



BIBLIOTHEEK
PPO sector Boerebollen
Postbus 85
2160 AB Lisse
0252 462121

RAPPORT
Nr. 27/1994

Effect van licht en temperatuur op
de vergroeiing van geënte
Pinus-cultivars.

J.B. Ruesink

PROEFSTATION VOOR DE BOOMKWEKERIJ - BOSKOOP



P12 B

27

ISBN

269898

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, de Stichting Proefstation voor de Boomkwekerij, de Stichting Boomteeltproeftuin voor Noord-Brabant, Limburg en Zeeland (Horst), de Stichting Boomteeltproeftuin "De Boutenburg" (Lienden) en de Stichting Boomteeltproeftuin Noord-Nederland (Noordbroek) stellen zich niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen, ontstaan door het gebruik van de gegevens die in deze uitgave zijn gepubliceerd.

WOORD VOORAF

In dit rapport zijn de resultaten gebundeld van belichtingsproeven bij het enten van *Pinus* die in de jaren 1986 tot 1991 zijn uitgevoerd op het Proefstation. In deze jaren is veel inzicht verkregen in de effecten van licht en temperatuur en de samenhang tussen de factoren licht en temperatuur.

De proeven zijn de eerste jaren uitgevoerd in samenwerking met dr.ir. M.K. Joustra en de laatste twee jaar in samenwerking met ir B.P.A.M. Kunneman. Daarvoor is hun veel dank verschuldigd.

J.B. Ruesink, technisch onderzoeker vermeerdering boomkwekerijgewassen.

SAMENVATTING

In de boomteelt worden nog weinig planten belicht. Er is weinig bekend over de effecten van beïnvloeden van daglengte en verhogen van de lichtintensiteit. Met name in een donkere periode zouden de resultaten van moeilijk te vermeerderen gewassen kunnen worden verbeterd door belichten. In de vermeerderingsfase staan zeer veel jonge planten per vierkante meter, waardoor de kosten van het belichten per plant gering zijn.

Pinus-cultivars worden voor het grootste deel geënt in de maanden november, december en januari. De resultaten zijn soms wisselend terwijl niet duidelijk is wat de oorzaak is waardoor het ene jaar de resultaten beter zijn dan het andere jaar. Mogelijk is de hoeveelheid natuurlijk licht een beperkende factor die kan worden opgeheven door te belichten.

Van 1986 tot 1991 zijn belichtingsproeven uitgevoerd met verschillende *Pinus*-cultivars. Het effect van lichtintensiteit is onderzocht door schermbehandelingen en belichten met hoge druk natrium lampen (SON-T). Het effect van daglengte is onderzocht door het aanleggen van korte dag en lange dag waarbij gloeilampen werden gebruikt. Tevens zijn bodemtemperatuur en kasttemperatuur gevariëerd.

Licht blijkt voor de vergroeiing van geënte *Pinus* zeer belangrijk. Dit kwam vooral naar voren uit de negatieve effecten die werden veroorzaakt door schermen. Zorgen voor veel natuurlijk licht door gebruik te maken van een moderne lichte kas is het beste. Als de omstandigheden dat toelaten is het verstandig de entperiode in de richting van het voorjaar te verschuiven. Dan profiteert men van de toenemende hoeveelheid natuurlijk licht. Schermen kan men het beste beperken tot het absoluut noodzakelijke.

De resultaten van belichten waren in het onderzoek wisselend, echter nooit negatief. Belichten kan onder bepaalde omstandigheden zinvol zijn maar heeft alleen positief effect als de natuurlijke hoeveelheid licht zeer beperkt is. Bij zonnig weer heeft belichten geen effect. Het effect van belichten wordt toegeschreven aan een bijdrage aan de totale lichtsom per dag. Een daglengte effect is in dit onderzoek niet gevonden.

Als men wil belichten dan ligt het voor de hand om hoge druk natrium lampen te gebruiken omdat deze een hoge lichtopbrengst hebben. Men kan belichten voorafgaand aan de natuurlijke dag 's ochtends of aansluitend op de natuurlijke dag 's avonds. De periode waarin de plant kan assimileren wordt daardoor verlengd. Overdag belichten met SON-T kan ook maar is minder efficiënt omdat de tijdsduur waarin de plant kan assimileren wordt daarmee niet verlengd.

Verhoging van de kasttemperatuur tot 15 à 18°C kan een positief effect hebben mits er genoeg licht is. In een donkere kas is het beter om de temperatuur wat lager, 12 tot 14°C te houden. Een hogere bodemtemperatuur werkte zeer negatief wanneer er weinig licht was. Ook in lichte omstandigheden werd geen verbetering bereikt met bodemverwarming.

SUMMARY

INFLUENCE OF LIGHT AND TEMPERATURE ON GRAFTING RESULTS OF PINUS

Nurseries rarely use artificial light, and therefore the effects of daylength and light intensity on nursery stock are largely unknown. The propagation of difficult species could probably be improved by applying artificial light, especially during dark times of the year. At the propagation stage the costs per plant would be relatively low, as very many plants are grown per square metre.

Pinus-cultivars are mostly grafted from December to February. The results vary, suggesting that the natural amount of light might be a limiting factor. This could be overcome by artificial lighting.

From 1986 until 1991 experiments on artificial lighting were carried out on different *Pinus*-cultivars. The effect of light intensity was studied with shading treatments and by illuminating with high pressure sodium lamps (SON-T). The effect of daylength was investigated in short day and long day treatments using bulbs. Various bottom heat and greenhouse temperatures were used.

Light proved to be very important for the union of grafted *Pinus*. This was best demonstrated by the negative effects of shading. The large amount of natural light available in light modern greenhouses gave the best results. If circumstances allow, it is better to graft *Pinus* later in the winter, to profit from increasing natural light. Shading should be minimized.

The results of artificial lighting in the trials varied, but were never negative. Artificial lighting can be useful in certain circumstances, but only then when the amount of natural light is superfluous. The effect of artificial light is to contribute to the total light sum per day. No daylength effect was found in the trials.

High intensity lamps are the best artificial lighting to use because they give more light. The lights can be used before or following on the natural day. The period during which the plant can assimilate is then extended. Light can also be supplied during the natural day, but this is less efficient because the period during which the plants can assimilate is not lengthened.

Raising the greenhouse temperature to between 15 to 18°C may have a positive effect if there is enough light. In a dark greenhouse a lower temperature (for example 12 to 14°C) is advised. Bottom heat did not have positive effects under either circumstance.

1. INLEIDING

1.1 Algemeen

In de boomteelt wordt in vergelijking met andere takken van tuinbouw onder glas weinig belichting toegepast. Eén van de redenen hiervoor is dat er weinig bekend is over de effecten van licht op boomkwekerijgewassen. Daarnaast moet belichten als het toegepast wordt ook rendabel zijn. In de vermeerderingsfase staan zeer veel jonge planten per vierkante meter, waardoor de kosten per plant kunnen worden beperkt.

1.2 Belangstelling in praktijk voor belichten

In de boomkwekerij in het algemeen was er rond 1985 grote belangstelling voor het toepassen van belichting. Hier en der werden lampen opgehangen en uitgeprobeerd bij de vermeerdering en teelt van verschillende boomkwekerijgewassen. Men wist echter in het geheel niet welke effecten men zou kunnen verwachten. Het was ook niet bekend voor welk doel welke lampen moesten worden gebruikt. Aangezien in de wetenschappelijke literatuur weinig informatie voorhanden was om antwoord te geven op de vragen uit de praktijk, zijn op het Proefstation voor de Boomkwekerij onderzoeksprojecten opgezet. In het onderzoek werden gewassen opgenomen die op de normale manier vermeerderd problemen konden opleveren. Eén van de projecten is getiteld: "Effect van licht en temperatuur op de groei van geënte *Pinus*-cultivars". In dit rapport wordt verslag gedaan van dit project.

1.3 Problemen bij enten van *Pinus*

Pinus-cultivars worden voor het grootste deel geënt in de donkere maanden november, december en januari. Deze entperiode is historisch bepaald doordat in deze periode op het boomkwekerijbedrijf de tijd hiervoor beschikbaar is. In de praktijk zijn de resultaten van het enten van *Pinus* echter wisselend. Het ene jaar zijn de resultaten beter dan het andere jaar, terwijl de kweker zelf van mening is dat er in de uitvoering geen verschil is geweest. In augustus 1986 is er een discussie-middag gehouden met *Pinus*-kwekers over de problemen die in de vermeerdering en teelt van *Pinus* bestonden. De kwekers waren van mening dat er meer inzicht nodig was in de effecten van de klimaatsomstandigheden tijdens de entvergroeiing. Daarnaast werd informatie gewenst over het effect van belichten.

In de literatuur zijn geen gegevens bekend over het effect van belichting op de vergroeiing van geënte *Pinus*-cultivars.

Klimaatsinstellingen die in de praktijk worden aanbevolen tijdens het enten zijn een hoge relatieve luchtvochtigheid, waarbij het gewas zelf droog blijft en een maximum temperatuur van 14°C. Belichten zou een bijdrage kunnen leveren om het entresultaat van *Pinus* op een constant hoog peil te kunnen houden.

2. INVLOED VAN LICHT OP DE GROEI EN ONTWIKKELING VAN PLANTEN

2.1 Licht als energiebron voor de plant

De betekenis van licht voor planten kan men globaal onderscheiden in twee verschillende effecten. Licht dient voor de plant als energiebron en licht dient om de ontwikkeling van de plant te sturen.

Voor de groei van planten is energie nodig die de plant haalt uit opgevangen licht. Het proces waarin de plant deze energie vastlegt heet fotosynthese of koolzuurassimilatie. In het in de plant aanwezige bladgroen worden water en koolzuurgas (CO_2) onder invloed van de lichtenergie omgezet in energierijke suikers. Hierbij komt zuurstof vrij.

Het omgekeerde proces vindt in de plant ook plaats. Dit proces waarbij door de verbranding van suikers energie, water en CO_2 vrijkomt heet verbranding of dissimilatie. Dissimilatie vindt altijd plaats, zowel 's nachts in het donker als overdag in het licht. Overdag vindt onder gunstige omstandigheden tegelijkertijd fotosynthese plaats.

Als de hoeveelheid suikers die overdag wordt opgebouwd groter is dan de hoeveelheid suikers die 's nachts en overdag wordt afgebroken dan is er sprake van groei.

Voor fotosynthese is energierijk licht nodig van een hoge lichtintensiteit. Dit kan zijn daglicht of kunstlicht. Bij toepassen van kunstlicht spreekt men dan vaak van groeilicht. Veel gebruikte lampen voor het bevorderen van groei zijn hogedruk-natriumlampen.

Over het effect van assimilatiebelichting bij geënte coniferen is geen literatuur voorhanden.

2.2 Licht als stuurlicht voor de plant

Planten maken in hun ontwikkeling een aantal fases door bijvoorbeeld zaad - kieming - jeugdfase - bloemaanleg - bloei - vruchtzetting. Deze ontwikkeling wordt gestuurd door groeifactoren als temperatuur, droogte en daglengte. Daglengte kan ook van invloed zijn op zaadkieming, groeisnelheid, het vermogen om wortels te vormen bij stekken of het in winterrust gaan (Van Brummelen 1986).

Daglengte-effecten worden, in tegenstelling tot effecten op assimilatie, al bij lage lichtintensiteit verkregen. De kleur van het licht is belangrijk. De plant reageert namelijk vooral op rood en blauw licht. In de praktijk worden daglengte effecten vooral bereikt door het gebruik van gloeilampen. Een algemeen gebruikte toepassing is het sturen van het bloeitijdstip bij chrysanthen.

In de literatuur zijn er geen aanwijzingen dat daglengte de entvergroeiing van geënte planten beïnvloedt. Dit betekent niet dat er geen effect zou kunnen bestaan. Het onderwerp is waarschijnlijk in het geheel niet bestudeerd.

3. PROEFOMSTANDIGHEDEN

3.1 Vermeerderingsmethode

In de vier proefperioden zijn een aantal verschillende entcombinaties gebruikt om een indruk te krijgen van de algemene bruikbaarheid van de resultaten. De gebruikte entcombinaties zijn *Pinus mugo* 'Mops' op *Pinus mugo*, *Pinus strobus* 'Radiata' op *Pinus strobus*, *Pinus pumila* 'Glauca' op *Pinus wallichiana* en *Pinus mugo* 'Gnom' op *Pinus mugo*. De griffels werden in alle proeven geënt op onderstammen die één jaar in pot waren geteeld. Na een vergroeiingsperiode van acht tot tien weken onder de proefomstandigheden in de kas werden de entlingen afgehard en tijdelijk in een koude kas gehouden. In april werd het opgewas van de onderstam verwijderd. Vanaf april werden de planten voor één jaar opgeplant op een kuilbed. De overlevingspercentages die in dit verslag zijn genoemd zijn steeds vastgesteld na de periode op het kuilbed omdat in het voorjaar na enten nog moeilijk is te zien of de enten goed zijn vergroeid.

3.2 Natuurlijke instraling

Licht is zeer belangrijk voor de plant. Het natuurlijke licht, de instraling van de zon, is daarbij de belangrijkste lichtbron. De natuurlijke instraling is echter een zeer wisselende factor en kan van invloed zijn op het effect van in de proef aangelegde temperatuur- of licht behandelingen. In tabel 1 zijn de exacte proefperioden vermeld met de totale globale straling gemeten tijdens de eerste tien weken na inzetten van de entproef. In deze eerste tien weken na het enten vindt de entvergroeiing plaats.

Tevens is de gemiddelde hoeveelheid globale straling per dag vermeld. In grafiek 1 is zichtbaar hoe de totale hoeveelheid straling is verdeeld over de periode van tien weken. In de grafiek is het negendaags voortschrijdend gemiddelde gebruikt.

Er is gebruik gemaakt van de stralingsgegevens die het Proefstation voor de Tuinbouw Onder Glas te Naaldwijk wekelijks in het Vakblad voor de Bloemisterij publiceert. Men mag aannemen dat deze dezelfde schommelingen vertonen als de straling in Boskoop.

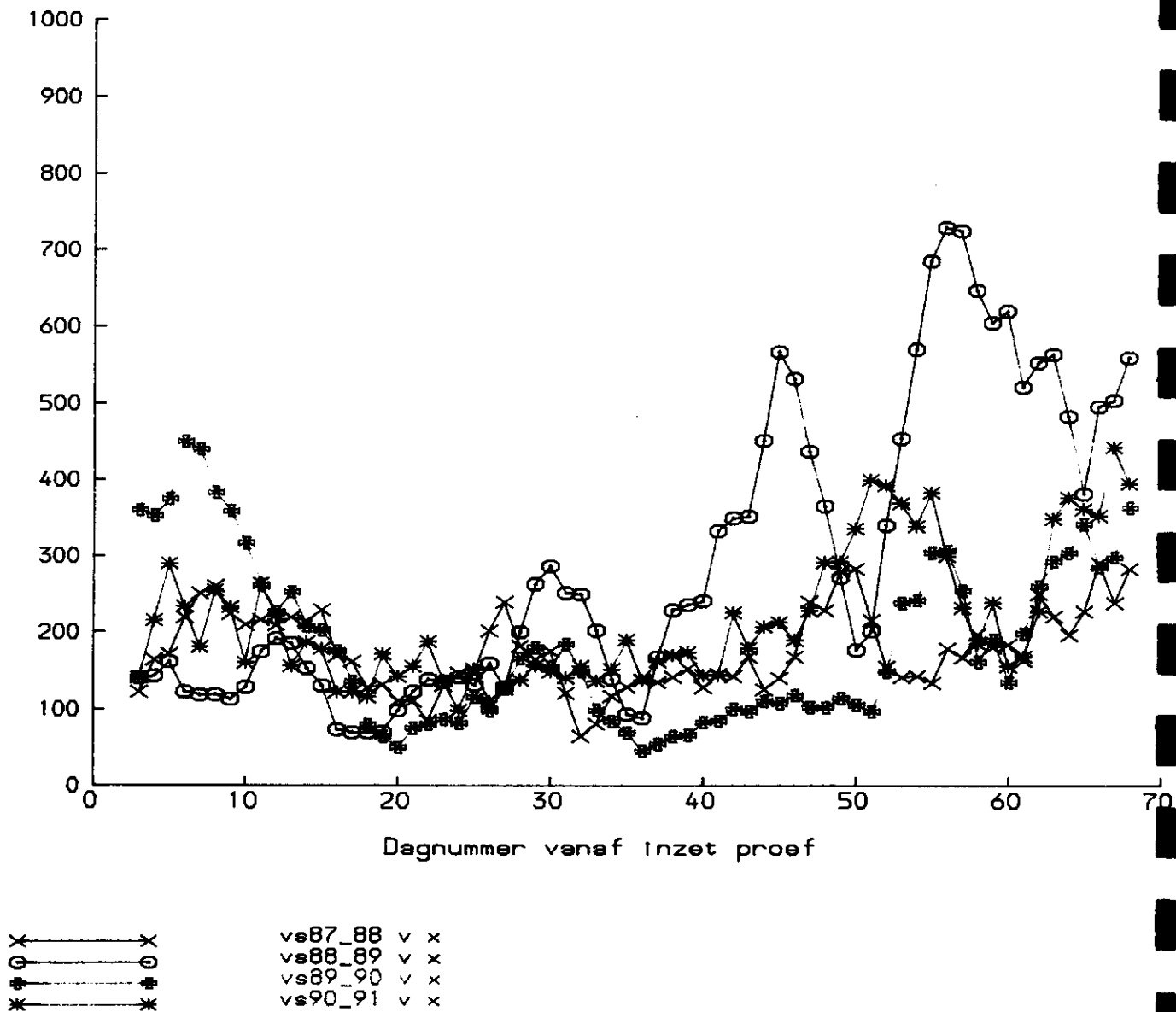
Tabel 1 - Totale globale straling (J/cm^2) gedurende de proefperiode en gemiddelde straling (J/cm^2) per dag

Proefnummer	proefperiode	totaal	gemiddeld per dag
1004-11	25/11/87 - 2/2/88	12501	179
1004-15	15/12/88 - 22/2/89	21115	302
1004-19	25/11/89 - 2/2/90	13692	196
1001-1	26/11/90 - 4/2/91	15720	225

Uit de tabel blijkt dat er verschil is in lichtniveau tussen verschillende jaren. In de lichtste proefperiode (1988-1989) was er bijna 70% meer licht dan in de donkerste proefperiode (1987-1988). Hierbij moet worden opgemerkt dat de proefperiode in 1988-1989 drie weken later begon dan in de andere drie proefjaren. Uit grafiek 1 kan

worden afgelezen dat juist in de laatste drie weken van de proefperiode 1988-1989 de globale straling relatief hoog was. Een verschuiving van de entperiode naar later in het jaar is in dit geval verantwoordelijk geweest voor relatief veel natuurlijk licht.

Figuur 1 - Globale straling ($J/cm^2/dag$) gedurende de eerste tien weken na inzetten van *Pinus*-entproeven in vier jaren.



4. RESULTATEN VAN DE PROEVEN

4.1 Oriënterende proef

De resultaten van deze eerste proef (1986-1987, nr.1004-12) moeten als oriënterend worden beschouwd. Het proefgewas was *Pinus mugo* 'Mops' geënt op *Pinus mugo*. De proef is ingezet in december 1986. Deze proef is uitgevoerd in het oude kassencomplex aan de Valkenburgerlaan. In de kas waren door het ophangen van zwart plastic compartimenten gemaakt, waarin verschillende belichtingsbehandelingen waren aangelegd. Het gevolg hiervan was dat in de controle weinig daglicht overbleef. In de compartimenten die werden belicht werden aan één korte zijde een snoer gloeilampen of één SON-T lamp opgehangen. De entlingen werden op verschillende afstanden van de lampen neergezet zodat verschillende lichtniveaus werden gerealiseerd. Aansluitend op de natuurlijke daglengte werd belicht tot een totale daglengte van 18 uur.

De belichtingsbehandelingen zijn gecombineerd met twee bodentemperaturen. De potttemperatuur was in de ene behandeling ongeveer 18°C en in de andere behandeling 12°C. Omdat deze proef is uitgevoerd onder heel andere omstandigheden dan de volgende proeven is de natuurlijke instraling tijdens deze proef niet vergeleken met de volgende proeven.

In de tabel 2 is vermeld welk percentage van de ingezette entlingen in november 1987 nog in leven was.

Tabel 2 - Overlevingspercentage van *Pinus mugo* 'Mops' één jaar na het enten

Bodentemp.	controle	SON-T(W/m ²)			gloeil.(W/m ²)		
		0.8	4	22	0.1	2	5
12°C	16	28	47	47	19	31	41
18°C	0	9	16	34	6	6	0

Uit deze oriënterende proef zijn aanwijzingen verkregen dat belichting met SON-T en hoge intensiteit gloeilampen aansluitend op de natuurlijke dag, een positief effect had ten opzichte van de controle. Een lichtintensiteit van 4 W/m² had evenveel effect als een intensiteit van 22 W/m². Het effect van een hogere bodemtemperatuur was in alle belichtingsbehandelingen negatief. Onder de hoogste intensiteit belichting met SON-T was het effect van de hogere bodemtemperatuur echter minder desastreus dan wanneer er minder licht was. Dit gaf aanwijzingen dat er een sterke interactie is tussen licht en bodemtemperatuur.

4.2 Effect van schermen, daglengte, lichtkwaliteit en temperatuur

Eind november 1987 is een nieuwe proef (1004-11) ingezet met *Pinus strobus* 'Radiata' op *Pinus strobus* en *Pinus pumila* 'Glaucua' op *Pinus wallichiana* als proefgewassen. Deze proef en volgende proeven zijn uitgevoerd op de nieuwe locatie op het Rijnveld. Vier variabelen zijn in deze proef onderzocht:

- lichtintensiteit
- daglengte
- lichtkwaliteit
- ruimtetemperatuur

Entlingen zijn neergezet onder verschillende lichtniveaus door de hoeveelheid scherm te variëren. In één kas werd continu geschermd met een 40% scherm (ND40%). In een naastliggende kas werd continu geschermd met een dubbel scherm van 40% en 60% waardoor een schermperscentage van 76% werd verkregen (ND76%). Een derde kas waarin niet werd geschermd diende als vergelijking (ND-0%).

Het effect van belichting is onderzocht in drie andere kassen, die waren uitgerust met een daglengtescherm. De daglengteschermen werden gesloten van 16.30 to 08.30 uur. In één kas werden gloeilampen (LD-GL) opgehangen en in één kas SON-T lampen (LD-SONT). Aansluitend op het sluiten van de daglengteschermen werd bijbelicht tot een totale daglengte van 18 uur, dus tot 02.30 uur. De gemiddelde lichtintensiteit tijdens de bijbelichting was onder SON-T lampen ca. 10 W/m² en onder gloeilampen ca. 1 W/m².

In één van de drie daglengtekassen werd niet belicht waardoor korte dag omstandigheden werden verkregen (KD). In een naastliggende vergelijkbare kas was geen daglengtescherm aanwezig maar werd de natuurlijke daglengte aangehouden (ND-0%).

In al deze zes kassen was de ingestelde ruimtetemperatuur 12°C. In één aangrenzende kas werd de ruimtetemperatuur ingesteld op 17°C (ND-17). In tabel 3 zijn de percentages overlevende planten vermeld na één jaar.

Tabel 3 - Overlevingspercentages van twee cultivars één jaar na het enten. Per cultivar geldt: waarden met een ongelijke letters verschillen van elkaar bij P < 0,05

(ND-x = natuurlijke daglengte met x procent scherm, ND-17 = natuurlijke daglengte temperatuur 17°C, KD = korte dag 8 uur daglengte, LD-SONT = daglengte 18 uur met SON-T belichting, LD-GL = daglengte 18 uur met gloeilampen belichting)

	<i>P. strobus</i> 'Radiata' o.s. <i>P. strobus</i>	<i>P. pum.</i> 'Glaucua' o.s. <i>P. wallichiana</i>
ND-0%	31 b	67 b
ND-40%	12 a	40 a
ND-76%	25 ab	45 a
ND-17	74 d	81 b
LD-SONT	57 cd	74 b
LD-GL	51 c	72 b
KD	32 b	53 a

De behandeling ND-0% is de controle. Uit deze proef blijkt dan voor *Pinus strobus* 'Radiata' een positief effect van een hogere kasttemperatuur en van belichten met SON-T of gloeilampen. Voor *Pinus pumila* 'Glaucua' is géén van de behandelingen betrouwbaar beter dan de controle. Een lagere lichtintensiteit door gebruik van een scherm was voor beide cultivars negatief.

Uit tabel 1 blijkt dat deze proefperiode in vergelijking met de volgende proefperiode donker was. Mogelijk zou een tekort aan natuurlijk licht kunnen worden gecompenseerd met een aanvullende belichting in de avond om de totale lichtsom per dag toch op een minimaal niveau te krijgen. Dit zou het positieve effect van vooral belichten met SON-T kunnen verklaren maar kan niet het effect van gloeilampen verklaren.

In tegenstelling tot de hogere bodemtemperatuur die in de vorige proef negatief bleek, had een hogere kasttemperatuur een positief effect op het overlevingspercentage.

Wortelactiviteit

Beïnvloeden van de licht- en temperaturomstandigheden kan effect hebben op de activiteit van de onderstam. De gezondheid en activiteit van bijvoorbeeld de wortel van de onderstam kan mogelijk de aanslag en de hergroei van de geënte griffel beïnvloeden. Een kenmerk van de activiteit van de wortel is de aanwezigheid van witte kiemwortels. In deze proef is als extra waarneming nagegaan wat het effect is van de verschillende licht- en temperatuurbehandelingen op de kieming van de wortels van de onderstam. Nagegaan is of er verband bestond met het overlevingspercentage na één groeiseizoen.

Het percentage planten dat in april gekiemde wortels had is vastgesteld. De meeste wortelkieming was te vinden in de behandeling natuurlijke dag 17°C en onder belichting met SON-T of gloeilampen. Alle planten die gekiemde wortels hadden zijn gemerkt. In november is waargenomen hoeveel van de planten met al of niet gekiemde wortels levend of dood waren. In november bleek dat planten die in april actieve wortels hadden 96% kans hadden het eerste teeltjaar te overleven terwijl planten die geen actieve wortels hadden slechts 55% kans hadden het eerste jaar te overleven. Deze waarnemingen zijn slechts in één proef verricht omdat ze erg veel tijd vragen.

4.3 Combinatie met bodemverwarming

In december 1988 is wederom een proef uitgevoerd met *Pinus strobus* 'Radiata' met *Pinus strobus* als onderstam (1004-15). De proefopzet was grotendeels gelijk aan de opzet van het vorig jaar. De proef is uitgebreid door de schermbehandelingen (ND-0%, ND-40% en ND-76%) en ook de verhoogde kasttemperatuur (ND-18) te combineren met al of geen bodemwarmte, waardoor vier extra behandelingen werden verkregen (ND-0%BV, ND-40%BV, ND-76%BV en ND-18°BV). De pottemperatuur in de behandelingen met bodemverwarming was ongeveer 18°C. De resultaten zijn vermeld in tabel 4.

Tabel 4 - Overlevingspercentages *Pinus strobus* 'Radiata' op *P. strobus* één jaar na het enten.

(ND-x = natuurlijke daglengte met x procent scherm, BV = bodemverwarming, ND-18^o = natuurlijke daglengte temperatuur 18^oC, KD = korte dag 8 uur daglengte, LD-SONT = daglengte 18 uur met SON-T belichting, LD-GL = daglengte 18 uur met gloeilampen belichting)

ND 0% BV	70
ND 0%	64
ND 40% BV	63
ND 40%	60
ND 76% BV	63
ND 76%	66
ND 18 ^o BV	61
ND 18 ^o	74
ND	63
KD	74
LD-GL	73
LD-SONT	79

In deze proef konden geen betrouwbare verschillen tussen de behandelingen worden aangetoond. Uit tabel 1 en figuur 1 blijkt dat deze proefperiode bijzonder licht was vergeleken met de andere proefjaren. Dit kan verklaren waarom in deze proef alle slagingspercentages op hetzelfde niveau liggen, zelfs bij een zwaar scherm (76%). Wanneer de natuurlijke hoeveelheid licht niet beperkend is zal bijbelichting met SON-T of gloeilampen geen grote verbetering van de resultaten kunnen bewerkstelligen.

In november 1989 zijn exact dezelfde behandelingen als het vorige jaar uitgevoerd met als proefgewas de tweenaaldige *Pinus mugo* 'Gnom' geënt op *Pinus mugo*. De gewaskeuze kan van invloed zijn op de resultaten. In de praktijk komen bij het enten van tweenaaldige cultivars meer problemen voor dan bij de vijfnaaldige cultivars. De resultaten zijn vermeld in tabel 5.

Tabel 5 - Overlevingspercentages *Pinus mugo* 'Gnom' op *P. mugo* één jaar na het enten. Waarden met een ongelijke letter zijn verschillend bij $P < 0,05$.

(ND-x = natuurlijke daglengte met x procent scherm, BV = bodemverwarming, ND-18^o = natuurlijke daglengte temperatuur 18^oC, KD = korte dag 8 uur daglengte, LD-SONT = daglengte 18 uur met SON-T belichting, LD-GL = daglengte 18 uur met gloeilampen belichting)

ND 0% BV	20 b
ND 0%	24 bc
ND 40% BV	31 bd
ND 40%	31 bd
ND 76% BV	0 a
ND 76%	25 bc
ND 18 ^o BV	24 bc
ND 18	38 cd
ND	29 bd
KD	28 bd
LD-GL	44 d
LD-SONT	40 cd

Uit deze proef bleek een negatief effect van bodemwarmte in combinatie met veel schermen. Het negatieve effect van bodemverwarming was niet aanwezig wanneer slechts licht of helemaal niet werd geschermd. Belichten met goeilampen of SON-T had een licht positief effect ten opzichte van ND 0%, maar was statistisch gezien niet beter dan ND 40%. Uit tabel 1 en de grafiek blijkt dat deze proefperiode een natuurlijk lichtniveau had dat iets hoger was dan in 1987-1988 maar veel lager dan in 1988-1989. De hoeveelheid natuurlijke instraling lijkt grote invloed te hebben op de proefresultaten. Bij weinig instraling tijdens de proefperiode worden positieve en negatieve effecten van de aangelegde behandelingen duidelijker zichtbaar. In deze proef was er opnieuw geen verschil tussen belichten met gloeilampen of SON-T.

4.4 Effect daglengte en lichtintensiteit uitgesplitst

In de laatste proef, ingezet op 26 november 1990, is getracht na te gaan waaraan het positieve effect van belichting op de vergroeiing van geënte *Pinus*-cultivars, dat in voorgaande jaren soms werd gevonden, is toe te schrijven. Werd het effect van belichting veroorzaakt door een langer daglengte of door een grotere totale lichthoeveelheid per dag waardoor de assimilatie werd bevorderd? Voor de praktijk een belangrijke vraag omdat in het geval van puur een daglengte-effect kan worden volstaan met het ophangen van goedkope gloeilampen. Wanneer lichthoeveelheid bepalend is dan moet worden geïnvesteerd in dure SON-T lampen die bovendien veel energie verbruiken.

In de tot dan toe uitgevoerde proeven is steeds bijbelicht met SON-T of gloeilampen aansluitend op een vaste periode natuurlijk daglicht. Verhogen van de totale lichthoeveelheid per dag ging dan automatisch samen met een grotere daglengte waardoor deze twee effecten niet van elkaar konden worden gescheiden.

De proef is uitgevoerd in twee kassen met natuurlijke daglengte en in twee kassen waarin van 16.30 tot 8.30 uur een daglengtescherm werd gesloten en van 16.30 tot 02.30 uur werd bijbelicht met een lage intensiteit gloeilampenlicht. Natuurlijke dag in de periode december - januari kan worden gezien als korte dag, omdat het niet langer dan 8 uur licht is. Binnen elke kas werden drie lichtintensiteiten aangelegd:

1. permanent geschermd met 30% schermdoek;
 2. ongeschermd en onbelicht;
 3. van 8.30 tot 16.30 uur belicht met SON-T lamp, ongeveer 10 W/m^2 .
- De entproef is ingezet op 26 november 1990 met *Pinus pumila* 'Glauca' geënt op de onderstam *Pinus wallichiana*. De maximum dag/nacht temperatuur was $14^{\circ}/12^{\circ}\text{C}$.

Het gemiddelde overlevingspercentage in november 1991 (tabel 6) was 16% voor de geschermd plant; 32% voor de niet geschermd plant die niet werden belicht en 40% voor de plant die waren belicht met SON-T.

Het gemiddelde overlevingspercentage was 30% voor de plant die in natuurlijke daglengte waren vergroeid en 28% voor de plant die in 16 uur daglengte waren vergroeid.

Tabel 6 - Overlevingspercentages *Pinus pumila* 'Glauca' op *P. wallichiana* één jaar na enten. Waarden met ongelijke letter verschillen van elkaar bij $P < 0,05$.

lichtintensiteit	daglengte		
	natuurlijke dag	lange dag	gemiddeld
geschermd	20,0	11,3	15,7 a
ongeschermd	34,0	30,7	32,3 b
belicht	37,3	42,0	39,7 b
gemiddeld	30,4 a	28,4 a	

In deze proef was er geen betrouwbaar verschil tussen de natuurlijke (=korte) dag en de lange dag. Er is dus geen aanwijzing dat de vergroeiing van *Pinus* wordt beïnvloed door de daglengte. Daarentegen had de aangelegde reeks van lichtintensiteiten een duidelijk effect, waarbij schermen significant negatief was en belichten met een hoge intensiteit natrium lamp een lichte verbetering leek op te leveren die echter statistisch niet significant was. De natuurlijke instraling in deze proefperiode (225 J/cm^2 per dag) was hoger dan in de proefperioden '87-'88 (179 J/cm^2) en '89-'90 (196 J/cm^2) maar veel lager dan in '90-'91. Dit bevestigt de conclusie dat schermen en belichten effect hebben bij vrij lage natuurlijke instraling maar dat de effecten minder sterk worden naarmate de instraling hoger is.

5. ERVARINGEN IN DE PRAKTIJK

Een kweker in Boskoop meldt positief effect van assimilatiebelichting bij *Pinus* en *Cedrus* in de vorm van een hoger slagingspercentage. Door te belichten denkt hij wat minder vaak te kunnen luchten omdat er minder snel condens aan het folie hangt. Mét belichten treedt bij deze kweker even vaak schimmelgroei op als zonder belichten, zodat nog evenveel bespuitingen nodig zijn. Hij denkt zelf dat dit komt doordat hij minder lucht. Deze kweker is ook overtuigd van de samenhang tussen een lichte heldere periode tijdens het enten en een goed entresultaat. Vooral tijdens donkere perioden is belichting positief.

Een gespecialiseerd vermeerderings- en teeltbedrijf in Heemstede ent *Pinus* met goed resultaat zonder belichting. De vermeerdering vindt plaats in een moderne lichte kas en de kastemperatuur is 15^oC. De kasgrond waarop de entlingen staan bestaat uit turf.

6. DISCUSSIE

Uit de proefresultaten, de geregistreeerde natuurlijke instraling en informatie van kwekers komt een duidelijk verband tussen de factoren natuurlijke instraling, belichting en temperatuur naar voren. Aangelegde verschillen in belichting, schermen, bodem- en kasttemperatuur hebben nauwelijks invloed op het entresultaat wanneer de natuurlijke instraling tijdens de vergroeiingsperiode hoog is. In de proeven was dit met name in het jaar 1988 - 1989 het geval. Deze proef is echter drie weken later uitgevoerd dan de andere proeven. De kans op veel zonlicht is in de periode half december tot eind februari groter dan in de periode eind november tot begin februari. Indien arbeidstechnisch uitvoerbaar is het wellicht beter het enten wat later in december of in januari uit te voeren zodat meer van het toenemende natuurlijke licht gebruik kan worden gemaakt.

Wanneer de natuurlijke instraling laag is, dan is het zaak om van de beschikbare hoeveelheid natuurlijk licht optimaal gebruik te maken door te enten in een lichte kas en niet meer te schermen dan noodzakelijk is om de temperatuur in de hand te houden. Wanneer het enten plaatsvindt onder donkere omstandigheden, dan kan belichting zinvol zijn.

Uit de laatste proef (tabel 6) bleek dat met name de lichtintensiteit invloed had. Het maakte daarbij niet uit of de daglengte 8 of 16 uur was. Een effect van daglengte op de vergroeiing wordt hiermee uitgesloten. Het ligt dus voor de hand om voor het belichten gebruik te maken van hoge druk natrium lampen, omdat deze een hoge lichtopbrengst hebben.

In een aantal proeven hadden de gloeilampen echter wel een positief resultaat ten opzichte van de controle. In tabel 2 is de intensiteit van het gloeilampenlicht in de twee hoogste intensiteiten ongeveer even hoog als in de middelste intensiteit SON-T. De extreem donkere proefomstandigheden kunnen ervoor gezorgd hebben dat de relatief lage intensiteit belichting toch voor een verbetering zorgde door een bijdrage aan de lichtsom (totale hoeveelheid licht per dag).

In tabel 3 bij *P. strobus* 'Radiata' en in tabel 5 hadden gloeilampen echter ook hetzelfde effect als SON-T. In de kassen met gesloten daglengtescherm waarin werd belicht 's avonds en 's nachts temperatuurverhogingen gemeten van 3 tot 5 °C ten opzichte van de ingestelde temperatuur van 12 °C. Ook dit kan wellicht een deel van het positieve effect van belichten verklaren.

Een verhoging van de kasttemperatuur van de gebruikelijke 12° of 14°C naar 15° tot 18°C kan positief effect hebben op de entvergroeiing. Verhoging van de bodemtemperatuur had in lichtarme omstandigheden een negatief effect. Dit bleek met name uit de gegevens in tabel 2 en tabel 5. Ook in lichte omstandigheden werd geen positief effect bereikt met bodemverwarming zodat gebruik hiervan niet wordt aangeraden. Bij het instellen van de kasttemperatuur moet men rekening te houden met de lichtomstandigheden. Bij veel licht, natuurlijk of door belichting, kan de temperatuur iets hoger worden ingesteld.

Het entresultaat bij *Pinus* wordt positief beïnvloed door de

omstandigheden voor de plant om te assimileren optimaal te maken. Wanneer de planten meer kunnen assimileren hebben ze meer energie ter beschikking, blijven ze beter in conditie en is de kans op een geslaagde entvergroeiing groter. De wortels worden actiever waardoor de kans op overleven in het eerste teeltjaar groter is. Optimale assimilatie bereikt men door de factoren licht en temperatuur op elkaar af te stemmen. Licht is zeer belangrijk maar de resultaten van belichten zijn wisselend.

7. CONCLUSIES

Licht is voor de vergroeiing van geënte *Pinus* zeer belangrijk. Dit blijkt vooral uit de negatieve effecten die werden veroorzaakt door schermen. Zorgen voor veel natuurlijk licht door gebruik te maken van een moderne lichte kas is het beste. Als de omstandigheden dat toelaten is het verstandig de entperiode in de richting van het voorjaar te verschuiven. Dan profiteert men van de toenemende hoeveelheid natuurlijk licht. Schermen kan men het beste beperken tot het absoluut noodzakelijke.

De resultaten van belichten waren in het onderzoek wisselend, echter nooit negatief. Belichten kan onder bepaalde omstandigheden zinvol zijn maar heeft alleen positief effect als de natuurlijke hoeveelheid licht zeer beperkt is. Bij zonnig weer heeft belichten geen effect. Het effect van belichten wordt toegeschreven aan een bijdrage aan de totale lichtsom per dag. Een daglengte effect is in dit onderzoek niet gevonden.

Als men wil belichten dan ligt het voor de hand om hoge druk natrium lampen (SON-T te gebruiken omdat deze een hoge lichtopbrengst hebben. Men kan belichten voorafgaand aan de natuurlijke dag 's ochtends of aansluitend op de natuurlijke dag 's avonds. De periode waarin de plant kan assimileren wordt daarmee verlengd. Overdag belichten met SON-T kan ook maar is theoretisch minder efficiënt. De periode waarin de plant kan assimileren wordt daarmee niet verlengd.

Verhoging van de kastemperatuur tot 15 à 18°C kan een positief effect hebben mits er genoeg licht is. In een donkere kas is het beter om de temperatuur wat lager, namelijk op 12 tot 14°C te houden. Een hogere bodemtemperatuur is zeer negatief wanneer er weinig licht is. Ook onder lichte omstandigheden werd geen verbetering bereikt met bodemverwarming.

LITERATUUR

Brummelen, C. van. 1986. Invloed van licht op de groei en ontwikkeling van planten. artikel in: Licht op Belichten.
Brochure uitgegeven door onderzoek en voorlichting.