

Proefstation voor de  
Boomkwekerij  
Postbus 118  
2770 AC Boskoop

# DE KOELCEL VOOR DE BOOMTEELT

\*

isn 28111

© Nadruk of vertaling, ook van gedeelten, is alleen geoorloofd na schriftelijke toestemming van de directie van het proefstation.

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

Het geheel of gedeeltelijk overnemen van de tekst is toegestaan, na schriftelijke toestemming van de consulent en met bronvermelding.

\*

## **Colofon**

Uitgave: Proefstation voor de Boomkwekerij (PB), Boskoop/1988  
Postbus 118 (Rijneveld 153), 2770 AC Boskoop  
(01727) 19797

Eindredactie: mw. J.W. van Baarle, redacteur PB

Tekstverwerking: All Write, Alphen a/d Rijn

Druk: Ponsen & Looijen BV, Wageningen

# DE KOELCEL VOOR DE BOOMTEELT

Brochure nr. 11

# INHOUD

<b>WOORD VOORAF</b> .....	5
<b>1. INLEIDING</b> .....	6
1.2 Doel .....	6
1.3 Opzet .....	7
<b>2. KOELEN EN KOELINSTALLATIE</b> .....	8
2.1 Waarom koelen .....	8
2.2 Wat is koelen .....	8
2.3 Koelen onttrekt vocht .....	9
2.4 Handhaving van het gewenste celklimaat .....	9
2.5 De koelinstallatie in onderdelen .....	10
2.5.1 Korte beschrijving van de koelkring .....	11
2.5.2 De vier hoofdonderdelen van de koelinstallatie: de verdamper, de koelcompressor, de condensor en het expantieventiel .....	11
2.5.3 Overige apparatuur, controle en onderhoud .....	13
2.6 Controle en onderhoud van de koelinstallatie .....	19
<b>3. DE BOUW VAN DE KOELCEL</b> .....	21
3.1 De benodigde ruimte voor produkt en luchtcirculatie .....	21
3.2 Isolatie en dampdichtheid .....	24
3.3 Bouwwijze .....	25
3.4 Deuren .....	27
3.5 Vloerisolatie .....	28
3.6 Overzicht van de kosten .....	29
3.7 Programma van eisen .....	31
<b>4. BEHANDELING VAN HET TE BEWAREN PRODUKT</b> .....	32
4.1 Hygiëne: starten met een schone cel .....	32
4.2 Voorkom ethyleen in de cel .....	32
4.3 De twee hoofdproblemen bij de bewaring .....	33
4.3.1 Uitdroging .....	33
4.3.2 Schimmelvorming .....	37
4.4 Behandeling van de planten na uitslag .....	38
<b>5. DE BEWAARCONDITIES</b> .....	39
5.1 Algemeen aanbevolen bewaarcondities .....	39
5.2 Bewaarcondities van vermeerderingsmateriaal en van leverbare planten .....	39
5.2.1 Vermeerderingsmateriaal .....	39
5.2.2 Leverbare planten .....	45

# WOORD VOORAF

Voor de opslag van zaden en stek- en enthout wordt in toenemende mate gebruik gemaakt van koelcellen. Aan het gebruik van de koelcel zijn verscheidene voordelen verbonden. De investeringskosten kunnen dan ook opwegen tegen de voordelen.



Om tot een verantwoorde afweging te komen moet een bedrijf beschikken over voldoende informatie. Aan de bewaring van boomteeltgewassen zijn produkttechnische en technische aspecten verbonden. Deze aspecten zijn geïnventariseerd en bijeengebracht door de werkgroep Kwaliteit en Bewaring Boomteelt, die speciaal is opgericht voor dit doel. De informatie is vervolgens met grote zorgvuldigheid op schrift gesteld en in brochurevorm uitgebracht. De leden van de werkgroep hopen dat deze gebundelde informatie van nut kan zijn voor iedereen die met het bewaren van boomkwekerijgewassen te maken heeft. Voor opmerkingen en aanvullingen houden de samenstellers zich aanbevolen.



Ir. C.A.M. Groenewegen,  
consulent CAD-Boomteelt.

# 1. INLEIDING

De opslag van gewassen tussen rooien en planten, alsmede van zaden en stek- en enthout, is in de boomteelt een vast onderdeel van de bedrijfsvoering geworden. De duur van de opslag varieert van enkele dagen tot soms een jaar. Behalve de schuur en de kuilhoek, wordt steeds vaker de koelcel gebruikt als opslagplaats. Meer en meer vinden boomtelers de voordelen van de koelcel opwegen tegen de investeringskosten. Afhankelijk van het bedrijfstype, kan het gebruik van de koelcel de volgende voordelen bieden:

- betere arbeidsspreiding, omdat in voorraad kan worden gerooid;
- verlichting van de arbeid door het wegvallen van het arbeidsintensieve kuilen en door de mogelijkheid tot mechanisatie van transport en opslag;
- minder verleturen omdat bij onwerkbaar weer het opgeslagen materiaal kan worden verwerkt: sorteren, bestellingen klaarmaken, en dergelijke;
- het land komt eerder leeg en is dus over een langere periode beschikbaar voor grondbewerking; 
- op ieder gewenst tijdstip in de bewaarperiode kan worden gestart met enten, omdat enthout, onderstammen en ook geënte planten in de koelcel kunnen worden opgeslagen; 
- men kan over een langere periode gewassen afleveren en planten, aangezien de meeste planten, zolang ze in de koelcel blijven, in winterrust zijn;
- schade door bevrozing, wateroverlast en wildvraat behoren tot het verleden.

## 1.2 Doel

Bij het boomteeltbedrijfsleven en de voorlichting bestaat toenemende behoefte aan een duidelijk en beknopt overzicht van de belangrijkste technische en produkttechnische aspecten van de bewaring van boomteeltgewassen.

Om in deze behoefte te voorzien, is een werkgroep Kwaliteit en Bewaring Boomteelt opgericht, met als hoofdtak het bijeenbrengen van deze informatie. In deze werkgroep hebben zitting gehad:

H.J. Langeveld (tot 1-6-1988)	C.T. Midden-Holland	specialist K.B.
G.J.W. Schmitz	C.A.T. Roermond	specialist K.B.
ing. J.F. Hartman (tot 1-10-1987)	C.A.T. Lelystad	specialist K.B.
J.P.F. Alkemade	CAD voor de Boomteelt	voorlichtingscoördinator Boomteelt
ir. B.C.M. van Elk	C.T. Midden-Holland	tak-ingenieur Boomteelt
ing. W.A.A. de Bresser	C.A.T. Tilburg	bedrijfsvoorlichter Boomteelt
ir. W. Kunneman-Kooij	CAD Kwaliteit en Bewaring	Takcoördinator Boomteelt, Fruit, Bollen en Stedelijk Groen

De eindredactie was in handen van mw.ir. W. Kunneman-Kooij. Bij de samenstelling van deze brochure zijn de (toekomstige) bewaarders van boomkwekerijgewassen als doelgroep beschouwd.

## 1.3 Opzet

In deze brochure worden achtereenvolgens de technische en de produkttechnische kant van bewaring besproken. Voor wat betreft de technische kant wordt volstaan met een opsomming van aandachtspunten, die de (toekomstige) bewaarder moet weten vóór hij over de bouw en inrichting van een koelcel gaat praten met de installateur/adviseur.

In hoofdstuk twee wordt ingegaan op het principe van koeling, het handhaven van het celklimaat, de verschillende onderdelen van de koelinstallatie en de (on)mogelijkheden van controle van de installatie door de bewaarder zelf.

In hoofdstuk drie komen zaken aan de orde zoals luchtcirculatie, isolatie en dampdichtheid, alsmede het programma van te stellen eisen aan de koelcel. Ook wordt een globale indicatie gegeven van de kosten waarmeerekening moet worden gehouden bij de bouw en inrichting van een koelcel. Het aanvragen van meer dan één offerte is de moeite waard.

In hoofdstuk vier komt de juiste manier van behandeling van het produkt aan de orde vóór, tijdens en na de bewaring.

Hoofdstuk vijf tenslotte geeft de bewaarcondities aan, die in het algemeen en per gewasgroep worden aanbevolen.

Succesvol bewaren zal alleen mogelijk zijn wanneer de bouw, inrichting en controle, alsmede het onderhoud van de gehele bewaaraccommodatie zorgvuldig wordt uitgevoerd. Vanzelfsprekend is de juiste behandeling van de gewassen, vóór, tijdens en na de bewaring bepalend voor de kwaliteit bij de aanvang van het nieuwe groeiseizoen. Het is de juiste combinatie van produkt en techniek waardoor een goed bewaarresultaat mogelijk is.

Met deze brochure hoopt de Werkgroep Kwaliteit en Bewaring een bijdrage te hebben geleverd aan de bewaarproblematiek.

augustus 1988

## 2. KOELEN EN KOELINSTALLATIE

### 2.1 Waarom koelen

Land- en tuinbouwprodukten, zoals boomkwekerijgewassen, zijn levende produkten. Dergelijke produkten halen adem en produceren hierbij o.a. warmte en vocht. Om boomkwekerijgewassen te kunnen bewaren, is het noodzakelijk ten eerste de ontwikkeling en met name de ademhaling van deze gewassen te remmen en ten tweede uitdroging te voorkomen. De ademhaling wordt het meest effectief geremd door gewassen bij lage temperatuur te bewaren. Om deze lage temperatuur te bereiken en te handhaven, is koelen noodzakelijk.

### 2.2 Wat is koelen?

De meest simpele definitie van "koelen" is "het omlaag brengen en laag houden van de temperatuur van het produkt door overtollige warmte af te voeren met behulp van een koelinstallatie".

Deze definitie roept de vraag op "Waar komt de overtollige warmte vandaan?". In tabel 1 zijn de belangrijkste warmtebronnen opgenomen die van invloed zijn, alsmede waarvan ze afhankelijk zijn:

Tabel 1. *Warmtebronnen*

warmtebron	afhankelijk van o.a.
- instraling (ook vanuit de grond)	- buitentemperatuur en isolatiedikte
- veldwarmte <sup>1)</sup>	- produkttemperatuur bij inbreng
- ontdooiing van de verdamper	- systeem, regeling
- ademhalingswarmte	- produktsoort
- ventilatie <sup>2)</sup>	- frequentie van openen deur
- heftruck/personen/verlichting	- gebruiksduur en omvang
- luchtbevochtiging	- systeem en hoeveelheid
- ventilator	- aantal en vermogen

<sup>1)</sup> Veldwarmte is de warmte die vrijkomt bij het inkoelen (hiermee wordt bedoeld het afkoelen van produkt en fust van de inbrengtemperatuur naar de bewaartemperatuur). Deze warmte is groter wanneer de produkten een hogere temperatuur hebben wanneer ze van het "veld" komen. Groenblijvende (naaldhout)gewassen hebben een veel grotere veldwarmte dan goed afgeripte gewassen als vruchtboomonderstammen.

<sup>2)</sup> Warmte door ventilatie komt vooral in de cel door het openen van de deur: koude lucht stroomt naar buiten en warme lucht naar binnen.

Wanneer maar weinig warmte uit de cel moet worden afgevoerd, is het aantal draaiuren van de koelinstallatie beperkt. Dit is in het algemeen het geval wanneer de koelcel aan alle eisen voldoet, wanneer het produkt de bewaartemperatuur heeft bereikt en de deur van de koelcel gesloten blijft.

Zijn de omstandigheden minder ideaal dan neemt het aantal draaiuren van de koelinstallatie toe. Denk hierbij aan: regelmatig openen van de koelceldeur, een produkt met



hoge produktie van ademhalingswarmte, onvoldoende isolatie (hoge instralingswarmte) en dergelijke.

## 2.3 Koelen onttrekt vocht

Het afvoeren van warmte uit de koelcel door de koelinstallatie heeft tot gevolg dat het produkt uitdroogt. Dit is als volgt te verklaren. Wanneer de temperatuur van de cellucht te hoog oploopt, begint de koelmachine te werken. De cellucht wordt in de verdamper afgekoeld en tegelijk van water ontdaan: de waterdamp uit de "warme" cellucht slaat neer tegen de koude verdamper (vergelijk de cellucht met de lucht in een warme keuken en de verdamper met de brilleglazen van iemand die de keuken binnenstapt). Vervolgens komt de waterarme en afgekoelde lucht de verdamper weer uit, stroomt langs het produkt, neemt warmte en vocht uit het produkt op, wordt weer ontdaan van water en afgekoeld en zo verder.

Het gevolg van dit proces is daling van de luchtvochtigheid van de cellucht en dus uitdroging van het produkt! Het vochtverlies (uitdroging) wordt kleiner wanneer:

- het produkt goed is verpakt (turfmolm en/of plastic);
- de cel beter is gevuld (in een half lege cel verliest het produkt meer vocht dan in een volle cel, omdat de waterdamp die op de verdamper neerslaat aan minder produkt moet worden onttrokken);
- het temperatuurverschil (TV) tussen cellucht en verdamper kleiner is (zie paragraaf 2.5.2 onder verdamper);
- het aantal koelacties (en dus het aantal draaiuren van de koelmachine) per dag minder is.

In het bovenstaande wordt aangetoond, dat alleen handhaving van de gewenste lage temperatuur niet genoeg is bij bewaring. Uitdroging voorkomen door handhaving van een voldoende hoge relatieve luchtvochtigheid is zeker zo belangrijk.

## 2.4 Handhaving van het gewenste celklimaat

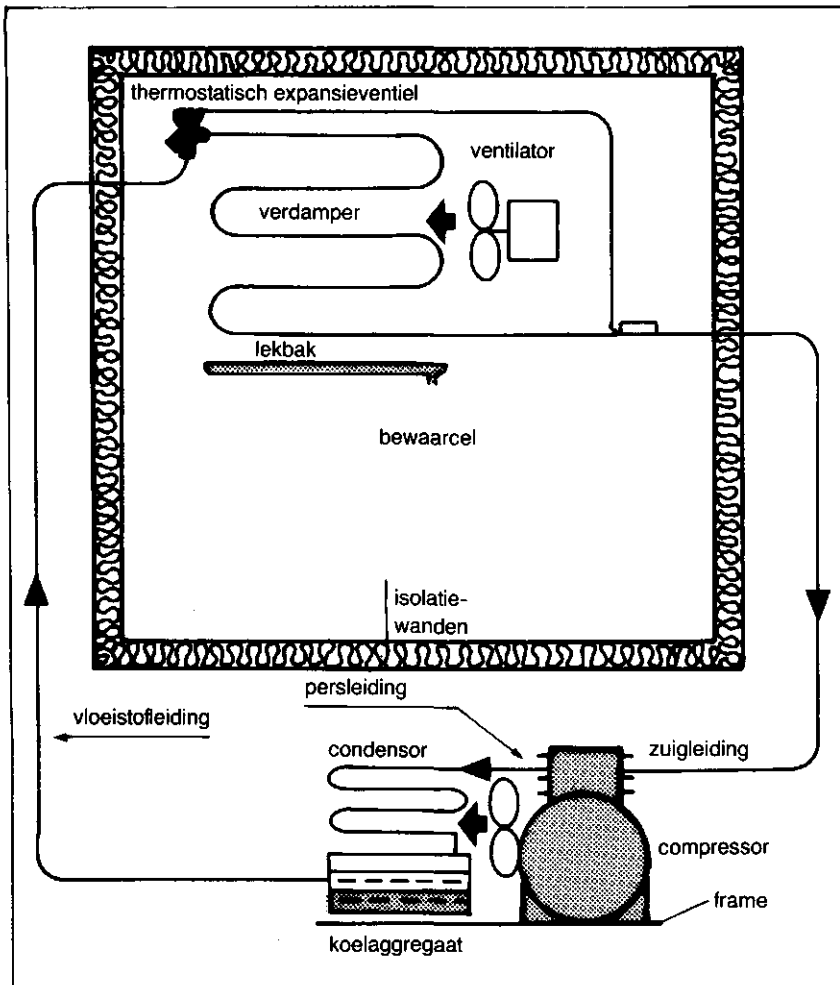
In de paragrafen 2.2 en 2.3 is toegelicht, dat bewaren in de boomteelt meer is dan alleen koelen. Tijdens de bewaring moet het handhaven van het gewenste celklimaat voorop staan: een lage temperatuur en hoge relatieve luchtvochtigheid. Lukt dit laatste niet, dan is de meest zekere manier om het produkt veilig te bewaren, zorgvuldig verpakken in plastic, liefst in combinatie met een vochthoudend medium zoals turfmolm. Als voorbeeld kunnen enten uit de hand van laan- en vruchtbomen worden genoemd: ze worden verpakt in kisten met vochtige turfmolm omhuld door plastic. Alleen de celtemperatuur handhaven, is hier het devies. Als de cel in dat geval minder vol is of de deur regelmatig openstaat, is er geen groot probleem voor dat produkt. Anders wordt het, wanneer grote hoeveelheden produkt moeten worden bewaard, veelal in palletboxen (in de boomteelt meestal pallets genoemd). Gebruik van vochthoudend medium en plastic is hierbij lastig en wordt meestal achterwege gelaten. Vaak is de cel niet helemaal vol en wordt de deur regelmatig open en dicht gedaan. Het handhaven van de temperatuur lukt meestal nog wel, maar het handhaven van de luchtvochtigheid op waarden van 96% en hoger is een zeer moeilijke zaak. Een belangrijke schakel in het bereiken van een goed bewaarresultaat, ook in deze complexe situaties, is de koelin-

stallatie. Naast de capaciteit van de installatie zijn daarbij ook de afzonderlijke onderdelen erg belangrijk. Deze bepalen samen de kwaliteit van de koelinstallatie. In hoofdstuk 2.5 worden de vier hoofdcomponenten van de koelinstallatie afzonderlijk besproken. Maatregelen die de bewaarder zelf kan treffen om uitdroging van het produkt te voorkomen, worden besproken in paragraaf 4.3.1.

## 2.5 De koelinstallatie in onderdelen

De vier hoofdonderdelen van de mechanische koelinstallatie zijn:

- verdamper (neemt warmte op uit de cellucht),
- compressor (het "hart" van de koelinstallatie),
- condensor (geeft de warmte uit de cel af aan de buitenlucht),
- regelventiel (ofwel: thermostatisch expansieventiel).



Figuur 1. *Schema van een mechanische koelinstallatie*

## 2.5.1 Korte beschrijving van de koelkring

De mechanische koeling (figuur 1) berust op het principe van het verdampen van een vloeistof in een luchtkoeler of verdamper, die zich in de koelruimte bevindt.

Voor het verdampen (koken) van een vloeistof is warmte nodig. Deze warmte wordt onttrokken aan de cellucht, die met behulp van een of meer ventilatoren door de verdamper wordt geblazen. Door het onttrekken van warmte koelt de lucht in de koelcel af, de warmte wordt door het verdampende koelmiddel opgenomen. Door de cellucht wordt vervolgens het produkt afgekoeld.

Om de verdamping in de verdamper te laten doorgaan, moet de ontstane damp continu worden afgezogen. Hiervoor is de koelcompressor. De damp wordt in deze compressor samengeperst, waardoor de damp een hogere druk krijgt en waardoor de temperatuur stijgt. Deze damp – nu persgas genoemd – wordt van de compressor naar de condensor gevoerd. In de condensor wordt het persgas afgekoeld door de buitenlucht bij de luchtgekoelde condensor of door het koelwater bij de watergekoelde condensor. Door dit afkoelen wordt het gas weer vloeistof. Deze vloeistof, of liever gezegd het vloeibare koudemiddel – tegenwoordig steeds vaker R22 vanuit milieu-overwegingen – wordt opnieuw onder hoge druk naar de verdamper of luchtkoeler gevoerd via een expansieventiel. Hierin wordt de vloeistof met de hogere condensatiedruk omgezet in een lagere druk (verdampingsdruk). Het koudemiddel in de luchtkoeler verdampt. De koelcompressor zuigt de damp aan en perst deze weer naar de condensor. Zo is de koelkring gesloten.

## 2.5.2 De vier hoofdonderdelen van de koelinstallatie

### 1. De verdamper

De verdamper (=luchtkoeler) neemt de warmte op uit de koelcel. Dit lukt alleen als de temperatuur van de verdamper lager is dan de temperatuur van de cellucht. Warmte verplaatst zich immers alleen van hoge naar lage temperatuur. Hoe groter het verschil in temperatuur tussen de cellucht en de verdamper, des te meer warmte via de luchtkoeler kan worden afgevoerd in dezelfde tijd. Bovendien kan een grote verdamper (met een grotere oppervlakte) in een bepaalde tijd meer warmte uit de cellucht opnemen dan een kleine.

De capaciteit van de verdamper (dus het vermogen tot opname van warmte) is blijkbaar afhankelijk van:

- de oppervlakte van de verdamper.
- het temperatuurverschil (TV) tussen de cellucht en de verdamper. Dit TV mag echter bij de bewaring van boomteeltprodukten niet te groot worden gekozen: bij een groot TV is er namelijk meer uitdroging van het produkt dan bij een kleiner TV. Geadviseerd wordt een verdamper te kiezen die werkt met een klein TV van 5 à 6 °C tijdens de bewaarperiode.

De geadviseerde capaciteit van de verdamper is 50 Watt/m<sup>3</sup> celinhoud. De cellucht kan door de verdamper worden geblazen of gezogen. Voor boomkwekerijgewassen en andere plantaardige produkten is een zogenaamde blazende koeler beter, omdat de

warmte van de achter de lamellen geplaatste ventilatoren door de koeler wordt afgekoeld en niet onnodig extra warmte in de cel wordt gebracht.

Geadviseerd wordt een verdamper met een lamelafstand van minstens 7 mm te kiezen. Hierdoor wordt voorkomen, dat de verdamper te vaak moet worden ontdooid.

Controle en onderhoud van de verdamper

Regelmatige controle of alle verdamperventilatoren wel goed draaien is noodzakelijk. Soms lopen verdamperventilatoren namelijk vast door een defect lager. Draai daarom eens per jaar de verdamperventilatoren met de hand rond: dit moet zeer licht gaan, geruis duidt op slechte lagers (zorg wel, dat de hoofdschakelaar op 'uit' staat!). Voor een goede werking dienen de lamellen van de verdamper schoon zijn. Deze kunnen zonnodig met zachte borstel worden schoongemaakt. Controleer regelmatig de lekbak (zie paragraaf 2.5.3.) op de aanwezigheid van vuil. Belangrijk is ook dat de afvoer van de lekbak niet is verstopt (dit kan worden nagegaan door er water in te gieten). De lekbak (afvoer) kan bevroren: verwarmingslint kan hierbij helpen. Er moet regelmatig worden gecontroleerd of alle lamellen van de verdamper vrij zijn van ijs na de ontdooiperiode. Zit de verdamper helemaal in het ijs, zet dan de koelmachine uit en de verdamperventilatoren aan. Het ijs zal hierdoor smelten. Probeer nooit met een mes of schroevendraaier het ijs van de kwetsbare lamellen te steken! Als de verdamper regelmatig onder het ijs zit en langer/vaker ontdooien niet helpt, dan is het raadzaam de installateur erbij te roepen.

## 2. De koelcompressor

In de meeste koelinstallaties in de land- en tuinbouw wordt de zuigercompressor ingebouwd: een compressor met een heen en weer gaande zuiger. Door deze heen en weer gaande zuigerbeweging kan de compressor een bepaalde hoeveelheid verdampt koudemiddel aanzuigen. Hoe meer damp er per tijdseenheid wordt aangezogen en samengeperst, hoe groter de capaciteit van de koelinstallatie.

De te installeren compressorcapaciteit in de boomteelt is afhankelijk van de inhoud en uitvoering van de cel. In veel gevallen wordt 50 Watt/m<sup>3</sup> celinhoud geïnstalleerd, te leveren bij een verdampingstemperatuur van -5°C en een condensatietemperatuur van +40°C. Deze capaciteit is gebaseerd op een gemiddelde inbrengsnelheid van een week bij de start van het bewaarseizoen (d.w.z. dat de cel wordt volgereden in een week). Voor produkten met een erg hoge veld- en ademhalingswarmte (gewassen met blad, coniferen) is het aan te bevelen de cel minder snel te vullen. Nadat de temperatuur van de gehele produktstapel (vooral in het centrum, controleer dit!) de gewenste bewaar-temperatuur heeft bereikt, is slechts de halve compressorcapaciteit nodig of minder. Daarom wordt door sommige koelinstallateurs de voorkeur gegeven aan regelbare capaciteit of aan een duo-installatie. Bij deze duo-installatie zijn twee compressoren aanwezig die allebei draaien als dit nodig is (inkoelen), terwijl er tijdens de rest van het bewaarseizoen slechts een compressor werkt. Hoewel de duo-installatie in de praktijk goed voldoet, zijn er vanuit de theoretische benadering aanwijzingen dat te veel vocht aan het produkt wordt onttrokken. In dit korte bestek kan hier echter niet op worden ingegaan. Afsluitend kan worden gesteld dat de juiste keuze van een compressor zonder meer het werk is van een vakman.

Controle en onderhoud van de compressor

De compressor en koelmiddelleidingen dienen regelmatig te worden gecontroleerd op olie lekkage. Dit laatste duidt nl. op lekkage van het koudemiddel. Door het goed schoonhouden van de omgeving van de compressor zijn olie lekkages sneller te vinden. Is er sprake van blijvende olie lekkage of maakt de compressor een vreemd geluid, dan is het aan te bevelen de installateur te hulp te roepen

### **3. De condensor**

De meest gebruikte condensor is de luchtgekoelde condensor. Dit type condensor wordt buiten de cel op een luchtige maar stofvrije plaats opgesteld. De te installeren condensorcapaciteit is minimaal 130% van de geïnstalleerde compressorcapaciteit bij een omgevingstemperatuur van 27°C. Om de druk in de condensor constant te houden, zowel in de winter (te lage druk) als in de zomer (te hoge druk), dient een condensor-drukregeling te worden geïnstalleerd. Een constante druk in de condensor is nodig voor een storingsvrije werking.

Controle en onderhoud van de condensor

Het is noodzakelijk de condensor altijd goed schoon te houden. De luchtstroom moet ongehinderd door de condensor kunnen gaan (geen papier of bladafval in de luchttoevoer). De condensorventilator(en) en lamellen moeten schoon zijn: zondig reinigen met zachte borstel. Een vuile condensor kan leiden tot storingen en tot een groter stroomverbruik van de koelinstallatie.

### **4. Het expansieventiel (regelventiel)**

Bij alle kleine tot middelgrote koelinstallaties wordt een expansieventiel ingebouwd. Door dit regelventiel wordt, onafhankelijk van de warmte die moet worden afgevoerd, de juiste hoeveelheid koelvloeistof in de verdamper aangevoerd.

## **2.5.3 Overige apparatuur, controle en onderhoud**

### **Ontdooi-installatie en ontdooibeëindigingstermostaat**

Bij de bewaring van veel boomkwekerijprodukten is de celtemperatuur in het algemeen lager dan +1 °C. Bij een temperatuurverschil van 5 à 6 °C, betekent dit een verdamper-temperatuur van -4 à -5°C of lager. De waterdamp uit de cellucht slaat neer op de koude koeler en bevroert. Op de verdamper wordt hierdoor een laagje ijs gevormd waardoor de capaciteit van de verdamper sterk afneemt. Deze ijslaag moet daarom een of meer malen per dag worden verwijderd. Dit gebeurt met een ontdooisysteem. De twee meest voorkomende typen zijn:

- a. elektrische ontdooiing. De verdamper is in dit geval van elektrische verwarmingselementen voorzien.
- b. persgasontdooiing. Hierbij worden in het algemeen de hete persgassen uit de compressor gebruikt voor ontdooiing van de verdamper.

Bij installaties met één verdamper wordt meestal gekozen voor elektrische ontdooiing.

Voordelen: goedkoop in aanschaf, gemakkelijk te monteren en weinig storingen. Nadelen: hoog energieverbruik en bij slechte afstelling langere ontdooitijden, waardoor temperatuurschommelingen in de cel kunnen ontstaan. Bij installaties met meer dan één verdamper verdient persgasontdooiing de voorkeur. Voordelen: laag energieverbruik en weinig ontdooiwarmte in de cel waardoor nauwelijks temperatuurschommelingen optreden. Nadelen: duurder in aanschaf en gevoeliger voor storingen. Het smeltende ijs wordt als water opgevangen in de lekbak en afgevoerd, in de cel of buiten de cel. Bij geheel gevulde cellen met voldoende vloerisolatie is het niet zinvol het lekwater op de celvloer te laten lopen. Nadelen: een modderige vloer, bij temperaturen onder nul wordt de vloer zelfs een ijsbaan (gevaarlijk!) en de luchtvochtigheid in de cel wordt er niet merkbaar door verhoogd. Nog erger is het wanneer het water in de vloerisolatie dringt. De werking van de vloerisolatie kan daardoor volledig verloren gaan. Bij cellen met onvoldoende vloerisolatie, kan water op de vloer de isolatiewaarde van de vloer iets verhogen. De uitdroging van het produkt vlak boven de vloer zal daardoor iets minder worden. Bij een half gevulde cel kan water op de vloer de uitdroging van het produkt iets verminderen. De effecten van water op de vloer zijn echter zeer gering. Wanneer het lekwater naar buiten de cel wordt afgevoerd, dient een met water gevulde zwanehals in de afvoerleiding te worden aangebracht. Dit waterslot voorkomt, dat lucht van buiten de cel wordt aangezogen, deze lucht is namelijk meestal warmer en bijna altijd droger. Zwanehals en afvoerleiding dienen tegen bevriezen te worden beschermd.

Zeer belangrijk, ongeacht het ontdooisysteem, is de ontdooibeëindigingsthermostaat. Dankzij deze thermostaat stopt de ontdooiing zodra de verdamper vrij is van ijs en daarmee wordt voorkomen, dat de temperatuur in verdamper en cel te hoog oploopt.

Controle en onderhoud van ontdooi-installatie en ontdooibeëindigingsthermostaat. Controleer eens per jaar of de ontdooiklok goed werkt. Dit kan gebeuren door deze klok zo hoog te draaien dat de ontdooiing wordt ingeschakeld.

De compressor en verdamperventilatoren stoppen dan automatisch terwijl de elektrische ontdooielementen warm worden (met de hand controleren). Draai vervolgens de klok nog hoger. De compressor moet dan starten, iets later gevolgd door de verdamperventilatoren. Bij installaties zonder vertraagde aanloop starten de verdamperventilatoren tegelijk met de compressor.

Door de ontdooitijden zoveel mogelijk in het goedkope nachtstroomtarief te laten vallen kan worden voorkomen dat er in eventuele speruren wordt ontdooid. Hoe lang moet worden ontdooid, is moeilijk aan te geven (minimaal 15 minuten). Dit wordt alleen bepaald door de hoeveelheid ijs op de verdamper. Na de inkoelfase is de ontdooitijd meestal korter. Te lang ontdooien kost veel energie en bovendien moet de compressor langer doordraaien om de schadelijke ontdooiwarmte af te voeren. Hierdoor droogt het produkt extra uit. Er dient regelmatig te worden gecontroleerd of de voeler van de ontdooibeëindigingsthermostaat nog wel stevig tussen de lamellen is geplaatst op een plaats in de verdamper waar het ijs het langst blijft zitten.

Bij persgasontdooiing blijft gedurende het ontdooien de compressor doorlopen. De persgasontdooileiding naar de verdamper moet warm tot heet aanvoelen.

## Regelapparatuur

De temperatuur in de koelcel wordt geregeld door een regelthermostaat. Deze kan zowel binnen als buiten op de celwand zijn geïnstalleerd. De regelthermostaat kan beter ruimtethermostaat worden genoemd, omdat de voeler van deze thermostaat de ruimte-temperatuur meet. De differentie van de thermostaat (het verschil tussen de ingestelde temperatuur en de temperatuur waarbij de koelinstallatie aan- of afslaat) mag niet te groot zijn (max. 1 °C)

Iedere koelcel hoort een waakthermostaat te hebben. Deze thermostaat is 1 à 2 °C lager afgesteld dan de ruimtethermostaat en daardoor wordt bij weigering van de ruimtethermostaat schade aan het produkt door een te lage temperatuur voorkomen.

### Controle en onderhoud ruimtethermostaat

Controleer eens per jaar of de ruimtethermostaat nog goed werkt. Stel deze thermostaat in op de gewenste temperatuur van bijvoorbeeld 1 °C en de waakthermostaat op bijvoorbeeld -1 °C. Start de koelinstallatie bij een warme cel. Tijdens het inkoelen moet de koeldeur iets open blijven om beschadiging van de cel te voorkomen als geen onderdrukbeveiliging aanwezig is. Is de cel bijna op temperatuur dan moet de deur worden gesloten. Als de koelcompressor afslaat, moet in de cel op verschillende plaatsen de temperatuur met een geijkte kwikthermometer worden gecontroleerd. Het gemiddelde van de afgelezen temperaturen dient overeen te stemmen met de instelling van de regelthermostaat. Is de gemeten waarde hoger dan de thermostaatinstelling dan dient deze lager te worden gesteld. Bij een lagere gemeten waarde moet de thermostaat hoger worden ingesteld. Zonodig deze procedure herhalen. Noteer nu de juiste instelling.

### Controle en onderhoud waakthermostaat

Om de waakthermostaat te testen, moet de ruimtethermostaat lager dan de waakthermostaat worden ingesteld. De koelmachine zal dan starten. Als nu de koelmachine weer wordt uitgeschakeld door de waakthermostaat, dan moet de celtemperatuur gelijk zijn aan de stand van de waakthermostaat. Zo niet, dan dient de waakthermostaat opnieuw te worden afgesteld. Eventueel de procedure herhalen. Als laatste dient weer de regelthermostaat op de eerder genoteerde instelling gezet te worden.

## Meetapparatuur

### Het meten van de temperatuur

Ondanks de aanwezigheid van genoemde thermostaten met hun temperatuurvoelers, moet in elke cel ter controle beslist een geijkte kwikthermometer aanwezig zijn (aflezing op 0,2 °C nauwkeurig). De lucht moet vrij rond de thermometer kunnen circuleren en de thermometer moet tegen beschadiging worden beschermd (korfthermometer). Deze thermometer geeft de juiste celtemperatuur aan. Ga niet af op de klokthermometer die vlak naast of boven de celdeur hangt, deze is alleen ter indicatie.

Om inzicht te krijgen in de temperatuur in het centrum van de produktstapels kunnen elektronische temperatuurvoelers tussen het produkt aangebracht worden. Deze voelers zijn met lange, dunne kabels verbonden aan een elektronisch meettoestel, dat buiten de koelcel is opgesteld. Zo kunt u op elk gewenst moment de produkttemperatuur

aflezen. Groot voordeel van deze elektronische meetapparatuur is dat de temperatuur van het produkt buiten de cel kan worden gecontroleerd.

#### Controle en onderhoud temperatuurmeter

De kwikthermometers en de voelers van de elektronische temperatuurmeter moeten jaarlijks aan het begin van elk bewaarseizoen worden geïjkt. Dit kan simpel worden gedaan door het gevoelige deel van deze temperatuurmeters in een thermoskan met blokkjes smeltend ijs te plaatsen. De temperatuurmeters moeten dan 0°C aanwijzen. Zo niet, dan kan met de afwijking van de kwikthermometer rekening worden gehouden. Afwijkende elektronische temperatuurmeters kunnen beter door de installateur worden bijgesteld.

#### Het meten van de relatieve luchtvochtigheid (RV)

De relatieve luchtvochtigheid in een koelcel is nooit constant. Telkens als de koelinstallatie draait, condenseert vocht uit de cellucht op de koude lamellen van de verdamper en wordt afgevoerd. Toch is het gewenst om te weten tussen welke percentages de relatieve luchtvochtigheid schommelt in de cel. Daarmee kan tijdig worden ingeschat of er extra maatregelen nodig zijn om uitdroging van onverpakte boomkwekerijprodukten te voorkomen. Wanneer uitsluitend goed verpakte produkten worden bewaard, dan heeft een lage RV een minder nadelige invloed op de produktkwaliteit. Meten van de RV is dan minder noodzakelijk. Van de meest gebruikte meetinstrumenten worden hier de voor- en nadelen besproken.

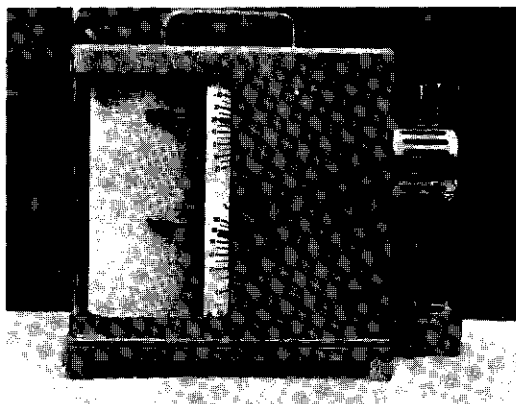
- de haarhygrometer. Deze meter is de goedkoopste. Hiermee kan redelijk goed worden gewerkt mits de meter minstens driemaal per seizoen wordt geïjkt. Voor een zo betrouwbaar mogelijke meting is twee maal per maand ijken aan te bevelen. Wordt dit niet gedaan dan worden de metingen onnauwkeurig. De noodzaak de haarhygrometer zeer regelmatig te ijken, maakt deze meter zeer onderhoudsgevoelig. Om de RV op de haarhygrometer af te lezen, moet men echter de cel binnengaan, waardoor het klimaat in de cel wordt verstoord.
- de elektronische RV-meter is nauwkeurig, gemakkelijk buiten de cel af te lezen en weinig onderhoudsgevoelig. Eenmaal (laten) ijken aan het begin van het seizoen is voldoende.

Beide besproken meters hebben het nadeel dat ze in het gebruikelijke traject 95 tot 100% RV bij een temperatuur van +1 tot -4°C minder nauwkeurig zijn. De afwijking is in dit traject 1 à 2%. Men moet dus goed beseffen dat een RV-meter alleen een indicatie geeft van de heersende RV. Zonder (eenvoudige) RV-meter ontbreekt echter zelfs een indicatie van de RV!

Een derde instrument, de "natte en droge bolthermometer", ofwel psychrometer, is in principe een zeer nauwkeurige RV-meter. Het gevaar van bevriezing van de "natte bol" is echter groot bij de in de boomteelt gebruikelijke temperatuur/RV-combinaties. Dit bevriezingsgevaar en de behoefte aan wekelijks onderhoud (het met gedestilleerd water nat maken van het kousje om de natte bol) maken deze meter minder geschikt voor toepassing in de boomteelt!



Een veel gebruikt meetinstrument voor het meten van de RV is de thermohygrograaf. In feite is dit apparaat een duurdere uitvoering van de haarhygrometer, die bovendien de temperatuur van de cellucht meet en de gemeten RV en temperatuur ook continu registreert. Groot voordeel van de thermohygrograaf is het genoemde continu registreren van temperatuur en RV. Met behulp van de thermohygrograaf kan men inzicht krijgen in de schommelingen van temperatuur en RV in de cel gedurende een bepaalde periode. De thermohygrograaf moet net als de haarhygrometer tenminste driemaal per bewaarperiode worden geijkt.



*De thermohygrograaf maakt controle achteraf mogelijk.*

#### Controle en onderhoud RV-meter

De haarhygrometer en de thermohygrograaf dienen tenminste driemaal per bewaarperiode te worden geijkt. Dit kan vrij simpel door de ondernemer zelf worden gedaan. Het gehele instrument moet hiertoe in een vochtige doek worden gewikkeld. Na ongeveer een uur hoort de wijzer ongeveer 97% aan te geven. Zo niet, dan dient rekening te worden gehouden met deze afwijking bij de aflezing van de RV.

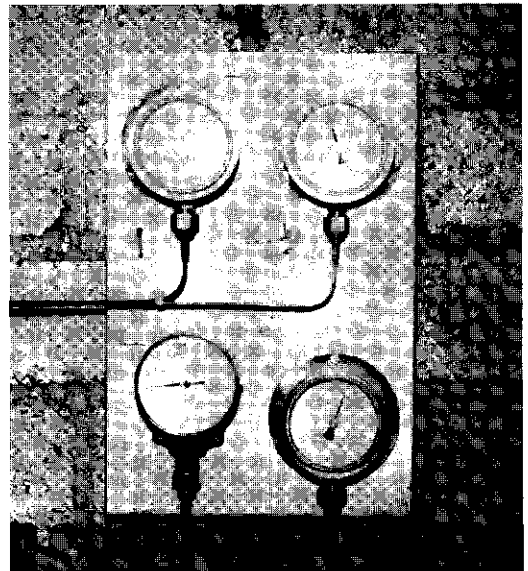
Voor het ijken van een elektronische RV-meter zijn speciale ijksetjes met gebruiksaanwijzing verkrijgbaar. Eenmaal ijken voor de aanvang van het bewaarperiode is voldoende. Het ijken en afstellen van RV-meters en ook van temperatuurmeters kunt u laten uitvoeren door de Technische Fysische Dienst voor de Landbouw (TFDL) in Wageningen (tel.: 08370-19143).

#### Onderdrukbeveiliging

Gerenvoerde of nieuw gebouwde koelcellen kunnen nagenoeg luchtdicht zijn. Bij een dichte celdeur en een goede dichte celconstructie ontstaat een onderdruk in de cel door het 'krimpen' van de lucht. Koude lucht neemt namelijk minder plaats in dan warme lucht. Hierdoor ontstaat een drukverschil met de buitenlucht. In de cel ontstaat bij het inkoelen een vacuum. Dit drukverschil moet door de wanden en het plafond worden weerstaan. Door het drukverschil kunnen extra kieren ontstaan, plafonds kunnen zelfs naar beneden storten. Door onderdrukbeveiliging worden deze problemen voorkomen.

## Manometers voor lage en hoge druk

Om zelf te kunnen controleren of de koelinstallatie nog naar behoren functioneert, zijn manometers (drukmeters) erg belangrijk. Aan de zuigzijde van de compressor dient een zuigdrukmeter te worden aangebracht. Op deze zuigdrukmeter kan de druk worden afgelezen die heerst in het lagedrukgedeelte van de koelinstallatie, namelijk tussen expansieventiel en compressor. Op deze manometer kan bovendien met redelijke nauwkeurigheid de verdampertemperatuur worden afgelezen. Aan de perszijde van de compressor dient een persdrukmeter te worden aangebracht. Op deze persdrukmeter kan de druk worden afgelezen, die heerst in het hoge-druk gedeelte van de koelinstallatie, namelijk tussen compressor en expansieventiel. Op deze manometer kan bovendien rechtstreeks met redelijke nauwkeurigheid de condensortemperatuur worden afgelezen.



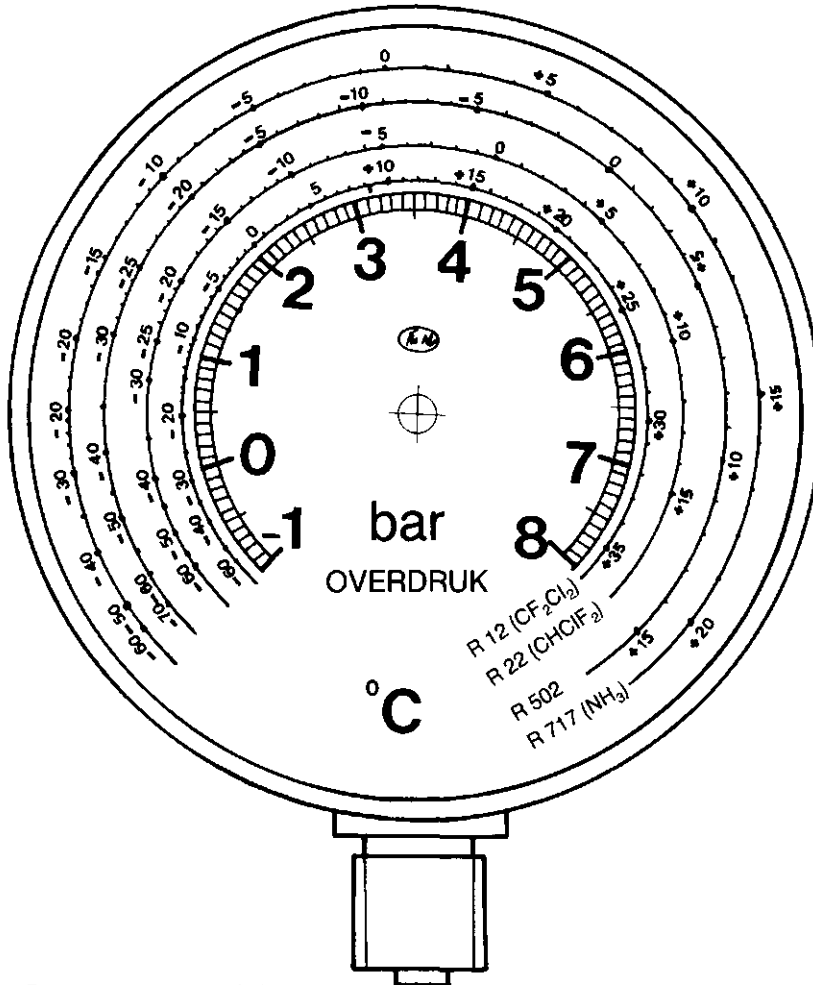
*Manometers, de thermometers van de koelinstallatie.*

### Controle manometers

Het is aan te bevelen dagelijks de stand van de manometers te controleren. Hier dient pas mee te worden begonnen na de inkoopperiode (ca. een week na het inbrengen van het laatste produkt). Controleer de stand bovendien altijd als de koelmachine in werking is.

Voor de zuigdrukmeter is een belangrijke meter voor het behoud van de produktkwaliteit. In figuur 2 is een schematische tekening van een manometer (in dit geval de zuigdrukmeter) weergegeven (gebruik een lineaal als wijzer). Bij elk soort koudemiddel (bijv. R12 en R22) hoort een aparte temperatuurschaal. Wanneer een bepaalde zuigdruk, van bijvoorbeeld 3,3 bar, wordt afgelezen dan is de kook- of condensatietemperatuur van het koudemiddel R22  $-5^{\circ}\text{C}$ . De temperatuur van de verdampers is dan ongeveer  $-5^{\circ}\text{C}$ . De op de zuigdrukmeter afgelezen verdampertemperatuur is niet de exacte temperatuur, alleen een indicatie. De

druk/temperatuurcombinatie op beide manometers is normaal gesproken constant (als tenminste de inkoelperiode voorbij is en de koelmachine werkt!). Wanneer de afgelezen druk/temperatuurcombinatie een andere waarde aangeeft dan u gewend bent (bijvoorbeeld een verdampertemperatuur die meer dan 7°C lager is dan de celluchttemperatuur), dan is er zeer waarschijnlijk iets niet in orde met de koelinstallatie. Wanneer u zelf geen oorzaak kunt vinden (lucht in het koelsysteem, verdampertemperatuur moet nodig worden ontdooid, en dergelijke) is het aan te bevelen contact op te nemen met de installateur. De manometers zijn de "thermometer" van uw koelinstallatie!



Figuur 2. Een manometer of drukmeter.

## 2.6 Controle en onderhoud van de koelinstallatie

Erg belangrijk is een jaarlijkse controlebeurt van de gehele koelinstallatie door de installateur. Ook zonder onderhoudsbeurten kan een koelcel ogenschijnlijk seizoenen lang zonder problemen draaien. Vaak gaat dit echter ten koste van het gewenste celklimaat, het rendement, extra slijtage en vrijwel altijd meer stroomverbruik: dus ten koste

van de kwaliteit van het produkt en de portemonnee van de teler/bewaarder. Naast onderhoud door de installateur is ook regelmatige controle door en opmerkzaamheid van de bewaarder erg belangrijk. In het voorgaande zijn de belangrijkste onderdelen van de koelinstallatie die controle en onderhoud vergen, behandeld. In dit hoofdstuk volgen er nog enkele.

### Droger/filter en kijkglas

In de huidige koelinstallaties wordt meestal het koudemiddel R22 gebruikt. In het leidingsysteem kan vocht aanwezig zijn, waardoor de werking van de koelinstallatie ernstig wordt ontregeld. Ook in het expansieventiel kan vocht bevriezen. Van een goede werking is dan geen sprake meer. In (half) gesloten compressoren dienen de zuiggassen vaak ook voor koeling van de elektromotor. Door eventueel aanwezig vocht wordt zuurvorming veroorzaakt, waardoor elektromotoren kunnen doorbranden.

De droger/filter absorbeert het vocht en daardoor worden voornoemde problemen voorkomen. Vuildeeltjes die in het leidingcircuit losraken worden eveneens vastgehouden en kunnen dan geen storing of schade aanrichten. Vervangen van de droger/filter door de installateur is noodzakelijk als u bemerkt dat de leiding na de droger/filter voelbaar kouder is dan ervoor. Ook zal de manometer een lagere zuigdruk aangeven dan normaal.

Het kijkglas op de koelinstallaties heeft een dubbele functie. Ten eerste kan worden bekeken hoe het met de vloeistofstroom staat, bovendien zit er een vochtindicator op. Als het goed is, zal de vloeistofstroom van het kleurloze koudemiddel onzichtbaar zijn. Als er gasbellen zichtbaar zijn tijdens het draaien van de compressor, dan kan dat o.a. de volgende oorzaken hebben:

- onvoldoende koudemiddel aanwezig ten gevolge van lekkage,
- gedeeltelijk verstopte droger/filter,
- het expansieventiel werkt niet goed.
- elders in het koelleidingsysteem een verstopping.

De vochtindicator verandert van kleur als er vocht in het koudemiddel komt. De kleurschaal op de rand van het kijkglas verschaft de nodige informatie. Bij "onveilig" onmiddellijk de installateur raadplegen. Meestal is dan ook de droger verzadigd met vocht en zal deze moeten worden vervangen. Na vervanging verdwijnt het vocht uit het koudemiddel en zal ook op het kijkglas weer het signaal "veilig" te zien zijn.

### Elektrische installatie

Hieraan kunt u zelf weinig doen, behalve dan de omgeving van de schakelkast goed droog en schoon houden en er voor zorgen dat voldoende reserve-zekeringen aanwezig zijn. Bij doorbranden is het noodzakelijk eerst de oorzaak te achterhalen en pas dan de zekering te vervangen. Bij twijfel is het aan te bevelen de installateur te laten komen. In het kort is hiermee aangegeven, hoe u zelf de werking van de koelinstallatie kunt controleren. Wilt u meer (details) weten, schaf dan een goed leerboek aan! Ook zijn er mogelijkheden tot het volgen van een praktijkgerichte koelcursus. Aandacht voor het produkt en de koelinstallatie komen het koelresultaat ten goede!

## 3. DE BOUW VAN DE KOELCEL

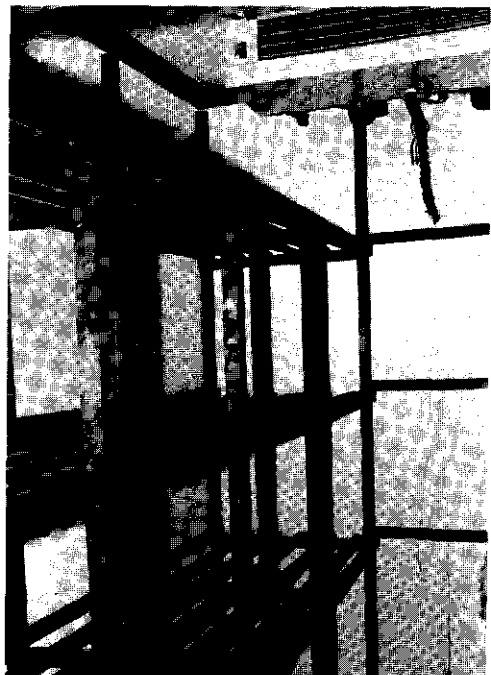
In dit hoofdstuk worden belangrijke aandachtspunten bij de bouw van een koelcel voor boomkwekerijproducten behandeld. Centraal staat hierbij: het zo goed mogelijk kunnen handhaven van het gewenste klimaat in de cel en daarmee de kwaliteit van het produkt.

Op bouwkundige aspecten (eisen te stellen aan de fundering en spantconstructie, benodigde vergunningen e.d.) wordt hier niet ingegaan.

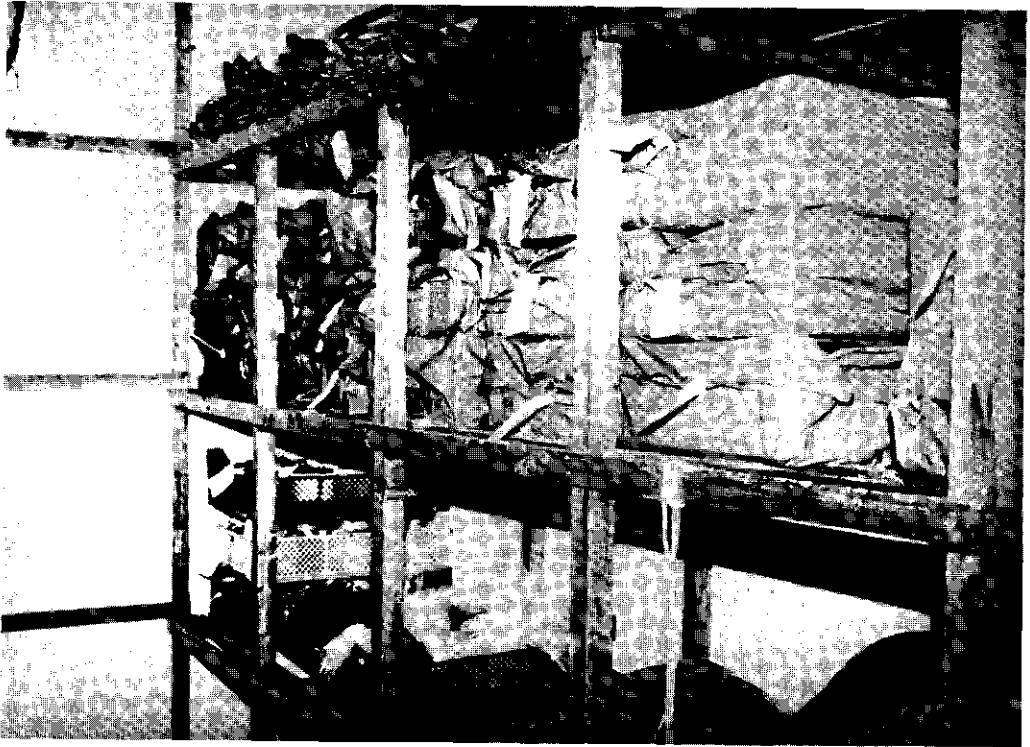
### 3.1 De benodigde ruimte voor produkt en luchtcirculatie

Afhankelijk van het te bewaren produkt (soort en hoeveelheid) worden in de boomteelt kleine en grote cellen gebouwd. De inhoud van de cellen varieert van 5 tot 500 m<sup>3</sup> en groter. Om genoeg luchtbeweging in de cel te houden, is het noodzakelijk dat er voldoende ruimte is tussen produkt en wanden, alsmede tussen het produkt onderling. Dit betekent ook, dat bij de bouw van de cel rekening moet worden gehouden met het feit of er al dan niet gebruik wordt gemaakt van stapelbaar fust. Wanneer er een kleine cel wordt gebouwd, waarin alleen enthout of stek wordt bewaard, dan garandeert de inrichting van de cel met stapelrekken aan de zijwanden en een klein looppad in het midden van de cel voldoende luchtbeweging. Wanneer echter stapelbaar fust wordt gebruikt dan moeten de volgende regels in acht worden genomen om optimale luchtdoorstroming te garanderen.

- De vrije ruimte tussen plafond en produktstapel moet minimaal 10% van de stapelhoogte bedragen (het produkt mag nooit voor de verdamper). Door te kiezen voor een



*Stapelrek in een kleine koelcel, de ruimte bij het plafond is belangrijk.*

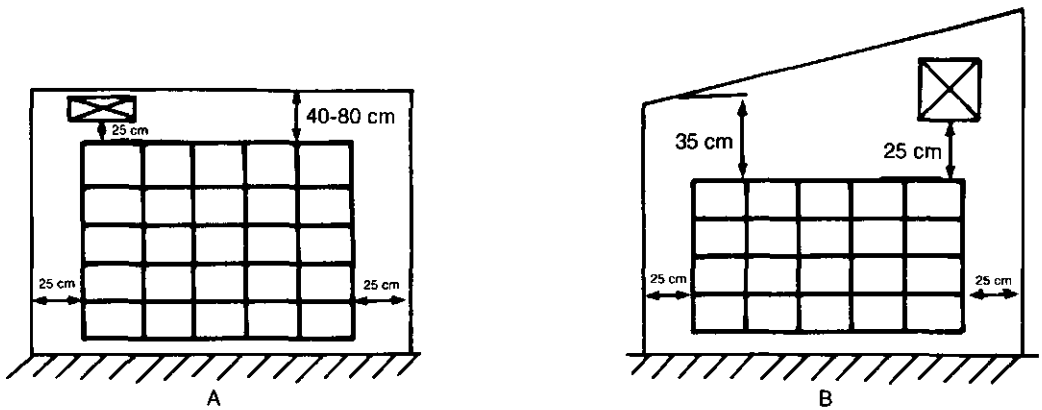


*Stapelrek in een kleine koelcel, de stapeling van de verpakte produkten moet voldoende koeling mogelijk maken.*

schuin plafond ontstaat er ruimtewinst, omdat de verdamper in dat geval tegen het hoogste punt wordt opgehangen. Het laagste punt van dit plafond dient 35 cm hoger te zijn dan de produkt stapel.

- Tussen de zijwanden, parallel aan de luchtstroom, en de produktstapel, dient minimaal een afstand van 15 cm te worden aangehouden. Door het aanbrengen van een stootrand van 15 cm breed op de celvloer wordt tegelijk de celwand beschermd en blijft er steeds voldoende ruimte tussen fust en wanden.
- De afstand tussen de zijwand waaraan de verdamper hangt en de produktstapel moet tenminste 25 cm zijn. Ditzelfde geldt voor de afstand tussen de tegenoverliggende wand en de produktstapel (het fust).
- Belangrijk is ook, dat produkten die zijn verpakt in/op stapelpallets, palletboxen, zakken, kisten of ander fust, in rijen worden gestapeld. Tussen de rijen dient minimaal 10 cm ruimte te zijn. Alleen dan kan de koelende luchtstroom ongehinderd passeren en kan er voldoende warmte aan de produkten worden onttrokken.
- De afstand tussen de onderzijde van de verdamper (eigenlijk: de lekbak) en de bovenzijde van het produkt dient ongeveer 25 cm te zijn om beschadiging van de verdamper te voorkomen (werken met heftruck!). In figuur 3 wordt het bovenstaande verduidelijkt.

Naast de vermelde gegevens moet nog rekening worden gehouden met een afstand van 15 cm tussen zijwanden en produktstapel alsmede van tenminste 10 cm tussen de rijen.



Figuur 3. Aanbevolen stapelschema i.v.m. optimale luchtdoorstroming bij een horizontaal plafond (A) en een schuin plafond (B).

Met behulp van de eisen voor het stapelschema in figuur 3 is uit te rekenen hoe breed, hoog en diep de te bouwen cel moet zijn, uitgaande van de afmetingen van het te gebruiken fust. Wanneer de inwendige afmetingen van de cel zijn afgestemd op het fust (vooral de grote pallets), dan kan de inhoud van de cel maximaal worden benut. Er kunnen natuurlijk altijd minder pallets of kisten in de cel worden gezet!

Breedte van de cel

breedte fust  $\times$  aantal rijen

aantal luchtspleten (aantal rijen - 1)  $\times$  10 cm

vrije ruimte aan beide zijwanden

$$\begin{aligned}
 &= \quad \times \quad = \quad \text{m} \\
 &= \quad \times 0,10 = \quad \text{m} + \\
 &= \quad 2 \times 0,15 = 0,30 \text{ m} + \\
 &\text{totaal inwendig} \quad \text{m} \\
 &\text{isolatie wanden} \quad \text{m} + \\
 &\text{totaal uitwendig} \quad \text{m}
 \end{aligned}$$

Lengte van de cel

aantal  $\times$  lengte fust

vrije ruimte voor en achter in de cel

$$\begin{aligned}
 &= \quad \times \quad = \quad \text{m} \\
 &= \quad 2 \times 0,25 = 0,30 \text{ m} + \\
 &\text{totaal inwendig} \quad \text{m} \\
 &\text{isolatie wanden} \quad \text{m} + \\
 &\text{totaal uitwendig} \quad \text{m}
 \end{aligned}$$

Hoogte van de cel

aantal  $\times$  hoogte fust

vrije ruimte tussen plafond en lading

$$\begin{aligned}
 &= \quad \times \quad = \quad \text{m} \\
 &= \quad 0,40 \times 0,80 = 0,30 \text{ m} + \\
 &\text{totaal inwendig} \quad \text{m} \\
 &\text{isolatie wanden} \quad \text{m} + \\
 &\text{totaal uitwendig} \quad \text{m}
 \end{aligned}$$

## Circulatievoud (CV)

Er worden eisen gesteld aan de hoeveelheid lucht die per uur wordt verplaatst door de verdamperventilatoren (= circulatievoud = CV). Bij inkoelen moet minimaal een CV van 50 beschikbaar zijn. Dit betekent, dat de hoeveelheid lucht die per uur wordt verplaatst, gelijk is aan 50 maal de bruto inhoud van de cel. De functie van de circulatielucht tijdens het inkoelen is het opnemen van warmte uit het produkt en deze warmte afstaan aan de verdamper. Tijdens de bewaarperiode (dus vanaf het moment dat het produkt de bewaartemperatuur heeft bereikt), dient de circulerende lucht alleen om een homogene temperatuur- en vochtverdeling in de cel te onderhouden. Hiervoor is een CV van 15 a 20 voldoende. Het voordeel van een lager CV gedurende de bewaarperiode is tweeledig: energiebesparing en minder uitdroging van het produkt door minder lucht-beweging. Een lager CV kan tijdens de bewaarperiode worden bereikt door bij voorkeur het toerental te verminderen of (de helft van) de verdamperventilatoren uit te schakelen wanneer de koelinstallatie niet in werking is (de niet-koelperiode). Bovenstaande betekent ook, dat er gekozen moet kunnen worden uit drie schakelmogelijkheden betreffende de verdamperventilatoren: continu (met laag of hoog toerental) of automatisch. Continu wil zeggen dat de verdamperventilatoren het gehele etmaal draaien, uitgezonderd tijdens de ontdooiperiodes. Automatisch betekent dat de verdamperventilatoren alleendraaien als de koelinstallatie werkt. Laag-continu (dus continu met laag toerental draaiende ventilatoren) wordt meestal gekozen als de koelinstallatie veel minder werkt, bijvoorbeeld tijdens langdurige vorstperiodes.

## 3.2 Isolatie en dampdichtheid

Gedurende een groot deel van de opslagperiode zal de temperatuur buiten de cel hoger zijn (of lager) dan de temperatuur in de cel. Om te voorkomen dat ongewenste warmte de cel binnenkomt (of uitgaat), moet de cel goed zijn geïsoleerd. Alleen in een volgens de eisen geïsoleerde cel is het gewenste bewaarklimaat goed te handhaven. De isolatiewaarde (= K-waarde) van de celwanden dient 0,25 Watt/m<sup>2</sup>K te zijn, de isolatiewaarde van het plafond 0,20 Watt/m<sup>2</sup>K. Hoe lager de K-waarde des te beter de isolatiewaarde. Deze isolatiewaarde kan in principe met elk isolatiemateriaal worden bereikt. De meest gebruikte isolatiematerialen zijn: PUR (polyurethaan-hardschuim), PIR (polyisocyanuraat) en PS (Polystyreen), alles verkrijgbaar in verschillende uitvoeringen, kwaliteiten en maten.

Een K-waarde van 0,25 Watt/m<sup>2</sup>K komt voor PUR en PIR overeen met een isolatiedikte van 10 cm. De overeenkomstige isolatiedikten van enkele andere materialen zijn vermeld in tabel 2.

Een K-waarde van 0,20 Watt/m<sup>2</sup>K (voor het plafond) komt overeen met 12 cm PUR of PIR.

Als kwaliteitsaanduiding dient voor PUR en PIR een dichtheid van 35 tot 40 kg/m<sup>3</sup> te worden aangehouden, voor PS 20-25 kg/m<sup>3</sup>.

Om eenzelfde isolerend vermogen te krijgen als 10 cm dik polyurethaanhardschuim (PUR), dienen van onderstaande materialen de volgende dikten te worden toegepast:



Tabel 2. *Vergelijking isolerend vermogen van diverse isolatiematerialen*

polyurethaan hardschuim (PUR)	10 cm
polyisocyanuraat (PIR)	10 cm
geëxpandeerd polystyreen (wit) (PS)	15-17 cm
glas- en steenwolplaten	17 cm
gasbeton	78 cm
Metselwerk: baksteen	250-400 cm
kalkzandsteen	400-650 cm

Belangrijk is dat een goed geïsoleerde cel ook goed geïsoleerd blijft. Om het isolerend vermogen van het isolatiemateriaal te behouden, dient aan de buitenzijde (de warme kant) van het isolatiemateriaal een dampdichte (waterdichte) laag te worden aangebracht. Deze laag kan bestaan uit eenvoudig aluminium- of polyethyleenfolie of uit staalplaat of kunststof bekleding, zoals bij de duurdere isolatiepanelen. Door de dampdichte laag wordt voorkomen dat zich vocht ophoopt in het isolatiepakket. Vochtophoping in de isolatie wordt als volgt veroorzaakt. Door het verschil in temperatuur en dampspanning binnen en buiten de cel, dringt de waterdamp die aanwezig is in de meestal warmere buitenlucht de cel binnen. Deze waterdamp condenseert in de isolatielaag en hoopt zich daar op. Via het ontstane vocht in de isolatielaag wordt warmte van buiten de cel gemakkelijk de cel in getransporteerd, met als gevolg problemen om het gewenste celklimaat te handhaven. Door een dampdichte laag aan te brengen, wordt dit voorkomen.

### 3.3 Bouwwijze

In de praktijk worden cellen voor boomteeltproducten op vier manieren gebouwd:

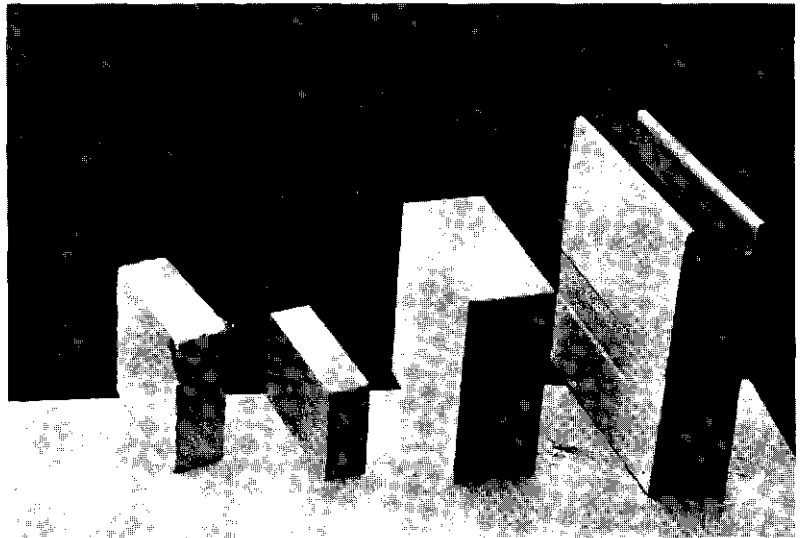
1. 'stekkerklare eenheden'
2. panelenbouw
3. isoleren van bestaande ruimten met PUR-schuim
4. zelfbouw met losse isolatieplaten.

De "stekkerklare eenheden" zijn meestal kleine, kant en klare cellen. De koelinstallatie is hierin in veel gevallen standaard ingebouwd. Bedenk wel, dat hierbij aanpassingen ten aanzien van isolatiewaarde, koelcapaciteit, ontdooiing etc. niet altijd mogelijk zijn!

Panelenbouw is de meest duurzame, maar ook meest kostbare manier van bouwen. Panelen met een isolatiekern (PU, PIR of PS) en aan twee zijden een dampremmende laag (staalplaat of slagvaste kunststof) kunnen aan elkaar worden gekoppeld door een (dubbele) veer en groef al of niet voorzien van ingebouwde treksloten. Door dit laatste wordt een nog betere verbinding verkregen. Een perfect dampdichte verbinding is noodzaak voor een goed bewaarresultaat! Plafondpanelen hebben meestal voldoende draagkracht zodat erover kan worden gelopen. Met eenvoudige bouwkundige aanpassingen kunnen er plafondverdampers aan worden opgehangen en koelmachines op worden geplaatst. Panelencellen kunnen buiten en in een bestaande ruimte worden geplaatst. Bij een buitenopstelling moet extra aandacht worden besteed aan de dakafwerking (bv. aanbrengen van een overkapping).

## Isolatie spuiten

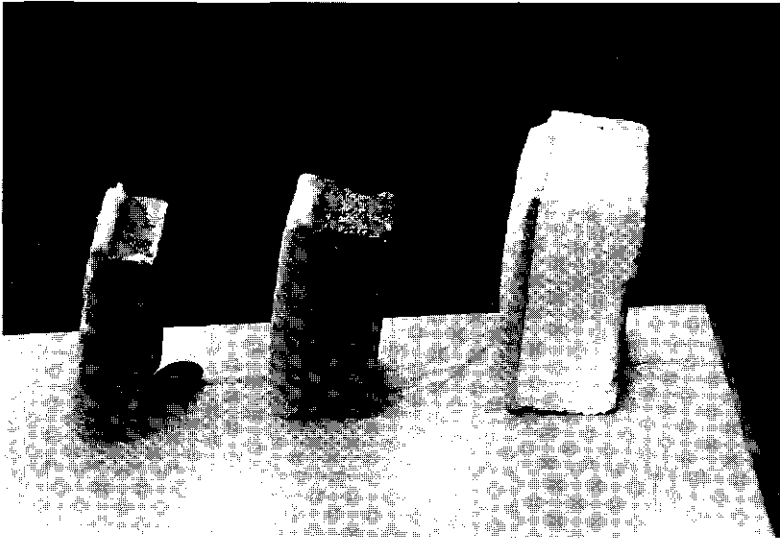
Een eenvoudige en goede methode om bestaande ruimten (loods, oude koelcel) om te toveren tot een bewaarruimte voor boomteeltprodukten is isolatie spuiten. Gespecialiseerde bedrijven met mobiele spuitapparatuur kunnen op vrijwel elke ondergrond PUR-schuim aanbrengen, in elke gewenste dikte. In ongeïsoleerde ruimten is aan wandisolatie minimaal een laagdikte van 10 cm nodig, voor plafonds is 12 cm meestal voldoende. Als de temperatuur tussen het plafond van de koelcel en het dak van de loods erg hoog op kan lopen, is een dikkere laag PUR-schuim tegen het plafond noodzakelijk. Uit de vrij korte ervaring in de praktijk met het isolatie spuiten, blijkt dat de isolatielaag voldoende dampdicht is, er hoeft geen extra dampremmende laag te worden aangebracht. Spuiten tegen spouw-loze buitenmuren wordt afgeraden i.v.m. vorstschade aan de muren. De kwaliteitseis die moet worden gesteld aan het PUR-schuim is, dat het in een dichtheid van 35-40 kg/m<sup>3</sup> op de wand wordt aangebracht.



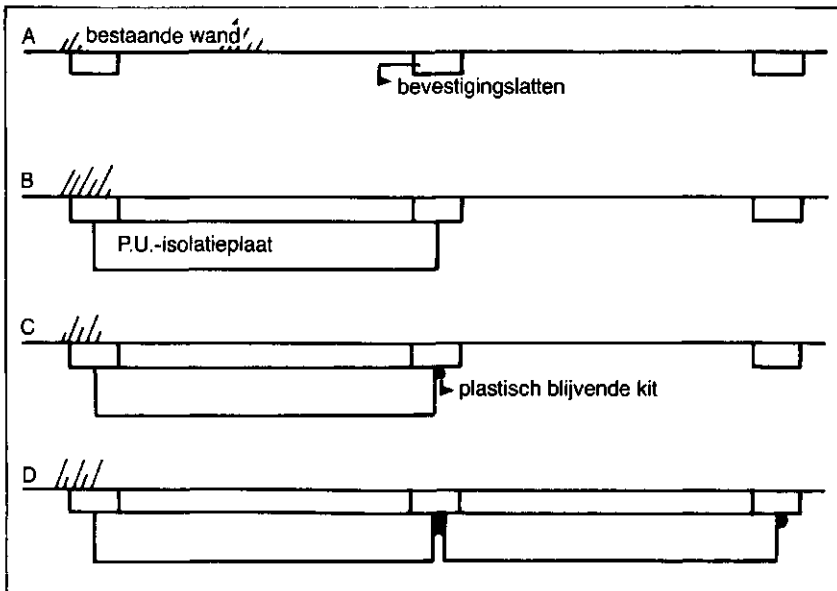
*Polyurethaan  
hardschuim  
hecht goed op  
baksteen, beton-  
steen én polysty-  
reen.*

## Zelfbouw met isolatieplaten

In het algemeen wordt als volgt te werk gegaan. Tegen bestaande (balken) wanden wordt een regelwerk van hout aangebracht (vertikale regels). Tegen deze regels worden de isolatieplaten aangebracht. Om voldoende isolerende werking te krijgen, moeten de in paragraaf 3.3 aangegeven dikten worden aangebracht. Tweezijdig gecacheerde platen (met aan twee zijden een dampremmende laag) zijn het meest geschikt, mits de naden vooral aan de buitenzijde dampdicht worden afgewerkt (bijv. door te werken met plastisch blijvende kit, zie figuur). Door krimp van de platen kunnen problemen ontstaan, omdat daardoor de naden scheuren. Eenzijdig gecacheerde platen zijn niet zo geschikt, deze trekken te gemakkelijk krom. Wanneer platen zonder dampremmende laag worden gekozen, moet op (of liever achter) het regelwerk een dampscherm worden aangebracht. Een geheel aaneensluitende laag versterkt aluminiumfolie voldoet prima als dampscherm. Dit type zelfbouw is alleen goed wanneer de ondernemer goed



*Polyurethaan, toepasbaar in vele vormen.*

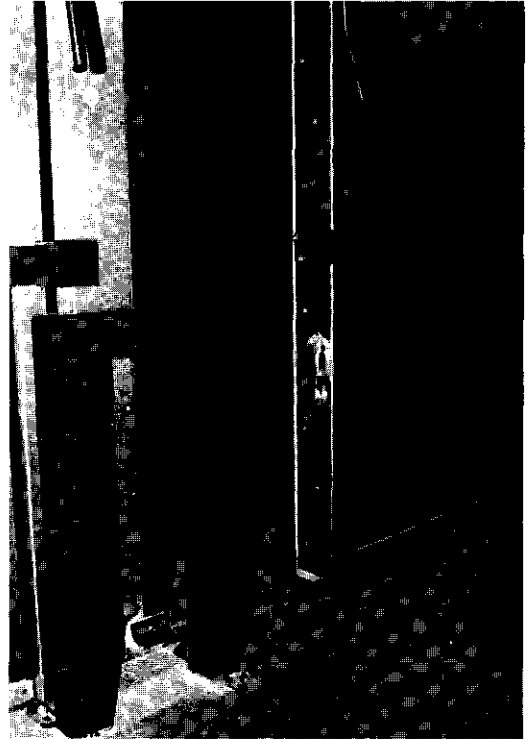


Figuur 4. *Het verbeteren van een bestaande isolatiewand (bovenaanzicht) met tweezijdig gecacheerde PU-isolatieplaten.*

op de hoogte is van wat er moet worden gedaan en zeer attent tijdens de voorbereidingen en de uitvoering van de bouw. Met name het verkrijgen van een aaneengesloten dampremmende laag kan problemen opleveren.

### 3.4 Deuren

Deze zijn standaard of op bestelling verkrijgbaar in vele soorten, maten, kwaliteiten en prijzen. Wanneer de isolatiewaarde gelijk is ( $0,25 \text{ Watt/m}^2\text{K}$ , net als de wand) en de



*Schuifdeuren zouden beveiligd moeten worden.*

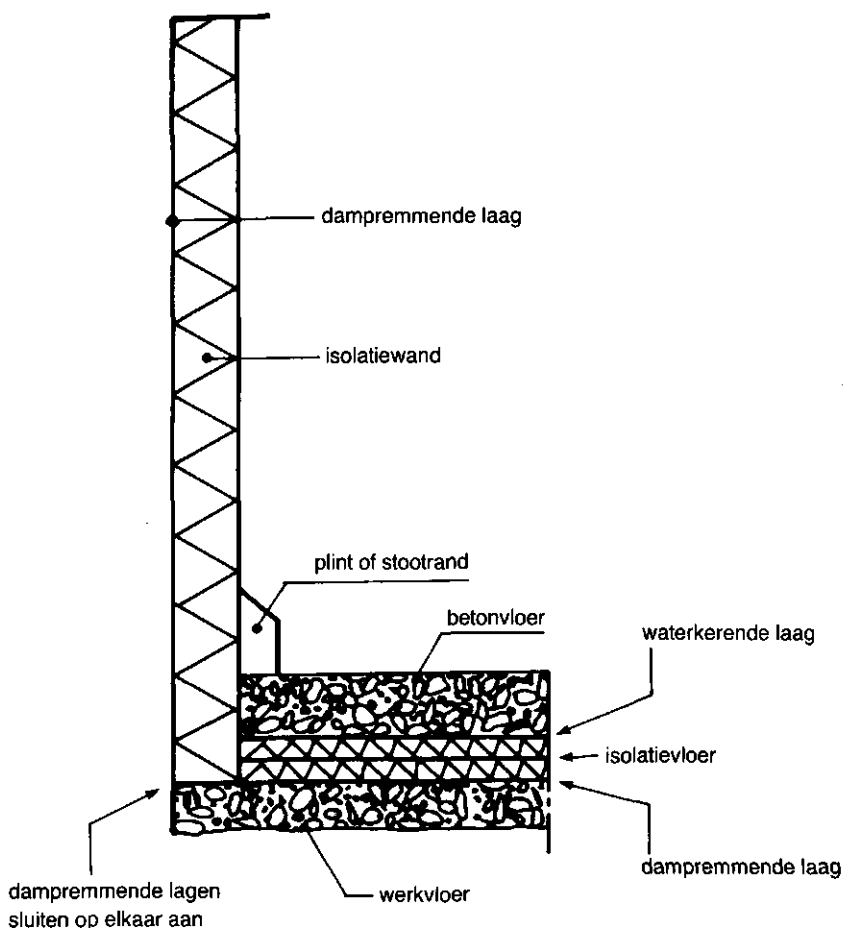
deur goed is geplaatst dan is de goedkopere draaideur even goed als de duurdere en arbeidstechnisch betere schuifdeur. Er zijn uitvoeringen mogelijk met elektrische of pneumatische afstandsbediening, eventueel vanaf de heftruck.

Naast de gewone schuif- en draaideuren zijn ook naar boven weggrollende segmentdeuren verkrijgbaar, evenals naar binnen in de cel glijdende schuifdeuren. Het gebruiksdoel, de beschikbare ruimte en het prijskaartje zijn bepalend voor de uiteindelijke keuze van de deur. Uit veiligheidsoverwegingen moet de koelceldeur van binnen uit handmatig te openen zijn.

### **3.5 Vloerisolatie**

Om binnendringen van warmte uit de ondergrond te beperken is het aan te bevelen de vloer te isoleren. Uitdroging van het produkt wordt door goede vloerisolatie duidelijk verminderd. Wanneer het grondwater op minder dan 1 m diepte staat, is vloerisolatie zelfs noodzakelijk. De volgende punten verdienen de aandacht:

- de vloerisolatielaag moet aansluiten op de isolatielaag van de wanden, om 'warmtebruggen' te voorkomen.
- onder de vloerisolatielaag moet een dampremmende laag worden aangebracht (bv. polyethyleenfolie, tenminste 0,2 mm dik). Deze dampremmende laag moet aansluiten op de dampremmende laag van de wanden.
- over de isolatielaag moet kraftpapier of polyethyleenfolie worden aangebracht ter bescherming van het isolatiemateriaal tegen vocht uit de te storten betonvloer (waterkerende laag).



Figuur 5. Aansluiting vloer- en wandisolatie

- op de plaats van de deuropening moet de vloerisolatie doorlopen tot circa 1 meter buiten de cel.
- de K-waarde van de vloerisolatie dient 0,50 Watt/m<sup>2</sup>K te zijn. Dit komt overeen met 8 cm PS of 5 cm PUR. De dichtheid van PS moet 25 kg/m<sup>3</sup> zijn, de dichtheid van PUR 45 kg/m<sup>3</sup>. In figuur 5 is een overzicht gegeven van een goed aangebrachte vloerisolatie.

### 3.6 Overzicht van de kosten

De stichtingskosten van een bewaaraccommodatie zijn op te splitsen in twee delen: Enerzijds de kosten van de koelcel, anderzijds de kosten van de koelinstallatie. Elke situatie is echter verschillend en daardoor kunnen de prijzen meer dan 100% uiteenlopen. Om een indruk te krijgen van de eventuele bijkomende kosten, wordt hier een aantal voorzieningen genoemd, waarvan wordt verwacht dat deze aanwezig zijn:

- bestaande loods met daarin voldoende vrije ruimte,
- goed geïsoleerde vloer voor bewaring van het onbeschermd product,

- fundering waarop isolatiewanden kunnen worden geplaatst zonder dat er gevaar bestaat voor opvriezen.
- (kracht)stroomleiding van voldoende vermogen.
- waterleiding en -afvoer voor cel- en fustreiniging en eventuele bevochtiging.
- erfverharding/bedrijfsweg, aansluitend op de koelcel t.b.v. pallettransport.
- elektrische heftruck/hefmast of handlorry (produceren geen ethyleen!)
- voorziening voor eventuele opvang van lekwater van produktontsmetting c.q. schimmelbestrijding voor de inslag en produktbevochtiging voor het gewas wordt uitgeplant.
- hinderwetvergunning voor het gebruik van elektromotoren.

### De kosten van de koelcel

Onderstaand wordt een globaal overzicht gegeven van de prijzen waarmee u rekening moet houden als u een cel wilt bouwen/inrichten. Naarmate het te bouwen project groter is, kunnen de richtprijzen iets lager zijn.

Omschrijving	Kosten per vierkante meter wand-/plafondisolatie, exclusief B.T.W. en eigen arbeid
- losse isolatieplaten van Polystyreen, zelf aan te brengen tegen bestaande (balken)wanden, inclusief dampscherm.	ca. f. 30,—
- gespoten PUR-isolatie, 10 cm dik tegen bestaande muren.	ca. f. 60,—
- panelen met staalplaat- of slagvaste kunststofbekleding; zelfbouw.	ca. f. 80,—
- panelen, idem, ter plaatse opgebouwd door de leverancier.	ca. f. 135,—

### Overige bouw- en inrichtingskosten

- Vloerisolatie + laag plastic + laag kraftpapier	ca. f. 15,—/m <sup>2</sup>
- Deur; van enkelvoudige draaideur tot 2.50 m brede schuifdeur.	ca. f. 1.000,— tot f. 6.000,—
- Elektronische temperatuurmeet-unit, 3 meetpunten per koelcel	ca. f. 600,—
- Onderdrukbeveiliging en overige doorvoer-voorzieningen	ca. f. 100,— tot f. 500,—
- Spatwaterdichte koelcelverlichting	ca. f. 500,— tot f. 1.000,—

## **Kosten koelinstallatie**

De kosten voor een koelinstallatie zijn afhankelijk van de volgende punten: compressor-capaciteit en verdampergrootte, het ontdooisysteem, de gewenste besturingsmogelijkheden en de keuze van een centrale installatie voor meer cellen of een aparte installatie per cel. Eenzelfde koelinstallatie kan per installateur wel 30% in prijs verschillen. Vuistregel: f. 1,— tot f. 2,— per Watt koelvermogen. Naarmate het koelvermogen groter is, wordt de prijs lager.

## **3.7 Programma van eisen**

Als u het besluit neemt om een koelcel te gebruiken, is het noodzakelijk om een inventarisatie te maken van alle wensen en voorwaarden. Hiervoor is kennis nodig van de specifieke produkteigenschappen, de bedrijfsvoering en de koeltechniek. De bedrijfsvoorlichter of specialist Kwaliteit en Bewaring kan u hierbij van dienst zijn.

Samen stelt u dan een landbouwkundig programma van eisen op. Dit wil zeggen dat u vaststelt en op schrift zet welke eisen het produkt stelt aan de bouw van de koelcel en aan de koelinstallatie. Het onverkort vasthouden aan de hierin genoemde uitgangspunten, biedt u de grootst mogelijke zekerheid omtrent kwaliteitshandhaving van uw kostbare produkten. Op basis van dit landbouwkundig programma van eisen kunt u enkele installateurs een gespecificeerde offerte laten maken. Na ontvangst kunt u deze onderling en met het programma van eisen vergelijken, waarna u een verantwoorde keuze kunt maken.

Het is mogelijk dat u meer begeleiding wenst of dat er sprake is van een groter project. Daarvoor kunt u een beroep doen op een onafhankelijk adviesbureau. Dit kan een (bouw)technisch programma van eisen opstellen, offertes beoordelen, vergunningen aanvragen en de hele verdere bouw begeleiden tot en met de eindoplevering. De kosten voor dit alles kunnen 10-12% van de totale aanbestedingssom bedragen. Het consultantschap beschikt over een (niet volledige) lijst van onafhankelijke adviseurs.

# 4. BEHANDELING VAN HET TE BEWAREN PRODUKT

## 4.1 Hygiëne: starten met een schone cel

Voor het bewaar seizoen begint, moeten cel en fust goed worden schoongemaakt om schimmelontwikkeling te voorkomen. Materialen als kunststof (celwanden) en plastic (fust) zijn gemakkelijk schoon te maken. Hiervoor kan een vloeibare zeepoplossing of een ontsmettingsmiddel als Halamid worden gebruikt. Een afvoerputje in een hoek van de cel is voor de afvoer van overtollig water uit de cel erg handig. Houd dit putje wel *muisdicht!*

Voorals hout kan gemakkelijk een infectiehaard zijn of worden, zeker wanneer dit nat is (fust). Start het bewaar seizoen daarom altijd met droog fust en indien aanwezig droge stellingen. Wanneer er het vorig seizoen schimmelaantasting is geweest, is ontsmetten van houten fust sterk aan te raden. Dit kan als volgt worden gedaan. Het te gebruiken houten fust en eventueel de stellingen in de cel brengen en de temperatuur in de cel gedurende één week op tenminste 15°C handhaven. De aanwezige schimmels ontwikkelen zich op deze manier goed en raken in een stadium waarin ze gevoelig zijn voor het ontsmettingsmiddel. Vervolgens in een groot metalen vat met een inhoud van ca. 200 liter eerst 3 kg kaliumpermanganaat brengen en daarna 6 liter handelsformaline 40%. Doe dit in deze volgorde en niet andersom of tegelijk, dat is gevaarlijk (explosief). Als gevolg van een chemische reactie ontwikkelt zich een damp waarmee het fust, de stellingen en de cel effectief worden ontsmet. Houd de celdeur gedurende één à twee dagen op slot, zodat niemand in de cel kan komen. Laat de verdampventilatoren *draaien voor een goede verdeling van de damp*. Na de ontsmetting de cel 24 uur goed luchten (deur open). Hierna zijn de cel en het fust klaar voor gebruik.

## 4.2 Voorkom ethyleen in de cel

Ethyleen (eigenlijk etheen) is een gasvormige stof, die kan werken als plantenhormoon. Bij veel agrarische produkten bevordert een te hoge concentratie ethyleen in de cel-lucht de veroudering. Bij boomkwekerijgewassen uit ethyleenschade zich in het algemeen door verdroging van knoppen en/of knop- en bladval. Uit de praktijk zijn enkele voorbeelden bekend van schade aan het produkt door (mogelijk!) ethyleen, zoals grote hergroei problemen (knopverdrotting) bij een partij vruchtbomen die waren opgeslagen in een cel waarin voordien fruit was bewaard en ernstige knop- en bladval bij (potplant-)azalea's tijdens transport (in het donker en bij een vrij hoge temperatuur!).

Bij de in de boomteelt gebruikelijke lage bewaar temperaturen produceren de van nature al weinig ethyleen producerende boomkwekerijgewassen nauwelijks ethyleen en zijn ze bovendien nauwelijks gevoelig voor ethyleen.

In het algemeen kan daarom worden gesteld, dat de kans op ethyleenschade bij boomkwekerijgewassen in de koelcel bij een temperatuur van +1 tot -2°C of lager erg klein is, mits onderstaande ter harte wordt genomen.

De kans op ethyleenschade wordt niet alleen door de ethyleenconcentratie bepaald. De



combinatie van ethyleenconcentratie, temperatuur en de tijdsduur van de hoge ethyleenconcentratie bepaalt de kans op en de mate van de ethyleenschade. Zo zal een hoge concentratie van enige ppm's (= delen per miljoen) ethyleen gedurende enkele uren bij de geadviseerde bewaartemperatuur van +1 tot -2 °C geen aanleiding zijn tot ethyleenschade. Strikte grenswaarden voor de maximaal toelaatbare ethyleenconcentratie zijn niet te geven, omdat dergelijke waarden alleen geldig zijn in combinatie met een bepaalde temperatuur en blootstellingsduur. De concentratie waarboven ethyleen de ontwikkeling van gewassen nadelig kan beïnvloeden, is 0,1 ppm. De concentratie ethyleen in "schone" buitenlucht is ongeveer 0,003 ppm.

Om de kans op ethyleenschade zo klein mogelijk te maken, is het zeer belangrijk te voorkomen, dat het produkt in aanraking komt met ethyleen. Hiervoor zijn twee dringende adviezen te geven:

- \* bewaar nooit boomkwekerijproducten samen of in de nabijheid van fruit. Rijpend fruit is de meest beruchte ethyleenproducent! Wanneer boomkwekerijproducten worden opgeslagen in een cel waarin fruit heeft gestaan, laat de cel dan eerst 24 uur luchten met de deur wijd open en draaiende verdamperventilatoren. Dit is de enige manier om (eventueel aanwezig) ethyleen uit de cel te krijgen.
- \* laat een heftruck of trekker met een draaiende (verbrandings-)motor niet langer toe in de cel dan strikt noodzakelijk is. Verbrandingsmotoren produceren namelijk veel ethyleen. Gebruik dan ook bij voorkeur een elektrische heftruck: deze produceert geen ethyleen.

De ethyleenconcentratie in de cel kan worden gemeten met behulp van glazen testbuisjes. Deze buisjes zijn gevuld met een chemische stof die verkleurt onder invloed van ethyleen. Wanneer gedurende 15 minuten een hoeveelheid cellucht (circa 0,5 liter) door zo'n buisje wordt gezogen, zal de chemische stof in het testbuisje afhankelijk van de concentratie ethyleen al dan niet verkleuren. Deze bepalingmethode geeft slechts een (nauwkeurige!) momentopname van de ethyleenconcentratie. Wanneer men na enige tijd opnieuw wil meten, moet een tweede testbuisje worden gebruikt. Belangrijk is buisjes te kiezen die al bij 0,1 ppm ethyleen verkleuren.

## 4.3 De twee hoofdproblemen bij de bewaring

Bij de bewaring van boomkwekerijgewassen zijn uitdroging en schimmelaantasting de twee grootste problemen.

### 4.3.1 Uitdroging

In principe is de gehele plant gevoelig voor uitdroging, maar vooral de wortels en de stengeltoppen zijn zeer gevoelig. De meest zekere manier om uitdroging te voorkomen, is het verpakken van het gewas in plastic (dikte 20 à 30 micron, dunner plastic gaat te snel kapot), eventueel in combinatie met inbedden van de wortels in vochtige turfmolm, sphagnum (veenmosveen) of potgrond. In feite is elk vochthoudend medium geschikt. Het voordeel van turfmolm is, dat hierin weinig ziekteverwekkers (pathogenen) aanwezig zijn, het een luchtig materiaal is en niet naar de bodem van de pallet of kist zakt. Klein materiaal als stek, enthout en enten uit de hand (in kisten), kan heel goed worden

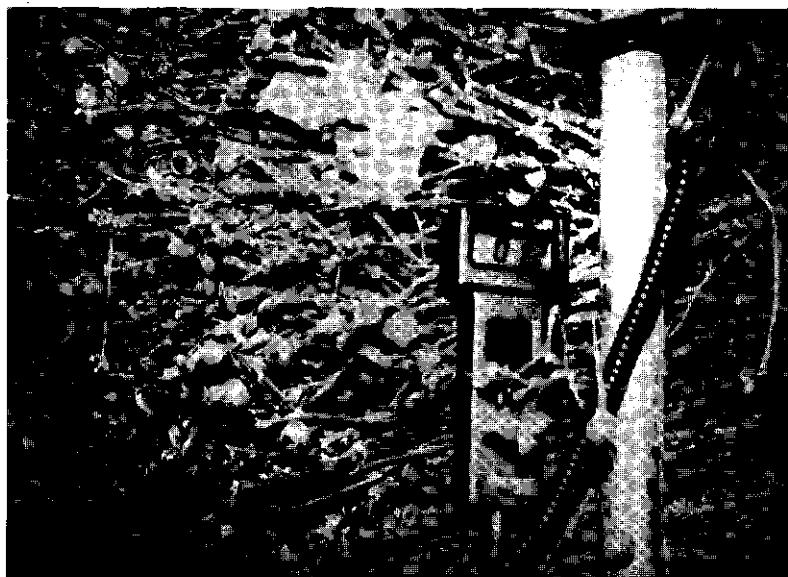


*Het voorkómen van uitdroging, door gebruik te maken van plastic van 20 à 30 micron, is het beste.*

verpakt in plastic. Zo'n extra bescherming is echter duur en lastig aan te brengen als grote hoeveelheden produkt (op pallets) moeten worden bewaard. Bovendien kleven er grote gevaren aan het geheel verpakken in plastic van pallets met produkten met een hoge veldwarmte (coniferen, groenblijvend bos- en haagplantsoen e.d.). De koelende luchtstroom kan het centrum van de pallet niet bereiken en het komt voor dat daar een veel te hoge temperatuur van 5 tot 10°C boven de gewenste(!) zal blijven heersen. Geadviseerd wordt hiermee goed rekening te houden en dergelijke produkten zeer los te stapelen en het liefst eerst af te koelen alvorens ze in plastic in te pakken. Snelle afkoeling van circa 4 tot 12 pallets tegelijk kan worden bereikt door de gewassen "voor" te koelen in een zogenaamde stormcel. Dit is een meestal wat kleinere koelcel of een afgescheiden gedeelte van de bewaarcel, waarin een extra grote verdamperscapaciteit is aangebracht en een sterke luchtbeweging kan worden bereikt (vandaar de naam stormcel). De koude lucht stroomt langs de planten en koelt deze in enkele dagen af tot de gewenste bewaartemperatuur.

Nog sneller kan worden voorgekoeld door de gewassen voor een "voorcoolwand" te plaatsen. Als gevolg van drukverschillen wordt de koude lucht door de produktstapel gezogen, we spreken dan ook van doorstroomkoeling in tegenstelling tot de eerder genoemde langsstroomkoeling.

Na het voorcoelen kunnen de pallets indien gewenst een voor een in plastic worden ingepakt en naar de koelcel worden getransporteerd, zonder gevaar voor te hoge temperaturen in het centrum van de pallets. In de boomteeltpraktijk beschikt men echter doorgaans niet over stormcellen of voorcoolwanden. De enige mogelijkheid die men dan heeft, is wachten tot de produkttemperatuur de gewenste bewaartemperatuur heeft bereikt. Essentieel hierbij is dat niet te veel produkt ineens in de cel wordt gebracht: per dag een hoeveelheid produkt van maximaal 10-15% van de totale inhoud van de cel. Ongeveer een week na de inbreng van het laatste produkt zal de temperatuur ook



*Met behulp van elektronische temperatuurvoelers kan het centrum van de produktstapel worden gecontroleerd.*

in het centrum van de pallets gedaald zijn tot de bewaartemperatuur. Dit kan worden gecontroleerd met behulp van elektronische temperatuurvoelers (zie paragraaf 2.5.3). Daarna mag pas plastic om de individuele pallets worden getrokken. Dit is weliswaar zeer omslachtig maar de risico's van te hoge temperaturen in het centrum van de pallets zijn anders te groot. Een andere oplossing is om na het inkoelen alleen over de bovenste pallets plastic te trekken.

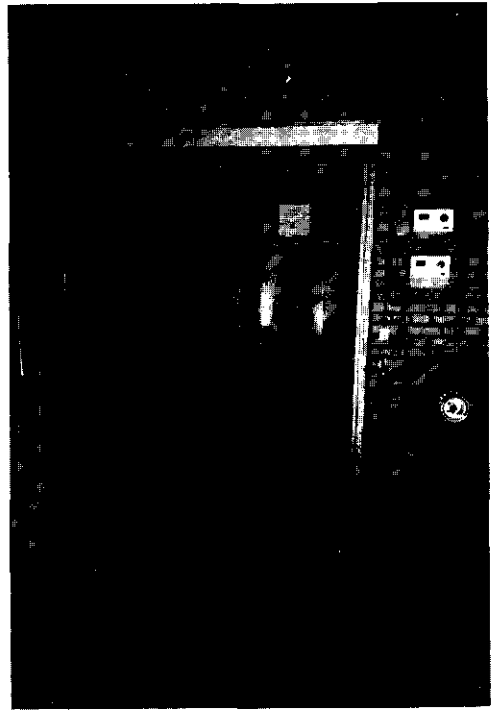
In plaats van normaal plastic kan ook geperforeerd plastic worden gebruikt. Hiermee wordt de uitdroging van het produkt weliswaar iets minder goed voorkomen dan met normaal plastic, het probleem van onvoldoende afkoeling is echter minder groot.

Toch behoeven niet in plastic verpakte producten niet uit te drogen. Vereiste is dan, dat een relatieve luchtvochtigheid (R.V.) van tenminste 96% continu kan worden gehandhaafd. Bij een dergelijk hoge RV, in combinatie met de gebruikelijke lage temperaturen, zijn de planten voldoende tegen uitdroging beschermd.

De belangrijkste stap in de richting van een hoge RV is de keuze van een geschikte koelinstallatie (zie hoofdstuk 2).

Het probleem in de praktijk is, zeker in cellen op handel/export bedrijven, dat steeds planten de cel in- en uitgereden worden. Dit houdt in, dat de deur van de cel regelmatig openstaat. Als een celdeur opengaat, stroomt automatisch koude lucht naar buiten en warme lucht naar binnen. Gevolg: temperatuurschommelingen in de cel, daling van de RV en extra koelacties (dit veroorzaakt extra uitdroging, zie paragraaf 2.3). Door het aanbrengen van doorzichtige, plastic flappen voor de deur kunnen de luchtwisselingen bij het openen van de deur wel iets worden beperkt, maar niet veel. Een automatische deurschakelaar die de koelmachine en de verdamperventilatoren uitschakelt als de deur opengaat, voorkomt geforceerde luchtuitwisseling.

De enige echte oplossing voor dit probleem is een tochtsluis, hoewel deze veel ruimte



*Als een celdeur opengaat, stroomt automatisch koude lucht naar buiten en warme lucht naar binnen: temperatuurwisselingen moeten zoveel mogelijk worden voorkomen.*

inneemt en arbeidstechnisch niet erg aantrekkelijk is; in- en uitrijden met heftruck door twee deuren, die open en dicht moeten. Bevochtigen van produkt en/of lucht, alsmede water op de vloer worden vaak gezien als geschikte methoden om de RV in de cel omhoog te brengen en de uitdroging van het produkt te verminderen. De verwachtingen van dit 'bevochtigen' moeten echter bepaald niet te hoog gespannen zijn. Een goed geïsoleerde cel en een koelinstallatie op maat zijn veel belangrijker voor het kunnen handhaven van een hoge RV!

Het doel van luchtbevochtiging is het verhogen van de RV door het in de cellucht brengen van zo klein mogelijke waterdruppels (stoom of nevel). In de praktijk blijkt bij de gebruikelijke lage temperatuur de verhoging van de RV als gevolg van luchtbevochtiging gering te zijn. Dat de ervaringen met luchtbevochtiging in de praktijk toch soms positief zijn, kan mogelijk worden verklaard door het neveneffect produktbevochtiging. Dit kan als volgt worden toegelicht. Lucht kan bij lage temperaturen maar zeer weinig waterdamp bevatten. Wanneer de cellucht wordt bevochtigd zal een groot gedeelte van de ingebrachte stoom of nevel respectievelijk condenseren of neerslaan op het produkt (produktbevochtiging!) en op de koude verdamper. Meer ijs op de verdamper betekent vaker ontdooien en meer koelacties, met als gevolg meer vochtonttrekking! Samenvattend kan worden gesteld dat luchtbevochtiging niet zonder meer een positief effect heeft op het produkt. Bovendien vergt luchtbevochtiging (zeker stoombevochtiging) een vrij grote investering. Het is nog de vraag of de effecten opwegen tegen deze investering! Belangrijk bij luchtbevochtiging is dat het bevochtigen moet gebeuren als de verdamper niet in werking is. De verdamperventilatoren moeten wel draaien voor een homogene verdeling van de stoom of nevel over de cel. Bevochtiging van het produkt met de waterslang is in feite een lapmiddel. Alleen het bovenste gedeelte van de produktstapel

kan worden bevochtigd en het nat maken van de planten werkt schimmelgroei in de hand! De RV wordt hierdoor niet meetbaar verhoogd. Afdekken van het produkt met plastic heeft meestal een beter resultaat! Het effect van water op de vloer zoals besproken in paragraaf 2.5.3 is eveneens vrij gering. Alleen als de vloerisolatie onvoldoende is en/of als de cel niet helemaal vol is, kan met water op de vloer de uitdroging van het produkt mogelijk iets worden verminderd.

De conclusie uit bovenstaande is dat de eerste en belangrijkste stap in de strijd tegen uitdroging van het produkt is: een cel en een koelinstallatie die aan de in hoofdstuk 2 en 3 gestelde eisen voldoen. Droogt het produkt dan toch uit omdat de deur regelmatig opengaat of de cel niet vol is, dan helpt alleen zorgvuldig afdekken van het produkt met plastic werkelijk!

### 4.3.2 Schimmelvorming

Een tweede bedreiging van boomteeltgewassen in de koelcel zijn de schimmels, vooral Botrytis. In principe kunnen deze schimmels zich beter ontwikkelen bij hogere luchtvochtigheden (vooral wanneer het produkt nat is). Door de aan te houden RV van tenminste 96% wordt schimmelgroei dan ook in de hand gewerkt. Maar bij lagere temperaturen stimuleert een hogere RV de schimmelgroei relatief steeds minder. Het verschil in 'activiteit' van Botrytis bij een RV van 98% in vergelijking met 92% is veel groter bij 5°C dan bij 1°C, terwijl dit verschil bij temperaturen onder nul nog veel kleiner wordt. Aangezien een hoge RV van meer dan 96% noodzakelijk is om uitdroging te voorkomen, lijkt een bewaar temperatuur onder 0°C te prefereren om de kans op schimmelvorming te verminderen. In de praktijk en uit onderzoek is inderdaad steeds weer gebleken dat aantasting door schimmels bij -2 °C veel minder ernstig is dan bij +1 °C. Een bijkomend voordeel van een bewaar temperatuur beneden 0 °C is, dat de planten beter en langer in rust blijven (belangrijk voor moeilijk in rust te houden gewassen). Voorkomen is beter dan genezen, ook voor schimmelvorming. Bestrijding van schimmels in de koelcel bij lage temperaturen is niet erg effectief, zo blijkt steeds weer in de praktijk, zeker wanneer het produkt is verpakt. Roken met rooktabletten of rookkaarsen (zie de adviezen in het boekje Gewasbescherming in de boomteelt en de vaste plantenteelt) is effectiever dan spuiten, vanwege de betere doordringing in/tussen het produkt. Schimmelaantasting kan verder worden voorkomen door de volgende maatregelen te treffen:

- op het veld een preventieve chemische bestrijding uitvoeren (zie voor het advies het boekje Gewasbescherming in de boomteelt en de vaste plantenteelt, gebruikt middel meestal Eupareen);
- alleen goed afgerijpte planten zonder blad opslaan. Schimmels ontwikkelen zich nl. bij voorkeur op onrijpe plantedelen zoals nog aanwezig blad, scheuttoppen en op wonden die zijn ontstaan door binden, koppen maar vooral mechanisch ontbladeren;
- geen planten bij nat weer rooien en nat opslaan. Dit is vragen om problemen!
- wanneer het gewas niet vroeg genoeg het blad verliest, de planten liever op ± 40 cm hoogte terug knippen dan ontbladeren, natuurlijk afhankelijk van het soort en de bestemming (wensen van de afnemer!). Bij terugknippen worden nl. veel minder wonden gemaakt dan bij ontbladeren en is de schimmelaantasting duidelijk minder;
- niet te veel produkt ineens in de cel brengen. De cel kan het best worden gevuld in

porties van maximaal 10-15% van de celinhoud per dag (zie paragraaf 4.3.1). Op deze manier kan de gewenste bewaartemperatuur sneller worden bereikt waardoor de schimmels minder kans krijgen;

- voorkomen van broei door goede luchtcirculatie (paragraaf 3.2 en 3.3)

## **4.4 Behandeling van de planten na uitslag**

Gewassen die bij temperaturen onder 0°C zijn bewaard, moeten na uitslag eerst langzaam kunnen acclimatiseren. Dit kan gebeuren op een koele, tochtvrije plaats in de loods of in de schaduw. Eventueel met koud water besproeien. Geadviseerd wordt om gewassen afkomstig uit de koelcel, ongeacht de bewaartemperatuur, voor het planten altijd 12-24 uur met de wortels in water te zetten, zodat zij zoveel mogelijk water op kunnen nemen. Zorg voor een voorziening waarin de planten met de wortels in water kunnen staan of gebruik een sloot hiervoor.

# 5. DE BEWAARCONDITIES

## 5.1 Algemeen aanbevolen bewaarcondities

Op grond van de gegevens in de voorgaande hoofdstukken worden voor de bewaring van boomkwekerijgewassen de volgende bewaarcondities algemeen geadviseerd.

Bewaartemperatuur tussen +1 en -2 °C. In sommige gevallen wordt bij -4 °C bewaard. Een temperatuur van 0 tot +1 °C wordt meestal aangehouden wanneer direct over het produkt moet kunnen worden beschikt (speciaal bij handelsbedrijven, maar ook bij opslag van vermeerderingsmateriaal, zoals enthout). De kans op schimmelaantasting is bij een temperatuur boven nul duidelijk groter dan onder nul. Bovendien blijven gewassen bij 0°C minder lang in rust dan bij -2°C (of -4°C). Voor lange bewaring (bijvoorbeeld van november tot april) wordt in het algemeen een bewaartemperatuur van -2°C aangehouden. Sommige telers bewaren bij -4°C om de planten nog beter en langer in rust te houden (bijvoorbeeld Prunus). In de praktijk is het vooral bosplantsoen, dat bij -4 °C wordt bewaard (loofhoutgewassen).

### Relatieve luchtvochtigheid

Voor bewaring van boomkwekerijgewassen wordt standaard een RV van minimaal 96% geadviseerd, omdat boomkwekerijgewassen erg gevoelig zijn voor uitdroging. Wanneer de planten zorgvuldig ingepakt worden in plastic, hoeft een dergelijke hoge RV minder streng te worden gehandhaafd.

In de praktijk blijkt regelmatig dat het handhaven van een hoge RV bij een bewaartemperatuur onder nul nog moeilijker is dan wanneer wordt bewaard bij een temperatuur boven nul. Extra aandacht voor de RV bij bewaring bij een temperatuur onder nul is dan ook op zijn plaats. In paragraaf 5.2 wordt meer in detail ingegaan op de bewaarcondities van vermeerderingsmateriaal en van leverbare planten.

## 5.2 Bewaarcondities van vermeerderingmateriaal en van leverbare planten

De termen "vermeerderingsmateriaal" en "leverbare planten" worden in dit kader breed opgevat.

Onder vermeerderingsmateriaal wordt niet alleen gesproken over oculeerhout, enthout, stek en dergelijke, maar ook over beworteld stek en enten uit de hand. Onder leverbare planten worden de verschillende gewasgroepen samengevat: laanbomen, vruchtbomen, heesters, coniferen, vaste planten, rozen, bos- en haagplantsoen enzovoort.

### 5.2.1 Vermeerderingsmateriaal

De bewaring van vermeerderingsmateriaal wordt zoveel mogelijk in "chronologische"

volgorde (de volgorde in de tijd) besproken: van zaad (zaaien in het voorjaar) naar zomerstek (knippen vanaf juni) tot enten uit de hand (van december tot maart).

## Zaad

Bij de bewaring van zaad door boomkwekers moet onderscheid worden gemaakt tussen bewaring van (lucht)droog zaad om door langdurige zaadbewaring slechte zaadjaren te kunnen opvangen, bewaring van zaad om de koudebehoefte te vervullen en kortstondige bewaring van kiemend zaad uit de stratificeerbak.

### A. Lange bewaring van (lucht)droog zaad

Zaden kunnen lange tijd worden bewaard (jaren!) en toch kiemkracht behouden. Hiertoe moet het zaad eerst worden gedroogd tot een bepaald vochtgehalte specifiek voor dat type zaad (luchtdroog tot 5 à 50% vocht). Het vochtgehalte van een partij zaad kan worden bepaald door het Rijks Proefstation voor Zaadcontrole (RPvZ) te Wageningen. Het RPvZ kan overigens ook worden ingeschakeld voor het uitvoeren van kiemkrachten- en vitaliteitstesten van partijen zaad. De meeste zaden kunnen vervolgens bij een temperatuur van -4°C tot -10°C (naaldhout als *Abies*, *Larix*, *Picea*, *Pinus* en *Pseudotsuga*) of van 1,5°C tot 5°C (loofhout als *Acer*, *Crataegus*, *Fraxinus*, roos e.a) enkele tot vele jaren worden bewaard. Het zaad dient hiertoe in de meeste gevallen in water- en luchtdichte plastic containers of in flessen te worden opgeslagen. Voor sommige zaadsoorten is het beter "open" te bewaren, d.w.z. in ongesloten plastic- of jute zakken of in open bussen/trommels. In tabel 3 zijn de bewaarcondities van enkele zaadsoorten weergegeven. Deze tabel is ontleend aan twee belangrijke boeken op dit gebied: "Seeds of woody plants in the United States" en (voor coniferen) "Das Saatgut in der Forstwirtschaft". Voor meer informatie wordt naar deze boeken verwezen.

### B. Bewaring van zaad om te voldoen aan de koudebehoefte

Onder boomzaden maar ook onder de vaste planten zijn verschillende "koude kiemers": soorten waarvan het zaad alleen (regelmatig) kiemt, wanneer dit voldoende koude heeft gehad (o.a. *Primula*, *Phlox*, *Saxifraga*, *Helleborus*). Dergelijk zaad wordt in een mengsel van zaad en scherp zand in de cel bewaard tot aan de koudebehoefte is voldaan (in het algemeen vijf tot acht weken). De temperatuur die hierbij wordt aangehouden varieert tussen 1°C en 5°C.

### C. Korte bewaring van zaden (al dan niet gekiemd)

Om nachtvorstschade te voorkomen, kunnen daarvoor gevoelige zaadsoorten (na stratificatie) in de koelcel in rust worden gehouden. Het zaaien kan dan worden uitgesteld tot het gevaar voor nachtvorst is geweken, zoals bij zaad van roos en van bos- en haagplantsoen. Het zaad wordt gestratificeerd tot 1 à 2% van de zaden kiemt. Op dat moment kunnen de zaden worden gekoeld. Het gestratificeerde zaad wordt in scherp rivierzand (of vochtig turfstrooisel) in kistjes in de cel gebracht. Het zaad-zandmengsel in de bakjes bij voorkeur niet dikker dan 10-12 cm. Bewaarcondities: temperatuur -2°C, RV minimaal 96%. Twee dagen voor het zaaien kan het zaad uit de cel worden gehaald om zonder forceren te kunnen ontdooien.

Sommige telers dekken kistjes af met polyethyleenfolie. De meningen hierover zijn verschillend en lopen uiteen van zeer gunstig tot ongunstig. Als voordeel van afdekken



met plastic (speciaal gevoelige gewassen als beuk) wordt genoemd vermindering van uitdroging van het bovenste laagje zaad en zand.

Andere methoden die worden toegepast om uitdrogen van het zaad te voorkomen zijn het vochtig maken van de houten zaadbakjes en het aankloppen van de bovenlaag van het zaad-zandmengsel.

Tabel 3. *Bewaring van zaad.*

<i>gewas</i>	vochtgehalte van het te bewaren zaad	temperatuur dicht = D	bewaring dicht = D open = O
<i>Acer campestre</i>	10 - 15%	1,5 - 5°C	D
<i>Acer platanoides</i>	10 - 15%	1,5 - 5°C	D
<i>Acer pseudoplatanus</i>	- 15%	1,5 - 5°C	D
<i>Acer saccharinum</i>	30%	1,5 - 5°C	D
<i>Amelanchier canadensis</i>	luchtdroog	5°C	D
<i>Berberis-cultivars</i>	-	0°C	D
<i>Carpinus betulus</i>	10%	3°C	D
<i>Cercis siliquastrum</i>	luchtdroog	1,5 - 5°C	D (glas)
<i>Cornus mas</i>	drogen in vruchtvlees	3 - 5°C	D
<i>Cornus sanguinea</i>	idem	3 - 5°C	D
<i>Cotoneaster-cultivars</i>	luchtdroog	0 - 5°C	D
<i>Crataegus monogyna</i>	zeer goed luchtdroog	5°C	?
<i>Euonymus europaeus</i>	vochtig	3°C	D
<i>Fagus sylvatica</i>	9% of direct zaaien	-10 - -15°C	D
<i>Fraxinus americana</i>	7 - 10°C	5°C	D
<i>Fraxinus excelsior</i>	7 - 10°C	5°C	D
<i>Fraxinus ornus</i>	7 - 10°C	5°C	D
<i>Gleditsia triacanthos</i>	luchtdroog	0 - 8°C	D
<i>Hamamelis virginiana</i>	luchtdroog daarna strat. bij 5°C	5°C	D
<i>Juglans nigra</i>	20 - 40%	3°C	D
<i>Liriodendron tulipiferum</i>	luchtdroog of vochtig zand	2 - 3°C	O
<i>Prunus avium</i>	9 - 11%	0 - 5°C	D
<i>Prunus-cultivars</i>	ook 5%	0 - 5°C	D
<i>Quercus robur</i>	30 - 50%	0 - 3°C	D
<i>Rosa-cultivars</i>	luchtdroog	2 - 4°C	D
<i>Sambucus racemosa</i>	luchtdroog	5°C	O
<i>Sorbus-cultivars</i>	6 - 8°C of stratificeren	2 - 4°C	D
<i>Syringa</i>	luchtdroog	2 - 4°C	D
<i>Tilia americana</i>	luchtdroog	0 - 5°C	O
<i>Tilia cordata</i>	10 - 12°C of vochtig zand	5°C	O
<i>Viburnum-cultivars</i>	luchtdroog	2 - 4°C	D
<i>Abies</i>	7 - 9%	-4 tot -10°C	D
<i>Larix</i>	5 - 6%	-4 tot -10°C	D
<i>Picea</i>	5 - 6%	-4 tot -10°C	D
<i>Pinus</i>	5 - 6%	-4 tot -10°C	D
<i>Pseudotsuga</i>	5 - 6%	-4 tot -10°C	D

Uit: 'Seeds of woody plants in the United States' en 'Das Saatgut in der Forstwirtschaft'.

## Zomerstek (met blad)

Zomerstek wordt geknipt vanaf begin juni. Dergelijk stek dient zo snel mogelijk te worden verwerkt. Wanneer dit niet mogelijk is, kan het stek desnoods een (enkele) dag(en) in de cel worden bewaard bij een temperatuur van 5 tot 7°C. Geadviseerd wordt het nog niet op maat geknipte stek "luchtig" te pakken in kisten, beslist niet aandrukken, omdat er dan gevaar bestaat voor beschadigen, en te warm worden, nat maken en afdekken met plastic. Zomerstek van gewassen, die later in de zomer worden gestekt (september), kan in het algemeen langer worden bewaard: een a twee weken. In de praktijk wordt ook wel langer bewaard, maar dit is echter niet bevorderlijk voor de kwaliteit! Gewassen met hardere bladeren die later worden gestekt zijn bijvoorbeeld: *Prunus laurocerasus* en *Rhododendron*. Geadviseerd wordt geen stek te bewaren van: *Potentilla*, *Azalea* en *Spiraea arguta*, omdat dit stek snel te hard wordt (verouderd).

## Oculeerhout

\* Oculeerhout, geknipt in juli-september

Oculeerhout dient direct na het knippen te worden ontbladerd al dan niet tot en met de bladsteel, en zo snel mogelijk verwerkt. In de praktijk blijkt oculeerhout van vooral vruchtbomen en rozen enige tijd te worden bewaard. De takken worden hiertoe in plastic of in natte kranten gewikkeld en in de koelcel bewaard, eventueel met de basis in een emmer met water. Op deze manier is het hout maximaal drie weken te bewaren. Als bewaartemperatuur wordt meestal 2 tot 10°C aangehouden. Voorzichtigheid blijft geboden, dit is geen standaardadvies.

\* Oculeerhout, geknipt in november/december

Dergelijk oculeerhout is bedoeld om vroeg te kunnen oculeren in mei/ juni. Voor bewaring, zie enthout.

Deze wijze van oculeren blijkt in de praktijk vooral succesrijk te zijn bij pit- en steenvruchten zoals pruim en kers.

## Coniferenstek

Coniferenstek wordt gesneden tussen augustus en maart. Meestal wordt het stek direct op maat geknipt.

Stek geknipt aan het begin van het stekseizoen (augustus) dient zo snel mogelijk te worden verwerkt (bewaring hooguit enkele dagen bij een temperatuur van 5 tot 10°C). Stek, geknipt na oktober kan langer worden bewaard (tot twee à drie maanden, bij een temperatuur van 0,5 tot 1°C).

Bewaring kan plaatsvinden:

- los in plastic zak (geen druk er op)
- los in kisten, eventueel afgedekt met plastic
- los op de vooraf bevochtigde vloer, afgedekt met plastic.

## Enthout

In de praktijk wordt enthout bewaard bij temperaturen tussen 0,5°C en -2°C (zie stand-

aardadvies). Na het knippen voor de vorst in november/december, worden de takken in plastic verpakt. Het is aan te bevelen de enten nog niet op maat te knippen. Bewaring over een periode van één à vier maanden is mogelijk, mits het hout volledig in winter-rust wordt geknipt en in rust blijft. Hout van met name sierkersen moet bij langere be-waring beslist onder nul worden bewaard.

### **Winterstek (zonder blad)**

Zie enthout. Stek wordt in tegenstelling tot enthout, meestal direct op lengte geknipt. Wanneer een groeistofbehandeling noodzakelijk is, wordt deze in veel gevallen voor de bewaring gegeven (opzuigen). Voor het steken dient het stek in water gezet te worden gedurende tenminste 12 uur.

### **Onderstammen**

Voor onderstammen van rozen, sierheesters, laan- en vruchtbomen geldt het stan-daard-advies, zoals vermeld in paragraaf 5.1. Wanneer direct moet kunnen worden be-schikt over de onderstammen, wordt in het algemeen een bewaartemperatuur van 0 tot 1 °C gekozen. Wanneer de stammen van de herfst tot het voorjaar worden bewaard, is een bewaartemperatuur onder nul aan te bevelen. Dan ontstaan er minder problemen met schimmels en de planten blijven langer in rust. In de praktijk varieert de gekozen bewaartemperatuur van -1 °C tot -4 °C, afhankelijk van de wensen en ervaringen van de teler. In onderzoek en in praktijkervaringen is aangetoond, een breed scala van gewas-sen zeer gunstig hergroeit wanneer deze vrij lang worden bewaard (oktober tot in april bij -4 °C): *Acer platanoides*, *Acer pseudoplatanus*, *Crataegus monogyna*, *Fagus sylvatica*, *Fraxinus excelsior*, *Malus pumila*, *Prunus avium*, *Prunus* 'St. Julien', *Rosa canina* 'Inermis', *R. multiflora* en *R. rubiginosa*. Voor de verpakking van onderstammen zijn er verschillende mogelijkheden: op pallets of in zakken, al dan niet "klaargemaakt" (wor-telsnoei en terugknippen op ± 40 cm).

### **Enten uit de hand (of handveredelingen)**

Enten uit de hand zijn gevoelig voor uitdrogen. Geadviseerd wordt om de enten in kis-ten te bewaren, met de wortels in vochtige (geen natte!) turf-molm. De kisten worden vervolgens helemaal in plastic verpakt. Een tweede mogelijkheid is het bekleden van de kisten met ruim bemeten plastic, de enten in de kist met de wortels in vochtige turf-molm en vervolgens het plastic boven de enten zorgvuldig sluiten. Voor de bewaarcon-dities geldt het standaard-advies: een bewaartemperatuur tussen 0,5 °C en -2 °C, af-hankelijk van de lengte van de bewaarperiode en de wensen en ervaringen van de teler. De enten blijven bij -2 °C langer en beter in rust. Bij uitplanten van in de koelcel be-waarde enten uit de hand op kleigrond (lage bodemtemperatuur, vaak kluitvorming) zijn er in de praktijk regelmatig hergroeiproblemen, terwijl op veen- en zandgronden deze problemen veel kleiner zijn.



*Enten uit de hand moeten altijd goed worden beschermd tegen uitdroging.*

### **Oculaties met slapend oog**

Zie enten uit de hand. Belangrijk: afknippen voor de bewaring.

### **Gescheurde vaste planten**

Vaste planten worden in de praktijk gescheurd vanaf december. Na het scheuren kunnen de plantedelen in de koelcel worden bewaard. Meestal wordt dit gedaan in kisten waarbij de plantedelen met de wortels in vochtige turfmolm worden geplaatst. Eventueel kunnen de kisten worden afgedekt met plastic. Als bewaartemperatuur wordt 0°C tot -2°C gekozen, geheel volgens het standaard-advies.

### **Beworteld stek**

Beworteld stek van coniferen kan in de koelcel worden overwinterd bij een temperatuur van +0,5 tot -2 °C, geheel volgens het standaard advies. Voor het bewust telen van kleine planten voor afzet via de veiling wordt gekozen voor lange bewaring bij -2°C tot mei/juni.

Het bewortelde stek wordt meestal rechtop met de wortels in vochtige turfmolm, in kisten opgeslagen. Er zijn ook telers die het stek met kale wortel in de cel bewaren. In dat geval wordt het stek zorgvuldig in plastic verpakt.

Ook bij stek van heesters kan de koelcel worden benut voor de overwintering. Opslag net als bij beworteld stek van coniferen meestal in (stek)kisten, met de wortels in vochtige turfmolm. Bewaring bij  $-2^{\circ}\text{C}$  wordt in de praktijk wel toegepast maar is niet zonder risico's. Een van de oorzaken van problemen bij bewaring onder nul (bijv.  $-2^{\circ}\text{C}$ ) is het invriezen van nog niet geheel afgehard en in rust verkerend plantmateriaal. Het invriezen van beworteld stek met kiemwortels is uit den boze. Alleen plantmateriaal dat volkomen in rust is, mag worden ingevroren. In het onderzoek zijn goede resultaten bereikt met *Pyracantha*, *Weigela florida* 'Nana Variegata', *Spiraea* en *Potentilla*, slechte ervaringen met *Caryopteris incana* en *Weigela florida* 'Purpurea'. Beworteld stek van *Clematis* wordt in de praktijk bewaard in plastic zakken bij  $-2^{\circ}\text{C}$  (van november tot het oppotten). Wanneer bij  $0^{\circ}\text{C}$  wordt bewaard, loopt het stek te ver uit.

## 5.2.2 Leverbare planten

Voor leverbare planten van alle gewasgroepen geldt het standaard-advies:

- +0 °C \* voor relatief korte bewaring (weken tot enkele maanden)
- \* wanneer direct over de planten moet kunnen worden beschikt.
- 2 °C (soms -4 °C) \* voor langere bewaring (bijvoorbeeld van oktober tot maart/mei).
- \* bij de planning moet er steeds rekening mee worden gehouden, dat de gewassen enkele dagen voor het planten uit de koelcel moeten worden gehaald.

In alle gevallen moet de relatieve luchtvochtigheid worden gehandhaafd op 96% of hoger. Met "alle" gewasgroepen wordt bedoeld: rozen, vruchtbomen, laanbomen, bos- en haagplantsoen, vaste planten, heesters, klimplanten en coniferen. Gewassen met vlezig wortels blijken in de praktijk regelmatig uit te drogen in de koelcel. Goed verpakken in plastic verdient overweging.

Groenblijvende gewassen zoals coniferen (*Chamaecyparis* maar ook *Picea*, *Pinus* en *Pseudotsuga*) zijn extra gevoelig voor schimmelaantasting. Het is belangrijk dergelijke gewassen "luchtig" te stapelen en de in paragraaf 4.3.2 genoemde maatregelen te treffen om schimmelaantasting te voorkomen.

De verpakking is sterk afhankelijk van het type gewas: afmeting, volume, met of zonder (pot)kluit. Het stapelen van leverbare planten op pallets (eigenlijk palletboxen) komt steeds meer voor, met name bij weinig volumineuze, gemakkelijk stapelbare gewassen als rozen- en vruchtboomonderstammen en bos- en haagplantsoen. Gezien de arbeids-technische voordelen van het gebruik van pallets (vergt weinig ruimte, goed te mechaniseren enz.) worden ook minder gemakkelijk stapelbare (vertakte) gewassen als rozenstruiken en vruchtbomen steeds vaker op pallets opgeslagen. Meer volumineuze producten als coniferen (met kluit) en laanbomen worden – als ze tenminste in de koelcel worden bewaard – of staand op pallets of staand op de vloer tegen de wand van de koelcel opgeslagen. Laanbomen worden afhankelijk van de maat gebost (drie of vijf per bos) of los opgeslagen. Dergelijke volumineuze producten nemen in de koelcel veel ruimte in beslag. Planten voor de pakkethandel (rozen, vaste planten, heesters en klimplanten bijvoorbeeld) worden meestal individueel verpakt in plastic (eventueel met de wortels in vochtige turfmolm) en vervolgens op pallets bewaard tot aflevering. Vaste planten worden in de praktijk altijd in kisten (bijvoorbeeld Veenmankisten) opgeslagen met de wortels in vochtige turfmolm.

Voor het gebruik van plastic en/of vochtige turfmolm zijn weinig vaste regels te geven, zie paragraaf 4.3.1. Sommige telers zweren erbij en andere vinden het overbodig. Zeer belangrijk is hierbij de kwaliteit van koelcel en (vooral) koelinstallatie (zie hoofdstuk 2) en het gebruik van de koelcel (regelmatig de deur open en dicht of niet). Bij twijfel is het afdekken van de planten/kisten/pallets met plastic beslist aan te bevelen. De wortels van gevoelige gewassen als vaste planten, planten met vlezige wortels en bij sommige telers ook rozenstruiken worden in de praktijk gekuuld in en afgedekt met vochtige turfmolm.

Zeer gevoelig voor uitdroging van de wortels zijn gespoelde planten, bijvoorbeeld vaste planten, coniferen en sierheesters voor export naar landen met strenge fytosanitaire eisen. Na het spoelen moeten dergelijke planten zorgvuldig tegen uitdrogen van de wortels worden beschermd. Een door de Plantenziektenkundige Dienst goedgekeurd materiaal hiervoor is turfmolm, maar ook ondermeer veenmos, vermiculiet en zaagsel. Evenals voor het gebruik van plastic zijn ook voor het gebruik van turfmolm weinig vaste regels aan te geven. Het al dan niet gebruik van plastic is afhankelijk van het gewas, de koelcel en koelinstallatie, het gebruik van de koelcel en de wensen en ervaringen van de teler.