



BIBLIOTHEEK
PPC sector Bloembollen
Postbus 85
2160 AE Lisse
0252 462121

RAPPORT 29

TOEPASSING VAN PLUGGENTEELT IN
DE TEELT VAN GEZAAID
BOSPLANTSOEN VAN
PSEUDOTSUGA MENZIESII EN PINUS
SYLVESTRIS

Dr. ir. M.K. Joustra

1995

PROEFSTATION VOOR DE BOOMKWEKERIJ - BOSKOOP



0000 0940 9539

P 12 B
29
ic ex
ISN 916313

Nadruk of vertaling, ook van gedeelten, is alleen geoorloofd na schriftelijke toestemming van de directie van het proefstation en de auteur. Het ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij en de Stichting Boomteeltpraktijkonderzoek stellen zich niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen, ontstaan door het gebruik van de gegevens die in deze uitgave zijn gepubliceerd.

INHOUD

	WOORD VOORAF	7
	SAMENVATTING	9
	SUMMARY	10
1	INLEIDING	11
2	LITERATUUR	12
3	OPZET VAN HET ONDERZOEK	14
4	RESULTATEN EN BESPREKING	17
4.1	Pseudotsuga menziesii	17
4.1.1	Algemeen	17
4.1.2	Zaaitijdstip, potmaat en tijdstip van uitplanten	17
4.1.3	Winterhardheid	19
4.1.4	Bedrijfseconomische analyses	21
4.2	Pinus sylvestris	22
4.2.1	Algemeen	22
4.2.2	Zaaitijdstip, potmaat en tijdstip van uitplanten	22
4.2.3	Bedrijfseconomische analyses	24
4.3	Algemene bespreking	25
5	CONCLUSIES	28
6	REFERENTIES	29
7	BIJLAGEN	31
	Bijlage 1: Uitgevoerde activiteiten in de projecten 3026 en 3300	31
	Bijlage 2: Gemiddelde dikte en lengte bij Pseudotsuga menziesii uit verschillende zaai- en uitplantbehandelingen	32
	Bijlage 3: Kostprijs Pseudotsuga menziesii	33
	Bijlage 4: Kostprijs Pinus sylvestris	34
	Bijlage 5: It-waarden van naaldenmonsters van Pseudotsuga menziesii uit vijf teeltsystemen op zes tijdstippen, iedere keer bij zes relevante testtemperaturen	35

WOORD VOORAF

Dit project is een voortzetting van het project "Innovatie bij de teelt van naaldhout bosplantsoen". Dit was weer een vervolg op een initiatief van Staatsbosbeheer (SBB) om bosplantsoen in plug te laten zaaien bij een plantenteeltbedrijf van vooral groenteplantjes. In 1986 vroegen het SBB en de Cultuurgroep voor Bos- en Haagplantsoen aan het Proefstation voor de Boomkwekerij het onderzoek van het SBB over te nemen, hetgeen resulteerde in bovengenoemd project.

In een begeleidingsgroep met daarin vertegenwoordigers van "De Dorschkamp" (voor de bosbouwkundige toetsing van nieuw bosplantsoen), van de Cultuurgroep Bos- en Haagplantsoen, van Staatsbosbeheer, van de voorlichting en van het Boomteeltpraktijkonderzoek (PB en BPH) werd besloten om via een literatuuronderzoek eerst de beschikbare kennis over de teelt van *Pseudotsuga* te bundelen. Deze scriptie is door een student (B. Koeze) van de LU Wageningen voltooid.

Tijdens de lange voorgeschiedenis hebben diverse mensen een belangrijke bijdrage geleverd aan de ontwikkeling van de pluggenteelt. Uit de beginfase wil ik ing. H.P.P. Kinds (SBB) en ing. W. Kloosterhuis (ROC Horst) noemen. De praktijkproeven lagen voornamelijk op de Boomteeltproeftuin in Horst; daar hadden de toenmalige onderzoeker, ing. F.H.M.M. Versteegen en de bedrijfsleider, de heer M.W.A. Verstraelen de proeven onder hun hoede. In de loop van het onderzoek nam één van de leden van de begeleidingsgroep, de heer A. Domen de fakkel van de ontwikkeling van de pluggenteelt in de praktijk over. Mevrouw J.B. Ruesink voerde het voorbereidend literatuuronderzoek voor het winterhardheidsonderzoek uit. Zij en ing. E.J.M. Verhoeven (beide PB) voerden het eigenlijke winterhardheidsonderzoek uit, respectievelijk naar de relatie tot de bemesting en naar de relatie tot het teeltsysteem.

Al deze mensen, alsmede velen die op een of andere manier aan het onderzoek in de pluggenteelt hebben bijgedragen, zeg ik hierbij dank.

Van de voorlopige toetsing van de gebruikswaarde van in plug opgekweekt bosplantsoen is recent bij het IBN (voorheen "De Dorschkamp") een rapport verschenen.

In dit rapport is niet volstaan met de ervaringen uit het eigenlijke project en de voorloper ervan, maar zijn ook een samenvatting van de scriptie van Koeze, aangevuld met nieuwere literatuur verwerkt. Omdat bij de analyse van problemen rond *Pseudotsuga menziesii* de bemesting in de vollegrond als één van de mogelijke oorzaken werd genoemd, zijn tevens de voornaamste resultaten van het onderzoek naar het effect van bemesting op de winterrust van *Pseudotsuga menziesii* in dit rapport verwerkt.

Dr.ir. M.K. Joustra, Senior Wetenschappelijk Onderzoeker Teelt

SAMENVATTING

Inpassen van de teelt in plug bij de teelt van gezaaid bosplantsoen

De teelt van bosplantsoen, in het bijzonder die van naaldhout, was in de tachtiger jaren in Nederland nauwelijks meer rendabel. Dit gold in het bijzonder voor de teelt van *Pseudotsuga menziesii* (douglas) en in mindere mate voor de teelt van *Pinus sylvestris* (grove den).

In dit onderzoek is nagegaan of pluggenteelt bij de teelt van gezaaid bosplantsoen, in het bijzonder bij die van *Pseudotsuga menziesii* en *Pinus sylvestris*, het economisch resultaat van de teelt kan verhogen en de teeltzekerheid kan verbeteren. Dit alles onder de voorwaarde, dat de plantkwaliteit van (tijdelijk) in plug geteeld materiaal zeker niet minder is dan van in de vollegrond gezaaide planten.

Voorafgaand is in Wageningen voor *Pseudotsuga menziesii* een literatuuronderzoek uitgevoerd (Koeze, 1987). Daarin zijn de ontwikkelingen van de pluggenteelt in het buitenland geschetst en is aangegeven op welke punten van de teelt in Nederland nog onderzoek wenselijk is. Pluggen zijn eigenlijk minipotjes die op een of andere manier met elkaar zijn verbonden. Meestal zijn dat platen van 40 x 60 cm waarin een zeker aantal uithollingen zijn gemaakt.

Uitgangspunt bij de pluggenteelt is, dat in plug wordt gezaaid en dat de zaailingen na zekere tijd in de vollegrond, dan wel in container worden uitgeplant.

In het eigenlijke onderzoek is de nadruk gelegd op *Pseudotsuga menziesii*; zijdelings is ook aandacht besteed aan *Pinus sylvestris*. Onderzoek is uitgevoerd naar effecten van zaaitijdstip, plugmaat en tijdstip van uitplanten, alsmede naar de bedrijfseconomie van enkele teeltsystemen van beide gewassen en naar de winterhardheid van *Pseudotsuga menziesii*.

De belangrijkste conclusies waren:

- Voor de gebruikelijke, driejarige (1a1 + 1) teelt van *Pseudotsuga menziesii* is een tijdelijke teelt in plug een goede maatregel om het economisch resultaat van de gehele teelt te verbeteren, maar voor de gebruikelijke tweejarige (1 + 1) teelt van *Pinus sylvestris* niet.
- Pluggenteelt van met name *Pseudotsuga* verhoogt in vergelijking met volveldszaai de teeltzekerheid door een betere kieming van het zaad.
- Bij een juiste uitvoering van de pluggenteelt kan de uiteindelijke plantkwaliteit wedijveren met die van een in de vollegrond gezaaide plant. De kluit mag in de plug niet te vast worden en de wortels mogen niet ronddraaien.
- De winterhardheid van een in plug geteelde plant is minstens zo groot als die van een in de vollegrond geteelde plant.

SUMMARY

Fitting parttime growing in plugs into the system for growing forestry seedlings

Growing forestry seedlings, in particular conifer seedlings, was in the eighties hardly profitable any longer in Dutch nurseries. This was especially so for growing Douglas-fir seedlings (*Pseudotsuga menziesii*) and to a lower extent also for Scots pine (*Pinus sylvestris*).

In this investigation it was determined if sowing forestry plants, in particular *Pseudotsuga menziesii* and *Pinus sylvestris*, in small pots (plugs) and (temporarily) growing the seedlings in the plugs could increase the economic result of this activity and if it could raise the security of production. In such a new production system plantquality may not be lost.

Based on an externally prepared review of literature (Koeze, 1987) about growing forestry plants in plugs the issues for research were chosen. In the review stress was laid upon the p + 1-growing system, meaning that after a limited period in plug the seedlings are transplanted to the open ground and grown there for one year (one season).

The issues for research were: size of plugs, time of sowing and time of planting, the last two resulting into the duration of growth in the plugs. Economic analyses of some production systems of the two species were made and for *Pseudotsuga* winterhardiness of plants in different production systems was evaluated. Separately the effect of N- and K-fertilizer on winterhardiness of *Pseudotsuga* was analyzed. Also separately plantquality for planting into the forest was evaluated.

The following conclusions were drawn:

- Depending on the species temporarily growing of forestry seedlings in plugs may be favourable to improve the economic result of the production.
For *Pseudotsuga menziesii*, in The Netherlands normally being grown as a three years crop, the economic result of a 1 + 1.5-crop was shown to be improved. For *Pinus sylvestris*, in The Netherlands normally being a 1 + 1-crop, parttime fitting a plugfase into the growing system did not improve the economic result.
- The security of production of both species was raised by sowing in plugs in a greenhouse because germination of the seed was better in plugs.
- With the right system of growing in plugs plantquality is just as good as with the traditional growing system.
- Winterhardiness of plants (temporarily) grown in plugs was as at least as good as that of 1a1 + 1-grown Douglas-firs.

1 INLEIDING

De teelt van bosplantsoen, in het bijzonder die van naaldhout, was in de tachtiger jaren in Nederland nauwelijks meer rendabel. Dit gold in het bijzonder voor de teelt van *Pseudotsuga menziesii* en in mindere mate voor de teelt van *Pinus sylvestris*. Bij *Pseudotsuga* waren enkele specifieke oorzaken aan te wijzen:

1. De kieming van het relatief dure zaad was buiten veelal slecht.
2. Tijdens de traditionele, driejarige teelt zijn de planten gedurende de winter kwetsbaar door gevoeligheid voor vorst en uitdroging.

In 1984 was dit voor het Staatsbosbeheer (SBB) aanleiding om zich op teelt in container (plug) te oriënteren. Pluggen zijn minipotjes die op een of andere manier met elkaar zijn verbonden. Meestal zijn dat platen van 40 x 60 cm waarin een zeker aantal uithollingen zijn gemaakt.

Nadat besloten was dat het onderzoek door het Boomteeltpraktijkonderzoek zou worden overgenomen, is eerst de literatuur verkend (Koeze, 1987). Op basis van deze scriptie is een projectvoorstel voor onderzoek geschreven.

De doelstelling van het project was het verbeteren van de teeltzekerheid, het verhogen van het economisch resultaat en het behoud of de verbetering van de plantkwaliteit.

2 LITERATUUR

Een overzicht van de bij het begin van het project beschikbare literatuur is separaat gepubliceerd (Koeze, 1987). Dit hoofdstuk bevat een samenvatting van dat overzicht, waarbij voor de referenties naar de scriptie van Koeze wordt verwezen. Nieuwere literatuur is vooral in hoofdstuk 4.3, de "Algemene bespreking", verwerkt.

De kwaliteit van de zaailing wordt beïnvloed door morfologische kenmerken, zoals de plantlengte, de diameter van de wortelhals en de wortelontwikkeling. Daarnaast spelen fysiologische factoren, zoals winterhardheid, minerale voeding vochttoestand en koolhydraatreserve een rol.

In de literatuur worden de volgende te beïnvloeden plant- en groeifactoren onderscheiden: zaad (kieming), plantdichtheid, water(voorziening), bemesting, temperatuur, licht, CO₂, groeihormonen en wortelontwikkeling.

De opkweek van bosplantsoen in container (plug) bleek vooral ingang te hebben gevonden in Noord-Amerika en Scandinavië. De opkweek in container heeft naast een aantal voordelen op vooral productietechnisch gebied, ook een aantal belangrijke nadelen. Deze zijn niet alleen van economische en organisatorische aard, maar hebben ook betrekking op de groei van de zaailingen. Met name de wortelontwikkeling in het kleine kluitje kan problemen geven. De economische nadelen bestaan er vooral uit, dat de pluggenteelt, vanwege het gebruik van een kas, kapitaalsintensief is.

De gewenste morfologische kenmerken van bosplantsoen, dus ook die van containerplanten, hangen sterk af van de omstandigheden op de plaats van uitplant. Als ongunstige omstandigheden zijn te noemen: een sterke concurrentie van onkruid en andere vegetaties, een lage vochttoestand van de bodem en grote dierpopulaties (veel wildvraat). Voor de plant moet daarbij dan meer aan de maat van de containerplanten worden gedacht dan aan het feit dat zo'n plant in container (plug) was geteeld.

In Finland werd in 1988 40% van het nieuwe bosareaal jaarlijks via natuurlijke verjonging verkregen en werd 60% kunstmatig verjongd; 60% van dat plantmateriaal werd daar in plug of container geteeld (Parviainen, 1988). In Finland zijn er voor grootschalige bosbouw kennelijk weinig problemen bij het gebruik van in plug geteelde planten.

De in de literatuur gevonden economische bevindingen ten aanzien van de teelt bleken niet zomaar op de Nederlandse situatie zijn te betrekken. Daarvoor was de literatuur te specifiek en was er te weinig algemene informatie over economische effecten van het gebruik van pluggen bij de teelt van bosplantsoen beschikbaar.

Reeds in 1987 bleek dat de teelt van bosplantsoen in het buitenland soms al (gedeeltelijk) als kasteelt werd uitgevoerd. Tijdens de kasfase werden de planten dan veelal in pot (plug) geteeld (p-fase); als de planten daarna buiten werden doorgeteeld, stonden ze meestal in de vollegrond.

Aangezien uitval tijdens de winter één van de specifieke problemen van *Pseudotsuga menziesii* was, is in de literatuur ook naar een methode gezocht om in het laboratorium of buiten de vorstgevoeligheid van planten of van delen van planten te meten.

Vooral de elektrolytenlekmethode van Wilner (1955 en 1959), Van den Driesche (1969) en Larsen (1976a en b) bleek goed bruikbaar te zijn voor bovengrondse delen.

Andere methoden waren onder andere:

- een directe weerstandsmeting aan takken van intacte planten het voordeel van deze methode is, dat ze niet destructief is (Wilner, 1961);
- de ninhydrine-methode; deze wordt vooral gebruikt voor wortelmonsters en berust op een reactie van uit de cel geleeke aminozuren met ninhydrine (Wiest en Steponkus, 1976). Ionen uit het wortelmilieu verstoren het resultaat van deze methode niet; wel is de methode zeer bewerkelijk.

3 OPZET VAN HET ONDERZOEK

In 1987 bood de literatuur nog geen kant en klare oplossing voor de problemen zoals die zich in Nederland bij de teelt van bosplantsoen in het algemeen en bij die van *Pseudotsuga menziesii* in het bijzonder voordeden. Wel bood de literatuur houvast voor te verrichten teeltonderzoek. Dat ging vooral in de richting van een zogenaamde "p+1-teelt" (=plugfase + één jaar vollegrond).

De "p+1-teelt" zou voor Nederlandse omstandigheden wel nader moeten worden onderzocht. Daarbij moet worden nagaan of, en zo ja, hoe de p+1-teelt onder Nederlandse omstandigheden haalbaar zou zijn. Na de plugfase wordt in de p+1-teelt nog ongeveer een jaar in de vollegrond doorgeteeld. In relatie tot de p+1-teelt bleven voor *Pseudotsuga menziesii* tien vraagpunten over:

- A. De kieming; is de veldopkomst in de p+1-teelt beter dan in de 1a1+1-teelt?
- B. Graderen van het zaad; biedt graderen mogelijkheden om een gelijkmatiger gewas te krijgen?
- C. Relatie winterhardheid plant en zaadherkomst; de relatie is aangetoond; zijn er betere herkomsten voor Nederland?
- D. Winterhardheid en bemesting; wordt de uitval van zaailingen gedurende de winter versterkt door een zware bemesting in het voorgaande teeltseizoen?
- E. Mycorrhizae in de potgrond; wat is het effect van mycorrhizae op de groei en de winterhardheid?
- F. De potgrond; welke potgrond is het meest geschikt voor de teelt in pluggen?
- G. Het zaaitijdstip; wat is het optimale zaaitijdstip, mede in relatie tot het tijdstip van uitplanten en de potmaat?
- H. Het teeltklimaat tijdens de opkweek in plug; onder welke klimaatsomstandigheden in de kas wordt de optimale groei verkregen?
- I. De potmaat; wat is de beste potmaat voor verschillende teeltduren in plug?
- J. Het tijdstip van uitplanten; wat is het optimale tijdstip van uitplanten, mede in relatie tot potmaat en tijdstip van zaaien?
- K. De kosten van de teeltsystemen; wat is er te zeggen van kostprijs en saldi in de verschillende teeltsystemen?
- L. Bosbouwkundige toetsing; wat is de gebruikswaarde van het plantmateriaal uit de verschillende teeltsystemen?
- M. Economische evaluatie in het bos; wat is er te zeggen van de kosten van plantmateriaal uit de verschillende teeltsystemen bij uitplant in het bos?

Op C en D na zouden deze punten ook voor *Pinus sylvestris* kunnen gelden.

Via een p+1-teelt van *Pseudotsuga* wordt ten opzichte van de traditionele driejarige teelt een aanzienlijke verkorting van de teeltduur bereikt. Dit zou voor verlaging van de teeltkosten moeten zorgen. Om vast te kunnen stellen hoe het teeltsysteem er in Nederland uit zou moeten zien en om de economische consequenties van die teeltsystemen de kunnen beoordelen, is voor *Pseudotsuga* en *Pinus* in de eerste plaats aandacht geschonken aan de punten G, I, J en K. Ook is aandacht geschonken aan het effect dat het teeltsysteem zou kunnen hebben op de winterhardheid van de planten. Geringe aandacht ging tenslotte uit naar punt F; daarvoor werd pH-effecten op de groei van *Pseudotsuga* bestudeerd.

De andere punten zijn vanwege lagere urgentie niet in onderzoek genomen (B, C en H) of in afzonderlijke projecten ondergebracht (A in project 3400, D in project 3100 (Ruesink, 1995), E in project 5002 ; punt L werd op het Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN) opgepakt (Grimberg en Oosterbaan, 1992 en Oosterbaan, 1994). Punt M is niet aan de orde gekomen.

Bij de meeste proeven heeft de teeltfase in plug/container op de Boomteeltproeftuin in Horst plaats gevonden. Vaak werden polystyreen pluggentrays in diverse maten gebruikt. Daarnaast werden echter ook verschillende typen plastic trays gebruikt. Gedurende het onderzoek werden de plastic trays steeds meer gebruikt.

De van Staatsbosbeheer betrokken zaden van zowel *Pinus sylvestris* als van *Pseudotsuga menziesii* werden gezaaid in bemeste potgrond (0,75 kg PG-mix en 1 kg Dolokal per m³) en afgedekt met enkele mm's vermiculiet. Na inzaai stonden de pluggen aanvankelijk altijd in de kas. De kastemperatuur werd na het zaaien aanvankelijk op 16/12°C (dag/nacht) en na het kiembladstadium op 20/16°C ingesteld. Na eind mei werden de plugtrays, als de zaailingen het kiembladstadium tenminste waren gepasseerd, meestal buiten op het containerveld neergezet.

Het teeltonderzoek in de vollegrond is voornamelijk op het proefveld in Zundert uitgevoerd. De winterhardheidstoetsingen aan planten uit enkele teeltsystemen, alsmede de bedrijfseconomische analyse van enkele teeltsystemen (Spengelink, 1992) werden in Boskoop op het Proefstation uitgevoerd.

Het onderzoek aan de aspecten zaaitijdstip, potmaat en tijdstip van uitplanten bestond er steeds uit, dat voor alle drie verschillende tijdstippen, c.q. maten werden gecombineerd. Uit de beoordelingen van de planten konden zo onderlinge relaties worden waargenomen. Bij de beoordeling van de planten werd niet alleen de omvang en hoogte van het opgewas beoordeeld, maar nadrukkelijk ook het wortelgestel. Ook de snelheid van uitlopen in het voorjaar en het afsluiten van de groei in het najaar waren punten van beoordeling.

In het onderzoek naar de relatie tussen winterhardheid en teeltsysteem werd met behulp van de elektrolytenlekmethode van Wilner (1955 en 1959), Van den Driessche (1969) en Larsen (1976a en -b) de winterhardheid bepaald aan naalden en aan stukjes stengel van *Pseudotsuga*-planten uit drie verschillende teeltsystemen: de 1a1 + 1-teelt, de p + 1,5-teelt en de p + 1-teelt.

Voor de 1a1 + 1-teelt werd op 23/4/'91 direct in de vollegrond gezaaid; voor de p + 1,5-teelt gebeurde dat op 4/4/'91 in 45-gaats plastic trays ("Rigipot") en werd op 12/8/'91 in de vollegrond uitgeplant. Voor de p + 1-teelt werd op 1/7/'91 in hetzelfde type 45-gaats plastic trays gezaaid. In week 50, na de tweede hardheidstoetsing, zijn deze trays in een koelcel bij +1°C geplaatst. In deze proef was uitplanten voor deze plantjes niet meer aan de orde.

In de winterhardheidsproef is oriënterend het effect van een mycorrhiza, *Laccaria bicolor*, onderzocht. Daartoe is in betreffende behandelingen aan de zaaigrond voor de pluggenteelt de op perlite gekweekte mycorrhiza toegevoegd. Aan de behandelingen zonder mycorrhiza is eenzelfde hoeveelheid schone perlite toegevoegd.

Voor uitvoering van de elektrolytenlekttest werd op zes tijdstippen, week 44, 50, 3, 7, 11 en 15, het opgewas van *Pseudotsuga*-planten uit betreffende teeltsystemen in een temperatuurkast gedurende zekere tijd aan bepaalde temperatuurregimes blootgesteld. Zo'n regime hield in, dat na starten van het programma vanaf 4°C in een uur tijd met 5°C daalde, waarna de temperatuur gedurende twee uur constant bleef. Na deze periode van twee uur werden de monsters voor de eigenlijke elektrolytenlekttest genomen; daarna werd voor de resterende planten de temperatuur nog eens enkele keren met 5°C verlaagd; deze stapsgewijze temperatuursverlagingen met steeds twee uur houdtijd er na, alsmede de bijbehorende testen werden, afhankelijk van het weeknummer, tot -21 of -30°C voortgezet. In januari en februari werd tot -30°C gegaan; dan lag de eerste test bij -11°C, terwijl daarvoor van -1 tot -21°C werd getest.

In de elektrolytenlekttest werd uiteindelijk het percentage beschadiging aan het opgewas van planten uit de verschillende teeltsystemen vastgesteld zoals dat door de temperatuursbehandeling was veroorzaakt. Dat percentage beschadiging werd vervolgens gecorrigeerd voor de elektrolytenlek van monsters die bij +4°C waren bewaard; deze elektrolytenlek bestaat uit de "natuurlijk" lek en uit de lek uit snijwonden. De netto beschadiging is als "It"-waarde uitgedrukt (bijlage 5).

De uitgevoerde proeven (activiteiten) zijn samengevat in bijlage 1.

4 RESULTATEN EN BESPREKING

4.1 PSEUDOTSUGA MENZIESII

4.1.1 Algemeen

Verwacht werd, dat in de kas in de plug de kieming veel minder problemen zou geven dan buiten in de vollegrond. Om deze reden is in dit project aan het verbeteren van de kieming geen onderzoek gedaan. Inderdaad bleek dat, mits de zaden voldoende lang (tenminste 8 à 10 weken) kou hadden gehad, de opkomst in de plug in de kas altijd ongeveer 90% was.

In één proef is het effect van de pH van de zaaigrond op de groei van *Pseudotsuga menziesii* in plug onderzocht. De planten werden geteeld in standaard potgrond waaraan als basisbemesting per m³ 0,5 kg PG-mix was toegevoegd. De pH-trappen werden gemaakt door verschillende hoeveelheden Dolokal toe te voegen. Bij een pH van 5,6 of hoger werd al geelverkleuring van de naalden en groeiremming waargenomen. Bij een pH van 4,6 was de gewaskleur goed en werd de sterkste groei geconstateerd. Bij pH 4,3 was de gewaskleur ook goed, maar was de gemiddelde plantlengte iets kleiner dan bij pH 4,6.

4.1.2 Zaaitijdstip, potmaat en tijdstip van uitplanten

Teeltkundig vormden zaaitijdstip, potmaat en tijdstip van uitplanten de hoofdmoot van het teeltonderzoek. Snel werd duidelijk, dat deze drie punten sterk samenhangen. Staan de zaailingen te lang in een plug (pot), dan bestaat de kans dat de wortels in het potje rond gaan draaien, of dat het kluitje te sterk doorworteld raakt.

Gebleken is dat ronddraaien van de wortels op tenminste twee manieren kan worden tegengegaan. Door pluggen te nemen die aan de binnenzijde verticale ribbels hebben, wordt bevorderd dat de wortels direct recht naar beneden groeien, waardoor vroegtijdig ronddraaien wordt voorkomen. Door bovendien gebruik te maken van pluggen zonder bodem, die gedurende de teelt los van de ondergrond staan, vindt luchtsnoei van de wortels (verdrogen van de uitgroeiende worteltoppen) plaats, waardoor ronddraaien wordt voorkomen. Tevens wordt op deze manier de vertakking van de wortels gestimuleerd.

Een te sterke doorworteling veroorzaakt echter een te vaste kluit en dit geeft na uitplanten, net als een ronddraaiende wortel, het risico van afknellen van wortels. Daarnaast geeft een te vaste kluit het risico van uitdrogen na uitplanten, doordat de wortels uit zo'n kluit niet snel genoeg uitwortelen. Bij gebruik van een grotere plugmaat zal de kluit minder snel doorworteld zijn, zodat later kan worden uitgeplant. Uit het onderzoek bleek dat bij plugmaten tot een inhoud van ongeveer 50 ml met luchtsnoei de teeltduur van *Pseudotsuga* onder de gegeven omstandigheden niet langer dan zes à acht weken mocht zijn. Bij gebruik van trays met een groter aantal pluggen per tray werd in dezelfde tijd een vooral een sterkere diktegroei en in mindere mate een sterkere lengtegroei van de planten waargenomen (zie tabel 1). Bovendien was de vertakking van de planten in grotere pluggen beter dan in kleinere. Aangezien de kosten voor het gebruik van de kas in de economische berekeningen zijn bepaald door de gebruikte ruimte en de tijdsduur, betekent het gebruik van grotere pluggen echter wel een hogere kostprijs van de planten.

Tabel 1

Gemiddelde dikte (D, in mm) en lengte (L, in cm) van *Pseudotsuga menziesii* zaailingen na (ruim) één teeltjaar (op 27/2/'89) bij drie plugmaten en vier zaaidata. De 204-gaats was een polystyreen tray; beide andere waren plastic trays.

plugmaat	zaaidatum					
	17/02/'88		06/03/'88		28/03/'88	
	D	L	D	L	D	L
204-gaats	2,7	31	2,8	33	2,5	31
160-gaats	3,0	30	3,0	34	2,8	30
56-gaats	3,5	30	4,0	35	3,8	30

In de proeven werd *Pseudotsuga menziesii* veelal in tempex trays met 204 gaten (P204) gezaaid. De diepte van de gaten was 7,5 cm, de bovenwijdte 2,5 cm en de onderwijdte 1,8 cm. De inhoud van deze pluggen was ongeveer 27 ml. Voor betrekkelijk kort durende teelten van naaldhout zijn deze plugmaten goed bruikbaar, maar voor langer durende teelten en voor loofhout zijn ze gauw te klein. Afhankelijk van de geplande teeltduur in tray werd ook wel in trays met 84 of 40 gaten (resp. P84 en P40) gezaaid. Deze trays hadden als diepte, boven- en onderwijdte van respectievelijk 7,5 - 4,5 - 4,0 cm en 9,5 - 6,7 - 4,0 cm. Deze inhouden waren respectievelijk ca. 120 ml en ca. 850 ml. P84 en P40 zijn met name voor de teelt van onderstammen in gebruik, waarbij in de praktijk vaak eerst in P204 wordt gezaaid en in P40 wordt verspeend (Van Iersel, 1992).

Ten aanzien van het tijdstip van uitplanten en ten aanzien van de teeltduur in de plug waren de resultaten duidelijk. In de proef van 1988/'89, met zes uitplant-tijdstippen (van juli 1988 tot april 1989, zie bijlage 2), bleek bij meting eind 1989, dat zowel de lengte-, als de diktegroei minder was geweest naarmate de zaailingen later in de vollegrond waren uitgeplant. Zowel voor het zaaisel in tray van 28 maart 1988 als voor dat van 18 april gaf uitplanten in juli-augustus 1988 eind 1989 de zwaarste planten. In de vollegrond gezaaide planten bleven overigens ver in groei achter (zie bijlage 2). In deze proef werden overigens veel ronddraaiende wortels waargenomen bij de in plug gezaaide planten. Voor de hier gebruikte 160-gaats plastic trays was een teeltduur van vier maanden in plug dus duidelijk te lang. Of eerder uitplanten nog zwaardere planten had opgeleverd, is niet nagegaan, maar uit andere proeven is wel duidelijk dat eerder uitplanten het ronddraaien van de wortels vrijwel kan voorkomen. De proef van 1989/'90 was wat tijdstippen van uitplanten betreft iets beperkter van opzet; hier werd slechts op twee tijdstippen (21/7 en 17/8) uitgeplant. Het uitplanttijdstip had nu weinig invloed op de groei. Vermoedelijk lagen de uitplanttijdstippen in deze laatste proef te dicht bij elkaar om groeiverschillen te mogen verwachten.

In de loop van het onderzoek bleek dat de snelheid van afrijpen in het najaar in de verschillende behandelingen niet altijd hetzelfde was. De afrijping is van belang bij vroeg invallende (nacht)vorst. Gekeken is of de eindknop op een bepaald tijdstip in het najaar was aangelegd en zo ja, of deze hard was. Dit werd zowel voor de hoofdas, als voor de zijscheuten bekeken.

In twee proeven werd waargenomen, dat de verplante zaailingen uit de vollegrond in het tweede teeltjaar minder goed afrijpten dan de zaailingen uit de pluggen. Hoe eerder de planten in de trays waren gezaaid, des te beter was de

afrijping. Het tijdstip van uitplanten had ook een duidelijk effect op de afrijping. De zaailingen die vroeg in de zomer of na de winter waren uitgeplant, rijpten aan het eind van het tweede groeiseizoen beter af dan die in de nazomer of in het najaar waren uitgeplant. Een tamelijk lang groeiseizoen na het uitplanten was dus gunstig voor het afrijpen van *Pseudotsuga*-zaailingen.

In de laatste teeltproef met *Pseudotsuga menziesii* is het overplanten van zaailingen uit plug naar de vollegrond vergeleken met overplanten in een pot. Daarbij werden ook weer twee tijdstippen voor het zaaien in plug vergeleken: één begin september en één in eind maart. Een deel van de zaailingen werd in 1990 op twee tijdstippen (half mei en half juni) in container opgepot. Zo'n teeltsysteem werd een p+C-teelt genoemd. Deze teelten werden eind 1990 beëindigd. Daarnaast werden zaailingen op dezelfde twee tijdstippen van plug naar vollegrond verplant; deze werden 1,5 jaar in vollegrond doorgeteeld: de p+1,5-teelt.

Tabel 2

Percentage (%) *Pseudotsuga*-planten met afgerijpte eindknoppen op 26 oktober 1990 en de gemiddelde dikte (in mm) en lengte (in cm) op 4 december 1990 voor de p+C-planten en op 10 januari 1992 voor de p+1,5-planten. Gezaaid was in 160-gaats plastic trays. Per kolom geldt, dat getallen die gevolgd worden door ongelijke letters, significant van elkaar verschillen bij $P > 0,05$.

zaaidatum	verplant-datum	verplant in	%	dikte	lengte
05/09/'89	15/05/'90	container	92	7,6	38
26/03/'90	19/06/'90	container	94	5,2	27
05/09/'89	01-06-'90	vollegrond	96b	13,1b	58a
26/03/'90	19/06/'90	vollegrond	73a	10,9a	47a

Eind 1990 waren de in september opgepotte planten groter en dikker dan de opgepotte planten die in het voorjaar waren gezaaid, maar ze voldeden lang niet aan de norm van 60 cm die traditioneel voor een driejarig gewas geldt. Eind 1990 waren de planten van de septemberzaai wel beter afgerijpt (meer eindknoppen) dan die van de voorjaarszaai, maar dit resulteerde gedurende de opvolgende winter zeker niet in minder vorstschade (zie tabel 2).

Eind 1991 waren de in de vollegrond staande planten van de septemberzaai niet betrouwbaar groter, maar wel dikker en weer beter afgerijpt dan de eveneens in de vollegrond staande planten van de voorjaarszaai. Al deze planten voldeden bijna wel aan de norm van 60 cm (zie tabel 2).

Geconcludeerd werd in deze proef, dat een p+1,5 teelt voor *Pseudotsuga menziesii* tenminste teeltkundig een goed alternatief kan zijn voor een driejarige vollegrondsteelt. Een éénjarige p+C-teelt biedt voor *Pseudotsuga* geen perspectief.

4.1.3 Winterhardheid

Aangezien problemen met de overwintering bij de teelt in de vollegrond mede aanleiding voor het onderzoek waren, is tenslotte nagegaan in hoeverre het teeltsysteem de vorstgevoeligheid van de jonge zaailingen beïnvloedt. Vergeleken zijn ongeveer één jaar (één groeiseizoen) oude zaailingen uit drie verschillende

teeltsystemen: de 1a1 + 1-teelt, zijnde het in de praktijk gebruikelijke teeltsysteem, de p + 1,5-teelt, zijnde het systeem dat er in dit onderzoek goed uit kwam en de p + 1- teelt zijnde het teeltsysteem dat in de literatuur veel wordt genoemd. De p + 1-teelt is in dit onderzoek meegenomen omdat eerder was gebleken dat de groei hierin maar weinig onderdoet voor die in de p + 1,5-teelt en omdat dan de mogelijkheid zou bestaan de planten in plug, dus zeer compact, in een koelcel beschermd te overwinteren.

De planten uit de p + 1-teelt waren begin juli in plug gezaaid; ze werden in plug in de koelcel overwinterd, terwijl de planten van de beide andere teelten buiten in de vollegrond stonden.

Door middel van de elektrolytenlekmethode (zie hoofdstuk 3) is de winterhardheid bepaald aan naalden en aan stukjes stengel.

It-waarden (% beschadiging bij gegeven temperaturen) voor de naaldenmonsters zijn samengevat in bijlage 5. Het vorstgevoeligheidspatroon van stengels lijkt voor de de winterperiode erg op die van de naalden. De vorstgevoeligheden van naalden uit een 1a1 + 1-teelt en een p + 1,5-teelt verschilden weinig, terwijl de vorstgevoeligheid van stukjes stengel uit de 1a1 + 1-teelt de hele winter groter was dan die van stukjes stengel uit de p + 1,5-teelt. De vorstgevoeligheid van naalden en stengels uit de p + 1-teelt was gedurende het winterhalfjaar vrijwel altijd minder groot was dan die van naalden en stengels uit de 1a1 + 1-teelt.

Geconcludeerd werd dat de winterhardheid van de planten uit de p + 1,5- en de p + 1-teelten in de periode februari/maart, dat is in de praktijk de periode met de grootste problemen, eerder groter dan kleiner was dan die van planten uit de 1a1 + 1-teelt. Ook eerder in de winter was de winterhardheid van de (tijdelijk) in plug geteelde plantjes niet minder dan die van plantjes uit de 1a1 + 1-teelt. In datzelfde onderzoek bleek dat de aanwezigheid van mycorrhizae (*Laccaria bicolor*) tijdens de teelt geen invloed had op de winterhardheid (zie ook bijlage 5).

Voorlopige conclusies van Van Tol over effecten van dezelfde mycorrhizae op de groei van *Pseudotsuga menziesii* zaailingen duiden er op, dat de mycorrhizae in het eerste jaar een positief effect hebben op de groei (lengte, dikte en plantgewicht) van de zaailingen. Een verband tussen groeikracht en winterhardheid kan echter niet zo maar worden gelegd, omdat de gevonden effecten van enerzijds winterhardheid en anderzijds groeikracht in verschillende proeven werden gevonden.

De relatie tussen winterhardheid en bemesting van *Pseudotsuga menziesii* was onderwerp van een afzonderlijk project (nr. 3100). Daarin werd het effect van verschillende stikstof- en kaliniveaus in de plant op de vorstgevoeligheid van naalden en knoppen onderzocht. De belangrijkste conclusies uit dat onderzoek waren, dat de verschillen in vorstgevoeligheid bij uiteenlopende stikstof- en kaliniveaus erg klein (maximaal ca. 3°C) waren (Ruesink, 1995). Wel was er een tendens waar te nemen, dat bij een hoger stikstofniveau in de potgrond (en tot op zekere hoogte ook in het gewas) de naalden minder vorstgevoelig waren, terwijl bij een lager stikstofniveau juist de knoppen minder vorstgevoelig waren. Voor de knoppen sluiten deze resultaten dus aan bij de vaak in de praktijk gehoorde mening, dat een sterke stikstofbemesting een negatief effect heeft op de winterhardheid van *Pseudotsuga*-zaailingen.

Een hoog kaliniveau in de potgrond (en tot op zekere hoogte in het gewas) resulteerde in een verminderde opname van calcium en magnesium. De in de praktijk levende gedachte, dat kalium een gunstig effect heeft op de vorststres-

tentie, kon niet worden bevestigd. Bij de naalden kon geen invloed van kaliumbemesting op de vorstgevoeligheid worden vastgesteld. Bij de knoppen had een hoog kaliumniveau in de potgrond zelfs een iets negatief effect. Ruesink concludeerde dat de ideale gehalten van stikstof en kalium voor een optimale vorstresistentie lager zijn dan de ideale niveaus van beide elementen voor maximale bovengrondse groei. Voor wortelgroei en vorstresistentie stemmen de ideale gehalten van beide elementen volgens Ruesink beter overeen.

4.1.4 Bedrijfseconomische analyses

Van een drietal teeltsystemen zijn de economische perspectieven doorgelicht (Spenkelink, 1992). Deze teeltsystemen waren de traditionele 1a1+1-teelt, een p+C-teelt (van plug overgepot in container) en een p+1,5-teelt. Aangenomen is, dat er voor de p+1,5-teelt in het voorjaar in de kas in plug is gezaaid, dat de zaailingen vervolgens in de zomer in de vollegrond zijn uitgeplant en dat ze aan het eind van het volgende groeiseizoen leverbaar zijn. In de p+C-variant is in juli/augustus in plug gezaaid. De zaailingen zijn na afharding in plug overwinterd en in het voorjaar opgepot in een 1,1 liter container. Afhankelijk van het tijdstip van oppotten zijn de planten eerst nog enige tijd in een kas gezet, alvorens ze buiten werden doorgeteeld. Aan het eind van hetzelfde jaar zouden de planten leverbaar moeten zijn.

De gehanteerde kengetallen in dit onderzoek waren: het saldo per jaar, het saldo per arbeidsuur en de kostprijs. Bovendien is nagegaan hoe gevoelig de economische resultaten zijn voor veranderingen in de uitgangspunten, te weten de economische teeltduur, de prijs van de plugzaailing, de opbrengstprijs, de benodigde hoeveelheid arbeid en het percentage leverbaar.

In tabel 3 zijn de saldi samengevat.

Tabel 3

Het saldo per arbeidsuur en het saldo per ha per jaar voor drie teeltsystemen van *Pseudotsuga menziesii* (Spenkelink, 1992).

teeltmethode	saldo per arbeidsuur in guldens	saldo per ha per jaar in guldens	kostprijs per 1000 stuks in guldens
1a1+1	36,55	1.624,--	877,--
p+1,5	42,43	2.975,--	932,--
p+C	-/ 0,40	-/ 87.979,--	1.227,--

Spenkelink wijst er op, dat deze saldi niet zonder meer met elkaar mogen worden vergeleken omdat de niet-toegerekende kosten verschillend zijn. Omdat de toegerekende kosten voor de p+C-teelt hoger zijn dan voor de beide andere teelten, mag wel worden geconcludeerd, dat de p+C-teelt economisch niet aantrekkelijk is.

Als belangrijke oorzaak voor de hoge saldi van de p+1,5-teelt wijst Spenkelink er op, dat per 1000 planten veel minder arbeid nodig is dan bij de 1a1+1-teelt (zie bijlage 3). Wel dient hierbij te worden aangetekend, dat in zijn beschouwing de plugfase was uitbesteed.

De kostprijzen van de 1a1+1-teelt en de p+1,5-teelt lopen niet zo ver uiteen. De p+C-teelt prijst zich met een kostprijs van f 1.227,--/1000 uit de markt (zie tabel 3 en bijlage 3).

In de praktijk wordt als één van de oorzaken van het slechte rendement van de

1a1 + 1-teelt wel het dure zaad genoemd. Spenkelink toont aan, de post zaad echter slechts 5% van de kostprijs beslaat. De prijs van het zaad heeft dus weinig invloed op de rentabiliteit van de teelt.

Spenkelink concludeert verder, dat bij de p + 1,5-teelt de prijs van de plugzaailing invloed heeft op het economisch resultaat van de gehele teelt. Stijgt, bij een opbrengstprijis van f 565,- per 1000 planten uit de 1a1 + 1- en de p + 1,5-teelten, de prijs van de plugplant boven de f 140,- per 1000 stuks, dan blijkt de 1a1 + 1-teelt aantrekkelijker te zijn.

Uit de berekeningen over het effect van het niveau van de opbrengstprijis concludeert Spenkelink het volgende.

Op bedrijven waar arbeid de beperkende produktiefactor is, leidt een hogere opbrengstprijis tot vergroting van het economisch voordeel van de p + 1,5-teelt ten opzichte van de 1a1 + 1-teelt.

Ten aanzien van het in de berekeningen gehanteerde percentage leverbaar concludeert hij, dat een kleine verhoging of verlaging van dat percentage vooral voor bedrijven waar grond de meest beperkende produktiefactor is, tot geheel andere conclusies kan leiden. Voor bedrijven waar arbeid de beperkende factor is, is dit niet het geval.

4.2 PINUS SYLVESTRIS

4.2.1 Algemeen

Veel van hetgeen bij *Pseudotsuga* over effecten van de potten is geschreven geldt ook voor *Pinus sylvestris*. Juist bij *Pinus* moet worteldeformatie (ronddraaien en een te vaste kluit) worden voorkomen. Een gedeformeerde wortel veroorzaakt na uitplanten in het bos vooral bij *Pinus sylvestris* instabiliteit en vergroot daardoor de kans op omwaaien van de boom.

In de proeven viel de opkomst van *Pinus* enkele keren sterk tegen. Ondanks een vitaliteit van ruim 90%, varieerde de kieming meestal maar tussen ongeveer 50 en 70%. Naar oorzaken is in dit project niet gezocht. Wellicht biedt project 3400 uitkomst.

4.2.2 Zaaitijdstip, potmaat en tijdstip van uitplanten

Pinus sylvestris werd reeds in de eerste proef (1987/'88) opgenomen. Op 25 maart 1987 in plug (204-gaats polystyreenplaten) gezaaide planten werden daarin op zes verschillende tijdstippen (28/6/'87 tot 9/4/'88) in de vollegrond uitgeplant. Daarbij bleek aan het eind van het tweede teeltjaar al, dat de planten die het kortst in de plug hadden gestaan (3 maanden) het langst én het dikst waren (tabel 4).

Tabel 4

Gemiddelde dikte (in mm), lengte (in cm), percentage planten met gedraaide wortels en percentage planten met een vertakte kop van op 25 maart 1987 in plug gezaaide *Pinus sylvestris*. Uitzaaidatum vollegrond: 27 april 1987. Beoordeling vond eind 1988 plaats.

plantdatum	dikte	lengte	gedraaide wortels	vertakte kop
28/06/'87	11,4	35	36	13
23/07/'87	10,4	31	91	33
24/08/'87	9,9	30	87	25
15/10/'87	9,8	29	97	17
11/03/'88	9,6	36	96	1
09/04/'88	9,2	33	93	3
vollegrond	6,9	20	11	0

Helaas was in de proef voor *Pinus sylvestris* geen kortere tijd tussen zaaien en uitplanten opgenomen.

Vergeleken met de vollegrondsteelt (1 + 1) waren de planten uit alle p + x-teelten beduidend langer en dikker. In deze proef viel op, dat als nog hetzelfde jaar uit de plug in de vollegrond werd uitgeplant, bij tamelijk veel planten (13 - 33%) een vertakte kop viel waar te nemen. Deze ongewenste groeiwijze was bij in de vollegrond gezaaide planten geheel afwezig en bij planten die in het voorjaar werden uitgeplant vrijwel.

Als de planten langer dan drie maanden in deze kleine pluggen (204-gaats) hadden gestaan, waren de wortels sterk gedraaid.

In een volgende proef (1989/'90) werd *Pinus sylvestris* op drie tijdstippen, half februari, half maart en half april 1989, in grotere pluggen gezaaid: 160 pluggen per tray en voor half maart ook 63 pluggen per tray. Op 21 juli werden deze zaailingen in de vollegrond uitgeplant.

In alle behandelingen was de groei zeer goed. Eind 1990 hadden de planten die op 13 maart in de trays van 63 pluggen per tray waren gezaaid de maat 60/80 bereikt. Problemen met dubbele koppen kwamen deze keer niet voor.

In de laatste teeltproef met *Pinus sylvestris* werd nagegaan of vanuit de plug overzetten in container (1,1 liter) meer perspectief zou bieden dan verplanten in de vollegrond. Twee zaaidata (5/9/'89 en 26/3/'90) werden gecombineerd met twee tijdstippen van uitplant (15/5/'90 en 19/6/'90).

Eind 1990 voldeden *Pinus*-planten in alle behandelingen de aan de minimum eisen voor leverbaar: minimum lengte: 12 cm, minimum dikte: 5 mm en minimale lengte/dikteverhouding: 1/2,5. De containerplanten waren met 6 à 7 mm tamelijk dun en met 15 à 18 cm tamelijk kort. In de vollegrond werden de planten ruim 14 mm dik en 42 cm lang. Ondersnijden had de gewasopbouw wellicht nog kunnen verbeteren; vermoedelijk was dat ten koste van de lengte- en diktegroei was gegaan. Direct zaaien in de eindpot leverde geen noemenswaardig verschil op met zaaien in pluggen (160 gaten per plastic tray). Ook zaaien in een veel grotere pot leverde ongeveer dezelfde lengte- en diktecijfers op als bij uitzaai in pluggen.

De conclusie uit deze proef was, dat voor *Pinus sylvestris* een p + C-teelt of eventueel een éénjarige teelt in plug en/of pot teeltkundig wel perspectieven biedt.

4.2.3 Bedrijfseconomische analyses

Voor een viertal teeltsystemen van *Pinus sylvestris* lichtte Spenkelink (1992) de economische perspectieven door. Deze teeltsystemen waren de traditionele 1+1-teelt, de p+1,5-teelt, de p(84)-teelt en de p(40)-teelt. In de beide laatste teeltsystemen staat het getal achter de p voor het aantal pluggen per tray; hoe lager dat getal, des te groter is de inhoud van een plug. Bij deze teelten wordt vroeg in het voorjaar in de kas gezaaid; half mei zijn de planten in tray buiten op het containerveld geplaatst.

In tabel 5 zijn de door Spenkelink berekende saldi van de vier teeltsystemen samengevat.

Tabel 5

Het saldo per arbeidsuur en het saldo per ha per jaar (in guldens) voor vier teeltsystemen van *Pinus sylvestris* (Spenkelink, 1992).

teeltmethode	saldo per arbeidsuur in guldens	saldo per ha per jaar in guldens	kostprijs per 1000 stuks in guldens
1 + 1	49,29	17.764,--	302,--
p + 1,5	27,84	-/- 3.555,--	493,--
p(84)	-/- 105,72	-/- 196.874,--	335,--
p(40)	-/- 182,54	-/- 313.404,--	681,--

De p-teelten hebben zeer lage saldi. Bovendien wijst Spenkelink erop, dat de saldi van de p-teelten niet zonder meer met die van de andere teeltmethoden mogen worden vergeleken omdat de niet-toegerekende kosten in verband met het containerveld hoger zijn. Spenkelink concludeert dat in geen van de drie p-teelten de niet-toegerekende kosten terug worden verdiend. Ook in de p+1,5-teelt is het saldo per arbeidsuur immers, na aftrek van een uurtarief van F. 34,50, negatief.

Uit de opbouw van de kostprijs (bijlage 4) is af te lezen, dat de hoge aankoopkosten van de plugzaailingen alle p-teelten van *Pinus sylvestris* onaantrekkelijk maken.

Verkorting van de teeltduur tot één jaar, door in het voorjaar de plugzaailing al in de vollegrond te planten, resulteert in hogere saldi en een lagere kostprijs. Bij verder gelijkblijvende uitgangspunten is het saldo per uur van deze p+1-teelt f 33,32, het saldo per ha -/- f 1.226,-- en de kostprijs f 377,-- per 1000 planten. Een vergelijking met de 1+1-teelt leert echter, dat de 1+1-teelt dan economisch toch nog aantrekkelijker is.

Spenkelink analyseerde de gevoeligheid van de uitkomsten voor enkele prijsniveaus. Hij concludeerde, dat een realistische verlaging van de kosten van de plugzaailingen bij de p+1,5-teelt geen saldi oplevert die vergelijkbaar zijn met de saldi van de 1+1-teelt. De saldi van de p-teelten blijken sterk op prijsveranderingen van de plugzaailingen te reageren, maar niet zodanig dat bij realistische prijzen van de plugzaailingen de saldi in de buurt van die van de 1+1-teelt komen.

Voorts concludeert Spenkelink, dat het niveau van de opbrengstprijzen weinig invloed heeft op de onderlinge verhoudingen tussen de 1+1- en de p+1,5-teelt. Bij de p-teelten bleek een verhoging van de opbrengstprijzen tot een zeer sterke stijging van de saldi te leiden. Bij de teelt van onderstammen liggen de op-

brengeprijsen (veel) hoger bij gelijkwaardige kostenniveaus. De praktijk blijkt reeds veel belangstelling voor de teelt van onderstammen in plug te hebben. Tenslotte concludeert Spenkelink, dat beperkte verschuivingen in de uitgangspunten ten aanzien van de benodigde hoeveelheid arbeid en het percentage leverbaar geen invloed hebben op de door hem getrokken conclusies.

4.3 ALGEMENE BESPREKING

De doelstelling van het project, verbeteren van de teeltzekerheid en verhogen van het economisch resultaat met behoud of verbetering van de plantkwaliteit van gezaaid bosplantsoen, is ten dele gehaald: voor *Pseudotsuga menziesii* wel en voor *Pinus sylvestris* niet.

Voor *Pseudotsuga menziesii* kon worden aangetoond dat zaaien in plug, gevolgd door één of anderhalf jaar doorteelt in de volle- grond niet alleen teeltkundig, maar ook economisch aantrekkelijk is. Dit sluit aan bij bevindingen van Hahn (1984), die als belangrijk aansluitend voordeel noemt, dat deze zaailingen in het noordwesten van de USA in het bos een goede aanslag en hergroei hebben. Overigens benadrukt Hahn in zijn conclusies, dat p+1-teelt één van de teeltsystemen voor bosplantsoen is en ook niet meer dan dat. Wat interessant is voor het ene gewas hoeft dat voor een ander gewas nog niet te zijn.

Voor tweejarig *Pinus sylvestris* bosplantsoen is aangetoond, dat (tijdelijke) teelt in plug/container economisch niet aantrekkelijk is. Teeltkundig lukte het wel en bij de teelt voor onderstammen zijn de economische perspectieven ook beter. Versteegen en Verstraelen (1993) berichtten hierover. De hogere prijs van de plant als onderstam (vergeleken met gebruik als bosplantsoen) maakt dat de pluggenteelt voor zo'n toepassing toch aantrekkelijk kan worden. Spenkelink (1992) gaf dat bij *Pinus sylvestris* ook al aan. Versteegen en Verstraelen (1993) wisten met verschillende loofhoutgewassen in zestien tot twintig weken vanaf zaaien tot een bruikbare zetstam te komen!

Eén van de aanvankelijk gestelde problemen bij *Pseudotsuga* ging over de uitval in de winter. Deze uitval zou samenhangen met afname van de winterrust, c.q. de winterhardheid. Aangetoond is, dat ten opzichte van de 1a1+1-teelt de teeltsystemen met plug, zowel de p+1,5-, als de p+1-teelt, de winterhardheid zeker niet nadelig beïnvloeden. Het tegendeel was eerder waar.

De in de praktijk levende gedachte, dat de winterhardheid door een hoge stikstofbemesting ongunstig en door een hoge kaliumbemesting gunstig zou worden beïnvloed, kon door Ruesink (1995) niet worden bevestigd.

In het project is weinig aandacht besteed aan zaaidiepte bij de teelt in plug. Minore e.a. (1993) deden dat wel. Zij varieerden de zaaidiepte van *Pseudotsuga* van 0,5 tot 4,5 cm. De snelheid van kieming was lager naarmate dieper was gezaaid. Zaaien op 0,5 of 1,5 cm leidde uiteindelijk tot evenveel kiemplanten, maar naarmate dieper (dan 1,5 cm) werd gezaaid was het uiteindelijke aantal kiemplanten lager. De zwaarste beworteling werd verkregen na uitzaai op 1,5 cm diepte. Minore benadrukt, dat deze conclusie geldt voor het door hem in dat onderzoek gebruikte type plug, de "Leach Super Cell". Deze waren 21 cm hoog en hadden inwendig een diameter van 4 cm. De zaden werden afgedekt met hetzelfde medium als waar ze op lagen: een 1:1-mengsel van turfmoalm en vermiculiet. In eerder onderzoek had Minore (1985) met grotere potten gewerkt (15 cm hoog en 15 cm diameter) en daarbij de zwaarste planten verkregen na uitzaai op 4,5 cm diepte. Overigens was in dat onderzoek de kieming op diepten

groter dan 1,5 cm ook slechter dan op diepten kleiner dan 1,5 cm. In het eigen onderzoek werden de zaden alleen met enkele mm's vermiculiet afgedekt.

Alhoewel in dit onderzoek verschillende typen en fabrikaten van plugs zijn beproefd, is daar uiteindelijk nauwelijks op ingegaan. De ontwikkelingen in de praktijk zijn wat dat betreft zo snel gegaan, dat de eerste typen plug soms al lang weer zijn achterhaald. Wijchman (1989) ging uitvoerig in op de teelt van bosplantsoen in mini-plug. Bij een in Nederland gevestigde dochteronderneming van het Amerikaanse papier- bosbouw- en boomkwekerijbedrijf Weyerhausen werden deze mini-plugs op grote schaal zowel voor zaaïen als voor stekken gebruikt. Inmiddels heeft het bedrijf in Nederland haar poorten gesloten, maar niet omdat het productiesysteem in mini-plug niet zou voldoen. In Amerika wordt er nog steeds mee gewerkt. Met de mini-plug wordt de teeltduur dan ook, vergeleken met traditioneel geteeld plantgoed, met gemiddeld een jaar verkort (Wijchman, 1989). Zaaïen in (mini-)plug biedt tevens de mogelijkheid om veel handelingen verregaand te mechaniseren (Wijchman, 1989).

In 1991 werd in Horticulture Week onder andere door Labey (1991) ingegaan op de toen bestaande typen plug. De ontwikkelingen gaan nog steeds door. Duidelijk is, dat verticale ribbels aan de binnenkant van de "potjes" en luchtsnoei van de wortels goede maatregelen zijn om ronddraaien van de wortels tegen te gaan. De gewenste afmetingen van de potjes (pluggen) hangen sterk af van de vragen om welk gewas het gaat en hoe lang de planten in de pluggen moeten staan (Van Iersel 1992).

Binnen het project is de gebruikswaarde in het bos van in plug gezaaid bosplantsoen niet getest, maar elders zijn er toch wel de nodige (positieve) ervaringen met dit pluggenmateriaal opgedaan. Morgan en Mason (1992) geven aan dat op één plaats (North York Moors) plantmateriaal van douglas uit container meer ronddraaiende wortels en minder zijwortel ontwikkeling had dan plantmateriaal met kale wortel. Op een andere standplaats was de hergroei van het plantmateriaal uit container echter goed. Ook in diverse andere landen, zoals Zweden, Finland en de USA zijn de ervaringen met plantmateriaal uit plug kennelijk goed, want daar wordt het in de praktijk volop gebruikt.

In Nederland zijn ook beplantingen van *Pseudotsuga menziesii* en *Pinus sylvestris* met pluggenmateriaal aangelegd. Mortier (1994) berichtte over de hergroei van op verschillende manieren opgekweekt plantgoed van *Pinus sylvestris*. In plug opgekweekt plantgoed groeide minstens zo goed en had minstens zo'n goed wortelgestel als 1 + 1-plant- goed. Overigens was de manier van planten in hoge mate bepalend voor de kwaliteit van het wortelgestel. Beide typen opgekweekt plantmateriaal hadden een veel zwaarder wortelgestel dan ter plaatse in het bos gezaaide planten.

Grimberg en Oosterbaan (1992) concludeerden uit in Nederland opgedane ervaringen en proeven (indicatieve toetsing van "De Dorschkamp"), dat bij aanplant van grove den containerplanten in principe wel bruikbaar zijn, maar aanzienlijk meer risico's met zich mee brengen dan gangbare tweejarige, verspeende planten. De risico's liggen met name op het vlak van insectenaantastingen, van wildschade en van vegetatiedruk (risico van overwoekering door onkruid). Deze nadelen hebben vooral te maken met de (kleinere) maat van het p-materiaal. Tegenover deze nadelen geeft Grimberg ook enkele voordelen aan: minder kans op conditieverlies in het traject kwekerij - eindgebruiker en de grotere snelheid van planten in het bos. Worteldeformatie werd door Grimberg en Oosterbaan niet waargenomen. Recent concludeerde Oosterbaan (1994) dat

onder gelijke omstandigheden in plug geteelde *Pinus sylvestris* planten een beter wortelgestel hebben omdat ze veel minder wortelmisvormingen vertonen dan de traditioneel geteelde 1 + 1-planten. Bovendien concludeerde Oosterbaan (1994) dat het percentage planten met een penwortel bij plugplantsoen hoger is dan bij 1 + 1-plantsoen. Zijn conclusies leidden hem tot de uitspraak dat plugplantsoen van *Pinus sylvestris* stormvaster bos lijkt op te leveren dan traditioneel geteelde, tweejarige planten.

5 CONCLUSIES

Voor *Pseudotsuga menziesii* is tijdelijke teelt in plug een effectieve maatregel om het teeltkundige en het economische resultaat van een teelt voor bosplantsoen te verbeteren.

Voor *Pinus sylvestris* is tijdelijke teelt in plug economisch niet aantrekkelijker dan de gebruikelijke tweejarige (1 + 1) teelt.

Vergeleken met volvelds zaai wordt met tijdelijke teelt in plug van *Pseudotsuga* de teeltzekerheid verbeterd door een betere kieming van het zaad.

Bij een juiste uitvoering van de pluggenteelt kan, ondanks de kortere productieduur, de uiteindelijke plantkwaliteit wedijveren met die van een in de vollegrond gezaaide plant. De kluif mag in de plug niet te vast worden en de wortels mogen niet ronddraaien.

De winterhardheid van een (tijdelijk) in plug opgekweekte plant is minstens zo groot als die van een vollegrondspant.

6 REFERENTIES

Grimberg, G. en A. Oosterbaan (1992)

Containerplantsoen van grove den: voordelen, maar ook risico's.
Bosbouwvoorlichting 31(9/10): 112-114.

Hahn, P.F. (1984)

Plug + 1 seedling production.

Uit: Forestry Manual, production of bare root seedling: 165-181. M.L. Durya and T.D. Landis eds. Uitg. Martinus Nijhoff, Den Haag.

Iersel, J. van (1992)

Careroot cell-grown liners and understocks from seed.
Comb.Proc. I.P.P.S. 42: 135-136.

Koeze, B. (1987)

Naar een rationeel opkweekstelsel voor Douglas in Nederland.
Scriptie AV-026 Vakgroep Boshuishoudkunde LU Wageningen, 78 pp.

Labey, B. (1991)

Hard cell or soft cell, it all sells.
Horticulture Week Nov.15: 26-30.

Larsen, J.B. (1976a)

Untersuchungen über die Frostempfindlichkeit von Douglasienherkünften und über den Einfluss der Nährstoffversorgung auf die Frostresistenz der Douglasii.
De Frost- und Holzwirt 15: 299-302.

Larsen, J.B. (1976b)

Frostresistenz Douglasii (*Pseudotsuga menziesii* (Mir.) Franco).
PhD-thesis der Forstlichen Fakultät der Georg-August-Universität von Göttingen: 148 pp.

Minore, D. (1985)

Effects of sowing depth on emergence and growth of Douglas-fir, western hemlock, and noble fir seedlings.
Can.J.Forest Res. 15(5): 935-940.

Minore, D.; H.G. Weatherly en P.G. Cunningham (1993)

Sowing at 1.5-cm (0.6-inch) depth produces heaviest Douglas-fir roots in small containers.
Tree Planters' Notes 44(3): 122-124.

Mortier, C.M. (1994)

Laat maar waaien.
Ned.Bosb.Tijdschr. 66(1): 28-35.

Oosterbaan, A. (1994)

Wortelontwikkeling van plugplanten in vergelijking met traditioneel geteelde planten van grove den enkele jaren na de aanleg.
IBN-rapport 074: 21 pp.

- Parviainen, J. (1988)**
Forest regeneration in Finland.
The Bilateral Symposium Brazil-Finland on Forestry Actualities, Curitiba, Parana, Brazil, 1988: 20 pp.
- Ruesink, J.B. (1995)**
Effect van stikstof- en kaliumbemesting op de vorstgevoeligheid van *Pseudotsuga menziesii*.
Rapport nr. 28, Proefstation voor de Boomkwekerij, Boskoop, 41 pp.
- Spengelink, H. (1992)**
Bedrijfseconomische analyse van de teelt van naaldhoutbosplantsoen.
Rapport nr. 19, Proefstation voor de Boomkwekerij, Boskoop, 32 pp.
- Van den Driessche, R. (1969)**
Influence of moisture supply, temperature, and light on frost-hardiness changes in Douglas-fir seedlings.
Can.J.Bot. 47: 1765-1772.
- Versteegen, F.H.M.M. en M.W.A. Verstraelen (1993)**
Opkweek in plug succesvol - Van zaad tot zetstam binnen zestien weken.
De Boomkwekerij 6(18): 24-25.
- Wiest, S.C. en L. Steponkus (1976)**
Acclimation of *Pyraecantha* tissue and differential thermal analysis of the freezing process.
J.Amer.Soc.Hort.Science 101(3): 273-277.
- Wijchman, G. (1989)**
Teelt bosplantsoen met een jaar te bekorten - Europese boomteelt kan profiteren van beproefde Amerikaanse technieken.
De Boomkwekerij 2(10): 8-12.
- Wilner, J. (1955)**
Results of laboratory tests for winter hardiness of woody plants by electrolytic methods.
J.Amer.Soc.Hort.Science 66: 93-99.
- Wilner, J. (1959)**
Note on an electrolytic procedure for differentiating between frost injury of roots and shoots in woody plants.
Can.J.Plant Science 39: 512-513.
- Wilner, J. (1961)**
Relationship between certain methods and procedures of testing for winter injury of outdoor exposed shoots and roots of apple trees.
Can.J.Plant Science 41: 309-315.

7 BIJLAGEN

BIJLAGE 1

Uitgevoerde activiteiten

- 3026-01 : Innovatie van de teelt van naaldhout bosplantsoen
- 3026-02/03 : Effect van zaaitijdstip, plugmaat en tijdstip van uitplanten op de groei van *Pseudotsuga menziesii* in een tweejarige teelt (1988/1989).
- 3026-07 : Invloed pH op de groei van *Pseudotsuga menziesii* in pot.
- 3026-08/09 : Effect van zaaitijdstip, plugmaat en tijdstip van uitplanten op de groei van *Pseudotsuga menziesii* en *Pinus sylvestris* in een tweejarige teelt (1989/1990).
- 3026-10 : Oriëntatie op methoden voor toetsing van winterhardheid van planten.
- 3300-01 : De invloed van zaaien in plug, vóór of ná de winter, in combinatie met doorteelt in pot of in de vollegrond van *Pseudotsuga menziesii* en *Pinus sylvestris*.
- 3300-02 : Demonstratie van de mogelijkheden van teelt van *Pinus sylvestris* in pluggen in een p+1 teelt en in een volledige teelt in plug.
- 3300-03 : Bedrijfseconomische analyse van teelt van naaldhoutbosplantsoen.
- 3300-04 : Onderzoek naar de winterhardheid van *Pseudotsuga menziesii* in een p+1 en een p+1,5 teelt.

BIJLAGE 2

Tabel

De gemiddelde dikte (mm) en lengte (cm) bij *Pseudotsuga menziesii* uit verschillende zaai- en uitplantbehandelingen.

Zaai- en uitplanttijdstip	dikte	lengte
1. gezaaid op 14 april 1988 in de vollegrond:		
B. augustus 1988 geplant	7,9	44
C. september 1988 geplant	8,3	45
D. oktober 1988 geplant	8,9	54
E. maart 1989 geplant	9,5	60
F. april 1989 geplant	8,8	47
2. gezaaid op 28 maart 1988 in tray in de kas:		
A. juli 1988 geplant	13,9	86
B. augustus 1988 geplant	13,3	80
C. september 1988 geplant	12,6	65
D. oktober 1988 geplant	11,7	70
E. maart 1989 geplant	10,7	58
F. april 1989 geplant	10,1	51
3. gezaaid op 18 april 1988 in tray in de kas:		
A. juli 1988 geplant	13,7	76
B. augustus 1988 geplant	13,9	58
C. september 1988 geplant	12,7	59
D. oktober 1988 geplant	11,6	69
E. maart 1989 geplant	10,7	54
F. april 1989 geplant	9,6	47
4. gezaaid op 18 april 1988 in tray buiten*:		
A. juli 1988 geplant	13,9	74
C. september 1988 geplant	11,9	64
D. oktober 1988 geplant	10,7	67

*: voor de uitplantingen in augustus, maart en april waren geen vergelijkbare planten beschikbaar.

BIJLAGE 3

Kostprijs *Pseudotsuga menziesii* (Spenkelink, 1992)

De kostprijzen van de 1a1+1-teelt en de p+1,5-teelt lopen niet zover uiteen (zie tabel 2.1). Afgaande op de hogere kostprijs van de p+1,5-teelt lijkt deze teelt minder aantrekkelijk dan de 1a1+1-teelt. Er dient echter rekening te worden gehouden met de volgende aspecten:

- De niet-toegerekende kosten zijn verbijzonderd door een opslag per oppervlakte (f 23.603,- per ha). In een situatie waarin de oppervlakte makkelijk kan worden uitgebreid en ingekrompen, maar de hoeveelheid arbeid vast ligt, is een verbijzondering door een opslag per arbeidsuur meer voor de hand liggend. Als een verbijzondering door een opslag per arbeidsuur wordt gehanteerd, daalt hierdoor de kostprijs van de veelminder arbeid vragende p+1,5-teelt.
- De winst of het verlies per boom bestaat uit het verschil tussen opbrengstprijzen en kostprijzen. Voor de winst of het verlies per arbeidsuur of per hectare moet de winst of het verlies per boom worden vermenigvuldigd met het aantal bomen dat met één arbeidsuur of op één hectare kan worden geproduceerd.

In tabel 3.1 is de opbouw van de kostprijs, zowel procentueel als absoluut, weergegeven voor de drie teeltsystemen. Duidelijk is hier te zien, dat de besparing die bij de p+1,5-teelt ten opzichte van de 1a1+1-teelt optreedt voor de post arbeid (f 158,- per 1000 planten) grotendeels wordt gecompenseerd door de veel grotere uitgave voor de plugzaailingen ten opzichte van het zaad (verschil van f 141,- per 1000 planten). Het resultaat hiervan is wel dat er per arbeidsuur meer kan worden geproduceerd, waardoor het rendement van de meest schaarse produktiefactor arbeid wordt vergroot.

De post niet-toegerekende kosten is voor de p+1,5-teelt aanmerkelijk groter dan voor de 1a1+1-teelt als gevolg van het geringere aantal leverbare planten per beteeltbare ha per jaar bij de p+1,5-teelt. Zoals hiervoor is aangegeven leidt een verbijzondering per arbeidsuur tot een aanmerkelijk lager aandeel van de niet-toegerekende kosten bij de p+1,5-teelt.

Tabel 3.1

De opbouw van de kostprijs, zowel absoluut (in guldens per 1000 leverbare planten) als procentueel voor drie teeltsystemen van douglas (*Pseudotsuga menziesii*).

Kostenposten	1a1+1		p+1,5-teelt		p+C	
		%		%		%
zaad/plugzaailing	46,-	5	187,-	20	167,-	14
overige toeger. kosten	107,-	12	96,-	10	402,-	33
arbeid	388,-	44	230,-	25	331,-	27
niet-toeger. kosten	336,-	38	419,-	45	327,-	27
kostprijs	877,-		932,-		1.227,-	

Duidelijk blijkt uit tabel 3.1 waarom de p+C-teelt niet aantrekkelijk is. Het grote bedrag voor de post overige toegerekende kosten, een viervoud van de bedragen bij de andere systemen, wordt niet gecompenseerd door besparingen op andere posten. Het bedrag van f 402,- per 1000 planten bestaat voor een groot deel uit de kosten van potten en potgrond.

Als opbrengstprijzen voor de 1a1+1- en de p+1,5-teelt is de minimumrichtprijs gehanteerd: f 565,- per 1000 planten. Deze prijs ligt duidelijk onder het niveau van de kostprijzen.

BIJLAGE 4

Kostprijs *Pinus sylvestris* (Spenkelink, 1992)

In tabel 4.1 is de opbouw van de kostprijs, zowel procentueel als absoluut weergegeven voor de vier teeltsystemen. De kostprijs ligt in alle gevallen boven de opbrengstprijis, de in de berekeningen gehanteerde minimumrichtprijs van f 280,- per 1000 planten of voor de p(84)-teelt f 2000,- per 1000 planten. De teelten leveren dus netto verlies op. Het is opvallend dat de kostprijs van de p(84)-teelt lager is dan de kostprijs van de p + 1,5-teelt terwijl uit de saldi blijkt dat de p(84)-teelt economisch duidelijk veel minder aantrekkelijk is dan de p + 1,5-teelt. Zie ook toelichting kostprijs *Pseudotsuga* in bijlage 3.

Tabel 4.1

De opbouw van de kostprijs, zowel absoluut (in guldens per 1000 leverbare planten) als procentueel voor vier teeltsystemen van grove den (*Pinus sylvestris*).

kostenposten	1 + 1		p + 1,5		p(40)		p (84)	
		%		%		%		%
plugzaailing/zaad overige toeg. kosten	22,-	7	118,-	24	500,-	73	250,-	75
arbeid	32,-	11	46,-	9	45,-	7	21,-	6
niet-toeg. kosten	158,-	52	144,-	29	50,-	7	23,-	7
	90,-	30	185,-	37	86,-	13	41,-	12
kostprijs	302,-		493,-		681,-		335,-	

Duidelijk blijkt uit tabel 4.1 waarom de p-teelten niet aantrekkelijk zijn. De aankoopkosten van de plugzaailingen zijn zeer hoog. Weliswaar zijn de kosten van de arbeid lager dan bij de gangbare 1+1-teelt maar dit is niet genoeg om de hoge kosten van de plugzaailingen te compenseren.

Ook bij de p+1,5-teelt maken de kosten van de plugzaailing deze teelt onaantrekkelijk ten opzichte van de 1+1-teelt. Bovendien zijn de niet-toegerekende kosten meer dan het dubbele van de 1+1-teelt door het kleiner aantal planten dat bij de p+1,5-teelt per ha per jaar wordt geproduceerd. De p+1,5-teelt van grove den leidt niet, zoals bij douglas, tot teeltduurverkorting.

