



Robotisering

Ver(der)gaande mechanisatie in de boomkwekerij

Bert Snoek

In samenwerking met:

Bertus Meijer

Pieter van Daltsen

Wouter Schuring

Bart van der Sluis

Sjraar Haenen

Frank Nouwens

Frederique Vogel

Winand Hazelaar

André de Gruyter

e.a.

© 2003 Boskoop, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Projectnummer: 311083 & 311084

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Sector Bomen

Adres : Rijnveld 153 2771 VX Boskoop

: Postbus 118 2770 AC Boskoop

Tel. : 0172-23 67 00

Fax : 0172-23 67 10

E-mail : info.ppo@wur.nl

Internet : www.ppo.dlo.nl

Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATING.....	5
1 VOORAF	7
1.1 Opdracht en probleemstelling	7
1.2 Inleiding	7
2 DE HUIDIGE STAND VAN DE TECHNIEK.	9
2.1 Mechanisatie in perspectief	10
3 BEWERKINGEN IN DE BOOMKWEKERIJ.	13
3.1 Gewasgroepen boomkwekerij.	13
3.1.1 Heesters en coniferen.	13
3.1.2 Bos- en haagplantsoen	14
3.1.3 Rozen	15
3.1.4 Laan- en vruchtbomen	15
3.1.5 Vaste planten	16
3.2 Bewerkingen boomkwekerij.	17
3.2.1 Klaarmaken van uitgangsmateriaal	17
3.2.2 Zaaïen / poten / planten	19
3.2.3 Veredelen (enten / oculeren)	21
3.2.4 Snoeien	22
3.2.5 Beregenen	23
3.2.6 Onkruidbestrijding	23
3.2.7 Gewasbescherming	24
3.2.8 Rooien & Sorteren	25
3.2.9 Afleveren.....	27
4 NIEUWE CONCEPTEN.....	29
4.1 Automaatje.....	29
4.2 Fertigatie	31
4.2.1 Voordelen fertigatie.....	31
4.2.2 Nadelen fertigatie	33
4.3 Kosten fertigatie.	34
4.4 Telen in goten	36
4.5 Plugplanten	40
4.6 Onkruidbestrijding.....	43
5 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	45

SAMENVATTING

Elke vorm van mechanisatie is een stap naar robotisering. Robotisering is in feite een aaneenschakeling van gemechaniseerde processen waarbij het menselijk ingrijpen steeds verder geëlimineerd wordt.

Mechanisatie / robotisering is innovatief proces waarin naast technische factoren ook sociale en arbeidsorganisatorische factoren een rol spelen. Mechanisatie kan leiden tot betere arbeidsomstandigheden en emissie beperken. Daarom worden bepaalde vormen van mechanisatie gestimuleerd door de overheid via fiscale maatregelen waarbij ofwel willekeurig kan worden afgeschreven ofwel een extra investeringsaftrek wordt toegekend of beide. Voor een teler geldt dat mechanisatie arbeid kan besparen en/of leidt tot een betere kwaliteit.

In de boomkwekerij is mechanisatie nog betrekkelijk weinig ontwikkeld door de grote verscheidenheid aan teelten en de geringe draagkracht van de grond in de Boskoopse regio. De boomkwekerij heeft zich in Boskoop ontwikkeld vanwege de unieke eigenschappen van de bodem doch deze (ver)draagt geen zware mechanisatie. De containerteelt leent zich meer voor verdergaande mechanisatie dan de teelt in de volle grond. Mechanisatie in de boomkwekerij heeft zeker perspectief omdat arbeid bespaard kan worden. vele boomteelten zijn behoorlijk arbeidsintensief en processen als stekken, oppotten, veredelen, wieden, rooien en sorteren vergen honderden zo niet duizenden uren per jaar per ha. Veel oplossingen zijn in andere sectoren reeds ontwikkeld en kunnen na enige aanpassing eventueel in de boomkwekerij ingevoerd worden. Voor andere arbeidsintensieve processen kunnen andersoortige oplossingen uitgewerkt worden zoals winterhandveredelen in plaats van veredelen op het veld en grond / containers afdekken en zo onkruidontwikkeling belemmeren in plaats van wieden. Een uitdaging voor de mechanisatiebedrijven ligt in het ontwikkelen van lichter machines voor minder draagkrachtige grond.

Een vijftal (mogelijke) ontwikkelingen zijn wat verder uitgewerkt:

- precisie planten door toepassing van GPS of lasertechniek zodat de exacte plaats waar planten staan bekend is waardoor mechanische bewerkingen gemakkelijker kunnen worden uitgevoerd
- fertigatie waarbij op nagenoeg kostenneutrale wijze water en meststoffen worden bespaard terwijl een betere kwaliteit wordt verkregen en organische mest gedurende het gehele groeiseizoen op de juiste tijd kan worden toegediend
- telen in goten waarbij emissie geëlimineerd wordt en water bespaard in een gesloten teeltsysteem waarbij de bufferende werking van de bodem gecombineerd wordt met de voordelen van containerteelt namelijk schone grond en betere beheersing van de groeiomstandigheden
- planten in pluggen voor bos- en haagplantsoen waarbij pluggen met plantjes direct op eindafstand in een vast plantverband worden uitgeplant zodat groeiwinst (=tijdwinst) ontstaat en een keer minder geoogst en gesorteerd hoeft te worden
- vierkant plantverbanden teneinde in twee haaks op elkaar staande richtingen te kunnen schoffelen waardoor het ongeschoffelde oppervlak van rond de 15% bij schoffelen in één richting wordt gereduceerd tot iets meer dan 3% bij schoffelen in twee richtingen.

1 Vooraf

1.1 Opdracht en probleemstelling

In opdracht van het Ministerie van landbouw, Natuurbeheer en Visserij (LNV) voert Praktijkonderzoek Plant en Omgeving (PPO) onderzoek uit naar systeeminnovaties in de plantaardige sector.

Innovaties zijn te omschrijven als "een nieuw patroon van coördinatie tussen mensen, technische hulpmiddelen en natuurlijke fenomenen" (definitie ontleend aan inaugurele rede prof. dr. ir. Cees Leeuwis bij aanvaarding hoogleraarschap Communicatie en Innovatie Studies op 24 april 2003).

Onderdeel van het LNV-programma 400 Systeeminnovaties vormen de ex-ante evaluaties. In ex-ante evaluaties wordt op grond van zo goed mogelijk onderbouwde aannames vooraf beoordeeld wat het perspectief is van bepaalde innovaties. Door de begeleidingscommissie van programma 400 is gevraagd de perspectieven van robotisering in de boomkwekerij nader te onderzoeken.

Dit rapport beschouwt de perspectieven van verschillende vormen van mechanisatie in de boomkwekerij.

1.2 Inleiding

De Chinees Chuang-tzu tekende in de 4^e eeuw voor Christus het volgende verhaal op:

As Tzu-gung was traveling through the regions north of river Han, he saw an old man working in his vegetable garden. He had dug an irrigation ditch. The man would descend into the well, fetch up a vessel of water in his arms, and pour it out into the ditch. While his efforts were tremendous, the results appeared to be very meager.

Tzu-gung said, "There is a way whereby you can irrigate a hundred ditches in one day, and whereby you can do much with little effort. Would you not like to hear of it?"

Then the gardener stood up, looked at him, and said "And what would that be?" Tzu-gung replied, "You take a wooden lever, weighted at the back and light in front. In this way you can bring up water so quickly that it just gushes out. This is called a draw-well".

The anger rose up in the old man's face, and he said, "I have heard my teacher say that whoever uses machines does all his work like a machine. He who does his work like a machine grows a heart like a machine, and he who carries the heart of a machine loses his simplicity. He who has lost his simplicity becomes unsure in the strivings of his soul. Uncertainty in the strivings of the soul is something which does not agree with honest sense. It is not that I do not know of such things; I am ashamed to use them".

Mechanisatie. Automatisering. Robotisering.

Drie stadia van verdergaande uitschakeling van menselijk ingrijpen waarbij in het laatste geval de machine geworden mens het ideaaltype is. Van een mens die een machine gebruikt tot een bijna menselijke machine. Een schrikbeeld waarschijnlijk voor de tuinder uit bovenstaand verhaal. Maar in onze huidige context is het gebruik van machines niet meer weg te denken en is mechanisch denken behoorlijk ingeburgerd geraakt. Voor veel handelingen wordt automatisch gelijk gedacht over machines die het werk zouden kunnen verlichten. 'Simplicity' wordt nog door weinigen beschouwd als het grootste goed en 'the strivings of the soul' vormen niet het hoofdonderwerp van deze perspectievenstudie...ook al heeft het een plaats binnen de sociale context van technische vernieuwingen.

Laten we mechanisatie omschrijven als het gebruik van machines: mensen bedienen apparaten waarbij de menselijke aanwezigheid continu noodzakelijk is om het onderhavige proces goed te laten verlopen. Bij automatisering worden dan eenvoudige handelingen door machines uitgevoerd waarbij de menselijke

aanwezigheid minder strikt noodzakelijk is; bij automatisering kan het begin en het einde van een bewerking door niet-menselijke impulsen gegeven worden.

Van robotisering kan men spreken wanneer complexe, meervoudige handelingen in één werkgang door apparaten worden uitgevoerd.

De grenzen tussen mechanisatie, automatisering en robotisering zijn niet echt scherp met name niet bij automatisering en robotisering.

Als automatisering en robotisering worden beschouwd als een aaneenschakeling van gemechaniseerd handelen, kan in feite elke inzet van een apparaat of een machine beschouwd worden als een fase in de robotisering.

In dit rapport wordt ingegaan op meerdere vormen van mechanisatie in de boomkwekerij.

In hoofdstuk 2 wordt ingegaan op de huidige stand van de techniek en worden de kaders geschetst waarbinnen de mechanisatieproblematiek kan worden beschouwd.

In hoofdstuk 3 worden de teelten en de handelingen binnen de boomkwekerij behandeld waarbij aandacht wordt besteed aan mogelijke mechanisatieoplossingen

In hoofdstuk 4 worden enige perspectiefvolle concepten wat nader uitgewerkt.

In hoofdstuk 5 volgen de conclusies en aanbevelingen

2 De huidige stand van de techniek.

Het woord robotisering roept bij veel mensen futuristische, welhaast utopische beelden op van vergaande mechanisatie. Deze beelden komen voor de tuinbouw niet geheel overeen met de werkelijkheid zoals duidelijk werd op de studiedag ketenkennis = ketenkracht in het provinciehuis van Zuid-Holland op 9 oktober 2003 waar ook robotisering in een workshop werd behandeld:

Robotisering tuinbouw loopt dood

De robotisering van arbeidshandelingen in de tuinbouw verloopt zeer traag en kost veel. Dit meldde Erik Pekkeriet, technisch onderzoeker bij het Wageningse instituut voor Agrotechnology&Food Innovations (ex-Imag) op de themadag ketenkennis is ketenkracht.

Verskillende projecten worden opgepakt, maar voor het verder ontwikkelen hebben commerciële bedrijven geen interesse. Een voorbeeld is de ontwikkeling van de oogstrobot voor komkommers. Dit project is stopgezet omdat er een gebrek aan interesse is bij commerciële bedrijven om de oogstnelheid te verbeteren.

Uit: Agrarisch Dagblad Publicatiedatum: 10 oktober 2003

Niet dat robotisering kansloos is in de agrarische sector: in de melkveehouderij maakt bijvoorbeeld de melkrobot opgang en in de glastuinbouw staan de ontwikkelingen bepaald niet stil. Verschil tussen sectoren is dat in veehouderij het object naar de robot toegaat: koeien leren zelf naar de robot toe te gaan om gemolken te worden. De melkmachine in een melkrobot is in grote lijnen gelijk aan die in een melkstal. Stimulatie, vacuümhoogte, zuig-rustverhoudingen en de afneemcriteria spelen een belangrijke rol bij de efficiëntie van het melkproces, zowel bij conventionele melkmachines als de gerobotiseerde versie. De robot voegt toe dat automatisch ondergehangen wordt, bij geavanceerde melkmachines tot nu toe het enig menselijk handelen. Door het wegvallen van de laatste bewerking in het melken waarvoor nog een mensenhand nodig was, is de menselijke rol geheel geëlimineerd bij normale werkuitvoering.

In de tuinbouw moet een robot naar het te behandelen object toegaan of moet het object naar de verwerkingsplaats toegebracht worden. Dit kost tijd en geld. Om een te behandelen object goed te lokaliseren worden bijvoorbeeld door de rijdbare oogstrobot voor komkommers twee foto's gemaakt om de diepte te bepalen waarna een arm naar de te oogsten komkommer gedirigeerd wordt. Het verplaatsen van de robot, het maken van twee foto's (met één camera waardoor de robot voor de vereiste verschillende cameraposities verreden moet worden) en het kunnen oogsten na deze detectie, kosten thans veel tijd. Visiesystemen en beeldanalyse maken een snelle ontwikkeling door zodat het probleem van herkennen van het juiste object in de nabije toekomst sneller en goedkoper zal gaan maar zover is het nu (eind 2003) nog niet. Software ontwikkeling voor beeldherkenning en snelheid van de robots zijn thans nog de grotere problemen waarvoor een oplossing moet worden gezocht.

Het verplaatsen van planten naar een robot / machine toe is de andere optie. Automatische transportsystemen worden in steeds meer bedrijfssystemen gebruikt. Bij dergelijke transportsystemen zijn combinaties met geavanceerde apparaten steeds meer gemeengoed aan het worden. Technieken van automatische patroonherkenning en digitale beeldverwerking op basis van sensortechniek, optische techniek en combinaties ervan maken thans een snelle ontwikkeling door en worden steeds verder ontwikkeld zodat het technisch mogelijk wordt (en deels al is) om –liefst - verenkelde planten automatisch te oogsten en te verwerken.

2.1 Mechanisatie in perspectief

Het al dan niet mechaniseren van bepaalde handelingen wordt niet alleen bepaald door de vraag of een handeling / bewerking te mechaniseren valt.

Punten die een rol spelen zijn:

-arbeidsomstandigheden en milieu. Arbeidsomstandigheden en milieu zijn randvoorwaarden binnen dit rapport. Elke innovatie op het gebied van mechanisatie moet leiden tot liefst betere, op zijn minst niet mindere en zeker niet slechtere arbeidsomstandigheden waarbij de nadruk ligt op fysieke belasting. (voor monotonie, concentratie en andere aspecten die te koppelen zijn aan machine-operatorachtige werkzaamheden zijn geen harde meetcriteria voorhanden. Slechts de aanbeveling het werk zo veel mogelijk af te wisselen doet hier opgeld). Voor milieu geldt hetzelfde: liefst betere milieumomstandigheden en zeker geen slechtere. Mechanisatie moet een oplossing bieden voor milieuproblemen.

In de huidige situatie scoort de boomkwekerij niet echt slecht op het gebied van ziekteverzuim (als maatstaf voor de werkomstandigheden): ook al zijn er meerdere processen waarbij de tilnorm wordt overschreden (vooral bij het rooien van bomen met kluiten), het ziekteverzuim in de boomkwekerij (2,4% in 2001) is volgens de Arbeidsmonitor de laagste van alle agrarische bedrijfstakken en dat terwijl het gemiddelde ziekteverzuim van de agrarische sector (4,5%) weer onder het nationale gemiddelde (5,5%) ligt.

- kwaliteit. Een derde criterium dat met name voor de teler van belang is, is de kwaliteit. De kwaliteit waarmee een handeling is uitgevoerd, kan bepalend zijn voor de kwaliteit van het eindproduct. Sommige bewerkingen kunnen door machines beter worden uitgevoerd dan door een mens omdat een machine beter in staat is een handeling exact hetzelfde te repeteren dan een mens. Zo zou een machine bijvoorbeeld gelijkmatiger stekken kunnen snijden (steeds dezelfde hoek; steeds dezelfde lengte) dan een mens. Sommig 'vakmanschap' kan dan worden overgenomen door een machine hetgeen bij sommigen weerstand tegen een dergelijke machine op kan roepen; innovaties op het gebied van mechanisatie hebben immers niet alleen een technische component maar moeten ook passen binnen een sociaal organisatorische context.

Tegen deze weerstand tegen machines staat soms ook trots op de mechanisatie. Werknemers op bedrijven die dom, zwaar en smerig werk zo veel mogelijk hebben gemechaniseerd, ontlenen een bepaalde status aan de vooruitstrevendheid van het bedrijf waar ze werken. Werkgevers met twee typen bedrijven: een verouderd bedrijf en een nieuw (=gemechaniseerd) bedrijf er naast, verklaren dat werknemers wanneer zij de keuze krijgen, de voorkeur geven te werken op het nieuwe bedrijf.

Een machine kan ook meer beschadiging geven of een slechter bewerkingsresultaat. Dit geldt met name voor complexere bewerkingen en bij bewerkingen waarbij het object heterogeen is of waarbij in min of meerdere mate beoordeeld moet worden hoe het object precies bewerkt moet worden. Soms neemt een teler dan de eventuele schade cq kwaliteitsverlies voor lief. Als voorbeeld kan de bollenpelmachine genoemd worden: de pelmachine geeft een slechter pelresultaat dan handpellen zodat nagepeld moet worden; geeft meer beschadiging en meer kans op ziekte (zuur doordat de bol voor het machinaal pellen weer nat gemaakt moet worden). Toch heeft bijna elke bollenteler thans een pelmachine omdat pellers moeilijk zijn te vinden en vanwege de papieren rompslomp die gepaard gaat bij scholieren- en seizoensarbeid.

De psyche van de ondernemer speelt kennelijk een grote rol: de ene keer wordt een strikte zero tolerance ten opzichte van kwaliteitsverlies gehanteerd waar onder andere omstandigheden soepeler met het kwaliteitsaspect wordt omgegaan.

Een ander kwaliteitsaspect is dat mechanisatie leidt tot uniform product (bulkproductie). Differentiatie op grond van plantspecifieke of cultivarspecifieke groei is bij ver doorgevoerde mechanisatie uit den boze.

- besparing arbeid. De besparing van arbeid is voor telers vaak een reden om machines in te zetten. Dan geldt vaak als voornaamste reden dat de vaste kosten (afschrijving, rente en onderhoud) en variabele kosten (bediening, brandstof, gebruik gerelateerd onderhoud & materiaal e.d.) lager zijn dan de arbeidskosten die de bewerking zouden vergen wanneer het niet machinaal zou zijn uitgevoerd. Bij de berekening van de kosten van mechanisatie kan de fiscus een helpende hand bieden om de kosten te verlagen: door fiscale maatregelen als FARBO, VAMIL, MIA of EIA voor arbeidsomstandigheden of milieu (waaronder energie) verbeterende machines wordt ofwel de kans geboden de gehele aanschaf in één keer af te schrijven (hetgeen een contante waarde voordeel oplevert en waardoor de ondernemer eerder over zijn financiële middelen kan beschikken) of een extra investeringsaftrek voor de belasting op te voeren. Door deze maatregelen kunnen de jaarkosten meer dan 50% gereduceerd worden. Kennelijk heeft de boomkwekerijsector de weg naar deze fiscale maatregelen nog niet gevonden. Alleen aangemelde en goedgekeurde machines en apparaten komen namelijk voor degelijke fiscale stimuleringsmaatregelen in aanmerking. Op de FARBO lijst staat alleen de bomen-kluitrooimachine als specifiek boomkwekerijapparaat.

Bij de arbeidskosten spelen bedrijfsfactoren een rol: is arbeid op het bedrijf beschikbaar en tegen welke prijs kan eventueel arbeid ingehuurd worden? Het bouwplan en de personeelsbezetting bepalen grotendeels de arbeidsfilm en de pieken en dalen. Bij arbeidspieken zal eerder naar mechanische oplossingen gezocht worden dan bij arbeidsdalen: bij leegloop zijn ondernemers minder bereid om machines in te zetten omdat het vaste personeel toch niets anders te doen heeft. Dan kost personeel 'niets'. Dit geldt bij ongewijzigde bedrijfsvoortzetting.

Door mechanisatie (het wegvallen van het handwerk en het reduceren van vakkundige handelingen tot machinebewerkingen) kunnen teelten verworden van dure kwaliteitsproducten tot goedkope bulkproducten.

-ploeggrootte. Door gebruik machines / mechanisatie kan de grootte van de ploeg mensen die nodig zijn om een handeling op gangbare wijze in één keer uit te voeren, veranderen. Soms kunnen door de inzet van machines meer mensen nodig zijn dan wanneer dezelfde handeling handmatig zou zijn uitgevoerd. Door gebruik machines kan ook de ploeggrootte dwingend zijn.

-schaalgrootte. Met name in het Boskoopse bedrijfstype (gemiddeld 1¼ ha groot met een grote verscheidenheid aan teelten) zijn de oppervlaktes dermate klein dat de besparing in arbeid voor veel machines niet opweegt tegen de jaarkosten (oftewel de vaste kosten van afschrijving, rente en onderhoud per jaar) van de betreffende machines. Het probleem van schaalgrootte kan ondervangen worden doordat een groep telers gezamenlijk (coöperatief) een machine aanschaf. Een verdere doorvoering van het concept van gezamenlijk gebruik met professioneel beheer en vakkundige bediening van de machines kan geleverd worden door de loonwerker.

De kleinschaligheid leidt vaak ook tot een versnippering van de oogst: op afroep worden kleine partijtjes geoogst en afleverklaar gemaakt. Deze versnippering maakt het inzetten van machines minder interessant. Een ander aspect van schaalgrootte ligt in de sector zelf: de boomkwekerij is een betrekkelijk kleine sector met een grote verscheidenheid aan gewassen met vele specifieke bewerkingen. Voor machinebouwers en –ontwerpers is de boomkwekerij dan ook niet de interessantste sector. Pionierswerk wordt er dan ook weinig gepleegd in de boomkwekerij op het gebied van mechanisatie. Daarom wordt voor te mechaniseren processen met een schuin oog gekeken naar ontwikkelingen in andere, grotere sectoren onder het motto: "Beter goed gepikt dan slecht verzonnen" in de wetenschap dat het vaak (niet altijd) goedkoper is een machine aan te passen dan een nieuwe machine te ontwikkelen.

- andere concepten. In het aanpassen van bestaande machines uit andere sectoren en het inpassen van deze machines in huidige processen schuilt het gevaar dat gelijksoortige oplossingen worden gezocht terwijl er misschien oplossingen liggen in andere benaderingen. Het gevaar bestaat dat stukken productieproces uit een ander sector worden gekopieerd terwijl er misschien meer kansen liggen in een andere teeltwijze waarbij de gekopieerde mechanische handeling wordt geëlimineerd. Dit gevaar van focussen op een bewerking / handeling is altijd aanwezig waardoor het denken over een ander productieproces waarbij de betreffende handeling misschien wel helemaal vervalt. Naast eerste orde veranderingen (verbetering binnen een bestaand systeem) moet zeker ook gedacht worden naar

perspectievolle tweede orde veranderingen (nieuwe productiesystemen).

Bij de andere concepten hoort ook ketendenken: meenemen van andere handelingen / methodes van fases vòòr de werkelijke teelt bij het uitgangsmateriaal en van fases ná de teelt wanneer het product zijn weg naar de uiteindelijke klant vindt.

-zwaarte machines. In de boomkwekerij is nog veel redelijk zwaar werk. Vooral als boomproducten met kluit gevraagd worden, is er sprake van fysiek zware bewerkingen. Om dergelijke bewerkingen en handelingen te mechaniseren, wordt ook veel power van de machines geveerd. Een groot vermogen van machines (hoog toerental) gaat gekoppeld aan een zware uitvoering waardoor de toepasbaarheid van deze machines beperkt is. Een lichtere uitvoering is voor sommige processen wel mogelijk maar dan werkt de machine minder snel. Processen als het machinaal steken van kluiten gaan gepaard met heel zware machines. Zware machinerie is in Boskoop sowieso uit den boze zodat de toepasbaarheid ervan voorbehouden is aan de (zand)gronden met grote draagkracht en geringe gevoeligheid voor structuurbederf.

3 Bewerkingen in de boomkwekerij.

Met gewasspecialisten en enige telers zijn de verschillende teeltsystemen besproken. Allereerst wordt een korte beschrijving van de huidige teeltsystemen voor de hoofdgroepen in de boomkwekerij. Er bestaan veel teeltvarianten maar gekozen wordt voor de meest gebruikelijke met zo veel mogelijk de varianten waarbij begonnen wordt met eigen uitgangsmateriaal. Vervolgens wordt per handeling gekeken wat de mogelijkheden van mechanisatie zijn.

3.1 Gewasgroepen boomkwekerij.

De gewasgroepen waarnaar gekeken wordt in de boomkwekerij zijn:

- heesters en coniferen
- bos- en haagplantsoen
- laan- & vruchtbomen
- rozen
- vaste planten.

Bij heesters, coniferen, vaste planten en rozen bestaan zowel een volle grond als containervariant; laanbomen, bos- en haagplantsoen kennen nagenoeg uitsluitend volle grondsteelt.

3.1.1 Heesters en coniferen.

Volle grond:

Sierheesters en enkele exclusieve soorten coniferen worden op veen geteeld op kleine bedrijven die gemiddeld nauwelijks groter zijn dan een hectare. (Boskoopse model). Veen heeft weinig draagkracht zodat weinig handelingen / bewerkingen thans gemechaniseerd zijn. Zware machines zakken weg zodat alleen lichte tweewielige trekkertjes gebruikt kunnen worden. Sommige bedrijven gebruiken buizenframes waarover lichte machines rijden. Over de buizen kunnen plantmachines gereden worden: deze plantmachines zijn veelal lig- of knielbedden waarop de planters liggen resp. op hun knieën zitten. Het klaarmaken van het land (met een hakfrees) en de aan- en afvoer van materialen en producten zijn op vele bedrijven de enige gemechaniseerde processen. Omdat er veel handwerk is, bestaat de mogelijkheid vele verschillende soorten aan te houden. Door de veelheid aan soorten wordt mechaniseren nog minder interessant zodat er veel handwerk blijft.

De arbeidsinzet voor éénjarige teelten uit winterstek bestaat uit ruim 2100 uur per hectare (productie uitgangsmateriaal). Hiervan komt volgens KWIN'98 zo'n 950 uur voor rekening van het klaarmaken van het stekmateriaal (stekken snijden en steken), 300 uur voor de onkruidbestrijding en 700 voor het rooien en sorteren. Voor varianten uitgaand van plantgoed wordt een kleine 700 uur gerekend voor het planten van het uitgangsmateriaal en tot 1350 uur voor het rooien en afleverklaar maken van het product. Het afleveren gebeurt al dan niet met kluit. Kluitgoed wordt steeds meer in pot gedrukt, op wens van de afnemer. Indien het product wordt afgevoerd met kluit, moet aanvulgrond opgebracht worden om de afvoer (en inklinking) te compenseren.

De meeste coniferen worden op zandgronden geteeld. Zandgronden hebben een grotere draagkracht zodat mechanisatie mogelijk is. Sommige bedrijven kennen dan ook veel mechanisatie. Zo worden bijvoorbeeld haagconiferen op akkerbouwmatige wijze geteeld met gemechaniseerde oogst. Bedrijven op zandgrond zijn over het algemeen groter (gemiddeld rond de 7 ha), hebben een minder grote verscheidenheid aan soorten en kennen meerdere gemechaniseerde processen.

Bij de teelt van coniferen vormt het snoeien een belangrijke activiteit: hier is 180 tot 340 uur /ha/jaar mee gemoeid. Het af te leveren product wordt steeds meer met kluit in pot afgeleverd. Heesters en coniferen

kunnen afkomstig zijn uit de volle grond teelt waarbij de planten na het rooien in een pot worden gedrukt en gelijk afgeleverd (dan is de pot in feite een soort verpakkingsmateriaal). Ook kan het zijn dat de potgedrukte planten na enige tijd (enkele maanden) in de pot blijven staan om door te groeien zodat nieuwe wortels worden gevormd. Dat is de trekvariant: getrokken containers. Ook kan het zijn dat de heesters en coniferen in pot zijn geteeld. Dan is sprake van containerteelt.

5 meest arbeidsintensieve bewerkingen in volle grond teelt heesters & coniferen volgens KWIN 1998:

rooien & klaarmaken 1j plg	heesters	400.000	1	1900	1900
rooien & ingazen 2j geënt	coniferen	100.000	2	3190	1595
maken handveredeling 1j plg	heesters	225.000	1	1410	1410
penseren	heesters	400.000	1	880	880
planten 1j plantgoed	coniferen	500.000	1	860	860

containerteelt:

Bij containerteelten is mechanisatie gemeengoed. Veel ervaringen zijn overgenomen van de potplantenbedrijven. In de traditionele landbouw is 80% van alle inspanningen gericht op het transport van de agrarische producten dus is (automatisering van het) transport een zaak van de hoogste prioriteit. Automatische transportsystemen brengen potten / containers met planten van het containerveld of de kas naar verwerkingsruimten waar gewasspecifieke behandelingen worden uitgevoerd (veredelen, verpotten, sorteren) en waar uiteindelijk geoogst wordt. Voor de oogst zijn voor boomkwekerijproducten veelal geen snij- of kniphandelingen nodig. Overzetrobots kunnen de containers op band naar sorteermachines zetten die de containers met planten op basis van gewicht, lengte, dikte stam of kleur (3D-visie) opdelen in verschillende partijen. De partijen kunnen automatisch geladen worden in de afleverkarren. Automatisering hangt nauw samen met het benodigde transport van containers: hoe vaak moeten containers getransporteerd worden? Voor veel containerteelten moeten de containers met planten 's winters opgeslagen worden in een vorstvrije kas.

Containerteelt kan grote voordelen op het gebied van milieu en arbeidsomstandigheden:

Bij containerteelt kan al het water met mineralen en residuen van bestrijdingsmiddelen opgevangen en gerecirculeerd worden zodat emissie via het grondwater tot een minimum beperkt kan worden. Wat betreft arbeidsomstandigheden elimineert containerteelt veel zwaar werk bij het oogsten en handelingen dicht bij de grond. Overzetsystemen van potten op tabletten e.d. zijn bekend uit de glastuinbouw. Be- en verwerking van de boompjes in een verwerkingsruimte biedt de mogelijkheid de arbeidsomstandigheden te optimaliseren qua werkhoogte, door het verminderen van de tillast en door de weersinvloeden van buiten te elimineren.

Bij de huidige stand van de techniek is er bij de containerteelt veel arbeid gemoeid:

5 meest arbeidsintensieve bewerkingen in containerteelt heesters & coniferen volgens KWIN 1998:

Containerteelt	pdh/ha	teeltduur	uur/ha	uur/ha/jaar	gemiddeld
oppotten stek ½ l	925.900	1	3240		3240
wieden ½ l	925.900	1	1370		1370
oppotten 3 l	1.481	1	1370		1370
oppotten 1½ l	244.900	1	1360		1360
afleveren ½ l	925.900	1	1190		1190

3.1.2 Bos- en haagplantsoen

Bij bos- en haagplantsoen kunnen twee hoofdsystemen onderscheiden worden: de verplante versie en de ondersneden variant.

Verplanten houdt in dat in het eerste teeltjaar gezaaid wordt waarna aan het einde van het eerste jaar de zaailingen gerooid en gesorteerd worden. De op maat gesorteerde planten worden op eindafstand geplant waarna ze na één of twee groeiseizoenen worden gerooid en afgeleverd.

In feite wordt bij deze variant twee keer gerooid en gesorteerd, de meest arbeidsintensieve handeling. Bij

een ha 1+1 teelt met een plantdichtheid van 800.000 per ha voor de zaailingen en 50 planten per mbed wordt per ha een kwart gezaaid en driekwart beplant met zaailingen. Zo worden 200.000 zaailingen geproduceerd en ongeveer 185.000 zaailingen geplant. Bij een taaktijd van 35 min per 1000 planten voor het rooien van zaailingen en eenzelfde tijd voor het sorteren ervan en een taaktijd van 60 minuten per 1000 planten voor het rooien van de uitgeplante planten en een even lange tijd voor het sorteren ervan, is rond de 600 uur/ha gemoeid met het rooien en sorteren.

Bij de ondersneden variant wordt zaad direct op de eindafstand gezaaid, aan het einde van het eerste jaar ondersneden (om goede wortelvorming te stimuleren) en vervolgens een jaar later (of twee jaar bij langzamer groeiers) wordt gerooid en gesorteerd. Voor het afleveren wordt bos- en haagplantsoen veelal als wortelgoed verkocht. Maar in tuincentra is er ook vraag naar containerverpakkingen. Hiertoe wordt door een aantal telers steeds meer in de winter opgepot en in het voorjaar aangetrokken planten vanaf een containerveld uitgeleverd.

Het meeste werk in bos- en haagplantsoen zit volgens KWIN in het oogsten en sorteren.

5 meest arbeidsintensieve bewerkingen in bos- & haagplantsoen volgens KWIN 1998:

Bos- & haagplantsoen		pdh/ha	teeltduur	uur/ha	uur/ha/jaar gemiddeld
sorteren,bossen & transport	1+0 naald	3 200 000	1	2060	2060
sorteren,bossen	1+1 loof	183 300	1	1170	1170
sorteren,bossen & transport	1+0 loof	660 000	1	990	990
sorteren,bossen & transport	1a1 naald	3 000 000	2	1880	940
planten	1+1 naald	244 400	1	480	480

3.1.3 Rozen

Van rozen worden onderstammen als zaailingen geteeld. De zaailingen staan met een dichtheid van 800.000 tot 1 miljoen stuks per ha en worden op vergelijkbare wijze als het eerste jaar van de gezaaide bos- en haagplantsoenzaailingen behandeld.

De gesorteerde zaailingen worden in het tweede jaar schuin geplant ten einde het oculeren te vergemakkelijken. Oculeren gebeurt dicht aan de grond op de wortelhals. Oculeren is een arbeidsintensief proces dat gebeurt onder slechte arbotechnische omstandigheden. In het voorjaarna het oculeren wordt wild afgeknipt en wordt later nog gekopt om een goede vertakking te krijgen. Oogsten gebeurt veelal met een klembandrooier. De gesorteerde struiken worden gebost en als wortelgoed verkocht. Ook voor rozen is de vraag naar opgepotte struikjes sterk toegenomen. Daartoe worden de struikjes opgezet in het najaar en winter en pas in het voorjaar en zomer afgeleverd vanuit een onverwarmde kas of vanaf een containerveld(aantrekken).

Een ontwikkeling in de rozenteelt is het gebruik van stekken waarbij niet geoculeerd hoeft te worden. Deze planten worden veelal afgezet in de groenvoorziening, bijvoorbeeld door gemeenten

Het meeste werk in rozenteelt zit volgens KWIN in het oculeren en het sorteren.

5 meest arbeidsintensieve bewerkingen in de rozenteelt volgens KWIN 1998:

Rozen		pdh/ha	teeltduur	uur/ha	uur/ha/jaar gemiddeld
sorteren,bossen	onderstam	639 300	1	1170	1170
oculeren	½ j struik	125 900	1	620	620
oculeren	2j op stam	33 300	2	1190	595
sorteren, binden	pfänder	69 200	2	1190	595
oculeren	2j	92 300	2	590	295

3.1.4 Laan- en vruchtbomen

Laanbomen worden voornamelijk op draagkrachtige gronden dus buiten het Boskoopse geteeld. e laanbomenteelt maakt gebruik van specifiek gesorteerd materiaal uit de bos- en haagplantsoenteelt.Laanbomen worden vegetatief of generatief vermeerderd: de laanbomenteelt kent een onderstammenteelt (uit zaad à la bos en haag of uit stekken), een spillenteelt (doortelt van de onderstammen met al dan niet veredeling erop) en de teelt van opzetters (de grotere bomen).

Bij de laanboomteiler zijn onder meer de snoei en de teelt van rechte spullen belangrijke aandachtspunten. Bij de teelt van kaarsrechte laanbomen is het aanbinden een bewerking die met kennis van groei gedaan moet worden.

Een ander punt van aandacht is de vraag naar steeds grotere bomen. Dit gaat bij gepaard met arbotechnisch minder wenselijke belasting van de werkenden bij verplanten en rooien.

Bij de teelt van vruchtbomen zijn er veel kleine handelingen die vaak moeten worden uitgevoerd zoals het toppen. Verder is er het opschonen van de stam tot een hoogte van rond de 75 cm een vaak terugkomende bewerking.

De teelt van laanbomen is niet de meest arbeidsintensieve van de boomkwekerij gewasgroepen door het betrekkelijk geringe aantal bomen per ha.

5 meest arbeidsintensieve bewerkingen in laanbomen volgens KWIN 1998:

laanbomen		pdh/ha	teeltduur	uur/ha	uur/ha/jaar gemiddeld
wintersnoei	2j afleggers	2 500	2	3600	1800
oculeren	2j halfstam	23 600	2	710	355
rooien, sorteren,ingazen	4j spil	14 200	4	950	238
oculeren	2j spil	23 600	2	430	215
rooien & transport	2j halfstam	23 600	2	400	200

Voor vruchtbomen geeft KWIN geen tijden. Hier is toppen één van de meer tijdrovende werkzaamheden.

3.1.5 Vaste planten

Vaste planten is een verzamelnaam van een groot scala aan verschillende planten die op verschillende wijzen worden vermenigvuldigd en geteeld. Vaste planten worden vermeerderd door middel van zaad, scheuren of stekken. Bij scheuren worden de planten na het rooien in verschillende stukken gescheurd waarbij vaak leverbaar van plantgoed wordt gescheiden. Hierbij is sprake van een cyclische teelt waarbij uit een teeltcyclus zowel leverbaar als uitgangsmateriaal wordt geproduceerd.

Vaste planten worden zowel in de volle grond als in containers geteeld. De containerteelt van vaste planten is vergelijkbaar met containerteelt van heesters en coniferen. In de volle grond is het vermeerderen, het planten en de onkruidbestrijding tijdrovend. Chemische onkruidbestrijding met herbiciden is uit den boze vanwege het kruidachtige karakter van vele vaste planten en daarmee de gelijkenis in vatbaarheid voor herbiciden met onkruiden. Rooien in de volle grond gebeurt op zandgronden met rooimachines waarna het proces voor scheuren en sorteren weer begint.

De vaste plantenteelt is heel arbeidsintensief. De 5 meest arbeidsintensieve bewerkingen in vaste plantenteelt (volle grond en containerteelt) volgens KWIN 1998 zijn:

Vaste planten		pdh/ha	teeltduur	uur/ha	uur/ha/jaar gemiddeld
stek maken en steken	gestekt P8	1 530 600	1	4410	4410
scheuren	gescheurdP9	925 900	1	4100	4100
oppotten	gestekt P7	1 530 600	1	2550	2550
etiketteren	gezaaidP9	925 900	1	1390	1390
wieden	volle grond	233 300	1	920	920

3.2 Bewerkingen boomkwekerij.

In de boomkwekerij zijn de volgende hoofdbewerkingen te onderscheiden:

- Klaarmaken van uitgangsmateriaal
- Zaaïen / poten / planten
- Veredelen (enten / oculeren)
- Snoeien
- Beregenen
- Onkruidbestrijding
- Gewasbescherming
- Rooien & Sorteren
- Afleveren

3.2.1 Klaarmaken van uitgangsmateriaal

Bekende taaktijden voor het klaarmaken van plantmateriaal zijn de volgende:

hoofdgroep	sector	handeling	minuten per 1000 stuks		
			min	max	gem.
uitgangsmateriaal	heesters/coniferen	klaarmaken onderstammen	216	835	526
uitgangsmateriaal	heesters/coniferen	stekken snijden / knippen	45	387	216
uitgangsmateriaal	heesters/coniferen	stekken snijden / knippen + wegsteken	82	516	299
uitgangsmateriaal	heesters/coniferen	stekken van moerplanten knippen	17	132	75
uitgangsmateriaal	laanboom	stekken snijden en wegsteken	222	393	308
uitgangsmateriaal	vaste planten	afleggen moerplanten	253		253
uitgangsmateriaal	vaste planten	scheuren vaste planten	163	485	324
uitgangsmateriaal	vaste planten	stek snijden & steken in tray	173	207	190
uitgangsmateriaal	vaste planten	stek steken	55	273	164
uitgangsmateriaal	vaste planten	stekbakjes vullen 1000 trays	974	1520	1247
uitgangsmateriaal	vaste planten	stekken knippen	118	407	263
uitgangsmateriaal	vaste planten	verspenen gezaaide plantjes	372		372
uitgangsmateriaal	vruchtbomen	knippen stek	102		102
uitgangsmateriaal	vruchtbomen	sorteren & knippen onderstammen	53	161	107
uitgangsmateriaal	laanboom	zaailingen wortels inkorten	59	62	61

bron: Taaktijden voor de boomkwekerij. IMAG 1992

NB Deze opsomming is niet compleet: waar taaktijden nagenoeg gelijk zijn voor verschillende gewasgroepen zijn niet alle taaktijden gegeven.

3.2.1.1 Zaad.

Voor bos- en haag, onderstammen, rozen en laanboomkwekerij en vaste planten wordt voor sommige soorten zaad gebruikt. Dit zaad wordt gewonnen uit geselecteerde bedrijven. Voor bos- en haagplantsoen is de winning van zaad (bijv het verzamelen van eikels en kersenpitten) tijdrovend. Dat zaad komt dan ook vaak uit Oost-Europese landen waar arbeid minder kostbaar is. Steeds vaker wordt de eis gesteld dat bijvoorbeeld eikenplanten worden geteeld uit zaad uit de eigen regio (autochtoon materiaal). Omdat het sortiment bos- en haagplantsoen zeer breed is samengesteld uit verschillende families en geslachten, zijn er veel afwijkende zaadvormen.

Zaad is vaak fijn of gevleugeld hetgeen de mogelijkheden tot precisiezaai beperkt. Pileren of coaten van zaad om onder meer zaden van gelijke grootte te krijgen voor een precisiezaaimachine zoals in de groenteteelt gebeurt, is niet altijd mogelijk. Zo worden zaden van bos- en haagplantsoen nat door de behandelingen bij het doorbreken van de kiemrust voor het zaaïen. Ook leent de vorm van de zaden (vleugeltjes bij essen bijvoorbeeld) zich slecht voor coaten.

Naast de aloude zaaiwijze van breedwerpig zaaien (met name toegepast voor zaaien van onderstammen) zijn er andere oplossingsrichtingen:

a) werken met gestratificeerd zaad: behandeld zaad met hoge kiemkracht dat in één keer op eindafstand kan worden gezaaid. Het kiemingspercentage moet echter wel voldoende hoog zijn en het zaad moet zich lenen voor precisiezaai wil deze methode kans van slagen hebben.

b) zaaien in pluggen. In de winter / vroeg in het voorjaar kan in de kas gezaaid worden in trays. In een schuur zijn de mogelijkheden van zaaien van klein of ongelijkmatig zaad groter dan op het veld. Gesofisticeerde plant of zaaimachines kunnen allerlei soorten zaad in trays zaaien. Trays zijn vele verschillende groottes te verkrijgen zodat voor elk gewas wel een juiste traymaat voorhanden is. Water, bemesting en gewasbescherming (behandeling tegen kiemziekten) kunnen onder gecontroleerde omstandigheden worden toegediend zodat emissie naar milieu ondervangen kan worden. Plantgaten in de trays waarin het zaad niet is gekiemd of waarin de plantontwikkeling onvoldoende is, kunnen door een robot worden gevuld met een plantje uit een andere tray. Verspeenrobots en robots die lege gaten herkennen en vervolgens leegmaken bestaan reeds. Hierdoor kan een tray met 100% vulling met goed gekiemde en ontwikkelde plantjes met een pluggenplanter direct op eindafstand geplant worden. (zie verder 4.4)

3.2.1.2 Stekken

Stekken worden gescheurd of gesneden.

Scheuren/ delen gebeurt voornamelijk bij vaste planten. Vele wortelpruiken moeten zeer nauwkeurig gesplitst worden in delen met zowel groeipunten als wortels. Het beoordelen van de wortelpruik, het op de juiste wijze splitsen en opdelen is dermate beoordelingswerk dat vooralsnog geen aanknopingspunten voor mechanisatie gezien worden. Te meer daar men te maken heeft met heel pluriform materiaal. Er bestaan wel verdeel- en snijapparaten waar het te snijden materiaal handmatig nauwkeurig wordt ingelegd. Het snijden van stekken kan gemechaniseerd worden: machinaal kunnen stekken van gelijke lengte gesneden worden. De lengte van de internodiën en plantspecifieke eisen ten aanzien van de vereiste lengte van het stekmateriaal boven de ogen bepalen in hoeverre het stekken maken mechaniseerbaar is. Het verwonden van de stek door een stukje kaal te maken en het stekken van stekken in de trays kan machinaal worden uitgevoerd. Uit de chrysantenteelt is het machinaal stekken bekend: Stekmateriaal wordt driedimensionaal bekeken met 20-50 opnames waarna de stekken op de ingestelde lengte worden geknipt en gelijk in potten gezet met een tempo van 1000 stekken per uur. Toepassing van de techniek zou overgenomen kunnen worden bij andere planten. Schaalgrootte zal hierbij de beperkende factor zijn. Wanneer een bedrijf bijvoorbeeld een miljoen stekken per jaar produceert mogen bij een taaktijd van ongeveer 5 uur voor knippen en wegsteken per 1000 stekken de jaarkosten (afschrijving, onderhoud en rente) en surveillance kosten samen niet meer bedragen dan $5000 \times \text{€ } 22.42$ (kosten Nederlandse arbeid volgens CBS Kerncijfers 1^e kwartaal 2003) dan € 112.000

3.2.1.3 Winterhandveredeling

Voor verplante teelten worden veelal zaailingonderstammen gebruikt als uitgangsmateriaal. Deze onderstammen worden na sorteren op eindafstand in het veld geplant waarna de veredeling wordt op- of aangebracht.

Een andere techniek is de veredeling in de schuur te doen op een werktafel. Dit heeft het voordeel dat op een mensvriendelijke hoogte onder gecontroleerde omstandigheden gewerkt kan worden: op het veld vindt de veredeling op maaiveldhoogte of slechts enkele centimeters erboven plaats. Bij winterhandveredeling kan het veredelde materiaal na de veredelingshandeling, bewaard worden onder optimale temperatuur en luchtvochtigheid omstandigheden waardoor het slagingspercentage groter is dan veredelen op het veld. Als laatste voordeel kan een groeiwinst aangevoerd worden: door veredeling in de schuur in de winter wordt enige maanden groeiwinst behaald ten aanzien van veredelen in juni tot augustus op het veld. Hierdoor wordt een half groeiseizoen gewonnen. Door een sneller aanslaan kan ook mogelijk eerder begonnen worden met mechanische onkruidbestrijding.

Veredelen in de schuur biedt meer kansen tot mechaniseren. Voor technieken als copuleren vallen wel mechanische oplossingen te bedenken als tenminste onderstammen en veredelingen van gelijke dikte

worden gevonden. Nu bestaan er sorteermachines in allerlei maten en technieken die sorteren op lengte, kleur en gewicht. Technieken om objecten van gelijke diameter te sorteren passen in dit rijtje. Onderstammen en veredelingshout kunnen onder eenzelfde hoek gesneden worden en machinaal opeen gebracht en gebonden worden.

3.2.2 Zaaïen / poten / planten

De volgende taaktijden zijn bekend voor planten:

hoofdgroep	sector	Handeling	minuten per 1000 stuks		
			min	max	gem.
planten	bos- en haagplantsoen	klaarmaken onderstammen	417		417
planten	bos- en haagplantsoen	planten geworteld stek	157	363	260
planten	bos- en haagplantsoen	planten onderstammen/zaailingen	40	126	83
planten	bos- en haagplantsoen	planten per 1000 m 4/5rijmach.	1509	3193	2351
planten	bos- en haagplantsoen	planten plantgoed met schop	516		516
planten	bos- en haagplantsoen	zaaien bomenzaad per 1000 m	59	131	95
planten	bos- en haagplantsoen	zaaien bomenzaad per 1000 m 4rijmach.	118	467	293
planten	bos- en haagplantsoen	zaaiklaarmaken zaaibedden per 10 are	241	281	261
planten	heesters/coniferen	aanbinden 1-jarige veredelingen /bindtang	109		109
planten	heesters/coniferen	oppotten onderstammen	223	915	569
planten	heesters/coniferen	overpotten	274	550	412
planten	heesters/coniferen	planten kluitgoed	984	1368	1176
planten	heesters/coniferen	planten plantgoed	102	310	206
planten	heesters/coniferen	planten plantgoed plantwagen	70	157	114
planten	heesters/coniferen	planten winterstek	65	113	89
planten	heesters/coniferen	planten/ingraven zetlingen	196	1092	644
planten	heesters/coniferen	planten/oppotten geworteld stek	133	290	212
planten	heesters/coniferen	planten/oppotten geworteld stek habe	61	106	84
planten	heesters/coniferen	planten/oppotten geworteld stek javo	50	187	119
planten	heesters/coniferen	stokken zetten 3-6 voets	92	199	146
planten	laanboom	aanbinden	176	1420	798
planten	laanboom	aanbinden 1-jarige veredelingen /bindtang	68	107	88
planten	laanboom	lange stokken zetten	225	560	393
planten	laanboom	planten kluitgoed	1361	1982	1672
planten	laanboom	planten onderstammen/zaailingen handm.	131	207	169
planten	laanboom	planten onderstammen/zaailingen mach.	409	560	485
planten	laanboom	planten opzetters in voorgeboorde gaten	1598	2322	1960
planten	laanboom	planten plantgoed met schop	428	645	537
planten	laanboom	stokken zetten 3-6 voets	72	125	99
planten	rozen	planten onderstammen handm.	120		120
planten	rozen	planten onderstammen mach.	67		67
planten	vaste planten	machinaal zaaïen 1000 trays	880		880
planten	vaste planten	oppotten vaste planten	149	561	355
planten	vaste planten	planten uit zaaïkistjes	57	113	85
planten	vaste planten	planten gescheurd stek in kist	306		306
planten	vaste planten	planten uit pot in grond	139	177	158
planten	vruchtbomen	aanbinden met max tang	70		70
planten	vruchtbomen	planten onderstammen mach.	103	208	156
planten	vruchtbomen	planten vruchtbomen	612	1180	896

bron: Taaktijden voor de boomkwekerij. IMAG 1992

3.2.2.1 Zaaien.

Zaaien gebeurt nog wel met rijen zaaimachines of breedwerpig met de hand voor het zaaien van onderstammen of bos- en haagplantsoen.

Een nieuwe ontwikkeling is het precisiezaaien met gestratificeerd zaad direct op eindafstand. (zie 3.2.1.1) Voordeel van direct op eindafstand zaaien is dat zaailingen aan het einde van het eerste jaar niet gerooid en gesorteerd hoeven te worden. In plaats daarvan wordt een keer ondersneden. Niet rooien scheelt naast veel arbeid een werkgang van de trekker en rooimachine. Bovendien hoeft er dan minder op het land gereden te worden met zware machines (structuurbederf).

Nadeel van gestratificeerd zaad is dat voorsnog het kiemingspercentage van het zaad nog geen 100% bedraagt en grote schommelingen voor de verschillende gewassen vertoont. Stratificeren is voor een groot aantal gewassen nog een moeilijk te beheersen proces en vergt nog veel tijd.

Een variant op dit concept van direct op eindafstand zaaien is het plugplanten. (zie 4.4) Hierbij wordt gezaaid in pluggen en 100% geslaagde pluggen worden op eindafstand geplant op precies gelijke afstand. De pluggenplanter plant op vaste afstand in de rij. Voor exacte bepaling waar de planten staan kan de GPS techniek van het Automaatje hulp bieden (zie 4.1). Bij het zaaien zou de inzet van een apparaat als het Automaatje vooral van dienst kunnen zijn om planten op een exact vastgelegde plaats te kunnen plaatsen. De juiste plaatsbepaling is een belangrijk aanknopingspunt voor meerdere mechanische bewerkingen.

Precisie zaaien of planten wordt ook wel uitgevoerd met behulp van lasertechniek. Nadeel van laser ten opzichte van GPS is dat lasergestuurde apparatuur langs rechte lijnen verloopt; GPS biedt de mogelijkheid om af te wijken van deze rechte lijnen. In de praktijk is het soms door de gesteldheid van de bodem en het terrein moeilijk het werk langs kaarsrechte lijnen uit te voeren.

Een andere geopperde oplossing (ontleend aan de graszadenteelt) is het plakken van zaden op stroken organisch materiaal die de grond ingebracht worden. Aan die stroken zouden ook langzaam werkende meststoffen kunnen worden meegegeven.

3.2.2.2 Planten stekken / zaailing onderstammen

Voor het planten van stekken en zaailing onderstammen in het veld bestaan plantkarren en plantmachines. In de plantkarren liggen de planters op ligbedden waardoor de planters gemakkelijker kunnen werken. Van de "ligbedden" bestaan meerdere varianten waarbij de werkers hangen in tuigjes, knielend werken of languit liggen. Door deze vormen van liggend werken wordt vooral de rug ontzien. Ligbedden moeten vooral gezien worden als hulpmiddel om het handwerk te vergemakkelijken; er is geen sprake van mechanisatie in de pure zin van het woord.

Daarnaast worden voor het planten van stekken machines ingezet voorzien van schijven waarin de onderstam of de stek wordt gelegd waarna op vaste afstand in de rij wordt geplant. Ook hier geldt dat combinatie met precisietechniek (GPS, laser) tot grote voordelen in de verwerking en behandeling kan leiden.

Bij het planten hoort voor spullen onder meer het zetten van stokken en aanbinden van de planten. Er zijn bedrijven die stokkenplaatsmachines hebben ontwikkeld; de plaatsing van die stokken kan nauwkeurig worden vastgelegd om allerlei handelingen van de plant met of aan de stok eventueel machinaal uit te voeren. Eén van die handelingen is het aanbinden van de plant aan die stok. Dit aanbinden kan niet gelijktijdig met het plaatsen van de stokken omdat de bomen direct na plaatsen nog te los staan.

Men onderscheidt twee soorten aanbinden: begeleidend aanbinden op vaste interval en corrigerend aanbinden waarbij door middel van extra aanbinden op de juiste plaats, voorkomen wordt dat de spil krom groeit. Binden gebeurt thans nog handmatig door het leggen van een mastworp of een dubbele knoop. Begeleidend binden kan eventueel machinaal uitgevoerd worden (aan technische oplossingen zijn onderwerp van studie) maar corrigerend aanbinden vereist het oog van de meester hetgeen niet gemakkelijk machinaal te vervangen valt. Corrigerend aanbinden is nu nog echt handwerk vanwege de moeilijk te mechaniseren plaatsbepaling. Hooguit zijn er mogelijkheden het begeleidend aanbinden te mechaniseren.

Voor het planten van stekken in potten zijn uit de potplantenteelt en de chrysantenteelt al machines bekend; er bestaat een keur aan verspeenmachines en potmachines waarvan het concept voor vaste planten in containers kan worden overgenomen. Wellicht is nog aanpassing vereist. Thans ziet men op veel containerbedrijven dat potten wel automatisch gevuld worden met grond maar dat de stekken of onderstammen met de hand geplant worden. Dit proces leent zich voor verdergaande mechanisering.

3.2.2.3 Planten van opzetters

In de laanboomkwekerij vormen 2-3 jarige spullen het uitgangsmateriaal voor de teelt van opzetters. Spullen worden naaktwortelig geroid en wijder uiteen staande plantgaten gezet: de plantdichtheid gaat daarbij van zo'n 24000 bomen naar 5000 stuks per ha. Het oogsten met kluit komt in 3.2.8 verder ter sprake; bij het planten van opzetters wordt het kluitgoed van de voorgaande teelt verplant. Bij grotere bomen met zware kluiten is het werk al niet meer goed met menselijke kracht uit te voeren: voor de grotere bomen zijn rooimachines ontwikkeld die met vier scheppen een kluit rondom uitsteken en elders neerzetten.

3.2.3 Veredelen (enten / oculeren)

De volgende taaktijden zijn bekend voor veredelen:

hoofdgroep	sector	Handeling	minuten per 1000 stuks		
			min	max	gem.
veredelen	heesters/coniferen	afleggen moerplanten	118	362	240
veredelen	heesters/coniferen	copuleren	807		807
veredelen	heesters/coniferen	enten lange onderstammen in schuur	557	1910	1234
veredelen	heesters/coniferen	enten onder lip	554	1120	837
veredelen	heesters/coniferen	entwas aanbrengen	177	1190	684
veredelen	heesters/coniferen	griffels klaarmaken	146	326	236
veredelen	heesters/coniferen	griffels knippen	39	126	83
veredelen	heesters/coniferen	op de kop enten	537	1320	929
veredelen	heesters/coniferen	spleetenten	636		636
veredelen	heesters/coniferen	stekken & enten	984		984
veredelen	laanboom	enten onder lip	599	849	724
veredelen	laanboom	entwas aanbrengen	367	822	595
veredelen	laanboom	oculatiehout knippen	282	1012	647
veredelen	laanboom	oculeren + binden	691	1770	1231
veredelen	laanboom	wild van geënte onderstam	123	504	314
veredelen	rozen	afknippen onderstam boven oculatie	31	42	37
veredelen	rozen	oculatiehout klaarmaken	233		233
veredelen	rozen	oculeren + binden	289	312	301
veredelen	rozen	wild afhalen	159	219	189
veredelen	vruchtbomen	afknippen onderstam boven oculatie	120	170	145
veredelen	vruchtbomen	controle oculatie	174		174
veredelen	vruchtbomen	enten/copuleren & afbinden	571	1270	921
veredelen	vruchtbomen	wild afhalen	90		90

bron: Taaktijden voor de boomkwekerij. IMAG 1992

Bij het veredelen worden in de boomkwekerij meerdere technieken toegepast: Oculeren, enten, chibben, copuleren etc. Het veredelen is behoorlijk arbeidsintensief: inclusief het knippen en klaarmaken van het veredelingsmateriaal en het uitvoeren van de verdelingen zijn gemiddeld tussen de één en twee minuten per plant nodig. Veredelen wordt normaliter in het veld uitgevoerd in een ongemakkelijke werkhouding: laag aan de grond (met name bij het oculeren van rozen dat in de wortelhals in feite in de grond plaats vindt). Arbotechnisch is het veredelen een groot aandachtspunt.

Bij de containerteelt zijn de werkomstandigheden beter te optimaliseren: de werkhoogte kan worden aangepast en weersinvloeden kunnen worden geëlimineerd bij inzet van transportsystemen. Mechaniseren van het veredelen staat nog in de kinderschoenen. Er wordt wel gewerkt met enttang om het enten te vergemakkelijken, er bestaan prototypes van entrobots maar de bevindingen zijn niet onverdeeld positief. Veredelen is precisiewerk en maatwerk waarbij de veredelaar oog moet hebben voor de plantspecifieke eigenschappen van de te veredelen planten. Met beeldherkenning e.d. zou een compleet geautomatiseerde veredeling inbeeldbaar zijn maar oplossingen in de praktijk lijken nog ver weg. Bij winterhandveredelen (zie 3.2.1.3) door middel van relatief eenvoudige technieken als copuleren waarbij met niet geplante onderstammen wordt gewerkt, lijken mechanische oplossingen eerder uitvoerbaar dan op het veld.

Na een geslaagde veredeling worden de scheuten van de onderstam boven de veredeling afgeknipt. Dit gebeurt thans handmatig met een pneumatische snoeischaar. Als de onderstammen schuin geplant zijn (gebeurt bijvoorbeeld bij rozen om het oculeren te vergemakkelijken) en als de plaats van de planten met een nauwkeurigheid van één cm bekend door toepassing van GPS-techniek bij het planten, kan de plaats van de af te knippen scheut redelijk nauwkeurig bekend zijn waardoor een GPS gestuurde hakselaar/maaiertje de scheuten af kan knippen en desgewenst versnipperen.

3.2.4 Snoeien

De volgende taaktijden zijn bekend voor snoeien:

hoofdgroep	sector	Handeling	minuten per 1000 stuks		
			min	max	gem.
snoeien	heesters/coniferen	vormsnoei vertakken	71	994	533
snoeien	laanboom	snoeien 2à3-jarig	788	1085	937
snoeien	laanboom	snoeien eenjarige oculaties	225	389	307
snoeien	laanboom	wintersnoei / pneumatisch	448		448
snoeien	vruchtbomen	vormsnoei / toppen	122		122

bron: Taaktijden voor de boomkwekerij. IMAG 1992

Bij snoeien wordt onderscheid gemaakt tussen vormsnoei (inclusief toppen; penseren bij rhododendron) en correctiesnoei.

Bij vormsnoei wordt door middel van snoeien de plant in een bepaalde vorm gestuurd. Deze vorm kan zeer plantspecifiek zijn of algemeen. De algemene vormsnoei kan in enige mate gemechaniseerd worden bij symmetrische vormen (bollen, piramides e.d.). Voor symmetrisch snoeien bestaan snoeimachinetjes zoals bolsnoeimachientjes die standaardvormen maken.

Voor afwijkende vormsnoei of voor snoeivormen die uit gaan van de plantspecifieke eigenschappen is mechanisatie van de snoei nauwelijks toepasbaar. Te mechaniseren (in casu: verlichten van het handwerk) valt het snoeien door het verlichten van het knippen met pneumatische of anderzijds aangedreven snoeischaren waarbij de snoeier minder kracht hoeft te zetten.

Voor met name vruchtbomen is toppen een vrij continue bezigheid om de lengte groei zoveel mogelijk te remmen. Bij toppen is het zaak alleen de groei punten te verwijderen voor de juiste vormgroei; dit vereist een verfijnde aanpak en is bij de huidige stand van de techniek nog handwerk.

Voor correctiesnoei liggen de mechanisatiemogelijkheden louter in het vergemakkelijken van de snoei handeling met een pneumatische schaar of eventueel thermische snoei (bij niet al te houtige gewassen).

3.2.5 Beregenen

De volgende taaktijden zijn bekend voor beregenen:

hoofdgroep	sector	Handeling	minuten per 1000 stuks		
			min	max	gem.
beregenen	vruchtbomen	Aanleggen fertigatie per 1000 nozzels	517	555	536

bron: Taaktijden voor de boomkwekerij. IMAG 1992

Beregenen gebeurt thans met buizen, waterkanonnen of fertigatie.

Bij buizen wordt een los buizenstelsel met kleine sproeiers aan een pomp gekoppeld (op de aftakas van een trekker of een autonome pomp). De buizen moeten telkens verplaatst worden als een nieuw stuk land besproeid moet worden. Als taaktijd voor het verplaatsen van buizen wordt 4 uur per ha/keer aangehouden. Deze berekeningsmethode voldoet vanwege het arbeidsintensieve verplaatsen eigenlijk alleen op kleine bedrijven.

Grotere bedrijven hebben een vast buizenstelsel of gebruiken een waterkanon.

Een systeem dat in boomkwekerij –in tegenstelling tot de fruitteelt- nog nauwelijks opgang vindt is fertigatie. Bij fertigatie worden slangen / tapes in of op de grond gelegd om met druppelbevloeijing de planten van water te voorzien.

Door fertigatie kan milieuwinst worden behaald door besparing op water en meststoffen, wordt een hogere opbrengst c.q. lagere uitval behaald terwijl de kosten nauwelijks verschillen ten opzichte meer traditionele beregeningssystemen (zie 4.2).

In een geavanceerde opstelling staan sensormeetsystemen (met vochtmeting op meerdere dieptes) waarvan de data via GSM-technologie worden doorgezonden naar een centrale computer. Bij voldoende fijngevoeligheid van de meetapparatuur kan bij bereiken van een op te geven grenswaarde van het bodemvocht (pF-waarde) de (fertigatie)pomp worden ingeschakeld zodat nooit tekort vocht in de bodem aanwezig is voor optimale gewasgroei. Hierdoor kan grote winst worden gehaald ten opzichte van visuele waarnemingen die in de praktijk vaak leiden tot een verlate reactie: wanneer de blaadjes beginnen te krullen van droogte is men vaak te laat met water geven om groeireductie te voorkomen.

3.2.6 Onkruidbestrijding

Onkruid wieden of rapen vormt in de boomkwekerij één van de meest arbeid kostende werkzaamheden. De in te zetten arbeid wordt bepaald door de onkruiddruk en is daardoor zeer perceels- en jaarsafhankelijk. Taaktijden voor het rapen zijn daarom moeilijk te geven.

Volgens KWIN Boomkwekerij 1998 wordt voor bos- en haagplantsoen tussen de 50 en 750 uur /ha/jaar besteed aan het handmatig verwijderen van onkruid. Voor vaste planten in de volle grond wordt gerekend met 300 tot 900 uur /ha/jaar; voor coniferen en heesters in de volle grond met 260 tot 340 uur /ha/jaar. Het onkruidprobleem in de containerteelt is kennelijk groter: hiervoor variëren de wieduren van 370 uur /ha/jaar voor vaste planten tot 870 à 1390 uur /ha/jaar voor heesters en coniferen op pot.

Een manier om onkruid te bestrijden is chemisch met herbiciden. Steeds minder herbiciden krijgen c.q. houden een toelating zodat de chemische bestrijding minder mogelijkheden biedt. Voor vele kruidachtige gewassen zijn nauwelijks adequate middelen voor handen. Dan blijft onkruid rapen als remedie over. Voor boomkwekerijgewassen die beter herbiciden verdragen, geven telers aan dat elke bespuiting met herbiciden toch een groeistilstand geeft van enkele dagen tot weken. Daarenboven is het gebruik van herbiciden vanuit milieu oogpunt minder gewenst.

Een andere manier om onkruid te smoren is opbrengen van afdek materiaal. Dat kan bark zijn. Of ook aanvulgrond: met name bij gewassen die met kluit geroid worden moet elk jaar aanvulgrond opgebracht worden om het verlies van de afgevoerde grond in de kluit te compenseren. Dit opbrengen van aanvulgrond gebeurt veelal voordat het gewas geplant wordt. Men zou dit ook kunnen doen tijdens het groeiseizoen

wanneer onkruid zich begint te ontwikkelen. Belangrijk is dan (zeer) schone aanvulgrond of compost op te brengen voordat onkruid zich kan ontwikkelen.

Een andere optie voor het onkruid bestrijden is mechanische onkruidbestrijding. Er worden reeds vele technieken toegepast zoals schoffelmachines, wiedegeen, torsiewieders, vingerwieders. Deze technieken worden steeds verder vervolmaakt. Onkruidbestrijding tussen de rijen is thans daardoor een minder groot probleem al zijn de problemen nog lang niet geheel opgelost. Factoren die het effect van mechanische onkruidbestrijding ongunstig beïnvloeden zijn slappe grond in periodes met veel neerslag of overwintering van gewassen op het veld.

Ook voor minder draagkrachtige grond als in het Boskoopse zijn licht uitgevoerd schoffelmachines voorhanden. Schoffelen met slechts enkele schoffels of apparaten met enkele wiedzanden vergen betrekkelijk weinig kracht zodat lichte apparaten kunnen voldoen. Het probleem ligt meer in de onkruid in de rij. Vingerwieders voldoen niet goed bij tere en jonge aanplant. Bij steviger en verhoude planten daarentegen is de onkruidbestrijding in de rij steeds minder een probleem door het gebruik van zwenkmechanismes die schoffels of wiedzanden buiten de rij brengen op plaatsen waar boompjes staan. Die zwenkmachines werken echter alleen goed bij stevig staande planten die weerstand geven aan het zwenkmechanisme. Bij de huidige uitvoeringen werken zwenkmechanismes alleen goed als de bomen minstens 80 cm uit elkaar staan in de rij.

Een oplossingrichting voor tere planten ligt in het precisie zaaien of planten. Wanneer planten op vaste afstand staan zowel tussen als in de rij, kan ook kruislings of diagonaal met schoffelmachines door het veld gegaan worden. Zodoende wordt ook het onkruid in de rij grotendeels bestreden. (zie 4.5)

Wanneer planten op een vaste afstand van elkaar geplant kunnen worden, lijken mechanische oplossingen voor het probleem van onkruid dichterbij.

Onkruid in de containerteelt is een nog groter probleem. Ook hier wordt gezocht naar het juiste afdek materiaal. Afdek materialen zoals bark, bieden uitstekende oplossingen voor de vaak relatief korte teelten. Er bestaan al machines om met bark een laag af te strooien op de potten. Er wordt ook geëxperimenteerd met kokosmatjes e.d. waardoor onkruid niet tot ontwikkeling kan komen.

Afdek materialen zijn nog niet altijd gemeengoed maar kunnen een oplossing bieden.

Mechanische oplossingen zijn vooralsnog niet voorhanden. Hier ligt een grote uitdaging voor de Willie Wortels onder ons. Oplossingen moeten mogelijk zijn gegeven het feit dat container in transportsystemen vrij nauwkeurig naar een wiede- of schoonmaakrobot gedirigeerd kan worden, waar de plaats van de plant in de pot vervolgens vrij nauwkeurig bepaald kan worden waarna overig, niet in de pot thuishorend materiaal mechanisch verwijderd zou moeten kunnen worden.

3.2.7 Gewasbescherming

Gewasbescherming gebeurt voor de meeste gewassen machinaal: spuitbomen van enkele tot tientallen meters breed. Het klaarmaken en na afloop schoonmaken van de spuit vergt meer tijd dan de bespuiting zelf. Voor volvelds spuiten wordt inclusief vullen en schoonmaken een tijdtaak van minder dan een uur per ha aangehouden.

Ontwikkeling in de spuittechnieken richten zich op precisiebespuiting en vermindering van drift. Bij precisiebespuiting kan het gaan om juist wel (bij toediening fungiciden) of juist niet (bij toediening van herbiciden) raken van de geteelde planten. Zo leidt in de rozenteelt het gebruik van herbiciden tot groeireductie; bij precisietoediening van herbiciden is het zaak de bladeren van de rozenstroken niet te raken en hooguit alleen de voet van de plant bij het verspreiden van de herbiciden mee te nemen. Met overdekte kapspuiten is dit mogelijk voor grondbespuitingen met herbiciden. Voor verspreiding van fungiciden wordt een ongelijk en dus weinig effectief spuitbeeld verkregen als het verschil in hoogte tussen de gewassen groter is dan 50 cm. Luchtondersteuning om drift te beperken is bij dergelijke hoogteverschillen in het gewas niet opportuun. Een oplossingrichting om dan drift te beperken is het gebruik van een soort sleepdoekspuit waarbij doppen in een sleepdoek dat over het gewas gaat en het gewas opent, zijn gemonteerd. Sleepdoekspuiten bestaan al, in aangepaste vorm.

In de laanbomenteelt is het raken van de toppen van de grotere bomen een probleem: dit is thans niet goed mogelijk zonder een grote drift te veroorzaken. Bij de huidige stand van de techniek wordt met een axiaal spuit (blower) lucht met middel naar boven gelanceerd waarbij slechts enkele procenten middel de toppen raken. Driftbeperkende maatregelen als grote druppeldoppen hebben hier een lagere toepassingsmogelijkheid wanneer met grote spuiten vanaf onder een mist naar boven wordt gestuurd. Oplossing ligt wellicht in zijwaarts gerichte spuiten met luchtondersteuning.

3.2.8 Rooien & Sorteren

De volgende taaktijden zijn bekend voor rooien en sorteren:

hoofdgroep	sector	handeling	minuten per 1000 stuks		
			min	max	gem.
oogsten	bos- en haagplantsoen	lieren plantgoed	63	94	78
oogsten	bos- en haagplantsoen	machin. Rooien Robot per 1000 m	51	87	69
oogsten	bos- en haagplantsoen	machin. Rooien schudlichter per 1000 m	199	379	289
oogsten	bos- en haagplantsoen	optrekken & bossen	16	50	33
oogsten	bos- en haagplantsoen	rapen & bossen 3-jarig	54	139	97
oogsten	bos- en haagplantsoen	rapen, sorteren & bossen	31	85	58
oogsten	bos- en haagplantsoen	sorteren bos&haag	35	37	36
oogsten	bos- en haagplantsoen	sorteren zaailingen/onderstammen	27	49	38
oogsten	bos- en haagplantsoen	sorteren&optrekken achter machine	60	85	73
oogsten	heesters/coniferen	bossen	162	295	229
oogsten	heesters/coniferen	bossen langere heesters	1709	3450	2580
oogsten	heesters/coniferen	elastieken van kluiten	319	735	527
oogsten	heesters/coniferen	etiketten	134	246	190
oogsten	heesters/coniferen	ingazen kluiten	588	1510	1049
oogsten	heesters/coniferen	ingazen kluiten ingaasmachine	468	646	557
oogsten	heesters/coniferen	innaaien handm.	830	1820	1325
oogsten	heesters/coniferen	innaaien nieltang	291	648	470
oogsten	heesters/coniferen	ontbladeren	292	346	319
oogsten	heesters/coniferen	rooien met kluit handm.	585	767	676
oogsten	heesters/coniferen	rooien pollen	90	300	195
oogsten	heesters/coniferen	sorteren	60	116	88
oogsten	laanboom	bossen 1-2jarig	205	313	259
oogsten	laanboom	bossen 3+jarig	248	2146	1197
oogsten	laanboom	bossen met cyclop	328	516	422
oogsten	laanboom	elastieken van kluiten	1130		1130
oogsten	laanboom	ingazen ijzergaas	5820	8610	7215
oogsten	laanboom	ingazen jute	2030		2030
oogsten	laanboom	ontbladeren	419		419
oogsten	laanboom	optrekken geschudploegd	367	713	540
oogsten	laanboom	optrekken losgeliemd	127	296	212
oogsten	laanboom	rooien mach.	1271	3640	2456
oogsten	laanboom	rooien met kluit	726	982	854
oogsten	laanboom	rooien met kluit + ingazen	4710	9660	7185
oogsten	laanboom	rooien met schop	260	954	607
oogsten	laanboom	sorteren	204	473	339
oogsten	rozen	onderstammen sorteren aan tafel	72	109	91
oogsten	rozen	rooien met lier	399	601	500
oogsten	rozen	rooien met plantenlichter	90	160	125
oogsten	rozen	sorteren en bundelen	88	407	248
oogsten	vaste planten	rooien vaste moerplanten met kluit	793		793
oogsten	vaste planten	rooien vaste planten met schop	176	232	204
oogsten	vaste planten	sorteren containers	171		171
oogsten	vruchtbomen	mach. lichten, optrekken, wegleggen	518	1024	771
oogsten	vruchtbomen	optrekken gelichte bomen	430	702	566

bron: Taaktijden voor de boomkwekerij. IMAG 1992

Het rooiseizoen begint in november en eindigt in het voorjaar.

In de boomkwekerij vindt oogsten plaats op een door de kweker gekozen tijdstip. Niet zozeer de rijpheid van het product (die in andere sectoren soms zeer nauwkeurig en dwingend bepaalt wanneer er geoogst moet worden) is bepalend wanneer gerooid wordt maar meer de vraag uit de markt.

De markt heeft invloed op de vorm en de tijd waarop het product geleverd wordt: in een container; als wortelgoed of als ingegaasde kluitplant.

Bij de containers komen dan weer drie verschillende vormen voor: in een pot gedrukt; aangetrokken planten of in een container geteeld.

Bij in de pot gedrukte vormen worden de planten al dan niet met kluit gerooid en na het rooien in een pot gedrukt. Eventueel wordt er nog grond aan te gevoegd. De pot is in deze min of meer een vorm van verpakking die vooral door tuincentra gewenst wordt. Het pot drukken is een nog weinig gemechaniseerd proces.

Wanneer de kweker na het oogsten de plant in de pot nog 6 tot 8 weken laat groeien (door te zorgen voor de juiste temperatuur en vochtomstandigheden) en nieuwe wortels zich vormen, spreekt men van een aangetrokken planten. Bij laanbomen duurt dit aantrekken tot 8 maanden. Voor het rooien van de boompjes maakt het al dan niet aantrekken weinig uit voor de vorm van werken.

Dat is anders bij de in de container geteelde planten. Deze planten hebben een beter ontwikkeld wortelstelsel in de pot. Niet alle planten lenen zich echter voor telen in de pot. In de pot wordt de temperatuur- en vochtbuffer van de volle grond gemist en daar kunnen niet alle planten tegen. Dus alle heesters en coniferen in pot telen en de potten / containers machinaal pakken en verplaatsen is geen optie om alle milieu- en arboproblemen op te lossen. Wellicht ten overvloede zij hier nogmaals gezegd dat voor de containerteelt vele mogelijke oplossingen reeds ontwikkeld zijn van gemechaniseerd transport en sorteren.

Zaailing onderstammen en bos- & haagplantsoen worden vaak als kaal wortelgoed verhandeld. Wortelgoed wordt gerooid met behulp van schudlichter. Dan liggen de planten min of meer los en kunnen ze uit de grond getrokken worden en gebost worden. Dat bossen en sorteren gebeurt soms op het veld, meestal in de schuur vanwege de prettiger werkomstandigheden. Bij sorteren in de schuur kan achter de schudlichter een rooimachines gemonteerd worden waardoor de onderstammen e.d. in palletkisten gerooid worden om vervolgens in de schuur verder verwerkt te worden.

Kluitplanten die niet in een pot worden gedrukt, worden vaak gegaasd. In de meest primitieve vorm wordt de kluit met een schop uit de grond gestoken, uit de grond gelicht met kluit en op een gaaslap gezet waarna de gaaslap handmatig wordt dichtgeknoopt. In de meer geavanceerde vorm wordt een rij te rooien planten eerst machinaal ondersneden waarna met een kluitenrooier de planten met kluiten machinaal gerooid worden. Tussenvormen bestaan uit het machinaal rooien met kluiten waarna separaat (soms in de schuur) ingegaasd met een ingaasmachine. In de huidige uitvoering van de ingaasmachine moet de ingazer de planten met kluit in de machine tillen (opening van bovenaf) en na het machinaal gazen er weer uit. Dat is zwaar werk. De ingaasmachine valt arbotechnisch nog een stuk te verbeteren. Het moet mogelijk zijn het proces van het in- en uittillen te mechaniseren. Ook komt het inpassen van een ingaasunit op een kluitenrooier voor een bredere toepassing in aanmerking.

Op grotere bedrijven op zand is het kluitenrooien nagenoeg geheel gemechaniseerd. Zo is er een kluitensteker (automatisch met taster, verstelbare messen 500 stuks/uur mits ondersneden) op de markt. Op veen is het nog bijna geheel handwerk en is mechanisatie nog weinig gevorderd door de geringe grootte van het bedrijf met vele soortjes en weinig draagkrachtige grond.

Ingazen van kluiten verliest terrein ten opzichte van potdrukken. Tuincentra verlangen potten omdat de klant het wil. Kluiten in gaas geven immers rommel in de auto. O+ok vallen kluiten om door een rondere vorm aan onderzijde Eigenlijk is dat jammer omdat het proces van ingazen wellicht gemakkelijker valt te mechaniseren dan het potdrukken. Wanneer een kluit eenmaal gestoken is, kan de kluit ook ingewikkeld

worden zoals bij kuilgrasbalen gebeurt. Dit kan op een manier die leidt tot weinig romel van de klanten van de tuincentra.

Bovendien zijn potten lastiger te vervoeren waardoor machinaal pot drukken in het veld niet snel een optie zal worden.

Voor het individueel rooien van bomen bestaan voor grote bomen in de laanboomkwekerij kluitenspitters die door middel van lepelvormige messen ook op zwaardere kleigronden bomen met kluit kunnen rooien. Ook rooimachines voor grotere laanbomen die de wortels desgewenst kaalschudden bestaan reeds. Door de grootte en zwaarte van de te rooien bomen is mechanisatie voor deze sector bijna een verplichte oplossing.

Transport van het geogste product varieert van handmatig, een kruiwagen over een plank, via trekkers over een centraal pad, transportbanden, overgewaswagens of overgewaswerkbomen die over vaste paden rijden en kabelbanen tot volledig geautomatiseerde transportsystemen in de containerteelt.

Na het rooien wordt het wortelgoed veelal in de schuur gesorteerd. Sommige telers sorteren en bundelen gelijk op het veld bij het rooien maar over het algemeen is het arbotechnisch en vanuit het oogpunt van kostprijs aanbevelingswaardiger om dit sorteren in de schuur te doen. Voor sorteren in de schuur zijn machines voorhanden die sorteren op gewicht of via beeldherkenning (tellen van pixels) op oppervlakte dus grootte. Sorteren is met name van belang bij de vaste planten die na de oogst gescheurd worden en waarbij gelijktijdig het uitgangsmateriaal voor een volgend teeltseizoen wordt geproduceerd.

3.2.9 Afleveren

De volgende taaktijden zijn bekend voor afleveren:

Hoofdgroep	sector	handeling	minuten per 1000 stuks		
			min	max	gem.
afleveren	rozen	verpakken voor particuliere verkoop	452		452
afleveren	vaste planten	orders zoeken + klaarmaken	143	507	325

bron: Taaktijden voor de boomkwekerij. IMAG 1992

De wijze van afleveren bepaalt grotendeels de flexibiliteit ten aanzien van het rooien: naaktwortelig afgeleverde planten kunnen slecht korte tijd goed bewaard worden en vragen een korte verwerkingstijd. Kluitplanten kunnen wat langer bewaard worden zodat meer op voorraad gewerkt kan worden. Containerplanten kennen geen echt oogsttijdstip.

De manier waarop het afleveren gebeurt is zeer bedrijfs-, sector- en marktafhankelijk. Er vallen dan ook nauwelijks taaktijden voor te geven. Sommige bedrijven zijn er op gericht de hele productie in één keer tegelijk af te leveren; andere leveren meer op afroep en zoeken zo partijtjes bij elkaar waardoor een veld over een periode van meerdere maanden leeggeogst wordt. Kleine partijtjes zijn ook gebonden aan een duurdere of speciaal gesnoeide gewassen. Grote partijen ineens worden gevraagd door bouwmarkten of grote ketens van tuincentra voor aanbiedingen. De grootte van de partij en specifieke wensen van de marktpartij hebben grote invloed op de mate van mechanisering.

Bij de containerteelt kunnen het opbouwen van veilingkarren en het etiketteren van potten aangemerkt worden als eenvoudige maar tijdsroevende klussen. Bij het etiketteren liggen kansen om zich als bedrijf te profileren. De groothandelfunctie van het aantrekkelijk aanbieden van producten (door in het oog springende verpakkingen en / of etiketten met plantgegevens) ligt steeds meer bij de producenten. Dit geeft extra werk maar ook gelegenheid om naast gerichte teeltinformatie bedrijfsspecifieke informatie mee te geven waardoor een bedrijf bijvoorbeeld aangeeft hoe het maatschappelijk verantwoord bezig is en zo naamsbekendheid krijgt. Te denken valt aan het gebruik van een snelle printer om maatwerk etiketten (met

alle info die teler relevant acht) per partij af te drukken. Deze etiketten kunnen direct vanaf de printer automatisch verwerkt worden en in de gewenste containers gestoken worden.

Voor het afleveren en verzenden van naaktworteligen is het arbeidsintensieve inpakken voor transport deels vervangen door een worteldip met vochtregulerend gel. Deze techniek en het gebruik van vochtregelende folies vergroten de afzetmarkt voor de Nederlandse boomkwekerijproducten.

Bij laanbomen levert bij het afleveren van opzetters en grote bomen mechanisatie kwaliteitswinst op doordat de planten minder beschadigd worden. Bij handmatige verwerking van zware objecten wordt vaak minder secuur gewerkt en wordt bij laden op de vrachtwagen vaak over de planten gelopen om goed te kunnen stapelen. Hierbij breken vaak takken af.

4 Nieuwe concepten

Enkele nieuwe ideeën en concepten worden in het volgende wat verder uitgewerkt.

4.1 Automaatje

Het concept en ontwerp van het Automaatje is ontwikkeld door Thoma B.V. Het Automaatje is gebouwd als een licht voertuigje, die zelfstandig door het veld kan rijden. De machine wordt hydrostatisch aangedreven op de achterwielen en heeft een grote bodemvrijheid en aanbouwruijme voor werktuigen tussen voor- en achterwielen. De aanbouwruijme geeft de mogelijkheid allerlei verschillende machines aan het Automaatje te koppelen.

Het voertuigje wordt met gebruik van GPS en een ondersteunende zender automatisch bestuurd. Hierbij wordt een nauwkeurigheid nagestreefd van ca één centimeter. Bij de eerste keer rijden over het perceel wordt vastgelegd waar gereden is. Het perceel wordt dan ingelezen en de bezochte paden middels coördinaten vastgelegd. Bij volgende bewerkingen 'weet' het Automaatje waar het geweest is. Bij planten op vaste afstand in de rij is dan met een nauwkeurigheid van 1 cm bekend waar de planten staan. Dit biedt tal van mogelijkheden om werkzaamheden mechanisch uit te voeren. Te denken valt aan precisie bespuiting, precisie bemesting, precisie mechanische onkruidbestrijding al dan niet in combinatie met nieuwe technieken als cropscaan (door lichtreflectie meten van stikstofbehoefte), emissieloos spuiten (een gesloten systeem waar met weinig spuitvloeijsstof onder hoge druk wordt gespoten), infrarood detectie (beeldherkenning van zieke en foute planten) en wat dies meer zij. Door precisiebewerkingen en hogere effectiviteit kan een grote winst voor het milieu worden behaald door verlaagde emissie.

Doel bij de ontwikkeling van het Automaatje is een voertuig te ontwikkelen die een ruime inzetbaarheid heeft in de meerdere teelten, welke de ondernemer kan helpen met het uitvoeren van routinematige werkzaamheden. Door de inzet van het Automaatje kan direct bespaard worden op arbeidskosten of kan er met een grotere capaciteit en nauwkeurigheid 24 uur per dag bewerkingen worden uitgevoerd. De bewerkingen die sowieso wel werden gedaan leveren een besparing op in tijd, bovendien ontstaat er ruimte voor de ondernemer om in drukke tijden meer aandacht aan andere zaken te besteden (bijvoorbeeld schuurwerkzaamheden). Ook is het mogelijk dat langzaam werkende technieken die tot dusver niet economisch rendabel zijn, maar de 'duurzame' kwaliteit van het(de) product(ie) wel verhogen, door het Automaatje wel rendabel uitgevoerd kunnen worden. Bijvoorbeeld mechanische onkruidbestrijding i.p.v. chemische onkruidbestrijding.

Naast een arbeidsbesparing kan het Automaatje voor een ruimere of betere planning in piekperioden zorgen. Op tijd besteed aan gewasbewerkingen kan direct bespaard worden doordat deze volledig of gedeeltelijk door het Automaatje wordt uitgevoerd. Wanneer bijvoorbeeld met het Automaatje kan worden geploegd, dan staat hier normaal gesproken 2,5 manuur voor per hectare; dit kan maximaal bespaard worden. Door het Automaatje is het ook mogelijk bewerkingen buiten normale werktijden te laten verrichten. Een werkdag wordt verlengd naar 24 uur. Dit kan vooral voordelig zijn bij weersafhankelijke bewerkingen, zoals het uitvoeren van bespuitingen.

Het Automaatje kan als licht voertuig uitgevoerd worden. Dit heeft zijn invloed op werkbreedte en vermogen. Verlies in capaciteit wordt ten dele gecompenseerd door een langere werktijd. Doordat het Automaatje in principe arbeidstijd niet als beperkende kostenfactor heeft, kunnen bewerkingen langzaam uitgevoerd worden. Het is dan interessant om het voertuig één bed per werkgang te laten doen en het voertuig licht te houden. Dit heeft dan wel weer tot gevolg dat elk pad bereden wordt in plaats van een paar per hectare. Wanneer de GPS techniek van het Automaatje (met de bijhorende nauwkeurigheid van 1 cm) wordt

toegepast op heel kleine machines, kunnen werkzaamheden als onkruid bestrijden (kruislings of diagonaal rijdend tussen en door de rijen) zonder structuurbederf of ook op minder draagkrachtige gronden worden uitgevoerd.

De zwaarte van uitvoering is afhankelijk van de processen waar men een Automaatje in zou willen zetten. De huidige testuitvoering met een motor van 36 pk is te licht voor zware werkzaamheden als grondbewerking en te zwaar voor Boskoopse omstandigheden.

Kosten van Automaatje in 36 pk uitvoering (kostenplaatje gebaseerd alleen op arbeidsbesparing)

De jaarkosten uitgedrukt als percentage van aanschafwaarde bestaan uit:

- afschrijving 7.5%
- gemiddelde rente 3.0%
- onderhoud en verzekering 4.0%
- Totaal 14.5%

Uitgangspunt is dat de machines (kopmachine, schoffel, etc.) gebruikt in combinatie met het Automaatje niet hoger zijn in jaarkosten of aanschafwaarde dan wanneer gebruikt in combinatie met een trekker. De aanschafwaarde van het Automaatje (inclusief zender en software) wordt geschat op €75.000,-.

Aanschafwaarde Automaatje €75.000
Jaarkosten: 14,5% * €75.000 = €10.875

Dit bedrag zal door effectiever werken van het Automaatje moeten worden bespaard op arbeid.

Kosten arbeidsuur: (CBS Kerncijfers 1^e kwartaal 2003) €22.42

Te besparen uren voor break even resultaat: €10.875 / €22.42 = 485 uur

Indirecte en niet goed kwantificeerbare besparingen :

Het effect van het gebruik van het Automaatje hoeft niet direct kostenbesparend te zijn. Indirect kan er sprake zijn van effecten die moeilijk in te schatten zijn, zoals bijvoorbeeld milieuwinst, verandering van opbrengst hoeveelheid, samenstelling opbrengst, kwaliteit product, ruimte in arbeidsplanning, capaciteit van ondernemer, personeel en materieel, bodemstructuur, benuttingpercentage land etc.

Als de GPS-techniek er in slaagt om planten met de nauwkeurigheid van één cm te localiseren, zou een dergelijke techniek ook ingebouwd kunnen worden in overgewaswagens of vergelijkbare constructies die over vaste paden over het gewas bewegen en daar allerlei handelingen uitvoeren middels op- of aangebouwde machines.

4.2 Fertigatie

Door fertigatie zijn de volgende voordelen te behalen:

4.2.1 Voordelen fertigatie

MESTSTOFFEN:

- Minder meststoffen nodig

Met fertigatie kan de hoeveelheid meststoffen nauwkeuriger en vaker in kleinere hoeveelheden bij de wortels geplaatst worden. Hierdoor kunnen meststoffen efficiënter worden toegediend en kan de totale inzet van mineralen omlaag. Door vaker kleine beetjes te geven vermindert de kans op uitspoeling.

- Meststoffen sneller opneembaar.

Omdat meststoffen in opgeloste vorm op de juiste plaats –i.e. bij de wortels- worden toegediend, kunnen ze sneller worden opgenomen door het gewas.

- Mogelijkheid fine-tuning meststoffen

In het water kunnen de meststoffen in variabele verhoudingen worden toegediend. De mogelijkheid bestaat om meerdere meststoffen te mengen zodat de juiste verhouding voor het specifieke gewas is bereikt. Zoals in de glastuinbouw gebruikelijk kunnen meerdere tanks met opgeloste meststoffen aan het systeem gekoppeld worden om in een verdeelunit voedingswater met de juiste verhoudingen, concentratie en zuurgraad aan de planten toe te dienen. Deze verhoudingen zijn voor boomkwekerij overigens nog niet bekend.

- Mogelijkheid tot organische bemesting.

Door de dubbel gefilterde dunne mestfractie van drijfmest te gebruiken, kan organische bemesting gebruikt worden als snel werkende meststof die op het juiste moment – i.e. wanneer de plant het nodig heeft – kan worden toegediend. Dit biedt mogelijkheden voor biologische teelt waar voor vele gewassen juist de N-voorziening een knelpunt is. Echt biologisch is dit systeem overigens niet; biologische drijfmest is immers bij de huidige stand van regelgeving een contradictio in terminis.

WATER:

- Betere benutting water

Door een preciezere toediening van water kan op water bespaard worden. Dit hoeft echter niet: bij een nauwkeurige monitoring van de vochttoestand in de bodem kan fertigatie ertoe leiden dat in sommige jaren juist meer water wordt gegeven. Water is één van de belangrijkste variabelen in de groei. Wanneer planten staan te kwarren door watergebrek is men eigenlijk reeds te laat met water geven. Met fertigatie kan dit voorkomen worden

- Gelijkmatiger verdeling van water.

In combinatie met vochtmeters wordt het gewenste moment van watertoediening nauwkeurig bepaald. Met name in drogere jaren kan deze monitoring leiden tot een hogere opbrengst. (Deze vochtmeting is overigens niet onlosmakelijk verbonden met fertigatie: ook met een beregeningshaspel of buisberegening kunnen de verschillende vochtmeetsystemen gecombineerd worden).

BODEM:

- Verminderde structuurverslechtering.

Met grote beregeningshaspels kan op slempegevoelige bodems een verslechtering van de bodemstructuur optreden

- Drogere en armere bovengrond.

Door te fertigeren wordt de bovengrond niet meer van vocht en meststoffen voorzien. Hierdoor zullen onkruidzaden in de bovenlaag minder gelegenheid krijgen te ontkiemen.

GEWAS:

- Gelijkmatiser gewas

Door gelijkmatiser verdeling van water is de gewasstand gelijkmatiser

- Mogelijk verminderde ziektedruk

Sommige ziektes zoals valse meeldauw in de rozen verspreiden resp. ontwikkelen zich sterker op een vochtig gewas resp. worden verspreid bij beregening van boven af. Deze nadelen gelden niet voor fertigatie.

- Hogere opbrengst

Met fertigatie in de boomkwekerij zijn al verschillende proeven uitgevoerd. In alle gevallen werd een hogere opbrengst gerealiseerd door grotere planten en / of minder uitval. En dit terwijl bij de uitvoering van de verschillende proeven alle kansen van fertigatie niet ten volle benut zijn. Zo zijn bij een proef de fertigatieslangen pas enige dagen na het verplanten aangebracht terwijl goed vocht met goede voedingssamenstelling juist vlak na het planten zo belangrijk is. Bij een andere proef werd geen bemesting toegevoegd en bij een derde proef werd vocht gegeven op basis van de kalender (2 x per week) zonder rekening te houden met de feitelijke vochttoestand in de bodem. Toch werd in alle proeven, zowel in de praktijk als op proefvelden, winst behaald zoals moge blijken uit de volgende tabellen.

Project 5010 was gericht op verschillen in bemesting door middel van fertigatie ten opzichte van breedwerpig kunstmest strooien met een kunstmeststrooier.

laanbomen project5010	Quercus robur	Carpinus betulus	Tilia plathyphyllos	Aesculus hippocastum
uitval% breedwerpig	27%	10%	0%	0%
uitval% fertigatie	10%	10%	0%	2%
stamomvang na 2 jaar; bw	12.6	11.2	13.2	nvt
stamomvang na 2 jaar; fer	12.9	13.1	14.4	nvt
gem prijs (f; 1995); bw	fl 58.46	fl 28.60	fl 28.44	fl 35.10
gem prijs (f; 1995); fer	fl 64.14	fl 47.35	fl 33.96	fl 41.38
hogere prijs fertigatie	10%	66%	19%	18%

Bij onderstaande praktijkproef waren coniferen en laanbomen vergeleken. Hierbij zijn de uitvalpercentages niet geregistreerd. De meeropbrengst door fertigatie komt tot uitdrukking door een verschuiving in de maten.

gewas	Chamaecyparis "Yvonne"					meeropbrengst
teeltduur	2 jaar		conifeer			
bomen/ha	32 000					
sortering:	fertigatie	controle	prijs€	fertigatie	controle	fertigatie
40-60	0%	4%	€ 3.50	€ -	€ 4 480	
60-80	60%	80%	€ 5.24	€ 100 608	€ 134 144	
80-100	40%	16%	€ 7.00	€ 89 536	€ 35 814	
				€ 190 144	€ 174 438	€ 15 706
						9%

gewas	Fraxinus excelsior Atlas					meeropbrengst
teeltduur	3 jaar		laanboom			
bomen/ha	2 611					
sortering:	fertigatie	controle	prijs:	fertigatie	controle	fertigatie
14-16	0%	7%	€ 24.50	€ -	€ 4 286	
16-18	0%	13%	€ 32.50	€ -	€ 11 286	
18-20	20%	73%	€ 65.00	€ 33 943	€ 124 401	
20-25	40%	7%	€ 75.00	€ 78 330	€ 13 120	
25-30	40%	0%	€ 90.00	€ 93 996	€ -	
				€ 206 269	€ 153 093	€ 53 176
						35%

gewas	Quercus robur		laanboom			
teeltduur	3 jaar					
bomen/ha	2 611					
sortering:	fertigatie	controle	prijs:	fertigatie	controle	
14-16	0%	0%	€ 35.00	€ -	€ -	
16-18	8%	7%	€ 48.50	€ 10 511	€ 8 991	
18-20	17%	36%	€ 90.00	€ 39 243	€ 83 891	
20-25	42%	36%	€ 100.00	€ 108 879	€ 93 213	
25-30	33%	21%	€ 150.00	€ 130 419	€ 83 813	
				€ 289 052	€ 269 908	€ 19 144 7%

In een andere fertigatie proef met een tiental verschillende boomkwekerijen waaronder Malus, Quercus, Betula, Alnus, Fraxinus, Ginkgo, Aesculus en Acer, werd voor bomen uit de fertigatie een 15,5% hogere opbrengst per boom gekregen ten opzichte van bomen uit gebruikelijke beregening en bemesting.

De voordelen van fertigatie zijn beduidend groter op zandgronden dan op kleigronden. Kleigronden hebben immers een groter bufferende werking voor zowel vocht als mineralen.

Aan fertigatie kleven ook enkele nadelen:

4.2.2 Nadelen fertigatie

- Kosten

De kunstmeststoffen voor fertigatie zijn duurder. Bijvoorbeeld kalksalpeter tuinbouwkwaliteit (te gebruiken in fertigatie) is 20% duurder dan kalksalpeter landbouwkwaliteit.

- Storinggevoeligheid.

Onzorgvuldig plaatsen van de tapes, beschadiging door knaagdieren en onvoorzichtig werken kunnen leiden tot lekken in het systeem en stoppen van de aanvoer van water en meststoffen naar de delen van het veld achter het lek

- Afhankelijkheid van waterkwaliteit.

Ijzerrijk water kan problemen geven welke eventueel zijn te verhelpen door het water aan te zuren. Maar of dit kan c.q. wenselijk is hangt af van het gewas.

- Arbeid:

Vooralsnog wordt er in berekeningen vanuit gegegaan dat er met fertigatie meer arbeid gemoeid met name bij het aanleggen en opruimen van de fertigatieslangen. Dit is waarschijnlijk een aanloopprobleem: bij wijdere verspreiding van fertigatie zal het aanleggen en opruimen ongetwijfeld gemechaniseerd kunnen worden door middel van een haspel aan de plant- resp. rooimachine. Evenzo met het fertigeren zelf: bij fertigatieproeven werd gemiddeld twee keer zo vaak fertigeerd als berekend. dat zou meer tijd kosten. Bij aansluiten van de fertigatiepomp aan een centrale computer die op grond van doorgestuurde bodemvochtgegevens beslist wanneer hoeveel water moet worden gegeven, wordt de factor arbeid geminimaliseerd.

-Roaien:

Slangen in de grond bemoeilijken het roaien en bieden minder mogelijkheid om stuks eruit te roaien zonder de fertigatieslangen voor de planten die blijven staan te beschadigen

4.2.3 Kosten fertigatie.

Verschillende kostenplaatjes circuleren over fertigatie.

MunckhofHorst bv hanteert de volgende prijzen voor het Zuidelijk Zandgebied:

		prijs
druppelbevloeiing laanbomen	€	1 300
electropomp fertigatie	€	5 500
hoofdleiding beregenen haspel	€	1 000
haspel	€	20 000
electropomp haspel	€	5 000
druppelbevloeiing rozenteelt	€	1 800
mengbakunit rozenteelt (incl pomp)	€	10 000
veldkosten beregen rozen	€	600
mengbakunit rozen	€	10 500
leidingen/kranen eb/vloed	€	27 000
installatie eb/vloed	€	15 000
mengbakunit (incl pomp)	€	6 500

Met deze gegevens ziet het kostenplaatje bij de gemiddelde bedrijfsgrootte voor de verschillende type bedrijven in de regio er als volgt uit:

JAARKOSTEN PER HECTARE voor beregenen en bemesten*

	grootte	haspel*	beregenen*	fertigatie	eb/vloed
laanbomen	7 €	791		€ 621	
rozen	5		€ 1 100	€ 1 325	
container	2				€ 5 707

* bemesten op basis van 3 x toedienen kunstmest à € 40 per keer voor arbeid en toedieningskosten bij gebruik haspel en beregeningsinstallatie.

In feite verschillen de kosten van een basiseenheid van fertigatie nauwelijks van de kosten van een haspel of vaste beregeningsinstallatie. Veel kosten zijn hetzelfde zoals voor een put en een pomp.

Extra kosten moeten in sommige bedrijfssituaties gemaakt worden voor het zuiveren van het water (een zandfilter bij gebruik van oppervlaktewater) of voor een ontijzeringsinstallatie (bij gebruik van te ijzerrijk water).

Door het opnemen van een mengbakunit voor bemesting in de fertigatie zijn in de prijsvergelijking tussen fertigatie en conventioneel beregenen, de kosten van een kunstmeststrooier en de toedieningskosten van een bemesting met breedwerpig verspreiden opgenomen moeten worden bij de normale beregening.

Het prijsverschil tussen beregeningsinstallaties en fertigatie wordt voor een deel gemaakt door de tapes en slangen in de grond.

Hierbij zijn ook meerdere opties variërend van gebruik van eenmalige T-tapes waarvan men er 2 tot 4 per bed legt en die bij een éénjarige teelt van bijvoorbeeld vaste planten gebruikt kunnen worden (kosten dan bij een prijs van € 0,05 per m T-tape: € 1333 per ha/jaar bij 4 tapes per bed; € 666 per ha/jaar bij 2 tapes per bed) tot gebruik van duurzamer slangen die 6 jaar meegaan en waarvan er één slang per rij wordt gelegd zoals bijvoorbeeld drukgecompenseerde Netafim Ram (bij afstand tussen de rij van 75 cm en een prijs van € 0,60 per m Netafim Ram bij 6-jarig gebruik en 5% rente: € 1384 / ha/jaar).

Conclusie: Waar de kosten van fertigatie ongeveer in dezelfde orde van grootte liggen als in de gebruikelijke berekening en bemesting, wordt een hogere opbrengst gehaald door lagere uitval of betere groei. Fertigatie levert winst op zowel voor het milieu als voor de ondernemer.

4.3 Telen in goten

Op de proeftuin van Horst is het idee verder uitgewerkt om een gesloten teeltsysteem te ontwikkelen. De ideeën bevinden zich weliswaar nog in een ontwerpfase maar het gedachtengoed biedt voldoende aanknopingspunten voor een ex-ante evaluatie.

Hoe ziet telen in goten eruit?

In de grond worden goten van 37,5 cm breed en 37,5 cm diep ingegraven; tussen de goten wordt 37,5 cm rijpad gelaten. Op dit rijpad wordt gras gezaaid. Bij deze afstand is de afstand tussen de rijen 75 cm. Deze afstand komt overeen met de spoorbreedte die bij de huidige mechanisatie wordt aangehouden (1,50 tot 2,25 m)

Onderin de goten ligt een zwaar (transport)doek

De goten zijn voorzien van een drainageslang onderin en aan weerszijden druppelsslagen halverwege.

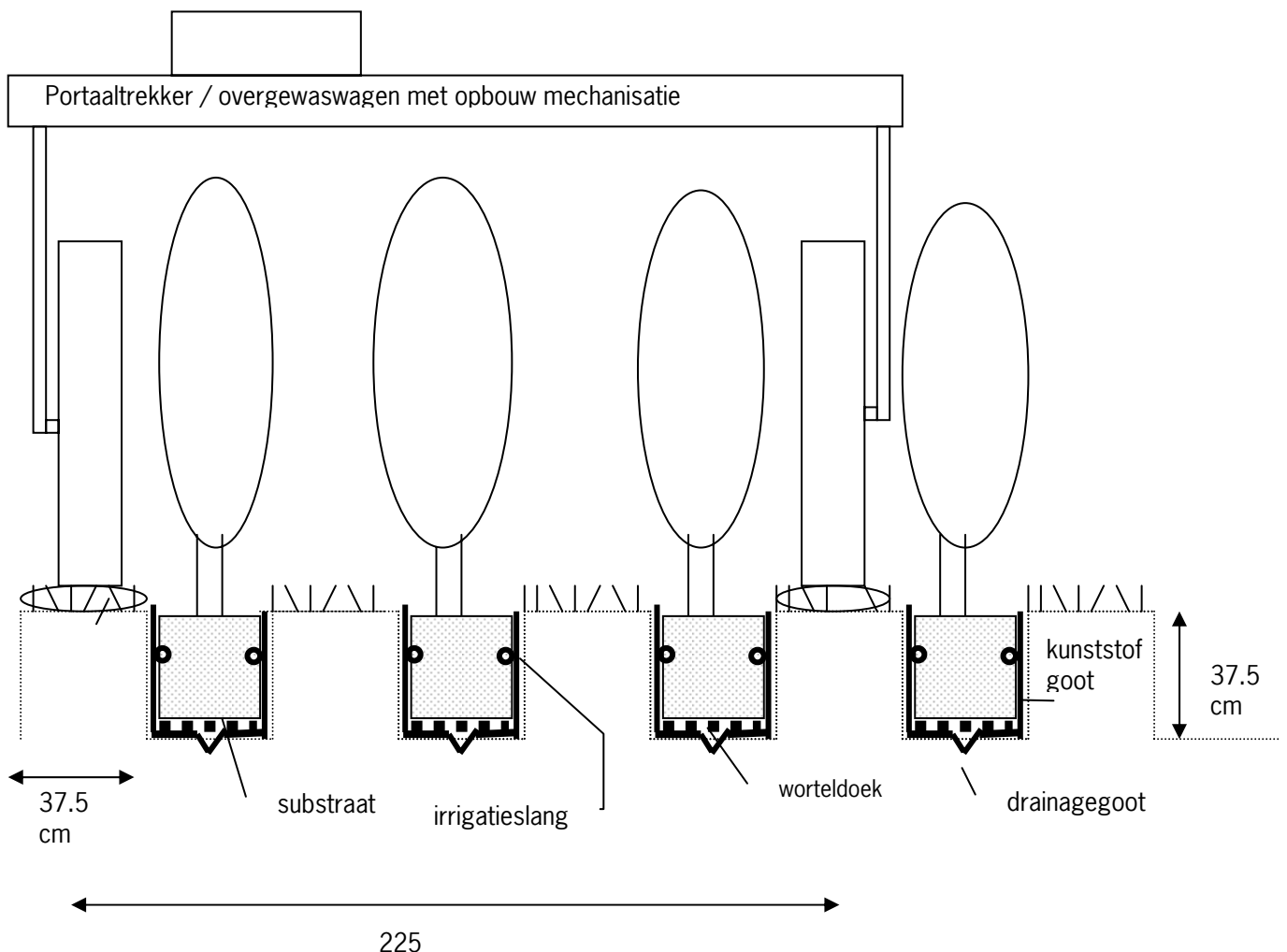
Zowel drainageslangen als druppelsslagen staan in verbinding met een bassin dat dient als wateropslag en wateropvang

In de goten wordt substraat aangebracht (bijvoorbeeld met een vijzelwagen)

Daarna wordt plantmateriaal van rond 40 cm opgeplant en twee jaar verzorgd

Na 2 jaar wordt gemechaniseerd geoogst

De te rooien planten zijn door de betere groeiomstandigheden één klassemaat groter gegroeid dan vergelijkbaar uitgangsmateriaal in de vollegrond



Waarom Telen in goten?

- Bij goten voorzien van slangen voor drainage (recirculatie; gesloten systeem) worden water en meststoffen bespaard
Thans moeten telers in de droge zandgebieden bijhouden hoeveel m³ water ze uit de grond pompen. Een verwachte volgende stap is dat telers worden afgerekend op dit waterverbruik: water wordt een belangrijk issue in de regio. Bij teelt in goten stroomt geen water weg en wordt niet meer water gegeven dan strikt noodzakelijk is.
Bij recirculatie worden niet benutte meststoffen opgevangen en hergebruikt. Hierdoor is er geen uitspoeling.
- Telen in goten biedt de mogelijkheid onderdoor water te geven hetgeen. Dit geeft voor alle gewassen die gevoelig zijn voor schimmelziektes (zoals valse meeldauw, verticillium) een lagere ziektedruk en potentieel grotere groei. Lagere ziektedruk vertaalt zich ook in een lager middelengebruik en minder door het gewas rijden dus minder beschadiging aan het gewas.
- Telen in goten combineert de voordelen van telen in de volle grond (temperatuurbuffer; niet omvallen; variatiemogelijkheden met plantafstanden) met de voordelen van containerteelt (beter gecontroleerde groei, telkens schone grond; minder ziektes)
- Telen uit de grond geeft betere groei t.o.v. volle grond vooral als het in vers substraat gebeurt . Voor telen in goten kan gedacht worden aan een geheel nieuw substraat zoals houtvezel of de ingedroogde dikke mest fractie van varkensmest. Dit laatste substraat kan volgens zegsman Munckhof bij een 5 x zo hoge EC als tot nu toe werd aangenomen, goede resultaten geven mits de bewatering goed verloopt. Er zijn vele substraatsoorten die in aanmerking zouden kunnen komen waarbij de afweging gemaakt moet worden of gezocht wordt naar een goedkoop substraat waarop nog goede groei mogelijk of naar het substraat dat de beste resultaten geeft waarbij het kostenaspect van minder belang wordt geacht.
- Bij telen in goten zijn er nieuwe mechanisatiemogelijkheden: door onder in de goten zwaar (champignon)doek te leggen bestaat de mogelijkheid bijvoorbeeld de oogst gemakkelijker te mechaniseren. Door het doek op te trekken wordt substraat met planten uit de goten gelicht. Het is denkbaar een buisnet in de goten te leggen zodat de grond bij het oprooien om de kluiten blijft zitten en het net alleen dichtgeknepen heeft te worden om een ingegaasde kluit te verkrijgen. Andere varianten zijn een klembandrooier te koppelen aan een automatische ingaasmachine.
- Arbeidsbesparing.
Bij telen in goten is er extra arbeid nodig voor aanleggen doek in de goten en vullen van de goten met substraat.
Handelingen die wegvallen zijn grondbewerking; ondersnijden gewas; handmatig kluiten steken en net ombinden. Er zal bespaard worden op arbeid voor onkruid bestrijding.
Per saldo wordt bespaard op arbeid terwijl arbotechnisch ongewenst werk in de volle grond wegvalt.

Telen in goten biedt perspectief in grond met enige draagkracht. Alleen dan is mechanisatie goed mogelijk. Telen in goten lijkt dan ook meer een systeem voor de droge zandgronden dan voor het Boskoopse. Telen in goten brengt extra kosten met zich mee. Deze meerkosten kunnen goedgemaakt worden door een combinatie van kostenbesparing (voornamelijk in de arbeid) en een meeropbrengst door betere groei. Aangenomen wordt vooralsnog dat deze meeropbrengst valt te realiseren in de grotere maten en niet in de productie van uitgangsmateriaal.

Kostenopzet.

Verkennde berekeningen zijn gemaakt op grond van geschatte kosten en één maat grotere groei.

Aannames:

gootbreedte	0.35 m	in deze berekeningen is uitgegaan van iets smallere en minder diepe goten omdat de hoeveelheid te gebruiken substraat grote invloed heeft op het kostenplaatje
padbreedte	0.35 m	
gootdiepte	0.3 m	

m goot/ha	13 276	bij kopeinde van 5 m en lengte/breedte verhouding 2:1 substraat wordt ververs met elke nieuwe teelt
m ³ substraat /ha	1 394	

prijs goot	€ 15.00 m	betonnen goten van deze grootte kosten thans € 18 Naar juiste substraat en bijhorende prijs moet worden gezocht
prijs substraat	€ 20.00 m ³	

gronddoek	€ 0.55 m ²
waterbassin	€ 5 000.00 500 m ³

Bij deze aannames bedragen de vaste kosten voor afschrijven, rente en onderhoud voor de duurzame productiemiddelen in het gotensysteem € 81.000 tegen € 11.000 voor conventionele teelt. Omdat aangenomen mag worden dat bij telen in goten minder meststoffen, gewasbeschermingsmiddelen, water en arbeid nodig zullen zijn; bij een besparing op de arbeid van 50% door verminderde onkruidbestrijding en gemakkelijker oogsten bedragen de uiteindelijke meerkosten voor het teeltsysteem in goten zo'n € 62.000. Bij ruim 30.000 planten per ha moet dan een plant uit de gotenteelt minstens 2 € per stuk meer opbrengen. Dit is voor de beetje duurere soorten wel het prijsverschil tussen twee opeenvolgende maatsorteringen.

Wanneer de kosten voor de gotenteelt naar beneden kunnen door goedkoper substraat of hergebruik van niet met de kluit afgevoerd substraat of anderzijds de meeropbrengsten verhoogd kunnen worden door een lager uitvalpercentage, heeft telen in goten zeker perspectief

Gewas: teeltduur	Acer palmatum artoropurpleum 2 jaar			Japanse esdoorn	
				volle grond	goten
afstand in rij				0.40	0.40
afstand tussen rij				0.75	0.7
pdh/ha				30 976	33 189
uitval				10%	8%
	aantal	eenheid	prijs		
uitgangsmateriaal	pdh/ha	30-40	€ 1.43	€ 44 296	€ 47 460
gewasbescherming				€ 500	€ 200
arbeid	1000 uur		€ 22.43	€ 22 430	€ 11 215
dpm	2 /ha/jaar		€ 5 500	€ 11 000	€ 80 983
kosten totaal				€ 78 226	€ 139 858
Opbrengst					
volle grond	27 879	60-80	€ 5.38	€ 149 987	
goten	30 700	80-100	€ 7.31		€ 224 415
Opbrengst minus kosten				€ 71 761	€ 84 557

Ook voor coniferen kan teelt voor een bijna bulkgewas als Buxus in goten uit als een maat meer groei gerealiseerd kan worden. Bij Fagus was het verschil zelfs groot is het voordeel van de gotenteelt doordat een maat groter wordt beloond met ruim 3 € meer. Alleen bij Carpinus bleek het prijsverschil van ruim een euro tussen twee opeenvolgende maatverdelingen niet groot genoeg om de meerkosten van de gotenteelt te compenseren.

4.4 Plugplanten

Perspectief zaaien & planten-van-plug Fagus en Acer.

Vergeleken worden de verschillende zaai- en verplanttechnieken van bos- en haagplantsoen.

- a) volveldszaaien, rooien zaailingen aan het einde van het eerste jaar en vervolgens uitplanten om één à twee seizoenen te laten groeien. Acer 1+1, Fagus 1+2
- b) precisiezaaien, ondersnijden aan einde eerste jaar en nog een jaar laten staan. Acer 1u1, Fagus 1u1
- c) planten van pluggen met gekiemd plantje om één à twee seizoenen te laten groeien. Acer $\frac{1}{2}+1$; Acer $\frac{1}{2}+2$; Fagus $\frac{1}{2}+1$; Fagus $\frac{1}{2}+2$

Waarom?

Volveldszaaien, rooien en verplanten geeft veel werk. In feite wordt twee keer gerooid en gesorteerd.

Precisiezaai gelijk op de gewenste plantdichtheid bespaart een keer oprooien. Probleem is dat de opkomst ongelijkmatig is.

Planten van pluggen heeft als voordeel dat al gekiemde plantjes worden uitgeplant (minder uitval). Door het planten van gekiemde plantjes wordt eveneens een groeivoorsprong bereikt ten opzichte van zaaien omdat de groei vroeger in het jaar start.

Bijkomend voordeel van planten van pluggen is de mogelijkheid eerder mechanische onkruidbestrijding toe te passen. Ook kan na één teeltjaar een grotere maatsortering worden verwezenlijkt waardoor een tweede teeltjaar voor sommige gewassen wellicht niet nodig is.

Rekenwijze.

Voor de drie teeltwijzen zijn modelberekeningen gemaakt. De gehanteerde uitgangspunten hierbij zijn afkomstig uit de bedrijfsregistratie en de teeltwijze zoals de Acer- en Fagusteelt is uitgevoerd op de proeftuin in Noordbroek. De berekeningen die gemaakt zijn voor volveldszaaien en precisiezaaien zijn aangepast met aannames aangaande groei. De aannames betreffende groei zijn afkomstig van de gewasonderzoeker bos- en haagplantsoen. De indicatieve prijzen zijn gebruikt voor uitgangsmateriaal en gerooid product. Bij de 1u1 teelten is een 25% lagere prijs aangehouden dan voor zelfde groottematen uit een 1+1 teelt. Bij Acer is bij de plugplanten voor wat betreft de kleine maten de prijs van de 1+0 teelt aangehouden verhoogd met 10%; voor de grote maten (vanaf 60-100) is de prijs van 1+1 teelt aangehouden verlaagd met 10%. Dit alles op grond van inschattingen ten aanzien van de prijsontwikkeling door de gewasonderzoeker.

De drie teeltwijzen wijken in de berekeningen alleen af in kosten van het planten / zaaien. Bemesting, gewasbescherming, verwerking zijn hetzelfde. Dezelfde taaktijden worden gebruikt: 20 à 25 minuten voor rooien van 1000 planten (afhankelijk van jaar en voor zover het niet door loonwerker wordt gedaan); 55 à 60 minuten voor sorteren 1000 planten (afhankelijk van grootte gerooide planten). Loonwerk rooien 25 €/are voor Fagus. Dit zijn ervaringsgetallen van de bedrijfsleider van de proeftuin Noordbroek.

Kenmerkende verschillen zitten in zaaien, planten, zaad en pluggen.

Zaad: uitgegaan is van 4000 zaden per kilo; kosten € 29 per kg

Zaaien: (precisie)zaai geschiedt door loonwerker à € 200 per ha

Verplanten zaailingen: 60 minuten per 1000 planten

Pluggen: in de opstelling die berekend wordt, worden zaden gezaaid in 30 * 60 trays met 220 pluggaten. In gerobotiseerd proces worden lege pluggen vervangen door pluggen met plantjes. Vanwege dit robotiseren wordt dit zaaien/planten in pluggen uitbesteed aan gespecialiseerde bedrijven. Prijsopgaaf per plug met: 6 €/ct/stuk

Planten van pluggen: kosten plantmachine: € 40.000 Jaarkosten: 14,8% oftewel € 5.920 Berekend loonwerkertarief pluggenplanter per ha bij 10 ha/jaar en 50% opslag voor vervoer en administratie: € 888

/ha. Capaciteit pluggenplanter (zelfrijdend) 48.000 planten per uur. Berekende taaktijden (inclusief aanvoer en andere randwerkzaamheden): 1,875 minuut voor 1000 planten.

Aannames plantdichtheid, uitval, groei en prijs:

Fagus sylvatica	pl/mbed	uitval %	30-50	50-80	80-100	80-120	100-125	120-150
1u1	60	20.0%	10	40	50			
1+2	32	15.0%				70		30
½+1	80	15.0%	100*					
½+2	40	15.0%					100	
Prijs ondersneden*			0.23	0.32	0.41			
Prijs verplant						0.54	0.66	0.90

Resultaat per jaar:

Fagus sylvatica	Fagus 1u1	Fagus 1+2	Fagus ½+1	Fagus ½+2
Opbrengst	41 724	43 073	76 969	54 686
Uitgangsmateriaal	1 066	9 388	23 520	5 880
Bemesting	236	236	236	236
Gewasbescherming	572	572	572	572
Verkoop en vakheffing	2 465	2 468	4 554	3 217
rente omlopend vermogen	135	800	1 998	524
Land, schuur, machines	7 232	7 232	7 232	7 232
Arbeid	6 240	10 707	11 757	5 056
Loonwerk	1 634	1 634	3 672	1 978
groenbemester	1 891	1 891	1 891	1 891
Overige kosten	1 106	1 106	1 106	1 106
totaal kosten	22 576	36 034	56 538	27 692
saldo	19 148	7 039	20 431	26 995
kostprijs	€ 0.19	€ 0.54	€ 0.17	€ 0.33

Aannames plantdichtheid, uitval, groei en prijs:

Acer platanoides	pl/mbed	Uitval % in klasse	40-60	60-80	60-100	100-140
1u1	50	20.0%			70	30
1+1	40	15.0%			60	40
½+1	60	15.0%	10	50	40	
½+2	40	15.0%			30	70
Prijs ondersneden					0.21	0.31
Prijs pluggenteelt			0.14	0.21	0.25	0.37
Prijs verplant					0.27	0.41

Resultaat per jaar:

Acer platanoides	Acer 1a1	Acer 1+1	Acer ½+1	Acer ½+2
Opbrengst	23 046	54 462	54 197	27 510
Uitgangsmateriaal	888	21 168	17 640	5 880
Bemesting	236	236	236	236
Gewasbescherming	572	572	572	572
Verkoop en vakheffing	1 382	3 079	3 233	1 641
rente omlopend vermogen	121	26	1 523	524
Land, schuur, machines	7 232	7 232	7 232	7 232
Arbeid	5 121	14 602	9 797	4 855
Loonwerk	384	484	1 172	728
groenbemester	1 891	1 891	1 891	1 891
Overige kosten	1 106	1 106	1 106	1 106
totaal kosten	18 932	50 396	44 402	24 664
saldo	4 114	4 066	9 795	2 846
kostprijs	€ 0.19	€ 0.30	€ 0.18	€ 0.30

4.5 Onkruidbestrijding

Een mogelijkheid om onkruid mechanisch beter aan te pakken ligt in vierkant plantverbanden die de mogelijkheid bieden in haaks op elkaar staande richtingen onkruid te schoffelen.

Dan kan het plantverband aangepast worden aan de grootste wijde om met dezelfde schoffels te kunnen werken; dat kost extra grond (a)

Een andere optie is de oppervlakte per plant gelijk te houden en een kleinere schoffel gemonteerd aan een werktuig met smalle bandjes te gebruiken (b)

Eventueel kan met de bestaande mechanisatie gewerkt worden en incidenteel een regel in het plantverband met het planten overgeslagen worden als rijpad (c).

ad a: Wanneer vaste planten of jong uitgangsmateriaal op 15×15 cm wordt geplant ten einde kruislings mechanisch schoffelen mogelijk te maken met 12 cm brede schoffels in plaats van een gebruikelijker plantverband van 10×15 cm, is 50 % meer grond nodig.

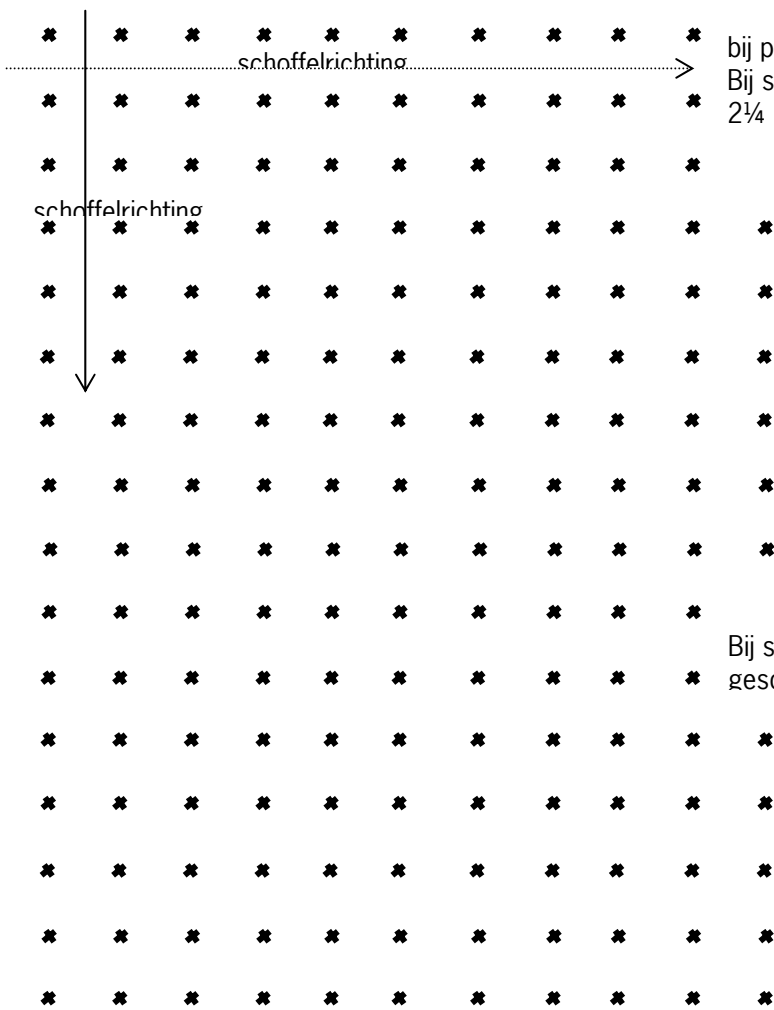
Wanneer een teler 100.000 planten wil produceren zou hij bij een netto grondbenutting van 75% 20 are nodig hebben bij een 10×15 plantverband en 30 are bij een 15×15 plantverband. Meerkosten grond bij 15×15 zijn € 300 (bij een gemiddelde grondprijs van € 100.000 per ha en een grondrente van 3%) Jaarkosten schoffelapparaat € 150 (stel aanschaf 4.000 € met jaarkosten van 15 % en inzet op bedrijf van 120 are; dan bedragen jaarkosten 5€ per are). Bij kruislings schoffelen met 12 cm brede schoffel wordt 96% van het veld geschoffeld; bij een 13 cm brede schoffel wordt ruim 98% van het veld schoongehouden. Stel dat bedienen schoffelapparaat 1 uur per keer per 10 are kost dan met 3 x schoffelen 9 uur gemoeid op het veldje met 15×15 plantverband. Wanneer een tiental uur nodig zijn om incidenteel wat onkruiden te rapen op de paar procenten niet geschoffeld terrein, bedragen de totale kosten voor de onkruidbestrijding op het veld dat geschikt was voor kruislingse mechanische onkruidbestrijding € 875 (€ 300 voor extra grondkosten; € 150 voor apparatuur en 19 uur à € 22,41 – het gemiddelde uurloon in Nederland in 2003).

Op het handmatig gewiede veldje zou bij 3 uur/jaar wieden per are bij de gegeven veldgrootte van 20 are en het gegeven uurtarief € 1345 gemoeid zijn met de onkruidbestrijding. Naast de kostenbesparing heeft de ondernemers ruim 40 uur meer tot zijn beschikking voor spannender bezigheden dan onkruid rapen.

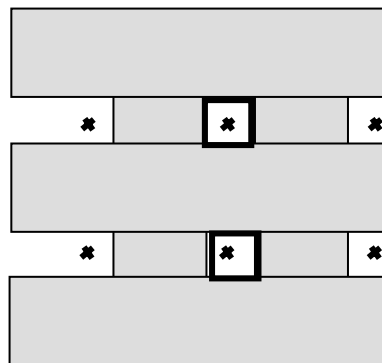
Bij vierkantsverbanden van planten en schoffelen in 2 haaks op elkaar staande richtingen zullen wel goed wendbare machines ingezet moeten worden om geen ‘kopeinden’ rondom nodig te hebben; dat zou veel extra ruimte vergen.

ad b: Overigens hoeft een vierkant plantverband niet persé plaats te kosten. In bovenstaand voorbeeld waarbij het gebruikelijke plantverband 10×15 cm is, kunnen bij een plantverband van $12\frac{1}{4} \times 12\frac{1}{4}$ cm net zoveel planten per are geplant worden. Waar bij gebruik van een schoffelmachine van 13 cm breed bij het 10×15 verband ruim 13,3% van het oppervlak niet geschoffeld wordt, bedraagt het onbewerkte oppervlakte bij het $12\frac{1}{4} \times 12\frac{1}{4}$ plantverband bij gebruik van een 10 cm brede schoffel nog geen 3,4% wanneer in twee haaks op elkaar staande richtingen geschoffeld wordt. De uitdaging voor de fabrikanten ligt in het ontwikkelen van lichte mechanisatie met smalle spoorbreedte. Nader onderzoek kan wellicht aan het licht brengen of aanvullend handmatig wieden sowieso nog wel nodig is wanneer bijna 97% van het oppervlak geschoffeld wordt; wanneer 13,3 à 18,4% van het oppervlak niet geschoffeld wordt (afhankelijk van de schoffelbreedte) bij schoffelen in één richting is dat wel nodig.

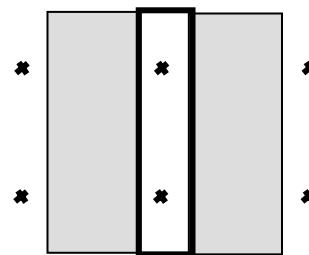
ad c: Wanneer bij het $12\frac{1}{4} \times 12\frac{1}{4}$ cm plantverband de werkbreedte te smal is voor de trekker of werktuig waaraan de schoffel gemonteerd zijn, kan één op de 12 regels niet beplant worden om een rijpad om de 150 cm te creëren. Dan is een kleine 10% meer grond nodig om dezelfde productie te halen.



bij plantverband $12\frac{1}{4} * 12\frac{1}{4}$ cm per plant 150 cm² oppervlak.
 Bij schoffelbreedte 10 cm in 2 richtingen
 $2\frac{1}{4} * 2\frac{1}{4}$ cm = 5.06 cm² NIET geschoffeld=3,4%



Bij schoffelen in 1 richting: $2\frac{1}{4}/12\frac{1}{4}= 18,4\%$ NIET geschoffeld



5 Conclusies en aanbevelingen

Mechanisatie in de boomkwekerij heeft zeker meer kansen dan tot nu toe benut worden. Vele oplossingen zijn reeds in andere sectoren gevonden zoals het transport (horizontaal en verticaal) van containers, sorteermachines, verspeenmachines, plantmachines, mechanische onkruidbestrijding, rooimachines, wikkel- en inpakmachines. Het gaat er vaak alleen om om de juiste ideeën en concepten aan elkaar te koppelen en toepasbaar te maken voor de boomkwekerij.

Mechanisatie in de boomkwekerij wordt bemoeilijkt door de grote verscheidenheid aan gewassen, de kleinschaligheid en weinig draagkrachtige bodem in het Boskoopse. Het Boskoopse bedrijfstype bevindt zich wat mechanisatie betreft in een patstelling: omdat de grond er slap is wordt er nauwelijks mechanisatie toegepast; daardoor wordt er alleen kleinschalig en arbeidsintensief geteeld waardoor mechanisatie niet interessant wordt. Oplossingen op het gebied van mechanisatie kan alleen liggen in licht uitgevoerde mechanisatie; containerteelt of telen in goten is er niet opportuun omdat dan de reden dat er in Boskoop wordt geteeld -de grond- dan als productiefactor wegvalt. Alleen de centrumfunctie van Boskoop blijft dan over als eventuele rechtvaardiging er over te schakelen naar containerteelt.

In de boomkwekerij zijn nog veel processen die bij de huidige stand van de techniek alleen door mensen hand & oog goed uitgevoerd kunnen worden. Dat geldt onder meer het stekken, scheuren van vaste planten, vele veredelings technieken en het sorteren. Sommige van deze processen kunnen in enige mate gemechaniseerd worden zoals het stekken.

Kansen om de mechanisatie van de boomkwekerij op een hoger niveau te brengen liggen vooral in

- planten, zaaien, stekken in pluggen in trays om vervolgens opgeschoonde trays te planten met een pluggenplanter
- precisieplanten. Door middel van laser of GPS-technieken kan op de centimeter nauwkeurig bepaald worden waar geplant wordt. Dat biedt bij de juiste plantverbanden de mogelijkheid mechanisch onkruid te bestrijden, precisiebespuitingen uit te voeren en vele planthandelingen te mechaniseren.
- vervolmaken mechanische onkruidbestrijding. Aanpassing plantverbanden en bewerkingen in twee richtingen kunnen leiden tot betere bestrijding met mechanische middelen.
- telen in goten al dan niet voorzien van worteldoek (om planten bij oogst op te trekken) of van gaas (dat bij optrekken dichtgeknepen / dichtgeschroeid kan worden om kluiten te vormen) om mechanisatie te vergemakkelijken. In de goten kan de exacte plaatsbepaling met eenvoudiger technieken vastgelegd worden.
- winterhandveredelen in de schuur geeft naast groeiwinst en arbowinst de mogelijkheid om hulpmiddelen in te zetten waarbij het veredelen (half)geautomatiseerd kan worden.
- fertigatie aangestuurd door vochtmeting die via GSM computer van data voorziet zorgt voor optimale vochtvoorziening en bemesting.

Uitdagingen liggen voornamelijk op het gebied van het licht uitvoeren van mechanisatie, het verwerken van kluiten (machinaal potdrukken of wikkelen) en de onkruidbestrijding in de containerteelt