

Bewaren

Bewaren Theorie

Ton van der Hoorn

eerste druk, 2001



Artikelcode: 27114.2

Colofon

Auteursteam	Ton van der Hoorn
Illustraties	Verbaal - bureau voor visuele communicatie
Redactie	Fidder & Löhr

© 2001 Ontwikkelcentrum, Ede, Nederland
Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, hetzij mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van het Ontwikkelcentrum.

Voorwoord

Deze uitgave bevat de onderwijseenheid Bewaren van de deelkwalificatie Opslag. Voor de onderwijseenheid is er een uitgave met opdrachten en bronnen en een uitgave met theorie.

Opdrachten

Aan het begin van elke opdracht staat het opdracht doel. Daar staat wat je aan het einde van de opdracht moet kunnen. De opdrachten bevorderen de zelfwerkzaamheid. Met de opdrachten kun je je kennis in de praktijk toetsen of bepaalde vaardigheden trainen. Als je alle opdrachten met voldoende resultaat hebt uitgevoerd, beheers je de stof.

Bronnenoverzicht

Om de opdrachten uit te voeren heb je informatie nodig. Hiervoor kun je het bijbehorende theorieboek gebruiken. Maar je kunt ook andere bronnen raadplegen. In het bronnenoverzicht staat waar je allemaal informatie kunt vinden over product en kwaliteit. Dit kunnen boeken zijn, maar ook vakbladen, folders, video's, het internet, etcetera.

Theorie

Het theorieboek bevat de theorie die je het meest nodig hebt en die niet gauw verandert. Om het bestuderen en verwerken van de tekst gemakkelijker te maken kun je aan het einde van elke paragraaf verwerkingsvragen maken.

Namens het auteursteam wens ik je veel succes bij het werken met deze uitgave.

De auteur,
Ton van der Hoorn

Inleiding

Bewaren is een van de onderwijseenheid van de deelkwalificatie Opslag.

Je maakt kennis met de belangrijkste begrippen rondom bewaring en houdbaarheid van tuinbouwproducten. Bij industriële producten neemt de kwaliteit na de productie niet af. Bij een goede verpakking is de kwaliteit van het product op het moment van aankoop door de consument gelijk aan die van het moment bij het verlaten van de fabriek. Bij alle agrarische producten neemt de kwaliteit daarentegen na de oogst alleen maar af. Het is dan ook erg belangrijk dat je ervoor zorgt dat dit onvermijdelijke kwaliteitsverlies tot een minimum beperkt blijft.

In hoofdstuk 1 leer je welke processen ten grondslag liggen aan het kwaliteitsverlies van agrarische producten. Biologische processen als verdamping, ademhaling en ethyleenproductie bepalen in hoge mate de houdbaarheid van tuinbouwproducten, zoals snijbloemen en groenten.

Met de kennis die je in hoofdstuk 1 hebt opgedaan kun je beter begrijpen waarom bepaalde bewaarcondities en bewaarmethoden gehanteerd worden. In hoofdstuk 2 komen deze onderwerpen dan ook aan bod. Naoogstbehandeling, bewaren voor de afzet, bedrijfshygiëne zijn zomaar een paar belangrijke begrippen uit dit hoofdstuk. In hoofdstuk 3 vind je een overzicht van alle problemen die zich kunnen voordoen bij de bewaring van producten.

In deze uitgave maak je ook kennis met de belangrijkste begrippen rondom koel- en verwarmingsinstallaties. Voor het behoud van de kwaliteit van agrarische producten, zal in de meeste gevallen een koelcel noodzakelijk zijn. Ook gekoeld transport kun je tegenwoordig wel als een absolute 'must' beschouwen. Voor potplanten zijn natuurlijk andere klimaatsomstandigheden noodzakelijk. Zeker in de winter heeft de potplant enige vorm van verwarming nodig.

In hoofdstuk 4 bestudeer je de opbouw en de werking van een koelcel. Hier vind je een bespreking van de belangrijkste begrippen rondom de koeling.

In hoofdstuk 5 kijk je wat nauwkeuriger naar de problemen in de koelcel. In dit hoofdstuk komen de effecten van koeling en halfkoeltijd aan de orde.

Hoofdstuk 6 geeft een overzicht van de koelmethode die in de afzetketen worden gebruikt. De verschillende koelmethode worden met elkaar vergeleken op halfkoeltijd, gebruiksvriendelijkheid, effectiviteit en duurzaamheid.

In het laatste hoofdstuk komt de afzet van potplanten weer in het vizier. Bij potplanten speelt niet het koelen, maar juist het verwarmen van de omgeving een belangrijke rol voor het behoud van de productkwaliteit.

Inhoud

Voorwoord 5

Inleiding 6

1 Producten voor de verkoop 9

- 1.1 Consument en product 9
- 1.2 Biologische achtergronden 13
- 1.3 Afwijkingen van de normale regel 17
- 1.4 Afsluiting 19

2 Bewaarcondities en bewaarmethoden 21

- 2.1 Bewaarcondities tijdens voortraject en transport 21
- 2.2 Bedrijfshygiëne en bewaren 25
- 2.3 Veroudering tegengaan 26
- 2.4 Afsluiting 29

3 Problemen bij de opslag 31

- 3.1 Problemen tijdens bewaring en transport 32
- 3.2 Doorlooptijd 34
- 3.3 Klimaat 35
- 3.4 Samenstelling van de lucht 38
- 3.5 Luchtdruk 41
- 3.6 Beschikbaarheid van water 42
- 3.7 Ziekten 43
- 3.8 Afsluiting 45

4 De koelcel 46

- 4.1 Korte beschrijving van het koelproces 46
- 4.2 De onderdelen van een koelinstallatie 47
- 4.3 De koelinstallatie en het onderhoud 52
- 4.4 Eisen aan een koelcel 55
- 4.5 Afsluiting 57

5 Opslag en transportcondities 59

- 5.1 Koeling 59
- 5.2 Duur van het transport 60
- 5.3 De beschikbaarheid van water in de keten 62
- 5.4 Halfkoeltijd 64
- 5.5 Specifieke transporttemperatuur 66
- 5.6 Afsluiting 67

6 Mogelijkheden en methoden van koelen 68

6.1 Koelen in de keten 68

6.2 Voorkoelen 71

6.3 Flower ice 77

6.4 Afsluiting 78

7 Verwarming 80

7.1 De werking van een centrale verwarming 80

7.2 De onderdelen van de centrale verwarming 81

7.3 Warmtetransport en problemen 84

7.4 Afsluiting 86

Trefwoordenlijst 87

1 Producten voor de verkoop

Oriëntatie

Je eet mayonaise en je drinkt cola. Wellicht besef je niet altijd dat veehouders, akkerbouwers en tuinders aan het begin van deze producten staan.

De weg van producent naar consument kan zeer kort zijn. Dit is bijvoorbeeld het geval bij een tomatenteler die tussen de middag zijn eigen tomaten in een omelet bakt. Maar de weg kan ook lang zijn. De bonen van Max Havelaar koffie die dezelfde tuinder drinkt, worden door kleine akkerbouwers in Midden-Amerika geteeld. Na de oogst worden de bonen samen met de bonen van andere akkerbouwers naar een haven vervoerd. Met een vrachtboot komen de bonen vervolgens aan in Amsterdam. De bonen worden hier verdeeld over de verschillende koffiebranders. In de branderijen worden de bonen gebrand en gecontroleerd op kwaliteit. Afhankelijk van de kwaliteit worden de bonen voor een bepaald merk gebruikt. Zo krijg je bijvoorbeeld een pak zilvermerk koffie of een pak goudmerk koffie.

Fig. 1.1

Ik verwacht heel veel klanten vandaag.



1.1 Consument en product

Iedereen is gevoelig voor reclame en een mooie presentatie. Als je op MTV en TMF drie keer per uur een reclameboodschap over een bepaald merk cola ziet, pak je in een winkel toch onwillekeurig dat merk cola. Stel, je bent liefhebber van het Nederlandse lied en je wilt een Nederlandse muziek-cd kopen. In de cd-winkel zie je een aparte bak met cd's van Marco Borsato. Boven die bak hangt een mooie poster met informatie over de concerten die hij in Nederland en België geeft. Je aandacht wordt getrokken. De kans is dan groot dat je de nieuwe cd van Marco koopt.

Ook bij de verkoop van groenten en fruit is de presentatie belangrijk. Je verkoopt je producten sneller door een goede presentatie, want het is heel belangrijk dat je de producten zo snel mogelijk verkoopt. Groenten en fruit kunnen namelijk bederven en gaan snel achteruit in kwaliteit. Dit in tegenstelling tot een product als een cd. Deze kan niet bederven.

afstervingsproces

De geogoste producten beginnen direct na de oogst al aan een *afstervingsproces*. Dit komt omdat geogoste groenten en fruit geen water of voedingsstoffen meer kunnen opnemen. Ook snijbloemen komen soms pas bij de consument weer in water te staan. Voor potplanten geldt dit niet. Zij blijven na de oogst water en voeding opnemen via hun eigen wortels.

In deze paragraaf leer je wat de detailhandel doet om:

- de kwaliteit van het product te behouden;
- de presentatie van het product aantrekkelijk te maken;
- informatie aan de consument te verstrekken.

Fig. 1.2 Informatie over kwaliteit en herkomst staat op de producten vermeld.



Houdbaarheid

Je weet ongetwijfeld dat de houdbaarheid per product zeer verschillend is. Anjers kunnen veel langer blijven staan dan tulpen. Daarom is de manier van bewaren per product ook verschillend. Ficussen en tomaten blijven gewoon op hun plaats in de winkel staan. Maar sla gaat 's nachts de koelcel in.

Fig. 1.3 Een antwoord op een vraag op de internet-site van Albert Heijn.

Hoe kan ik aubergines en andere subtropische gewassen het beste bewaren?

Aubergines zijn van oorsprong subtropisch, net als courgettes, komkommers, paprika en de hele tomatenfamilie. Dat betekent dat deze gewassen niet van extreme kou houden. Bewaring in de koelkast is zelfs af te raden, omdat de vruchtgroenten dan te lijden hebben van lage temperatuurbederf, wat zich uit in aantasting van de structuur of het kristalliseren van vruchtvlees. In de hele distributieketen (inclusief de winkel) handhaaft Albert Heijn twee bewaartemperaturen: 0 tot 4°C voor bladgroenten, bol- en knolgewassen en hardfruit, en rond 14°C voor de subtropische vruchtgroenten, tropisch fruit en bananen. Thuis zou u aubergines ook het beste rond die bewaartemperatuur kunnen bewaren, in de kelder of in een donkere, koele kast bijvoorbeeld. De bewaartijd is dan circa drie dagen.

Vragen 1.1 Is het geogste product een vrucht, een zaad, een stengel, een stengel met een blad, een bloem of een wortel? Dit heeft invloed op de houdbaarheid van het product. Een product is een bepaalde tijd houdbaar als je het onder de juiste omstandigheden bewaart.

In deze opdracht ga je houdbaarheid van een aantal producten inventariseren. Als voorbeeld is bleekselderij al ingevuld. Neem de volgende tabel over en doe dit nu ook voor: rabarber, paprika, aardappel, roos, sla, rode biet, prei, begonia, tomaat, wortelen, kool, venkel, chrysant en ficus. Neem de volgende tabel over in je schrift en geef per product aan of het product een vrucht, stengel, bloem, blad, bol, knol of wortel of plant is. In de laatste twee kolommen geef je aan hoelang volgens jou het product houdbaar is.

Product	Vrucht	Stengel	Bloem	Blad	Bol/ knol/ wortel	Plant	< 5-7 dagen	> 5-7 dagen
Bleeksel- derij		x					x	
Rabarber								
Paprika								
Aardappel								
Roos								
Sla								
Rode biet								
Prei								
Begonia								
Tomaat								
Wortelen								
Kool								
Venkel								
Chrysant								
Ficus								

1.2 Biologische achtergronden

Appels en peren oogst je vanaf augustus tot en met oktober. In die maanden kun je veel verschillende soorten appels en peren kopen. Maar ook in mei kun je appels kopen. Stel je koopt in mei twee kilogram mooie Elstar. Ze zien er lekker uit. Je pakt een appel en neemt een hap. De smaak valt tegen en de appel is melig. Hoe kan dat nou?

Tijdens de bewaring spelen de biologische processen die smaak en houdbaarheid beïnvloeden een rol. Deze paragraaf gaat over de invloed van deze biologische achtergronden.

biologische processen

Na de oogst van potplanten gaan alle *biologische processen* gewoon door, omdat je niets van de plant afsnijdt of plukt. Bij alle andere producten snijd je bij de oogst de toevoer van water en voedingsstoffen af. De toevoer van water en voedingsstoffen is belangrijk voor de levensprocessen van de plant. Levensprocessen zoals verdamping, ademhaling, ethyleenproductie en de omzettingen van stoffen gaan na de oogst gewoon door.

Verdamping

waterdamp Elk tuinbouwproduct verliest vocht door verdamping. Verdamping is een natuurkundig proces waarbij *waterdamp* van het oppervlak van een plantendeel wordt afgestaan aan de omringende lucht. De mate van verdamping hangt af van een aantal factoren.

- De temperatuur. Een plant verdampt meer vocht bij een hoge temperatuur dan bij een lagere temperatuur.
- De luchtvochtigheid. Als de lucht bijna geheel verzadigd (vol) is met waterdamp, verdampt de plant bijna geen vocht. Als de lucht droog is, verdampt de plant of het plantendeel juist veel vocht.
- De luchtcirculatie. De lucht die continu langs een product stroomt, bevordert de verdamping.
- De ventilatie. Ventileren met buitenlucht leidt in het algemeen tot een verlaging van de luchtvochtigheid en dus tot meer verdamping.
- De verpakking. Het verpakken van de producten in niet-vochtdoorlatend materiaal beperkt de verdamping. Een bekend voorbeeld zijn gesealde komkommers. Bij het *sealen* trek je een 'folie' over de vrucht.

sealen

verkurkte lagen

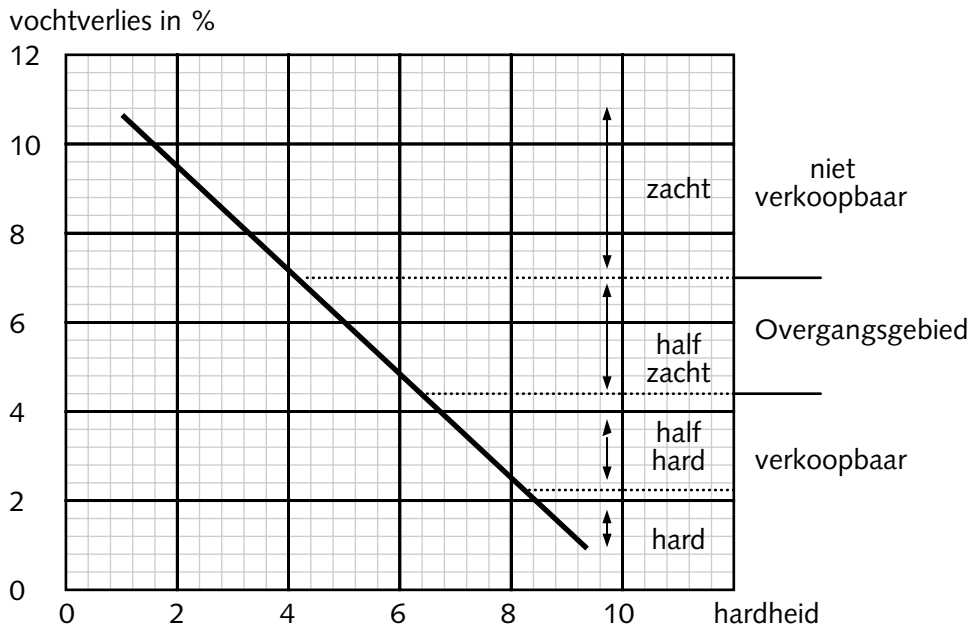
- De doorlatendheid van de schil. Een aardappel heeft een schil die uit *verkurkte lagen* is opgebouwd. Deze lagen vormen een natuurlijke barrière tegen verdamping. Champignons hebben een min of meer 'ronde' vorm. Toch verdampen ze veel vocht. Dit komt, omdat ze geen beschermende oppervlakte hebben.

Fig. 1.4
 Bij eenzelfde inhoud van een slakrop en komkommer, heeft de sla een veel groter oppervlak. Sla verdampt daardoor veel meer vocht dan komkommer.



Vochtverlies is niet alleen gewichtsverlies, maar leidt ook tot kwaliteitsverlies als je een bepaald percentage vochtverlies overschrijdt. Figuur 1.5 laat dit zien voor paprika.

Fig. 1.5 Door het vochtverlies verkleint de hardheid van de paprika.

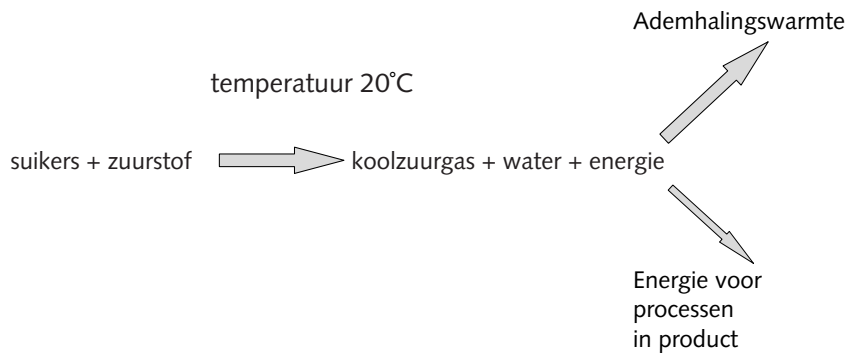
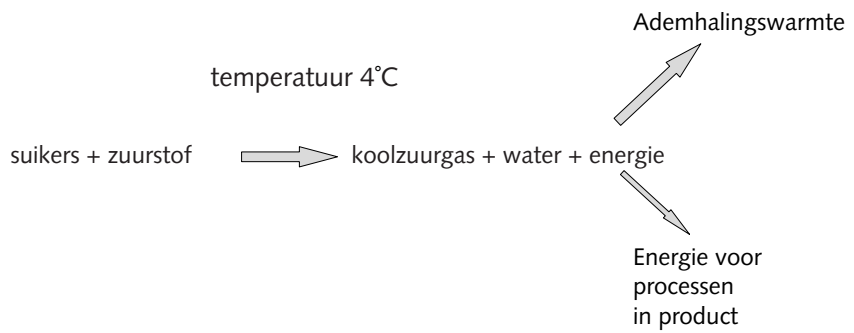


Ademhaling

dissimilatie Een van de levensprocessen die na de oogst doorgaat, is de ademhaling of *dissimilatie*. Bij dissimilatie komt energie vrij voor allerlei levensprocessen in de plant. Dit geldt dus ook voor het geogste product.

Fig. 1.6

De temperatuur heeft veel invloed op de ademhaling. Wanneer de temperatuur stijgt, neemt de ademhaling toe.



Het grootste deel van deze energie komt vrij in de vorm van warmte. Dit noem je ook wel *ademhalingswarmte*. Een veel kleiner deel van deze energie houdt de levensprocessen in stand. In figuur 1.7 zie je de warmteproductie van verschillende gewassen.

Fig. 1.7

Warmteproductie in Watt per ton bij verschillende temperaturen. Er zijn grote verschillen tussen de producten.

Product	0 °C	2 °C	5 °C	10 °C	15 °C	20 °C
aardappel	18	18	18	20	29	35
aardbei	42	53	70	135	193	245
appel (bewaar)	8	13	18	27	44	60
asperge	64	73	83	90	250	338
champignon	121	131	159	255	490	638
komkommer	20	23	30	58	111	169
paprika	30	39	61	94	490	638
sla	36	40	48	64	154	305
spinazie	74	101	169	269	489	808
tomaat	16	18	24	38	73	94
ui	16	18	21	29	40	54
roos	--	--	310	490	850	1120

warmteproductie

Je kunt over de *warmteproductie* twee belangrijke dingen zeggen:

- De warmteproductie verschilt per product. In het algemeen geldt dat bewaarbare producten een lage warmteproductie hebben. Deze producten lopen na de oogst langzaam terug in kwaliteit.

- Bij een toename van de temperatuur neemt de warmteproductie toe. Dit betekent dat producten minder reservevoedsel verbranden bij een lagere temperatuur.

Ethyleenproductie

verouderingshormoon

Alle tuinbouwproducten produceren van nature ethyleen. Deze gasvormige stof staat bekend als het *verouderingshormoon*. Deze stof bevordert namelijk de rijping en veroudering van weefsels. De buitenlucht bevat ook ethyleen, maar in hele kleine hoeveelheden. Daarnaast produceren verbrandingsmotoren ethyleen in hun uitlaatgassen.

Alle planten produceren ethyleen. In figuur 1.8 zie je dat de mate van productie per product sterk varieert. Rijpende vruchten zijn sterke ethyleenproducerende bronnen.

Fig. 1.8 Ethyleenproductie van diverse tuinbouwproducten bij 20°C.

Klasse	ppm* ethyleen	Product
erg laag	<0,1	kers, druif, aardbei, sla, andijvie, peen, aardappel, snijbloemen
laag	0,1- 1	framboos, ananas, komkommer, paprika
matig	1-10	banaan, meloen, tomaat
hoog	10-100	appel, abrikoos, kiwi, peer, pruim, perzik
erg hoog	>100	passievrucht

*ppm=delen per miljoen

Ethyleen heeft een slechte invloed op de kwaliteit van het product. Enkele schadebeelden zijn:

- versnelde veroudering bij snijbloemen (anjers), versnelde veroudering en vergeling bij onrijpe vruchten (komkommer en courgette) en versnelde veroudering bij bladgroenten (spinazie, sla en andijvie);
- versnelde rijping van vruchten tijdens opslag en verhandeling (appel, peer);
- bladval bij koolsoorten en bladplanten;
- knopval bij snijbloemen en bloeiende potplanten.

Ethyleenschade ontstaat meestal wanneer verschillende producten in een ruimte bij elkaar staan, zoals in opslagloodsen, koelcellen of laadruimtes van vrachtauto's. Hier staan producten die veel ethyleen produceren bij producten die nauwelijks ethyleen produceren.

Omzettingen

Door allerlei processen die in het geogoste product plaatsvinden, worden stoffen afgebroken en nieuwe stoffen gemaakt. In de praktijk zie je dat aan verkleuringen of aan een veranderende smaak. Een oranje-groene tomaat is zuurder dan een donkerrode tomaat. De hoeveelheid zuur bij de rode tomaat is afgenomen en de hoeveelheid suikers is toegenomen. Een appel kan tijdens de bewaring melig worden. De aanwezige suikers zijn dan omgezet in een zetmeelproduct. De meeste

omzettingen in de producten zijn ongunstig voor de kwaliteit van het product.

Vragen 1.2

Beantwoord de volgende vragen. Niet alle antwoorden staan in de tekst.

- a Welke invloed heeft de temperatuur op de verdamping van het product?
- b Welke invloed heeft de hoge luchtvochtigheid op de verdamping van het product?
- c Op welke manier zorg je ervoor dat er in een ruimte luchtcirculatie ontstaat?
- d Waarom neemt bij het ventileren meestal de luchtvochtigheid af?
- e Welke producten ken je die verpakt zijn waardoor ze minder verdampen?
- f Noem drie producten die in verhouding een groot oppervlak hebben.
- g Op welke manier kun je de ademhaling van een product verlagen?
- h Geef de formule van de ademhaling.
- i Bij de ademhaling komt energie vrij. Wat gebeurt er met het meeste van deze energie?
- j Noem vier producten die bij hoge temperaturen in verhouding weinig warmte produceren. Wat hebben deze vier producten met elkaar gemeen?
- k Welk verband zit er tussen bewaarbaarheid en warmteproductie?
- l Wat doet ethyleen?
- m Welk deel van de plant produceert vooral ethyleen?
- n Waarom kun je in koelhuizen beter geen heftrucks gebruiken met een benzinemotor?
- o Waarom mag je bladgroenten en appels niet samen bewaren?
- p Je oogst een appel onrijp. Wat kun je van de smaak zeggen? Tijdens de bewaring wordt de appel zoeter. Hoe komt dat? Later wordt de appel melig. Hoe komt dat?

1.3 Afwijkingen van de normale regel

In de akkerbouw bewaar je de geoogste aardappelen maandenlang voordat je ze verkoopt. Door de verkoop te spreiden, hoopt de akkerbouwer meer aan het product te kunnen verdienen. Hij moet namelijk extra kosten maken om het product te bewaren. Daarnaast kunnen de opbrengstprijzen ook zakken in plaats van stijgen. Deze paragraaf gaat over het bewaren van glastuinbouwproducten om eventueel hogere prijzen te kunnen krijgen.

Het streven is om de tijd zo kort mogelijk te houden tussen het moment van oogsten en het moment dat de consument het product koopt. De kwaliteit van het product gaat dan het minst achteruit. In de praktijk zie je bijvoorbeeld dat groenten niet meer naar de veiling gaan, maar rechtstreeks naar de handelaar of de exporteur. Het product is dan één dag minder onderweg in de afzetketen.

Vervroegen of bewaren aan het gewas

In de glastuinbouw bewaar je producten nauwelijks om betere prijzen te krijgen. Je stelt de oogst wel uit als dat mogelijk is. Je noemt dit bewaren aan het gewas. Soms kun je de oogst vervroegen. We behandelen als voorbeeld sla, snijbloemen, potplanten en tomaten.

- Sla
Je kunt de oogst bij sla enige dagen vervroegen of uitstellen. Bij een gunstige prijs oogst je weleens eerder. Je was van plan om sla te oogsten van 21 kg per 100 kroppen. De sla weegt nu slechts 18 kg per 100 kroppen, maar de prijs is € 0,75 per krop. Je neemt het risico niet dat de prijs teveel gaat zakken. Je begint al met oogsten. Bij een slechte prijs wacht je weleens een aantal dagen, in de hoop dat de prijs iets gaat stijgen. De sla wordt dan wel zwaarder.
- Snijbloemen
Voor de feestdagen zijn de prijzen van snijbloemen meestal hoger dan gemiddeld. Bij snijbloemen die je eenmalig oogst, houd je daar rekening mee. Je past de planttijd aan de oogsttijd aan. Dit kan onder andere bij tulpen en chrysanten. Ook bij meerjarige gewassen kun je een beetje sturen. Door de temperatuur iets te verlagen kun je de oogst iets uitstellen. Het oogstmoment bij de anthurium kun je rekken door de bloem te oogsten vanaf het moment dat ongeveer de helft van de bloempjes op de kolf bloeien tot aan het moment dat ze allemaal bloeien. Je oogst in de weken voor de feestdagen alleen de rijpste bloemen. Ongeveer een week voor de feestdag oogst je alle oogstbare bloemen. Het aantal bloemen dat je dan oogst is extra groot.

Fig. 1.9
*De rijpheid van de kolf
bepaalt het
oogstmoment.*



-
- Potplanten
Bij bloeiende kamerplanten kun je de oogst moeilijk uitstellen. Je krijgt dan uitgebloeide bloemen in je gewas die je vervolgens moet verwijderen. Bij bladplanten kun je de oogst wel uitstellen. Dit kan wel allerlei praktische problemen geven. Bijvoorbeeld als je de plaats nodig hebt voor jonge planten. Of je moet de plant overpotten in een grotere pot.
 - Tomaten
Bij de herfstteelt wil de tuinder graag rond kerst en nieuwjaar veel tomaten oogsten, omdat de prijzen dan hoog zijn. Voor de kerst houd je dan een lagere temperatuur aan in de kas. Hierdoor rijpen de tomaten nauwelijks. Enkele dagen voor kerst laat je de temperatuur flink stijgen en je behandelt de planten met ethyleen. Hierdoor verloopt de rijping snel.

Bewaren na de oogst

Natuurlijk bewaar je glastuinbouwproducten na de oogst. Het gesorteerde en verpakte product bewaar je totdat je het naar de veiling of naar de handelaar transporteert. Bepaalde snijbloemen worden op water in de koelcel van de tuinder bewaard. Voorbeelden hiervan zijn de roos en de fresia. Andere producten staan verpakt in de loods te wachten op transport, zoals chrysanten, potplanten, komkommers en paprika's. Producten die je op vrijdag en zaterdag oogst, blijven één of twee dagen extra op het bedrijf. Het komt ook voor dat je het product op zaterdagmiddag naar de koeling op de veiling brengt.

Vragen 1.3

Tijdens een reisje zie je bij een wegrestaurant het bordje 'verse koffie'. Hiermee wordt vers gezette koffie bedoeld. Deze koffie is namelijk veel lekkerder dan koffie die al een half uur oud is. Op een bordje in aspergegebieden vermeld je 'verse asperges'. De consument vindt het belangrijk dat het product vers is. Versheid is namelijk een garantie voor kwaliteit.

Beantwoord nu de volgende vragen.

- a In de tekst wordt over de afzetketen gesproken. Welke mogelijke tussenstations zijn er tussen de tuinder en de consument?
- b Wat gebeurt er met de kwaliteit na de oogst?
- c Wat versta je onder bewaren aan het gewas?
- d Op welke plaatsen bewaar je de producten na het afzetklaar maken? Geef bij elke methode minstens vier voorbeelden.

1.4 Afsluiting

De informatie die je over het product van de detailhandel krijgt, is zeer wisselend. Bij de groente- en fruitafdeling lees je informatie over het land van herkomst en over de kwaliteitsklasse waarin het product valt. Bij snijbloemen en potplanten vind je veel minder informatie over het product.

Groente en fruit zie je bij de detailhandel zowel in de originele verpakking als los in de schappen van de winkel. Snijbloemen voer je in dozen of emmers aan. Bijna alle bloemenzaken zetten de snijbloemen in eigen emmers. Dit heeft met de presentatie van het product te maken. Potplanten voer je vaak in trays op karren aan. In de tuincentra kun je deze ruimer op tabletten zetten. In bloemenwinkels zie je vaak dat

de potplanten opgenomen zijn in een totale presentatie. Hier staan geen 25 begonia's bij elkaar.

Elk tuinbouwproduct verliest vocht door verdamping. De temperatuur heeft invloed op de verdamping. Bij een lagere temperatuur is de verdamping geringer. De vorm van het product heeft ook invloed op de verdamping. Een ronde vorm verdampt minder dan een product met weinig inhoud en een groot oppervlak, zoals spinazie. Andere factoren die invloed op de verdamping hebben zijn: luchtvochtigheid, luchtcirculatie, ventilatie, verpakking en de doorlaatbaarheid van de schil.

Na de oogst van het product gaan de levensprocessen gewoon door. Er is energie nodig om deze processen te laten plaatsvinden. Het product krijgt deze energie door de ademhaling. Tijdens de ademhaling verbrandt het product suikers. Producten met een lage warmteproductie zijn daarom in het algemeen langer houdbaar dan producten met een hogere warmteproductie.

Ethyleen is een verouderingshormoon dat de plant van nature maakt. Dit geldt vooral voor rijpende vruchten. Als bladgewassen, snijbloemen en potplanten in aanraking komen met deze producten, ontstaat er vergeling. Bij vergeling vallen de bloemknoppen af.

In de glastuinbouw bewaar je de producten niet zoals dat bij aardappelen en kool het geval is. De kwaliteit van het product gaat dan te snel achteruit. Na het afzetklaar maken, bewaar je de producten in de schuur of in de koelcel. Bij sommige glastuinbouwproducten kun je enige dagen wachten met oogsten als de prijzen slecht zijn.

Tuinders gaan uit van de middenprijs wanneer ze het resultaat van een jaar willen berekenen. Een middenprijs is de gemiddelde prijs over een langere tijd bijvoorbeeld over een teeltseizoen.

2 Bewaarcondities en bewaarmethoden

Oriëntatie

De tuinder, de boer of de groenteteler produceert voedsel. Soms oogst je het product, maar eenmaal per jaar zoals aardappelen. Soms oogst je het product iedere dag, zoals jaarrond komkommer. De consument koopt graag iedere dag goede producten in de winkel. De productiebedrijven hebben meestal geen eigen winkel. Vaak moet je de producten over behoorlijke afstanden transporteren. Dit kost uren of zelfs dagen. De meeste agrarische producten zijn levend materiaal, wat op den duur bederft. Hoe snel het bederven gaat, hangt af van een aantal factoren:

- het soort product;
- de behandeling van het product;
- de bewaring van het product.

Fig. 2.1
Het roken van de buit in een hut is één van de eerste bewaarmethoden.



2.1 Bewaarcondities tijdens voortraject en transport

Je kunt een heel moderne en kostbare installatie hebben om je product te bewaren. Maar dat heeft niet veel zin, als je het product in het voortraject niet goed behandelt. Ziek of beschadigd materiaal wordt nooit meer eerste kwaliteit in de bewaring. Dit zieke materiaal kan ook nog eens gezonde planten(delen) aantasten. Je moet ook tijdens het transport en de opslag zorg hebben voor de kwaliteit van het product.

Fig. 2.2
Een goed product moet
goed blijven.



Kwaliteitszorg tijdens het transport

*mechanische
beschadiging*

uitdroging

Zolang het gewas in de kas staat, treedt er weinig beschadiging op. Maar tijdens het transport binnen het bedrijf en naar de consument toe, staan de producten dicht tegen elkaar aan. Als je niet voldoende zorg aan het product besteedt, ontstaat er *mechanische beschadiging*. Dit is beschadiging die ontstaat doordat je op bepaalde plaatsen teveel druk uitoefent. Voorbeelden hiervan zijn het breken van blad(stelen) en scheuren in de vrucht. Het gevolg van deze beschadiging is kwaliteitsverlies. Als je oogst, snijd je het product van de wortels af en daardoor automatisch van de vochtvoorziening. Vanaf dat moment bestaat er gevaar voor *uitdroging*. Het is van belang om de twee genoemde problemen zoveel mogelijk te voorkomen.

voorbehandelingsmiddel

Bij veel transportsystemen in de bloemeteelt zet je de bloemen in de kas in oogstbakken. In deze bakken doe je water om te voorkomen dat de bloemen uitdrogen. Maar water alleen is niet voldoende. Als je bij de bloemist een bos bloemen koopt, krijg je bijna altijd een zakje met snijbloemenvoedsel mee. Hierdoor blijft de bloem langer goed. Ook de teler gebruikt een *voorbehandelingsmiddel*. De teler werkt niet met zakjes, maar met een concentratie (een juiste verhouding tussen water een middel). Je moet het water in de oogstbak regelmatig (om de paar dagen) verversen.

Fig. 2.3
Oogstbak voor de
gerbera.



bacteriën
aanvoervoorschrift

Maak de bak tijdens het verversen van het water schoon met chloor. De hoge temperatuur in de kas, veel blad in het water en verse snijwonden zorgen voor een snelle groei van *bacteriën*. Deze bacteriën zitten ook tegen de wand van de bak. Als je er voor zorgt dat er geen bacteriën meer achterblijven als je de bak schoonmaakt, blijft het bacteriegehalte in de steel onder een bepaald maximum. Dit is namelijk een eis in het *aanvoervoorschrift*. De veiling controleert het bacteriegehalte steekproefsgewijs door middel van stengelmonsters.

Minimale eisen om de gerbera te mogen verhandelen:

- Het maximaal toegestane bacteriegehalte in de steel (bacteriegetal) bedraagt 1 miljoen bacteriën per gram steel.
- Controle geschiedt door bemonstering van de steel en het uitzetten van een kweek (conform het controleprotocol).

condensatie

Let op, de volgende gevaarlijke situaties beïnvloeden de kwaliteit van het product.

- Iedere bewerking geeft beschadiging. Als de planten elkaar raken, gaat er wat kapot.
- Als de planten met elkaar in contact komen, kan dit besmetting doorgeven.
- Bladafval dat blijft liggen, is een mogelijke besmettingshaard. Onderschat dit niet.
- Haal het oogstproduct niet meer uit de koelruimte als het eenmaal gekoeld is. Je kunt het vergelijken met een koud glas cola dat je op tafel laat staan. Er komen waterdruppels op de buitenkant. Dit is vocht uit de lucht dat condenseert. Als er *condensatie* optreedt in een bloem of op een vrucht, wordt deze ook vochtig. Vocht is een goede voedingsbodem voor bacteriën.

Het transport naar de veiling gebeurt daarom onder dezelfde omstandigheden als de in de koelcel. Iedere verandering is slecht voor het product. De beste manier om bloemen te vervoeren, is in water met voorbehandelingsmiddel. Maar soms is het niet mogelijk om de bloemen in water te vervoeren. Als je kiest voor droogtransport, dan zijn er een paar punten die van belang zijn om de kwaliteit zo goed mogelijk te handhaven.

- Zet de bloemen goed 'vast' door de bossen stevig in te rollen.
- Zorg dat de vrachtwagen koeling heeft.
- Koel de partij goed voor. Je blaast dan koude, vochtige lucht door de partij. Wanneer de bossen erg dicht zijn, duurt het lang voordat de temperatuur overal laag genoeg is. Als de bloemen in oogstbakken staan is er meer ruimte voor de koellucht. In dat geval is deze behandeling niet zo belangrijk.

koellucht

IKZ

De teler staat niet alleen. Hij is afhankelijk van de hele keten. De keten bestaat uit alle fasen van het product, van zaaïen tot consumeren. Dat is ook de reden dat er een *Integrale Ketenzorg* is ontwikkeld. Integrale Ketenzorg (IKZ) betekent dat iedereen, van teler tot winkelier, er voor zorgt dat de consument uiteindelijk een zo goed mogelijk product koopt.

Integrale Ketenzorg

Tot enkele jaren geleden waren de telers, handelaren en winkeliers hier niet erg mee bezig. Iedereen had de neiging om de schuld van een probleem automatisch ergens anders te zoeken. De laatste jaren is de handel ervan overtuigd geraakt, dat je het beste product levert als je samenwerkt en goed met elkaar overlegt. Het volgende stukje komt uit een voorlichtingsfolder.

Integrale Ketenzorg (IKZ) is het op elkaar afstemmen van de verschillende processen en activiteiten in een keten met als doel voortdurend en tegen zo laag mogelijke kosten te voldoen aan de verwachtingen van de klanten. IKZ is niet echt nieuw, want tot op zekere hoogte is iedereen die betrokken is bij de productie en afzet van producten en diensten ermee bezig. Het nieuwe van IKZ is dat het probeert systeem aan te brengen in alle ketenactiviteiten. Welke veranderingen er nodig zijn om IKZ tot stand te brengen wordt in grote lijnen in het volgende overzicht weergegeven:

Van:

- geen bericht is goed bericht;
- schuld afschuiven;
- brandjes blussen;
- wat niet weet, wat niet deert.

Naar:

- pro-actieve marktbenadering;
- gezamenlijk kwaliteitsknelpunten oplossen;
- problemen bij de bron aanpakken;
- laten zien dat je kwaliteit levert.

IKZ streeft dus naar een geïntegreerde en systematische aanpak.

domino-rally

Je begrijpt nu wel dat kwaliteit bijna een *domino-rally* is. Valt er ergens een steentje om, dan vallen ze allemaal. Je kunt ook zeggen: de kwaliteit is sterk afhankelijk van de zwakste schakel. Om deze zwakste schakel zo sterk mogelijk te maken is er een

ISO 9002 kwaliteitszorgsysteem. Veel tuinders willen daarom *ISO 9002* gecertificeerd zijn. Eén van de voorwaarden voor deze certificering is dat je een nauwkeurige beschrijving van de samenhang van alle processen in het bedrijf kunt geven. Het is dan niet moeilijk meer om de rest van de keten hierop aan te sluiten. Bij ieder proces of handeling moet je een verantwoordelijk persoon aanwijzen. Bij eventuele klachten is dan snel duidelijk waar de problemen liggen en hoe je de problemen kunt oplossen.

Transportsystemen

In het traject van plant tot doos raken de geoogste producten elkaar regelmatig. En aanraken betekent beschadigen. Als dat een beetje stevig gebeurt, dan wordt de geraakte plek na twee dagen bruin.

Beschadigingen treden sneller op dan je denkt. Een tomaat bijvoorbeeld kan al beschadigen doordat het steeltje van de ene tomaat in de andere prikt. Sommige oogstbakken voor tomaten zijn daarom zo ontworpen dat in de onderste laag de tomaten met het kroontje naar beneden liggen. In de bovenste laag liggen de tomaten met het kroontje naar boven.

Een opvoerband die zo steil staat dat de vruchten naar beneden rollen, zorgt ook voor beschadiging. Verder kunnen de valhoogte, stapelhoogte en nauwe doorgangen oorzaken zijn van beschadigingen.

Vragen 2.1 Geef aan of de volgende beweringen juist zijn:

- a Het 'ruien' van bloemen tijdens het transport valt onder mechanische schade.
- b Het voorbehandelen van snijbloemen is vooral gericht op het voorkomen van mechanische schade.
- c Condensatie treedt vooral op als je eenmaal gekoelde producten weer naar een warmere ruimte brengt.
- d Transporteer je bloemen, dan moet je ze niet te vast tegen elkaar aanzetten.
- e Integrale Ketenzorg betekent dat elke schakel in de keten maximaal bijdraagt aan het behoud van de kwaliteit van het product.
- f Als een bedrijf *ISO 9002* gecertificeerd is, dan is er ook sprake van IKZ.
- g Een te grote valhoogte bij de verwerking van vruchten kan zorgen voor condensatie.
- h Rozen met doornen kunnen elkaar bij de verwerking flink beschadigen.

2.2 Bedrijfshygiëne en bewaren

Op een groenteteeltbedrijf werk je met levensmiddelen. Levensmiddelen worden door mensen gegeten. Daarom moeten levensmiddelen dan ook aan bepaalde strenge eisen voldoen. Die eisen gaan onder andere over residuen van gewasbeschermingsmiddelen, bacteriën en verontreinigingen. In deze paragraaf bekijk je de bacteriebesmetting.

hygiënecodes Het Productschap voor de Tuinbouw heeft meerdere *hygiënecodes* opgesteld. Groente- en fruitbedrijven gebruiken deze codes als hulpmiddel om te voldoen aan de (wettelijke) HACCP-verplichting. Een hygiëncode staat voor een aantal voorschriften waar de teler aan moet voldoen om de juiste kwaliteit van het product

HACCP
voedselveiligheid

te behalen. HACCP staat voor Hazard Analysis Critical Control Point. Dit betekent letterlijk: door analyse bepaalde besmettingsgraad waarboven problemen zullen ontstaan. Bij HACCP is het uitgangspunt *voedselveiligheid*.

Controle koelcel

Naast de hygiëne op het hele bedrijf, is ook het onderhoud van de koelcel belangrijk voor de kwaliteit van het product. In een slecht onderhouden koelcel verstoort de buitenlucht het klimaat in de cel. De gevolgen zijn een wisselende temperatuur en luchtvochtigheid. Dit vergroot de kans op uitdroging of condensvorming. Je moet de koelcel op de volgende punten controleren.

- Voorkom beschadiging van wanden, zowel in- als uitwendig. Door beschadigingen kan de isolatie vochtig worden.
- Voorkom het krimpen van de isolatieplaten. Door gekrompen isolatieplaten ontstaan kieren en ongewenste luchtbewegingen.
- Voorkom beschadiging van de afdichtingsprofielen van de deur. Dit kun je controleren door op een zonnige dag in de cel te gaan staan met de deur dicht. Er mag dan geen licht naar binnen schijnen.
- Let op de scharnieren en sluiting van de deur. Je moet de deur ook van binnenuit nog goed kunnen openen.
- Let op de constructie van de wanddoorvoeringen. Leidingen die door de wand voeren, kunnen bewegen. Er mag geen ruimte rond het doorvoerpunt zichtbaar zijn.
- Controleer de werking van de verlichting. Controleer of ook het indicatorlampje buiten de cel in orde is.
- Dek het afvoerputje (schrobputje) af. Ongedierte en vochtige lucht kunnen via dit putje binnenkomen.

reinigingsschema

- Stel een *reinigingsschema* op. Tijdig reinigen voorkomt bacteriebesmetting in de opslag.
- IJk regelmatig de meters. Als je de meters iJkt, moet 0°C op de klok ook werkelijk 0°C zijn.
- Let op de positie van kisten en rekken. Als de kisten en rekken schots en scheef in de cel staan, is de luchtcirculatie niet goed.
- Scherm wanden en apparatuur (verdamer) af.

Vragen 2.2

- a Wat wil men met de HACCP-verplichting bereiken?
- b Waarom is onderhoud van een koelcel zo belangrijk?
- c Waarom moeten de wanden van de koelcel onbeschadigd zijn?
- d Waarom is een goede opstelling van karren of kisten zo belangrijk in een koelcel?
- e Hoe kun je de afdichtingsprofielen van de deur controleren?

2.3 Veroudering tegengaan

Een van de manieren om de levensprocessen op een lager pitje te zetten is koeling. De ademhaling gaat trager en de verdamping is minder. Je kunt ook andere methoden gebruiken zoals het toevoegen van veel zout, bijvoorbeeld bij zoute haring. In de tuinbouw is koeling de belangrijkste methode om veroudering tegen te gaan. Een goed product verdient optimale koeling. Zorg er dus voor dat de koeling altijd in orde is.

Fig. 2.4
De koelstraat op een
groot, modern bedrijf.



bewaarboek

Als je een *bewaarboek* hebt, kun je altijd nazoeken wat er aan de hand is geweest als er klachten komen. Kijk ook eens bij klasgenoten. Je zult zien dat voor iedere teelt de koelcel weer op een heel andere manier staat ingesteld. Dit komt omdat ieder product zijn eigen bewaring nodig heeft.

LTB

Pas op voor een te lage temperatuur. Vooral als je meerdere producten in een cel hebt staan, is er altijd minstens één product dat je niet onder de optimale omstandigheden bewaart. De kans op *LTB* (lage temperatuurbederf) is dan groot. Als je bijvoorbeeld komkommers bij een temperatuur lager dan 7°C bewaart, wordt de vrucht snel voos en waterig en de kwaliteit verdwijnt.

enzymwerking

Naast koeling zijn er nog een aantal manieren om veroudering tegen te gaan. In de praktijk zie je altijd een combinatie van de methoden. Bekijk eens een pak (houdbare) melk. De melk is gesteriliseerd, maar toch staat op het pak 'koel bewaren'. In de voedingssector gebruik je een aantal methoden om de veroudering van de planten(delen) tegen te gaan:

- Diepvriezen. Bij diepvriezen verlaag je de temperatuur zover, dat niet alleen de ademhaling maar ook de *enzymwerking* stopt. Het product is (meestal) na ontdooiing veranderd. Het bederft dan heel snel, doordat de celwanden kapot zijn gegaan.
- Drogen. Alle vocht wordt verwijderd, zodat de levensprocessen stoppen. Dit gebeurt bijvoorbeeld bij droogbloemen.

sealen

- *Sealen* of inpakken. Niet alleen in een koeling, maar ook bij kamertemperatuur drogen de plantendelen uit door verdamping. Dit ga je tegen door het product (luchtdicht) te verpakken in (krimp)folie.

CA-bewaring
ULO-bewaring

- *CA-bewaring* en *ULO-bewaring*. Bij deze vormen van bewaring vertraag je de ademhaling sterk door te zorgen voor een uitgekiende luchtsamenstelling (*CA* betekent controlled air, *ULO* betekent ultra low oxygen).

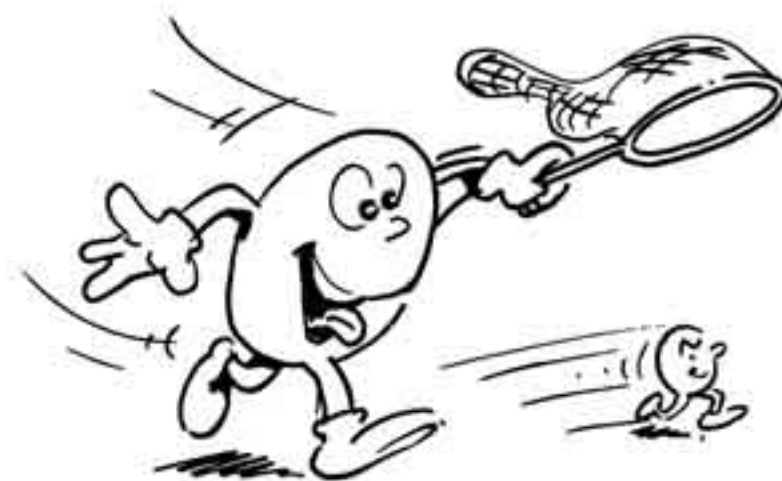
Fig. 2.5
Bewaren vereist kennis
en zorg.



scrubbers
actieve kool

De laatste jaren zijn de CA- en ULO-bewaring sterk in opkomst. Naast het verlagen van het O₂-gehalte van de lucht (zonder zuurstof heb je ook geen ademhaling), haal je ook de gassen CO₂ en ethyleen uit de lucht. Dit gebeurt in *scrubbers* van *actieve kool*. Een scrubber is een unit waar je de lucht uit de cel doorheen blaast. Hierdoor breng je de cellucht intensief in contact met de actieve kool. Actieve kool is fijn verdeelde koolstof met een groot opnemend vermogen voor vreemde stoffen.

Fig. 2.6
De werking van actieve
kool.



Je kunt de werking van actieve kool vergelijken met het slikken van Norit-tabletten bij diarree. Norit bindt de verkeerde stoffen, zodat ze je darmen niet meer kunnen irriteren. Actieve kool bindt op dezelfde manier de 'verkeerde' stoffen zuurstof en ethyleen. Vaak zet je in combinatie hiermee de bewaar ruimte op een lichte overdruk

met stikstof. Er komt dan geen zuurstof meer binnen door de kieren en gaten. Je vindt meer informatie over dit onderwerp op het internet.

Vragen 2.3 De verschillende bewaarmethoden richten zich op verschillende processen in het geogoste product. In de volgende tabel staan een aantal processen en een aantal bewaarmethoden genoemd. Neem de tabel over en zet een kruisje in de juiste kolom.

Proces	Diepvriezen	Sealen	Drogen	CA-bewaring
Temperatuur verlagen				
Drogen; celvocht verwijderen				
Verdamping vermijden				
Ethyleen verwijderen				
CO ₂ -gehalte verhogen				
Ademhaling vertragen				
Enzymwerking stoppen				

2.4 Afsluiting

In het voortraject is het belangrijk dat je het product goed behandelt. Als je product ziek of beschadigd is, wordt het nooit meer een product van hoge kwaliteit. Ook als je het product transporteert, moet je op de kwaliteit blijven letten. Er zijn veel transportsystemen ontwikkeld om beschadigingen aan het product te voorkomen.

Beschadigingen aan producten treden heel snel op. Zelfs als de producten elkaar alleen maar raken, kunnen ze al beschadigen. Je moet steeds bedenken hoe je beschadigingen kunt voorkomen.

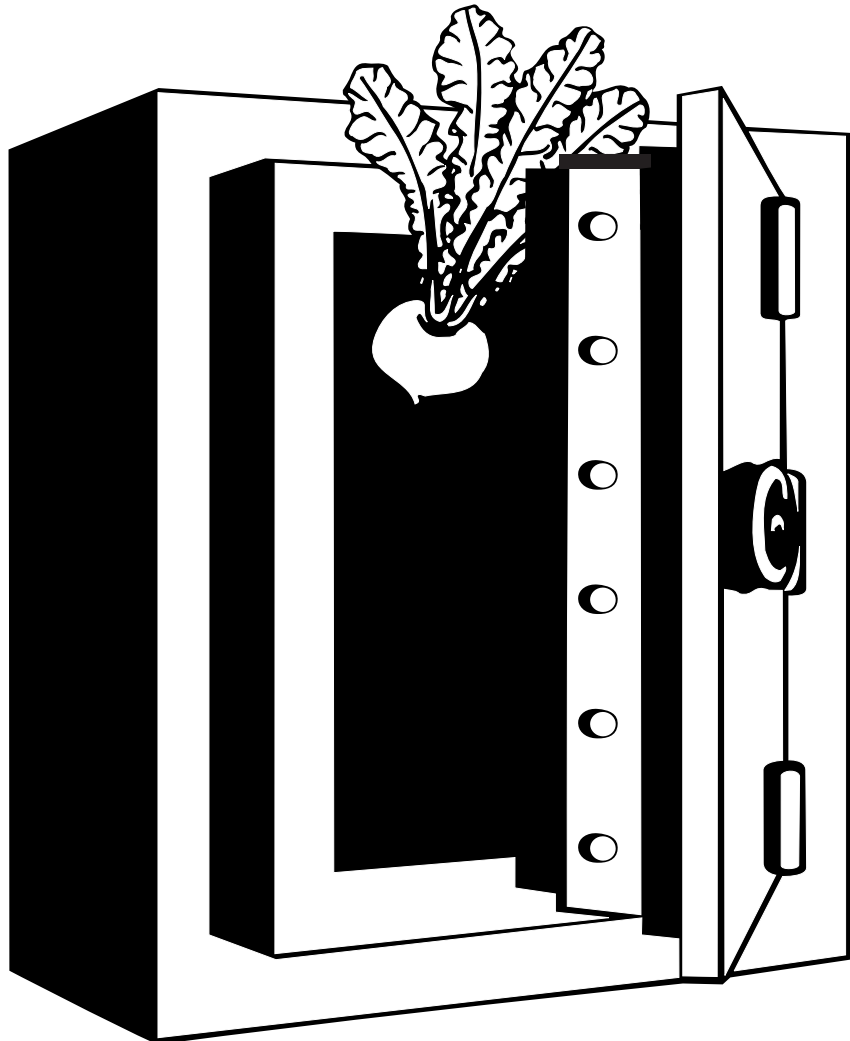
Als je met levensmiddelen werkt, zijn er strenge hygiëne-eisen waar je aan moet voldoen. Vooral bacteriebesmetting is een belangrijk onderwerp. Er zijn dan ook hygiëncodes opgesteld die je gebruikt om te voldoen aan de wettelijke HACCP-verplichting. Naast hygiëne op het bedrijf is het onderhoud van de koelcel belangrijk voor de kwaliteit van het product.

Door het product te koelen gaat de ademhaling van het product trager. Door een trage ademhaling is de verdamping minder waardoor het product langer houdbaar blijft. Dus de veroudering wordt tegengegaan en de kwaliteit blijft langer goed.

Ieder product is anders en heeft daarom ook andere koelomstandigheden nodig. Een te lage bewaartemperatuur leidt tot lage temperatuurbederf.

In de praktijk wordt koelen tegen veroudering meestal in combinatie met andere methoden gebruikt. Deze methoden zijn diepvriezen, drogen, sealen, CA-bewaring en ULO-bewaring. Vooral CA-bewaring en ULO-bewaring zijn sterk in opkomst. Bij deze twee methoden werk je met uitgekiende luchtsamenstelling.

Fig. 2.7
Gekoeld bewaren.



Als teler ben je afhankelijk van de hele keten. Daarom is de Integrale Ketenzorg (IKZ) ontwikkeld. Dit betekent dat iedereen, van teler tot winkelier, van elkaar afhankelijk is om een goed product aan de consument te leveren. Vergeet hierbij de zorg voor de mens niet. Het laden van pallets en veiligkarren is zwaar lichamelijk werk. Zorg daarom voor een goede werkplek in overleg met je werkgever. Hiervoor bestaan speciale checklists voor risico-inventarisatie.

3 Problemen bij de opslag

Oriëntatie

Tijdens je vakantie zie je in een winkel een prachtig schilderij. Je koopt het. Je vraagt of ze het per bode naar je huis willen sturen, omdat het een nogal groot schilderij is. Bij aankomst blijkt het schilderij zwaar beschadigd te zijn. Je vraagt je ten eerste af wat er fout is gegaan bij het transport. Ten tweede vraag je je af of je een klacht kunt indienen. Dit zijn ook de twee vragen die in dit hoofdstuk centraal staan, want deze problemen zijn bij de afzet van bloemen, groenten en potplanten heel herkenbaar. Sterker nog: tijdens bewaring en transport kan de kwaliteit van het product alleen maar achteruitgaan. Je moet er dus echt alles aan doen om de schade zoveel mogelijk te beperken.

Fig. 3.1

'Van mij hoeft dit niet. Ik was liever thuis gebleven.'



3.1 Problemen tijdens bewaring en transport

Producten die je met zorg hebt geteeld en in een prima conditie oogst, komen lang niet altijd goed bij de consument aan. Tijdens de afzet kan er van alles misgaan.

Hierna staat een aantal voorbeelden van schade door bewaring en transport.

kouschade

- Door een te sterke verdamping drogen producten uit. Het blad of de bloemen gaan slap hangen. Er ontstaan bruine punten aan de bladeren. Vruchten worden zacht en rimpelig.
- De stelen van snijbloemen gaan knikken door een te slechte wateropname.
- Door een te lage temperatuur treedt bij een aantal van origine tropische bloemen en planten gemakkelijk *kouschade* op. Bij de anthurium ontstaan op het schutblad blauwe en grijze vlekken.
- De bladeren van bloemen, planten en bladgroenten verkleuren bij langdurige bewaring.
- Er ontstaat schade door het knikken van bladeren en stengels door het te dicht op elkaar pakken.
- Bloemen en groenten rijpen onder invloed van verouderingsgassen sneller af. Anjers en fresia's krimpen. Bij bloeiende potplanten treedt een versnelde bloemval op. Deze schade wordt vaak pas zichtbaar bij de consument. De vruchten rijpen versneld af en bloemen hebben een korter vaasleven.
- Tijdens het transport over de weg ontstaat schade door langdurig trillen waardoor de bladeren, bloemen of verpakkingen tegen elkaar schuren. Vruchten lopen beurse plekken op bij te ruw transport.
- Sommige delen van de plant, bloem, blad of vrucht gaan rotten. Dit gebeurt vooral als er sprake is van vochtige omstandigheden.

Fig. 3.2 Enkele voorbeelden van schade ontstaan door bewaring en transport.



1. Roos: smet



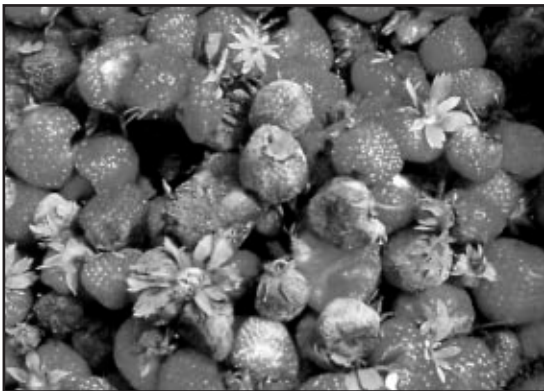
2. Begonia: schade door transport en lichtgebrek



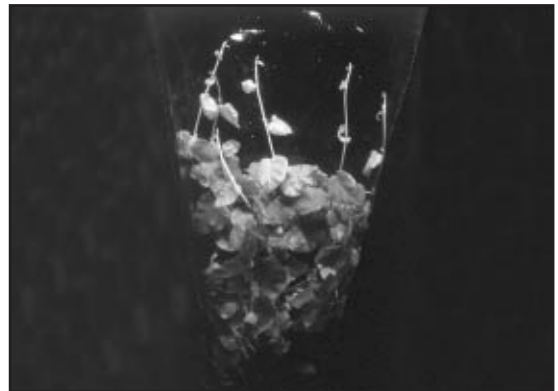
3. Gerbera: knikkende stelen door watergebrek



4. Kalanchoe: gebroken knoppen door trillen en schudden



5. Aardbei: vruchtrot



6. Ficus pumila: lang gerekte scheuten door lichtgebrek

Behoud van kwaliteit

Aan de voorbeelden zie je dat tuinbouwproducten die je met zorg teelt, niet altijd goed bij de consument aankomen. Juist daarom is het van belang dat de handel en detaillist alle zorg besteden aan een goed transport en een goede bewaring. Daarvoor is het noodzakelijk dat je weet welke factoren een rol spelen bij het behoud van de kwaliteit van de geoogste producten.

De factoren die een rol spelen bij de bewaring zijn:

- doorlooptijd;
- klimaat;
- temperatuur;
- relatieve luchtvochtigheid;
- luchtbeweging;
- licht;
- samenstelling van de lucht;
- zuurstof- (O₂) en koolzuurgas(CO₂)gehalte;
- ethyleengehalte;
- luchtdruk;
- beschikbaarheid van water;
- ziekten.

In de volgende paragrafen worden deze factoren behandeld.

- Vragen 3.1** De belangrijkste problemen bij de bewaring en het transport zijn beurs worden, breuk, bloemval, rotten, slap hangen, krimpen en schade door kou. Geef van elk soort schade een voorbeeld uit de praktijk.

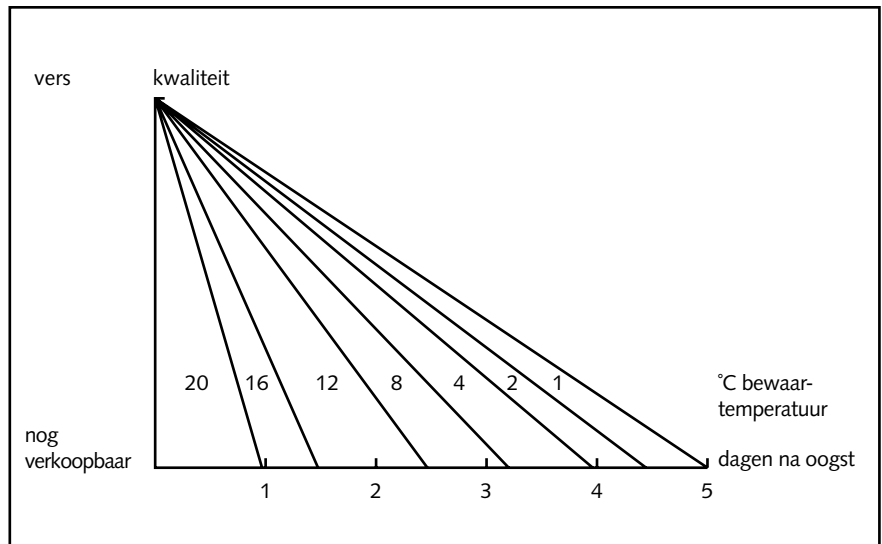
3.2 Doorlooptijd

Bloemen, groenten en potplanten zijn levende producten. Je moet deze producten dan ook met veel zorg bewaren en transporteren. Agrarische producten gaan na de oogst namelijk alleen maar in kwaliteit achteruit.

levensprocessen De *levensprocessen* zoals dissimilatie (ademhaling), verdamping en de productie van ethyleen gaan na de oogst gewoon door. En dat terwijl de productie van nieuwe stoffen (assimilatie) niet meer mogelijk is. Geoogste tuinbouwproducten 'leven' dus van de meegekregen voorraad. Dit betekent dat ze een beperkte levensduur hebben. De kwaliteit loopt dus sterk terug. Het kwaliteitsverlies dat optreedt, is afhankelijk van de duur van het transport, de bewaring en de temperatuur. In figuur 3.3 is dat duidelijk te zien.

Fig. 3.3

De tijd-temperatuur-tolerantiegrafiek van agrarische producten laat zien dat bij langere bewaring een lagere temperatuur noodzakelijk is om de kwaliteit te behouden.



De tuinbouwproducten die je geoogst en klaargemaakt hebt voor verzending, leggen een lange weg af voordat ze uiteindelijk bij de consument op tafel staan. De periode tussen oogst en de aankoop van bloemen of groenten noem je de *doorlooptijd*. Op de binnenlandse markt is de doorlooptijd ongeveer vier dagen. Naar Duitsland en Frankrijk is de doorlooptijd ongeveer zes dagen. Naar Italië, Zweden, Engeland en de Verenigde Staten is de doorlooptijd ongeveer acht dagen. Vooral bij langere doorlooptijden is het belangrijk dat je de producten optimaal bewaart. Met name de temperatuur is in de afzetketen vaak niet ideaal.

Vragen 3.2

- a Geef een nauwkeurige definitie van het begrip doorlooptijd.
- b Je kunt volgens figuur 3.3 een product beter drie dagen bewaren bij 8°C dan vier dagen bij 4°C. Licht je antwoord toe.
- c Is de bewering van vraag b voor alle agrarische producten juist? Licht je antwoord toe.
- d Je kunt volgens figuur 3.3 een product beter twee dagen bewaren bij 12°C dan één dag bij 16°C. Licht je antwoord toe.

3.3 Klimaat

Tijdens het transport en de bewaring stel je de tuinbouwproducten vaak aan een ander klimaat bloot dan tijdens de teelt. In de meeste gevallen kies je daar bewust voor.

In deze paragraaf behandelen we van het klimaat de temperatuur, de luchtvochtigheid, de luchtbeweging en het licht.

Temperatuur

gesloten koelketen

Het is erg belangrijk dat je de producten na het oogsten zo koel mogelijk houdt. Het liefst tot aan de verkoop aan de consument. Je spreekt dan van een *gesloten koelketen*. De invloed van de temperatuur op de ge oogste tuinbouwproducten is erg groot.

Het belangrijkste effect van een lage temperatuur is dat de dissimilatie daalt. Dit heeft als gevolg dat de eigen warmteproductie van de producten ook lager wordt. Bovendien breken de aanwezige reservestoffen minder snel af. Als vuistregel geldt: bij een temperatuurdaling van 10°C daalt de dissimilatie met een factor 10. Vooral bij temperaturen boven de 10°C gaat deze regel op.

Een tweede effect van een lagere temperatuur is een vermindering van de verdamping. Het product droogt dan minder snel uit.

Het derde effect is dat bij een lagere temperatuur de nadelige effecten van het verouderingshormoon ethyleen minder zijn.

Het vierde effect is dat bij een lagere temperatuur de ontwikkeling van schadelijke organismen zoals bacteriën en schimmels veel langzamer verloopt.

lage temperatuurbederf

Maar voor een aantal producten geldt dat de temperatuur ook weer niet te laag mag zijn. Bij enkele groentegewassen, zoals aubergine, komkommer, paprika en tomaat kan *lage temperatuurbederf* optreden. De vruchten worden dan zacht en slap. Ook bloemen van tropische herkomst, zoals de anthurium en orchideeën mag je niet te koud bewaren. Meestal probeer je dan een zo laag mogelijke temperatuur aan te houden: bijvoorbeeld 12 tot 15°C.

Luchtvochtigheid

De luchtvochtigheid in de ruimten tussen de cellen (de intercellulaire ruimten) in de producten is bijna altijd 100%. Als de relatieve luchtvochtigheid in de lucht lager is (en dat is bijna altijd het geval) verdampt het product. Vochtverlies betekent altijd kwaliteitsverlies. Je moet de verdamping dus zoveel mogelijk beperken. Bloemen, groenten en potplanten verpak je daarom altijd zo goed mogelijk. Je gebruikt bijvoorbeeld plastic folie, papier of karton. Maar te goed verpakken heeft ook een nadeel. Ook bij een geringe verdamping komt er een beetje vocht vrij. Dat vocht moet natuurlijk wel afgevoerd worden. Het product wordt anders nat of vochtig, met schimmelgroei tot gevolg. Maak daarom gebruik van geperforeerde plastic hoezen bij snijbloemen of bepaalde vruchten.

*relatieve
luchtvochtigheid*

Er is bijna altijd een direct verband tussen de luchtvochtigheid en de temperatuur. Dit zie je in figuur 3.4. Als de temperatuur stijgt van 5°C naar 25°C (kolom 1), dan stijgt de maximale luchtvochtigheid (kolom 2). Warme lucht neemt dus meer vocht op. Blijft de werkelijke hoeveelheid waterdamp in de lucht hetzelfde (kolom 3) dan daalt de *relatieve luchtvochtigheid* (kolom 4). Het omgekeerde geldt ook. Daar heb je in de tuinbouw veel mee te maken. Hier koelen de kasproducten met veel warme kaslucht eromheen af, waardoor de luchtvochtigheid stijgt.

Fig. 3.4 *Temperatuur en luchtvochtigheid vertonen een nauwe relatie.*

temperatuur (in °C)	maximale luchtvochtigheid (in gram/m ³)	heersende luchtvochtigheid (in gram/m ³)	relatieve luchtvochtigheid (in %)
5	6,5	6,5	100%
10	9,2	6,5	71%
15	12,8	6,5	51%
20	17,5	6,5	37%
25	23,7	6,5	28%

De relatieve luchtvochtigheid kun je gemakkelijk uitrekenen als je de temperatuur, de heersende en de maximale luchtvochtigheid weet. De formule die je gebruikt ziet er als volgt uit:

$$\text{relatieve luchtvochtigheid} = \frac{\text{werkelijke hoeveelheid waterdamp}}{\text{maximale hoeveelheid waterdamp}} = \quad \%$$

De problemen tijdens de bewaring zijn nog groter als er temperatuurwisselingen optreden. Als je producten uit een warme kas in de koelcel brengt, zijn er geen problemen. Zeker niet als je geen of weinig warme lucht de koelcel inbrengt. Het warme product koelt langzaam af. Maar als je een koud product een warme ruimte *natslaan* inbrengt, kan het gemakkelijk *natslaan*. Denk maar aan het beslaan van je bril als je 's winters een warme kas ingaat. Een nat product is natuurlijk extra gevoelig voor schimmels.

Luchtbeweging

ventilatie Bij het bewaren van een product kan enige luchtbeweging of *ventilatie* gewenst zijn. Als de verdamping te groot is of de luchtvochtigheid te hoog, moet je het overtollige water afvoeren. Anders kan het product *natslaan* waardoor schimmelproblemen de kop opsteken. De luchtbeweging mag echter nooit te groot zijn. Daardoor kan een te grote verdamping ontstaan. Natuurlijk is de verdamping niet alleen afhankelijk van de luchtbeweging, maar ook van de luchtvochtigheid. Ook de afvoer van ethyleen is noodzakelijk. Ventileren is daarvoor de beste methode.

Licht

Voor het bewaren van snijbloemen en groenten is licht niet noodzakelijk. Licht kan zelfs nadelig zijn. Door licht gaan de huidmondjes open en kan er sprake zijn van teveel verdamping. Dit is ongewenst. Bij veel licht (direct zonlicht) kan de temperatuur ook nog oplopen, wat ook nadelig is.

Maar bij potplanten ligt de situatie anders. Om de planten in goede conditie te houden tijdens de bewaring, is een minimale hoeveelheid licht noodzakelijk. Dit is zeker het geval als de doorlooptijd lang is. De gevolgen van een te geringe hoeveelheid licht zijn gele bladeren en bladval.

Fig. 3.5 *Het lichtniveau dat een plant minimaal nodig heeft bij lange bewaring.*

500 tot 750 lux voor

- * Aglaonema
- * Dracaena
- * Howea

750 tot 1000 lux voor

- * Ficus
- * Schefflera
- * Yucca

1000 tot 2000 lux

- * Euphorbia
- * Phoenix
- * Bloeiende planten

Ter indicatie: gloeilamp = ca 100 lux;
assimilatiebelichting = ca 4000 lux

Vragen 3.3

Welke uitspraken zijn juist?

- a Je hebt de meeste problemen met luchtvochtigheid als de heersende luchtvochtigheid laag is en de temperatuur hoog.
- b Bij een relatieve luchtvochtigheid van 50% is de heersende luchtvochtigheid altijd dezelfde ongeacht de temperatuur.
- c Vooral tomaten, paprika en aubergines moet je koel (circa 5°C) bewaren.
- d Door koelen beperk je vooral de assimilatie van vruchten.
- e Bij een temperatuurdaling van 10°C daalt de dissimilatie met een factor 10. Dat wil zeggen dat de dissimilatie daalt van bijvoorbeeld 100% naar 90%.
- f Bij een hoge luchtvochtigheid (90%) en een hoge temperatuur (25°C) zullen koude producten sneller natslaan dan bij een hoge luchtvochtigheid (90%) en een lage temperatuur (5°C).
- g Dikke vruchten of bloemknoppen zullen minder snel natslaan dan dunne bladeren bij dezelfde temperatuurverandering.
- h Voldoende ventileren tijdens de bewaring heeft alleen maar voordelen.
- i Door licht wordt de verdamping eerder gestimuleerd dan geremd.

3.4 Samenstelling van de lucht

In de lucht die ons omringt, zit ongeveer 21% zuurstof, 78% stikstof, 0,03% koolzuurgas en een zeer gering percentage andere gassen. Met deze samenstelling kunnen planten hun levensprocessen (assimilatie en dissimilatie) goed uitvoeren. Of deze samenstelling ook ideaal is voor geoogste producten zoals snijbloemen en groenten is twijfelachtig. Voor de bewaring zijn vooral het zuurstof-, koolzuurgas- en ethyleengehalte van groot belang.

Zuurstof- en koolzuurgasgehalte

reservestoffen Tijdens de bewaring van geoogste tuinbouwproducten gaat het dissimilatieproces in de plant gewoon verder. Dit is zeker het geval bij wat hogere temperaturen. Tijdens het dissimilatieproces gebruikt de plant steeds zuurstof (O_2). De plant geeft daardoor koolzuurgas af. Je vermindert de dissimilatiesnelheid door in de bewaar ruimte het percentage zuurstof te laten dalen. De *reservestoffen* worden dan minder snel verbruikt. Het product blijft dus langer bewaard. Deze bewaar techniek, die in de snijbloemen en groente nog geen toepassing kent, pas je wel toe bij fruit en bloembollen.

CA-bewaring
ULO-bewaring Als het gaat om de bewaring van fruit onder een specifieke luchtsamenstelling, spreek je van *CA-bewaring* (Controlled Atmosphere). Bij bloembollen spreek je van *ULO-bewaring* (Ultra Low Oxygen). Het zuurstofgehalte kun je in een gesloten cel verlagen door een overmaat stikstof (N_2). Het CO_2 -gehalte mag door dissimilatie natuurlijk niet te ver oplopen. Bij langdurige bewaring van appels treedt dan bijvoorbeeld smaakbederf op.

Ethyleengehalte

Ethyleen is een verouderingshormoon dat de plant zelf produceert. Vooral vruchten en bepaalde bloemen zijn flinke ethyleenproducenten. Bovendien komt ethyleen ook voor in uitlaatgassen van motorvoertuigen. Een te hoog ethyleengehalte tijdens de bewaring zorgt voor een versnelde veroudering van agrarische producten. Het is dus belangrijk dat je ervoor zorgt dat er geen ethyleen van buitenaf in de bewaar ruimte komt. Het is ook belangrijk dat je de eigen ethyleenproductie van het product zo laag mogelijk houdt.

Heftrucks die op gas (LPG of butaan) rijden, lijken schoon maar zijn dat in feite niet, want ze produceren veel ethyleen. Een elektrotruck produceert weinig ethyleen en kun je daarom beter gebruiken.

ethyleengrenswaarde Om een hoge ethyleenproductie tegen te gaan, is het handhaven van een lage temperatuur de beste methode. De eigen ethyleenproductie is dan laag en ook de gevoeligheid voor ethyleen is dan veel geringer. In figuur 3.6 is de ethyleengrenswaarde voor cymbidiumbloemen aangegeven. Deze *ethyleengrenswaarde* geeft de ethyleenconcentratie aan waarboven de lipverkleuring (veroudering) twee keer zo snel gaat als normaal. Uit figuur 3.6 blijkt duidelijk dat bij een langere bewaarduur en hogere temperatuur, een constant kleine ethyleenconcentratie nog acceptabel is.

Fig. 3.6 De nog acceptabele grenswaarde van ethyleen voor cymbidium bij verschillende bewaartijden en temperaturen.

bewaarduur in uren	bewaartemperatuur			
	6	12	18	24
12	100	40	0,3	0,1
24	50	1	0,1	0,05
48	20	0, 2	0,05	0,05

Ethyleen komt overal in de keten voor. Hierdoor kan het dus steeds schade aanrichten. In figuur 3.7 is een eenvoudige keten weergegeven. Hier staat ook aangegeven in welke ruimten te hoge ethyleengehalten kunnen voorkomen en wat de meest waarschijnlijke oorzaak hiervan is.

Fig. 3.7 Oorzaken van hoge ethyleenmetingen in de afzetketen.

Fase	Ruimte	Oorzaak
Kweker	Kas	CO ₂ -dosering
Veiling	Aanvoerhal Koelcel	Bloemen zelf Uitlaatgassen Groente en fruit
Groothandel	Koelcel Verwerkingsruimte Dockshelter	Uitlaatgassen Groente en fruit Rotten blad Uitlaatgassen
Detailhandel	Verwerkingsruimte Koelcel	Kachel Groente en fruit

- Vragen 3.4**
- Snijbloemen bewaar je bij voorkeur bij een hoge luchtvochtigheid. Wat is het nadeel van de hoge luchtvochtigheid?
 - Voor de afvoer van ethyleen is een goede ventilatie nodig. Wat is het nadeel van goede ventilatie?
 - Een lage luchtvochtigheid vermindert de kans op een botrytisaantasting. Wat is het nadeel van een lage luchtvochtigheid?
 - Het verlagen van de temperatuur voor het bewaren van snijbloemen vermindert de dissimilatie. Wat is het nadeel van het verlagen van de temperatuur?

-
- e Je moet de eigen warmteproductie van het geoogste product beperken. Hoe kun je dit het beste doen? Noteer het juiste antwoord:
- de fotosynthese stopzetten;
 - de verdamping afremmen;
 - de temperatuur verlagen;
 - de dissimilatie verhogen.
- f Wanneer kan een product gemakkelijk natslaan? Noteer het juiste antwoord:
- als het product zelf warm is en je gaat een koelcel in;
 - als het product zelf warm is en je gaat een warme verwerkingsruimte in;
 - als het product zelf koud is en je gaat een koelcel in;
 - als het product zelf koud is en je gaat een warme verwerkingsruimte in.
- g Welke type product zal het gemakkelijkst natslaan als de omstandigheden daarvoor aanwezig zijn? Noteer het juiste antwoord:
- een dikke, zware vrucht;
 - een bloem zonder blad en dunne bloembladeren (bijvoorbeeld lathyrus);
 - een plant met grote groene bladeren.
- h Wat moet je doen als je de verdamping van het geoogste product wilt beperken? Noteer het juiste antwoord:
- de assimilatie afremmen;
 - de dissimilatie stimuleren;
 - de temperatuur verlagen;
 - flink ventileren;
 - het ethyleengehalte verhogen.
- i Tot nu toe zijn veel begrippen aan de orde geweest. Deze begrippen vertonen een onderling verband. Geef door middel van pijlen aan hoe deze begrippen elkaar beïnvloeden of van elkaar afhankelijk zijn. Geef de pijlen een nummer en licht de pijlen toe. Bijvoorbeeld ademhaling (dissimilatie) ---- (1) ---- temperatuur.
- Het gaat om de volgende begrippen:
- luchtvochtigheid;
 - ademhaling (dissimilatie);
 - temperatuur;
 - luchtbeweging;
 - verdamping;
 - CO₂-gehalte;
 - ethyleengehalte.

3.5 Luchtdruk

Dat luchtdruk invloed op de bewaring van je product heeft, ligt misschien niet zo voor de hand. Vanwege hoge kosten of technische problemen pas je het in de praktijk maar weinig toe.

Het verlagen of verhogen van de luchtdruk heeft ook een directe invloed op de verdampingssnelheid. In de praktijk doe je met dit gegeven niet veel, omdat het relatief

vacuümkoelen

duur is om constant met onderdruk te werken. Bij groenteveilingen is overigens wel redelijk veel ervaring opgedaan met het *vacuümkoelen* van onder andere sla, andijvie en spinazie.

Zowel technisch als fysiologisch (voor de kwaliteit van de plant) zijn er geen bezwaren om op deze wijze ook snijbloemen voor te koelen. Het systeem bestaat uit een gesloten tank, een vacuümpomp en een condensor. Hierop kan het verdampte vocht uit het vochtig gemaakte product in de vorm van ijs neerslaan. Deze verdamping is bij lage druk erg groot. Voor verdamping is warmte nodig. Deze warmte onttrek je aan het product. Het product koelt daardoor erg snel af. Daarom is de omvang van de lading en de verpakking niet van invloed op de afkoeltijd.

Vragen 3.5

- a Op welk principe berust *vacuümkoelen*?
- b Waarom is de omvang van de lading en de verpakking niet van invloed op de afkoeltijd?

3.6 Beschikbaarheid van water

Tegenwoordig voer je veel snijbloemen op water aan op de veiling. Kwekers zijn dit verplicht. Dat is vastgelegd in de veilingvoorschriften.

bacteriedodende stof

Bloemen die je verhandelt op dichtbijgelegen markten zoals Nederland en Duitsland, houd je in de rest van de afzetketen ook op water. De bloemen kunnen dan altijd voldoende water opnemen door de steel. In hoeverre het bewaren en transporteren op water noodzakelijk is, hangt af van de klimaatsfactoren en van de opslag- en transporttijd. Water vult de tekorten aan die ontstaan door verdamping. Het water moet wel schoon blijven. Dit is een belangrijke voorwaarde. Er moet dus een *bacteriedodende stof* (chloor) in het water zitten. Als er geen chloor in het water zit, raken de vaatbundels in de stengels van de bloemen verstopt. Sommige bloemsoorten, zoals de fresia, zijn zeer gevoelig voor droge bewaring. De opname van water na een droge bewaring verbeter je door aan het water een *uitvloeier* toe te voegen. Dit is een zeepachtige stof.

uitvloeier

Ook bij potplanten speelt de beschikbaarheid van water een rol, omdat tijdens de afzetfase een flinke verdamping kan plaatsvinden. Dit is niet het geval bij snijbloemen die vaak dicht opeen zijn gepakt. Daarom staat in de veilingvoorschriften onder 'Minimale Eisen' dat de potkluit op het moment van aanvoer voldoende vochtig moet zijn. Het kan noodzakelijk zijn dat tijdens de afzetfase de planten regelmatig water krijgen. In dit verband is aanvoer in plastic potten dan ook beter dan aanvoer in stenen potten. Bij stenen potten droogt de potkluit sneller uit, omdat aan de potwand ook sterke verdamping plaatsvindt.

Vragen 3.6

- a Op welke twee manieren kunnen de vaatbundels van snijbloemen verstopt raken?
- b Waarom heeft aanvoer in een plastic pot de voorkeur uit oogpunt van houdbaarheid?

3.7 Ziekten

Tijdens de afzetfase zijn er twee organismen die aan een gezond geoogst product grote schade kunnen toebrengen: botrytis en bacteriën. Bovendien kunnen op het oog gezonde producten al aangetast zijn door andere ziekteverwekkers.

Als de aantasting nog in het beginstadium is, zijn er nog geen symptomen zichtbaar op het moment van verhandeling. De problemen ontstaan dan bij de consument. Hierbij kun je denken aan mycosphaerella bij komkommers en bodemschimmels bij potplanten. We behandelen hier alleen botrytis en de bacteriegroei.

Botrytis

Botrytis is een schimmel die altijd en overal aanwezig is. In 1 m³ lucht zitten gemiddeld 20 sporen. Als ziek plantmateriaal in de buurt is, wordt het aantal sporen vele duizenden malen hoger. Er ontstaat snel schimmelgroei als een spore van deze schimmel kiemt op zwak, dood plantmateriaal of op wonden. De schimmel produceert stoffen die gezond weefsel afbreken. Eén wondje is voldoende om een gezonde bloem, blad of vrucht aan te tasten. De schimmel is al na twee dagen groei in staat sporen te produceren en zich verder te verspreiden.

pokken Voor botrytis zijn veel volksnamen in gebruik: *pokken* (bij roos), *peper* (bij chrysaant) en *smet* (bij azalea en aardbei). Deze schimmel komt op vrijwel alle bloemen en planten voor, hoewel de gevoeligheid voor deze schimmel verschilt per soort en cultivar. De schimmel kiemt snel bij een temperatuur van ongeveer 20°C en een relatieve luchtvochtigheid van 90%. Maar bloemen, groenten en planten kunnen bij elke temperatuur tussen 0°C en 30°C worden geïnfecteerd. De infectiesnelheid ligt bij 10°C natuurlijk wel lager.

Botrytissporen kunnen overal voorkomen. Dit heeft het ketenonderzoek in de bloemisterij aangetoond. In figuur 3.8 zie je de resultaten van dit onderzoek.

Fig. 3.8 Percentage van de bedrijven in verschillende fasen van de keten waar botrytissporen gevonden werden.

Fase	Aantal sporen per m ³ lucht		
	0	0-100	>100
Teelt	73 %	21 %	6 %
Veiling	73 %	25 %	4 %
Groothandel	73 %	22 %	4 %
Detailhandel	69 %	27 %	4 %

Bacteriegroei

De bacterie is een organisme dat tijdens de afzet van snijbloemen nog veel schade kan toebrengen aan het product. Bacteriën zijn organismen zonder echte celkern. Ze nemen een aparte plaats in naast planten en dieren. Het zijn zeer kleine, eencellige organismen omgeven door een echte celwand. Je kunt ze niet waarnemen met een gewone microscoop. De voortplanting vindt plaats door celdeling. Dat kan zeer snel gaan. Onder gunstige omstandigheden (er is water aanwezig en er heerst een temperatuur van ten minste 20°C) treedt er elk uur wel een deling op.

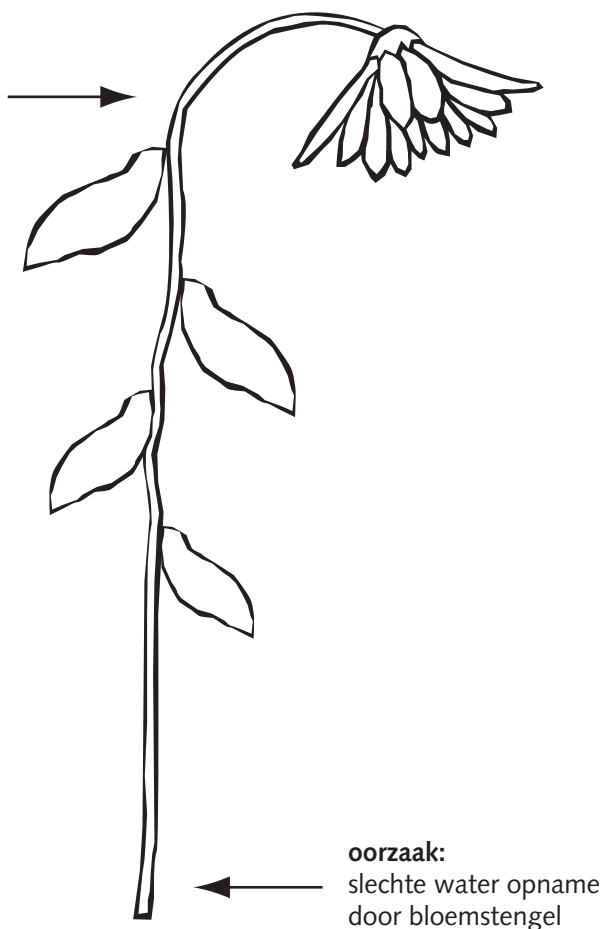
vaatbundels Bacteriën komen ook voor in de *vaatbundels* van snijbloemen. In deze vaatbundels vindt het transport van water naar de bloemknop plaats. Een grote hoeveelheid bacteriën verstopt de vaatbundels. Hierdoor komt onvoldoende water bij de bloemen of bladeren en deze gaan dan slap hangen. Veel bloemstengels zijn redelijk verhout, daarom zie je de symptomen van een stagnerende wateraanvoer vooral vlak onder de knop. De bloem laat dan het kopje hangen.

Bacteriegroei in het water kun je voorkomen of afremmen door bacteriedodende of bacterieremmende middelen aan het water toe te voegen. Chloor is het bekendste middel. Een ernstige bacterieaantasting is goed waar te nemen. Er treedt dan verslijming van de stengel op.

Fig. 3.9

*De problemen zitten onder aan de bloemsteel.
De symptomen zitten vlak onder de kop.*

symptoom:
slap hangen van bloemknop en blad



3.8 Afsluiting

Producten die je met zorg geteeld hebt, kunnen tijdens de afzet nog veel schade oplopen. Dit kan directe transportschade zijn zoals beurse plekken of gebroken bloemknoppen. Dit kan ook fysiologische schade zijn door te lage of te hoge temperatuur, door ethyleen of door gebrek aan licht. Het kan ook schade zijn door organismen zoals bacteriën en schimmels. Om zoveel mogelijk schade te voorkomen moeten de handel en de detaillist alle zorg besteden aan een goed transport en een goede bewaring.

Er zijn een aantal factoren die een rol spelen bij het transport en de bewaring.

- De doorlooptijd. Deze moet zo kort mogelijk zijn, omdat je met levende producten te maken hebt.
- Het klimaat. Op enkele uitzonderingen na is het voor de meeste producten uit de glastuinbouw gewenst dat de temperatuur zo laag mogelijk is. Daarom moet je in de afzetketen zoveel mogelijk koelen. Alleen bepaalde bloemen en groenten van tropische herkomst lopen schade op door lage temperatuurbederf (LTB).
- De relatieve luchtvochtigheid moet hoog zijn om de verdamping te beperken. Maar je moet oppassen voor schimmelaantastingen als de luchtvochtigheid te hoog wordt of als het product 'natslaat'. Daarom is een beperkte luchtbeweging gewenst, zodat je vocht en ethyleen kunt afvoeren. Voor potplanten geldt nog een extra eis: als je deze producten te lang onder lichtarme omstandigheden of zelfs in het donker bewaart, treedt er bloem- en bladval op.
- De samenstelling van de lucht. Een laag zuurstofgehalte van de lucht kan gunstig zijn voor de bewaring. De dissimilatie blijft zo beperkt. Bij de CA-bewaring (bij fruit) en bij de ULO-bewaring (bij bloembollen) maak je gebruik van dit gegeven.
- Voor met name snijbloemen en vruchten geldt dat een versnelde veroudering optreedt als er teveel ethyleen aanwezig is bij het transport en de bewaring.
- De luchtdruk. Bij een lage luchtdruk is de verdamping erg groot. De warmte die voor de verdamping nodig is, wordt door het product geleverd. Het product koelt dus in korte tijd snel af. De lading en de verpakking zijn nu niet van invloed op de afkoeltijd. Echter het werken met onderdruk is erg kostbaar.
- De beschikbaarheid van water. Dit is alleen voor snijbloemen belangrijk. Door de relatief korte duur van het product in de afzetketen treden maar een beperkt aantal ziekten op. Deze ziekten richten echter wel grote schade aan, omdat ze zich zeer snel uitbreiden. Zo zorgt botrytis voor veel schade bij alle tuinbouwproducten. De beste manier om deze problemen te voorkomen is door het product droog te houden. Snijbloemen kunnen door bacteriegroei slecht houdbaar zijn. Je voorkomt veel schade door een bacteriedodend middel (zoals chloor) aan het water toe te voegen.

Een echt systeem van klachtenafhandeling moet in de tuinbouw nog verder ontwikkeld worden. Het uiteindelijke doel is het streven naar een logistieke keten waarin je iedere schakel kunt achterhalen.

4 De koelcel

Oriëntatie

Geogste producten moeten goed bewaard worden. Koelen is daarvoor de aangewezen weg. Dat doe je in een koelcel. Een koelcel is een ruimte waarin we de temperatuur laag kunnen houden, bijvoorbeeld op $+2^{\circ}\text{C}$. Koelcellen worden gebruikt door de tuinder, de handel en in een aantal gevallen ook door de detaillist.

Elk product heeft zijn eigen koeltemperatuur. Daarom moet een koelcel aan een aantal voorwaarden voldoen. De ruimte van een koelcel moet groot genoeg zijn om de producten te bewaren. En de capaciteit van de koelinstallatie moet zijn aangepast aan producten met een verschillende warmte.

De vorm en grootte van een koelinstallatie kan variëren, maar het principe van de werking van de installatie is hetzelfde. In dit hoofdstuk leer je hoe een koelinstallatie werkt.

4.1 Korte beschrijving van het koelproces

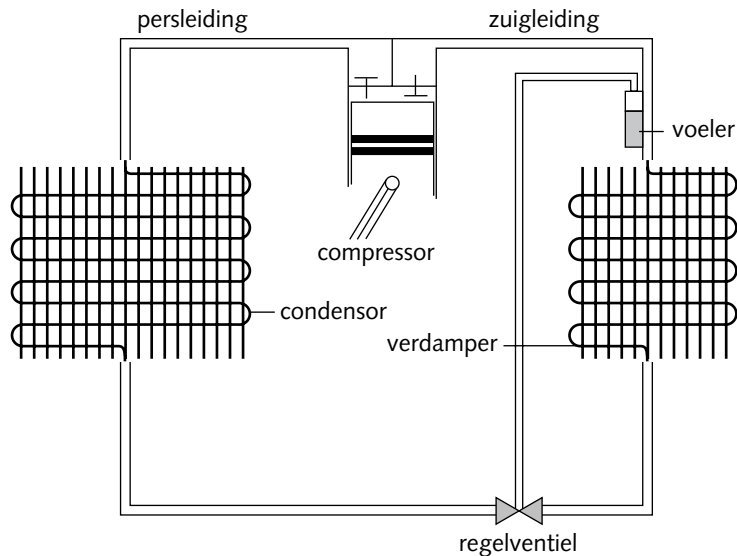
Als je uit een verwarmd zwembad in de koele buitenlucht komt, krijg je het koud. Dat komt omdat het water op je huid verdampt. Bij verdamping onttrekt het water warmte aan je lichaam. Dit is het natuurkundige principe van koelen: het verdampen van een vloeistof.

Voor verdampen is warmte nodig. Deze warmte wordt aan de omgeving onttrokken. Binnen in de koelcel staat een koeler of verdamper. In deze koeler wordt een speciaal koudemiddel (meestal freon) verdampt. De warmte die voor de verdamping nodig is, wordt onttrokken aan de koelcel en alles wat zich daarin bevindt.

Een koelmachine bestaat uit vier hoofdonderdelen (zie figuur 4.1):

- een verdamper;
- een compressor;
- een condensor;
- een regelventiel.

Fig. 4.1
Een koelinstallatie
bestaat uit vier
hoofdonderdelen.



- Vragen 4.1**
- Op welk principe is het koelproces in een koelcel gebaseerd?
 - Waarom denk je dat je geen water als koudemiddel mag gebruiken?
 - Zou een koelkast volgens hetzelfde principe werken?

4.2 De onderdelen van een koelinstallatie

koelelement

Net zoals een auto allerlei onderdelen heeft om als geheel te kunnen functioneren, heeft ook een koelinstallatie allerlei onderdelen.

Het hart van iedere koelinstallatie is de verdamper, oftewel het *koelelement*. In het koelelement verdampt koudemiddel. Het verdampte koudemiddel stroomt naar de compressor. De compressor perst de koude damp samen tot een hete damp. De hete damp stroomt via een persleiding naar de condensor. In de condensor condenseert de damp weer tot vloeistof. De vloeistof stroomt via een regelventiel weer in de verdamper. Een voeler stuurt het regelventiel aan, door te meten hoeveel vloeistof de verdamper nodig heeft. Al deze onderdelen worden nu afzonderlijk behandeld.

De verdamper

lamellen

De verdamper (zie figuur 4.2) bestaat uit koperen buizen die verticaal zigzaggend door de verdamper lopen. De buizen zijn met vloeibaar koudemiddel gevuld. Het koudemiddel is een gas dat goed bruikbaar is voor koelelementen. Het koudemiddel (freon) loopt van onder naar boven door de buizen. Tijdens het transport door de koperen buizen verdampt het vloeibare koudemiddel. Het verdampingsproces onttrekt veel warmte aan de omgeving van de buizen. Loodrecht op de buizen staan aluminium *lamellen*. Via geleiding wordt de benodigde verdampingswarmte onttrokken aan de lamellen en de omringende lucht. De lamellen maken het koeloppervlak dus groter dan alleen met buizen mogelijk zou zijn. Hoe groter het oppervlak, hoe meer warmte de verdamper kan opnemen.

Tijdens de verdamping wordt de lucht in de koelcel kouder. De koude lucht onttrekt warmte aan de tuinbouwproducten die in de koelcel zijn opgeslagen. De circulerende

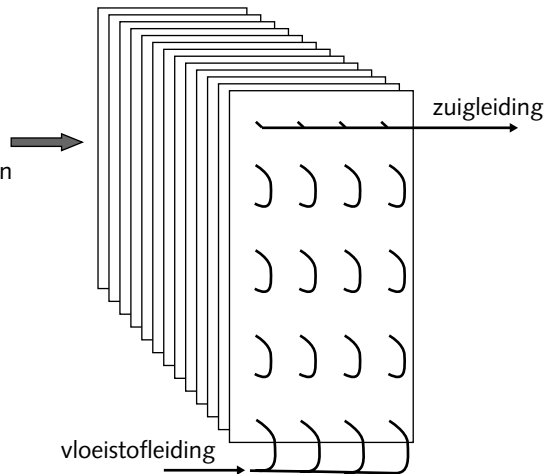
lekbak

lucht voert de waterdamp uit de producten af en condenseert op de lamellen en buizen. Dit water wordt in een *lekbak* opgevangen en via een pijpje afgevoerd.

Fig. 4.2

De werking van het koelement of de verdamper. In de koperen buizen zit koudemiddel. Het koudemiddel verdampt en koelt de lamellen. De lamellen koelen de lucht van de koelcel. De lucht koelt de producten die in de koelcel zijn opgeslagen.

lucht wordt d.m.v. ventilator door de verdamper geblazen



De compressor

We hebben gezien dat het koudemiddel onder hoge druk door de verdamper stroomt. Hierdoor verdampt het koudemiddel. Voordat het koudemiddel opnieuw door de verdamper stroomt, wordt het weer tot vloeistof samengeperst. Het is de taak van de compressor om de koude damp uit de verdamper naar de condensor te leiden. De condensor zet de damp om in vloeibaar koudemiddel.

*persklep
zuigklep*

De compressor bestaat uit een zuiger in een cilinder (zie figuur 4.3). Bovenaan de cilinder bevinden zich twee kleppen: de *persklep* en de *zuigklep*. De zuigklep zuigt het verdampte koudemiddel uit de verdamper aan. De persklep perst het vloeibare koudemiddel door de persleiding naar de condensor.

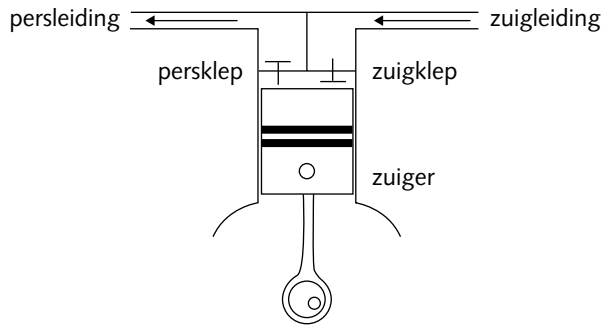
Een compressor werkt als volgt:

- 1 De zuiger gaat naar beneden.
De persklep is dicht. De zuigklep opent zich als de druk in de cilinder lager is dan in de zuigleiding. Vervolgens stroomt de damp van het koudemiddel de cilinder in.
- 2 De zuiger gaat omhoog.
Nu zijn beide kleppen dicht. De damp wordt samengeperst, waardoor de druk en de temperatuur stijgen.
- 3 De zuiger is bijna boven.
Als de zuiger bijna boven in de cilinder is, is de druk in de cilinder hoger dan de druk in de persleiding. De drukverhoging is het gevolg van het samenpersen van de damp. Als reactie hierop opent de persklep en het oververhitte, samengeperste gas stroomt in de persleiding.

De kleppen in de compressor gaan dus open door de gasdruk. Daarna sluiten de kleppen weer met behulp van een veer. Het gevolg is een hoge druk met een bijbehorende hoge temperatuur.

Fig. 4.3

De bouw van de compressor. De zuigklep zuigt de afgewerkte damp van het koudemiddel (freon) in de cilinder. De zuiger perst de koude damp samen tot een hete damp. Deze hete damp van het koudemiddel stroomt via de persleiding naar de condensor.



De condensor

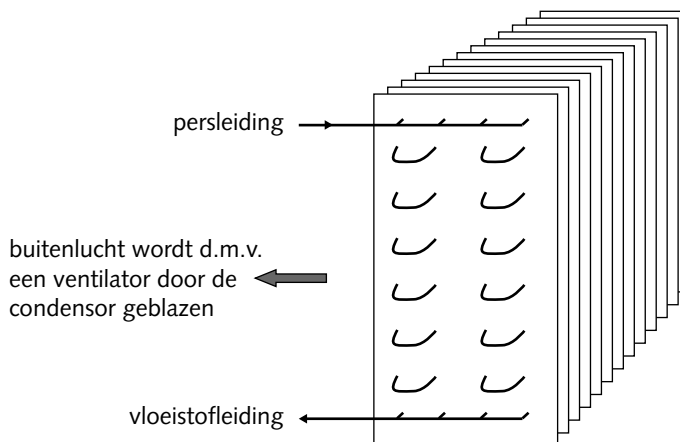
Het koudemiddel komt als een oververhitte damp bij de condensor aan. Allereerst is het de taak van de condensor om de hete damp af te koelen tot condensatietemperatuur. Vervolgens condenseert de condensor de damp tot vloeibaar koudemiddel. Tenslotte wordt de vloeistof iets afgekoeld. Het eindresultaat is vloeibaar, onderkoeld koudemiddel die opnieuw in de verdamper stroomt om daar weer te verdampen. Daarmee is de kringloop voltooid.

De constructie van de condensor is gelijk aan die van de verdamper: een koperen persleiding met daar omheen aluminium lamellen (zie figuur 4.4). Maar nu wordt de damp er aan de bovenkant ingeperst en de vloeistof wordt aan de onderkant afgevoerd. Een ventilator die buitenlucht door de condensor blaast, zorgt voor de koeling. Het koudemiddel koelt af, condenseert tot vloeibaar koudemiddel en verlaat in licht onderkoelde staat de condensor.

De warmte die de ventilator zelf produceert, mag niet door de condensor en wordt apart afgevoerd. Dit is de reden dat de condensor buiten de koelcel staat.

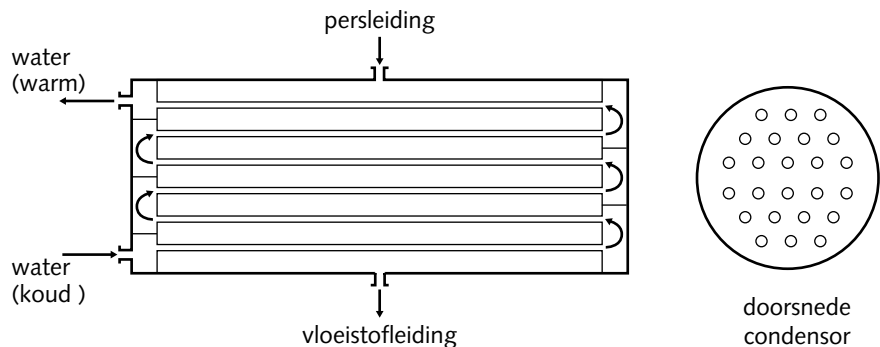
Fig. 4.4

Het principe van de luchtgekoelde condensor.



Behalve luchtgekoelde condensoren, bestaan er ook watergekoelde condensoren. In figuur 4.5 zie je een schematische weergave van het principe van de watergekoelde condensor.

Fig. 4.5
Het principe van de watergekoelde condensor.



Een watergekoelde condensor is aangesloten op twee leidingen: een vloeistofleiding voor het koelgas en een waterleiding. Door koud water langs de vloeistofleiding te persen, condenseert het koudemiddel.

Het regelventiel

Als het vloeibare koudemiddel de condensor verlaat, staat de vloeistof onder hoge druk. Vloeistoffen die onder hoge druk staan, verdampen moeilijk. De druk moet dus omlaag voordat het koudemiddel in de verdamper komt. Dit is de taak van het regelventiel. Daarnaast zorgt het regelventiel dat de verdamper altijd voldoende vloeistof krijgt: veel als hij veel moet koelen en weinig als hij maar weinig hoeft te koelen.

expansie

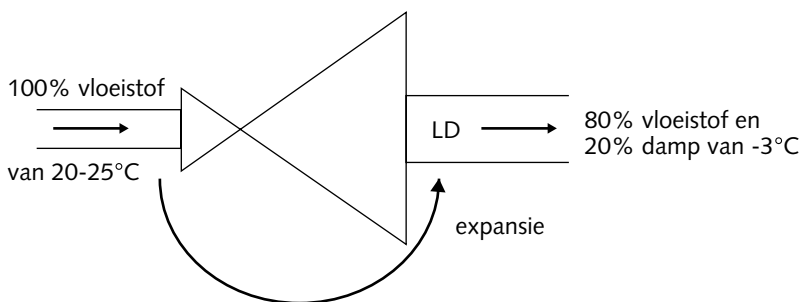
Het regelventiel zet hoge druk om in lage druk door middel van *expansie*. Expansie vindt plaats door het vloeibare koudemiddel plotseling van een nauwe in een wijde buis te laten stromen. De vloeistof staat minder onder druk, omdat het koudemiddel plotseling meer plaats krijgt om te stromen. Het expansieproces gaat zo snel dat er geen warmte wordt afgegeven aan de omgeving. De warmte voor en na het regelventiel is gelijk. De compressor zuigt een lage druk in de verdamper, door de ontstane damp weg te zuigen. Als gevolg hiervan stroomt de vloeistof uit het regelventiel de verdamper binnen.

smoorverlies

Tijdens het expansieproces daalt de temperatuur van 20-25°C naar de verdampingstemperatuur, -3°C. Door de warmte die nu ontstaat, wordt ongeveer 20% van de vloeistof in damp omgezet. Dit betekent een capaciteitsverlies van 20%, het zogenaamde *smoorverlies*. In figuur 4.6 wordt het expansieproces schematisch weergegeven.

Fig. 4.6

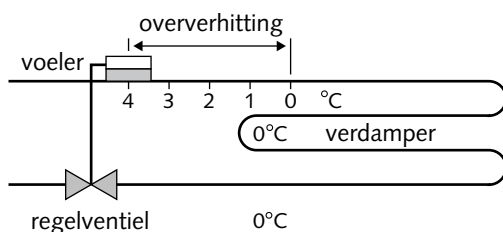
Het expansieproces in het regelventiel. Als het regelventiel open gaat, stroomt het vloeibare koudemiddel in een wijdere buis, zet uit en verliest druk.



Het regelventiel houdt tevens de oververhitting in de verdamper constant. Op de plaats waar de verdamper de vloeistof verdampt, is de temperatuur constant, want bij gelijkblijvende druk blijft de verdampingstemperatuur gelijk. Daarna zal de temperatuur van de damp door de warmte-inwerking uit de koelcel weer stijgen. Het verschil tussen de verdampingstemperatuur en de temperatuur op de plaats van de voeler op de zuigleiding, noem je de oververhitting.

Fig. 4.7

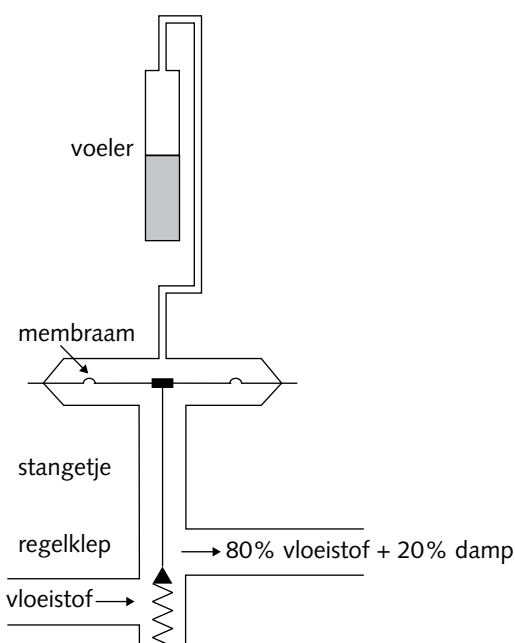
De voeler meet de oververhitting van het koudemiddel op het punt waar deze uit de verdamper komt.



Hoe werkt nu het regelventiel? In figuur 4.8 wordt dit schematisch weergegeven. Zodra de voeler oververhitting constateert, geeft hij dit door aan het regelventiel. Het regelventiel gaat open en nieuw koudemiddel stroomt het ventiel binnen.

Fig. 4.8

De werking van het regelventiel.



De koelbehoefte van een koelcel is niet altijd even groot. De meeste warmte wordt bij het inkoelen van het product afgegeven, als het product nog maar net in de koelcel is gebracht. De warmtebelasting van de verdamper is op dat moment groot. De verdamper vraagt dan veel vloeistof, omdat voor veel verdamping veel warmte nodig is. Bij een lage warmtebelasting vraagt de verdamper maar weinig vloeistof. Bij een hoge warmtebelasting meet de *voeler* een verhoogde oververhitting. De damp boven het koudemiddel in de voeler wordt warmer, waardoor de druk verhoogd. De damp drukt vervolgens het membraan, het stangetje en het klepje naar beneden, waardoor de vloeistofstroom naar de verdamper groter wordt en de oververhitting wordt hersteld. Bij een lage warmtebelasting is de oververhitting minder. Het klepje sluit de toevoer van de vloeistof iets meer af, zodat ook nu de oververhitting weer op zijn oorspronkelijke waarde terugkomt.

De vloeistoftoevoer naar de verdamper wordt dus thermostatisch geregeld. Daarom wordt het regelventiel ook wel thermostatisch expansieventiel genoemd.

Vragen 4.2

Hier volgen enkele uitspraken over koelinstallaties.

Geef aan of een bewering waar of niet waar is.

- In de verdamper wordt koudemiddel omgezet in gas.
- De voeler geeft informatie door aan de compressor.
- Als de zuiger van de compressor bijna is ingedrukt, gaat de zuigklep open.
- In de condensor wordt de damp van het koudemiddel omgezet in vloeibaar koudemiddel.
- Het koudemiddel verlaat de condensor met een temperatuur van -3°C .
- De verdamper bevindt zich in de koelcel.
- De condensor bevindt zich in de koelcel.
- De condensor zorgt voor afkoeling van de damp bij condensatietemperatuur.
- Door expansie van het gas stijgt de temperatuur.

4.3 De koelinstallatie en het onderhoud

'Mooie partij bloemen gekocht. De cel helemaal volgepakt, kom ik na het weekend terug. Wat denk je? Heeft de koelcel niet gewerkt!'

Als je alle besproken onderdelen aan elkaar koppelt, zie je uiteindelijk de koelcel uit figuur 4.9. In deze figuur is ook duidelijk te zien welke onderdelen zich in en buiten de koelcel bevinden. In figuur 4.10 zie je de koelcel met zijn verschillende onderdelen nog een keer schematisch weergegeven. Per onderdeel zijn de te verwachten temperaturen aangegeven.

Fig. 4.9
De koelinstallatie als geheel.

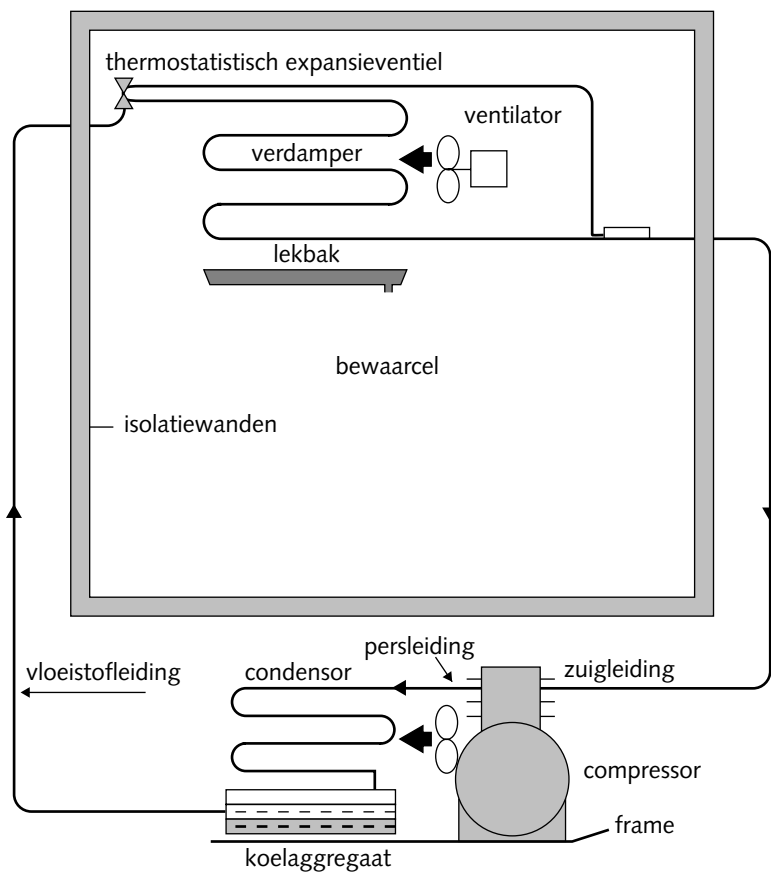
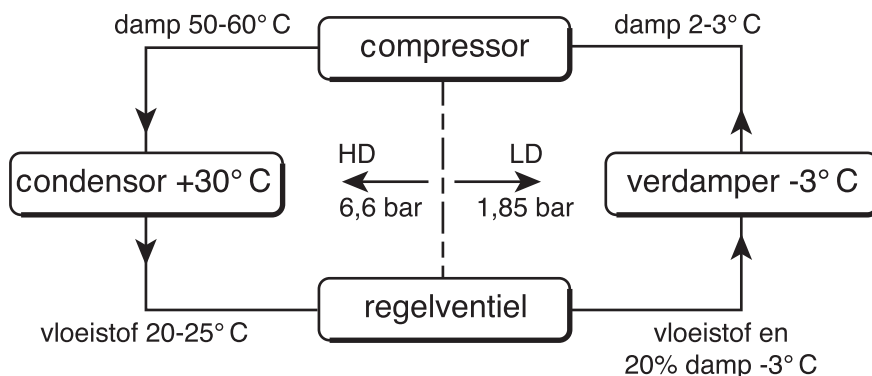


Fig. 4.10
De temperaturen in de verschillende onderdelen van een koelcel.



Dagelijks onderhoud en storingen

ijfafzetting Koude lucht kan minder waterdamp bevatten dan warme lucht. Als gevolg van de afkoeling van de lucht in een koelcel ontstaat condens. Condenseren gebeurt vaak op de verdamper. Je ziet dan *ijfafzetting*. Zie je veel vastgevroren ijs bij de verdamper dan kan deze niet goed functioneren. Je kunt dit probleem oplossen door de verdamper te ontdooien.

lekken Het is ook mogelijk dat het water op de verdamper gaat *lekken*. Meestal hangt er een lekbakje onder. Zorg ervoor dat dit lekbakje met water regelmatig gelegeed wordt. Het lekwater kan smet op de bloemen veroorzaken.

In een koelcel vind je soms een kijkglas gevuld met vloeistof. Dit is het koudemiddel

- kijkglas* van de machine. Kijk regelmatig in dit *kijkglas* of je geen luchtbelletjes voorbij ziet komen. Is dit wel het geval dan kan het zijn dat er een lek in de leiding zit. Dit betekent dat het koudemiddel uit de leiding loopt. Als dit het geval is, bel je zo snel mogelijk de reparateur.
- ventilatoren* Controleer ook of de *ventilatoren* aanslaan. De ventilatoren moeten gaan draaien op het moment dat de koelcel aanslaat om te koelen. De koude lucht in de koelcel verdeelt zich slecht als de ventilatoren niet werken.

Fig. 4.11

De verdamper hangt in de koelcel en geeft de koude af. Lekwater kan smet veroorzaken op de bloemen.



Logboek

De eigenaar van een koelcel houdt verplicht een installatiegebonden logboek bij. In het logboek noteer je alle werkzaamheden aan de koelinstallatie. De gegevens in het logboek hebben betrekking op gebruik, levering, onderhoud en beheer van de koelinstallatie zoals:

- de eigenaar, gebruiker;
- de installateur die de koelinstallatie opleverde;
- de installateur die de installatie onderhoudt;
- het type koelinstallatie, werkdrukken en dergelijke;
- het type en de hoeveelheid koudemiddel;
- overzichten van de uitgevoerde werkzaamheden;
- overzichten van alarmmeldingen;
- de controles op de lekdichtheid van de installatie;
- de afbraak van de installatie en alle andere belangrijke zaken.

De eigenaar van de koelcel is verantwoordelijk voor de aanwezigheid van het logboek en het bijhouden van de werkzaamheden.

- Vragen 4.3**
- a Een koelcel bestaat uit een groot aantal onderdelen die voor de koeling zorgen. Zet de hierna genoemde onderdelen in de juiste volgorde te beginnen bij de verdamper.
Verdamper, zuigleiding, persleiding, thermostatisch expansieventiel, lekbak, condensor, ventilator, compressor.

-
- b In de verdamper is de temperatuur van het koudemiddel +3°C. Als de damp bij de voeler aankomt, is de temperatuur +4°C. Hoe wordt het temperatuurverschil genoemd?
- Oververhitting.
 - Smoorverlies.
 - Verdampingstemperatuur.
- c Een koelcel is ingesteld op +3°C. Je wilt de temperatuur in de koelcel naar 0°C brengen. Met welk onderdeel van de koelinstallatie kun je dit regelen?
- Compressor.
 - Condensor.
 - Verdamper.
 - Voeler.
- d Wanneer kun je ijsvorming verwachten bij de verdamper?
- Als de deur van de koelcel vaak open en dicht gaat.
 - Als er veel droge lucht in de cel komt.
 - Als je koude bloemen in de cel brengt.
 - Als het licht in de koelcel blijft branden.
- e Waarom kan condenseren op de verdamper tot schade leiden?
- Bij het lekken komen giftige stoffen vrij.
 - Lekwater onder de verdamper kan botrytis op de bloemen veroorzaken.
 - De verdamper zal dan snel gaan roesten.
 - De koelcapaciteit daalt bij de condensatie erg sterk.
- f In het logboek moet je de belangrijkste gegevens met betrekking tot de koelcel kunnen vinden. Welke van de volgende gegevens moet je in het logboek kunnen terugvinden?
- De installateur die de koelinstallatie opleverde;
 - Het moment waarop de koelcel gedemonteerd wordt;
 - Het type koelinstallatie, werkdrukken en dergelijke;
 - Het grondoppervlak en de inhoud van de koelcel;
 - Overzichten van de uitgevoerde werkzaamheden;
 - Overzichten van alarmmeldingen;
 - De controles op de lekdichtheid van de installatie.

4.4 Eisen aan een koelcel

‘Voordat je beslist een koelcel te bouwen, is het goed een aantal zaken te overwegen. Een koelcel vraagt namelijk een behoorlijke investering.’

Bij de aanschaf van een koelcel moet je denken aan kosten van ongeveer 200 euro per m³ celinhoud bij kleinere koelcellen. Dit bedrag is inclusief de koelinstallatie. Heb je eenmaal de beslissing genomen, dan moet je een keuze maken over de plaats, de grootte, de indeling, het koelsysteem en de meet- en regelapparatuur. Hier zullen wij enkele van deze aspecten bespreken.

De plaats van de cel

Kies de plaats zo, dat het transport naar de koelcel en vanuit de koelcel zo kort mogelijk is. Kleinere koelcellen vind je vaak in de hoek van het bedrijf; grotere koelcellen vaak tegen de volledige achterkant van het bedrijf. Is het om een of andere reden nodig om de koelcel buiten te plaatsen, dan is het verstandig de ruimte tussen de bedrijfsruimte en de koelcelingang te overkappen. Hiermee voorkom je dat de bloemen extra aan de buitentemperatuur worden blootgesteld. Een gedeeltelijk of volledig schuin plafond is geen probleem voor de inrichting.

De grootte van de cel

uitbreidingsplannen De grootte van de cel baseer je op de maximale dagbehoefte en eventuele opslag in het weekeinde. Hou bij de bouw al rekening met eventuele *uitbreidingsplannen* in de toekomst. Staat de eerste cel in de hoek van het bedrijf, zorg dan dat er bij uitbreiding van de productie plaats is voor een tweede koelcel.

Ook het verpakkingsmateriaal van de producten zijn van grote invloed op de celgrootte. In dozen verpakte bloemen zijn zeer moeilijk af te koelen in een normale koelcel. Hiervoor is een voorkoelsysteem nodig. Een voorkoelsysteem kun je onderbrengen in een aparte kleine cel of in een afgescheiden gedeelte van de nieuw te bouwen cel. De voorkeur gaat uit naar de laatste mogelijkheid.

De celindeling

stellingen Plaats je het product op *stellingen*, dan kun je aan de hand van het aantal m² dat nodig is voor het wegzetten van het product de afmetingen van de stellingen bepalen. Daarbij moet je je wel realiseren dat tussen de zijwanden en het product op de schappen 10 tot 15 cm ruimte overblijft. Deze ruimte heb je nodig voor een goede *luchtuitblaas*

luchtuitblaas luchtcirculatie. Zorg ervoor dat het product altijd onder de *luchtuitblaas* van de verdamperventilator blijft.

Bij het gebruik van stapelwagens, bereken je aan de hand van het aantal en de afmetingen van de wagens de celgrootte. Houd rekening met de ruimte die voor de luchtcirculatie nodig is. Hiervoor reken je 10 tot 20 cm tussen de wagens en de celwanden en 20 cm tussen de karren onderling. Als vuistregel blijkt dat de berekende inwendige maten van een koelcel circa 10% groter zijn om een goede luchtverdeling mogelijk te maken.

Inwendige afmetingen

Uit de indeling van de cel volgen ruwweg de inwendige maten van de cel. Daarbij moet je de volgende regels in acht nemen:

- Tussen de bovenkant van het product en het plafond houd je minimaal 40 cm vrije ruimte. Bij grotere koelcellen moet deze ruimte circa 10% van de totale hoogte zijn, waarbij de minimale hoogte wordt bepaald door de hoogte van de luchtkoeler.
 - Tussen de zijwanden van de cel en de containers of karren houd je 15 cm ruimte vrij. Door een *stootrand* van 15 cm breed op de celvloer aan te brengen, houd je automatisch deze afstand. De stootrand beschermt tegelijk de celwand.
- stootrand*

-
- De afstand tussen het product en de wand aan de luchtkoelerzijde moet minimaal 25 cm zijn. De lucht kan nu voldoende langs het product stromen en de warmte afvoeren.
 - Plaats in dozen verpakte bloemen niet direct op de celvloer.

Meet- en regelapparatuur

differentie Je hebt meet- en regelapparatuur nodig om het afkoelen optimaal te beheersen. In de koelcel regelt een thermostaat de temperatuur. De moderne elektronische thermostaten hebben de mogelijkheid om de *differentie* nauwkeurig in te stellen. De differentie is het temperatuurverschil tussen het starten en stoppen van de koeler. Je houdt bij voorkeur een differentie tussen 0,2°C en 0,5°C aan. Bij een kleine differentie schakelt de compressor te veel aan en uit. Dit leidt tot een overmatig vochtverlies van het product en vermindert levensduur van de koelcompressor.

waakthermostaat Verder moet de koelinstallatie over een *waakthermostaat* beschikken. Deze thermostaat voorkomt dat bij een storing van de regelthermostaat het product te koud wordt.

Tenslotte heb je een betrouwbare kwikthermometer nodig die de temperatuur in de koelcel meet.

Vragen 4.4 Een koelcel heeft een lengte van 7 meter, een breedte van 5 meter en een hoogte van 3 meter.

Langs de wanden ligt een stootrand van 15 cm en onder het plafond is 40 cm vrije ruimte nodig voor de luchtcirculatie.

- Wat is het grondoppervlak van deze koelcel met stootrand?
- Wat is het grondoppervlak van deze koelcel zonder stootrand?
- Wat is de totale inhoud van de cel in m³?
- Wat is de nuttige of te gebruiken inhoud van de cel?

4.5 Afsluiting

Tuinbouwproducten worden na de oogst vaak nog even bewaard. Je behoudt de kwaliteit door de producten onder te brengen in een koelcel, ook wel bewaarcel genoemd.

Een koelcel bestaat uit een geïsoleerde ruimte waarin een koelement of verdamper staat. In de verdamper wordt een speciaal koudemiddel omgezet in damp. Hier is warmte voor nodig. Deze warmte wordt aan de koelcel en de inhoud van de cel onttrokken. Bij sterkere koeling verdampt er veel koudemiddel, bij weinig koeling minder.

De koude damp uit de verdamper stroomt via een zuigleiding naar een compressor. De compressor zuigt de damp aan via de zuigklep, perst de damp samen en leidt de damp vervolgens naar de condensor buiten de koelcel. De condensor koelt de damp met behulp van een ventilator of water af totdat ze weer vloeibaar is. De vloeistof is nu klaar voor hergebruik. Via het regelventiel stroomt de vloeistof opnieuw in de verdamper. Het regelventiel laat net zoveel damp door als de verdamper nodig heeft om de koeling op peil te houden.

Het regelventiel ontvangt instructies van de voeler. Bij de uitgang van de verdamper staat een voeler, een buisje met koudemiddel en damp. De koude damp uit de verdamper stroomt langs de voeler. De voeler is ingesteld op een bepaalde temperatuur die hij in stand probeert te houden. Plaats je iets warmes in de koelcel, bijvoorbeeld enkele pallets met komkommers, dan moet de verdamper meer koudemiddel verdampen dan daarvoor. De damp die de verdamper verlaat, is nu warmer dan daarvoor. De voeler merkt dat de damp warmer is en drukt het regelventiel verder open, waardoor meer koudemiddel in de verdamper stroomt. Zo is de kringloop voltooid.

Regelmatige controle en onderhoud is noodzakelijk. Het bijhouden van een logboek bij elke koelcel is verplicht.

De koelcel functioneert pas goed als er voldoende luchtbeweging mogelijk is rondom de producten. Zorg daarom voor voldoende afstand tussen karren, gestapelde dozen, zijwanden, vloer en plafond.

5 Opslag en transportcondities

Oriëntatie

'Onze inkoper heeft een prachtige partij snijbloemen gekocht op de klok. Maar nu moet het nog verder. Hoe houd je ze in goede conditie? Hoe snel kan ik het product afkoelen? Is het product geschikt voor transport?'

Allemaal vragen waar je als handelaar een antwoord op wilt krijgen, want op klachten van je afnemers zit je natuurlijk niet te wachten.

5.1 Koeling

Sierteeltproducten zijn 'levende producten'. Dat heeft een direct gevolg voor het transport van deze producten. Sierteeltproducten zijn namelijk aan kwaliteitsverlies onderhevig. Zij verbruiken zuurstof, produceren warmte, waterdamp, koolzuur en andere gassen zoals ethyleen.

Sierteeltproducten 'leven' van de meegekregen voorraad voedingsstoffen. Het gevolg hiervan is een beperkte levensduur waarin de kwaliteit terugloopt.

De mate van kwaliteitsverlies is onder andere afhankelijk van de transportduur en de temperatuur van het product. Hoe langer de tijd tussen oogst en consumentgebruik en/of hoe hoger de producttemperatuur tijdens het transport, des te meer kwaliteitsverlies.

Het doel van het handhaven van bepaalde condities tijdens de distributie van snijbloemen, is het vertragen van de normale ontwikkeling van de snijbloem. Maar de vertraging van de knop- of bloemontwikkeling mag geen verstoring opleveren.

Factoren die een rol spelen bij bewaring zijn:

- de bewaarduur en de temperatuur;
- de beschikbaarheid van water in de keten.

koelketen Het is van belang dat het product gedurende het gehele verhandelingstraject wordt gekoeld. De zogenaamde *koelketen* van producent naar consument is dan gesloten. Het gewenste klimaat voor de opslag en het transport van snijbloemen is in het algemeen een temperatuur van 0°C tot 4°C, een hoge luchtvochtigheid van ongeveer 95% tot 98%, geen condensatie en beperkte lichtsnelheden (< 0,1 m/s). De volgende paragrafen gaan wat dieper op de hiervoor genoemde punten in.

Vragen 5.1

- Wat verbruiken (1 antwoord) en produceren (4 antwoorden) geogoste snijbloemen?
- Kwaliteitsverlies is onder andere afhankelijk van twee factoren. Welke twee worden in de eerste alinea genoemd?
- Wat is een gesloten koelketen?
- Welke drie klimaatfactoren en normen bepalen het ideale bewaarklimaat voor snijbloemen?

5.2 Duur van het transport

Is kort bewaren bij een hoge temperatuur eigenlijk hetzelfde als lang bewaren bij een lage temperatuur? En om welke factoren gaat het dan eigenlijk?

De invloed van de bewaarduur en de temperatuur op bloemen en planten is groot. Het heeft effect op de ademhaling (en warmteproductie), de ethyleengevoeligheid en de schade door bacteriën, botrytis, luchtvochtigheid en luchtsamenstelling

Ademhaling en warmteproductie

ademhalingsintensiteit

Het belangrijkste effect van lage temperaturen bij het koelen van bloemen en planten, is de verlaging van de *ademhalingsintensiteit*. Het product komt zogezegd 'in rust'. De knopontwikkeling van bloemen verloopt trager, de ethyleengevoeligheid van de bloemen is lager, er treedt minder gewichtsverlies op en de warmteproductie is minder. Bij een hoge temperatuur verloopt de ademhaling sneller dan bij een lage temperatuur. Bij een snelle ademhaling breken de in de bloem aanwezige reservestoffen af. De afbraak veroorzaakt een voedseltekort.

Een vuistregel is: bij een temperatuurdaling van 10°C daalt de ademhaling met een factor 2-3. Met name bij temperaturen boven 10°C gaat deze regel op.

Ethyleengevoeligheid

grenswaarde

Een andere belangrijke eigenschap waarop zowel de bewaarduur als de temperatuur een grote invloed heeft, is de ethyleengevoeligheid van snijbloemen. In dit verband kom je vaak het begrip grenswaarde tegen. De *grenswaarde* is de ethyleenconcentratie waarboven de lipverkleuring bij bijvoorbeeld cymbidium twee keer zo snel gaat als normaal. Het is bekend dat bij een hogere temperatuur en een langere bewaarduur de ethyleengevoeligheid zomaar een factor 1000 hoger kan zijn. Met andere woorden bij een lage temperatuur (6°C) en een korte bewaarduur (12 uur) is een verhoogde ethyleenconcentratie nog acceptabel.

Botrytis en bacteriegroei

minimumtemperatuur

Er zijn indirecte gevolgen van de temperatuur en de bewaarduur die een deel van het kwaliteitsverlies gedurende de opslag veroorzaken. Hierbij moet je denken aan schimmelaantasting (botrytis) en, in geval van bewaring op water, bacteriegroei in het water. Botrytis groeit beter bij hogere temperaturen. De *minimumtemperatuur* voor de groei van botrytis ligt bij 6°C tot 0°C, het optimum bij 25°C en het maximum bij 35-39°C.

In bewaarexperimenten met de gerbera was een onaanvaardbare aantasting door de schimmel botrytis cinerea één van de oorzaken van beëindiging van het vaasleven.

Andere karbelading geeft minder botrytis

Op maandag aangevoerde tulpen, en met name de cultivars Cassini, Ad Rem en Prominence, hebben vaak een verhoogde kans op botrytis. De oorzaak is het gebrek aan ruimte op de stapelwagen. De combinatie botrytis-gevoeligheid en weinig ruimte kan funest zijn, zeker als deze tulpen een tijdje in de koelcel hebben gestaan. Kwekers laten soms nog geen 4 cm ruimte tussen de producten en het blad erboven. Het vocht kan dan geen kant op. Het is beter om te zorgen voor 10 cm speling tussen de tulpen en het bovenliggende blad. De beladingsgraad wordt dan iets lager, omdat er op het bovenste blad onder de beugel van de veilingkar geen containers met tulpen meer kunnen staan. Maar dat lijkt minder bezwaarlijk dan een botrytis-aantasting.

bacteriekiemgetal

Ook de bacteriegroei in het water wordt beïnvloed door de bewaarduur en de temperatuur. In een proef met de gerbera werd het totaal *bacteriekiemgetal* geschat na drie en zes dagen bewaring. Figuur 5.1 geeft een overzicht van de kiemgetallen.

Fig. 5.1
Totaal bacteriekiemgetal
in het water van de
gerbera bij verschillende
temperaturen.

Temperatuur	3 dagen	6 dagen
0-1 °C	< 1000	< 1000
3-4 °C	1000 – 10000	1000 – 10000
6-7 °C	10000 – 100000	10000 – 100000
9-10 °C	100000 - 1000000	1000000 – 10000000

Het totaal kiemgetal is samengesteld uit een aantal soorten bacteriekolonies. Iedere soort heeft zijn eigen optimale groeitemperatuur; de soorten zijn niet uitgesplitst. Het totaal kiemgetal in dit temperatuurtraject neemt duidelijk toe bij hogere temperaturen en een langere bewaarduur. Een factor van 10.000 tot 1.000.000 tussen bewaren bij 1°C en 3 dagen, en 10°C en 6 dagen is goed denkbaar.

De relatieve vochtigheid

intercellulaire ruimten

De relatieve vochtigheid in de *intercellulaire ruimten* van de snijbloem is bijna 100%. Wanneer de relatieve luchtvochtigheid in de lucht om de snijbloem lager is dan die in de intercellulaire ruimten (en dat is bijna altijd het geval), dan zal het product water verdampen.

specifieke vochtafgifte

Een belangrijke grootte in verband met de verdamping is de *specifieke vochtafgifte*. Dit is de vochtafgifte van een bepaald product per tijd, per massa en per eenheid vochtdeficit. Deze grootte is niet gemakkelijk te geven, omdat het afhankelijk is van bijkomende factoren als bloemsoort, toestand van de huid, de luchtsnelheid om het product, de lichtintensiteit, de verpakking en de stapeling.

Met name in geval van droge bewaring is de relatieve luchtvochtigheid belangrijk. Bij bewaring op water kan een eventueel watertekort gemakkelijk aangevuld worden. De gevolgen van een te hoge of te lage relatieve luchtvochtigheid hangen nauw samen met de temperatuur en de bewaarduur.

De luchtsamenstelling

In de ons omringende lucht zit ongeveer 21% zuurstof en 0,03% koolzuurgas. In deze samenstelling vertoont de snijbloem zijn gewone ademhalingsgedrag, waarbij

<i>verouderingssnelheid</i>	de bloem zuurstof gebruikt en koolzuurgas afgeeft. Door het percentage zuurstof te laten dalen, vermindert de ademhalingsnelheid. Omdat de <i>verouderingssnelheid</i> en de ademhalingsnelheid een zekere samenhang vertonen, kun je een wijziging in de gassenstelling van de lucht in principe gebruiken om de veroudering te vertragen.
<i>CA-bewaring</i>	Deze toepassing vind je bij de zogenaamde <i>CA-bewaring</i> (Controlled Atmosphere), zoals die bekend is bij fruit. De toepassing van CA-bewaring in de bloemeteelt stuit op technische bezwaren.
<i>ULO bewaring</i>	Een kleine variant op de CA-bewaring is de <i>ULO bewaring</i> (Ultra Low Oxygen) zoals die bekend is bij de bewaring van bloembollen. Je hebt een goed afsluitbare koelcel nodig om de juiste luchtsamenstelling te handhaven.

Vragen 5.2

Welke van de volgende beweringen zijn juist?

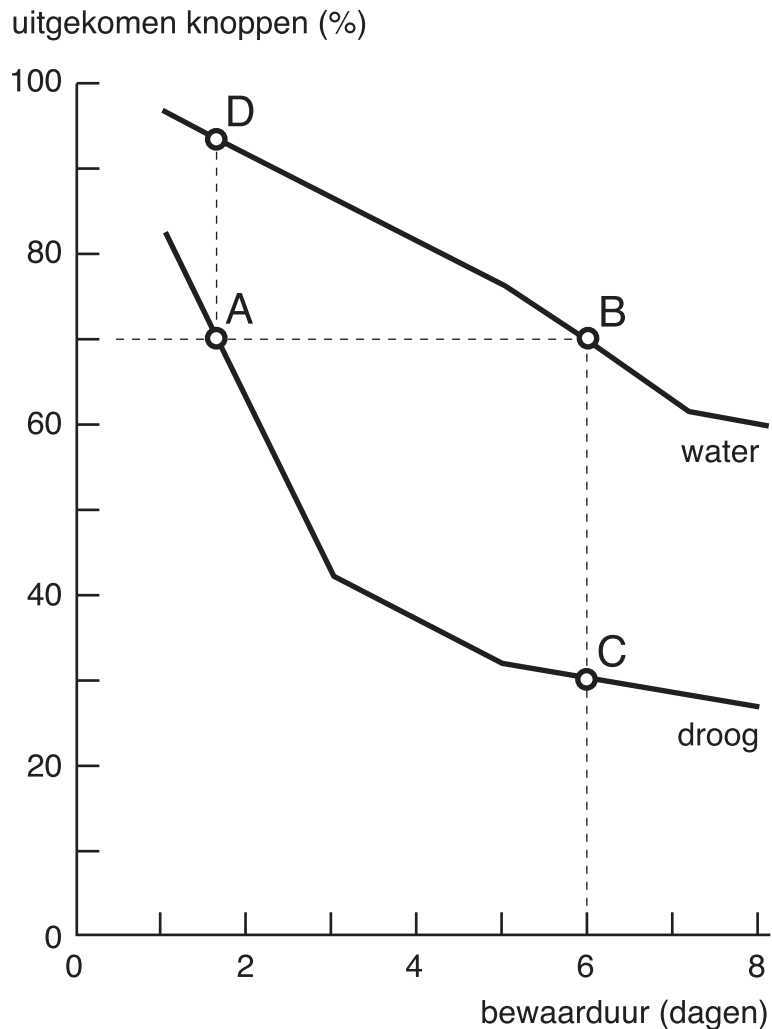
- 1 Koelen in een koelcel verlaagt de ademhalingscapaciteit.
- 2 De ademhaling stimuleert de verdamping.
- 3 Een afgesneden bloem zal nauwelijks meer ademhalen.
- 4 De minimumtemperatuur voor de groei van botrytis ligt bij 10°C.
- 5 Tijd en temperatuur zijn uitwisselbare factoren bij bewaring en opslag.
- 6 De grenswaarde van ethyleen voor een bepaalde bloem wordt bepaald door de tijd en de temperatuur.
- 7 Tussen de verschillende grenswaarden van ethyleen bij bewaring en transport kan wel een factor 1.000.000 zitten.
- 8 De bacteriën die voor vaatverstopping zorgen betreft een specifiek soort.
- 9 De relatieve luchtvochtigheid in de intercellulaire ruimten is ongeveer 80%.
- 10 De specifieke vochtafgifte is de vochtafgifte per massa.
- 11 Je kunt de verdamping beperken door het zuurstofpercentage bij bewaring te verlagen.
- 12 CA-bewaring zorgt voor een vertraagde veroudering.

5.3 De beschikbaarheid van water in de keten

De beschikbaarheid van water betekent in dit geval: het aanwezig zijn van water dat door de steel kan worden opgenomen.

In hoeverre het opslaan of het transporteren op water nodig is, hangt af van de overige klimaatfactoren en de opslag- of transporttijd. Water kan door verdamping ontstane tekorten aanvullen. Voorwaarde is dan wel dat de mogelijkheid om water op te nemen gewaarborgd blijft. Dit houdt in dat je schoon water of water met een bacteriedodende stof gebruikt om vaatverstopping door bacteriën of hun afvalstoffen te voorkomen. Enkele snijbloemsoorten zijn zeer gevoelig voor droge bewaring. Bekende voorbeelden zijn de fresia en de astilbe. In figuur 5.2 wordt een beeld gegeven van het percentage uitgekomen knoppen na bewaring van de fresia 'Ballerina'.

Fig. 5.2
Aantal uitgekomen
knoppen van de fnesia
'Ballerina' na bewaring.



Een gel als vervanger van water

Sinds kort is er een speciale gel op de markt onder de naam FTG (Flower Transporting Gel). Dankzij deze gel kun je de bloemen, waarvan de onderdelen van de stengel in de gel verpakt zijn, horizontaal transporteren (bijvoorbeeld bij luchttransport) en presenteren. In FTG verpakte bloemen hebben geen of veel minder kans op botrytis-aantasting, omdat de gel in een gesloten houder zit en niet tussen het blad kan komen. De bloemen kunnen zich zelfs gedurende deze periode met water en voeding blijven voeden. Hiermee voorkom je de verslapping en uitdroging van de bloemen tijdens het transport. De gel zorgt ervoor dat tijdens het transport de *celspanning* gelijk blijft aan de celspanning voor het transport. Dit heeft tot gevolg dat de bloem in dezelfde staat blijft, zodat deze niet één of meerdere dagen na transport moet optrekken of acclimatiseren. De bloemen zijn daardoor sneller te verhandelen. De gel is gemaakt van stoffen die het milieu niet aantasten. De gel is volledig *biologisch afbreekbaar* en mag je gewoon via het riool wegspoelen.

biologisch afbreekbaar

Voor het transport is een speciale gel-hoes nodig, die aan de onderzijde is gesloten. Je plaatst de bloemen met de stelen in de gel. Vervolgens sluit je de hoes, net boven de gel, met een elastiekje of een stukje tape strak om de stelen. Na het transport moet

de gel verwijderd worden en de bloemen opnieuw aangesneden. De bloemen kunnen niet op de gel uitbloeien!

Vragen 5.3

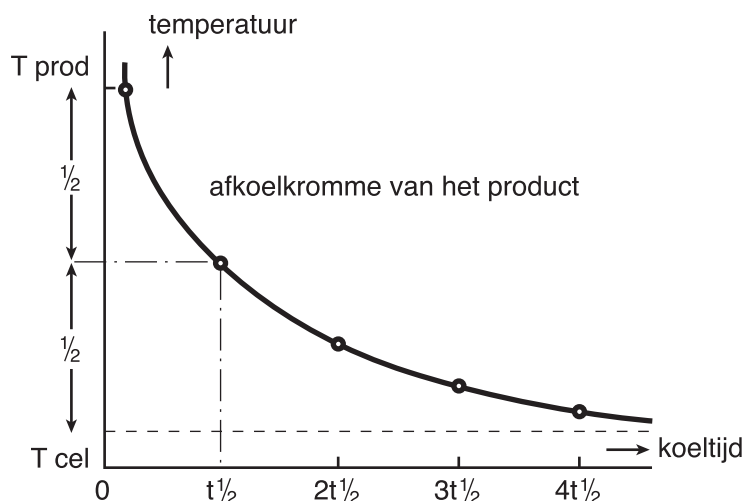
- a Welke woorden ontbreken uit de volgende zinnen?
- Vooral ... en ... zijn gevoelig voor droge bewaring.
 - In gel verpakte bloemen kun je ... transporteren.
 - De gel is ... afbreekbaar.
 - Bloemen die met gel getransporteerd zijn hebben ... kans op botrytis.
 - Je kunt de bloemen ... laten uitbloeien op de gel.
- b Maak voor de beantwoording van deze vragen gebruik van figuur 5.2
- Wat is beter: Drie dagen droog of zes dagen op water?
 - Wat is de overeenkomst tussen punt A en punt B in de grafiek?
 - Waarom is het verschil tussen A en D kleiner dan tussen B en C?
 - Hoeveel procent is de kwaliteit teruggelopen tussen de 1ste en 8ste dag als:
 - je bewaart op water;
 - je droog bewaart.

5.4 Halfkoeltijd

'Je moet natuurlijk niet denken dat als je bloemen of vruchten in de koelcel zet, ze gelijk dezelfde temperatuur hebben als de luchttemperatuur van de cel. Daar gaat natuurlijk wel enige tijd overheen.'

Voor de praktische uitvoering van het voorcoelen, is het van belang de halfkoeltijd te kennen van de verschillende soorten bloemen. Je kunt dan voor elke gegeven begintemperatuur de bijbehorende koeltemperatuur berekenen en de benodigde tijdsduur om de gewenste temperatuur te bereiken. De halfkoeltijd is in feite een eigenschap van de combinatie product, verpakking en de hoeveelheid lucht die met het product in aanraking komt. De halfkoeltijd is de tijd, waarin de producttemperatuur tot op de helft van het bij het begin aanwezige temperatuurverschil tussen product en koellucht is gedaald. Voor praktisch volledige koeling tot koelceltemperatuur is een tijd nodig van drie à vier maal de halfkoeltijd (figuur 5.3).

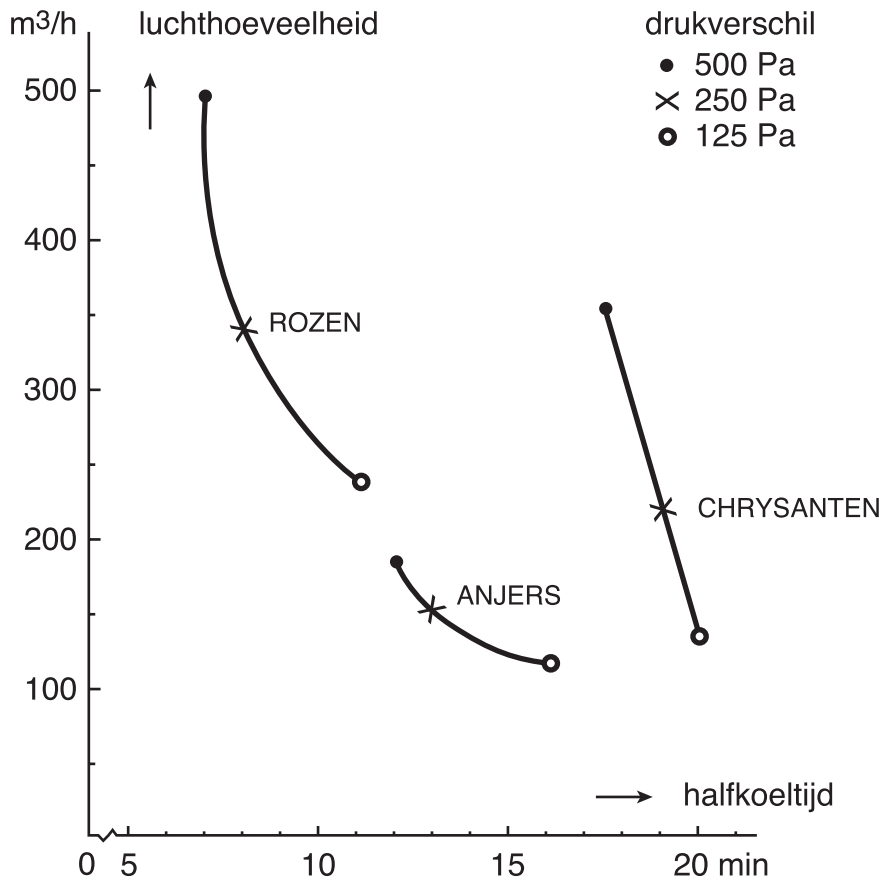
Fig. 5.3
Het verloop van de afkoeling van snijbloemen.



openingen in de
verpakking

In de praktijk zal het niet altijd nodig zijn de bloemen tot een zo laag mogelijke temperatuur af te koelen. Veelal is het gewenst in een korte tijd een afkoeling te verkrijgen tot circa 10°C. In dat geval kun je in één tot twee keer de halfkoeltijd het gewenste effect bereiken. Ventilatie door de *openingen in de verpakking* verkort de afkoeltijd. Bij te kleine openingen duurt de afkoeling onnodig lang. Er zijn dan veel grotere luchthoeveelheden nodig om dezelfde afkoeltijd te krijgen. Dit kost uiteraard meer energie. Uit figuur 5.4 blijkt dat een verhoging van de luchthoeveelheid door verhoging van het drukverschil tijdswinst oplevert.

Fig. 5.4
De halfkoeltijd van drie soorten bloemen als functie van de luchthoeveelheid door de verpakking (dozen) onder vergelijkbare omstandigheden.



Vragen 5.4 Maak voor het beantwoorden van deelopdrachten a tot en met e gebruik van figuur 5.3. Maak voor het beantwoorden van deelopdrachten f tot en met k gebruik van figuur 5.4.

- Wat verstaan we onder de halfkoeltijd?
- Als de halfkoeltijd 2 uur is, wat is dan de hele koeltijd?
- Wat wordt bedoeld met $t_{1/2}$, T_{cel} en T_{prod} ?
- Stel dat de halfkoeltijd 2 uur is. Hoeveel zal 3 $t_{1/2}$ dan zijn?
- Geef een verklaring voor het feit dat de temperatuur tussen 0 en $t_{1/2}$ veel sneller daalt dan tussen $t_{1/2}$ en $2t_{1/2}$.
- Wat is de halfkoeltijd bij 300 m³/u bij rozen en chrysanten? Verklaar het verschil.
- Bij welk gewas heeft het opvoeren van de druk het meeste effect op de halfkoeltijd?
- Welke van de drie genoemde gewassen wordt het snelst gekoeld? Verklaar!

- i Welke bloemen hebben de snelste halfkoeltijd: anjers bij 500 Pa of rozen bij 125 Pa?
- j Worden de verschillen bij het opvoeren van de druk tussen de genoemde bloemen groter of kleiner? Verklaar!
- k Waarom heeft het opvoeren van de druk bij de ene bloem meer effect dan bij de andere bloem?

5.5 Specifieke transporttemperatuur

'Jij vindt het misschien wel lekker warm in de kamer, maar ik zit gewoon te rillen. Mensen zijn verschillend, maar dat geldt ook voor bloemen en planten.'

*optimale
transporttemperatuur*

Uit vele onderzoeken blijkt dat 'zomaar koelen' niet de gewenste minimalisering van het kwaliteitsverlies betekent. Elk soort product heeft zijn specifieke *optimale transporttemperatuur*.

Algemeen kan worden gesteld dat snijbloemen een transporttemperatuur eisen van maximaal 5-10C. Bij transporttijden van langer dan één dag is het gewenst een temperatuur van 5-10C vanaf het begin na te streven (zie figuur 5.5).

Fig. 5.5 Aanbevolen transportcondities voor enkele snijbloemen. Cultivarafhankelijk (1). Beoordeling van uitbloeit op snijbloemenvoedsel aanduiding 7 indien de bloemen na 7 dagen transportsimulatie nog goed uitbloeien; wel dient de temperatuurband voor dergelijke perioden nog smaller te zijn (2).

	Toelaatbare producttemperatuur In °C bij een transportduur van			Maximale afzetperiode in dagen bij een gesloten keten ²	
	1dag	1-3 dagen	> 3 dagen	droog	Op water
Snijbloemen	0-15	0-10	0-5	-	-
Algemeen	0-15	0-10	0-5	7	7
Trosanjer ¹⁾	0-15	0-7	0-3	4-6	7
Tulp	0-15	0-10	0-5	7	7
Narcis	0-15	0-7	0-4	4-5	7
Lelie	0-15	0-10	0-5	7	7
Iris	0-15	0-10	0-5	7	7
Chrysan ¹⁾	0-15	0-10	0-5	-	-
Asparagus (snijgroen)					
Anjer ¹⁾	0-10	0-5	1-3	5-10	7
Freesia ¹⁾	0-10	0-5	0-3	3-4	7
Roos	0-12	0-5	1-3	3-6	6-10
Nerine	2-10	2-8	3-5	5	5
Anemoon	7-15	7-10	7-10	-	-
Orchidee ¹⁾	8-15	8-12	8-10	-	-
Anthurium	12-20	12-15	12-15	-	-

5.6 Afsluiting

Sierteeltproducten 'leven' van de meegekregen voorraad voedingsstoffen en hebben dus een beperkte levensduur waarin de kwaliteit terugloopt. De mate van kwaliteitsverlies is afhankelijk van de duur van het transport en de temperatuur van het product. Het doel van het handhaven van bepaalde condities tijdens de distributie van snijbloemen is: de normale ontwikkeling van de snijbloem te vertragen. Factoren die een rol spelen bij bewaring zijn:

- bewaarduur; de temperatuur in relatie tot de ethyleengevoeligheid, botrytis en bacteriegroei; de relatieve luchtvochtigheid en tot de luchtsamenstelling;
- luchtsnelheid en luchtdruk;
- de beschikbaarheid van water in de keten.

Het is van belang dat het product gedurende het gehele verhandelingstraject wordt gekoeld. De zogenaamde koelketen van producent naar consument is dan gesloten. Het gewenste klimaat voor opslag en transport van snijbloemen kan algemeen omschreven worden als een klimaat met een temperatuur van 0°C tot 4°C, een hoge luchtvochtigheid van ca 95% tot 98%, geen condensatie en beperkte luchtsnelheden (< 0,1 m/s).

De halfkoeltijd is in feite een eigenschap van de combinatie product en verpakking en de hoeveelheid lucht die in aanraking komt met het product. De halfkoeltijd is de tijd waarin de producttemperatuur tot op de helft van het bij het begin aanwezige temperatuurverschil tussen product en koellucht is gedaald. De praktisch volledige koeling naar koelceltemperatuur heeft drie à vier maal de halfkoeltijd nodig.

Uit vele onderzoeken blijkt dat 'zomaar koelen' niet de gewenste minimalisering van kwaliteitsverlies betekent. Elk soort product heeft zijn specifieke optimale transporttemperatuur.

Vragen 5.5 In dit hoofdstuk zijn een aantal begrippen aan bod gekomen. Geef van de volgende begrippen in eigen woorden aan wat ermee bedoeld wordt.

- Grenswaarde ethyleenconcentratie;
- Bacteriekiemgetal;
- Intercellulaire ruimten;
- CA-bewaring;
- Halfkoeltijd;
- Specifieke optimale transporttemperatuur;
- Specifieke vochtafgifte.

6 Mogelijkheden en methoden van koelen

Oriëntatie

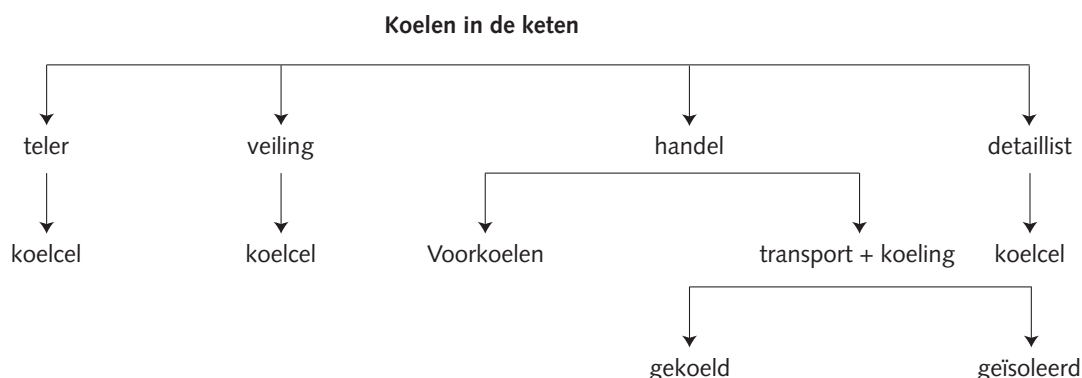
Koelen is in de gehele afzetketen van groot belang. Je weet nu hoe een koelcel werkt; je weet het een en ander over de noodzaak van koelen en de koelduur. In dit hoofdstuk leer je hoe je het product zo snel mogelijk op de gewenste temperatuur kunt brengen. Daar zijn verschillende mogelijkheden voor. Maar wat is de beste en wat de goedkoopste?

6.1 Koelen in de keten

'Wat is belangrijker: dat de teler zijn producten direct in de koelcel zet of dat de handelaar zorgt voor een lage temperatuur tijdens de verhandeling?'

De mogelijkheden van koelen zijn uitgebreid. Dit komt onder andere door de snelle technische ontwikkeling op dit gebied. In elke transportschakel en voor elk soort transport zijn koelmogelijkheden.

Fig. 6.1 Koelschema in de totale keten.



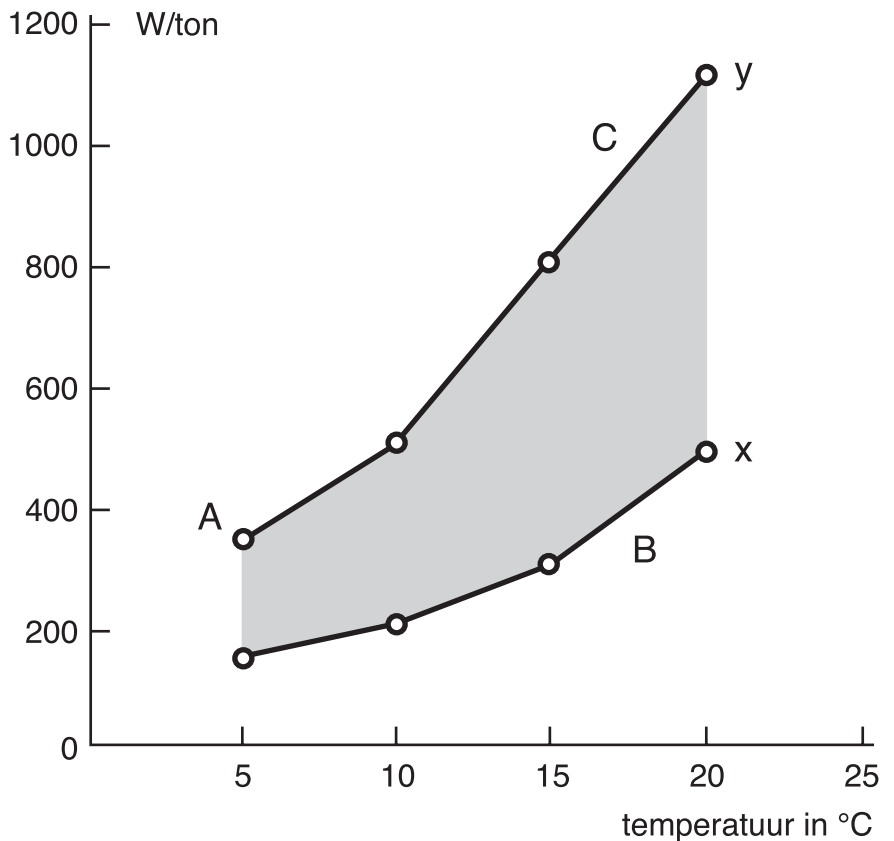
De teler

Telers zijn zich bewust van de noodzaak bloemen en planten zo snel mogelijk te koelen. Velen hebben voor dit doel een koelcel. Vooral voor snijbloemen is dit een grote vooruitgang. De geogste bloemen produceren zelf warmte door het *dissimilatieproces* (verbranding- of ademhalingsproces). Daarom kan de temperatuur in de dozen flink oplopen, als je de snijbloemen uit een warme kas ongekoeld in dozen opslaat (figuur 6.2).

Door koeling wordt deze warmte afgevoerd.

Fig. 6.2
De warmteproductie van bloemen is afhankelijk van de producttemperatuur.

warmteproductie



wisselende temperaturen

Vooral bij een lange bewaring (meer dan twee dagen) moeten de koelinstallatie en koelcel aan zeer hoge eisen voldoen. Een constant lage temperatuur is van grote betekenis, omdat *wisselende temperaturen* voor veel producten zelfs slechter zijn dan een continu wat hogere temperatuur. Je kiest dus voor een koelinstallatie die de juiste capaciteit bezit, goed wordt geregeld en op een goed geïsoleerde cel wordt aangesloten.

Behalve koelen, is zeker zo belangrijk dat de snijbloemen niet uitdrogen.

De eerste factor in dit verband is de vochtspanning. Het verschil tussen vochtspanning direct rond de snijbloem (vrijwel verzadigd) en de vochtspanning van de omringende koellucht, bepaalt de mate van uitdroging. Het verschil wordt groter wanneer de temperatuur hoger is en de relatieve luchtvochtigheid lager. Bij een temperatuur van 5°C, een relatieve luchtvochtigheid van 90 % en één atmosfeer is de vochtspanning 0,5 mm kwikdruk, zie je dus weinig verdamping of uitdroging. Maar bij een temperatuur van 20°C met 70% relatieve luchtvochtigheid en één atmosfeer is de vochtspanning 5,5 mm kwikdruk. Nu is de verdamping of uitdroging meer dan 10 x zo groot!

Een verhoging van de vochtspanning (hier uitgedrukt in mm kwikdruk), verhoogt de uitdroging.

Een tweede factor die meespeelt is de specifieke vochtgiftte.

Dit is de hoeveelheid vocht die door een kilogram product onder bepaalde klimatologische omstandigheden per tijdseenheid wordt afgestaan. Een lage

producttemperatuur beperkt de vochtafgifte.

condensatie

Je hebt nu geleerd dat je ervoor moet zorgen dat de relatieve luchtvochtigheid zo hoog mogelijk blijft en de temperatuur op een voor het product aanvaardbaar laag niveau. Vermijd grote temperatuurwisselingen. Temperatuurwisselingen zijn niet alleen schadelijk voor de interne kwaliteit van het product, maar verhogen ook de kans op *condensatie* (een 'koud' product in een 'warme' omgeving). Condensatie leidt vervolgens tot een vochtig product. En een vochtig product is op zijn beurt weer gevoelig voor schimmelvorming (botrytis).

Twee koelsystemen

Er zijn hoofdzakelijk twee koelsystemen voor koelcellen in gebruik: directe en indirecte koeling :

- Directe koeling conditioneert (in de gewenste toestand 'conditie' brengen) de cellucht in een luchtkoeler door de lucht rechtstreeks door een koudemiddel te voeren.
- Een indirecte koeling koelt de luchtkoeler met een koudedragers (bijvoorbeeld water of glycol).

'nat'-koelsysteem

Daarnaast bestaat een *'nat'-koelsysteem*. Een *'nat'-koelsysteem* koelt de cellucht af door contact met koud water. Hierdoor stijgt de relatieve luchtvochtigheid boven de 95%. Je gebruikt bij dit systeem een ijsbak voor de waterkoeling. Op deze wijze houdt je de gewenste lage temperatuur in de cel zeer constant.

Telers gebruiken meestal directe koeling, omdat het goedkoper is dan indirecte koeling. Daar staat tegenover dat je indirecte koeling beter kunt regelen. Het voordeel is een gelijkmatiger klimaat.

De afkoeling van producten vraagt een vrij groot koelvermogen. Na afkoeling hoef je het product alleen nog maar op temperatuur te houden. Daarvoor is minder koelvermogen nodig. Ongeveer éénderde van de capaciteit is dan al voldoende. Figuur 6.3 laat je dit duidelijk zien.

Fig. 6.3 De relatie tussen de celoppervlakte en het koelvermogen.

	Celoppervlakte	Gewenst koelvermogen
Opslagruime om te koelen	< 30 m ²	93-116 Watt per m ³
	> 30 m ²	Ca 80 Watt per m ³
Opslagruimte om koel te houden		Ca 35 Watt per m ³

Bij het bepalen van de celgrootte houd je rekening met de afmetingen van alle zaken die je in de cel nodig hebt. Denk hierbij aan de grootte van het te gebruiken fust; de afmetingen van stapelwagens, aanhangwagens, heftruck en dergelijke; het aantal te

koelen producten en de ruimte voor voldoende luchtcirculatie.

Capaciteiten

Je bepaalt per cel en per geval de verdampercapaciteit. De capaciteit is onder meer afhankelijk van het temperatuurverschil tussen verdamper en cellucht. De ventilatorcapaciteit moet voor een goede afkoeling minimaal 1 m³/uur per 1 Watt zijn. Na het inkoelen is een constante, niet te hoge luchtbeweging nodig. De constante luchtbeweging houdt het klimaat gelijkmatig. Het compressorvermogen moet voldoen bij een verdampingstemperatuur van -5°C en een condensatietemperatuur van +40°C. Dit vermogen moet iets kleiner of gelijk aan de verdampercapaciteit zijn. De condensorcapaciteit moet gelijk zijn aan de hoeveelheid af te voeren warmte plus de aan de compressor toegevoerde energie. Dit komt ongeveer overeen met 130% van de compressorcapaciteit.

De veiling

Ook bloemenveilings hebben faciliteiten op het gebied van koeling. Sommige veilingen beschikken over enkele koelcellen voor aangevoerde snijbloemen. De capaciteit is meestal te klein om alle aangevoerde producten te koelen. Een aantal veilingen zijn uitgerust met grote gekoelde neerztruimten.

De handel

De grootste variatie in koelmogelijkheden vind je bij de handel. Naast het normale gebruik van de koelcel, kun je producten ook 'voorcoelen'. Dit betekent dat je vóór het transport de verpakte producten afkoelt tot de gewenste temperatuur. Andere koelmogelijkheden zijn geïsoleerd en gekoeld transport.

Vragen 6.1

Beantwoord de volgende vragen met behulp van de figuur 6.2.

- Hoe groot is de warmteproductie gemiddeld bij 5°C en bij 20°C?
- Waarom neemt de warmteproductie boven de 10°C zo sterk toe?
- Wat is het verschil en de overeenkomst tussen punt A en punt B?
- Wat is het verschil en de overeenkomst tussen punt B en punt C?
- Welke bloemen (lijn x of lijn y) produceren de meeste warmte?
- Wat kan het verschil in warmteproductie tussen de ene en de andere bloem veroorzaken?

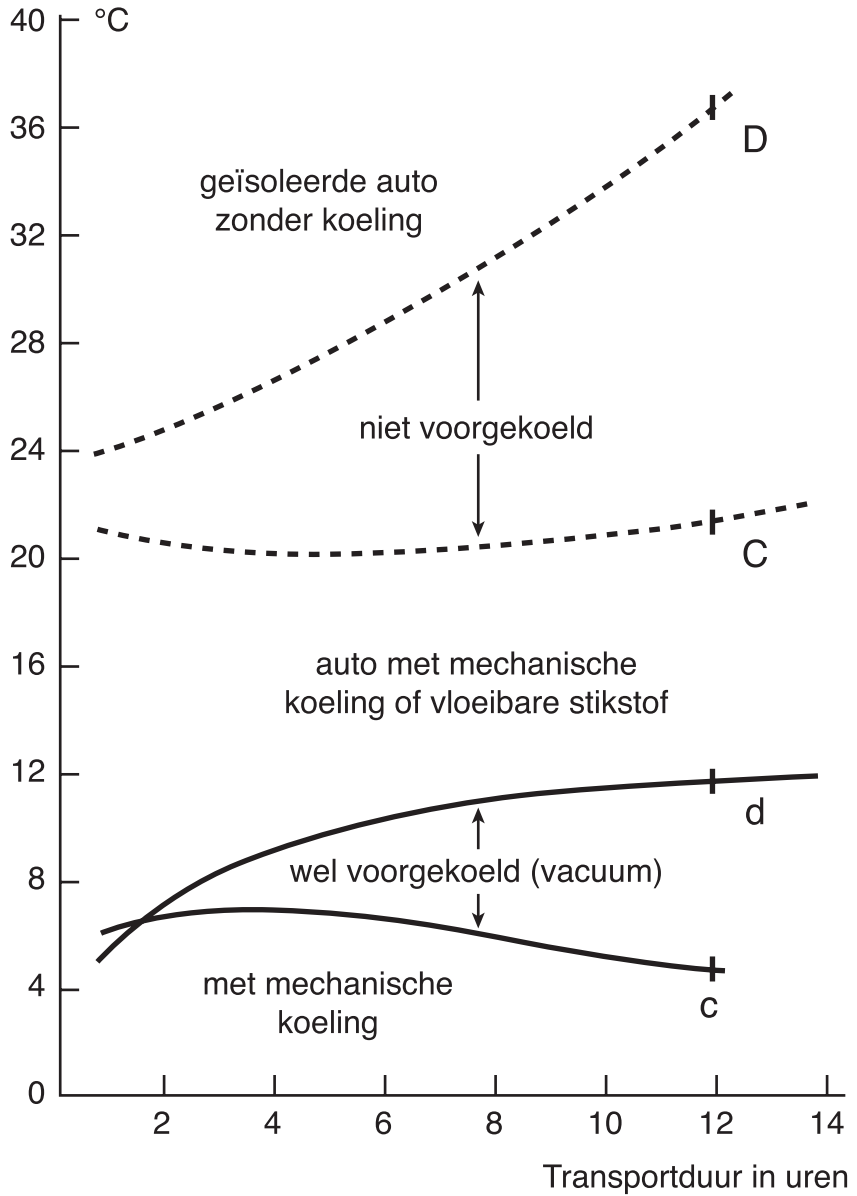
6.2 Voorcoelen

'Ik wil het product eerst lekker koud hebben voor ik het in de vrachtwagen laad. Dan duurt het in ieder geval even voordat het weer warm is.'

veldwarmte Sierteeltproducten kun je door middel van voorcoelen afkoelen. Hierbij koel je de bloemen in korte tijd naar de gewenste temperatuur. De warmte die het product heeft ten gevolge van de omgevingstemperatuur, de *veldwarmte*, wordt hierdoor afgevoerd. De bloemen koelen in korte tijd af tot de juiste transporttemperatuur. Dit lukt niet of nauwelijks bij koeling tijdens het transport. Zelfs niet bij gebruik van koelwagens, omdat het koelvermogen en de hoeveelheid circulerende lucht in de koelwagens niet voldoende is. (Zie figuur 6.4).

Fig. 6.4

Het temperatuurverloop van rozen in een geïsoleerde vrachtwagen tijdens het vervoer naar West-Duitsland bij een buitentemperatuur van 20°C.



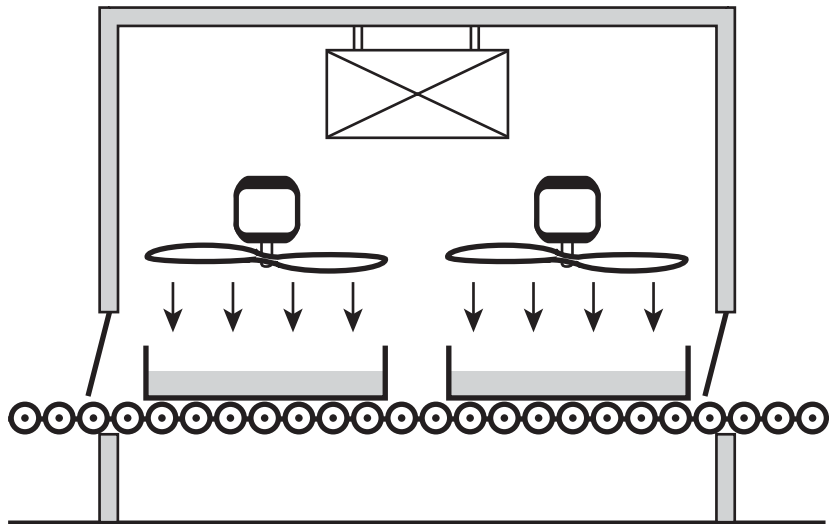
De compact gestapelde producten belemmeren de warmteafgifte. De warmteproductie van het product veroorzaakt zelfs eerder *broei* dan koeling. Een ander voordeel van voorcoelen is dat je bij een korte transportduur een geïsoleerde wagen kunt gebruiken. Bij langdurig vervoer (meer dan één dag) kun je beter een koelwagen inzetten. Er zijn verschillende voorcoelmethoden. Enkele basisprincipes zijn:

- jetkoeling;
- vacuümkoeling;
- doorstroomkoeling:
 - met perswand;
 - met zuigwand;
 - met pers-zuigwand.

Jetkoeling

Jetkoeling is een geforceerde afkoeling door sterke luchtwervelingen. De luchtwervelingen wek je met behulp van ventilatoren op. Voor jetkoeling heb je een afgesloten ruimte, een koeltunnel, nodig. In de koeltunnel wordt de koude lucht in de geopende doos op de verpakte bloemen geblazen (figuur 6.5).

Fig. 6.5
Bij jetkoeling wordt koude lucht in de geopende dozen geblazen.

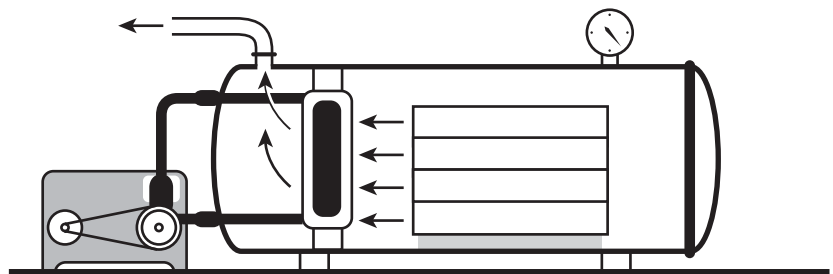


Vacuümkoeling

Vacuümkoeling kom je op groenteveilingen tegen. Dit systeem wordt bij de voorkoeling van onder andere sla, andijvie en spinazie gebruikt. Zowel technisch als fysiologisch zijn er geen bezwaren om snijbloemen op dezelfde wijze voor te koelen. Het systeem bestaat uit een vacuümpomp en een condensor, waarop het verdampte vocht uit het product in de vorm van ijs neerslaat (zie figuur 6.6).

De verdamping is bij lage druk erg hoog. Voor verdamping is warmte nodig. De gevraagde warmte wordt aan de snijbloem zelf onttrokken. Hierdoor koelt de snijbloem af. De grootte van de lading is bij vacuümkoeling niet van invloed op de afkoeltijd. Ook de verpakking, voorzover deze niet hermetisch is gesloten, heeft geen invloed op de afkoeltijd.

Fig. 6.6
Met vacuümkoeling is veel ervaring opgedaan op groenteveilingen.



Doorstroomkoeling

Doorstroomkoeling kent drie verschillende methoden; die op een aantal niet onbelangrijke details van elkaar verschillen.

De drie methoden zijn:

- doorstroomkoeling met perswand;
- doorstroomkoeling met zuigwand;
- doorstroomkoeling met pers- en zuigwand.

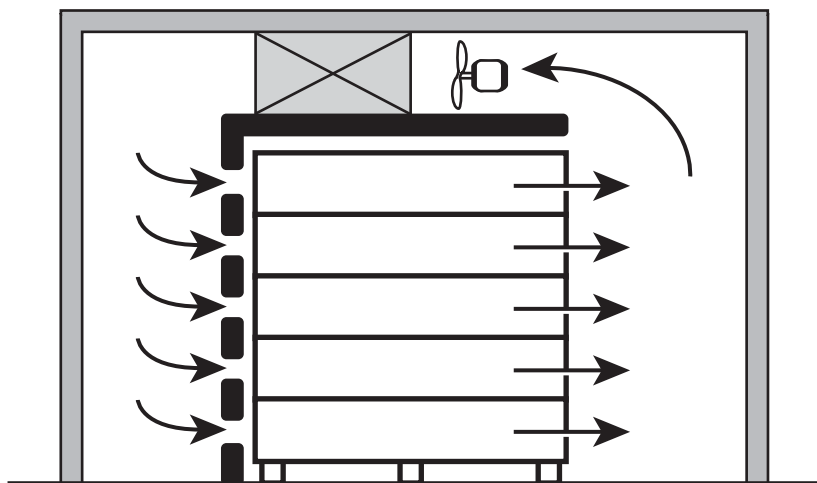
Doorstroomkoeling met perswand

Door middel van een drukverhoging aan de ene kant van de verpakking stroomt koude lucht gedwongen via openingen in de dozen over het product heen. De opgewarmde koellucht voert naar de koeler terug wanneer je het systeem in een koelcel of koeltent plaatst. Zie figuur 6.7.

Het percentage openingen, de soort bloemen en de verpakkingswijze in de doos hebben grote invloed op de afkoeltijd. Zorg altijd voor een goede aansluiting op de perswand om *lekkage* te vermijden.

lekkage

Fig. 6.7
Doorstroomkoeling met
perswand.



Doorstroomkoeling met zuigwand

Dit systeem verschilt weinig van het vorige. Het drukverschil wordt hier echter veroorzaakt door een onderdruk. De koeler zuigt op deze manier de koude omgevingslucht door de dozen over het product. Vervolgens koelt de koeler de lucht en blaast deze weer terug in de cel of koeltent. Zie figuur 6.8 en figuur 6.9. In tegenstelling tot de perswand is het bij deze koelvorm makkelijker om luchtlekkages te voorkomen.

Doet de voorkoelruimte tevens dienst als tijdelijke bewaar ruimte, let dan op de invloed van 'warm' ingebracht product op het celklimaat. De invloed is het minst bij het zuigwandsysteem. De opgewarmde lucht wordt namelijk eerst via de koeler geleid, daar gekoeld en dan pas in de ruimte teruggeblazen.

Fig. 6.8
Doorstroomkoeling met zuigwand.

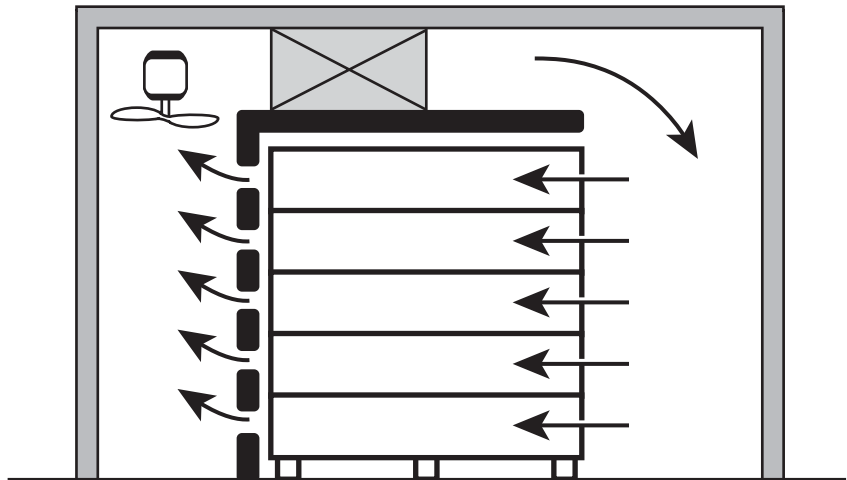
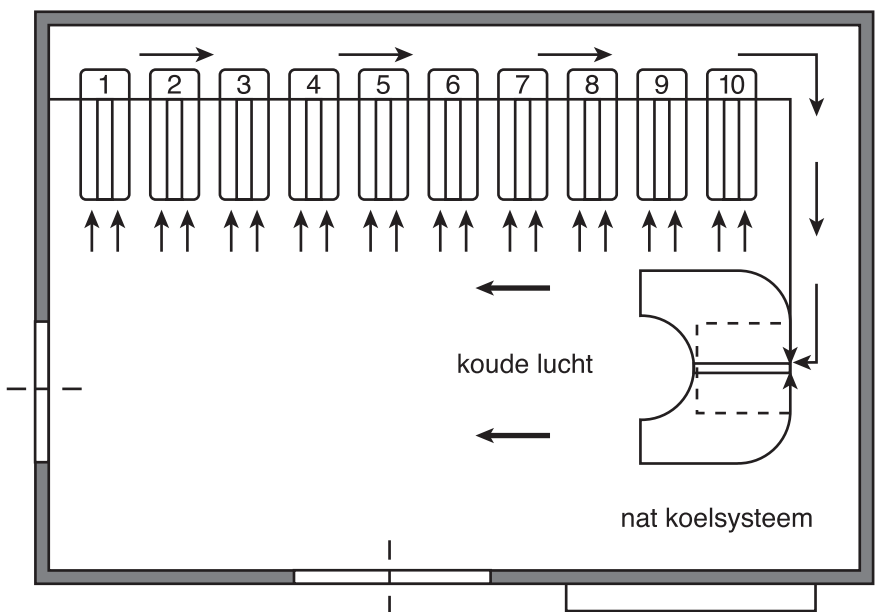


Fig. 6.9
De inrichting van een voorkoelcel met tien voorkoelsluizen met een zuigwand en een 'nat' koelsysteem.



Doorstroomkoeling met pers- en zuigwand

Deze methode van voorcoelen is een combinatie van beide voorgaande systemen. De dozen worden tussen twee wanden geklemd, een pers- en een zuigwand. Het drukverschil tussen beide wanden veroorzaakt een luchtstroom door de verpakking over het product. Zie figuur 6.10.

Vooral wanneer dit systeem is aangesloten op een centrale koudeluchtunit beperkt dit het ruimtebeslag tot een minimum. Dit geldt eveneens voor de andere luchtdoorstroomsystemen. Bij alle doorstroomsystemen kun je 'natte' koeling gebruiken. 'Natte' koeling geeft bij een perswand het meeste effect. In figuur 6.12 vind je een globaal overzicht van voorcoelsystemen en hun eigenschappen.

Fig. 6.10
Doorstroomkoeling met pers- en zuigwand.

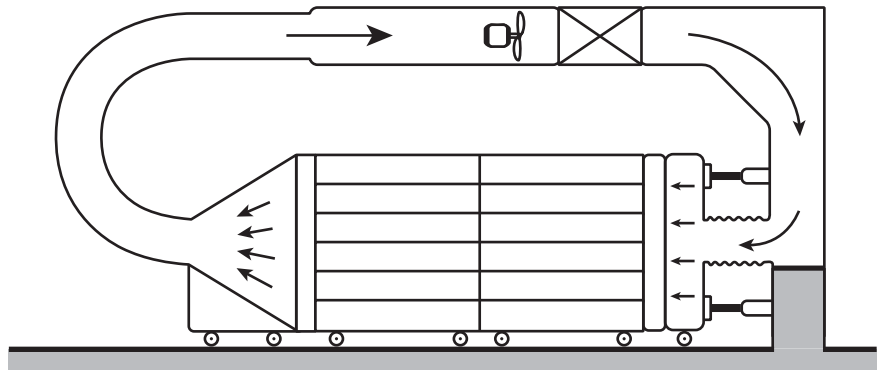


Fig. 6.11
Een voorkoelsluis met ingebouwde luchtkoeler.

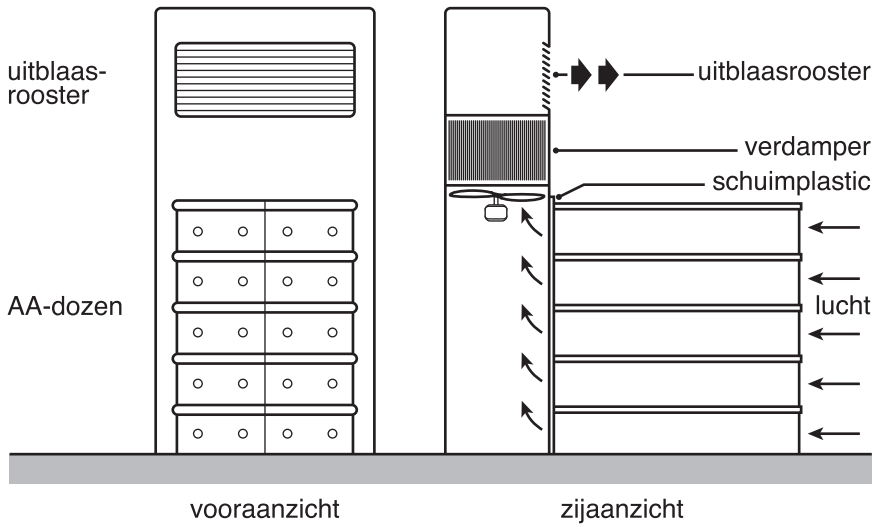


Fig. 6.12 Globaal overzicht van voorkoelsystemen en hun eigenschappen (- = veel en + = weinig).
(1) Dit is het stapelen op pallets en in verband plaatsen van pallets naar tussenopslagruimte, erken in charges. (2) Deze bestaan uit het bepaald percentage opening in de verpakking, de uniforme doosafmeting, met name in de lengte en breedte.

Systemen	Gemeten afkoeltijd in de eerste doos van 25 °C tot 8 °C/ 2 °C	Handelingen ¹		Verpakings-eisen ²	Vochtverlies		Ruimte-behoefte	Automatiserings-problemen
		Rond koeler	Totaal		Droge koeler	Natte koeler		
Jetkoeling	90 minuten	++	+	+	+/-	+	--	+
Perswand	60 minuten	+/-	-	--	-	+	+/-	+
Zuigwand	60 minuten	+/-	-	--	-	+/-	+/-	+
Vacuümkoeling	20 minuten	+/-	--	++	+	nvt	--	-

- Vragen 6.2**
- a Maak voor het beantwoorden van deze vragen gebruik van figuur 6.4.
 - Teken in je schrift een tabel met drie kolommen. Noteer in de eerste kolom de vier voorkoelvarianten. In de tweede kolom noteer je de temperatuur na vier dagen transport en in de derde kolom de temperatuur na twaalf dagen transport.
 - Waarom is het verschil tussen c en d kleiner dan het verschil tussen C en D?
 - Wat veroorzaakt de temperatuuroptename?
 - Wat is veldwarmte?

-
- b Welke van de volgende beweringen zijn juist:
- 1 Jetkoeling heeft de grootste afkoeltijd nodig in vergelijking met de andere koelsystemen.
 - 2 Bij vacuümkoelen is het koelen vooral gebaseerd op de forse verdamping van de bloemen.
 - 3 Bij doorstroomkoeling met perswand worden hoge eisen aan de verpakking gesteld.
 - 4 Doorstroomkoeling met zuigwand geeft minder problemen met luchtlekkage in vergelijking met een doorstroomkoeling met perswand.
 - 5 De afkoeltijd bij doorstroomkoeling is niet erg afhankelijk van het soort bloemen.
 - 6 Jetkoeling kan niet gecombineerd worden met natte koeling.
 - 7 Bij doorstroomkoeling met zuigwand is de opslagruimte voor de voorcoelruimte goed te gebruiken als koelruimte.
 - 8 Bij vacuümkoeling is de verpakkingswijze erg bepalend voor het resultaat.
 - 9 Je plaatst een met bloemen geladen wagen gedurende 12 tot 16 uur in een koelcel. Dit is een goede methode om de bloemen te koelen.
 - 10 De luchtdruk speelt vooral bij jetkoeling een belangrijke rol in het koelproces.
 - 11 Koelen en ventileren gaan goed samen in een geïsoleerde voertuigen.
 - 12 Het voorcoelen van een lege vrachtauto in een koelcel is een gangbare koelmethode.
 - 13 Vacuümkoeling stelt de minste eisen aan de verpakking.
 - 14 Natte koeling heeft het meeste effect bij een perswandsysteem en niet bij een zuigwandsysteem.
 - 15 Vacuümkoeling vraagt de meeste arbeidshandelingen.

6.3 Flower ice

'Leg een zak met ijs op je verstuurde voet. Dat helpt tenminste!'

- ijselementen* Flower ice bestaat uit diepgevroren *ijselementen* die je tussen de verpakte bloemen legt. Je ontvangt de elementen vaak in diepgevroren toestand, maar kunt ze direct gebruiken. Het ijselement bestaat uit met gel gevulde kussentjes. De elementen zijn in twee lagen verpakt. De eerste is een folielaag, die op zijn beurt is afgedekt met non-woven doek. Flower ice geeft constant en gelijkmatig zijn koeling af, er zijn geen grote wisselingen in temperatuur. Het element zal nooit een temperatuur onder de 0°C afstaan. Er is dus geen bevroering mogelijk. Flower ice is een flexibel product dat zich naar onderliggende vormen aanpast. Hierdoor is de kans op geknakte bladeren of bloemen minimaal. Andere eigenschappen van dit product zijn:
- geheel recyclebaar;
 - het bevat geen schadelijke stoffen;
 - een korte invriestijd;
 - licht van gewicht in verband met (lucht)transportkosten;
 - hergebruik van dit product is mogelijk.

Flower ice leg je met de doekzijde op de bloemstelen.

- Vragen 6.3**
- a Je kunt nu ongeveer tien voordelen noemen van flower ice. Zet de voordelen naar jouw eigen inzicht in volgorde van belangrijkheid.
 - b Zouden er ook nadelen zijn aan het gebruik van flower ice? Welke kun jij bedenken?

6.4 Afsluiting

Koelen is in de gehele keten gewenst. Snijbloemen produceren namelijk zelf warmte. Sla je snijbloemen uit een warme kas ongekoeld in dozen op, dan kan de temperatuur in de dozen flink oplopen. Door koeling voer je deze warmte af.

Vooraf bij langdurige bewaring (meer dan twee dagen) moeten koelinstallatie en koelcel aan zeer hoge eisen voldoen. Een constant lage temperatuur is van groot belang. Wisselende temperaturen zijn voor veel producten slechter dan een continu hogere temperatuur.

Naast het koelen is het voorkómen van uitdroging zeker zo belangrijk.

De vochtspanning en de specifieke vochtafgifte bepalen de mate van uitdroging. Het verschil tussen de vochtspanning direct rond de snijbloem (vrijwel verzadigd) en de vochtspanning van de omringende koellucht bepaalt de mate van uitdroging. Wanneer de vochtspanning stijgt (uitgedrukt in mm kwikdruk), neemt de uitdroging toe.

Een tweede factor die meespeelt is de specifieke vochtafgifte.

Dit is de hoeveelheid vocht die een kilogram product onder bepaalde klimatologische omstandigheden per tijdseenheid afstaat. Een lage producttemperatuur beperkt de vochtafgifte.

Je hebt nu geleerd dat je de relatieve luchtvochtigheid zo hoog mogelijk moet houden en de temperatuur op een voor het product aanvaardbaar laag niveau. Vermijd grote temperatuurwisselingen. Ze zijn niet alleen schadelijk voor de interne kwaliteit van het product, maar verhogen ook de kans op condensatie (een 'koud' product in een 'warme' omgeving). Condensatie leidt tot een vochtig product dat erg vatbaar is voor schimmelvorming (botrytis).

In hoofdzaak zijn er twee koelsystemen voor koelcellen in gebruik: de directe en de indirecte koeling.

- Directe koeling conditioneert (in de gewenste toestand 'conditie' brengen) de cellucht in een luchtkoeler door deze rechtstreeks door een koudemiddel te voeren.
- Een indirecte koeling koelt de luchtkoeler met een koudedragers (bijvoorbeeld water of glycol).

Daarnaast bestaat nog een 'nat' koelsysteem. Een 'nat' koelsysteem koelt de cellucht af door contact met koud water. Hierdoor stijgt de relatieve luchtvochtigheid boven de 95%.

Sierteeltproducten kun je afkoelen door middel van voorcoelen. Hierbij koel je de bloemen in korte tijd naar de gewenste temperatuur. Voorcoeling voert de veldwarmte van het product (de warmte die het product heeft ten gevolge van de omgevingstemperatuur) af. De bloemen zijn dan in korte tijd op de juiste transporttemperatuur, iets wat bij koeling tijdens het transport, zelfs bij gebruik van koelwagens, niet of nauwelijks lukt.

Er zijn verschillende voorkeelmethoden. Enkele basisprincipes zijn:

- jetkoeling;
- vacuümkoeling;
- doorstroomkoeling:
 - met perswand;
 - met zuigwand;
 - met pers-zuigwand.

Deze verschillende voorkeelsystemen kun je op de volgende punten vergelijken:

- de duur van de afkoeltijd in minuten;
- het aantal handelingen rondom het koelen;
- de verpakkingseisen voor het te koelen product;
- de mate van vochtverlies dat tijdens het koelen kan optreden;
- de benodigde ruimte voor het koelen;
- de mate waarin je het koelproces kan automatiseren.

Vragen 6.4 Neem onderstaand schema over in je schrift. Noteer de voor- en nadelen van de verschillende voorkeelsystemen in de tabel.

Methode van voorkeelen	Voordelen	Nadelen
Jetkoeling		
Vacuümkoeling		
Doorstroomkoeling met perswand		
Doorstroomkoeling met zuigwand		
Doorstroomkoeling met pers- en zuigwand		

7 Verwarming

Oriëntatie

In ruimten waar tropische producten tijdelijk moeten verblijven, is verwarming nodig om schade aan het product te voorkomen. Een kaaps viooltje en een anthurium lopen al flinke schade op bij een temperatuur onder de 10°C, zeker als ze over een langere periode bij de temperatuur blijven. Andere producten zijn tevreden met een vorstvrije ruimte, maar daar heb je in Nederland in de winter toch een verwarming voor nodig. Gebouwen en schuren worden tegenwoordig vrijwel uitsluitend door een centraal verwarmingssysteem verwarmd. In dit hoofdstuk leer je hoe een centrale verwarming werkt.

7.1 De werking van een centrale verwarming

'Begrijp jij dat nou? De ketel brandt en toch voelt deze radiator koud aan. Het wordt in deze ruimte gewoon niet warm genoeg. Doe er wat aan!'

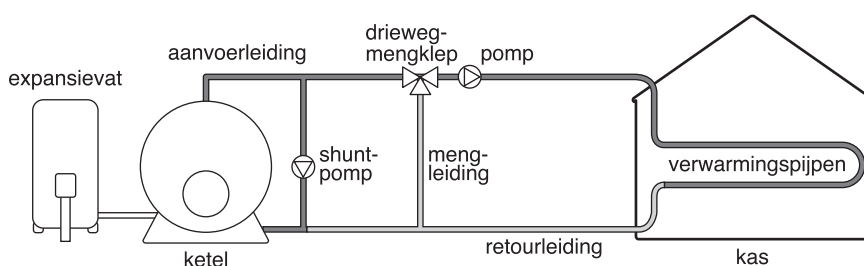
Een centraal verwarmingssysteem verwarmt water. Het warme water stroomt via een buizensysteem naar plaatsen waar de warmte nodig is.

Een centraal verwarmingssysteem bestaat uit de volgende onderdelen:

- een ketel met brander;
- het expansievat;
- een aan- en afvoerleiding;
- een mengklep;
- een pomp;
- verwarmingsbuizen of radiatoren;
- thermostaten.

In figuur 7.1 kun je zien hoe de verschillende onderdelen met elkaar verbonden zijn.

Fig. 7.1
Een eenvoudig centraal
verwarmingssysteem.



De branders brengen het water in de ketel op verwarmingstemperatuur. In de tuinbouw is de verwarmingstemperatuur meestal 90°C. Je spreekt nog van warmwaterverwarming tot en met een watertemperatuur van 110°C.

radiatoren

De aanvoerleiding voert het warm water uit de ketel. In de aanvoerleiding is een circulatiepomp gemonteerd die het warme water rondpompt. Het warme water stroomt door de aanvoerleiding naar de te verwarmen ruimten, waar het wordt verdeeld over de verwarmingsbuizen of *radiatoren*. De buizen of radiatoren geven de warmte af aan de ruimte. De verwarmingspijpen verzamelen zich weer in een gemeenschappelijke afvoerleiding, de retourleiding. De retourleiding voert het water terug naar de ketel. Als het water in de ketel terugkomt, is de temperatuur van het retourwater enigszins gedaald. In de aanvoerleiding bevindt zich een mengklep. Deze is via een mengleiding verbonden met de retourleiding. Via de mengklep stroomt een deel van het retourwater opnieuw naar de verwarmingspijpen. Dit water stroomt dan niet door de ketel.

De ketel wordt bij het mengklepsysteem op 90°C gehouden. De temperatuur in het gebouw wordt geregeld door de mengklep te verstellen. Staat de mengklep open, dan is het water in de verwarmingspijpen iets minder warm en loopt de temperatuur in het gebouw terug. Is de kastemperatuur erg laag, dan blijft de mengklep dicht waardoor er uitsluitend heet water uit de ketel door de buizen stroomt.

Als je water verwarmt, zet het uit. Het heeft dus meer volume nodig. Om te voorkomen dat de buizen springen hebben cv-installaties een apart vat voor de opslag van overtollige water. Dit is het expansievat. Als de watertemperatuur oploopt, stijgt het waterpeil in het expansievat. Omgekeerd daalt het waterpeil in het expansievat als de watertemperatuur daalt.

Het expansievat heeft nog een andere functie. Een storing in de ketel kan stoomontwikkeling veroorzaken, waardoor de ketel kan ontploffen. Om dit te voorkomen loopt er vanaf de ketel een veiligheidsleiding naar het expansievat. Deze leiding voert de overtollige stoom af.

Vragen 7.1

Zet de volgende onderdelen in de juiste volgorde. Begin daarbij met de ketel en volg de stroming van het water door het systeem totdat je weer bij de ketel uitkomt. Ketel, brander, circulatiepomp, verwarmingsbuizen, aanvoerleiding, expansievat, thermostaat, afvoerleiding, mengklep, radiatoren.

7.2 De onderdelen van de centrale verwarming

Een centrale verwarming bestaat uit veel onderdelen. Elk onderdeel heeft zijn eigen functie en geen enkel onderdeel kan gemist worden om het totale systeem goed te laten functioneren.

Ketel en brander

De computer stuurt de ketel en de brander aan. De computer meet de feitelijke keteltemperatuur en vergelijkt deze met de ingestelde keteltemperatuur. Als de gemeten en de ingestelde keteltemperatuur van elkaar verschillen, berekent de computer de warmtebehoefte en regelt de branderstand. Het opstarten (voorspoelen, ontsteking, startgastoevoer, vlamcontrole, gastoevoer) verzorgt de branderautomaat zelf, onafhankelijk van de klimaatcomputer.

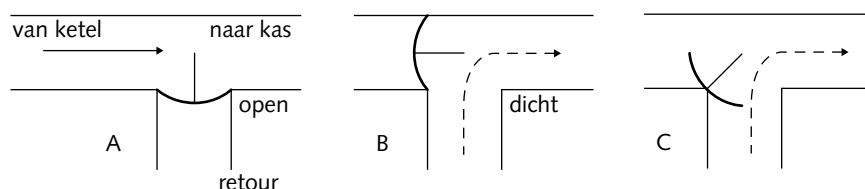
Circulatiepomp

De klimaatcomputer kan de pomp AAN/UIT en eventueel HOOG/LAAG/UIT zetten. Bij warmtevraag draait de pomp. Een tweetoerenpomp schakelt bij een toenemende warmtevraag over van LAAG naar HOOG. Ligt de kastemperatuur 0,5 tot 1,0°C boven de verwarmingstemperatuur, dan is de pomp uit. Tijdens langere stilstand, bijvoorbeeld in de zomer, kan een pomp vast gaan zitten. De computer voorkomt dit door de pomp iedere 24 uur enkele minuten te laten draaien.

Driewegmengklep

In de klep bevindt zich een draaibaar segment, dat verschillende standen kan innemen (zie figuur 7.2).

Fig. 7.2
De driewegmengklep kan verschillende standen innemen.



In stand A staat de mengklep helemaal open. Er stroomt nu water met een keteltemperatuur (90°C) naar de kas. Deze stand komt voor als het flink vriest. In stand B is de ketelaanvoer afgesloten: de klep is dicht. Het water in de kas pompt rond en warmt niet meer op. Als gevolg hiervan koelen de verwarmingsbuizen en radiatoren af tot de gebouwtemperatuur. Deze stand komt voor op dagen waarop de zon voor een aangepaste temperatuur in het gebouw kan zorgen. In stand C staat de mengklep half open: er gaat dan 50% heet ketelwater, gemengd met 50% minder warm retourwater naar het gebouw. De schijf van de 'mengklep' kan elke stand tussen open en dicht innemen, waardoor elke gewenste watertemperatuur in het gebouw mogelijk is. In de praktijk wijzigt de klepstand meestal volautomatisch. Als de temperatuur in het gebouw of het water afwijkt van de ingevoerde instellingen, gaat er een signaal naar de servomotor van de mengklep. De servomotor regelt of de klep verder open- of dichtgaat.

Expansievat

Omdat water uitzet als je het verwarmt, zou het schade aan kunnen richten in de verwarmingsinstallatie. Om dit te voorkomen heeft de ketel een expansievat. Bij stijgende watertemperatuur neemt het expansievat de volumetoename van het water op en bij dalende watertemperatuur geeft het water aan de installatie af, zodat de installatie altijd vol water blijft. De nuttige inhoud van een expansievat moet 5% van de totale inhoud van de installatie zijn. Een expansie vat kan open en gesloten zijn. Open expansievaten moeten op het hoogste punt van de installatie worden opgesteld. Open expansievaten komen bijna niet meer voor.

membraanexpansievat Een gesloten expansievat of *membraanexpansievat* is een volledig gesloten vat. Een rubberen membraan deelt het vat in tweeën. Boven het membraan zit water, onder het membraan stikstof in gasvorm. Zet het water uit, dan gaat de membraan naar beneden en wordt de stikstof samengeperst. Wanneer het water in de installatie afkoelt, gaat de membraan naar boven en zet de stikstofgas uit. Dit systeem wordt

veel toegepast bij cv-installaties in woningen.

Aanvoer- en retourleiding: ligging en isolatie

De ligging van de leidingen moet zodanig zijn dat ze zo weinig mogelijk bochten en overbodige stukken bevatten. De leidingen mogen geen belemmering vormen voor personen- of goederenverkeer. Meestal worden leidingen op een bepaalde hoogte aangebracht.

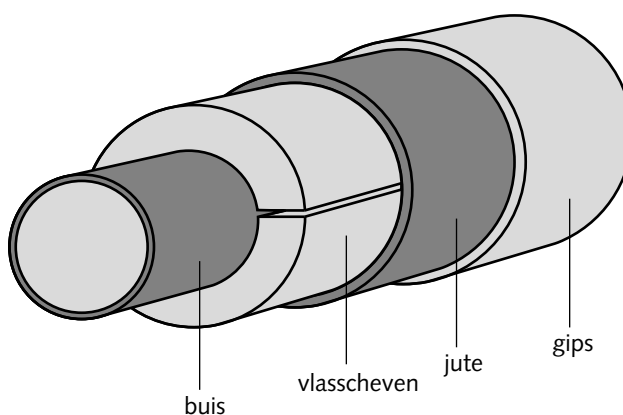
De pijpen hebben op voldoende punten ondersteuning nodig. Ook moet de ondersteuning of ophanging zodanig zijn dat de pijpen in de lengterichting vrij kunnen uitzetten en krimpen.

De delen van de aanvoer- en retourleiding die buiten het gebouw liggen, moet je isoleren. Een veel voorkomend *isolatietype* bestaat uit stukken geperste vlasscheven, omhuld met jute en afgewerkt met gips. In figuur 7.3 zie je de verschillende isolatielagen afgebeeld. Ligt de leiding in de buitenlucht, dan wordt het gips met een weerbestendige laag omhuld, bijvoorbeeld ruberoid of aluminium.

isolatietype

Fig. 7.3

De isolatie van aan- en afvoerleidingen bestaat uit meerdere lagen: eerst vlasscheven, daarna jute en daarna gips. Bij buitenleidingen wordt het gips van een weerbestendige laag voorzien.

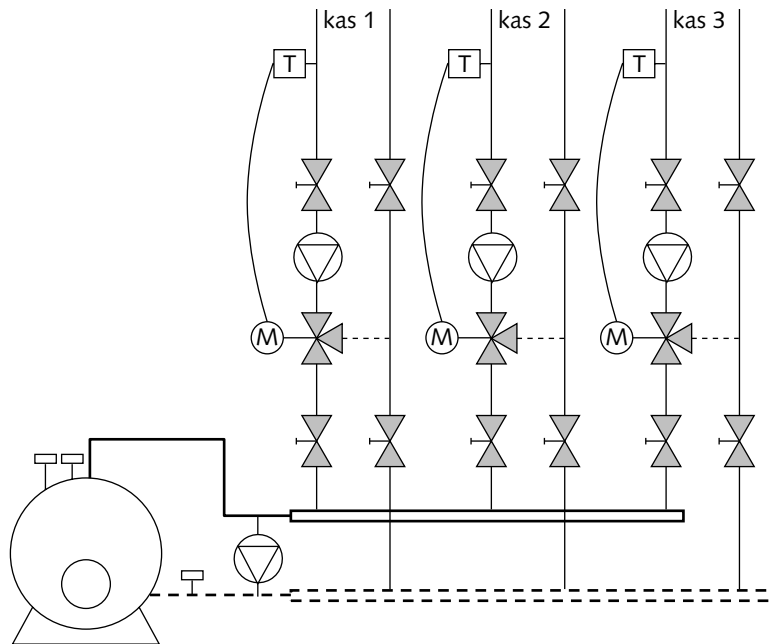


Verdeelstuk

Bedrijfsgebouwen hebben meestal meerdere ruimten. Er zijn verschillende afdelingen, waarin verschillende temperaturen gewenst zijn. Elke afdeling heeft zijn eigen optimale temperatuur. Het is prettig als je voor elke afdeling de temperatuur apart kunt regelen. Daarom is voor elke afdeling een aparte menggroep nodig. Een menggroep bestaat uit een driewegmengklep, een circulatiepomp en een aantal thermostaten.

Bestaat een installatie uit meerdere menggroepen, dan zijn deze vaak overzichtelijk in het ketelhuis naast de ketel opgesteld. Je spreekt dan van een verdeelstuk. In figuur 7.4 zie je een schematisch getekend verdeelstuk.

Fig. 7.4
Schematische
voorstelling van een
verdeelstuk met drie
menggroepen.



Bij een storing in een mengklep of circulatiepomp, draai je de handbediende afsluiters dicht. Nu kun je, zonder de hele installatie af te tappen, het betreffende onderdeel (laten) vervangen. De andere groepen blijven dan gewoon doordraaien.

Verwarmingspijpen: vorm, kleur, ligging en maat

De verwarmingspijpen hebben meestal de vorm van een haarspeld. De gemiddelde temperatuur van de 'benen' van de haarspeld is dan over de gehele lengte gelijk, dit geldt ook voor de warmteafgifte.

De pijpen moeten vrij kunnen uitzetten en krimpen. In alle gevallen liggen de haarspelden op vastgestelde afstanden van elkaar. Deze afstand wordt onder andere bepaald door het aantal meter pijp dat je in het gebouw wil leggen.

Vragen 7.2

Hierna volgen enkele uitspraken over de functie van onderdelen van de centrale verwarming. Geef aan of de bewering waar of niet waar is.

- Een verwarmingsketel moet altijd op de onderste verdieping van het gebouw staan.
- De driewegmengklep bevindt zich in de retourleiding van de installatie.
- De circulatiepomp is bedoeld om oververhitting van de ketel tegen te gaan.
- Het expansievat is een beveiliging tegen uitzetting van warm water.
- Elke ruimte heeft een eigen mengklep en circulatiepomp.

7.3 Warmtetransport en problemen

'Heb je die vlekken op de anthuriumbloemen gezien? Komt dat nu door de kou of door de warmte? Ik weet het niet. Maar in ieder geval kan ik dit zo niet meer verkopen aan mijn klanten.'

Warmteverplaatsing

De warmte die de ketel produceert, moet uiteindelijk in de schuur of het gebouw komen. Warmte verspreidt zich altijd van plaatsen met hoge temperatuur naar plaatsen met lage temperatuur. Warmte kan zich op drie manieren verplaatsen:

- 1 door geleiding of conductie;
- 2 door stroming of convectie;
- 3 via straling of radiatie.

<i>geleiding</i>	Het warmtetransport in vaste stoffen vindt door <i>geleiding</i> plaats. Stoffen die de warmte goed doorgeven (zoals koper, aluminium en ijzer), kun je gebruiken bij de verwarming. Stoffen die de warmte slecht doorgeven kun je gebruiken voor isolatie. Stoffen die warmte slecht geleiden zijn bijvoorbeeld kurk, tempex, steenwol en schuimrubber.
<i>stroming</i>	Bij gassen en vloeistoffen wordt de warmte door <i>stroming</i> verplaatst. Bij een stijging van de temperatuur zetten de gassen of vloeistoffen uit, waardoor ze zich verplaatsen. Het warme gas of de warme vloeistof mengt zich met de het koudere gas of vloeistof. Er treedt menging op. De stroming kun je ook kunstmatig in gang zetten, zoals bij de circulatiepomp.
<i>straling</i>	Warmteoverdracht via <i>straling</i> komt tot stand doordat de warmte aan de oppervlakte van een stof wordt omgezet in elektromagnetische straling . Bij een cv-installatie kun je alle drie manieren van warmteverspreiding tegenkomen.

Problemen met het systeem van centrale verwarming

<i>ontluchtingskraantjes</i>	<p>Een cv-installatie kan allerlei problemen geven. In de meeste gevallen laat je het installatiebedrijf komen om het euvel te verhelpen. Maar er zijn ook problemen die je zelf kunt oplossen, zoals lucht in de leidingen. Lucht in de leidingen belemmert de doorstroom van het water, met als gevolg dat een of meerdere radiatoren niet voldoende opwarmen. Je verwijdert de lucht door de leiding te ontluchten. Hiervoor zijn op verschillende plaatsen in het verwarmingssysteem <i>ontluchtingskraantjes</i> aangebracht. Deze moet je allemaal nalopen.</p> <p>Een ander probleem is te weinig water in het systeem of dat door een kleine lekkage wat water verdampt. Door de lage druk van het water slaat dan de ketel niet meer aan. Je moet dan water toevoegen zodat de druk weer op peil komt. Meestal kun je met een slang die gekoppeld is aan de waterleiding de hoeveelheid water weer aanvullen.</p>
------------------------------	--

Problemen met de producten door de centrale verwarming

<i>stralingschade</i>	<p>De luchtvochtigheid daalt fors bij de verwarming van koude lucht. Je moet er dus rekening mee houden dat planten die enige tijd in een verwarmde ruimte staan flink veel vocht kunnen verliezen. Zeker als ze in een stenen pot staan. Hou dit goed in de gaten en geef desnoods aanvullend water.</p> <p>Planten die te dicht bij een hete radiator staan kunnen door <i>stralingschade</i> waardeloos worden.</p> <p>Doordat de bladtemperatuur door de stralingswarmte te hoog oploopt, is de verdamping van het blad hoog. Als het water niet snel genoeg wordt aangevoerd, verdroogt het blad.</p>
-----------------------	--

Vragen 7.3

- a Welke woorden horen bij elkaar? Leg de juiste verbinding tussen straling, stroming, geleiding en vast vloeibaar en gas.
- b Geef een voorbeeld van stoffen of voorwerpen die een rol spelen bij straling, stroming en geleiding.
- c Geef bij de verschillende onderdelen van de verwarmingsinstallatie aan waar sprake is van warmte geleiding, stroming en straling.
- d Welke vorm van warmteoverdracht wordt door lucht in de leiding belemmert?
- e Welke warmteoverdracht kan voor schade zorgen als planten te dicht bij de radiator staan?

7.4 Afsluiting

Bedrijven die zich bezighouden met de handel in bloemen en planten zullen of de verwerkingsruimte op voldoende temperatuur of vorstvrij houden om schade aan bepaalde bloemen te voorkomen. Hiervoor gebruik je meestal een centrale verwarmingsinstallatie.

Bij een centrale verwarming komt de warmte (stromingswarmte en stralingswarmte) in fasen via buizen en pijpen bij het gewas.

- Eerst warmt een brander het water in de ketel op tot bijvoorbeeld 90°C.
- Een pomp transporteert het warme water via een aanvoerleiding naar de te verwarmen ruimte.
- De radiatoren verdelen in de ruimten het water over de afdelingen.
- De radiatoren geven de warmte via straling en stroming af aan de lucht en de planten die in de ruimte staan.
- Het afgekoelde water gaat via een retourleiding naar de ketel en warmt daar weer op.

Tijdens het verwarmen van de ruimte ontstaan luchtstromen. Warme lucht heeft immers de neiging op te stijgen. Deze luchtbeweging kan worden benut om de vochtigheidsgraad rondom de planten onder controle te houden.

Bij storingen van de ketel moet je een reparateur laten komen. Alleen ontluchten en water aanvullen zijn karweitjes die je zelf wel kunt klaren

Planten die te dicht bij de verwarming staan, kunnen veel schade oplopen door verdroging.

Trefwoordenlijst

A

aanvoorschrift 23
actieve kool 28
ademhalingsintensiteit 60
ademhalingswarmte 15
afstervingsproces 10

B

bacteriedodende stof 42
bacteriekiemgetal 61
bacteriën 23
bewaarboek 27
biologisch afbreekbaar 63
biologische processen 13
broei 72

C

CA-bewaring 27, 39, 62
celspanning 63
condensatie 23, 70
condensatietemperatuur 49

D

differentie 57
dissimilatie 14
dissimilatieproces 68
domino-rally 24
doorlooptijd 35

E

enzymwerking 27
ethyleengrenswaarde 39
expansie 50

G

geleiding 85
gesloten koelketen 36
grenswaarde 60

H

HACCP 26
hygiëncodes 25

I

ijsafzetting 53
ijselementen 77
Integrale Ketenzorg 24
intercellulaire ruimten 61
ISO 9002 25
isolatietype 83

K

kijkglas 54
koelement 47
koelketen 59
koellucht 24
kouschade 32

L

lage temperatuurbederf 36
lamellen 47
lekbak 48
lekkage 74
lekken 53
levensprocessen 34
LTB 27
luchtuitblaas 56

M

mechanische beschadiging 22
membraanexpansievat 82
minimumtemperatuur 60

N

'nat'-koelsysteem 70
natslaan 37

O

ontluchtingskraantjes 85
openingen in de verpakking 65
optimale transporttemperatuur 66

P

peper 43
persklep 48
pokken 43

R

radiatoren 81
reinigingsschema 26
relatieve luchtvochtigheid 36
reservestoffen 39

S

scrubbers 28
Sealen 27
sealen 13
smet 43
smoorverlies 50
specifieke vochtafgifte 61
stellingen 56
stootrand 56
straling 85
stralingsschade 85
stroming 85

U

uitbreidingsplannen 56
uitdroging 22
uitvloeier 42
ULO bewaring 62
ULO-bewaring 27, 39

V

vaatbundels 44
vacuümkoelen 42
veldwarmte 71
ventilatie 37
ventilatoren 54
verkurkte lagen 13
verouderingshormoon 16
verouderingssnelheid 62
voedselveiligheid 26
voeler 52
volumetoename 82
voorbereidingsmiddel 22

W

waakthermostaat 57
warmteproductie 15
waterdamp 13
wisselende temperaturen 69

Z

zuigklep 48