds om kennis te maken en te laten zien waar die dag metingen gedaan werden. Van de in totaal zeven beheerseenheden (zie de kaart in bijlage 1) is het met twee beheerders niet gelukt een persoonlijke afspraak te maken, met deze mensen is telefonisch gesproken en zijn de vragen per email doorgestuurd. De beheerders hebben de volgende vragen voorgelegd gekregen:

1. *Bent u bekend met de Abies alba?*
2. *Hoe wordt de Abies alba toegepast in uw beheerseenheid?*
3. *Er van uitgaande dat Staatsbosbeheer op termijn kleinschaliger wil gaan werken in het bosbeheer, hoe groot acht u de kans dat de Abies alba hierin een rol kan spelen?*
4. *Bent u bekend met de houteigenschappen van de Abies alba?*
5. *Denkt u dat deze beheerseenheid een goede locatie kan zijn voor de productie van Abies alba?*

In het merendeel van de gevallen vonden de gesprekken plaats in het bijzijn van meerdere medewerkers van de betreffende beheerseenheid. Hierdoor was er gelegenheid een breed gesprek te voeren over de *Abies alba* vanuit alle verschillende functies binnen het beheerteam.

8.1 UITKOMSTEN VRAGENLIJSTEN

In deze paragraaf zijn de uitkomsten van de vragen die gesteld zijn aan de beheerders weergegeven, per vraag wordt kort toegelicht wat de verschillende beheerders (zie voorwoord) te kennen gaven.

Vraag 1: Bent u bekend met de *Abies alba*

Alle beheerders geven aan de boom te kennen in hun gebieden, van de zeven eenheden zijn er drie (Drentsche Aa, Zuidwest Drenthe en Drents Friese Wold) waarin de boom alleen bekend is zonder verdere specifieke ervaring met de soort.

De overige vier eenheden geven aan dat meestal getracht wordt een minimale mengverhouding te bewaken waarin bij minder dan 20% van het soorttaandeel in het betreffende bosvak de soort ontzien wordt in dunningen en de boom verder in de massa mee te blessen en te dunnen. De boomsoort wordt niet doelmatig apart beheerd.

Vraag 2: Hoe wordt de *Abies alba* toegepast in uw beheerseenheid?

Opvallend is het eenduidige antwoord van alle beheereenheden op deze vraag, hoewel de boom in verschillende leeftijden voorkomt is er in geen enkele eenheid sprake van een bewuste keuze om de *Abies alba* toe te passen. Dat de *Abies alba* aanwezig is in de beheerseenheid heeft voornamelijk te maken met beheer uit het verleden.

In de beheerseenheid “Drentsche Aa” komen oude opstandsleggers naar boven uit de tijd dat de betreffende vakken nog onderdeel waren van een landgoed bij Assen, het lijkt er op dat de beheerders in die tijd vooral hebben willen experimenteren met nieuwe boomsoorten.

In de andere eenheden klinkt vooral het geluid dat de boomsoort aanwezig is in het bos en vanwege het lage soorttaandeel in stand wordt gehouden, concrete toepassingsdoelen van de *Abies alba* zijn in geen enkele eenheid op tafel gekomen.

Vraag 3: Er van uitgaande dat Staatsbosbeheer op termijn kleinschaliger wil gaan werken in het bosbeheer, hoe groot acht u de kans dat de *Abies alba* hierin een rol kan spelen?

Deze vraag wordt door vier van de zeven positief beantwoord, met de Emmerdennen als voorbeeld wordt door zowel het team van Emmen-Sleen, Hart van Drenthe, Drentsche Aa aangedragen dat de soort door de hoge mate van schaduwverdragendheid een prima boom is voor de 2^e of 3^e boomlaag. Hiermee ontstaat een extra kronendak dat zowel het bosklimaat als de takafstoot bij overige soorten positief kan stimuleren.

Ook geven ze aan dat de *Abies alba* zich (vooralsnog) niet invasief gedraagt maar dat de meningen over het toepassen van een uitheemse boomsoort sterk verschillen. Zuidwest Drenthe geeft aan dat de soort wellicht onderbelicht is en dat dit onderzoek wellicht een impuls kan geven aan de soort.

De overige beheereenheden geven aan dat het bossysteem nog niet geschikt is voor kleinschalig beheer en daarom neutraal staan ten opzichte van de *Abies alba*, het antwoord dat in Gieten-Borger naar boven kwam luidt: “we gaan zien wat er in de toekomst gebeurt, de *Abies alba* zal wellicht wel of niet een rol spelen”

Wel wordt er in alle eenheden getwijfeld of de *Abies alba* van voldoende kwaliteit (hout-technisch, takafstoot e.d.) is om gericht in te zetten in kleinschalig bosbeheer met productieoogmerk.

Vraag 4: Bent u bekend met de houteigenschappen van de *Abies alba*?

Alle beheerseenheden geven aan geen zicht te hebben op de houteigenschappen van de *Abies alba*. Bij oogst van hout gaat de boomsoort mee met het andere naaldhout, wat er daarna mee gebeurt is niet duidelijk.

Navraag bij Probos in Wageningen levert dezelfde conclusie op, door het lage aandeel *Abies alba* in Nederland hebben ook zij geen zicht op de houtverwerking en eigenschappen van deze boomsoort.

In Emmen-Sleen komt de vraag naar boven in hoeverre de Nederlandse *Abies alba* te vergelijken is met bijvoorbeeld de Duitse en Zwitserse bomen, aangezien de boom in die landen een significant deel van de houtproductie vormt. Men twijfelt sterk aan de kwaliteit van de Nederlandse bomen.

Vraag 5: Denkt u dat deze beheerseenheid een goede locatie kan zijn voor de productie van *Abies alba*?

Gieten-Borger geeft aan dat de boomsoort in uitkapbossen prima toepasbaar is naast de Douglasspar, wel wordt benoemd dat de concurrentiekracht ten opzichte van lariks en andere snelle groeiers een aspect is om goed uit te zoeken.

In Hart van Drenthe geven de medewerkers aan de boom wel als geschikt te zien maar door omvorming naar een natuurlijk boslandschap is er in deze eenheid weinig ruimte voor exoten, deze discussie over het wel of niet toestaan van exoten in natuurlijk beheerd bos gaat in Nederland nog enige tijd duren vreest deze eenheid.

Daarnaast zal de vraag in hoeverre verwachte klimaatvolgende boomsoorten als exoot moeten worden bestempeld ook beantwoord moeten worden.

In het Drents-Friese Wold is het antwoord een duidelijke “nee”, door omvorming naar andere bostypen en het nagenoeg afstoten van houtproductie ziet het team daar geen ruimte voor de *Abies alba*.

Zuidwest-Drenthe geeft aan reeds veel kleinschalig te verjongen, de *Abies alba* past hier volgens de beheerder goed bij.

De overige eenheden geven aan met interesse dit onderzoek af te wachten en staan open om de mogelijkheden te verkennen, bodem wordt genoemd als bepalende factor.

8.2 CONCLUSIE NAAR AANLEIDING VAN DE GESPREKKEN MET DE BEHEERDERS

Binnen de verschillende beheerseenheden in Drenthe ontbreekt het aan ervaring met de *Abies alba* om de boom als soort voldoende te kennen. In de eenheden is de boom als soort aanwezig maar de aantallen en oppervlakten zijn te laag om gericht te kijken naar de kwaliteit en ontwikkeling van deze boomsoort.

Er is nog veel onbekend over de boom, concurrentiekracht, houtkwaliteit en ook het wel of niet succesvol kunnen aanplanten van *Abies alba* zijn vraagstukken waar men graag een antwoord op zou zien voordat een gerichte keuze wordt gemaakt voor of tegen deze boomsoort.

Dat de boomsoort potentie heeft als mengboomsoort in toekomstig bosbeheer ziet het merendeel van de beheerders wel positief in, twijfels over hoe realistisch het is binnen Staatsbosbeheer naar een uitkapsysteem of plenterwald om te gaan vormen maken dat de beheerders wat meer neutraal staan ten opzichte van de *Abies alba* als toepassingssoort in de verschillende bosopstanden.

De discussie over het wel of niet uitheems zijn van de *Abies alba*, ook gelet op een veranderend klimaat en daarbij horende andere soortensamenstelling, moet zowel binnen Staatsbosbeheer als ook daar buiten nadrukkelijk gevoerd worden.

De status van in of uitheems maakt voor een aantal bosopstanden het verschil tussen een ja of een nee tegen deze boomsoort.

Hoofdstuk 9: Ontwikkeling van de *Abies alba* in Drenthe

Om antwoord te geven op de vraag hoe de *Abies alba* zich in Drenthe ontwikkeld is een veldstudie uitgevoerd verspreid over Drenthe. In dit hoofdstuk worden de resultaten van dat onderzoek weergegeven. In totaal zijn er op 35 locaties metingen verricht waarvan 28 locaties gebruikt zijn in de analyse. De gegevens zijn geanalyseerd om uitspraak te kunnen doen over een verband tussen de hoogte- en diametergroei per bodem type. In totaal zijn er 1588 bomen gemeten waarvan er 1233 uiteindelijk zijn opgenomen in de resultaten van dit hoofdstuk.

9.1 ONDERZOEKSLOCATIES

Om te bepalen hoe de *Abies alba* het doet op de Drentse bodem is onderzoek gedaan op verschillende locaties in Drenthe. Deze locaties zijn bepaald aan de hand van gegevens van de landelijke bosinventarisatie (SYHI) en uit de boslaag van Staatsbosbeheer. Deze gegevens zijn vervolgens geïmporteerd in ArcGis waardoor het mogelijk was om de vaknummers van de bosvakken waarin de *Abies alba* volgens deze gegevens voorkomt te achterhalen. In bijlage 1 is een kaart te zien met alle locaties die in het kader van dit onderzoek zijn bezocht. Van een aantal bosvakken bleek tijdens het veldwerk dat hier sprake was van verwisseling met de nauwverwante *Abies grandis* of dat het plantjaar van de *Abies alba* niet te achterhalen viel.

Omdat de leeftijd een belangrijke parameter is om de ontwikkeling van de boomsoort te kunnen bepalen zijn deze vakken uit het onderzoek gehaald. Zeven bosvakken zijn om deze redenen uit het onderzoek gehouden.

9.2 BODEM EN BODEMCLUSTERS

Van alle locaties waar de *Abies alba* is gemeten zijn de bodems met bijbehorende bodemcodes achterhaald, deze informatie is verkregen via de bodemkaarten van Staatsbosbeheer. STIBOKA (Stichting voor Bodemkartering, Wageningen) heeft deze kaarten in opdracht van Staatsbosbeheer gemaakt in de jaren 1970-1990. De kaarten hebben een schaal van 1:10.000 waardoor op bosvakniveau gegevens zijn te achterhalen. Bijlage 2 laat de bodemcodes zien per bosvak waarin onderzoek is gedaan. In de bijbehorende tabel valt op dat niet alle bodems uit de 1:10.000 kaart zijn verkregen, door uitbreiding van areaal en ruilverkaveling zijn enkele percelen aangekocht nadat de bodemkaart is vastgesteld. Voor het bepalen van deze bodems is gebruik gemaakt van de landelijke bodemkaart 1:50.000 (Bijlage 2).

Om de bodems te gebruiken voor een analyse zijn deze geclusterd in vier bodemgroepen. Deze bodemgroepen zijn onderverdeeld op basis van globaal leemgehalte (in overleg met Dhr. Kraaijvanger, docent bodemkunde te Velp). De reden hiervoor is dat de *Abies alba* volgens de literatuur leem als sterk bepalende bodemfactor kent in de ontwikkeling (Mauri, Rigo de, & Caudullo, 2016).

De indeling ziet er als volgt uit:

- Arme gronden (bodemgroepen Hn en Hd)
- Zwak lemige gronden (bodemgroepen cHn, bZ, aZ en Hn44/Hd42)
- Moerig/matig lemige gronden (bodemgroepen zVp, vWz, vWp en cZ51V)
- Sterk lemige gronden (bodemgroepen Kx, Hn36 en ...x1/...x2) waarin x staat voor keileem aan de oppervlakte in wisselende diepten (x1/x2).

9.3 RESULTATEN VELDONDERZOEK

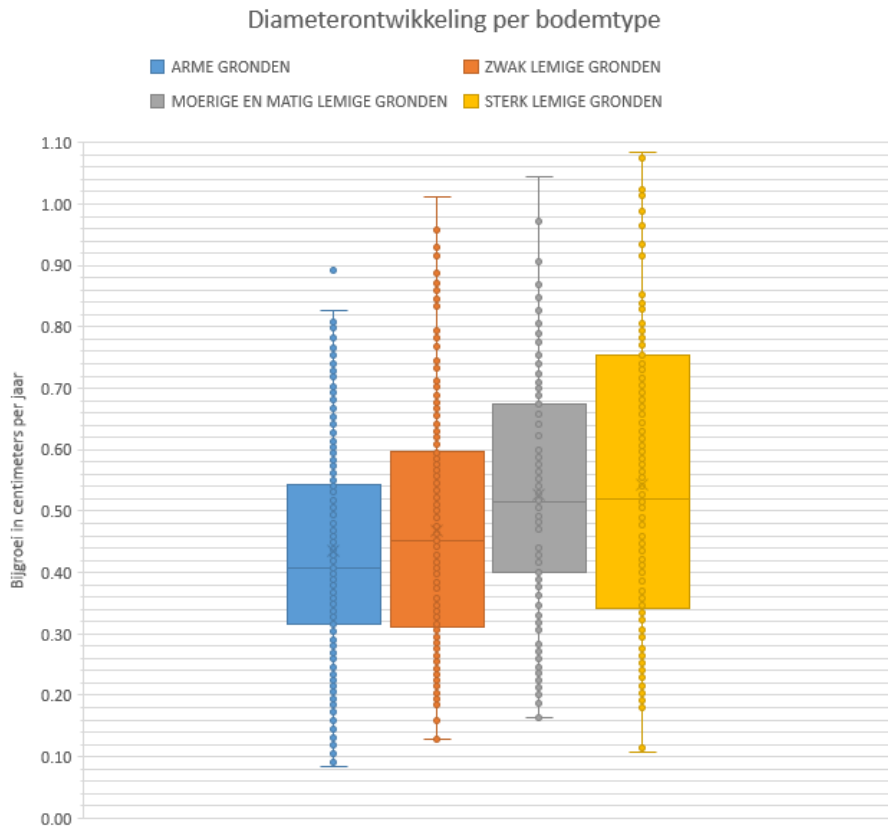
Nadat het veldwerk uitgevoerd is zijn de resultaten geanalyseerd om uitspraak te kunnen doen over de groei van de *Abies alba* per bodemtype. In totaal zijn 1588 bomen gemeten waarvan 1233 metingen bruikbaar waren.

Van alle vakken zijn de gemiddelde bijgroei in diameters en hoogtes uitgerekend en vervolgens in een tabel gezet. Deze tabel is weergegeven in bijlage 3.

9.3.1 Analyse bodem in combinatie met diameter- en hoogteontwikkeling

Om een goed beeld te krijgen van de hoogte- en diameterontwikkeling per bodemtype zijn de data weergegeven in onderstaande figuren (9.1 en 9.2). In deze figuren zijn alle metingen meegenomen per bodemcluster, in totaal 1233 metingen. Deze figuren geven de verschillen tussen de vier bodemgroepen weer. Uit de figuren is af te lezen dat er aantoonbaar verschil zit in de diameterontwikkeling tussen leemarme en leemrijkere bodems. Aangezien er zonder statistische toets weinig tot geen harde conclusies te trekken zijn is een unifactoriële variantie-analyse (ANOVA) uitgevoerd. Deze analyse is uitgevoerd voor zowel diameter- als hoogteontwikkeling. De eerste ANOVA-analyse is gedaan tussen bodemgroepen en diameterontwikkeling. Uit de ANOVA-analyse is gebleken dat de zichtbare verschillen tussen de bodemgroepen ook statistisch onweerlegbaar zijn ($F(3, 1229) = 21,9589$, $P = <0,001$). Na de constatering dat de waargenomen verschillen statistisch significant zijn ($P = <0,001$), is een Tukey post hoc test uitgevoerd om te kunnen achterhalen welke bodemclusters significant van elkaar verschillen. Uit deze test komt het volgende naar voren:

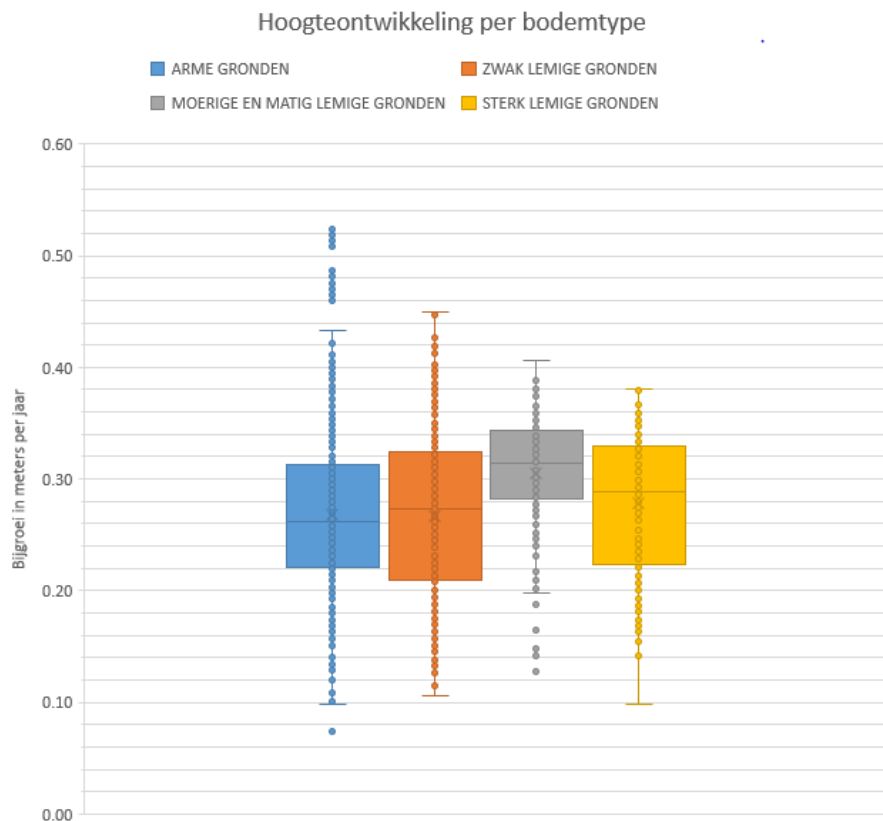
- | | |
|---|-----------------------------|
| - Arme gronden met zwak lemige gronden, | <u>geen significant</u> |
| <u>verschil</u> | |
| - Arme gronden met moerig/matig lemige gronden, | <u>significant verschil</u> |
| - Arme gronden met sterk lemige gronden, | <u>significant verschil</u> |
| - Zwak lemige gronden met moerig/matig lemige gronden, | <u>significant verschil</u> |
| - Zwak lemige gronden met sterk lemige gronden, | <u>significant verschil</u> |
| - Moerige/matige lemige gronden met sterk lemige gronden, | <u>geen significant</u> |
| <u>verschil</u> | |



*Figuur 9.1:
Diameterontwikkeling per
bodemcluster in een
Boxplot
Verticaal de bijgroei in
centimeters per jaar.*

De tweede ANOVA-analyse is uitgevoerd om een verschil te kunnen aantonen tussen de bodemgroepen wanneer het gaat om de hoogteontwikkeling. Uit de ANOVA-analyse is gebleken dat ook hierbij een statistisch significant verschil is ($F(3, 1229) = 12,8238$, $P = <0,001$). Nadat ook hiervoor geconstateerd is dat de waargenomen verschillen statistisch significant zijn ($P = <0,001$), is ook hiervoor een Tukey post hoc test uitgevoerd om te kunnen achterhalen welke bodemclusters significant van elkaar verschillen. Uit deze test komt het volgende naar voren:

- Arme gronden met zwak lemige gronden:
geen significant verschil
- Arme gronden met moerig/matig lemige gronden:
significant verschil
- Arme gronden met sterk lemige gronden:
geen significant verschil
- Zwak lemige gronden met moerig/matig lemige gronden:
significant verschil
- Zwak lemige gronden met sterk lemige gronden:
geen significant verschil
- Moerig/matig lemige gronden met sterk lemige gronden:
significant verschil



*Figuur 9.2:
Hoogteontwikkeling per
bodemtype weergegeven
in een Boxplot
Verticaal de bijgroei in
meters per jaar*

De uitkomsten uit de Tukey post hoc-test bevestigen het beeld dat naar voren komt in bovenstaande figuren (9.1 en 9.2). Dit beeld, waarin leemgehalte significant bepalend is in de diameterontwikkeling van de boomsoort wordt ook in de literatuur met nadruk genoemd. Echter zijn de resultaten tussen de bodemgroepen en hoogteontwikkeling niet goed te verklaren. De verwachting is dat het verschil tussen arme gronden en sterk lemige gronden significant zou zijn, dit is echter niet het geval. Een reden hiervoor kan zijn dat de *Abies alba* het vermogen heeft om voor een zeer lange tijd onder het kronendak te blijven. Daarnaast wordt de hoogte sterk beïnvloed door de omgeving (dichtheid opstand, wind) en in mindere mate bodemfactoren. Daarnaast is de hoogte groei van de *Abies alba* sterk ritmisch en heeft daarom een korte periode van hoogtegroeï van 4-6 weken in de lente (den Ouden et al, 2010).

9.3.2 Analyse grondwaterstand in combinatie met diameter- en hoogte ontwikkeling

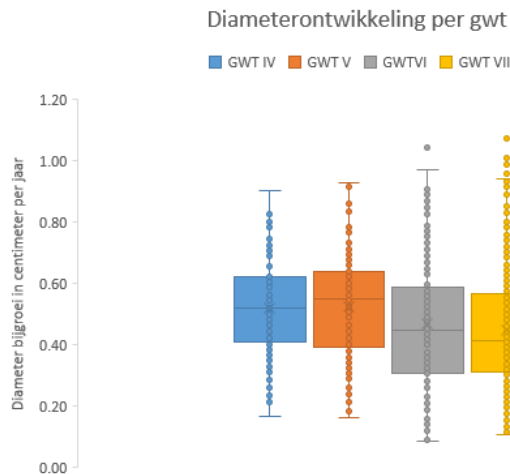
Dezelfde methodiek die gebruikt is voor de bodemclusters is toegepast voor de grondwaterstanden (GWT). Hiervoor zijn de volgende uit de grondwaterkaart afgeleide grondwaterstanden gebruikt: GWT IV (>40 tot 80/120 cm diepte), GWT V (<40 tot >120 cm diepte), GWT VI (80 tot >120 cm diepte) en GWT VII (80cm en dieper). De statistische analyse laat zien dat ook hier een significant verschil tussen grondwaterstand en diameterontwikkeling is gevonden ($F(3, 1229) = 8,3645$, $P = <0,001$). Vervolgens is ook hiervoor de Tukey post hoc test uitgevoerd en hier komt het volgende uit:

- GWT IV met GWT V, geen significant verschil
- GWT IV met GWT VI, geen significant verschil
- GWT IV met GWT VII, significant verschil
- GWT V met GWT VI, geen significant verschil
- GWT V met GWT VII, significant verschil
- GWT VI met GWT VII, significant verschil

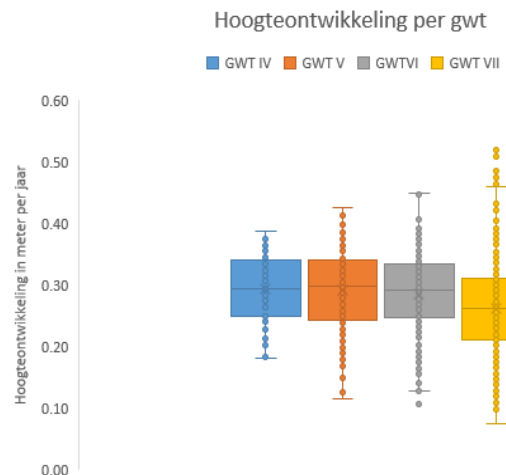
Dezelfde analyse is ook toegepast tussen grondwaterstand en hoogteontwikkeling. Ook hier is een statistisch significant verschil gevonden ($F(3, 1229) = 16,0595$, $P = <0,001$). Vervolgens is ook hiervoor een Tukey post hoc test uitgevoerd en hier uit komen de volgende resultaten:

- GWT IV met GWT V, geen significant verschil
- GWT IV met GWT VI, geen significant verschil
- GWT IV met GWT VII, significant verschil
- GWT V met GWT VI, geen significant verschil
- GWT V met GWT VII, significant verschil
- GWT VI met GWT VII, significant verschil

In de onderstaande figuren 9.3 en 9.4 zijn de resultaten weergegeven in boxplots. De statistische analyse bevestigt wat in figuur 9.3 en 9.4 te zien is, wanneer het grondwater niveau daalt, daalt de diametergroei in centimeters per jaar en neemt de hoogteontwikkeling in meters per jaar af. Tussen GWT IV en GWT V zit geen statistisch verschil, dit komt waarschijnlijk door het vermogen van de *Abies alba* om diep in de bodem te wortelen waardoor deze grondwaterstanden makkelijk te bereiken zijn. Zoals eerder vermeld in paragraaf 3.3.1 wordt de *Abies alba* in de atlas van de Europese wortelsystemen genoemd als diepst wortelende naaldboom van Midden-Europa. Doorwortelbaarheid tot aan het grondwater is bij diepere grondwaterstanden vaak lastig door de aard van de bodemsamenstelling in Nederland. In het herkomstgebied van de boom bestaat de bodem vaak uit lagen van erosiemateriaal die door de grove fractie tot op grotere diepte doorwortelbaar zijn.



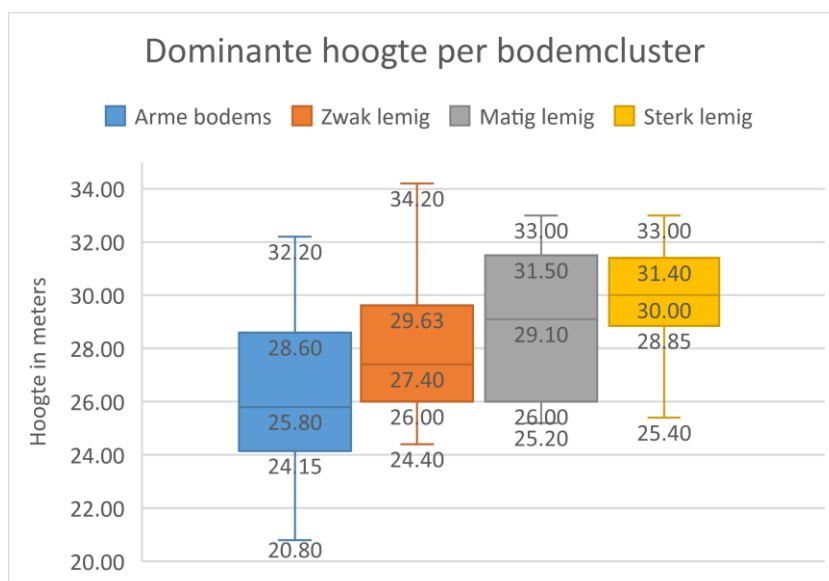
Figuur 9.3: Diameterontwikkeling per GWT in boxplots. Verticaal de bijgroei in centimeters per jaar.



Figuur 9.4 : Hoogteontwikkeling per GWT in boxplots. Verticaal de bijgroei in meters.

9.3.3 Overige resultaten

Naast de resultaten in paragraaf 9.3 zijn er ook diagrammen van de metingen op vak niveau gemaakt. Deze diagrammen zijn weergegeven in bijlage 4. Uit de diagrammen is feitelijk niks anders te herleiden dan de diameter en hoogte van alle individuele metingen per bosvak. In het merendeel van de vakken zijn 50 bomen gemeten, in vakken met minder dan 50 exemplaren zijn alle bomen ingemeten. De diagrammen zeggen inhoudelijk weinig over de ontwikkeling van de opstand, uit de trendlijn kan hoogstens worden herleid wat de actuele hoogte-diameterverhouding van het bosvak is. Daarnaast is de dominante hoogte per bodemcluster bepaald door per bosvak de tien hoogste bomen uit de metingen in een boxplot (figuur 9.5) uit te zetten, hierin verdeeld over de vier bodemclusters.



Figuur 9.5: Dominante boomhoogten per bodemcluster gebaseerd op de tien hoogste bomen per gemeten bosvak.

Hoofdstuk 10: Conclusie

In dit onderzoek is een uitgebreide verkenning gedaan naar de toepasbaarheid van de *Abies alba* in het toekomstig (kleinschalig) en klimaatbestendig bosbeheer. De belangrijkste vraag die vooraf gesteld is luidt als volgt: ***Op welke manier kan de Abies alba een rol spelen in het kleinschalig bosbeheer (in Drenthe)?***

Aan de hand van alle deelvragen die zijn geformuleerd kunnen de eerste (verkennende) conclusies getrokken worden.

Om tot een algemene conclusie te komen worden eerst conclusies getrokken uit de afzonderlijke hoofdstukken.

De *Abies alba* is een boomsoort die haar oorsprong vindt in centraal Europa, in deze regio is de boom een belangrijke boomsoort in de bosbouw.

De boom is in staat tot op hoge leeftijd door te groeien en forse afmetingen te bereiken waarbij de boom uiteindelijk een dominante soort blijkt in het climaxstadium van een bos.

Door het vermogen diepe penwortels te maken is de boom weinig gevoelig voor storm en kan dieper grondwater bereikt worden in perioden van droogte.

Vanuit haar fysieke en fysiologische eigenschappen heeft de boom potentie om ook in Drenthe een rol van betekenis te kunnen gaan spelen.

Kijkend naar standplaats vraagt de *Abies alba* een goed doorwortelbare bodem waarin >5% leem aanwezig is. Uitersten in zuurtegraad ($\text{pH} < 4$ en > 8) en bodemsamenstelling, zoals pure klei of stuifzand worden slecht verdragen.

Een verticale waterbeweging in de bodem leidt tot uitval van de boom, beschikbaar water is een vereiste maar water rondom de hoofdwortels wordt niet geaccepteerd.

Om deze reden vallen natte (veen) bodems af als mogelijke standplaats.

Kijkend naar de bodems in Drenthe is er genoeg potentieel areaal om de boom een rol te geven in toekomstig bosbeheer.

Ook klimatologisch liggen er nu en in de toekomst kansen genoeg om de boomsoort meer toe te passen in het bosbeheer. Hoewel de *Abies alba* van nature uit de warmere en meer landinwaarts gelegen delen van Europa komt heeft de boom, in tegenstelling tot veel andere naaldbomen uit Centraal-Europa, een voorkeur voor een koelere standplaats met gemiddelde zomertemperaturen tussen de 12 en 22 graden. Kijkend naar klimaatprognoses zal de boom haar areaal in westelijke richting uitbreiden tot ruim binnen onze grenzen. Hoewel nog onzeker, liggen klimaatscenario's waarin nattere winters, drogere zomers en een gemiddeld hogere temperatuur een rol van betekenis gaan spelen, vooralsnog voor de hand. Daarnaast heeft menselijk handelen sterk invloed op het areaal van de boom in negatieve zin.

De boom is in de geschiedenis sterk bestand tegen windworp gebleken, dit komt voort uit het vermogen diep en zwaar te wortelen in de bodem. Daarnaast is de boom één van de meest schaduwtolerante boomsoorten (4,6 uit 5), zelfs iets beter dan de beuk (4,56 uit 5).

Bosecologisch functioneert de boom in een gemengd en gesloten bossysteem het beste. De boom zaait om de drie of vier jaar massaal uit in de nazomer, zaad blijft echter slechts één groeiseizoen kiemkrachtig en vorst vormt een risico na uitlopen. Zaden die in het najaar ontkiemen komen daarom vaak slecht of helemaal niet tot ontwikkeling. In de jonge fase heeft de boom te vrezen van te veel licht door het onvermogen te kunnen concurreren tegen snelle groeiers als berk en grove den. Ook vraat door fauna (Ree, graasdieren) is in de ontwikkelende verjonging een factor die het succes van de boomsoort sterk kan beperken.

Eenmaal ontwikkeld is de boom in staat het bosklimaat vochtig en koel te houden en ontstaat een habitat waarin ook kritische bossoorten zoals stekende wolfsklauw kunnen ontwikkelen.

De boom heeft, mits in goede conditie, weinig te vrezen van fatale aantasting door insecten, schade door windworp of oogst kan resulteren in verzwakking met daarvan gebruik makende aantasters.

Ditzelfde geldt voor aantasting door schimmels.

In het bosbeheer blijkt de boom sterk te reageren op verandering van bosklimaat, plotselinge ingrepen met ruime tussenpozen resulteren in een stagnerende groei en naalduitval met alle hierboven genoemde risico's van dien.

Doordat de boom enkele jaren nodig heeft voldoende te herstellen van deze schokken is een dunningscyclus van vijf jaar af te raden ten opzichte van regelmatige (kleinere) ingrepen.

In de aanplant van *Abies alba* bestaat een groot risico op wortelafwijkingen, kunstmatige verjonging blijft daarom een punt van aandacht in de beheerpraktijk. In het buitenland wordt regelmatig gebruik gemaakt van de natuurlijk optredende verjonging.

Dat de *Abies alba* in haar herkomstgebied een belangrijke en gewaardeerde houtsoort is blijkt uit de uiteenlopende toepassingen waarin het hout een bestemming vindt. Het hout is nagenoeg harsvrij en daarom zelfs gebruikt voor bierfusten en kaasplanken.

In Zwitserland wordt ongeveer 25% van het beschikbare hout benut als bouw materiaal voor constructies.

Het hout heeft goede bewerkingsmogelijkheden en wordt regelmatig gemengd met fijnspar in houtpartijen door de nagenoeg overeenkomende houteigenschappen.

Het hout kan om deze reden zonder belemmering in de houtmarkt worden gezet, het lage aanbod in Nederland maakt de houtsoort vooralsnog onbekend.

Bosbeheerders in Drenthe staan positief tegenover de boomsoort maar zijn overheersend onbekend met de boomsoort en haar (hout) eigenschappen.

Beperkingen door keuze voor bepaalde bostypen maken dat de soort niet overal toepasbaar zal zijn.

Wel zijn alle beheerders geïnteresseerd in meer gerichte informatie over de *Abies alba*.

In Drenthe laat de *Abies alba* significante verschillen ($P = < 0,001$) zien in ontwikkeling op verschillende bodemtypen. Opvallend is dat met name de diameterontwikkeling verschilt naar gelang het leemgehalte toeneemt.

De boom ontwikkelt gemiddeld het beste, dat wil zeggen met de minste spreiding tussen de metingen en een hoog gemiddelde, op matig lemige gronden.

Opvallend is dat op sterk lemige bodems de spreiding weer toeneemt.

In de hoogteontwikkeling zijn, hoewel er statistisch significant verschil ($P = < 0,001$) is aangetoond, geen eenduidige conclusies te trekken zonder andere parameters zoals stamtal per hectare en bostype mee te nemen.

Dit blijkt bijvoorbeeld uit het gegeven dat tussen de uitersten in bodemtype geen significant verschil is aangetoond.

Kijkend naar grondwater geeft de analyse voor zowel hoogte als diameter exact de zelfde uitkomst tussen de verschillende grondwaterstanden. Er bestaat een significant ($P = < 0,001$) verschil tussen de grondwaterstanden.

Dit blijkt uit het gegeven dat naar mate de grondwaterstand daalt de boom een afnemende diameter- en hoogteontwikkeling laat zien.

Tussen de uitersten in grondwaterstand zit een aanzienlijk verschil in ontwikkeling.

Uit dit onderzoek is naar voren gekomen dat de hoofdvraag (***Op welke manier kan de *Abies alba* een rol spelen in het kleinschalig bosbeheer (in Drenthe)?***) Als volgt beantwoord kan worden:

De *Abies alba* kan nu en in de toekomst een rol van betekenis spelen in het kleinschalig bosbeheer in Drenthe. Dit komt enerzijds door de verwachte weerbaarheid tegen mogelijke klimaatverandering en goede toepasbaarheid op Drentse bodems die voldoen aan de standplaatseisen. Anderzijds is de boom minder weerbaar tegen grootschalig beheer en daarmee bij uitstek een soort van kleinschaliger bosbeheer. In de toepassing zijn aanvullende maatregelen met betrekking tot wildvraat wel vereist.

Hoofdstuk 11: Aanbevelingen

In dit hoofdstuk, bijna aan het eind van het onderzoekstraject, zijn aanbevelingen opgenomen voor vervolgacties rondom de *Abies alba*.

A: De *Abies alba* heeft een voorkeur voor goed doorwortelbare bodems waarin leem (>5%) aanwezig is, ook de beschikbaarheid van bodemvocht is een aandachtspunt bij het toepassen van de boom. Het is daarom van belang de standplaatseisen goed naast mogelijke locaties te leggen om te kunnen bepalen of de locaties inderdaad geschikt zijn.

B: In het bosbeheer is de *Abies alba* kwetsbaar gebleken voor te grote verstoringen in het bosklimaat, het is van belang hier rekening mee te houden en bij toepassing het bosbeheer eventueel aan te passen en onderzoek te doen naar oogstsystemen waarin de *Abies alba* minder wordt verstoord.

C: De *Abies alba* wordt buiten Nederland als kwaliteitshout aangeboden, een evaluatie van de huidige houtafzet en/of meer sortimentsgerichte houtverkoop kan inzicht geven in de (economische) potentie van de houtsoort.

D: Onbekend maakt onbemind, de boom heeft in Duitsland een geheel eigen plek in de houtmarkt verworven en heeft ook in Nederland wellicht die potentie. Het is daarom aan te bevelen dit geluid ook in Nederland te laten horen.

E: De *Abies alba* is niet zondermeer aan te planten, het in dit rapport genoemde risico op wortelafwijkingen is dermate groot dat het van belang is te zoeken naar methoden om aanplant zonder negatief effect te kunnen uitvoeren. Te denken valt onder andere aan perskulties of verjonging middels zaaien, dit zal verdere praktijkstudie vragen. Aanbevolen wordt om ook plugplantsoen in dit nader onderzoek mee te nemen

F: Het verdient de aanbeveling het in Duitsland veel toegepaste bostransitietype met *Abies alba* eens te bestuderen. Een overgang naar meer gemengde bossen lijkt hiermee een stevige impuls te krijgen.

G: De relatie tussen hoogteontwikkeling en bodemsamenstelling vereist nadere studie, dit zelfde geldt voor de effecten van het strooisel op de bodem. In dit onderzoek zijn op deze punten onvoldoende antwoorden gevonden.

F: Een nadere studie naar de verwachte effecten van klimaatverandering in combinatie met verschuivende verspreidingsgebieden is nodig om tot een eenduidige interpretatie van de verschillende modellen te kunnen komen.

Hoofdstuk 12: Discussie (Reflectie op de methodologie)

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de mogelijke kanttekeningen die te plaatsen zijn bij de resultaten en bevindingen die uit dit rapport naar voren komen.

In dit onderzoek is door de zeer geringe beschikbaarheid van literatuur en data in Nederland vooral gebruik gemaakt van resultaten, kennis en onderzoeken uit Duitsland en Zwitserland. Hoewel de verwachting is dat aspecten zoals klimatologie en ecologie van de boom niet veel zullen afwijken is dit niet met 100% zekerheid te stellen.

Veel van deze literatuur is gebaseerd op bossen waarin een andere soortensamenstelling aanwezig is dan in Nederland gangbaar, een goed voorbeeld hiervan is het Rotbuchen-Weißtanne Mischwald (*Fagus sylvatica* – *Abies alba*) dat als relatief algemeen geldt in delen van onder andere Duitsland. Het is daarom moeilijk met volledige zekerheid te zeggen hoe de boomsoort zich ontwikkelt in menging met specifieke (probleem) soorten zoals bijvoorbeeld *Quercus rubra* en *Prunus serotina*.

Daarnaast is veel informatie in (een variant van) de Duitse taal verkregen, hoewel de auteurs de Duitse taal in voldoende mate beheersen en getracht hebben met alle beschikbare middelen de teksten waar nodig te vertalen is het met name bij het vertalen van de Zwitsers-Duitse teksten niet altijd uit te sluiten dat door deze licht afwijkende vorm van de Duitse taal vertalingen met enige onvolkomenheid zijn gemaakt.

Tijdens het veldwerk zijn in totaal 1588 individuele bomen gemeten verdeeld over 32 opstanden in 7 beheerseenheden in Drenthe. Hiervan bleken er 1233 te gebruiken in dit onderzoek doordat van enkele opstanden het kiemjaar van de bomen niet te achterhalen bleek. Het bepalen van de te meten bomen is met willekeur gebeurd, per opstand zijn er maximaal 50 individuele bomen gemeten evenredig verdeeld over de randen en kern van het bosvak.

Omdat deze methode in sommige gevallen betekend dat alle aanwezige *Abies alba* in het bosvak is gemeten en in sommige gevallen slechts een deel zijn er vraagtekens te zetten bij de volledigheid van de opnamen. Theoretisch zou het zo kunnen zijn dat bij een hermeting van de opstanden er (licht) afwijkende resultaten naar voren komen door in opstanden met meer dan 50 *Abies alba*'s andere bomen te kiezen dan in dit onderzoek is gedaan. Tijdens het veldwerk is echter wel nadrukkelijk gemeten aan alle zijden van het perceel en dwars door de opstand om zo veel mogelijk verschil in licht, vocht en ruimte mee te nemen in de metingen.

Klimaatprognoses zoals in dit rapport zijn meegenomen, blijven voorspellingen gebaseerd op de kennis en technische mogelijkheden van nu, voor het wel of niet functioneren van de *Abies alba* spelen meer factoren mee die eventuele toepassingsprognoses in negatieve of positieve zin kunnen beïnvloeden, te denken valt aan waterretentie in bossen of andere menselijke ingrepen. Het is daarom niet sluitend te zeggen wat een veranderend klimaat betekend voor de boomsoort als menselijke invloeden niet worden uitgesloten.

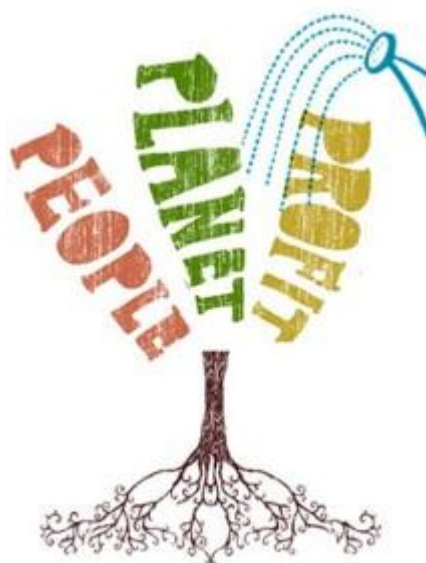
Dit rapport vormt een document dat als uitgebreide eerste verkenning van de *Abies alba* dient, hoewel een groot aantal aspecten zijn meegenomen in het onderzoek zullen er nu en in de toekomst meer vragen naar boven komen over specifieke ingrepen aan de boom of locatiegerichte toepassing. De auteurs beseffen dit en hebben getracht voor zover haalbaar in de looptijd van dit onderzoek handvaten te bieden waarmee bosbeheerders en adviseurs in eerste instantie uit de voeten kunnen. Daarnaast is het goed om te beseffen dat binnen Nederland erg weinig specifieke kennis is over deze boomsoort en nadere informatie wederom uit het buitenland zal moeten komen.

In dit onderzoek zijn alleen metingen gedaan in Drenthe, enerzijds vanwege het feit dat in deze provincie verreweg de meeste *Abies alba* te vinden is en anderzijds omdat omstandigheden zoals wilddruk relatief veel overeenkomen in alle opstanden in deze provincie.

In de vertaling van de resultaten naar toepassingsmogelijkheden in Nederland (aanbevelingen) is weliswaar benoemd dat beheer en wilddruk een sterke invloed hebben op de boom maar zijn zaken zoals verziltingsprognoses niet meegenomen. Daarnaast is als uitgangspunt hierin de bodemkaart 1:50.000 genomen, een bodemkaart op een meer gedetailleerde schaal kan lokaal tot een andere conclusie leiden.

Hoofdstuk 13: Duurzaamheidsanalyse

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op het duurzaamheidskarakter van het onderzoek naar de *Abies alba*. De duurzaamheid van ingezette acties, onderzoeksprojecten of plannen wordt in de praktijk vaak beschreven aan de hand van de balans tussen drie P's (People, Planet en Profit). De drie takken van de duurzaamheidsboom (afbeelding 13.1) vormen samen een evenwichtige kroon, wanneer er disbalans ontstaat zal de boom verzwakken en neemt de duurzaamheid af. Het is daarom van belang duidelijke afwegingen te maken om de balans te bewaren tussen mens, milieu en opbrengst.



Afbeelding 13.1: De 3 P's worden (inter) nationaal gebruikt als fundament voor het uitdrukken van duurzaamheid. (Meer van der, z.d.).

Binnen Staatsbosbeheer wordt sinds enkele jaren gewerkt met de drie B's (Beleven, Beschermen, Benutten). In deze duurzaamheidsanalyse is er voor gekozen de koppeling te maken tussen de drie P's en de binnen Staatsbosbeheer gebruikelijke drie B's.

People (Beleven)

Bossen vormen voor veel mensen een aangenaam toevluchtsoord om te ontsnappen aan de drukte van alledag. Naast de mensen die voor de rust en ruimte de bossen opzoeken maken ook sporters zoals hardlopers, ruiters en fietsers dankbaar gebruik van de Nederlandse bossen.

Ook de luchtzuiverende, verkoelende en CO_2 vastleggende werking van bossen wordt door veel mensen aangedragen als reden om bossen zo lang en goed mogelijk te behouden.

Bos bezitten en bos behouden zijn door allerlei factoren uit het verleden en in de toekomst helaas twee verschillende zaken geworden. Veel bossen bevatten verhoudingsgewijs weinig variatie in soortensamenstelling of bestaan uit relictten van de grootschalige monoculturen met onder andere grove den en fijnspar uit de bebossingen in de periode 1900-1980.

Deze bossen zijn vaak weinig gevarieerd in leeftijd en daardoor tegelijk rijp voor de productiematige kap. Dit roept in toenemende mate weerstand op bij bezoekers en gebruikers van de bossen.

De *Abies alba* is een boomsoort die door haar ecologische en klimatologische kenmerken een welkome aanvulling kan vormen in het mengen en weerbaarder maken van de Nederlandse bossen. Gebruik van de *Abies alba* betekend ook een omschakeling in het bosbeheer, van bossen met gelijke leeftijd en grotere kapvlakten naar een bos waarin op boomniveau gekapt wordt met daardoor optredende variatie in leeftijd.

Zowel vanuit het behoud van de bossen als ook de omschakeling naar minder ingrijpend bosbeheer draagt dit onderzoek bij aan de belevingswaarde die de bossen hebben.

Planet (Beschermen)

Staatsbosbeheer zet zich in om bossen en natuurterreinen in hun meervoudige functie te behouden voor de toekomst. Bossen vervullen voor zowel luchtkwaliteit, klimaat, waterbeheersing als ook flora en fauna een belangrijke rol. In ontwikkeld bos ontstaat een eigen bosklimaat waarin fauna en kleinere flora een habitat vinden.

Het beschermen van bossen betekend niet alleen behoud van bomen maar ook behoud van deze functies en habitat's.

Recent is gebleken dat grootschalige uitval van bossen door bijvoorbeeld ziekten zoals in Duitsland, Polen en ook in Nederland het geval is, leidt tot sterke en plotselinge achteruitgang van de ecologische, klimatologische en hydrologische functie die het bos vervuld.

Vanuit het behoud van bossen in de toekomst is er reden tot het verkennen van (boom) soorten die een bijdrage kunnen leveren aan het voorkomen van grootschalige uitval en achteruitgang van bossen.

De *Abies alba* kan zoals uit dit rapport blijkt, zowel vanuit haar klimatologische eigenschappen alsook haar ecologische ontwikkeling een bijdrage leveren aan het behouden van bossen en hun functie.

Profit (Benutten)

Naast het beleven en beschermen van bossen is ook de waarde van de bossen voor de productie van grondstoffen (hout) een aspect dat bijdraagt aan de duurzaamheidsbalans van dit rapport. In Nederland voorzien we voor slechts een klein deel in de eigen houtvraag, het overgrote deel van het in ons land gebruikte hout komt van elders in Europa of daar buiten. Vanuit duurzaamheidsperspectief is het zeer sterk de vraag of al deze vervoersbewegingen nodig zijn of dat er met het Nederlandse bos meer te produceren is dan nu gebeurt. In dit rapport komt naar voren dat de *Abies alba* als boomsoort breed inzetbaar is in de vraag naar hout.

In de recente en vooral felle discussie rondom het kappen van bos door onder andere Staatsbosbeheer komt meer en meer naar voren dat de maatschappij moeite heeft met grootschalige kapwerkzaamheden, ook tijdens het veldonderzoek zijn deze geluiden vanuit passanten opgevangen. Opvallend is dat deze zelfde passanten aangaven geen moeite te hebben met kleinschaligere kapwerkzaamheden, her-en-der een boom oogsten vinden deze mensen geen probleem. Dit rapport behandelt de *Abies alba* een boomsoort die bij uitstek geschikt is voor dit kleinschaligere systeem, de toepassing van deze boomsoort betekent een omschakeling van grotere kapsystemen met toenemende weerstand tot gevolg naar productie op boomniveau met naar verwachting breder draagvlak vanuit de maatschappij. Ook draagvlak voor de organisatie kan een vorm van benutten zijn, immers geeft maatschappelijke weerstand veel onrust en vertraging in de uitvoering.

Bibliografie

- Agentschap bos en natuur. (2018). *Abies alba*. *Bomenwijzer*. Brussel.
- Agentschap Natuur en Bos. (2019, maart 31). *Abies alba*. Opgehaald van Bomenwijzer: <https://bomenwijzer.be/boom/26>
- Agentschap Natuur en Bos. (2019, maart 31). *Abies alba*. Opgehaald van Bomenwijzer: <https://bomenwijzer.be/boom/26?cultuur>
- Benthem van, M., & Bessop, B. (1999). *Het wateren van hout*. Amsterdam: Universiteit van Amsterdam. Opgeroepen op Mei 2019, 2019, van <http://www.probos.nl/images/pdf/overig/HetWaterenVanHout.pdf>
- Bomenbieb. (2019, 5 20). *Sombere honingzwam*. Opgehaald van Bomenbieb.nl: <https://www.bomenbieb.nl/boomziekte/sombere-honingzwam/>
- Bomenwerk. (2019, 5 20). *Echte honingzwam*. Opgehaald van Bomenwerk.nl: <http://bomenwerk.com/echte-honingzwam-%E2%98%A3.html>
- Boswachtersblog. (2018, 12 02). Aangetaste fijnsparren nabij grote plas. Langelo.
- Bouvy, R. (2019, 5 17). *Abies alba* in het Smithuyserbos. (C. Hartman, Interviewer)
- Camarero, J., Martin, E., & Gil-Pelegrin, E. (2003). *The impact of a needleminer (Epinotia subsequana) outbreak on radial growth of silver fir (Abies alba) in the Aragón Pyrenees: A dendrochronological assessment*. Bologna: Science direct.
- Centrum hout. (2017). *bewerkbaarheid*. Opgeroepen op Mei 7, 2019, van houtdatabase: <http://houtdatabase.nl/?q=hout/bouw/223/bewerkbaarheid>
- Centrum hout Almere. (2018). *Houtvademecum*. Zwolle: Uitgeverij vakbladen.com & smartwave, Zwolle. Opgehaald van Stem der bomen: http://www.stemderbomen.nl/pages/artikelen/art_zilverspar.htm
- Delsman, J. (2018). Verzilting in Laag Nederland, themabijeenkomst Verzilting en Waterkwaliteit. Delft: Deltares.
- Descœudres, G., Keck, G., & Wadsack, F. (2002). *Das Haus Nideroest Prof_Desc*. Opgeroepen op Mei 8, 2019, van morgarten: http://www.morgarten.ch/fileadmin/user_upload/Morgarten-Homepage/pdfs_Texte_und_Fachartikel/Das_Haus_Nideroest-Prof_Desc.pdf
- Dyderski, M. K. (2017, Juli 20). How much does climate change threaten European forest tree species distribution. *Global Change Biology*, p. 14. Opgeroepen op Mei 13, 2019
- Ecopedia. (2019). *Zilverspar*. Opgehaald van ecopedia.be: <https://www.ecopedia.be/boom/zilverspar>

- European Forest Genetic Resource Programme. (2019). *Species>Abies*. Opgehaald van EUFORGEN: <http://www.euforgen.org/species/>
- FLORON. (2019). Gewone zilverspar. *Verspreidingsatlas NDFF*. Nijmegen. Opgehaald van <https://www.verspreidingsatlas.nl/kaart/kaart.aspx?soortcode=2201>
- FLORON. (2019). *verspreidingsatlas vaatplanten*. Opgeroepen op Mei 30, 2019, van verspreidingsatlas: <https://www.verspreidingsatlas.nl/0774#>
- Forest ecology and forest management group, Wageningen University and Research. (2006, 12 19). Tree Factsheet, *Abies alba* (miller). Wageningen.
- Forest research UK. (2019, 5 20). *Conifer root and butt rot*. Opgehaald van forestresearch.gov.uk: <https://www.forestresearch.gov.uk/tools-and-resources/pest-and-disease-resources/conifer-root-and-butt-rot/>
- Gasser, M. (z.d.). Die Tanne, das Mauerblümchen. *Faktenblatt Weisstanne*, Hoofdstuk 5. Opgeroepen op Mei 8, 2019, van http://www.gebirgswald.ch/tl_files/gebirgswald/de/01_Dokumente_GWP/Weisstanne/FaktenblaetterTanne_gesamt.pdf
- Global Biodiversity Information Facility . (2019). *Abies alba mill*. Opgehaald van Gbif.org: <https://www.gbif.org/species/2685484>
- Hockenjos, W. (2008). *Tannenbaume, eine zukunft für Abies alba*. Leinfelden-Echterdingen (D): DRW-Verlag Weinbrenner GmbH&Co. KG,.
- HoutInfoBois. (2019). *dennenhout*. Opgeroepen op Mei 7, 2019, van houtinfo Bois: <https://houtinfo Bois.be/nl/essences/dennenhout/>
- IPCC. (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report*. IPCC, Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. Geneva, Switzerland: IPCC. Opgeroepen op Mei 10, 2019
- Jansen, P., Boosten, M., Cassaert, M., Cornelis, J., Thomassen, E., & Winnock, M. (2008). *Praktijkboek bosbeheer*. Wageningen: Stichting Probos en Inverde.
- Jarozlaw, G., & Paluch, P. (2012). *Effect of local species composition on topsoil properties in mixed stands with silver fir (Abies alba Mill.)*. Oxford: Forestry: An International Journal of Forest Research.
- Jongenotter, C. (2018, November). Essentaksterfte en de toekomst voor stedelijke beplantingen. (C. Hartman, Interviewer)
- Jose, S. (2006). Own Map, based on. *Europe topographic map*. generic mapping tools.
- Joyde, T., Ramaekers, J., Van Herp, P., De Wael, J., Geerts, P., & Schauvliege, M. (2008). *Technisch vademecum bomen*. Brussel: Agentschap voor Natuur en Bos.

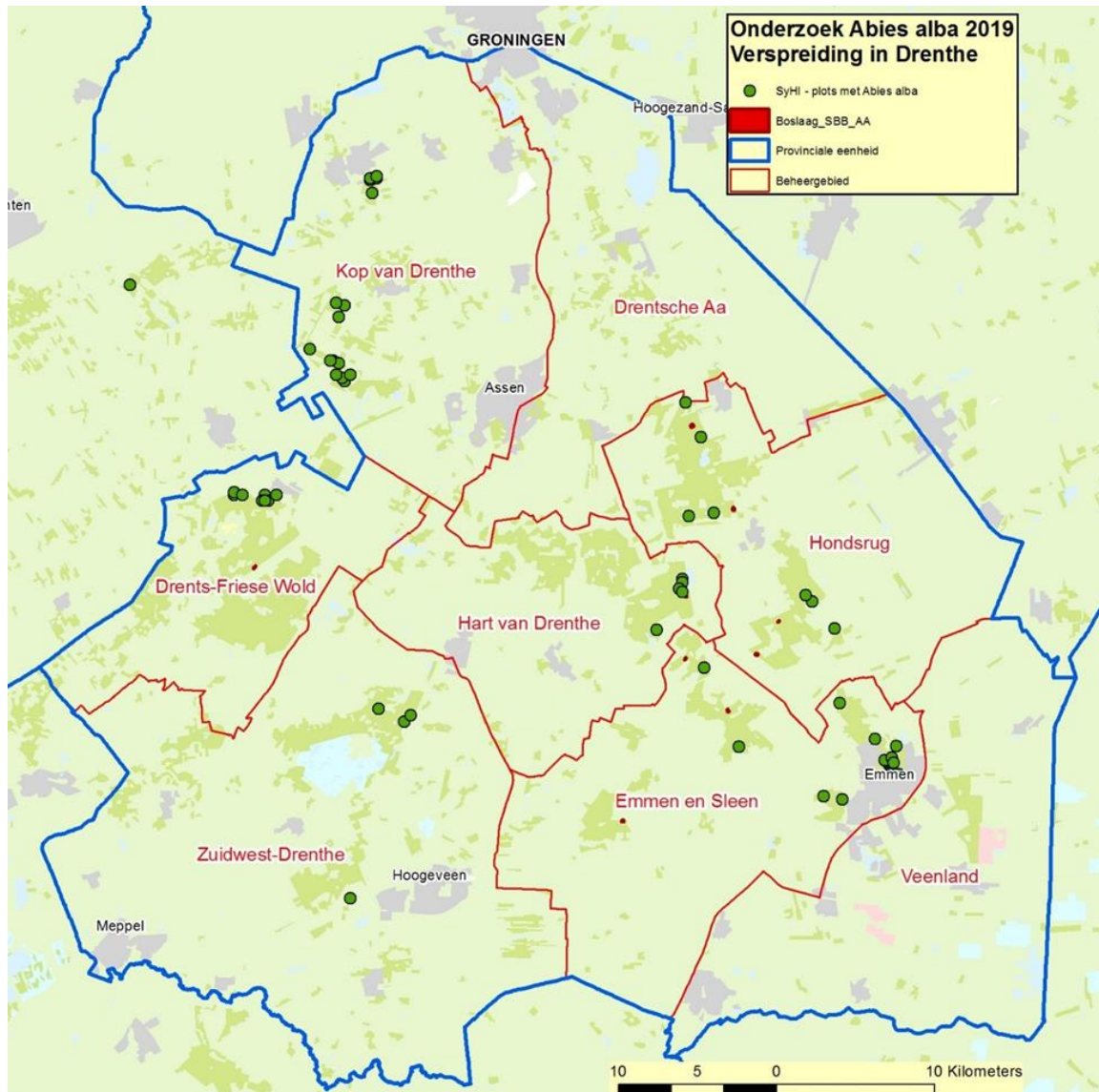
- Keczynski, A., Bielak, K., Bolibok, L., Brzezieki, B., Buraczyk, W., Drozdowski, S., . . . Zimni, M. (2017). *The forests of the strict reserve of Bialowieza national park*. Bialowieza: Bialowieza national park.
- Klötzli, F. (1965). *Qualitat und Quantitat der Rehasung*. Zurich: Verhoff, Geobotan inst. E.T.H.
- KNMI. (2015). *KNMI'14-klimaatscenario's voor Nederland; Leidraad voor professionals in klimaatadaptatie*. De Bilt: KNMI. Opgeroepen op Mei 10, 2019
- KNMI. (2019, maart). *Dossier Klimaatverandering*. Opgehaald van Knmi.nl: <https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/achtergrond/hoeveel-meer-neerslag-is-in-de-toekomst-te-verwachten>
- KNMI. (z.d.). *Klimaat*. Opgeroepen op Mei 7, 2019, van knmi: <https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/uitleg/klimaat>
- Kolk, A., & Starzyk, J. (1996). *The Atlas of Forest Insect Pests*. Warchau: The Polish Forest Research Institute.
- Kölling, C. (2007). Klimahüllen für 27 waldbaumarten. *Allgemeine Forstzeitschrift/Der Wald* 62, pp. 1242-1245.
- Kölling, C., Falk, W., & Walentowski, H. (2012). *Standörtliche Möglichkeiten für den Anbau der Tanne (Abies alba und Abies grandis) in Bayern*. München: Bayerisches staatsministerium für Ernährung, landwirtschaft und forsten.
- Koninklijke Nederlandse Bosbouw Vereniging. (2017). Bos en Klimaatverandering. *Vakblad Natuur Bos en Landschap*, 24-25.
- Köstler, J., Brückner, E., & Bibelriether, H. (1968). *Die Wurzeln der Wäldbaume*. Hamburg/Berlijn: Paul Parey.
- Kroondomein het Loo. (2008). Natuurvolgend bosbeheer. Apeldoorn: Kroondomein het Loo.
- Kunca, A. (2003). Fir broom rust (*Melampsorella caryophyllacearum*). *Bugwood.org*. National forest centre Slovakia, Banská Stiavnica, Slovakia.
- Kutschera, L., & Lichtenegger, E. (2002). *Wurzelatlas Mitteleuropäischer Waldbaume und sträucher*. Graz.
- Langen van, E. (2019, april 24). *Zilverspar*. Opgehaald van anthemis.nl: <https://www.anthemis.nl/aroma/zilverspar.htm>
- Lindnera M, F. B.-J.-T. (2014, December 15). Climate change and European forests: What do we know, what are the uncertainties, and what are the implications for forest management? *Journal of Environmental Management*, 69-83. Opgeroepen op Mei 15, 2019

- Mauri, A., Rigo de, D., & Caudullo, G. (2016). *Abies alba* in Europe: Distribution, habitat, usage and threats. In *European Atlas of Forest Tree Species* (pp. 48-49). Luxembourg.
- Meer van der, J. (z.d.). People, planet, Profit.... en Prosperity?! *Blog, Josien van der Meer*. Avans School for international studies, Breda.
- Meijden, R. v. (2005). *Heukels' flora van Nederland*. Groningen: Noordhoff.
- Minnen, J. v., Ligtoet, W., Bree, L. v., Hollander, G. d., Visser, H., Schrier, G. v., . . . Wardekker, J. (2012). *Effecten van klimaatsverandering in Nederland*. Utrecht: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Monumental trees . (2018). *Gewone zilversparren*. Opgehaald van Monumentaltrees.com: <https://www.monumentaltrees.com/nl/nld-zilverspar/>
- Mossnang. (2004). Die weisstanne - Königin mit Potential. *Waldbauliches zum Baum der Jahres*, 19-21.
- Mossnang, M. (2015). *Königin mit Potenzial*. Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft.
- Mössnang, M. (z.d.). Königin mit potenzial. *Potenzielle und aktuelle Verbreitung der tanne in Bayern*. Bayern.
- Muck, P., Borchert, H., Elling, W., Hahn, J., Immler, T., Konnert, M., . . . Walter, A. (2008). Die Weisstanne- ein Baum mit Zukunft. Die weisstanne ist ein hoffnungsträger für den waldbau im Klimawandel. *LWF aktuell*, 56-58.
- Nevada division of forestry. (nb, nb). Fir engraver. *Forest Pest Insects in North America: a Photographic Guide*.
- Ohnesorge, D. (2019, Februari 2). Opgeroepen op Mei 8, 2019, van anw-deutschland: <https://anw-deutschland.de/eip/media/2019-vortragohnesorgewtaholzverwendung.pdf?fl=28750546>
- Orjen. (2000). Alte tanne im Montenegro. *Abies Alba*. Wikipedia Deutschland.
- Oszako, T., & Orlikowski, L. (2004). *The first noting of phytophthora citrophthora in picea abies in a forest stand*. Poznan: The Polish Phytopathological Society.
- Ouden, J. d., Muys, B., Mohren, F., & Verheyen, K. (2010). *Bos ecologie en Bosbeheer*. Den Haag: Acco Nederland. Opgeroepen op Mei 13, 2019
- Pernek, M., Hrasovec, B., Matosevic, D., Pilas, I., Kiristis, T., & Moser, J. (2007). *Phoretic mites of three bark beetles (Pityokteines spp.) on Silver fir*. Zagreb: Journal of Pest science.
- Prooijen, G. v., & Kroon, H. (2015). *Stadsbomen vademecum 3C, Ziekten en plagen*. Arnhem: IPC groene ruimte.

- Rijkinstituut voor Volksgezondheid en milieu . (1996). *Generalized Soil map of Europe, aggregation of the FAO-Unesco soil units based on the characteristics determining the vulnerability of degradation process*. Bilthoven: RIVM.
- Rotach, P. (2016, Juni 16). *Die Weisstanne – Baumart mit Zukunft?! Opgeroepen op Mei 14, 2019, van ethz*: <https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/usys/ites/waldmgmt-waldbau-dam/documents/Die%20Weisstanne%20%E2%80%93%20Baumart%20mit%20Zukunft.pdf>
- Schmidt, M., Hanewinkel, M., Kändler, G., & Kohnle, U. (2008). *An inventory-based approach for modeling single-tree storm damage. Experiences with the winterstorm of 1999 in southwestern Germany*. Göttingen: The Northwest German Forest Research Station (NW-FVA).
- Schmidt, M., Hanewinkel, M., Kändler, G., Kublin, E., & Kohnle, U. (2008). *An inventory-based approach for modeling single-tree storm damage. Experiences with the winterstorm of 1999 in southwestern Germany*. Göttingen: The Northwest German Forest Research Station (NW-FVA),.
- Solla, A., Sanchez-Miranda, A., & Camarero, J. (2005). *Radial-growth and wood anatomical changes in Abies alba infected by Melampsorella caryophyllacearum: a dendroecological assesment of fungal damage*. Plasencia en Zaragoza: Universidad de Extremadura, Unidad de Recursos Forestales, Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria.
- Staatsbosbeheer. (1966 - 1985). *Boswachterij: Kop van Drenthe, Drents-Friese Wold, Hart van Drenthe, Gieten-Borger, Emmen-Sleen en Zuidwest Drenthe*. Wageningen: Stichting voor Bodemkartering (STIBOKA).
- Staatsbosbeheer. (2019, Mei 17). *Onderzoek Abies alba 2019 verspreiding in Drenthe*. Drenthe. Opgeroepen op Mei 2019, 17
- Stichting Probos. (2009, November). *infoblad houtsoortkeuze versus toepassing*. Opgeroepen op Mei 7, 2019, van houtdatabase: http://houtdatabase.nl/infobladen/infoblad_houtsoortenkeuze_versus_toepassing.pdf
- the Gymnosperm Database. (2019, maart 1). *Pinaceae*. Opgehaald van The gymnosperm database: <https://www.conifers.org/pi/Pinaceae.php>
- Tinner, W., Colombaroli, D., Heiri, O., Henne, P., Steinacher, M., Untenecker, J., . . . Conedera, M. (2013, November 1). *The past ecology of Abies alba provides new perspectives on future. Ecological monographs*, 419-439. Opgeroepen op Mei 14, 2018
- Unie van bosgroepen. (2019). *Catalogus Nederlandse rondhoutveiling*. Arnhem: Unie van Bosgroepen.

- Valladares, Ü. N. (2006). *Tolerance to shade, drought, and waterlogging of temperate Northern Hemisphere*. Ecological society of America.
- Van den berk boomkwekerijen. (2015). *Van den Berk over Bomen*. Sint Oedenrode.
- Vitasse, Y., Bottero, A., Rebetez, M., Conedera, M., Augustin, S., Brang, P., & Tinner, W. (2019, Januari 9). What is the potential of silver fir to thrive under warmer and drier climate? *European Journal of Forest Research*, 14. Opgeroepen op Mei 13, 2019, van <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10342-019-01192-4>
- Wageningen University and Research. (2019, mei 31). *Tien vragen over Xylella fastidiosa*. Opgehaald van www.wur.nl: <https://www.wur.nl/nl/Onderzoek-Resultaten/Onderzoeksinstituten/plant-research/Biointeracties-Plantgezondheid/Voedselveiligheid-en-fytosanitair-onderzoek/Tien-vragen-over-Xylella-fastidiosa.htm>
- Wageningen university. (z.d.). *Tree factsheet*. (F. E. Group, Redacteur) Opgeroepen op Mei 7, 2019, van [wur](http://www.wur.nl): https://www.wur.nl/upload_mm/d/6/9/cb578699-7391-4dd0-b2d1-oac72ee542f8_abialbf.pdf
- Westhoff, V. (1967). *De invloed van het wild op de vegetatie*. nb.: Rijksinstituut voor veldbiologisch onderzoek t.b.v. natuurbehoud.
- Wikipedia. (2018, Juli 30). *IPCC rapport 2007*. Opgeroepen op Mei 10, 2019, van Wikipedia: https://nl.wikipedia.org/wiki/IPCC-rapport_2007
- Wolf, H. (2003). *Technical guidelines for genetic conservation and use for silver fir (abies alba)*. Rome: International plant genetic resources institute.
- Zimmermann, N., Normand, S., & Psomas, A. (2014). *Forest and Climate Change*. Birmensdorf: Swiss Federal Research institute WSL. Opgeroepen op Mei 10, 2019

Bijlage 1: Onderzoeklocaties *Abies alba*



Bron: (Staatsbosbeheer, 2019)

Bijlage 2: Bodemcodes per vak

Beheereenheid	Vak	Bodem nr.	Bodem beschrijving	Grondwatertrap
Kop van Drenthe	16	cHn53	Kamppodzolgronden: matig fijn zand, zwak lemig (12-16% leem)	V*
Kop van Drenthe	9	cHn53	Kamppodzolgronden: matig fijn zand, zwak lemig (12-16% leem)	V*
Kop van Drenthe	57F	zVp	Rauwveengronden: Veen, ondieper dan 120cm-mv. zand met podzol-B	VI
Kop van Drenthe	56F	vWp	Moerige podzolgronden: Moerige bovengrond op zand	VI
Kop van Drenthe	85A	vWz	Moerige eerdgronden: Moerige eerdlaag op zand	V*
		cZn44	Gooreerdgronden: zeer en matig fijn zand, zwak en sterk lemig	III
Kop van Drenthe	81A	cHn44	Laarpodzolgronden: zwak en sterk lemig, zeer en matig fijn zand	VI
Kop van Drenthe	47C	Hn44	haarpodzol: zwak en sterk lemig, zeer en matig fijn zand	V*
Opname: 1985, kaart 1:10.000 (Staatsbosbeheer, 1966 - 1985)				
Drents-Friese Wold	100	Hn32	Veldpodzolgronden: zeer fijn zand, leemarm en zwak lemig (vergraven grond	Va en IIIa
Drents-Friese Wold	90 F3	bZ31p	Vaaggronden: zeer zijn zand, leemarm met een podzolprofiel	VIIb
		aZ31	Vaaggronden: zeer fijn zand, leemarm zonder een podzolprofiel	VIIb
Opname: 1967, kaart 1:25.000 (Staatsbosbeheer, 1966 - 1985)				
Hart van Drenthe	49D2	Hn44	Veldpodzolgronden: zeer en matig fijn zand, zwak en sterk lemig	VII b
Hart van Drenthe	81B	Hn02	Veldpodzolgronden: zeer fijn tot zeer grof zand, leemarm en zwak lemig	VII a
		Hn44	Veldpodzolgronden: zeer en matig zijn zand, zwak en sterk lemig	VII a
Hart van Drenthe	82a2	Hd42	Haarpodzolgronden: zeer en matig fijn zand, leemarm en zwak lemig	VII a
Opname: 1966, kaart 1:25.000 (Staatsbosbeheer, 1966 - 1985)				
Gieten-Borger	379	Hn52	Veldpodzolgronden: matig fijn zand, leemarm	VII a
		Hn44	Veldpodzolgronden: zeer en matig fijn zand, zwak en sterk lemig	VI

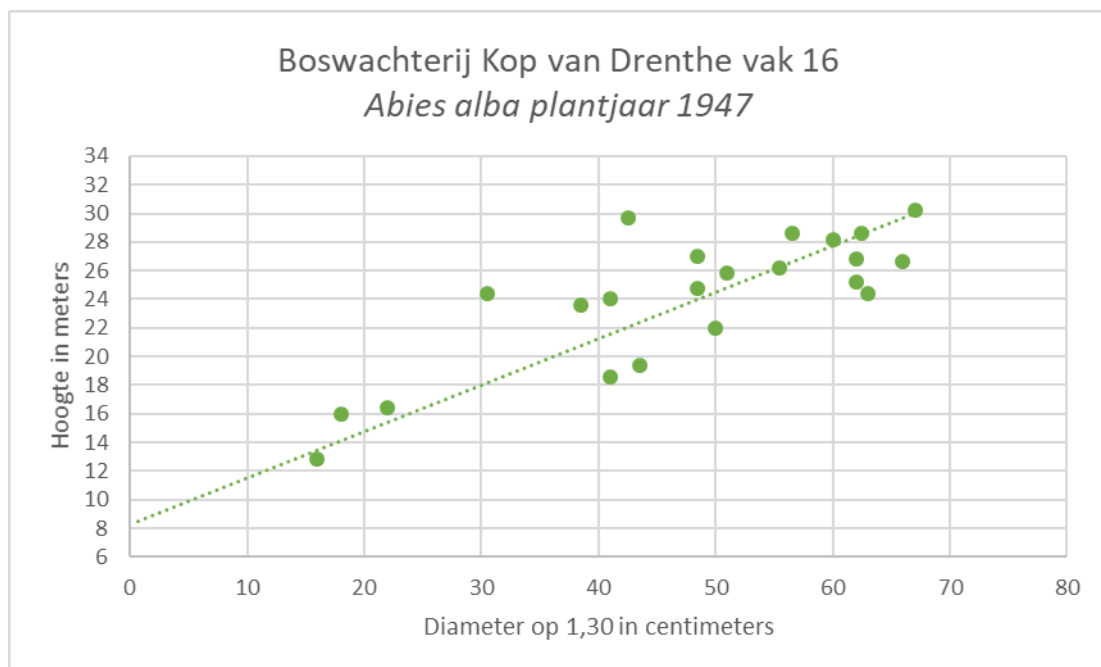
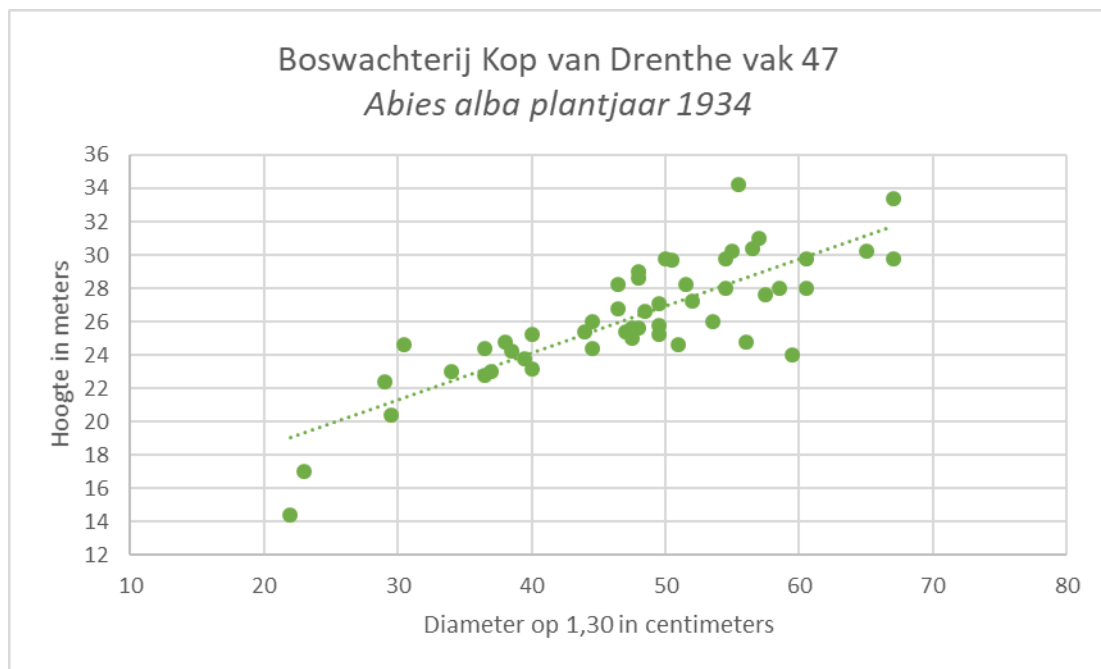
Gieten-Borger	1	Hn44	Veldpodzolgronden: zeer en matig fijn zand, zwak en sterk lemig	VI
Gieten-Borger	22E	Hd52	Haarpodzolgronden: matig fijn zand, leemarm en zwak lemig	VIIIb
Gieten-Borger	1064	Hn21 (1:50.000)	Haarpodzolgronden: leemarm en zwak lemig fijn zand	
Gieten-Borger	1116	Hd21	Haarpodzolgronden: leemarm en zwak lemig fijn zand	
		Zd21 (1:50.000)	Vaaggronden: fijn zand, leemarm en zwak lemig	
Opname: 1971, kaart 1:10:000 (tenzij anders aangegeven) (Staatsbosbeheer, 1966 - 1985)				
Emmen-Sleen	1226C2	Hn44	Veldpodzolgronden: zeer en matig fijn, zwak en sterk lemig	VI
Emmen-Sleen	1075	Hd42	Haarpodzolgronden: zeer en matig fijn, leemarm en zwak lemig	VII
Emmen-Sleen	1025	Hn44	Veldpodzolgronden: zeer en matig fijn, zwak en sterk lemig	VI
		vWp	Moerpodzolgronden: moerige bovengrond (v) op zand met een duidelijke humuspodzol-B (p)	V
Emmen-Sleen	1043C	Hn36	Veldpodzolgronden: zeer fijn zand, sterk en zeer lemig	VI
Emmen-Sleen	1008	bZ31	Vaaggronden: Stuifzand, zeer fijn zand	VII*
		KX	Keileemgronden [x]; bovengrond van zand dunner dan 40cm	
		bZ31p x2	Vaaggronden: zand met een podzol, zeer fijn zand, keileem beginnend tussen 120 en 180 cm - mv	
		Z35z x1	Vaaggronden: [Z] (afgestoven)** zeer fijn zand, sterk lemig, keileem beginnend tussen 40 en 120 cm - mv	
		Hn34 x1	Veldpodzolgronden: zeer fijn zand, zwak en sterk lemig keileem beginnend tussen 40 en 120 cm - mv	
Emmen-Sleen	1011	Hn34 x2	Veldpodzolgronden: zeer fijn zand, zwak en sterk lemig keileem beginnend tussen 120 en 180 cm - mv	VII*
Emmen-Sleen	1013	KX	Keileemgronden [x]; bovengrond van zand dunner dan 40cm	VII*
		bZ31z x1	Vaaggronden: zand zonder podzol, zeer fijn zand, keileem beginnend tussen 40 en 120 cm - mv	
		Hn44	Veldpodzolgronden: zeer en matig fijn zand, zwak en sterk lemig	
		Hn34 x1	Veldpodzolgronden: zeer fijn zand, zwak en sterk lemig keileem beginnend tussen 40 en 120 cm - mv	
		bZ31p x2	Vaaggronden: zand met een podzol, zeer fijn zand, keileem beginnend tussen 120 en 180 cm - mv	
Opname: 1964, kaart 1:10.000 (Staatsbosbeheer, 1966 - 1985)				
Zuidwest Drenthe	4060 A	cZ51v	Vaaggronden: (aard van de ondergrond veen) matig fijn zand, leemarm	VI

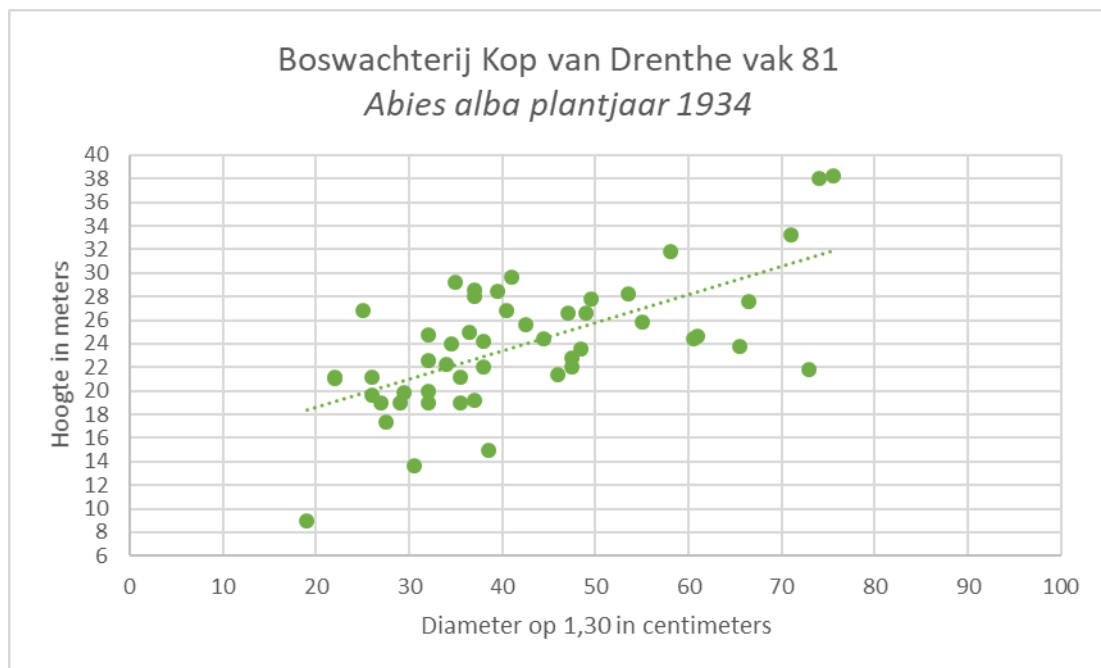
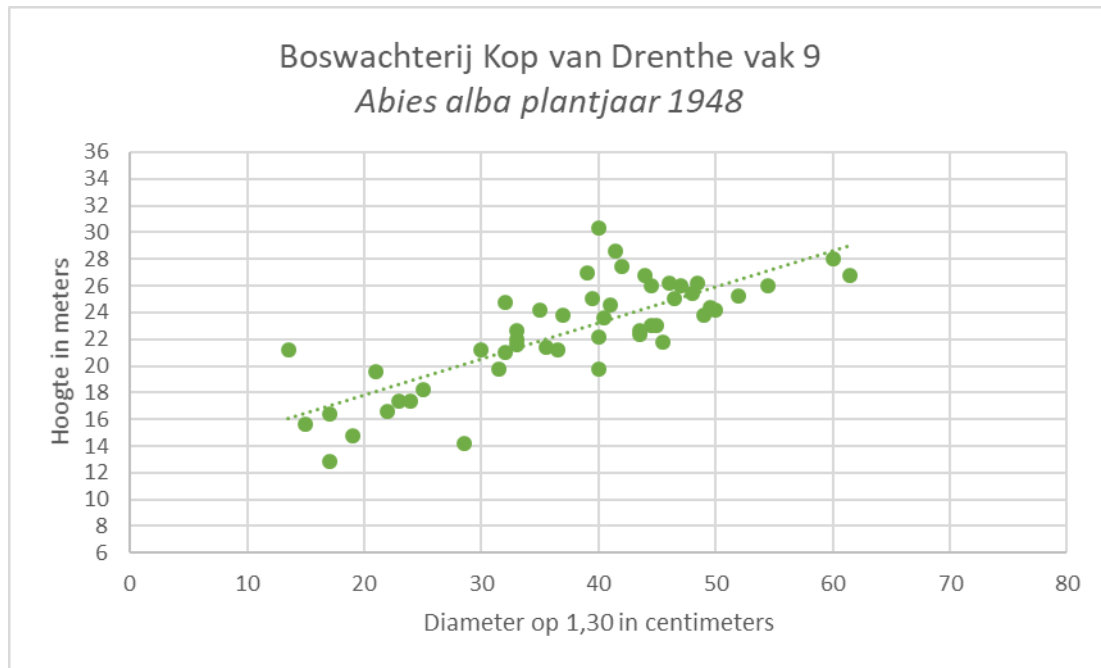
	4068 D	bZ51	Vaaggronden: matig fijn zand leemarm	VII*
		bZ51p	Vaaggronden: (aard van de ondergrond, zand met podzolprofiel) matig fijn zand, leemarm	V
	4105 C	aZ34z	Vaaggronden: zand zonder podzol, zeer fijn zand, zwak en sterk lemig	V*
	4069	Hd51	Haarpodzolgronden: matig fijn zand, leemarm Stuifzanddek dunner dan 40cm	VII*
Opname: 1975, kaart 1:10.000 (Staatsbosbeheer, 1966 - 1985)				

Bijlage 3: Indeling bosvakken in bodemclusters

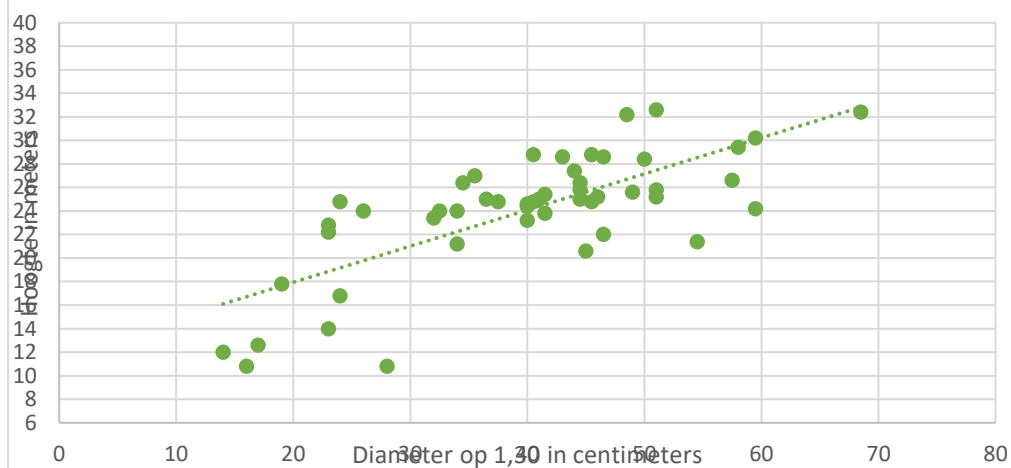
Beheereenheid	Vak	Bodemcluster	Bijgroei diameter/jaar in cm	Bijgroei hoogte/jaar in m
Emmen-Sleen	1011	Sterk leemhoudende grond	0,557752	0,26823
Emmen-Sleen	1008	Sterk leemhoudende grond	0,309388	0,194857
Emmen-Sleen	1043	Sterk leemhouden grond	0,61012	0,306602
Emmen-Sleen	1013	Sterk leemhouden grond	0,596684	0,282043
Emmen-Sleen	1226	Zwak lemige grond	0,422267	0,293817
Emmen-Sleen	1075	Zwak lemige grond	0,414267	0,298187
Emmen-Sleen	1025	Zwak lemige grond	0,406588	0,255812
Gieten-Borger	1064	Arme grond	0,466024	0,233928
Gieten-Borger	1116	Arme grond	0,354568	0,208049
Gieten-Borger	79	Arme grond	0,341538	0,248333
Gieten-Borger	22	Arme grond	0,531795	0,327282
Gieten-Borger	1	Zwak lemige grond	0,388469	0,234204
Hart van Drenthe	81	Arme grond	0,387586	0,238299
Hart van Drenthe	82	Arme grond	0,502178	0,260801
Hart van Drenthe	49	Zwak lemige grond	0,4983784	0,38281081
Kop van Drenthe	9	Zwak lemige grond	0,529577	0,318056
Kop van Drenthe	16	Zwak lemige grond	0,660038	0,334154
Kop van Drenthe	85	Moerige matige lemige grond	0,53235294	0,321741
Kop van Drenthe	56-57	Moerige matige lemige grond	0,468706	0,282729
Kop van Drenthe	47	Zwak lemige grond	0,559059	0,308847
Kop van Drenthe	81	Zwak lemige grond	0,495176	0,281082
Drents-Friese Wold	100	Arme grond	0,509259	0,26484
Drents-Friese Wold	90	Zwak lemige grond	0,484661	0,246982
Zuidwest Drenthe	4060	Moerige matige lemige grond	0,580289	0,310145
Zuidwest Drenthe	4068	Zwak lemige grond	0,486387	0,307657
Zuidwest Drenthe	4105	Zwak lemige grond	0,425862	0,228138
Zuidwest Drenthe	4069	Arme grond	0,45321	0,264938

Bijlage 4: Metingen per vak

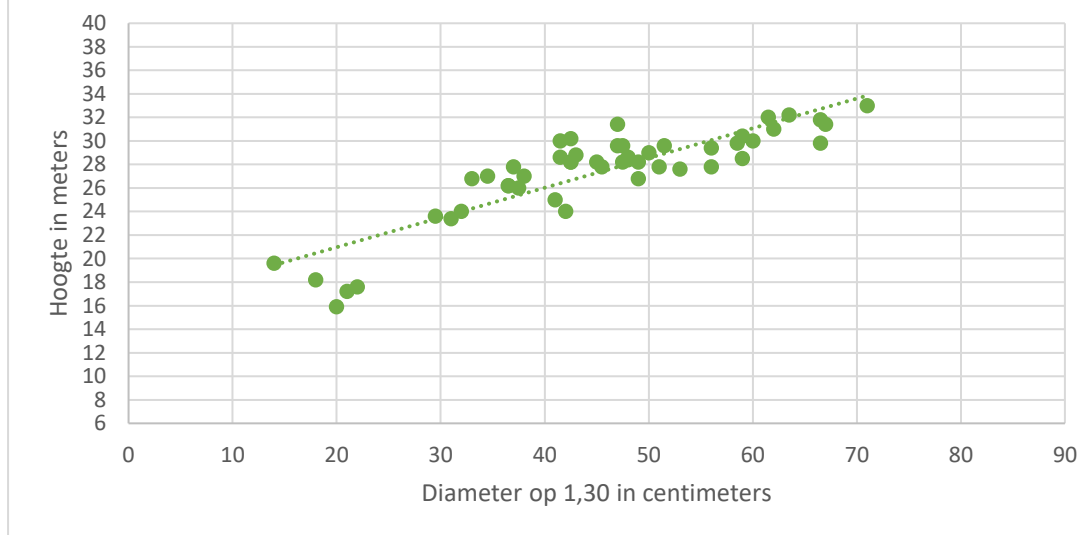




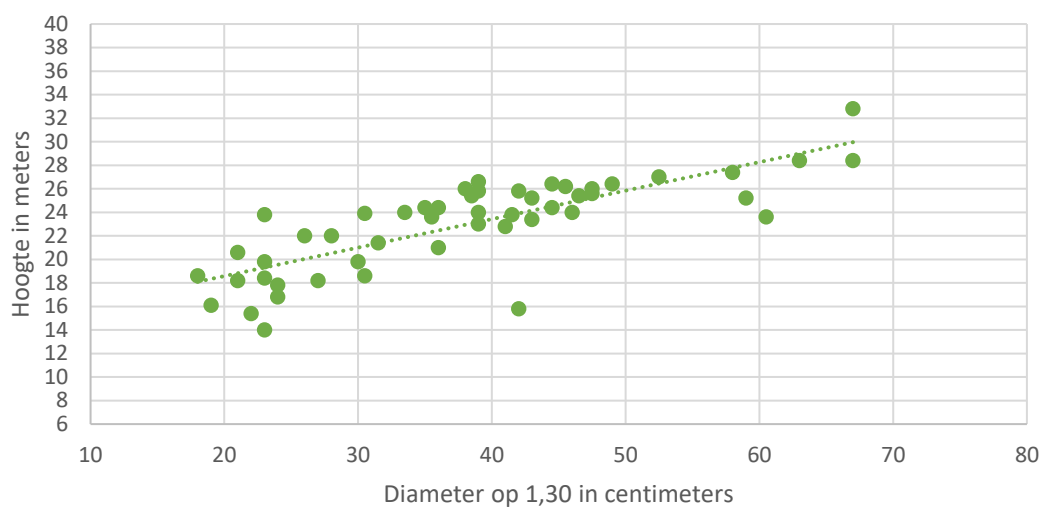
Boswachterij Kop van Drenthe vak 57
Abies alba plantjaar 1934



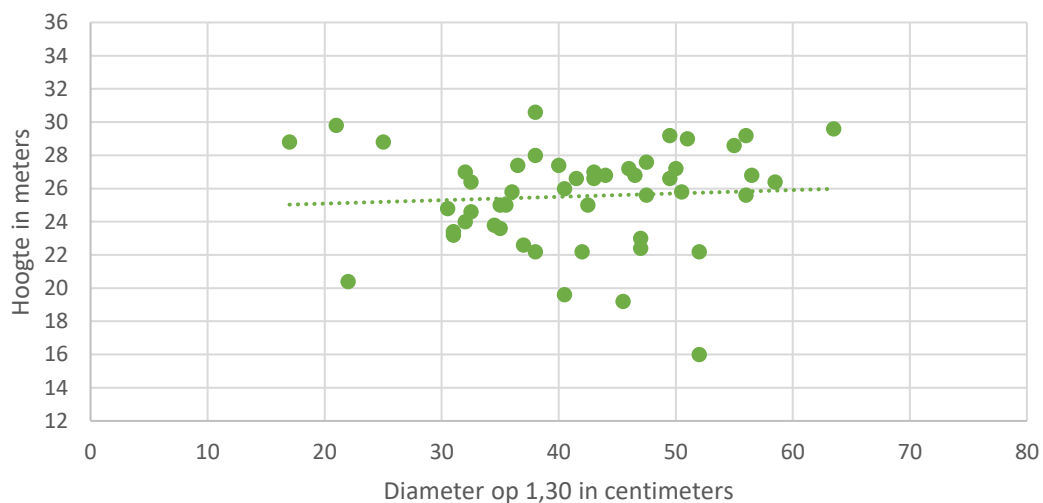
Boswachterij Kop van Drenthe vak 85
Abies alba plantjaar 1934



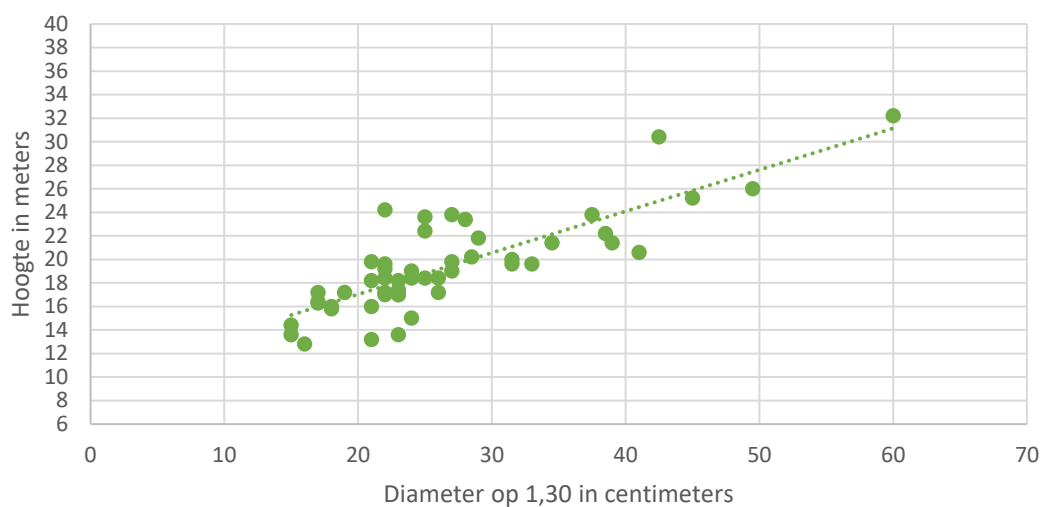
Boswachterij Gieten-Borger vak 1
Abies alba plantjaar 1921



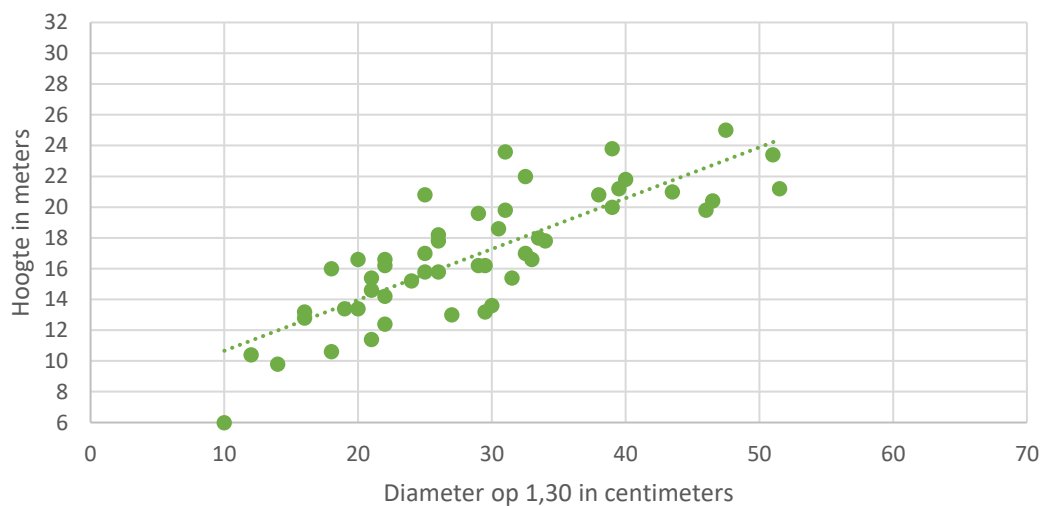
Boswachterij Gieten-Borger vak 22
Abies alba plantjaar 1941



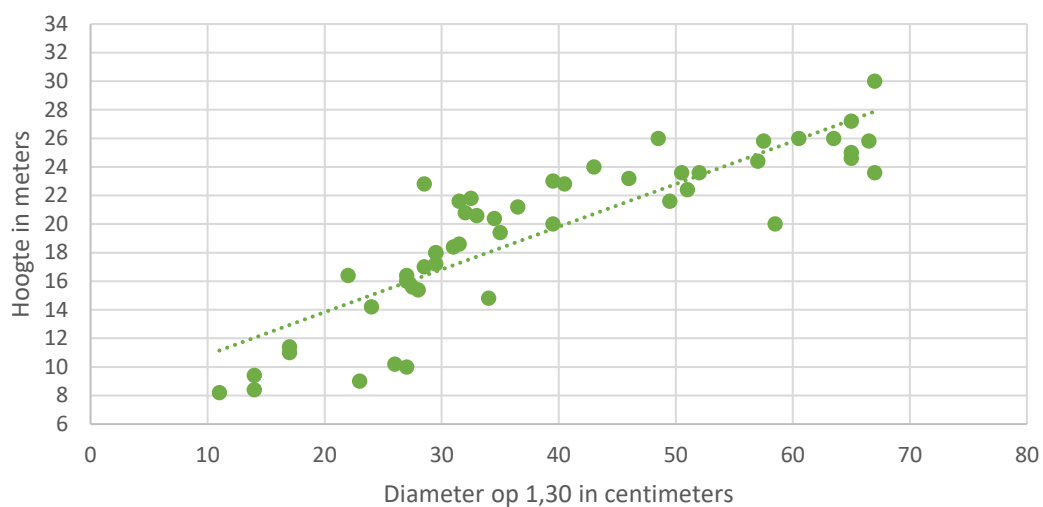
Boswachterij Gieten-Borger vak 79
Abies alba plantjaar 1941



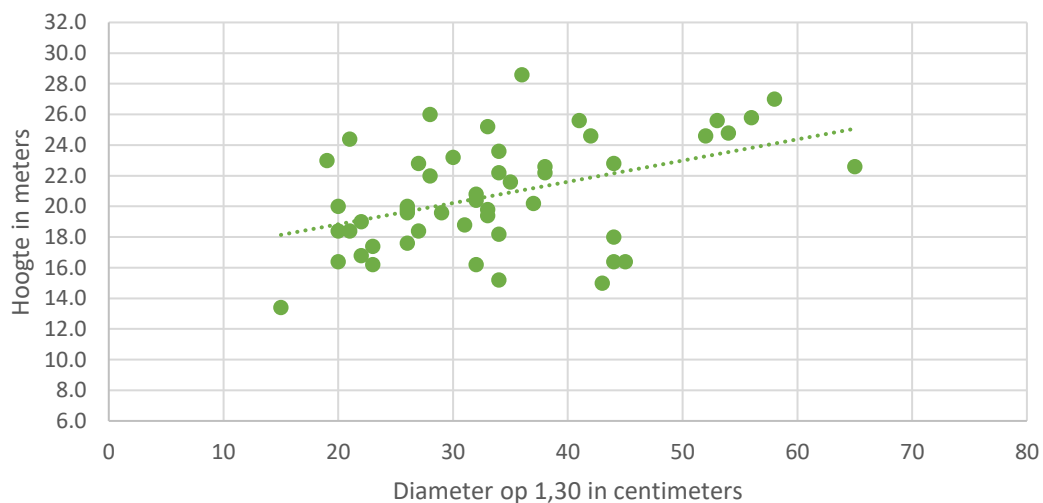
Boswachterij Gieten-Borger vak 1116
Abies alba plantjaar 1938



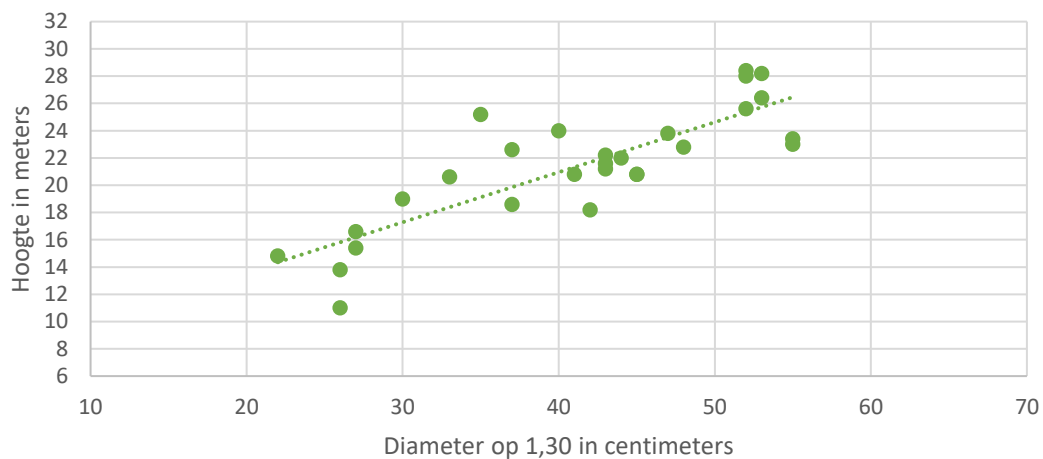
Boswachterij Gieten-Borger vak 1064
Abies alba plantjaar 1936



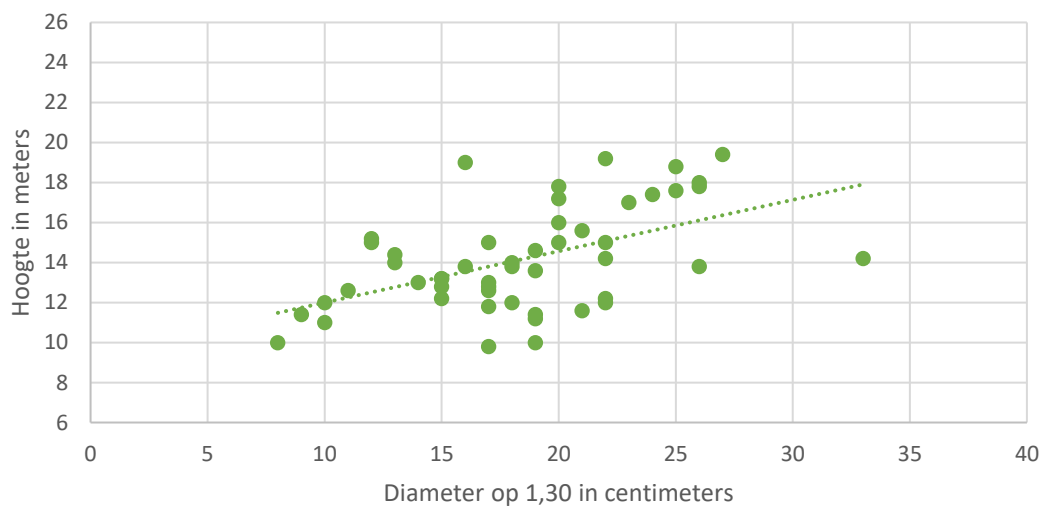
Boswachterij Hart van Drenthe vak 81
Abies alba plantjaar 1932

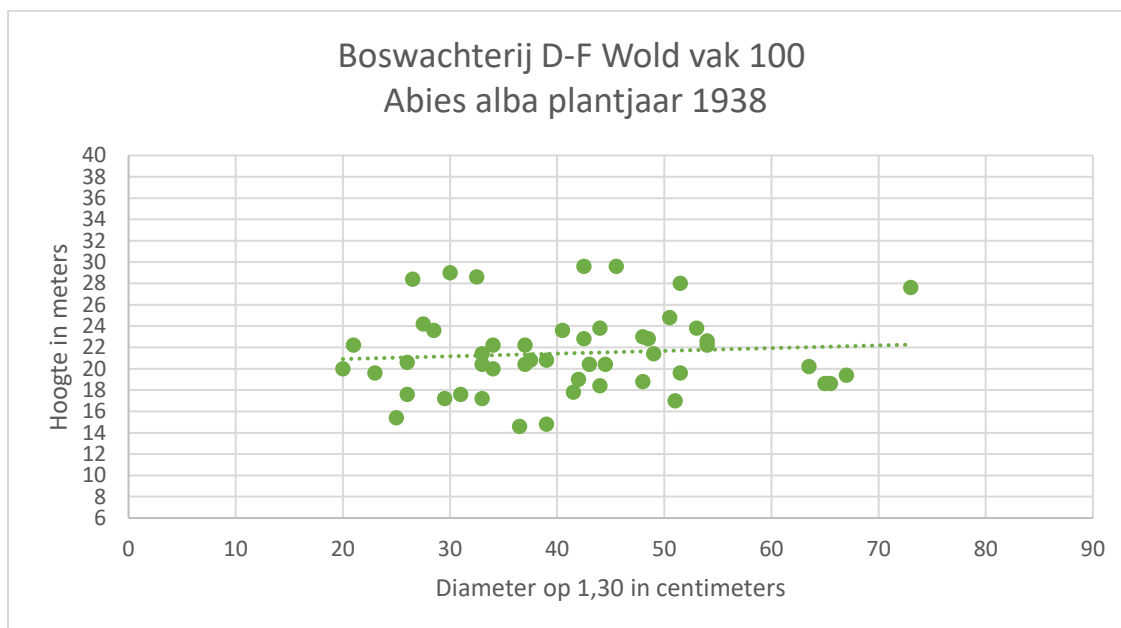
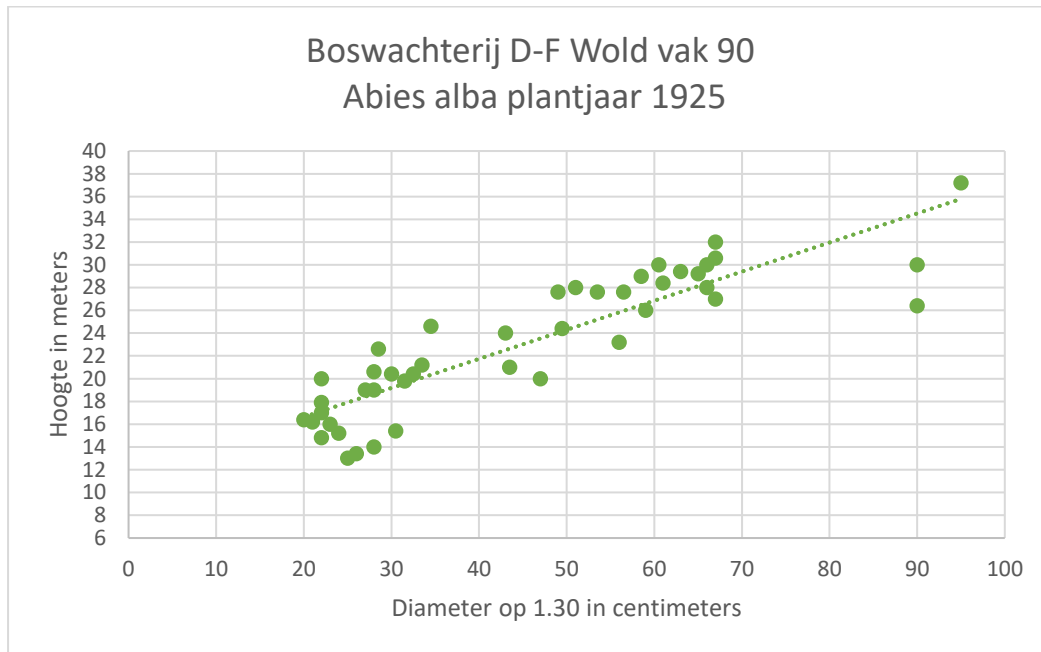


Boswachterij Hart van Drenthe vak 82
Abies alba plantjaar 1937

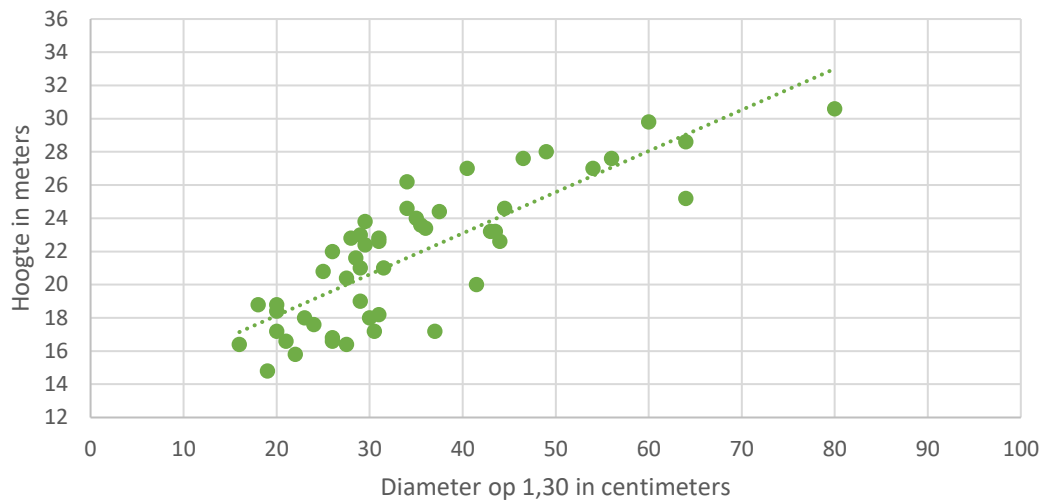


Boswachterij Hart van Drenthe vak 49d2
Abies alba plantjaar 1982

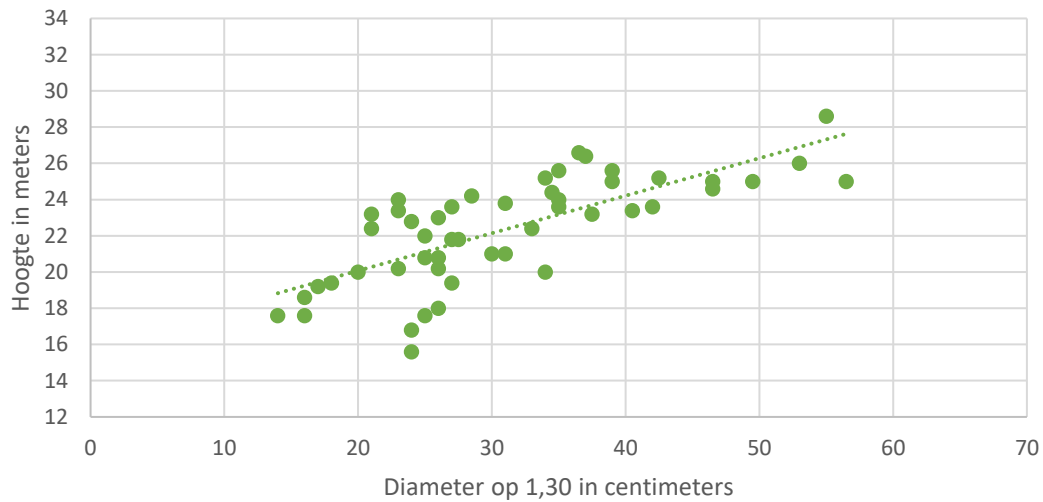




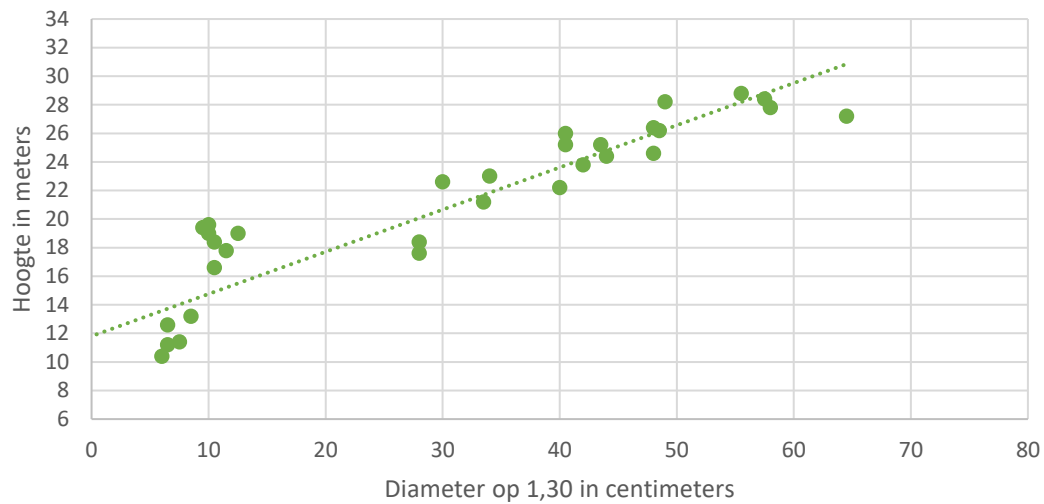
Boswachterij Emmen-Sleen vak 1025
Abies alba plantjaar 1934



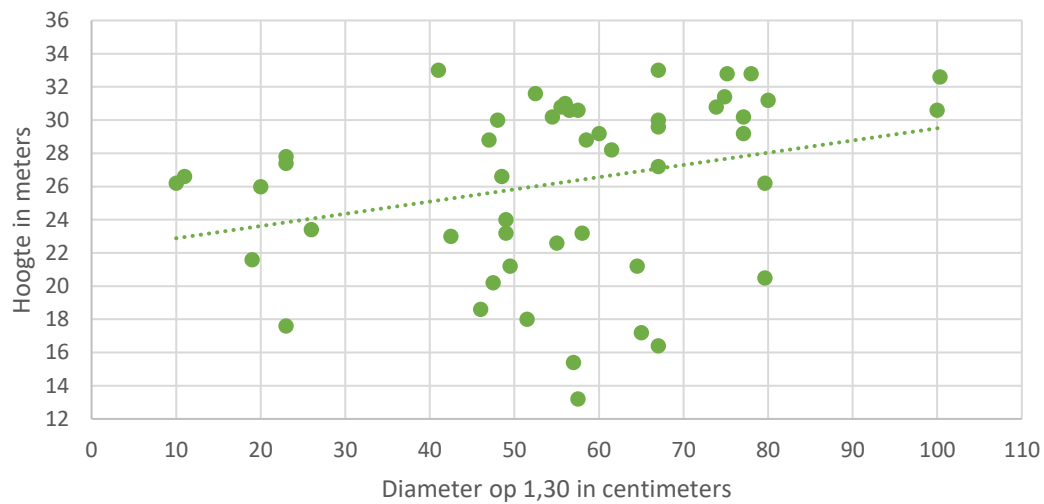
Boswachterij Emmen-Sleen vak 1075
Abies alba plantjaar 1944



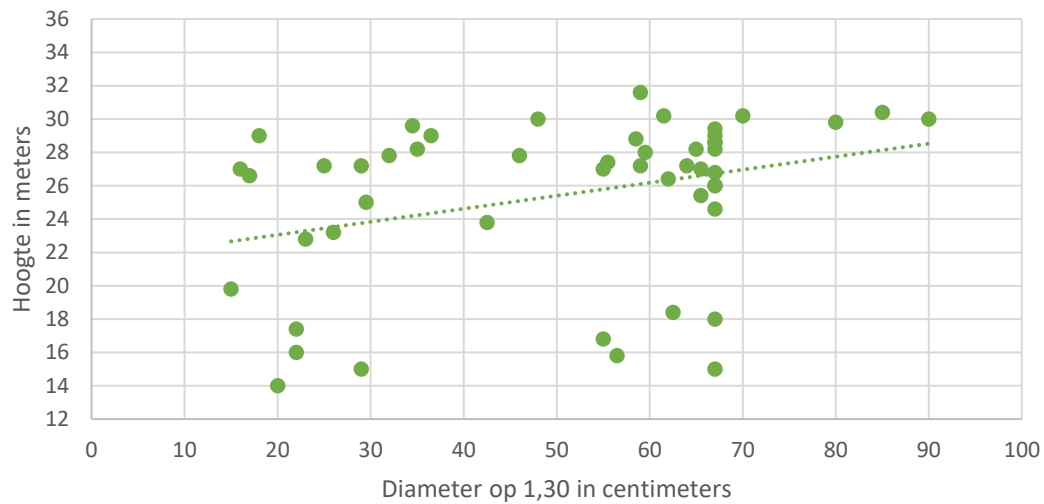
Boswachterij Emmen-Sleen vak 1226
Abies alba plantjaar 1947



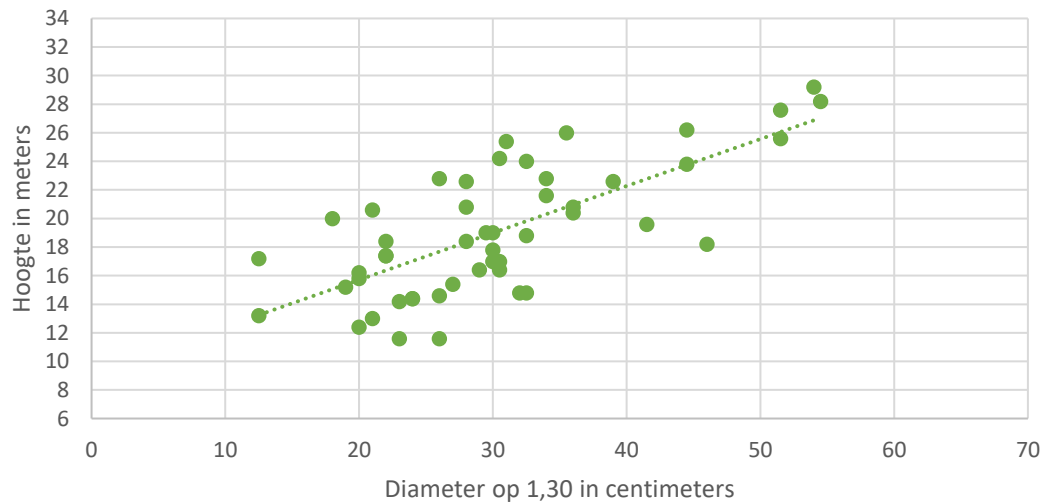
Boswachterij Emmen-Sleen vak 1013
Abies alba plantjaar 1926



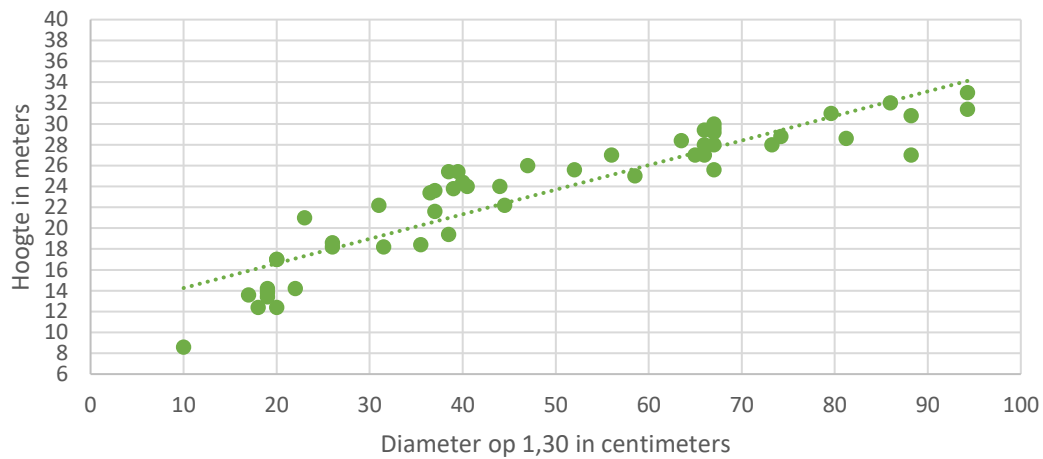
Boswachterij Emmen-Sleen vak 1043
Abies alba plantjaar 1936



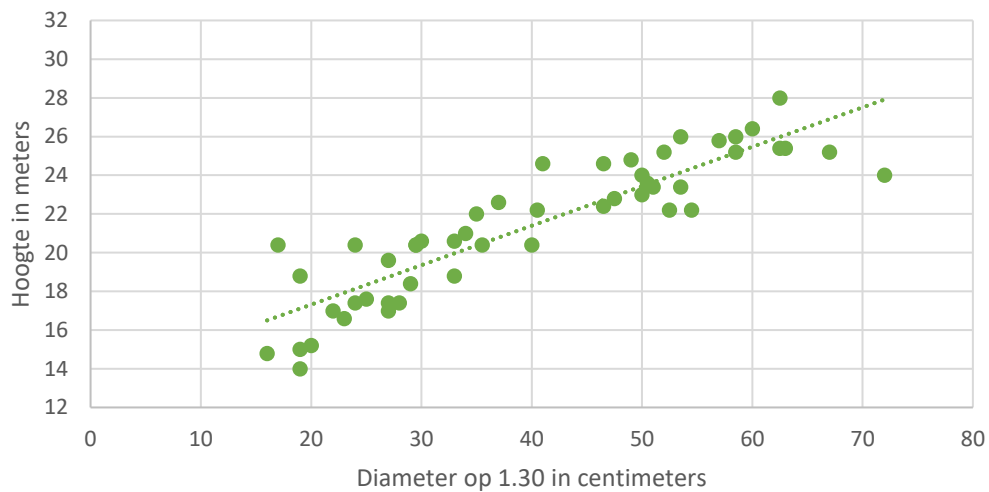
Boswachterij Emmen-Sleen vak 1008
Abies alba plantjaar 1921



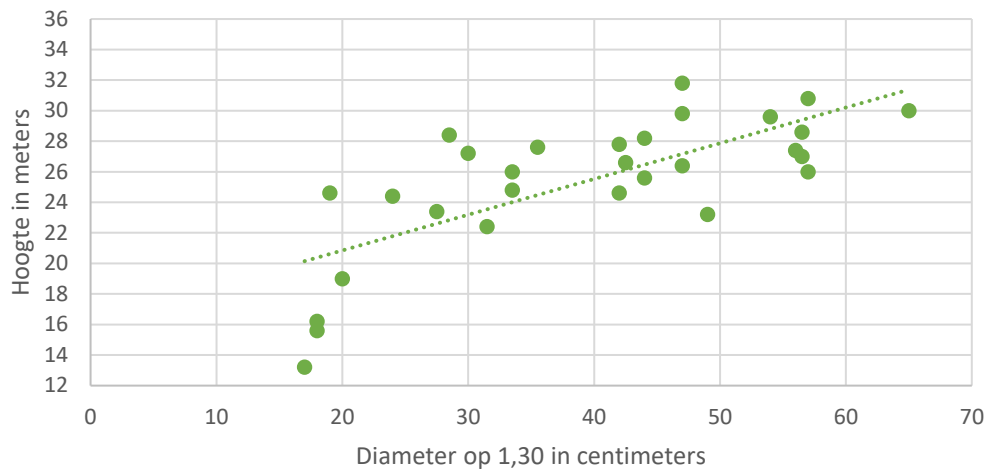
Boswachterij Emmen-Sleen vak 1011
Abies alba plantjaar 1932



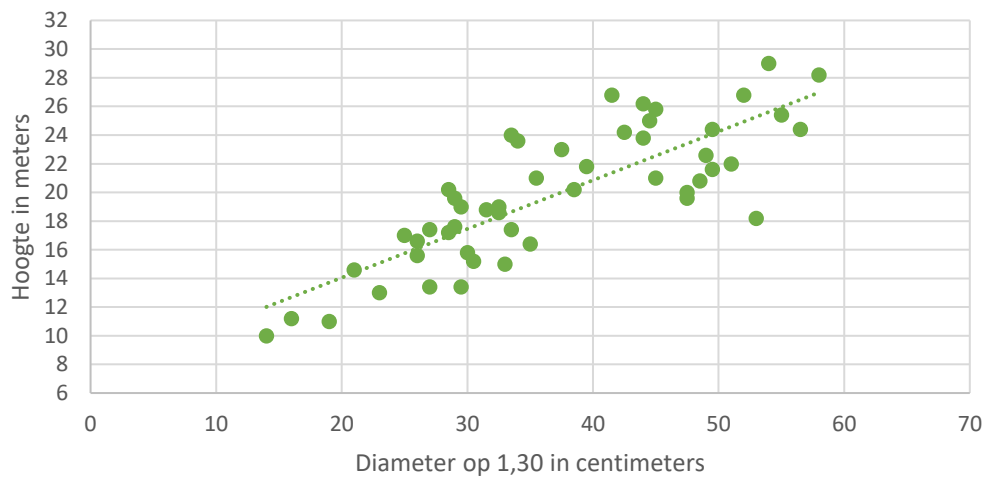
Boswachterij Zuidwest Drenthe vak 4060
Abies alba plantjaar 1950



Boswachterij Zuidwest Drenthe vak 4068
Abies alba plantjaar 1937



Boswachterij Zuidwest Drenthe vak 4105
Abies alba plantjaar 1932



Boswachterij Zuid west Drenthe vak 4069
Abies alba plantjaar 1938

