AGROTECHNOLOGY & FOOD INNOVATIONS
WAGENINGEN UR

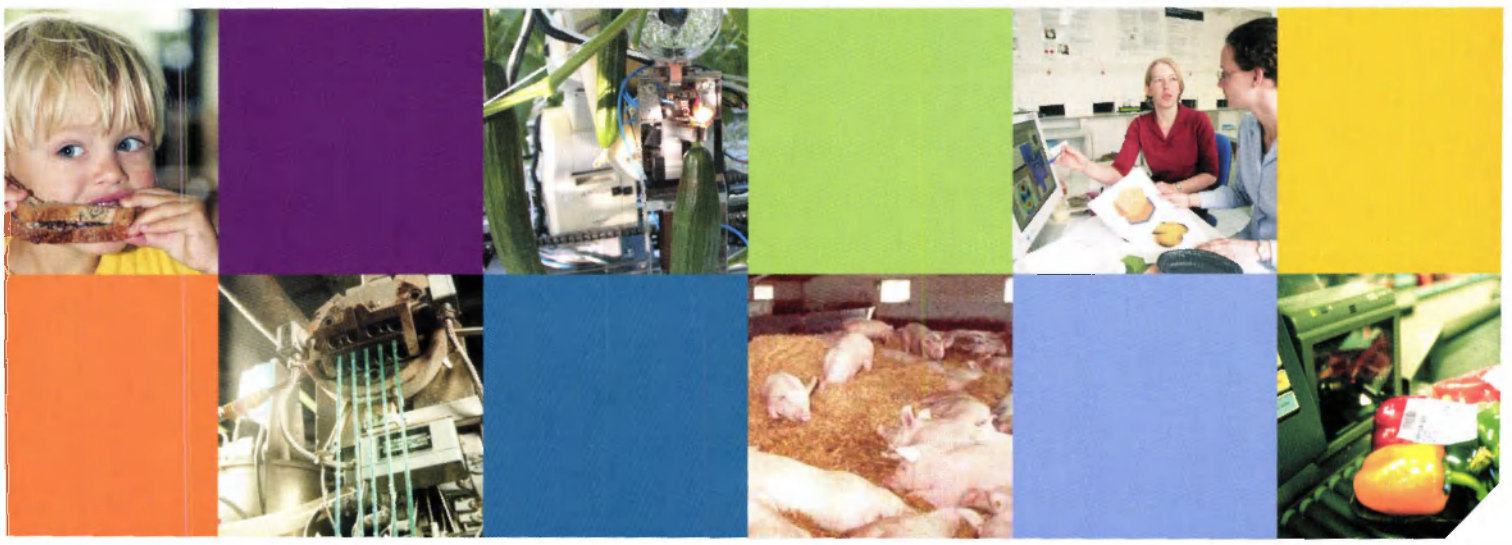
Cursus

Koeling en Productkwaliteit

Nederlandse Fruittelers Organisatie

Frank van de Geijn
Alex van Schaik

22u5q4b



Cursus

Koeling en Productkwaliteit

Nederlandse Fruittelers Organisatie

Frank van de Geijn
Alex van Schaik

Colofon

Nederlandse Fruittelers Organisatie

Titel	Cursus Koeling en productkwaliteit
Auteur(s)	Frank van de Geijn, Alex van Schaik
A&F nummer	
ISBN-nummer	
Publicatiedatum	Februari 2005
Vertrouwelijk	
OPD-code	
Goedgekeurd door	

Agrotechnology & Food Innovations B.V.
P.O. Box 17
NL-6700 AA Wageningen
Tel: +31 (0)317 475 024
E-mail: info.agrotechnologyandfood@wur.nl
Internet: www.agrotechnologyandfood.wur.nl

© Agrotechnology & Food Innovations B.V.
Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, hetzij mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. De uitgever aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele fouten of onvolkomenheden.
All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system of any nature, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior permission of the publisher. The publisher does not accept any liability for inaccuracies in this report.

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Agrotechnology & Food Innovations B.V. is gecertificeerd door SGS International Certification Services EESV op basis van ISO 9001:2000.

Inhoudsopgave

1 Inleiding **6**

2 Product **7**

2.1 Ademhaling 7

2.1.1 Invloed van temperatuur op ademhaling 8

2.1.2 Invloed van O_2 en CO_2 op ademhaling 9

2.1.3 Overige invloeden 10

2.1.4 Juiste volgorde in ademhalingsremmen 10

2.1.5 Afwijkingen in volgorde 11

2.1.6 Condities zijn meer dan een waarde 12

2.1.7 Invloed van condities op kwaliteit 12

2.2 Bewaarkwaliteit en pluktijdstip 13

2.2.1 Rijpheid, bepalen van.... 13

2.2.2 Rijpheid, overwegen 15

2.2.3 Rijpheid, omgaan met.... 16

2.3 Bewaarkwaliteit en minerale samenstelling 17

2.4 Oude bewaarwijsheden 20

2.4.1 Grondslag 20

2.4.2 Dracht 20

2.4.3 Vruchtmaat 21

2.5 Bewaarafwijkingen 21

2.5.1 Scald 21

2.5.2 Schilbruin, Captan-bruin, softscald 22

2.5.3 Vochtverlies 23

2.5.4 Schilvlekjes 24

2.5.5 Rot en schimmels 25

2.5.6 Glazigheid 28

2.5.7 Vruchtvleesbruin (VVB) 28

2.5.8 Klokhuisbruin (KHB) 28

2.5.9 Lage temperatuurbederf (LTB) 29

2.5.10 Ouderdomsbederf (OB) en buikziek 30

2.5.11 O_2 en CO_2 schade 31

2.5.12 Hol en bruin Conference 32

2.5.13 Uitwendige CO_2 schade 33

2.5.14 Stip/Boomstip 34

2.5.15 Zacht 35

2.5.16 Jonathanspot/Lenticelspot 35

2.5.17 Overige 36

3 Techniek **37**

3.1 Koelinstallatie 37
3.1.1 Warmtebonnen 37
3.1.2 Basis van koeltechniek 39
3.1.3 Onderdelen van de koelinstallatie 40
3.1.3.1 Verdamper 40
3.1.3.2 Expansieventiel 40
3.1.3.3 Compressor en condensor 40
3.1.3.4 Meet en regeltechniek 41
3.1.3.5 Overige onderdelen van een koelinstallatie 42
3.1.4 Systeemkeuze koelinstallatie 45
3.1.4.1 Directe expansie (DX systemen) 45
3.1.4.2 Directe pompsystemen 45
3.1.4.3 Indirecte pompsystemen 46
3.1.4.4 Conclusie 47
3.2 Isolatie 47
3.2.1 Materiaal 47
3.2.2 Vloerisolatie 48
3.2.3 Onderhoud 48
3.2.4 Vocht 48
3.2.5 Gasdichtheid van ULO cellen 49
3.2.5.1 Bepaling van cm2 lekkage 49
3.2.5.2 Lekzoeken 50
3.2.5.3 Lekzoeken tijdens bewaring 51
3.3 Voorzieningen op de cel 51
3.3.1 Over- en onderdrukbeveiliging 51
3.3.2 Longen 52
3.3.3 Meetkraantje en testbuis 52
3.3.4 Doorkoppelbuis 52
3.3.5 Controleluik 53
3.3.6 Watermeting 53
3.3.7 Overigen 53
3.4 ULO installatie 55
3.4.1 Meet- en regelapparatuur 55
3.4.1.1 Meetprincipes O_2 meters 55
3.4.1.2 Meetprincipes CO2 meters 56
3.4.1.3 IJken O_2 en CO_2-meters 56
3.4.2 Regelen O_2 inlaat (beluchten) 57
3.4.3 Regelen CO_2 (scrubben) 57
3.4.3.1 Scrubben met kalk 57
3.4.3.2 Scrubben met Actieve kool 60

3.4.3.3 Ondersteunende kalk bij actieve koolscrubber 61
3.4.3.4 Overigen 61
3.4.4 Stikstof inzet 62
3.4.4.1 Machine of anders 63

4 Product en techniek 65
4.1 Bewaarcondities 65
4.1.1 Naamgeving bewaarmethoden 65
4.1.2 Algemene opmerkingen over condities 66
4.1.3 Toelichting 'stuurfactoren' 67
4.1.4 Gecombineerde bewaring 68
4.2 Start bewaarseizoen 68
4.2.1 Stapeling 69
4.2.2 Temperatuurinstelling 70
4.2.3 Luchthoeveelheid 70
4.2.4 Ontdooiing 71
4.2.5 Inkoelen en bewaren 72
4.2.6 Vochtverlies en koelwerking 73
4.2.7 Instelling alarmen en waakvoelers 74
4.2.8 IJken 74
4.3 Starten per ras 75
4.3.1 Conference (en andere peren) 75
4.3.2 Afdekken perencellen 75
4.3.3 Jonagold of Jonagold/Golden 76
4.3.4 Cox/Boskoop 77
4.4 Watermeten 78
4.5 Inslag kwaliteit fruit 78
4.6 Celcontroles 78
4.7 Ontsmetten van koelcel en fust 80
4.8 Veiligheid 80

5 Organisatie en bereikbaarheid 83

Bijlage 1: Bewaarcondities hard- en zachtfruit seizoen 2004-2005 84

1 Inleiding

Deze cursusbundel is bedoeld om zoveel mogelijk facetten van het bewaren van hardfruit duidelijk te maken. Uiteraard valt het niet mee alle onderdelen tot in detail te bespreken. Wel zal aan het einde van de cursus(map) een scheiding gemaakt kunnen worden tussen hoofd- en bijzaken.

In het kort worden de volgende onderwerpen besproken en beschreven:

- Achtergronden van het product
- Invloeden van bewaaromstandigheden
- Bewaarafwijkingen met beschrijving en oorzaken
- Technische onderdelen bewaarfaciliteit en werking

In het laatste deel van de cursus(map) wordt de combinatie van het gebruik van de techniek en de producteigenschappen voor een optimaal bewaarresultaat toegelicht.

Deze cursusbundel is opgesteld voor het ondersteunen van een algemene bewaar cursus voor hardfruit, maar is ook prima te gebruiken voor startende bewaarders die een toegepaste handleiding willen. De cursusinhoud is zoveel mogelijk bijgewerkt naar de huidige stand van zaken over koel en CA techniek maar zeker ook productkwaliteit.

Aan dit stuk kunnen geen rechten worden ontleend.

2 Product

2.1 Ademhaling

Een belangrijk kenmerk van levende organismen is ontwikkeling en groei. Zo ook bij vruchten. Ook na de groeifase aan de boom blijft de vrucht een levend product en maakt ook nog een zekere ontwikkeling door. Zo lang het product zich nog ontwikkelt, leeft het en is dus ook het ademhalingsproces nog min of meer intact.
De energievoorziening voor diverse levensprocessen komt vooral uit de verbranding van koolhydraten. Deze voorraad energie wordt tijdens assimilatie in de vrucht vastgelegd of opgeslagen. Factoren die invloed hebben op de assimilatie, hebben dus vervolgens ook een invloed op de energievoorraad (zetmeelgehalten). Kort een opsomming van de invloeden:

- Stress door het klimaat; combinaties van een hoge temperatuur en een lage relatieve luchtvochtigheid is een nadelig effect
- Grondvocht; door gebrek aan bodemvocht, raakt boom en vrucht uit balans, zeker in combinatie met klimaatstress, dit kan een specifieke invloed hebben op de minerale samenstelling
- Dracht; vooral de blad/vrucht verhouding bepaalt de energievoorraad waarbij een verhouding van 25 : 1 een redelijke norm is
- Kalium gehalten; zowel aanwezigheid als beschikbaarheid in bodem is belangrijk; K is noodzakelijk voor zetmeelaanmaak
- Bladkwaliteit; bladbeschadiging door zware hagel, spint, schurft, bladval etc vermindert de assimilatie

Uiteindelijk wordt gedurende de naoogstfase de energievoorraad verbrandt via onderstaande (vereenvoudigde) formule.

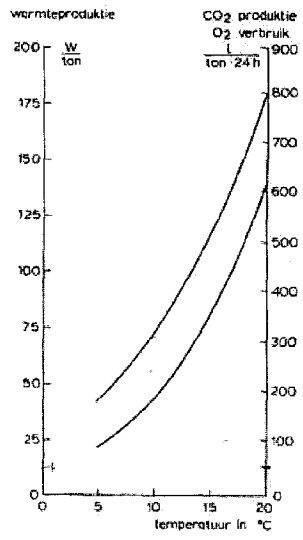
$$C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2 \Rightarrow 6CO_2 + 6\ H_2O + \text{energie (warmte)}$$

Na de oogst stopt dus de opbouw van koolhydraten. Door verbranding in de naoogstfase loopt de aanwezige energievoorraad langzaam leeg. Let wel, vaak heeft de vrucht na het oogstmoment nog een voorraad zetmeel die nog in suikers omgezet kan worden. We zien de suikerwaarden in de eerste weken / maanden van de bewaring dus meestal nog stijgen. Na het bereiken van een maximale suikerwaarde, treedt een definitieve daling op die de veroudering inluidt. Echter niet alleen de suikers worden als basis voor de ademhaling gebruikt, ook zuren dienen als bron.
Aan het einde van de bewaring is daarom het zuurgehalte soms gehalveerd.
Het verloop van de koolhydratenvoorraad kunnen we voor een deel vaststellen met de lugoltoets. Snijden we in de weken voor de pluk vruchten door, dan is aan de hand van de blauw/zwart-verkleuring de aanwezigheid van zetmeel te constateren. We kunnen echter alleen constateren of

zetmeel aanwezig is. De hoeveelheid is onbekend. We kunnen de hoeveelheid hooguit afleiden aan de afbraaksnelheid. Logischerwijs geven kleinere zetmeelvoorraden een snelle verandering van het "lugolbeeld" en geven grote hoeveelheden een trage verandering. Het optimaliseren van de omstandigheden na oogst is gericht op een zo traag mogelijk verloop van de afbraak van reservestoffen in de vrucht. Hiermee blijft de kwaliteit zo lang mogelijk behouden. Deze vereenvoudiging van de werkelijkheid is handig om het basisproces uit te leggen. In de vrucht spelen echter een eindeloos aantal processen. Deze worden elk op tal van manieren door de bewaaromstandigheden beïnvloedt. Zo weten we uit ervaring dat het verlagen van de temperatuur bij veel rassen een verminderde afbraak van suikers geeft, maar dat naar rato bijvoorbeeld de transportfunctie van afvalstoffen sterker wordt verminderd. Hierdoor treedt bij een aantal rassen een vergiftiging op door een onbalans tussen productie en transport. Let wel geen vrucht reageert exact hetzelfde, dus de optimale omstandigheden blijft altijd een gulden middenweg.

2.1.1 Invloed van temperatuur op ademhaling

Door het verlagen van de temperatuur vertragen praktisch alle levensprocessen. Bij vruchten neemt de warmteproductie door het verlagen van de temperatuur sterk afneemt. De hoeveelheid warmte die een vrucht produceert, is het resultaat van verbranding van koolhydraten. Een mindere warmteproductie betekent dus ook minder verbranding van koolhydraten.



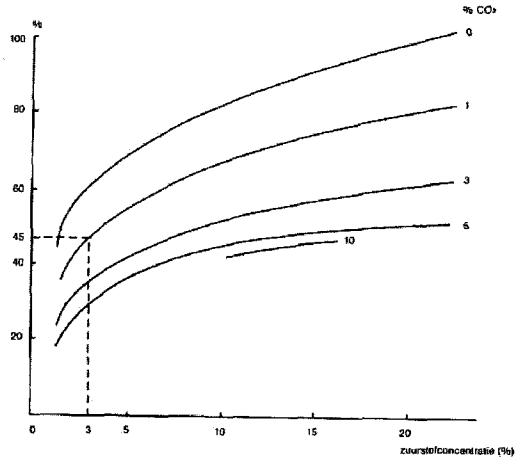
Figuur 1 Invloed van temperatuur op warmteproductie

De grootste invloed van de temperatuur op de warmteproductie speelt bij hogere temperaturen. Zo is het verlagen van de temperatuur van 20 naar 15 °C veel belangrijker dan het verlagen van 10 naar 5 °C of van 5 naar 0 °C. Toch geeft een verlaging van de temperatuur in het traject van 5 naar 0°C per graad altijd nog een beperking van ongeveer 8-9 % warmteproductie. Onthouden moet worden dat het verwijderen van veldwarmte direct na de oogst enorme kwaliteitsvoordelen

kan hebben. Voor de duidelijkheid de warmteproductie is een gevolg van het ademhalingsproces waadoor er een rechtstreekse koppeling in activiteit is. Als we bijvoorbeeld de CO_2 productie weten kunnen we ook de warmteproductie uitrekenen.
Vooral voor producten met een kortere totale bewaarduur is het optimaliseren van dit traject vaak belangrijk voor een kwaliteitsverbetering.

2.1.2 Invloed van O_2 en CO_2 op ademhaling

Door het wegnemen of minimaliseren van de beschikbare zuurstof voor het verbranden van de koolhydraten, vermindert de ademhaling ook. Het spreekt voor zich dat dit geen natuurlijk proces is. Een balans tussen alle bewaaromstandigheden (temperatuur, vochtigheid, zuurstof, CO_2) is bij het verlagen van het zuurstof erg belangrijk. Een appel met een temperatuur van 20 ^{o}C (dus met een zeer hoge ademhalingsactiviteit), bewaren onder 1% O_2 is dus vragen om problemen. Zelfs al geldt hierbij het principe dat het gebrek aan O_2, de ademhaling zou moeten verlagen. Dit punt maakt bijvoorbeeld het toepassen van MA verpakking (Modified Atmosphere) in een keten, waar de temperatuur niet onder controle is, bijzonder moeilijk. De verpakking moet een specifieke doorlaatbaarheid hebben gebaseerd op het product en de ademhalingsactiviteit. Als door afwijkende temperaturen de ademhaling op een totaal ander niveau ligt kunnen grote problemen ontstaan.
Ook het verhogen van de CO_2 concentratie vermindert de ademhaling. Een hoger CO_2 percentage betekent enerzijds dat hierdoor minder O_2 in de lucht aanwezig is, en anderzijds een narcosewerking van het CO_2. Een verhoogd CO_2 werkt dus in zekere mate vergiftigend.
De invloed van combinaties van O_2- en CO_2-spanningen op de ademhalingsactiviteit is o.a. onderzocht door Fidler en North, en uiteindelijk ook onder Nederlandse omstandigheden indertijd getoetst door het Sprenger Instituut (tegenwoordig A&F b.v.). In onderstaand figuur (figuur 1) is de invloed van zowel zuurstof als CO_2 concentraties op de relatieve ademhalingssnelheid weergegeven voor appels. Hierbij is te zien dat het verhogen van CO_2 al snel een 50 % vermindering van de ademhaling betekent.



Figuur 2 Relatieve ademhalingssnelheid bij verschillende O_2 en CO_2 condities

2.1.3 Overige invloeden

Naast temperatuur, O_2 en CO_2 worden ook andere invloeden op de ademhalingsactiviteit genoemd. Ethyleen (C_2H_4) is hierbij het meest bekend, maar ook de mate van vochtverlies lijkt een bepaalde rol te spelen. Beide zaken (vocht en ethyleen) zijn net als CO_2 rest- of eindproducten van de verbranding of ademhaling. Bij ethyleen is de gedachte dat door het wegnemen van de ethyleenconcentratie de auto katalytische invloed van dit gas vervalt. Ethyleen werkt tweeledig op vruchten. In de eerste plaats zet ethyleen aan tot extra ethyleenproductie (sneeuwbaleffect) van het product. In de tweede plaats vergroot het de gevoeligheid van het product voor ethyleen. Toch is steeds meer ook een positieve rol voor ethyleen weggelegd. Door de aanwezigheid van ethyleen kunnen bepaalde beschadigingen sneller hersteld worden. Denk hierbij bijvoorbeeld maar aan de invloed van ethyleen op schilvlekjes. Het volledig wegnemen van ethyleen leidt tot meer vlekjes.
Het is belangrijk voor de begripsvorm de specifieke rol van het gasvormige rijpingshormoon ethyleen nog wat nader toe te lichten. Zodra een appel of peer geplukt is, versnelt de start van het climacterium en begint de ethyleen productie op gang te komen. Bij sommige rassen is het noodzakelijk dat er eerst een korte periode van een lage temperatuur is. Maar in de koeling gebeurt dit eigenlijk automatisch.
Tijdens de ULO bewaring wordt langzamerhand meer ethyleen geproduceerd wat deels in de cel ophoopt. In ULO omstandigheden heeft een gehalte van 1 ppm gedurende een langer tijd al invloed op het rijpingsproces. Meestal zijn de gehalten echter veel hoger tot wel 40 ppm. Belangrijk is hierbij de rol van O_2 en CO_2 te vermelden. Zowel een laag zuurstof- als hoog CO_2-percentage vermindert de ethyleen productie zeer sterk. Maar het belangrijkste effect is dat ook de gevoeligheid voor ethyleen sterk vermindert. Dit is eigenlijk een cruciaal en belangrijk effect van ULO bewaring.
Er zijn ook een aantal houdbaarheid verbeterende middelen die erop gebaseerd zijn om de ethyleenproductie te verminderen zolas SmartFresh en Retain. De effecten van bijvoorbeeld SmartFresh zijn erop gebaseerd dat de ethyleen productie ook tijdens de distributie wordt beperkt waardoor een belangrijk effect op de hardheid ontstaat.
Vochtverlies zou eenzelfde soort invloed op de ademhaling kunnen hebben als CO_2. Door een hoge vochtigheid rondom de vrucht, lukt het de vrucht niet meer om vocht af te staan die vanuit de diverse processen vrijkomt. Tot op heden is deze redenering vooral hypothetisch. Wel weten we dat door een verhoging van vochtigheid rondom de vrucht bepaalde processen in de vrucht stilvallen of vertragen. Vooral de afvoer van afvalstoffen (mogelijk azijnzuren) komt op een laag niveau te liggen. Bij hoog temperatuur producten (Boskoop) maar ook bij peren is vastgesteld dat het minimaliseren van het vochtverlies door koeltechnische of verpakkingsmaatregelen tot inwendige problemen (bruinverkleuring) kunnen leiden.

2.1.4 Juiste volgorde in ademhalingsremmen

De belangrijkste stuurfactor voor activiteitsvermindering is verlagen van de (vrucht)temperatuur. Hierna kan het meest effectief (en minst risicovol) het zuurstofpercentage worden verlaagd. Pas hierna kunnen we kijken welk extra effect een hoger CO_2 percentage betekent. Bij deze redenering gaan we uit van de minimale waarden voor O_2 en temperatuur die mogelijk zijn.
Bij het verlagen van de temperatuur gaan we tot de LTB (Laag Temperatuur Bederf)- of bevriezingsgrens van het product. Het is belangrijk te weten dat niet alleen een temperatuurkeuze belangrijk is, maar hiernaast ook de gehanteerde tijd dat een product onder een bepaalde temperatuur wordt opgeslagen. Kort (enkele uren) een te lage temperatuur, lijkt niet snel schade op te leveren. Soms leidt zelfs lang (enkele weken) een lagere temperatuur niet tot schade. Een tijdige of tussentijdse verhoging van de temperatuur om koudeschade te voorkomen (herstelperiode) is echter wel zeer belangrijk.
Na het optimaliseren van de temperatuur zoeken we de ondergrens van het O_2 op, het niveau waarop anaërobe ademhaling (gisting) start. Onder deze omstandigheden zal de invloed van andere factoren zoals het verhoging van CO_2 of het verlagen van ethyleen vaak beperkt zijn. Maar afhankelijk van de toleranties van het product (denk aan rode bessen met ongeveer 20 % CO_2) kan het CO_2 ook voor andere doeleinden, zoals het remmen van schimmelgroei, gebruikt worden.
Pas na optimalisatie van temperatuur, zuurstof en CO_2 waarden, komt een eventuele verlaging van ethyleen aan bod om nog een extra kwaliteitseffect te geven.
De combinatiemogelijkheden tussen de diverse conditiewaarden zijn enorm in aantal. Van de meeste mogelijkheden weten we nog nauwelijks of er voor- of nadelen aan verbonden zijn. Oorzaak van dit gebrek aan kennis is de jaarlijks verschillende gevoeligheid voor de condities. Als voorbeeld geldt de grotere gevoeligheid voor CO_2 bij grovere Elstar van lichte gronden (voorjaar 2001). Terwijl de landelijke condities voor dergelijke partijen een waarde aangeven van 2.0 tot 2.5 %, ontstaan door een overgevoeligheid diverse bruinverkleuringen in het vruchtvlees.
In omstandigheden waarbij de zuurstof praktisch niet verlaagd kan worden, bijvoorbeeld in expeditieruimten of cellen die vanwege snelle productbewegingen te kort op condities staan kan het tijdelijk verhogen van het CO_2 percentage of het verlagen van ethyleen een bijdrage aan de kwaliteit leveren.

2.1.5 Afwijkingen in volgorde

Dat de bovenstaande volgorde in ademhalingsremmen niet altijd opgaat, blijkt uit het volgende. De grote invloed van temperatuur op kwaliteit is beperkt onder omstandigheden met een lager zuurstof percentage. Blijkbaar is onder lage temperaturen het gebrek aan zuurstof zo bepalend voor de ademhalingsactiviteit (en specifieke processen die de kwaliteit beïnvloeden) dat deze belangrijker wordt als de optimale temperatuur. Sterker nog, de LTB (Laag Temperatuur Bederf) grens lijkt door het verlagen van het O_2% omhoog te gaan. Hierdoor loopt een partij onder ULO omstandigheden dus eerder inwendige problemen op in de vorm van een verkleuring van het vruchtvlees.

Hetzelfde effect zien we bij CO_2. Een 10 tot 15 jaar geleden werd nog regelmatig voor CA bewaring gekozen waarbij de procentuele verhoging van CO_2 een gelijke daling van het zuurstofpercentage betekende. Golden Delicious werd bewaard bij 5-6 % CO_2 in combinatie met 15-16 % zuurstof. Reden was de grote invloed van CO_2 op de ademhaling (en kwaliteit) bij hogere O_2 waarden. Bij lagere O_2 waarden neemt de invloed van een hoger CO_2 percentage echter sterk af, en neemt ook het gevaar op CO_2 schade toe. Zo belangrijk als CO_2 is bij hoge O_2 waarden, zo onbelangrijk of zelfs gevaarlijk is CO_2 bij lage O_2 waarden.
Aan de andere kant is bij 'ULO cellen' met problemen om het lage zuurstofpercentage te realiseren en te handhaven, een voldoende hoog CO_2 percentage zeer veel waard. Immers door het hogere O_2 neemt de invloed van CO_2 weer toe.
Ook voor ethyleen geldt een zelfde werking. Bij hogere O_2waarden is een voordeel te behalen met het verwijderen van de ethyleen in de cellucht. Echter bij de huidige lage O_2waarden in ULO cellen is het voordeel beperkt. Feitelijk is een eventuele keuze tussen laag O_2 en laag ethyleen terug te brengen naar wat het makkelijkst is te realiseren. Gezien de huidige inrichting van ULO installaties is de keuze gemaakt voor laag O_2. Aanvullingen kunnen echter altijd. Zo blijft ethyleenbeheer bij laag O_2 een voordeel, maar een zeer klein voordeel. Eerder beschreven we ook dat te lage ethyleen gehalten kunnen leiden tot specifieke problemen.

2.1.6 Condities zijn meer dan een waarde

Voor alle duidelijkheid is een bewaarconditie meer dan een absolute waarde. Hierom is een landelijke lijst met geadviseerde condities vaak alleen maar een richtlijn. Alleen een juiste toepassing van de condities geeft een goed bewaarresultaat. Later wordt ingegaan op onderstaande vragen als:

- Variabele temperatuur instelling, inkoelen anders dan bewaarfase?
- Hoe snel op temperatuur, op zuurstof en op CO2 waarde?
- Wat zijn de toleranties voor de verschillende waarden?
- Wat kunnen we compenseren bij afwijking van één van de waarden?
- Etc

2.1.7 Invloed van condities op kwaliteit

Kwaliteit laat zich op verschillende manieren beschrijven. In de onderstaande tabel (tabel 1) worden een aantal kwaliteitszaken benoemd en wordt aangegeven hoe de verschillende condities hier aan bij kunnen dragen. Voor een deel zijn het algemene kwaliteitszaken en voor een deel is het de invloed op specifieke bewaarafwijkingen. Op bewaarafwijkingen wordt later in de cursusmap ingegaan.
Het mag duidelijk zijn dat het koelhuis geen ziekenhuis is. Juist de optimale condities, voor extreme lange bewaartijd etc, vragen een optimaal product. Het is zeker niet zo dat we door de

goede bewaartechnieken de aandacht voor de inslagkwaliteit kunnen verminderen. Het tegendeel is waar. Hoe strakker of extremer de bewaarcondities, des te belangrijker wordt de inslagkwaliteit.

Kwaliteitdoel	**Voornamelijk beïnvloed door:**
Beter behoud van groene grondkleur	Hoog CO_2 en lage temperatuur
Beter behoud van hardheid	Laag O_2
Langer uitstalleven	Laag O_2 en ethyleen, lage temperatuur
Minder klokhuisbruin	Lager O_2 (laag CO_2)
Geen of minder scald	Laag O_2 (laag ethyleen)
Minder rot en schimmels	Laag O_2 en lage temperatuur, hoger CO_2
Minimaal vochtverlies	Optimale temperatuur, juiste koeling
Etc.	

Tabel 1 Invloed van condities op kwaliteit

2.2 Bewaarkwaliteit en pluktijdstip

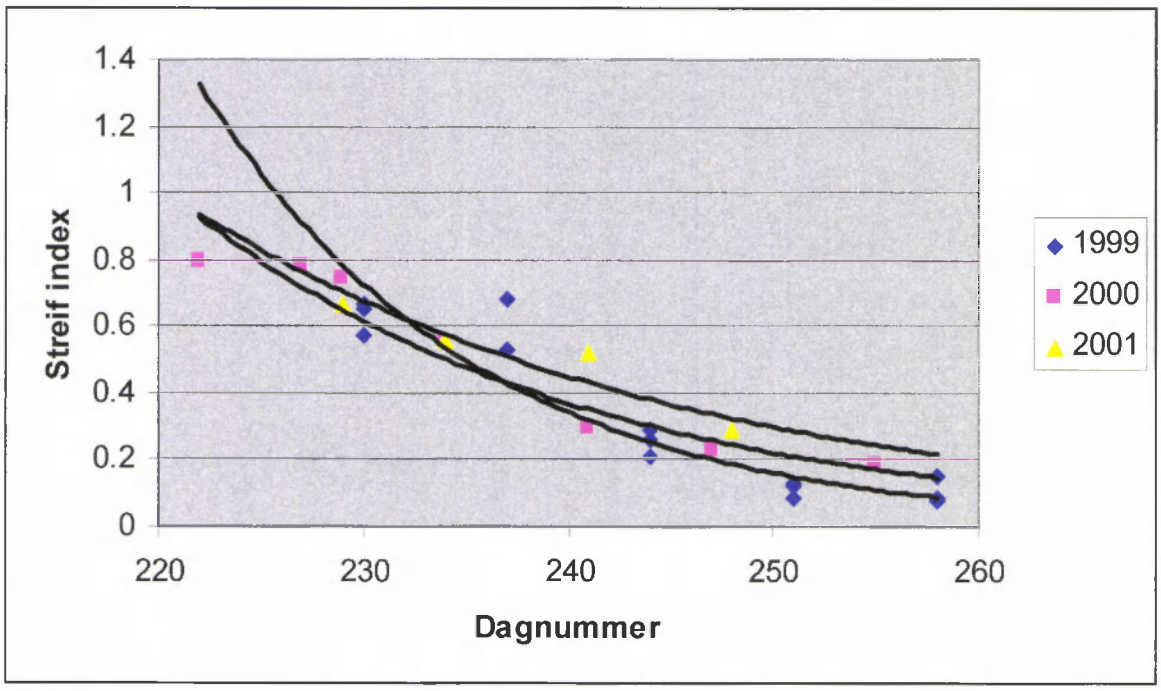
2.2.1 Rijpheid, bepalen van….

Over het juiste pluktijdstip is al wel 30 jaar discussie, en dit zal nog wel een 30 jaar voortduren. Een keuze voor een pluktijdstip moet gebaseerd worden op het afzetdoel. Lang bewaren betekent een ander pluktijdstip dan een afzet op korte termijn. Engeland vraagt andere kwaliteitscriteria dan een afzet via huisverkoop.
Het juiste pluktijdstip kunnen we natuurlijk definiëren op 2 manieren In de eerste plaats praten we natuurlijk over het zogenaamde fysiologische rijpheidstadium dus het juiste pluktijdstip voor langdurige bewaring.
Natuurlijk spelen ook marktcriteria een belangrijke rol zoals kleurvorming etc. bij de uiteindelijke keuze van het pluktijdstip waardoor meestal een compromis plaatsvindt tussen het fysiologisch optimale stadium en de aanvullende criteria.

In jarenlang onderzoek op PPO is een systeem ontwikkeld voor een regionaal pluktijdstip voorspellingen voor de lange bewaring. De gebruikte methode is gebaseerd op de Streif-methode. Met onderstaande formule wordt de zogenaamde Streif-index berekend. Over jaren blijkt fruit met een specifieke index na (lange) bewaring de <u>beste</u> kwaliteit (waaronder smaak) te hebben.

Streif-index = hardheid / (suiker * zetmeel)

De Streif-index daalt in de laatste weken voor de pluk met een bepaald patroon. In figuur 2 wordt een voorbeeld gegeven voor het verloop van de rijpheid bij Santana.



Figuur 3 Verloop Streifindex bij Santana

In tabel 2 worden voor de liefhebber de formules weergegeven voor verschillende rassen. Per ras is een optimale Streif-index bekend, welke een beste kwaliteit na lange bewaring en uitstal garandeert.

Ras	Formule	Streefwaarde voor Streif-index
Conference	-	0.11 of 5.9 kg
Boskoop	1*(34.8(26* (log(index))))	niet in gebruik
Cox's	1*(29.2(17.55*(log(index))))	0.18
Elstar	1*(17.1(55.1*(index)))	0.32
Jonagold	1*(49.2(19.3*(log(index))))	0.08
Golden	1*(39.9(17.5*(log(index))))	0.06

Tabel 2 Formule voor verloop Streifindex en optimale waarde

Ervaringen leren dat het belang van een juist pluktijdstip van jaar tot jaar verschilt. In een aantal jaren moeten de optimale pluktijdstippen zeer nauwkeurig opgevolgd worden. Vooral bij Elstar zijn hier veel voorbeelden van te vinden. In andere jaren lijken de gevolgen van een afwijkend pluktijdstip vaak heel erg mee te vallen. Denk hierbij aan een tweede of zelfs derde pluk Elstar die ondanks lang bewaren een prima kwaliteit heeft.
De wens is om op perceelniveau een eenvoudige en passende voorspelling te doen voor het pluktijdstip. Er zijn systemen bekend waarbij aan de hand van de verandering van rijpingskenmerken (verloop hardheid, stijging zetmeelontkleuring, verloop suiker etc) de individuele rijpheid van een partij wordt berekend.

Andere methoden zijn voor het voorspellen of weergeven van de rijpheid van een partij zijn:

Bepaling van T-stadium
Hierbij wordt rond het tijdstip van vruchtzetting de hoek gemeten tussen steel en vrucht(wangen). Vormt deze hoek een 90° (ofwel het T-stadium), dan geldt vanaf dit moment tot het optimale pluktijdstip een redelijk vast aantal dagen. Deze methode kan als regionale voorspelling prima worden gebruikt.

Lugol-toets
Nog voor de Streifmethode als belangrijkste methode voor rijpheidmetingen werd gebruikt is in het verleden veel gebruik gemaakt van de Lugol of jodium toets. Afhankelijk van het percentage ontkleuring, werd het juiste pluktijdstip gekozen. We weten dat het bepalen van de rijpheid op basis van één van de rijpheidindicatoren gevaarlijk is.
Zo blijkt al enkele jaren dat uitgaande van een moment in de 1e week van september de zetmeelontkleuring bij Conference in Midden Limburg 60 % is, in Zeeland en Betuwe 40 % en in Noord-Holland op dat moment maar liefst 65 %. Ook de snelheid van het doorlopen van de ontkleuringstadia verschilt van bedrijf tot bedrijf en van regio tot regio. Vaak vooral afhankelijk van de voorraad zetmeel.

Temperatuursom
Op basis van weersgegevens kan net als bij het T-stadium een redelijke voorspelling van het regionale pluktijdstip worden gegeven. Verfijning van deze methode voor bedrijf of perceelssituaties zal echter nodig blijven.

2.2.2 Rijpheid, overwegen ….

De bedrijfssituatie bepaalt uiteindelijk het gekozen pluktijdstip. Er is dus wel een fysiologisch optimaal moment, maar uiteindelijk is dit slechts één van de factoren die uiteindelijk het plukmoment voor u als teler bepaalt. De andere factoren zijn o.a.

- Afzet(wijze, moment)
- Beschikbaarheid van personeel
- Wens voor specifieke kwaliteitseisen (bijv. hogere hardheid, meer blos, meer of minder maat)
- Weersomstandigheden
- Persoonlijke situatie
- Veiligheidstermijnen gewasbeschermingsmiddelen
- Etc

Het ontbreken van kennis om het optimale moment (op bedrijfniveau) te bepalen is één van de belangrijkste redenen waarom jaarlijks te rijp of soms juist te onrijp wordt geplukt. De landelijk

bepaalde pluktijdstippen zijn weliswaar moeilijk te vertalen naar individuele percelen maar kunnen wel prima als uitgangspunt gebruikt worden. Gelukkig wordt door individuele telers en adviesorganisaties steeds meer werk gemaakt van de rijpheidmetingen. Informatie over het beste fysiologische moment van plukken, kan op bedrijfsniveau worden vertaald naar een praktisch moment. Zijn er belangrijkere redenen om op een ander moment te plukken, dan is het alleen nog een kwestie van... de bewaardoelen aanpassen!

2.2.3 Rijpheid, omgaan met....

Is de keuze gemaakt voor het pluktijdstip, dan is het belangrijk te weten welke kwaliteitsgevolgen deze keuze heeft. Vastleggen van de rijpheid (vooral kwaliteitsparameters als suiker, zetmeelontkleuring en hardheid) zijn belangrijk om later in de bewaring juiste keuzes te maken (welke cel eerder open etc). Verder kunt u met deze gegevens de partij definiëren als vroeg, normaal of laat geplukt. Tegenwoordig wordt ook steeds meer informatie van een partij of cel gevraagd door de afnemers. Door de inslaggegevens op een gestructureerde manier te verzamelen kan deze informatie dus meerdere doelen kennen.

Voorbeeld
Een vroeg pluk Jonagold (anders zou de maat te groot worden) die door het vroege pluktijdstip, gevoeliger zal zijn voor scald. Eventuele seizoen- of perceelsgevoeligheid meegerekend moet deze partij onder een streng ULO regime bewaard worden. Langere tijd boven de 1 % O2, kan al snel tot problemen leiden.

Ondanks een niet optimaal pluktijdstip kan door de juiste behandeling tijdens inslag, bewaring en verwerking, vervelende gevolgen (tabel 3) beperkt worden.

RAS	**VROEGE PLUK**	**LATE PLUK**
Algemeen	Slappe vruchten Ontbreken van smaak en/of aroma Ontbreken van roodkleuring Ontbreken van maat	Vette waslaag Ouderdomsbederf Zacht Gele grondkleur Gevoeligheid voor CO2 Schimmeldruk Meer vochtverlies Gevoeliger voor mechanische schade
Cox's O.P.	Stip	Klokhuisbruin
Jonagold	Scald	Vruchtvleesbruin

RAS	VROEGE PLUK	LATE PLUK
Boskoop	Scald Klokhuisbruin Stip	Vruchtvleesbruin
Golden Del	Stip Scald	Ouderdomsscald
Elstar	Slappe vruchten	Schilvlekjes Vruchtvleesbruin Lenticelspot
Conference	Hoog vochtverlies door kleinere maat	Buikziek Hol- en bruin (CO2 schade)
Doyenné d C.		Buikziek
B.A.Lucas, St. Remy	Zwartverkleuring schil na opwarming	

Tabel 3 Risico van belangrijkste afwijkingen en kwaliteitskenmerken als gevolg van gekozen pluktijdstip

2.3 Bewaarkwaliteit en minerale samenstelling

De minerale samenstelling van producten zijn en worden regelmatig gebruikt om de bewaarbaarheid van partijen te voorspellen. Rond 1990 was een landelijk netwerk beschikbaar om enige indruk van het niveau aan mineralen in de vrucht te krijgen. Hierbij is toen naar Ca en K gehalten gekeken in verband met het risico op kurkstip. Door de ontwikkeling van ULO bewaring is het probleem met stip zodanig verkleind dat er weinig reden meer is voor uitgebreide minerale analyses.
Bij de analyses blijken sommige jaren op te vallen, maar kunnen ook individuele partijen grote afwijkingen vertonen. Een kern van het probleem van de minerale analyse is naast de omslachtigheid van de analyse en de kosten, de analyse feitelijk op partijbasis moet worden toegepast. Landelijke gemiddelden zeggen te weinig. Willen we iets met minerale samenstelling doen, dan moet dit perceel gebonden worden uitgevoerd. Weten dat een bepaalde regio een matige Ca-gehalte heeft, terwijl een eigen perceel perfecte gehalten laat zien, is zo goed als zinloos.

Voorbeeld
In 2000 zijn diverse minerale analyse uitgevoerd bij Elstar voor percelen uit midden Betuwe. De gehalten lagen hoog, zeker voor Elstar. Tijdens de bewaring begin 2001 blijken er grote problemen met stip en inwendige schade bij Elstar. Nader onderzoek levert voor een specifieke regio (lichte gronden in Limburg) een Ca gehalte op van maximaal 50 % van de norm.

Voorbeeld
Een teler in rivierengebied laat jaarlijks zijn cellen controleren. Temperatuur, O_2 en CO_2 worden medio februari getest en goedgevonden. Ander halve maand later belt hij met de constatering dat 25 % van Jonagold bruin zijn. Symptomen van LTB verschijnselen. Om één of andere reden is op 1.5 graad Celsius deze partij verongelukt door te lage temperaturen. Analyse levert een extreem gebrek aan K op. De partij blijkt afkomstig van een slecht groeiend perceel met veel wateroverlast (kwelwater).

Om een beeld te geven van de mogelijkheden van minerale analyse volgt hieronder een voorbeeld van een individuele analyse uitslag. Basis van deze analyse is een optimaal niveau voor de hoofdelementen gekoppeld aan de gemiddelde maat van de partij. Afhankelijk van de maat is namelijk een optimale waarde bekend van de elementen.

Monsternummer	Naam		Plaats		Monsteraanduiding	
268231			Veld 1 a		ELS	
	mg/100 gram versgewicht					
Element	Stikstof (N)	Fosfaat (P)	Kalium (K)	Magn. (Mg)	Calcium (Ca)	Zwavel (S)
Analyse	50	10,6	137	7,5	5,2	5,5
Waardering/ Gemiddelde groep	N	L	N	H	H	5,1
	mg/1000 gram versgewicht					
Element	Mn	Fe	Cu	Zn	B	Al
Analyse	6,2	29,0	3,6	11,0	22,1	69
Gemiddelde groep	7,7	23,4	4,0	8,7	23,3	37

Tabel 4 Uitslag vruchtanalyse

De opmerkingen bij bovenstaande analyse zijn:

Het lage P en (normale) K gehalte zal de partij mogelijk een mindere smaak (subjectief) en bloskleur geven. Verder betekent het lage P niveau een grotere gevoeligheid voor lage temperatuur. Advies is om deze partij (ook 1e pluk) op een hogere temperatuur te bewaren (net onder 1.8-2.0 °C). Het hoge Mg zal de basisgevoeligheid voor schilvlekjes mogelijk verkleinen. Deze partij heeft een redelijke bewaarverwachting.

Bij de bovenstaande analyse wordt per element bekeken of deze van de optimale waarde afwijkt. Blijken meerdere elementen te wijzen op een zelfde bewaarprobleem, dan wordt een waarschuwing gegeven. Als de bewaarafwijkingen met een aangepaste bewaarconditie te verminderen is, dan wordt hier in de analyse op gewezen.

In tabel 5 wordt per mineraal element de relatie weergegeven met bepaalde bewaarafwijkingen. Dit schema is uiteraard nooit volledig. Een probleem vormen de verschillende interacties die elementen met elkaar en met bijvoorbeeld weersomstandigheden, pluktijdstip, bewaarcondities kunnen hebben. Verder is het erg moeilijk om een specifiek niveau per element aan te geven dat als normaal of 'probleemloos' kan worden betiteld. In tabel 5 wordt aangegeven of een hoog of laag niveau tot specifieke kwaliteitsproblemen leidt.

Afwijking/	Hoofdelementen					Spore elementen			
Kwaliteitsaspect	**N**	**P**	**K**	**Mg**	**Ca**	**Fe**	**Mn**	**Bo**	**Zn**
Kleinere maat	**H**	**L**	**L**		**L**				
Minder smaak	**H**		**L**						
Minder bloskleur	**H**	**L**	**L**	**H**		**H**			
Minder zuur	**L**		**L**		**L**				
Lagere hardheid (> verlies)	**H**	**L**			**L**			**H**	
Verruwing	**H**		**L**					**L**	**L**
Minder grondkleur (geler)	**L**				**L**				
Scald	**H**	**L**	**H**	**L**	**L**	**L**	**L**	**H/L**	
Schilbruin/softscald	**H**								
Minder vochtverlies			**H**						
KHB	**H**	**H**	**H/L**	**L**					
Schilvlekjes	**H**			**L**					
Rot en schimmels	**H/L**	**L**	**H**	**H**	**L**				
Glazigheid	**H**		**H**	**H**	**L**			**H**	
LTB	**H**	**L**	**L**	**L**	**L**				
VVB	**L**		**L**	**L**	**L**			**L**	
Jonathanspot	**H**							**L**	
Stip	**H**		**H**	**H**	**L**				
Zacht	**H**	**L**	**H**	**H**	**L**				
OB	**L**	**L**	**H**	**H/L**	**L**			**H**	
Opletten met K en Mg					**H**				
N gebrek		**H**							
Boomstip								**L**	

Tabel 5 Relatie tussen minerale samenstelling en specifieke bewaarafwijkingen

Over de meeste relaties tussen minerale samenstelling en bewaarafwijkingen en kwaliteitszaken zijn de onderzoekers en deskundigen het eens.

2.4 Oude bewaarwijsheden

Los van alle cijfermatigheden zult u ook zelf ervaringen hebben met uw percelen en/of partijen. Gebleken is dat sommige partijen gewoon niet te bewaren zijn. Meestal is dit wel terug te voeren op een afwijkende minerale samenstelling of op een specifieke rijpheid, maar hiermee is het probleem nog niet opgelost. Sommige grondslagen zullen altijd gevoeliger zijn voor problemen dan anderen. Elke perceel kent zijn beperkingen. Let op de volgende zaken:

- Houd rekening met invloed van toegepaste groeiregulering (chemisch of mechanisch)
- Spuit voldoende Ca, ook als tijdsdruk of omstandigheden dit nauwelijks toelaten
- Afspuiten onder ongunstige omstandigheden zijn juist essentieel
- Registreer zoveel mogelijk ervaringen in zowel positieve als negatieve zin

2.4.1 Grondslag

Over het algemeen hebben vruchten van een wisselende grondslag meer problemen dan van een egale grond. Dit zal voor een deel veroorzaakt worden door verschillen in rijpheid en deels door verschillen in minerale samenstelling. Belangrijk is het om bij deze percelen niet te veel naar uiterlijkheden als maat of kleur te kijken, omdat dit weinig tot niets zegt over de feitelijke rijpheid. Analyses hebben hier weinig tot geen zin omdat de spreiding het feitelijke probleem is. Deze partijen zijn meestal matig bewaarbaar.
Een lichte grondslag staat bekent om een mindere bewaarbaarheid. Echter zware grond geven mogelijk weer specifieke problemen met lage K gehalten door o.a. Kalium fixatie en hierdoor LTB (Laag Temperatuur Bederf) verschijnselen.
Vroege gronden geven vaak een minder lange bewaring dan late gronden. Dit komt voor een deel door het vroege pluktijdstip en de gemiddeld wat hogere seizoenstemperaturen. Dat een late grondslag nog wel eens een nadeel inhoudt zien we o.a. in 2000 met de peren in Noord-Holland. Door minder gunstige groeiomstandigheden lijkt de peer moeizaam aan de gewenste suikereisen te voldoen. Wachten op hogere waarden betekent een lagere hardheid.

2.4.2 Dracht

Percelen met een mindere dracht zijn niet of slechts kort te bewaren. Steeds weer zien we in deze partijen het eerste de jaarspecifieke problemen optreden. Om problemen voor te zijn, is het advies niet te bewaren, zeker niet als dit om gevoelige producten als Elstar, Boskoop of Cox's O.P. gaat. Het grootste probleem is het verschil in rijpheid en de onbalans in minerale samenstelling. Dit resulteert vaak in problemen met lage hardheid, meligheid en zelfs stip.
Alleen met een zeer nette doorpluk (vooral bij Elstar) is vaak nog wel een redelijke kwaliteit te oogsten. Zorg wel dat gedurende de bewaring alle puntjes op de I staan. Dus, snel afkoelen, snel bereiken van condities en even goed niet te lang bewaren. Deze partijen vragen ook een intensievere controle tijdens de bewaring.

Van mindere drachtjaren bij o.a. Boskoop is bekend dat juist dit partijen zijn die op een relatief hoge O2 waarde problemen met alcohol vorming krijgen. Vreemd genoeg vooral in de minst rijpe vruchten. Soortgelijke ervaringen hebben we ook bij Cox's O.P.. Dit alcohol ontstaat vooral in de eerste maand als te snel een te laag O2 wordt gekozen.

2.4.3 Vruchtmaat

Is de dracht goed, maar de vruchtmaat toch erg groot, dan nog blijken de grovere maten het eerste bewaarproblemen te geven. De oorzaak ligt in veel gevallen bij het verdunnende effect van de maatontwikkeling op het Calcium gehalte. Vaak hebben vruchten die groot uitgroeien ook een andere celopbouw door meestal een langere groeiperiode. In veel gevallen zijn het vruchten van bloemen die het eerste bloeiden en toch kans hebben gezien te zetten en uit te groeien. In de teeltfase kan het verstandig zijn deze grovere vruchten uit te dunnen om de gelijkheid binnen de partij te vergroten.

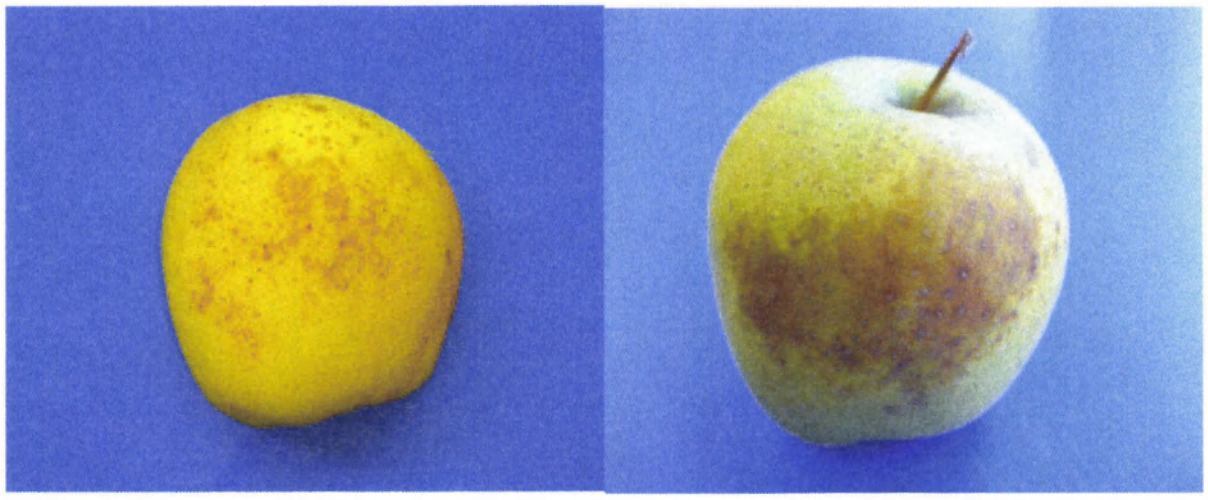
2.5 Bewaarafwijkingen

In de voorgaande paragrafen worden al diverse bewaarafwijkingen genoemd. Deze afwijkingen worden hierna in willekeurige volgorde besproken en toelicht.

2.5.1 Scald

Scald is bruinverkleuring van de schil. Inwendig in de vrucht is niets te zien. De bruinverkleuring is een oxidatie (verbranding) van de alfa farnasenen in de schil. Hierdoor ontstaan zogenaamde triënen, die de bruinverkleuring verzorgen. Bij het ontstaan van scald spelen nog talloze processen. Het belangrijkste dat we in de bewaring kunnen doen is dat we de oxidatie moeten voorkomen. Simpel gezegd doen wij dit door het wegnemen van het zuurstof in de cellucht. Liefst alles, maar ervaringen leren dat we met de huidige ULO waarde van 1 % feitelijk scald vorming uitbannen. De rest van de strijd tegen scald is voor moeder natuur. Immers ook van natuur heeft het product een weerstand tegen de oxidatie in de vorm van natuurlijke antioxidanten (vitamine C, vitamine E, anthocyanen etc). Afhankelijk van de groeiomstandigheden (vooral de temperatuur in laatste weken voor de pluk) ligt door de vorming van vitamine C de scald gevoeligheid van jaar tot jaar verschillend.

Warme periode voor de pluk => meer problemen met scald



Figuur 4 Scald op appel

Door de afhankelijkheid van de temperatuur voor de plukperiode treden problemen met scald juist op in meer warmere klimaten. Juist deze landen zijn aangewezen op chemische anti-oxidanten om de scald onder controle te houden. Hier helpt zelfs verlagen van O_2 tijdens het bewaren in een aantal seizoen onvoldoende.
Gevoelig voor scald zijn Jonagold, Golden, Boskoop en Tentation. Import rassen als Granny S. staan ook bekend als scald gevoelig. In andere rassen zie je het verschijnsel ook wel eens. Vroege pluk geeft meer schade.
Constateert u scald na bewaring, dan heeft de cel langere tijd niet op de juiste O_2 conditie gestaan. Van gevoelige partijen in een gevoelig seizoen weten we dat zuurstofpercentages van 1,5 % al geen garantie meer geven op een scald vrij eindresultaat. Ook het tussentijds oplopen van het O_2 en vervolgens weer zakken (onstabiliteit gedurende 1 maand) geeft geen vrijbrief. Cellen die vanaf het begin tot einde keurig op regime hebben gestaan zullen scald vrij blijven. Let wel, in extreme situaties kan dan na uitslag in enkele weken tijd toch scald optreden.
Scald lijkt te worden beïnvloed door ophoping van gassen (en vochtigheid?). Hierdoor is het probleem midden in de kist groter dan bovenop. Productcontrole op scald door een controleluik heeft alleen zin als we dieper in de kist een monster hebben ingegraven. Door dit monster op kamertemperatuur te brengen is een beeld te krijgen.

2.5.2 Schilbruin, Captan-bruin, softscald

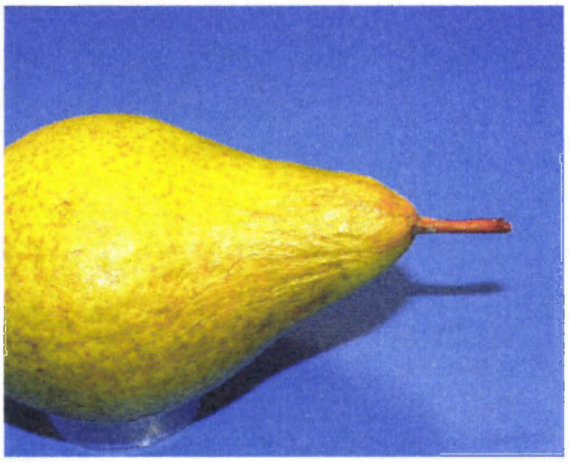
In tegenstelling tot scald komen we soortgelijke symptomen tegen die een minder duidelijke oorzaak hebben. Schilbruin wordt beschreven als een scaldachtig verschijnsel. Opvallend is dat de bruinverkleuring niet doortrekt, ook niet in de uitslagperiode. Ook een duidelijk verschil met de 'gewone' scald is dat deze afwijking vooral optreedt in later geplukte partijen. Mn in Golden komt dit probleem nog wel eens voor. Jaren geleden is ook verband gelegd met intensieve Captan bespuitingen (snellere veroudering). Onderzoekers noemen deze vorm van schilbruin ook wel senescentscald (ofwel ouderdomsscald).

Figuur 5 Softscald op appel

In een aantal gevallen lijkt de bruinverkleuring haast leerachtig (iets verzonken) te worden. Internationaal wordt dan over softscald gesproken. Ook nu is nog steeds alleen de schil beschadigd. Gezien de beperkte problemen met deze afwijking is en wordt weinig of geen onderzoek aan dit verschijnsel gedaan. Wat we weten is dat een snelle afkoeling (van sterk opgewarmde partijen) oorzakelijk is. Rijpere partijen zijn gevoeliger. Het beeld komt in Nederland weinig voor. Recent is het beeld nog op Santana gevonden. Er wordt wel aangenomen dat Soft scald een vorm van lage temperatuur bederf is.

2.5.3 Vochtverlies

Een noodzakelijk gevolg van bewaring is vochtverlies. Bij teveel verlies treedt rimpeling op (vooral taaie nekken bij Conference zijn bekend), bij te weinig vochtverlies vergroten we het risico op vooral inwendige bewaarafwijkingen.
Als norm geldt een verlies van ongeveer 3 liter per ton per maand. Omgerekend komt dit neer op 1 liter per 10 ton per dag. Het totale vochtverlies bestaat uit een optelling van het vochtverlies van het moment van pluk totdat de cellucht in evenwicht is (vaak 1 tot 1,5 maand later) en het verlies gedurende de bewaring.
Het verlies tussen het moment van pluk tot het moment dat de cellucht gestabiliseerd is, is globaal een 1 tot 1.5 % van het vruchtgewicht. De afkoelingssnelheid en tijd tussen steelbreuk en gestabiliseerde luchtsamenstelling zijn de belangrijke beïnvloedende factoren. Des te langer warm, des te meer vochtverlies. En des te warmer, des te meer vochtverlies. Zaak dus om de producttemperatuur snel op een lage waarde te hebben en de cel zo snel mogelijk in de evenwichtssituatie te brengen. Belangrijke uitzondering vormen de rassen die juist graag vocht willen verliezen. Door een tragere afkoeling etc. is in de beginperiode van de bewaring eenvoudig veel vocht te verliezen.



Figuur 6 Extreem vochtverlies bij Conference en Elstar

Gedurende de bewaring is het vochtverlies simpel gezegd het verschil tussen wat de vrucht afgeeft en wat de omgeving (vooral de verdamper) onttrekt. Denk ook aan fust en vloeren die tot een 1.5 % extra vochtonttrekking (gerelateerd aan vruchtgewicht) kunnen geven. Alleen al droge kisten kunnen totaal een 1,4 % vocht onttrekken. Nat maken van kisten scheelt de helft, mits de kisten snel in de cel gezet worden omdat anders dit 'hangvocht' alweer is verdampt.
Slappe vruchten (of rimpeling) treedt op rond gemiddeld 4 % totaal gewichtverlies. Voor vochtopname door fust, vloer en verlies in de inslagperiode moeten we 1.5 % verlies accepteren. Resteert een maximale 2.5 % die verdeeld over de bewaarmaanden uit de vrucht kan komen.

2.5.4 Schilvlekjes

Schilvlekjes zijn een specifiek Elstar probleem. Weliswaar worden er soortgelijke vlekjes gevonden op andere rassen, maar de verschijningsvormen zijn redelijk divers. Diverse proeven met aangetekende plekken op de schil tijdens de pluk, geven aan dat de echte schilvlekjes bij de pluk nauwelijks te zien zijn. Nogmaals, onze Elstar kent tal van schilafwijkingen, dus ongetwijfeld zijn op verschillende momenten diverse vlekjes te vinden.
Bij schilvlekjes is een directe relatie met CO_2 door A&F aangetoond. Hoger CO_2 levert meer schilvlekjes op. We ervaren wel dat de invloed van CO_2 per jaar kan verschillen. Binnen het DCS onderzoek hebben we juist een beperkt voordeel van een hoger CO_2 percentage gezien op het optreden van schilvlekjes. Opvallend is dat boven 4 % CO_2 de schade niet verder toeneemt. Overigens ontstaan dan andere CO_2 vlekken.
Ook hogere temperaturen betekenen vaak meer schilvlekjes. Eén zwaar bevochten discussie over de condities van Elstar is een uiteindelijke keuze voor CO_2 en temperatuur. Verlagen van temperatuur onder de lage O_2 omstandigheden levert een voordeel op in de vorm van minder schilvlekjes, maar maakt de risico's op inwendige problemen weer groter. Het verlagen van CO_2 bij Elstar betekent meer verlies van grondkleur.
Bij bewaarders is de tendens aanwezig om te kiezen voor een lager CO_2 percentage bij een bepaalde gevoeligheid voor schilvlekjes. Het zuurstofpercentage wordt langzamerhand steeds

verder verlaagd. Onderzoek naar het effect van zeer laag zuurstof (DCS bewaring) geeft een flinke vermindering van de aantasting.

Figuur 7 Schilvlekjes op Elstar

Een hypothese voor het schilvlekjes probleem is dat dit ontstaat door een combinatie van schilkwaliteit en vocht. Bekend is dat partijen die dicht, nat en lichtarm opgroeien meer risico hebben. Natte seizoenen geven meer schade. Toch kan ook een 3-jarige Red Elstar in de schilvlekjes lopen. Vaak is deze partij dan extreem nat in de cel gezet of onder extreem vochtige omstandigheden bewaard.

2.5.5 Rot en schimmels

Rot en schimmels zijn feitelijk geen bewaarafwijking, maar kunnen het bewaarresultaat flink verpesten. Partijen met meer dan 20 % uitval door rot en schimmels komen regelmatig voor. Dit zijn echter steeds partijen die bijzonder zwak (rijp, fysiologisch zwak etc) zijn. Door de noodzakelijkerwijs hogere bewaartemperaturen en een verlaagd CO_2 percentage van rijpere partijen, nemen de problemen met rot en schimmelgroei sterker toe. Oorzaken zijn tal van boomgaardfactoren en de kwaliteit van het afspuiten. Vergeet echter zeker niet het belang van fysiologisch zwakkere partijen en uitgestelde pluk.
Door de hoge vochtigheid in de koelcel om problemen met slappe vruchten te voorkomen, neemt de ontwikkeling van schimmelgroei sneller toe. Doorslag van schimmels van de ene partij op de andere komt weinig voor. Wel betekent een hoog percentage rot binnen een partij in één koelcel wel een grote aanvoer van vocht waardoor ook de vochtigheid sterk toeneemt.

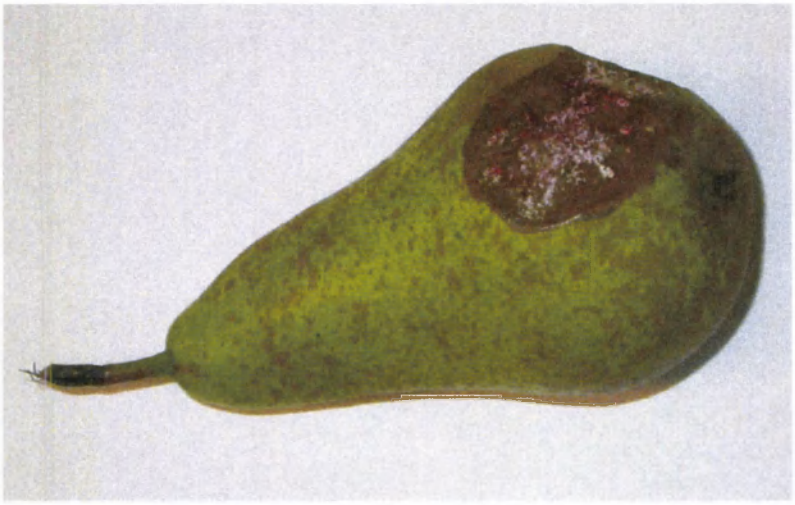
Voorbeeld
Een loonkoeler maakte melding van enorme vochtverliezen. Productcontrole vanuit het luik levert geen verklaring op. Kwaliteit was prima, peren nog strak. Door de extreme hoeveelheden gemeten vocht wordt de installatie verder geoptimaliseerd. Helaas met minimaal resultaat. Uiteindelijk wordt de cel uit nood geopend. Slechts een partij van 10 % van de cellading was door een rot % van meer dan 20 procent oorzaak van de hoge watermetingen.

Partijen met een hoog percentage rot leveren vaak een strakke partij na bewaring op. Door de hogere RV ontwikkelt het rot zich weliswaar flink in de gevoelige partijen, maar verliezen de gezonde vruchten ook duidelijk minder vocht.
Vooral de temperatuur heeft een belangrijke remmende invloed op schimmelgroei. Zie de tabel hieronder.

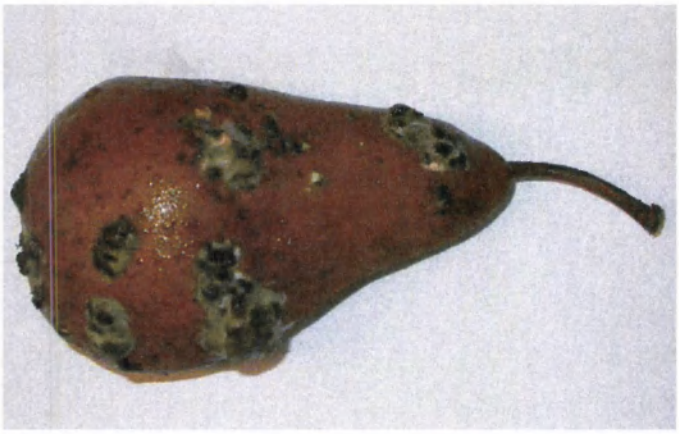
micro-organismen	temperatuur C	
	traject	optimum
Alternaria-soorten	0 - 35	20 - 25
Botrytis-soorten	-2 - 35	22 - 35
Fusarium-soorten	-1 - 30	25
Penicillium-soorten	0 - 35	22 - 35
Sclerotinia-soorten	0 - 25	15 - 20
Erwinia-soorten	0 - 30	20 - 30
Pseudomonas-soorten	-3 - 25	18 - 20

Tabel 6 Optimumtemperatuur en temperatuurtraject voor de groei van schimmels en bacteriën.

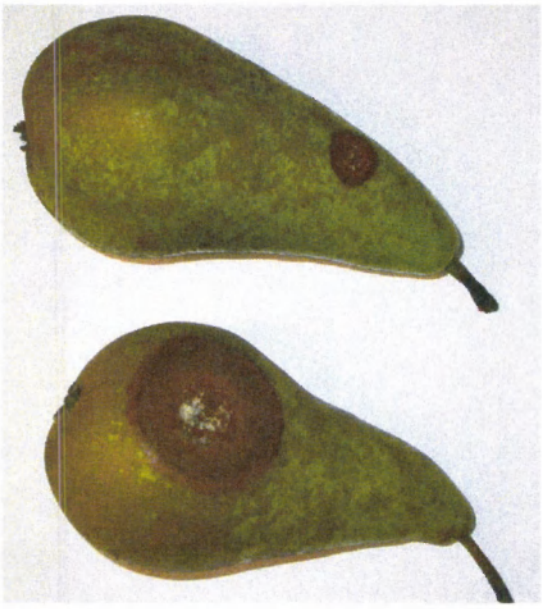
Van een aantal schimmels is bekend dat deze onder verhoogd CO_2 % een duidelijk lagere ontwikkeling hebben. Bij rode bessen bewaring wordt met succes met een CO_2 van 20 % getracht de Botritus ontwikkeling langdurig stil te leggen.
Vaak worden in bepaalde partijen klokhuisschimmel geconstateerd wat eventueel kan resulteren in klokhuisrot of versnelde rijping. Het komt vooral voor in rassen die een verwantschap hebben met Red Delicious typen en ook de Boskoop. Dit kunnen allerlei schimmels zijn die via bloei infectie binnenkomen dan wel via een open klokhuis.



Figuur 8 Fusarium Conference



Figuur 9 Botritus Conference en Elstar



Figuur 10 Gloeosporium Conference

2.5.6 Glazigheid

Glazigheid is geen bewaarafwijking, maar wel een afwijking waar we in bewaring terdege rekening mee moeten houden. Dit probleem speelt vooral in seizoenen met hoge temperaturen vlak voor en tijdens de pluk. Meestal is het probleem bij de late zomerrassen het grootst (Alkmene), maar ook Gloster en Gala staan bekend om dit fenomeen. Franse Fuij en Breaburn die bij loonkoelers nog wel eens in Nederlandse cellen komen te staan, hebben bijna altijd een flink percentage glazigheid.
Ervaringen leren dat als bij een doorsnede van de vrucht, minder dan 20 % van het oppervlak aangetast is, er geen gevolgen in bewaring ontstaan. Op een andere manier bekeken: als er globaal een ring om het klokhuis wordt gevormd door de glazigheid is er tijdens bewaring grote kans bruinverkleuring in het kolkhuis. Bij grotere aantasting bestaat een risico op beschadiging van vruchtweefsel, versterkt door CO_2. Glazige partijen kunnen door het traag inkoelen (meer vochtverlies) en een lager CO_2 % (dan geadviseerd) meestal prima bewaard worden. Ook geforceerd vochtverlies in de bewaarmaanden kan het wegtrekken van glazigheid stimuleren. Glazigheid wordt veroorzaakt doordat het transport van suikers vanuit het blad niet tijdig omgezet kunnen worden in opslagsuikers. Het enzym wat moet zorgen woorden omzetting ontbreekt, de suikers trekken veel water aan en wat terecht komt in de intercellulaire ruimten, waardoor het glazige beeld ontstaat.
Het komt ook wel voor bij warme groeiomstandigheden in combinatie met een lage dracht.

2.5.7 Vruchtvleesbruin (VVB)

Vruchtvleesbruin is een verzamelnaam voor alle bruinverkleuringen die we tegenkomen in het vruchtvlees. Het is beter een onderscheid te maken tussen de verschillende vormen van bruinverkleuring.

- Klokhuisbruin
- Laag temperatuurbederf
- Ouderdomsbederf en buikziek
- Inwendige O_2 en CO_2 schade

2.5.8 Klokhuisbruin (KHB)

KHB staat voor een bruinverkleuring van het klokhuis. Vooral Boskoop, Cox's O.P. en Gloster staan bekend om de stervormige verkleuring rondom de carpellen van het klokhuis. Vooral natte en zonarme groeiseizoenen staan bekend om meer problemen. Door het kiezen van een lager CO_2 percentage is het probleem te verminderen. Van zowel te vroege als te late pluk is bekend dat het problemen oplevert. "Op tijd" plukken dus. Ook voor het O_2 % is geen duidelijke richting te vinden. Extreem lage O_2 waarden vergroten het risico, hogere waarden echter ook weer.

Figuur 11 Klokhuisbruin Santana

2.5.9 Lage temperatuurbederf (LTB)

Kenmerkend voor LTB is een gezond vruchtweefsel (sappig en stevig), maar een bruinverkleuring van het vruchtvlees tussen 0.5 tot 1 cm van de schil. De mate van bruinverkleuring is sterk wisselend van ras tot ras. Bijna alle rassen kennen wel verschijningsvormen van LTB. Oorzaak ligt tussen een partij gevoeligheid (mineralen en klimaat) en te lage temperaturen. We treffen partijen aan die ondanks toepassing van de geldende bewaarcondities, problemen krijgen met LTB. Koudere groeiseizoenen (lage temperaturen in de celdelingperiode) staan borg voor meer problemen.
We weten dat door het verlagen van het zuurstofpercentage (ULO condities) en verhogen van het CO_2 de problemen groter worden. Ook het vochtverlies heeft een grote invloed. Meestal is de oplossing om onder de ULO omstandigheden (bij gevoelige partijen), de temperatuur te verhogen. Dit levert 2 voordelen op. De vruchttemperatuur komt verder van LTB grens te liggen en door de hogere bewaartemperatuur treedt meer vochtverlies op.
Constateert u in een vroeg stadium een bruinverkleuring van het vruchtvlees, haal de cel dan van de ULO condities en ventileer maximaal met een iets hogere temperatuur. Doel is de ophoping van afvalstoffen door de hogere vruchtactiviteit en de grotere vochtonttrekking te verminderen. Voorwaarde voor deze actie is dat de partij nog een reserve heeft. In sommige gevallen is de kwaliteit dusdanig slecht dat de hersteltijd voor het wegtrekken van de bruinverkleuring te lang duurt. De uitwendige kwaliteit vervalt dan in vormen van ouderdomsbederf.

Figuur 12 Laag temperatuurbederf

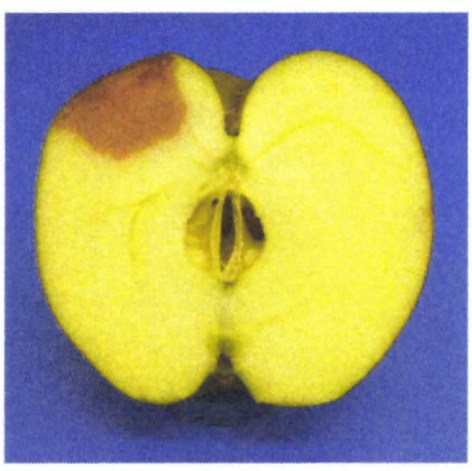
2.5.10 Ouderdomsbederf (OB) en buikziek

Ouderdomsbederf is de belangrijkste bewaarafwijking en ook een vorm van vruchtvleesbruin. Door een te lange bewaring van ongeschikte partijen loopt de eetkwaliteit zowel direct uit de cel als na uitstal snel terug. Het vruchtweefsel wordt melig en zacht. Vaak concentreert de zwakke structuur zich aan de rode kant van de vrucht. Bij een extreme aantasting kleurt het weefsel bruin. Vooral bij Cox's is het barsten ("bol") van de vruchtschil een bekend fenomeen.
Onderscheidt tussen LTB en OB is in een latere fase van de bewaring bijzonder moeilijk. Blijft een vroege aantasting van LTB te lang onopgemerkt, dan levert dit vanzelf OB verschijnselen op. Het verscherpen van de bewaarcondities om het optreden van OB te voorkomen is een dilemma. Immers hierdoor is er kans groot dat LTB problemen optreden. Verder zijn de vaak rijpere OB gevoelige partijen juist gevoeligere voor scherpere bewaarcondities. Aan de andere kant is versoepelen van de bewaarcondities olie op het vuur. Door een mindere ademhalingsrem verloopt de rijping sneller en treedt ook weer eerder OB op. Korter bewaren dus.
Bij peren verschijnt ouderdomsbederf in de vorm van buikziek. De peren worden zacht, en krijgen een kenmerkende bruine verkleuring van de vaatbundels naar de steel. De oorzaak ligt vaak bij een te hoge bewaartemperatuur of bij een te late pluk. In een latere fase van buikziek wordt het weefsel rondom het klokhuis zacht.

Figuur 13 Ouderdomsbederf

2.5.11 O_2 en CO_2 schade

Helaas komt jaarlijks nog steeds (of steeds meer) schade voor als gevolg van een verkeerde O_2 of CO_2 condities. Soms echter zonder dat van de geadviseerde waarde is afgeweken. Een partij gevoeligheid is hier dan als enige oorzaak aan te wijzen. Vaak is de interpretatie van rijpheid verkeerd en wordt voor de rijpheid een te hoog CO_2 of een te laag O_2 percentage toegepast.
De verschijnselen van O_2 en CO_2 schade komen in verschillende vormen voor, zowel inwendig



Figuur 14 O2 schade

als uitwendig. De inwendige verschijnselen zijn vaak een min of meer scherp afgetekende bruinverkleuring van dieper gelegen vruchtvlees. CO_2 schade die maanden eerder is ontstaan, wordt gekenmerkt door het opdrogen van het vruchtvlees waardoor holten ontstaan.
Het onderscheiden van zichtbare O_2 of CO_2 schade is moeilijk. Vooral omdat het meestal de combinatie van deze twee betreft (in het ergste geval speelt ook de temperatuur nog een rol).

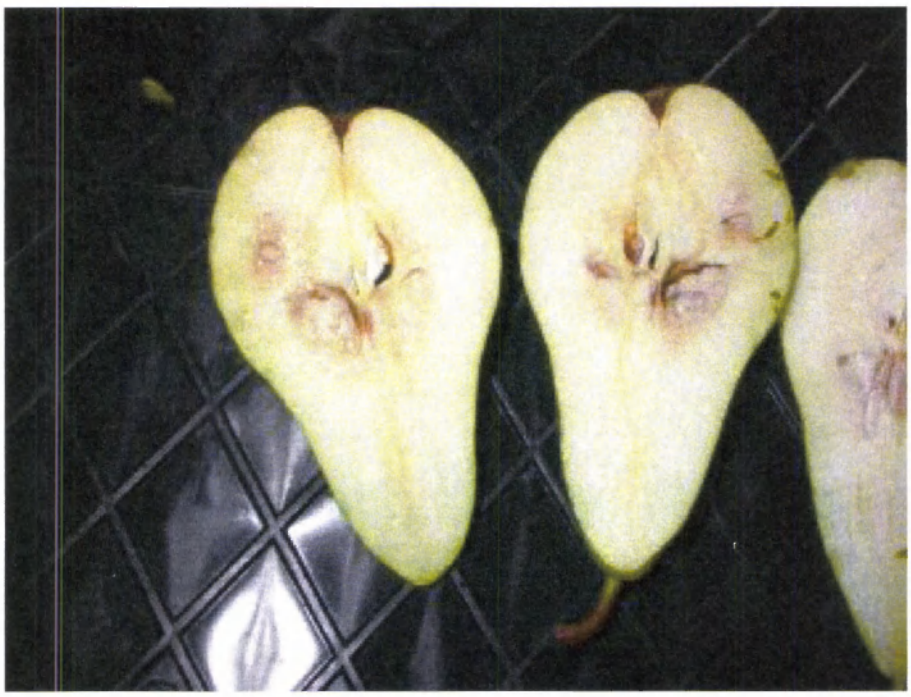
Zuurstofschade is als 'verse schade' wel vrij duidelijk te proeven. Los van eventuele bruinverkleuring is dan een smaakafwijking (alcohol) te constateren. Let wel, bij zure appels of koude vruchten is alcohol moeilijk te proeven. Voor een duidelijke bepaling dient u een laboratorium te benaderen.

Figuur 15 CO2 schade inwendig Elstar

2.5.12 Hol en bruin Conference

Bij Conference is de verschijningsvorm van CO_2 schade vergelijkbaar met bovenstaande beschrijving. In eerste instantie een bruinverkleuring van het vruchtvlees (in de buik van de peer), later ook het hol trekken van dit vruchtvlees.
Hol en bruin worden net zoals veel van de andere afwijkingen door tal van oorzaken beïnvloedt. Duidelijk is dat de rijpheid van de vrucht een grote rol speelt. Alles dat met minder dan 5.5 kg hardheid (kleine plunjer) wordt geplukt is potentieel gevaarlijk. Los hiervan of gecombineerd is het pluktijdstip van de peren een zeer belangrijke invloedsfactor. Bij latere plukken, neemt de gevoeligheid sterk toe. Bij de regionale pluktijdstip advisering wordt meestal een einddatum aangehouden. Na deze datum mogen eigenlijk geen peren meer in de ULO geplaatst worden. Verder weten we dat het te vroeg realiseren van de ULO condities afgestraft wordt. Peren moeten minimaal 3 weken alleen mechanische gekoeld worden. Pas hierna kan eventueel versneld de gewenste ULO condities worden toegepast. Naast bovenstaande oorzaken spelen ook de verhoudingen in O_2 en CO_2 een rol. Ervaringen leren dat Conference bij laag zuurstofpercentage bewaard kan worden, mits het CO_2 extreem laag is. Omdat dit lage CO_2 niet altijd te realiseren is, kiezen veel bewaarders voor een hoger O_2 percentage.

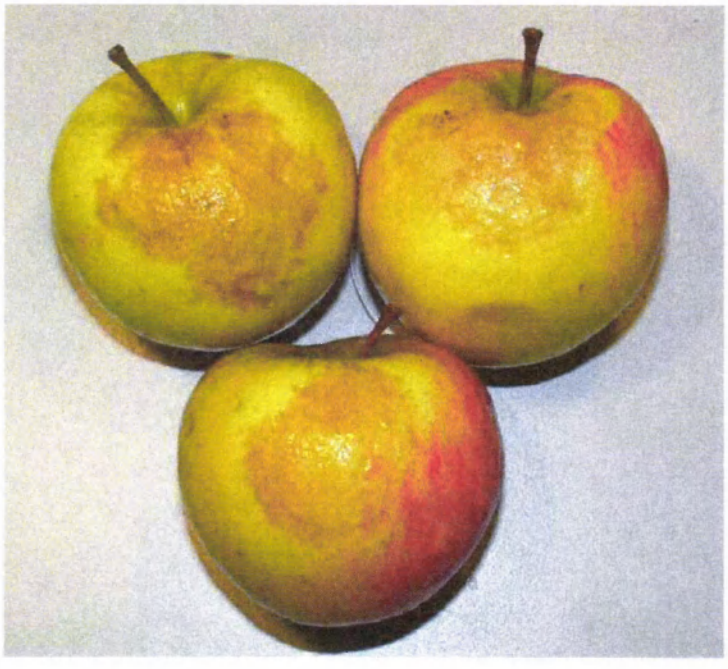
Het probleem kan zich ook openbaren in Doyenné du Comice, echter dit ras is minder gevoelig. Bij dit ras zien we meestal een bruinere stip boven het klokhuis.



Figuur 16 Hol en bruin Conference

2.5.13 Uitwendige CO_2 schade

Een probleem met CO_2 die vooral bij Elstar voorkomt (met uitzondering ook bij Golden) is de zogenaamde uitwendige CO_2 beschadiging (ook wel appelmoesvlek genoemd). De verschijningsvorm wordt getypeerd door één of meerdere grillige bruine vlekken op de schil (doorsnede van gulden). De schil is tussen de lenticellen in duidelijk verzonken en licht bruin verkleurd. De geconstateerde schade loopt niet verder in de bewaring of uitstalperiode. Direct onder de schil is het weefsel minimaal verkleurd, maar nog steeds stevig. De schade komt vooral voor op (bleke) vruchten meer van binnen uit de boom. Bij appelen die enigermate van zonnebrand geleden hebben is er ook meer kans op schade.. Elstar lijkt het gevoeligst te zijn maar bij Jonagold komt het ook duidelijk voor.
De schade ontstaat in de eerste weken van de bewaring. Ervaringen leren dat de vruchten blijkbaar een grote gevoeligheid voor CO_2 hebben. Kijk dus uit met CO_2 in de eerste dagen van de inslag. Er zijn aanwijzingen dat vocht het probleem kan vergroten. Soms ontstaat de schade al na enkele dagen ongecontroleerd CO_2 beheer. Vergeet niet dat in een ULO cel (die een weekend ongecontroleerd dicht blijft, soms 5 % CO_2 kan ontstaan. Ook direct na het verlagen van het zuurstofpercentage met behulp van stikstof (N2) is de gevoeligheid voor CO_2 bij Elstar groot. Laatst ingezette partijen geven de meeste schade, de eerder ingezette partijen de minste. Het is raadzaam om dus ook bij een snelle zuurstofdaling het CO_2 % goed te beheren.



Figuur 17 Uitwendig CO2 schade Elstar (appelmoesvlekken)

2.5.14 Stip/Boomstip

Stip of kurkstip is een 100 % fysiologisch afwijking. Waarschijnlijk is stip de meest onderzochte bewaarafwijking wereldwijd. We weten er dus blijkbaar alles van. Het vroegtijdig signaleren van het probleem begint met analyse van de mineralen. Vooral de K (+Mg)/Ca verhouding geeft een classificatie voor de kans op stip (en zacht). Zonder analyse weten we bijzonder weinig. Een duidelijke trend is dat het optreden van stip de laatste 10 jaar tot een minimum beperkt is gebleven. De aandacht voor pluktijdstip (bij vroege luk meer aantasting) en de toepassing van geoptimaliseerde ULO condities hebben het probleem aanzienlijk verkleind. Toch komen jaarlijks bepaalde partijen (grof, half behang etc) nog in aanmerking.
Voor alle duidelijkheid is boomstip qua verschijningsvorm weliswaar op één lijn te zetten met kurkstip, maar het is wel degelijk iets anders. Boomstip ontstaan vooral door onbalans in de vochtvoorziening in de laatste weken voor de pluk. Vooral zandgronden hebben bijna elk jaar wel een uitvalpercentage met boomstip. Opvallend is dat deze partijen niet per definitie ook bewaarstip ontwikkelen. Het is voor alle duidelijkheid ook niet uitgesloten. Het feit dat de vrucht aan de boom al fysiologische problemen krijgt geeft aan dat het niet een geweldig sterke vrucht is. Er zijn grote verschillen tussen de rassen, Cox's en Boskoop zijn zeer gevoelig, Elstar is nauwelijks gevoelig, Jonagold enigermate.

Figuur 18 Kurkstip

2.5.15 Zacht

Zacht wordt in één adem genoemd met stip. Ook onderzoek in het verleden richtte zich op de combinatie van stip en zacht. Tegenwoordig wordt het zacht veel eerder als een vorm van ouderdomsbederf beschreven.

2.5.16 Jonathanspot/Lenticelspot

Door het verdwijnen van de Jonathan, is de naam wat twijfelachtig. De spot (vlekjes) die optreden bij deze afwijking concentreren zich heel vaak rond de lenticellen. Door veroudering van de vrucht (en misschien beschadiging van de lenticellen door bijvoorbeeld Calciumbespuitingen) worden de lenticellen aangetast. Deze verkleuren zwart. Kenmerken voor dit verschijnsel is dat de kwaliteit van de partij vaak zwak is. Oplossingen met bewaarcondities zijn niet te geven. Er geldt slechts één dringend advies: ruimen!
Overigens hebben we met de huidige rassen weinig problemen, Elstar is enigermate gevoelig.

Figuur 19 Lenticelspot

2.5.17 Overige

Natuurlijk zullen er steeds afwijkingen voorkomen die door een combinatie van techniek en product ontstaan. Helaas zijn de mogelijkheden voor uitgebreid onderzoek voor specifieke bewaarafwijkingen minimaal.
Bekend of minder bekend is de schade door koelmiddelen of olie. Het bekendst is misschien nog wel ammoniakschade. Dit is herkenbaar door lenticel beschadiging (zwarte of groene randjes). In het middel van de lenticellen is een wit puntje zichtbaar. Het beeld is sterk verschillend binnen de cel en binnen de kist.

3 Techniek

3.1 Koelinstallatie

3.1.1 Warmtebonnen

Doel van het koelen is het onttrekken van warmte aan de ruimte. Bij de bewaring van vers product is het belangrijk een snelle gelijkmatige warmteafvoer tijdens de inslagperiode te realiseren. Na het inkoelen is een gelijkmatige temperatuur gedurende de rest van het bewaarseizoen belangrijk. Met gelijkmatig wordt hier bedoeld dat in de tijd en op plaatsen binnen de cel de temperatuur zoveel mogelijk constant dient te zijn.

De warmte in een koelcel is van een aantal bronnen afkomstig:

Veldwarmte
Het meest bepalend voor de inkoelcapaciteit is de veldwamte. Dit is het verschil in warmteinhoud van het product (en verpakking) bij de inbrengtemperatuur en bij de uiteindelijke bewaartemperatuur. Uitgangspunt voor warmteinhoud is een getal van ongeveer 4.0 kJ per kg product per graad verschil (K). Naast het verschil in temperatuur tussen het moment van inslag en de uiteindelijke bewaartemperatuur is dus ook het gewicht belangrijk. Koelinstallaties worden ingericht op een inslag van een gekozen aantal ton per dag van een bepaalde temperatuur. Globaal kan moet per 10 ton inslaghoeveelheid een 10-12 kWatt koelvermogen beschikbaar zijn. Is een zekere koelcapaciteit geïnstalleerd, dan is bij een hogere inslagtemperatuur (en dus een grotere afkoeling) alleen de inslaghoeveelheid aan te passen. Zorg echter dat al het product in een gekoelde ruimte terecht komt. Laat nooit product buiten staan met de gedachte dat de warmte er in de nacht wel uittrekt. Bijvoorbeeld bij peren kan dit totaal verkeerd uitpakken.

Ademhalingswarmte
De ademhalingswarmte hangt sterk samen met de producttemperatuur en de bewaarcondities. Met een snelle afkoeling is de ademhalingswarmte een ondergeschikte warmtebron. Uiteraard ligt het niveau van deze warmtebron tijdens de inslag door gemiddeld hogere temperatuur iets hoger. Tijdens de bewaarperiode, zeker onder optimale ULO omstandigheden, is de warmteproductie vaak beperkt.

Warmte door instraling
Tijdens het bewaren in de warmere voorjaar- en zomermaanden, speelt de instraling door de isolatie een grote rol als warmtebron. Door een uitgebalanceerde isolatie is de instraling te beperken. Tijdens strenge vorst kan de instraling ook negatief zijn. Dit merken we vooral in cellen die hoger in temperatuur staan (Boskoop). Door de negatieve instraling vallen de koeluren terug naar nihil. Zeker als de regelvoeler tegen de koude isolatie hangt, lijkt de temperatuur in de cel zonder koelen toch gehandhaafd te worden, terwijl het product (door de ademhalingswarmte)

langzaam oploopt. Door een goede verdeling van de ingestraalde kou, is het oplopen van de producttemperatuur te voorkomen.
De instralingwarmte is sterk te beïnvloeden door twee zaken. De belangrijkste lijkt de isolatiewaarde. Deze waarde wordt uitgedrukt in het aantal Watt dat per m^2 oppervlakte per graad verschil (K) tussen binnen en buiten instraalt. Naast het aantal deze isolatiewaarde blijkt zeker ook het verschil in binnen en buitentemperatuur erg belangrijk. Zeker in de nok van de meeste loodsen kan door warmteophoping (dakkleur) een temperatuur ontstaan aan de buitenzijde van de cel van meer dan 35 °C. Door met ventilatie deze warmte af te voeren kan de instralingwarmte vaak nog beter verkleind worden dan met het kiezen voor dikkere isolatie.

Ontdooiwarmte
Los van de methode van ontdooiing, brengt ontdooiing altijd warmte in de cel. De warmte inbreng is steeds aantal keer ontdooien x tijd x vermogen. Door het ontdooivermogen optimaal toe te passen is de ontdooitijd te optimaliseren. Vooral in de instelling van de ontdooibeëindigingstemperatuur is voordeel te halen. Waarom immers het verdamperblok verder opwarmen als deze al volledig vrij van ijs is? Ook is het aantal keer ontdooien is nog wel eens onnodig hoog. Elke keer dat de ontdooiklok een actie aangeeft moet het volledige verdamperblok weer worden opgewarmd. Helaas zijn voor de optimale instellingen weinig tot geen richtlijnen te geven. Het belangrijkst is dat met een visuele beoordeling van het verdamperblok en o.a. met het interpreteren van de koeluren een redelijke optimalisatie te maken is. Tijdens het inkoelen vooral onder natte omstandigheden moet rekening gehouden worden met extra ontdooiacties. Naast de warmte die door het ontdooien in de cel wordt gebracht betekent het ontdooien dat er op dat moment niet gekoeld kan worden. Hierdoor moet een berekende benodigde koelcapaciteit voor deze 'niet koel tijd' gecompenseerd worden.

Ventilatiewarmte
Door de deuropeningstijden en eventuele luchtinlaat moet steeds een zeker aantal m^3 lucht afgekoeld worden. Het betreft hier dus de warmte als gevolg van luchtwisselingen. Deze luchtwisselingen spelen vooral in de periode van inslag en in cellen die regelmatig open en dicht gaan. In werkcellen speelt ligt de ventilatie warmte al snel boven de 20 % van totale warmtelast. In dichte ULO cellen is het aantal luchtwisselingen minimaal, maar vergeet zeker niet de warmte inbreng door de actieve koolscrubber.

Ventilatorwarmte
De warmte inbreng door de ventilatoren van de verdampers wordt nog wel eens onderschat. Doordat vanwege het gewenste minimale temperatuursverschil binnen de cel, de ventilatoren meestal continu draaien, is het belangrijk de m^3 prestatie per opgenomen of beter nog het afgegeven vermogen te beoordelen. Helaas zijn beschikbare gegevens over de warmteproductie van de ventilatoren moeizaam verkrijgbaar en staan eigen metingen door de altijd weer specifieke omgevingsomstandigheden steevast ter discussie bij de producenten van ventilatoren. Bij veel

installaties is het mogelijk later in het seizoen door het afschakelen van ventilatoren toch een goede temperatuurverdeling te handhaven en te voldoen aan de eisen ten aanzien van de vochtonttrekking. Naast het effect op de energierekening is levert in een aantal gevallen de verminderde warmte inbreng ook een voordeel op in de vochtonttrekking.

Overigen
Tijdens inslag spelen nog tal van kleinere warmtebronnen een rol. Denk hierbij aan verlichtingswarmte, warmte tijdens de inslag door heftruck of personen. Hiernaast speelt ook de warmteproductie van scrubkalk en eventueel N_2-inblaas.

3.1.2 Basis van koeltechniek

Om te weten wat in een koelinstallatie nu feitelijk gebeurt, is wat basiskennis nodig. Faseveranderingen (van vloeistof naar damp en van damp naar vloeistof) staat hierbij centraal. Als we water als koelmiddel zouden gebruiken, dan zien wij het volgende bij het doorlopen van verschillende fases.

Vanuit vaste fase (ijs) wordt door warmtetoevoer uiteindelijk de vloeibare fase bereikt. Zo lang als er een combinatie van water en ijs is, blijft de temperatuur 0 °C. Om deze reden kunnen we smeltend ijs gebruiken bij het ijken van temperatuurvoelers (constante zekere temperatuur) en als bevriezend water bij de nachtvorstbestrijding. Dit geldt echter alleen onder onze atmosferische druk.
Eenmaal volledig vloeibaar, gaat het water bij 100 °C over in de gasfase. Zo lang als er vloeistof en gas (damp) aanwezigheid is, blijft de temperatuur ondanks de toevoer van warmte 100 °C. Pas als alle vloeistof is verdampt, treedt door toevoer van warmte een oververhitting op.

In een afgesloten ruimte zal de druk door verdamping (warmte toevoer) van vloeibaar water oplopen totdat de verzadigde dampdruk is bereikt. Stel hierbij een gesloten jerrycan benzine voor. Op dit moment stopt de verdamping. Door de druk iets lager te houden (kleine opening in de jerrycan), blijft er vloeistof verdampen, mits er uiteraard vloeistof beschikbaar is. Bij de koelinstallatie doen we feitelijk hetzelfde.
Vloeibaar koudemiddel wordt via een expansieventiel (scheiding hoge en lage druk) in een verdamper gebracht. Binnen de verdamper kan al het koudemiddel verdampen door de warmte aanvoer vanuit de koelcel. Voorwaarde is dat de specifieke druk waarbij het koudemiddel verdampt in stand wordt gehouden. Dit wordt gerealiseerd door een compressor die de damp afvoert. De rest van het principe van het koelsysteem wordt bij de onderdelen van de koelinstallatie besproken.

3.1.3 Onderdelen van de koelinstallatie

3.1.3.1 Verdamper

De verdamper is voor de fruitbewaring zondermeer het belangrijkste onderdeel van de koelinstallatie. Deze moet immers door het verdampende (en dus warmte aantrekkende) koudemiddel, de ruimte koelen. Door warmtetoevoer uit de cel gaat het koudemiddel in de verdamper koken (verdampen). Dit gebeurt doordat de compressor de druk in de verdamper onder de verzadigde dampdruk houdt.
De warmte in de cel wordt door de ventilatoren achter of voor de verdamper over een lamellenpakket geblazen of gezogen. Via de lamellen komt de warmte bij de buizen en vindt de opwarming van het koudemiddel plaats. Aan het begin van de koperen leiding is praktisch al het koudemiddel vloeibaar. Gaande weg dat het vloeibare koudemiddel in de verdamper door de cellucht wordt opgewarmd, verdampt een groter deel. Aan het einde van de verdamper moet alle freon verdampt zijn. De hoeveelheid freon die in de verdamper wordt ingespoten wordt geregeld door het expansieventiel.

3.1.3.2 Expansieventiel

Het expansieventiel regelt voor een groot deel de benutting van het verdamperoppervlak. Het dient als scheiding tussen het hoge druk gedeelte (vloeibaar koudemiddel) en het lage druk (vloeibare/gasvormige koudemiddel) gedeelte van de installatie. Er zijn tal van verschillende expansieventielen beschikbaar. Belangrijk is te weten dat expansieventielen een bepaalde minimale drukval nodig hebben om voldoende te kunnen regelen.
Uit oogpunt van energieverbruik lijkt het interessant om het verschil tussen de hoge druk en de lage druk zijde van de installatie zo klein mogelijk te maken. Dit drukverschil moet immers door de compressor steeds gehandhaafd worden. Hoe groter het drukverschil des te meer arbeid de compressor moet verrichten.
Door een te kleine terugval in druk over het ventiel, bijvoorbeeld door een te lage druk voor het expansieventiel, functioneert het minder, wordt de koudemiddelverdeling minder en loopt uiteindelijk de benutting van het verdamperoppervlak terug. Hierdoor neemt de koeltijd toe en worden de omstandigheden waaronder gekoeld wordt minder gunstig. Uiteindelijk dus juist meer energieverbruik en erger nog meer koeluren onder ongunstige omstandigheden betekent een groter vochtverlies

3.1.3.3 Compressor en condensor

Zoals het expansieventiel de scheiding is tussen de hoge druk vloeistofzijde en de lage druk vloeistof/dampzijde, zo is de compressor de scheiding tussen de lage druk dampzijde en de hoge druk dampzijde. Door het samendrukken van het aangezogen koudemiddel wordt de druk verhoogd. Doel hiervan is om de gewenste condensatiedruk te bereiken. Door gasvormig

koudemiddel onder hoge druk af te laten koelen met meestal koude buitenlucht, condenseert de freon. Ook met luchttemperaturen van 25 graden kan nog voldoende condensatie optreden om dat de condensatietemperatuur bij de meeste koudemiddelen bij een gekozen druk op ongeveer 40 graden ligt. De meeste condensors worden geregeld op een condensatietemperatuur en bijbehorende druk van ongeveer 40 graden (15 K verschil met de buitenlucht).
Vanuit de condensor loopt de vloeibare freon (nog steeds onder hoge druk) naar het vloeistofverzamelvat van waaruit het expansieventiel wordt bediend.

3.1.3.4 Meet en regeltechniek

Zowel de koeltechnische installatie als de celbediening is voorzien van tal van meet-, regel- en beveiligingsapparatuur. Alles wat met de daadwerkelijke werking van de koelinstallatie te maken heeft, wordt door de koelinstallateur ingesteld en bediend. De celinstellingen zijn steeds meer voor rekening van bewaarder (of in goed overleg ook voor de installateur). Tot de bediening (dus bedoeld voor de installateur) van de installatie hoort o.a.:

- Capaciteitsschakeling van de compressoren
  Wanneer wordt welke compressor(stap) bij- of afgeschakeld. De regeling is meest opgenomen in een specifieke PLC of stappenregelaar. In de regeling is vaak opgenomen dat niet steeds dezelfde compressor als eerste start. Steeds meer wordt de compressor die in de bewaarperiode de cellen van capaciteit voorziet uitgevoerd met een toerenregeling. Zo is de capaciteit van de compressor traploos regelbaar en kan er prima gereageerd worden op buitenomstandigheden of veranderende druk of belasting die invloed hebben op de capaciteit van de compressor.
- Capaciteitregeling condensorventilatoren
  Op basis van een drukmeting wordt één of juist meerdere condensorventilatoren (liefs in toeren) bij- of afgeschakeld. Op deze manier wordt een stabiele condensordruk gerealiseerd. Door een stabiele persdruk of condensordruk (druk/temperatuur waarbij het koelmiddel condenseert) is ook de vloeistofdruk voor het expansieventiel stabiel waardoor deze beter functioneert.
- Thermische beveiligingen
- Drukbeveiliging
  De installatie is zowel op hoge als op lage druk beveiligd. Bij te hoge drukken bestaat kans op schade aan de compressor. Bij een te lage druk (onder de atmosferische druk) bestaat het risico dat via kleine lekkages buitenlucht (met vocht) in de installatie terecht komt. Het vocht is desastreus voor de werking van de installatie. Bij de meeste installatie is ook de oliedruk beveiligd. Deze pressostaat voorkomt dat de compressor bij te lage oliedruk draait.

De instellingen die de bewaarder bij de koelinstallatie doet, zijn zeer afhankelijk van merk en type van de regelapparatuur. Hieronder volgt een opsomming van de minimaal in te stellen zaken:

- Inkoel- of bewaarstand

De meeste installaties kennen een zogenaamde inkoel- en bewaarstand. Tijdens inkoelen wordt (ingesteld door installateur) vaak eerder en sneller compressorcapaciteit bij geschakeld. Ook ligt de gewenste zuigdruk of verdamperdruk (druk/temperatuur waarbij het koelmiddel verdampt) vaak iets lager om de verdamper hiermee kouder te maken en hierdoor meer verdampercapaciteit te krijgen. Bij een aantal regelaars is de inkoelstand ook gekoppeld aan de hoeveelheid luchtcirculatie.

- Circulatie
  De hoeveelheid luchtbeweging is vaak op tal van manieren in te stellen.
- Ontdooiing
  Naast de keuze voor de methode van ontdooien (lucht, elektrisch, heetgas of anders) is ook het aantal keer ontdooien per dag in te stellen. Bij een aantal regelaars is hierbij de ontdooiing gekoppeld aan de gemaakte koeluren. Per uur koelen kan dan voor een ontdooiing gekozen worden.
  Soms is ook de maximale ontdooitijd of de beëindigingtemperatuur nog door de bewaarder in te stellen. In een aantal gevallen moet u hiervoor de schakelkast in.
- Temperatuur
  Uiteraard moet u als bewaarder de temperatuur in kunnen stellen. Voor fruit zeker op 0.1 graad nauwkeurig. Naast de absolute instelwaarde, is vaak ook een ijk instelling aanwezig om grotere afwijkingen van voelers te kunnen corrigeren. Dit bijstellen kan meestal beter aan de installateur overgelaten worden. Het controleren op juistheid is echter wel een taak voor de bewaarder. Schrijf de afwijking op en confronteer de installateur hiermee. De procedure van ijken wordt later in de cursus besproken.
- Differentie
  Naast de instelling van de temperatuur is ook de instelling van de differentie belangrijk. Differentie is het verschil tussen in temperatuur tussen starten en stoppen van de installatie. Een norm voor de differentie is niet goed te geven. Tegenwoordig wordt veel vaker naar het resultaat van de differentie gekeken in de vorm van het aantal koelacties per etmaal. De variatie in temperatuur vinden we minder belangrijk omdat dit alleen de variatie op de plaats van de voeler weergeeft.

3.1.3.5 Overige onderdelen van een koelinstallatie

Een volledig toelichting bij de koelinstallatie is zinloos. Immers elke installatie heeft zijn eigen kenmerken en onderdelen. Getracht wordt een lijst met onderdelen te bespreken die bij het gebruik en beoordeling van de installatie van toepassing zijn.

- Carterverwarming
  De carterverwarming verwarmt het carter van de compressor om hiermee te voorkomen dat de freon in de olie indampt. Freon heeft de neiging om naar de koudste plaats van de installatie te bewegen. Bij ingedampte freon ontstaat bij het opstarten van de compressor een schuimvorming die geen goede smeerwerking meer heeft. De carterverwarming wordt meestal

via de hoofdschakelaar geschakeld. Dus als deze uitgezet wordt, moet bij het weer aanzetten van de installatie een wachttijd aangehouden worden om de carters eerst op te warmen.

- Kijkglas
  Om de aanwezigheid van voldoende vloeibare freon te kunnen beoordelen is de koelinstallatie voorzien van kijkglazen. Meestal is deze in ieder geval in de vloeistofleiding na de droger geplaatst, dicht bij de compressorunit. In het glas mogen geen bellen te zien zijn nadat de installatie is opgestart. Gasbellen betekenen vaak een tekort aan koudemiddel. Om te beoordelen of de installatie daadwerkelijk voldoende koudemiddel heeft, is het belangrijk dat bij belasting van alle compressoren en een evenredig aantal cellen (vergelijkbare capaciteit) geen bellen in het kijkglas ontstaan. De meeste kijkglazen zijn voorzien van een vochtindicator.
  Bij nieuwe installaties is vaak voor de verst gelegen cel ook een kijkglas gemonteerd. Door leidinglengte en weerstand is het een goede controlemanier voor voldoende freon voor elk van de expansieventielen.

- Vloeistofafscheider
  De vloeistofafscheider is opgenomen in de zuigleiding van de installatie. Deze haalt het grootste deel van de vloeistofdelen uit het koudemiddel afkomstig van de verdamper. Dit ter bescherming van de compressor. De compressor is immers een gaspomp, en raakt uiteindelijk flink beschadigd door het comprimeren van vloeistofdelen.
  Vooral bij systemen met een heetgasontdooiing is een vloeistofafscheider noodzakelijk. De kans dat ineens een verdampervulling met vloeibaar koudemiddel na het ontdooien aangezogen wordt, is bij heetgasontdooiing namelijk groot. Bij andere installaties is het ter beoordeling van de installateur om de afscheider te plaatsen. Vanwege de wens om de expansieventielen steeds scherper in te stellen is het advies om een afscheider te plaatsen. Extreme ijsvorming rond de afscheider of aan de zuigzijde van de compressor, betekent dat één of meer verdampers niet alle vloeistof verdampt en dus deze terugvoert naar de compressor. Meestal zit de verdamper dan stijf in het ijs, soms is een defect expansieventiel de oorzaak.

- Warmtewisselaar
  Met de nieuwe generatie koelmiddelen hebben we een probleem extra (overigens net als bij R22) om vóór de expansieventielen voldoende vloeibaar koelmiddel te leveren van voldoende druk. Door lange leidingafstanden en weerstand vanwege diverse onderdelen ontstaan gaande weg (door de drukval) dampbellen in de vloeistof. Om de vloeistof voor het expansieventiel te verbeteren wordt ervoor gekozen deze te onderkoelen (bij gelijke druk kouder te maken, dus als het ware 'dieper' te condenseren).

- Manometers

Een koelinstallatie is als het goed is, voorzien van minimaal een tweetal manometers. Een blauwe (lage druk) en een rode (hoge druk). Op de buitenschaal is (eventueel koelmiddelafhankelijk) een temperatuur af te lezen die overeenkomt met een bepaalde druk. De lage druk (zuigdruk) ligt op ongeveer 3 bar, meestal refererend met een verdampingstemperatuur van –7 of –8 °C. Dit is dus de druk/temperatuur waarbij het koudemiddel in de verdamper verdampt. Helaas wordt de drukmeting door leidingweerstand iets vertroebeld. Meestal blijkt een drukval voor te komen van 0.5 tot 1 °C. Bij de compressorunit meten we dus een –7 °C, terwijl op de (verst gelegen) cel ligt de druk rond de –6 °C. Door een slechte leiding dimensionering loopt de drukval bij een aantal installaties ver op. Het is goed een monteur de drukverschillen binnen de installatie op te laten meten.
De hoge druk (persdruk) manometer zal een temperatuur aangeven tussen de 35 en 40 °C. Tijdens strenge kou, kan het probleem ontstaan dat de druk onvoldoende oploopt. Dit wordt veroorzaakt door een te grote afkoeling van het condensoroppervlakte. Hierdoor is uiteindelijk de druk voor het expansieventiel te gering, en zullen al voor het expansieventiel gasbellen ontstaan.

- Frequentieregeling
  Steeds meer installaties worden uitgevoerd met een frequentieregeling (toerenregeling) van de compressor. Het doel van deze regelaar is dat door het traploos regelen van vaak één compressor(stap), vrij exact de gewenste zuigdruk wordt gerealiseerd. Sommige systemen hebben een zuigdruk die per cel is in te stellen, sommige kennen een groepenindeling van cellen (de –1 cellen, de +4 cellen etc). Afhankelijk van de vragende cel wordt het toerental van de compressor gekozen. Is de druk te laag, dan toert de machine iets af, is de druk te hoog, dan wordt het toerental iets vergroot. Door een koelcompressor op een lager toerental te laten draaien met bijbehorende lagere frequentie, neemt het opgenomen vermogen van de machine sterker af dan de koelcapaciteit. De energieprestatie van de machine neemt dus toe.

- Olie huishouding
  Bij koelinstallaties is een juiste smering van de compressor erg belangrijk. Helaas laat veel olie zich door het koudemiddel meesleuren in de installatie, waar het feitelijk geen enkele functie vervult. Een goede koelinstallatie vraagt dus om een goede inrichting van de oliehuishouding. Een onderdeel is de olieafscheider. Deze tracht de olie zoveel mogelijk in de buurt van de compressorunit te houden. De afscheider scheidt het koelmiddel van de olie. De weggevangen olie wordt vaak via een voorraadvat teruggevoerd naar de compressoren. De verdeling van de olie over de verschillende carters wordt door een olieniveauleringsysteem verzorgd. Bij het aanschakelen van één compressor zou dit namelijk anders teveel olie wegtrekken waardoor de een volgende bijschakelende compressor te weinig olie kan hebben. De carters van de compressor zijn voorzien van een vlottersysteem die het niveau op het juiste peil proberen te houden. De oliehuishouding moet bij de jaarlijkse controle door de installateur worden beoordeeld.

3.1.4 Systeemkeuze koelinstallatie

3.1.4.1 Directe expansie (DX systemen)

Installaties op basis van directe expansie zien we op de meeste bedrijven. Een compressor comprimeert hierbij een gasvormig koudemiddel tot boven de condensatietemperatuur. In de condensor condenseert dit gas tot vloeistof (nog steeds onder hoge druk). Via een vloeistofvat wordt via een expansieventiel de druk verlaagd waardoor het koelmiddel verdampt op de zogenaamde zuigdruk. Dit verdampen gebeurt uiteraard in de koelcel. Het koelmiddel volledig in gasfase wordt door de compressor aangezogen. Het koudemiddel bepaalt onder andere de drukken waarbij de verschillende fases in de installatie worden doorlopen. Hieraan is ook de bruikbaarheid voor bepaalde toepassingen gekoppeld. Bij DX systemen zien we meestal het koudemiddel R404a, R407c, R507 en R134a. Middelen als R22 worden alleen nog in bestaande installaties getolereerd.

Voordelen
- Lage koelmiddelinhoud
- Lage kostprijs
- Laag energieverbruik

Nadelen
- Optimale benutting verdamperoppervlak moeilijk
- Sterk wisselende resultaten met niveau vochtverlies (zowel hoog als laag)

3.1.4.2 Directe pompsystemen

Een nadeel van directe expansiesystemen is het expansieventiel. Dit ventiel bepaald de vulling van de verdamper. Hierbij moet voorkomen worden dat aan het einde van de verdamper nog natte damp aanwezig is die door de compressor aangezogen kan worden. Aan de andere kant moet de verdamper wel in hoge mate benut worden. Met directe pompsystemen wordt de koelcyclus gedeeld in een verdampercircuit en een compressorcircuit. Op compressorniveau is een sterke gelijkenis met de DX installatie te vinden. De compressor comprimeert het aangezogen gasvormige koudemiddel tot boven de condensatietemperatuur. In de condensor condenseert dit gas (onder hoge druk) . In plaats van afvoer naar de verdamper wordt met de hoge druk vloeistof via expansie een buffervat gevuld.
Met pompen wordt het vloeibare koudemiddel (lage druk) naar de verdamper gebracht. De verdamper wordt volledig bevloeid met koudemiddel, zodat een optimale warmteoverdracht plaats kan vinden. Een mengsel van vloeistof en gas wordt teruggevoerd naar het buffervat. Duidelijk zal zijn dat deze systemen door de opzet van het systeem en de maximale vulling van de verdamper een beduidend grotere koudemiddelinhoud hebben. Met de nieuwe koudemiddelen wordt dit een kostbare zaak, zeker als er een lekkage optreedt.

Voordelen
- Optimale benutting verdamperoppervlak beter mogelijk
- Koelen bij kleiner delta T mogelijk
- Minimaal vochtverlies is mogelijk

Nadelen
- Grote koelmiddelinhoud
- Hoge kostprijs

3.1.4.3 Indirecte pompsystemen

Om de grote en vaak dure koudemiddel inhoud te verkleinen kan gekozen worden voor indirecte pompsystemen. Hierbij wordt het buffervat van het directe pompsysteem vervangen door een warmtewisselaar met een primair en secundair koudemiddel. Aan de zijde van het primaire koudemiddel (Ammoniak, R404a etc.) is de installatie redelijk te vergelijken met een DX systeem. De verdamper is hier alleen vervangen door de warmtewisselaar.
Achter de warmtewisselaar is een secundaire koudedrager aanwezig (bijvoorbeeld glycol) die naar de cel wordt verpompt. Deze draagt de koude via de 'verdamper' over aan de cellucht.
Een voordeel van een indirect pompsysteem is de relatief eenvoudige aanleg van het installatiegedeelte in de cel. Vergelijk dit met het plaatsen van radiatoren in een CV installatie. Verder is het temperatuurverschil ten opzichte van een DX systeem flink te verkleinen zonder problemen te krijgen met de vulling en dus de warmteoverdracht van de verdamper.
Helaas heeft elke voordeel een nadeel en blijkt de totale investering in een dergelijke installatie flink tegen te vallen. We zien hier vaak meerprijzen van > 60% ten opzichte van DX systemen. Hiernaast is de installatie energetisch niet gunstig. Hierbij spelen onder andere de diverse verbruikers (pompen) in het systeem en de warmtewisselaar een rol. Een ander verhoging van het energieverbruik wordt veroorzaakt doordat uitgaande van een gelijke aangevoerde koudemiddel temperatuur de koeler op basis van glycol al snel 20-30% meer koeluren moet maken om dezelfde warmte af te voeren.

Voordelen
- Optimale benutting verdamperoppervlak
- Koelen bij kleiner delta T mogelijk
- Risicovolle koudemiddelen blijven in machinekamer
- Minimaal vochtverlies is mogelijk

Nadelen
- Hoge kostprijs
- Hoog energieverbruik

3.1.4.4 Conclusie

Vanuit het oogpunt van de productkwaliteit, en dan de minimalisatie van het vochtverlies, lijken de indirecte systemen de beste kans te maken. 'Beste kans', want in de praktijk blijken er meer zaken het resultaat sterk te beïnvloeden. Selectie van installatieonderdelen en dan de verdamper is misschien wel van grotere invloed dan het achterliggende systeem. Hiernaast blijkt ook het benutten van de installatie door optimale instellingen de resultaten sterk te beïnvloeden. Ervaringen leren dat er DX installaties bestaan die betere resultaten boeken dan een direct pompsysteem. Met alleen een goede systeemkeuze zijn we er dus niet. Zeker zo belangrijk zijn:

- Selectie van componenten
    a) Verdamper
    b) Compressor (vooral inkoelcapaciteit)
- Stabiliteit van systeem, drukken etc.
- Systeemkeuze

3.2 Isolatie

3.2.1 Materiaal

In de fruitbewaring wordt voor 95 % van de gevallen gekozen voor PUR sandwichpanelen als wandisolatie. Vanuit het verleden komen nog cellen voor opgebouwd uit, kurkmeel, vlas, tempex plaatjes, combinaties van diverse materialen etc. Tempex zien we nog regelmatig, zowel als kale platen, maar ook als sandwichpanelen of in de vorm van het zogenaamde polypro systeem al dan niet bespoten met PUR-schuim.
Het belangrijkste kenmerk van isolatie is de isolatiewaarde. Dit wordt weergegeven door de K-waarde en geeft het aantal Watt die per m^2 door een wand stroomt bij een aantal graden temperatuursverschil (K) tussen de binnen en buitentemperatuur. De eenheid is W/m2.K. Tegenwoordig komen we ook de R of Rc waarde veel tegen. Deze waarde kent de eenheid m2K/Watt (en staat ongeveer gelijk aan 1/K-waarde).
Bij het typeren van de isolatiewaarden bestaan grote discussies of de warmteoverdracht coëfficiënten (overdracht van buitenlucht op wand, en binnen van wand op binnenlucht) wel of niet bij de beschrijving van de isolatiewaarde moeten staan. Hetzelfde geldt t.a.v. de discussie of dat koudebruggen in de bevestiging of montage van isolatieonderdelen gecorrigeerd moeten worden in de uiteindelijke isolatiewaarde.
Al jaren zijn er eindeloze discussies over de stabiliteit en de juistheid van de isolatiewaarde. Door het uitdampen van blaasmiddelen of door opname van vocht zou deze waarde sterk terugvallen. Problemen die duidelijk zijn toe te wijzen op verminderde isolatie zijn echter moeilijk te vinden, noch bij PS (tempex) noch bij PUR.

De uitgangspunten voor isolatie dikten zijn:

	Tussenwanden	Buitenwanden	Plafond
Cellen boven nul graden	100 mm PUR 150 mm PS	120 mm PUR 170 mm PS	120 mm PUR 170 mm PS
Cellen onder nul graden	120 mm PUR 170 mm PS	140 mm PUR 200 mm PS	140 mm PUR 200 mm PS

Bewaring van producten boven nul die tot ver in de zomer doorloopt, kan om het aantal koeluren te besparen, een zwaardere isolatie vragen. Economisch komt dit waarschijnlijk niet uit, omdat de verbetering van de K-waarde slechts een zeer beperkte bijdrage levert aan de totale warmtebalans. Doorslaggevende reden om te kiezen voor de zwaardere isolatie zijn de mindere draaiuren die het vochtverlies van het product beperken.

Beperken van instraling begint met het zorgen voor beperkte buitentemperaturen. Donkere dak- of wandkleuren om cellenblokken zijn dus uit den boze. Hetzelfde geldt voor lichtplaten. Een goede ventilatie in de nok van de schuur (eventueel met een thermostaat geregelde ventilator) die 5 graden temperatuur reductie geeft, geeft een grotere verbetering dan 2 cm dikker isoleren.

3.2.2 Vloerisolatie

Om dezelfde reden als de dikkere isolatie, wordt ook voor vloerisolatie gekozen. Rekenmodellen geven aan dat vloerisolatie alleen economisch rendeert, als de grondwaterstand hoger dan 1 m onder maaiveld staat. De energiebesparing valt dus mee. Vaak wordt echter om bouwkundige reden al gekozen voor vloerisolatie. Wapening stellen op isolatieplaten gaat namelijk veel beter dan op een zandbed.
De belangrijkste reden voor de keuze van vloerisolatie is dat we de plaatselijke warmte instroom zo beperkt mogelijk willen houden. Omdat vloeren altijd iets vocht aantrekken, en door een plaatselijk iets hogere temperatuur ook voor ontvochtiging van bovenstaand product zorgen, is vloerisolatie juist bij vochtonttrekking gevoelige rassen (Conference, Elstar) gewenst.

3.2.3 Onderhoud

Het isolatiepakket vraagt weinig tot geen onderhoud. Reiniging van de isolatiepanelen is eenvoudig te doen met een water en een zeep. Kijk uit dat door de hoge druk geen gasdichte afwerking of kit beschadigd wordt.

3.2.4 Vocht

Met de huidige isolatiepanelen speelt vocht een beperkte rol. Door de temperatuursverschillen tussen binnen en buitenzijde van de isolatie, bestaat de kans dat er condens optreedt aan de buitenzijde van de isolatie (warme kant). Vaak wordt dit door drogende buitenomstandigheden

(wind, lagere RV) snel afgevoerd, maar op een vochtige warm celplafond kan dit toch tot vochtophoping leiden. Om deze reden worden naden in de isolatie hier dampdicht afgewerkt. Door de opbouw van wandisolatie op bestaande vloeren is aan de buitenzijde van de cel meestal een vochtbaan te zien. Vanwege de koudebrug van de vloer, condenseert op de koude vloer vocht uit de buitenlucht. Het is dus voor alle duidelijkheid geen vocht die uit de cel stroomt. De kou kan ook door de buitenste paneelplaat omhoog geleiden waardoor vaak ook de onderste meter van de isolatiewand vochtig wordt. Helaas is aan dit probleem weinig te doen zonder dat dit enorme kosten met zich meebrengt. Dat dit problemen geeft voor de levensduur van de isolatie is nog niet ervaren.

3.2.5 Gasdichtheid van ULO cellen

Gasdichtheid is de belangrijkste voorwaarde voor ULO bewaring. Zonder gasdichtheid is alleen met enorme energieverspilling (productie van stikstof) en de nodige bijkomende problemen een cel op regime te houden. Het komt er feitelijk op neer dat zonder voldoende gasdichtheid, de totale investering voor ULO min of meer zinloos is.
Besteedt dus maximale aandacht aan de gasdichtheid. Controleer die cellen die het voorgaande jaar problemen hadden om het gewenste zuurstofgehalte te halen. De vloer-wand verbinding is één van de zwakste plaatsen. Probeer over deze verbinding zo weinig mogelijk te rijden. Verder raakt de aanhechting makkelijk los bij een continue vochtbelasting (water op vloer).

3.2.5.1 Bepaling van cm2 lekkage

Aanbieders van isolatie beschrijven in hun offerte een gasdichtheid van minder dan 0.20 of 0.35 cm2 lek per 100 m3 celinhoud. Deze beschrijving van gasdichtheid is de enige die concreet te meten en vast te leggen is. Helaas is de meetmethode wel gevoelig voor omgevingsfactoren. Ervaringen leren namelijk dat een lektest met deze methode geen garantie levert voor een probleemloos bewaarseizoen. Toch is er in het verleden (bij gebrek aan beter) een lijst gemaakt van maximale lekgroottes voor verschillende ULO bewaarsystemen.

Gewone CA bewaring	6 cm^2
ULO bewaring met kalk	0.8 cm^2
ULO bewaring met scrubber (O_2 arm)	0.5 cm^2
ULO bewaring met scrubber	0.2 cm^2

Maximale lekgrootte voor verschillende toepassingen (in $cm^2/100\ m^3$ celinhoud)

De methode voor het meten van het aantal cm^2 lekkage werkt als volgt. De cel wordt met een luchtpomp (regelbaar in capaciteit) op een constante over- of onderdruk gehouden. Gedurende langere tijd (15 minuten) moet een gekozen pompcapaciteit een gelijke onder- of overdruk blijven geven. In veel gevallen verloop gedurende de 15 minuten de over- of onderdruk een fractie, waardoor een zekere meetfout optreedt. Door temperatuurschommelingen, drukwisselingen of

een langzaam verloop van de druk is het bijzonder moeilijk de druk exact gelijk te houden gedurende de 15 minuten. Na het stabiliseren van de druk wordt de hoeveelheid ingebrachte of onttrokken hoeveelheid lucht (met een gasmeter) gemeten. In een tabel is een lekkage per m^2 te bepalen. Groot nadeel van deze methode is dat we alleen weten of de cel wel of niet aan de norm voldoet. We weten nog niet waar eventuele lekkage zich voordoen.

3.2.5.2 Lekzoeken

Het zoeken van lekken gaat als volgt. De cel wordt (bij voorkeur als de cel koud is) met een pomp (stofzuiger) op onderdruk gezogen. Ook als de cel voor het eerst gebruikt gaat worden, is het testen op deze manier wenselijk. Afhankelijk van de constructie van de wanden en het plafond kan een maximale onderdruk gekozen worden, zodanig dat de onderdrukklep open gaat. Controleer altijd eerst of deze klep niet vastgeplakt zit. Voor een test is 10 mm waterkolom onderdruk het meest optimaal. Echter sommige cellen beginnen bij 5-6 mm waterkolom onderdruk vervaarlijk te kraken. De oude polypro- of tempex cellen kunnen een onderdruk van meer dan 5-6 mm waterkolom niet aan. Onderdruk is prima te meten met een micromanometer (schaal 0-50 mm waterkolom). Controleer in de cel met een rookkaars of spuit met zeepsop alle lekgevoelige plaatsen. Gebruik ruim water (minimaal 15 liter sopwater per cel).

Let op, een redelijk dichte cel bouwt in enkele minuten een onderdruk op. Zorg dat u altijd de cel uit kunt komen. Door de onderdruk 'plakken' de meeste deuren stevig tegen het kozijn!

Lekgevoelige plaatsen zijn:

- deur
- alle doorvoeringen
- scheuren in de vloer, aansluiting wand op vloer
- stootranden
- controleluiken
- beluchtingpijpen
- ophanging verdamper
- ophangpunten elektriciteitskabels (lamp) en afvoerbuis verdamperwater

Naast de bovenstaande plaatsen dienen de volgende voorzieningen beoordeeld te worden.

- Watersloten. Controleer aan het begin van het bewaarseizoen of alle watersloten met voldoende water gevuld zijn.
- Over- en onderdrukbeveiliging. Controleer bij welke druk de over- en onderdrukkleppen opengaan. In de meeste gevallen is dit namelijk al eerder dan bij 10 mm waterkolom. Verzwaar de kleppen eventueel. Beoordeel van de overdrukkleppen de rubber afsluiters of deze soepel open en dichtgaan en niet blijven hangen. Maak ze schoon en smeer ze in met talkpoeder. Vergeet een eventuele beluchtingventilator niet. Ook deze heeft aan de onderzijde vaak een ingebouwde onderdrukklep.

- Longen. Van welk materiaal de longen ook zijn, ze zijn gevoelig voor beschadiging. Controleer daarom altijd op lekkages. Concentreert u zich op de naden. Eventueel is de dichtheid van de long tijdens het bewaarseizoen te controleren door het O2 te meten (via de meetnippel). Is dit duidelijk hoger dan het zuurstofpercentage in de cel, dan komt er op één of andere manier buitenlucht in de long.
- Deuren. Door de onderdruk wordt een deur tegen het kozijn gezogen. Hierdoor kan de deur tijdens het testen dichter zijn dan later in het gebruik als ULO cel. Test de deur eventueel apart ook op overdruk. Hierbij dus aan de buitenzijde met zeepsop spuiten!

3.2.5.3 Lekzoeken tijdens bewaring

Tijdens de bewaring blijkt meestal pas de echte gasdichtheid als condities niet gehaald of in stand gehouden kunnen worden. Op dat moment is er weinig te doen aan het herstellen van lekkages. Wel kan aan de buitenzijde van de cel met de nodige voorzichtigheid gezocht worden naar lekkages. Door de koeling van de cel (inclusief ventilatoren) uit te zetten en eventueel een aanwezige stikstof overdruk op de cel te laten brengen kan aan de buitenzijde met een zuurstof- of CO_2-meter 'gesnuffeld ' worden of ergens cellucht met lager zuurstof/hoger CO_2 uittreedt. Herstellen van deze plaatsen blijft op dat moment moeilijk, maar de resultaten kunnen wel bij het openen van de cel meegenomen worden in de herstelplannen.

3.3 Voorzieningen op de cel

3.3.1 Over- en onderdrukbeveiliging

Elke koelcel moet beveiligd zijn met een over- en onderdrukbeveiliging. Deze zorgt ervoor dat bij sterke onderdruk, veroorzaakt door bijvoorbeeld een felle en lange koelactie, of door storing in het scrubbersysteem, tijdig lucht ingelaten wordt. De klep voorkomt dus het imploderen van de cel. In veel gevallen is dezelfde klep ook voorzien van een overdruk zijde. Bij een grote luchtinlaat of een grote hoeveelheid injectie van stikstof, kan hiermee voorkomen worden dat de cel op te grote overdruk komt te staan. Vooral de deuren worden nog wel eens van het kozijn afgedrukt door overdruk.
Een belangrijk nadeel van de beveiligingskleppen is dat ze kunnen lekken. Door het niet goed terugzakken op de afsluitrubber of door vastplakken, ontstaan regelmatig problemen met de klep. Een handige manier om te controleren of de klep lekt is door deze af te binden met een plastic zak.

Verwijder de zak echter direct, zodra u weet of de klep lekt. Te vaak blijkt bij het lekzoeken de klep buiten bedrijf. De onderdruk die voor het testen nodig is kan grote schade aan de cel veroorzaken.

De beste plaats voor een over- en onderdrukbeveiliging is een druk neutrale plaats in de cel. Achter de verdamper is de kans bijvoorbeeld erg groot dat door de onderdruk achter de koeler het ventiel onnodig opengetrokken wordt. Om onnodige gaten in de cel te voorkomen wordt de klep vaak aan het einde van de long gemonteerd. Pas als de long is leeg getrokken wordt bij ongeveer 10 mm waterkolom onderdruk de klep geopend.

3.3.2 Longen

Longen hebben de functie de cel te bufferen op drukverschillen. Door wisselende luchtdrukken als gevolg van atmosferische veranderingen en door temperatuurverschillen door koeling en opwarming binnen de cel ontstaan flinke drukverschillen. Om deze enigszins op te vangen is een stuk flexibele cel gemaakt in de vorm van een long. Helaas werkt een long alleen als er iets overdruk op de cel ontstaat door ingelaten of inkomende lucht. Door de pijp waarmee de long op de cel is aangesloten schuin op de verdamper te richten, zorgt de verdamper voor een lichte luchtstroom en overdruk in de longen. Bij een koelactie is de krimp van de lucht zo groot dat deze lucht tegen de stroom van de ventilator lucht ingaat.
De long heeft een aantal nadelen. Belangrijkste is dat de long lang niet altijd functioneert. Verder is een long gevoelig voor beschadiging. Een ander nadeel is dat de lucht in de long onder ongeïsoleerde kappen opwarmt en hierdoor regelmatig warmte lucht in de cel inbrengt.

3.3.3 Meetkraantje en testbuis

Om handmeting mogelijk te maken en voor meting van onderdruk wordt elke ULO cel voorzien van een meetkraantje. Hier past de slang van de handmatige O_2- en CO_2 meter precies op.
De testbuis kan worden gebruikt voor incidentele inblaas van stikstof, voor zover hiervoor geen vast verdeelsysteem is aangelegd. Verder wordt de buis gebruikt voor het plaatsen van de stofzuiger voor het op onder- of overdruk brengen van de cel voor de lekdichtheid meting. Vroeger werd de testbuis veel gebruikt voor het plaatsen van een thermometer.

3.3.4 Doorkoppelbuis

Om lucht van de ene cel door te kunnen sluizen naar andere cellen zijn een aantal koelhuizen uitgevoerd met een doorkoppelbuis. Op deze manier is een cel die belucht wordt (overdruk), om te voorkomen dat het O_2 te ver zakt, door te koppelen met een cel die wel O_2-arme lucht kan gebruiken. Tevens kan het nuttig zijn om cellen door te koppelen waarvan er één kritisch is qua lekdichtheid.
De doorkoppelbuis wordt eveneens gebruikt om cellen tijdens de N_2 injectie met elkaar te verbinden. De restlucht uit de cel waar N_2 wordt ingeblazen (al snel lager als 21 %) kan zo doorgegeven worden naar een cel die ook in zuurstof verlaagd moet worden. De praktijk is echter vaak dat cellen niet tegelijkertijd worden verlaagd in O_2. Zorg er wel voor dat voor het

openen van cellen de kleppen van de doorkoppelleiding wordt gesloten. U zult niet de eerste zijn die een cel opnieuw moet afbranden.

3.3.5 Controleluik

Elke ULO cel moet voorzien zijn van een te openen controleluik. We willen immers tijdens de bewaring, zonder de bewaarcondities teveel te verstoren, voor zowel een productcontrole, het beoordelen van de verdamper (ijsvrij) en een meting van de producttemperatuur in de cel kunnen. Ook bij verkoop uit de cel houdt een koopman altijd graag een aantal vruchten in zijn hand. Controleluiken kunnen aangebracht worden in plafond van de cel, in de zijwand op de balustrade en eventueel in de deur.

3.3.6 Watermeting

Hedendaagse fruitbewaring betekent ook het meten van het condenswater van de verdamper. Om een beeld te krijgen van het vochtverlies (zowel bij teveel als te weinig) moet het condenswater van de verdamper worden opgevangen. Vaak is het een probleem om het condenswater op een centrale plaats te krijgen. Lange leidingen, lekkende doorvoeringen etc. Ook problemen het bevriezen van leidingen leidt regelmatig tot meetproblemen. De condenswaterafvoer is vanaf de verdamper voorzien van een overloop T-stuk. Bij verstopping of bevriezing buiten de cel, voorkomt dit overlooppunt dat het water over de rand van de lekbak over de kisten loopt. Het T-stuk moet dus altijd strak tegen de wand worden gemonteerd. Na het T-stuk worden een waterslot opgenomen om de luchtdichtheid te waarborgen. In een vorstgevoelige omgeving (of perencel) wordt de leiding voorzien van een verwarmingslint (autotrace). Het condensvocht wordt uiteindelijk opgevangen in meettonnen. Per verdamper wel te verstaan om verschillende werking van verdampers te ontdekken.

3.3.7 Overigen

In en aan de cel komen we nog een aantal andere zaken tegen:

- Stootranden
  Ter bescherming van de wanden kan een stootrand opgenomen worden. Het is zaak deze iets vrij van de wand te monteren. Vooral bij de lange smalle cellen mag een stootrand eigenlijk niet meer nodig zijn. Blijf letten op de invloed van de stootrand op de luchtstroming. Verder is het zaak de gasdichtheid onder de stootrand op te nemen. Aan de buitenkant van de stootrand zal gasdichte coating te snel beschadigen.
- Afscherming koeler
  Om de luchtstroming van de verdamper te dwingen door en langs het product te stromen worden kortsluitroutes steeds meer professioneel afgewerkt.
- Signalering luchtstroming

Om de luchtstroming van de cel goed in beeld te krijgen, is het plakken van een aantal stroken wegenlint een handige manier om te constateren of bijvoorbeeld alle ventilatoren nog draaien (en in welke richting).

- Opvoerpomp
  Om er zeker van te zijn dat de lucht die door een centrale O_2 meter wordt gemeten, niet door lekkages wordt beïnvloed, hebben een aantal bewaarders in de cel een pompje gemonteerd om met overdruk lucht naar de meetplaats te brengen. Eventueel kan dit pompje ook cellucht van de ene, naar een ander cel overbrengen. Vanwege de regelmatige uitval van deze pompjes, is het zaak ze bij een PVC doorvoering (minimaal 100 mm) te monteren of in de buurt van het controleluik.
- Afvoerputjes
  Oudere cellen zijn vaak uitgevoerd met een afvoerputje om condenswater van de verdamper af te kunnen voeren. Met het tegenwoordige watermeten, is vocht dat nodig is voor de stankafsluiter (of waterslot) niet meer aanwezig. Vaak zijn de putjes bron van lekkages. Bewaarders die bewust het water op de vloer laten lopen kunnen wel een afvoerput in de cel opnemen.
- Verlichting
  Alle cellen dienen ruim verlicht te zijn. Zorg altijd voor afgeschermde armaturen en laat de montage met voldoende kit gebeuren. De meeste elektriciens weten niet wat gasdichtheid is in tegenstelling tot de koel, CA en isolatie installateur. Plaats Tl-armaturen in de richting van de luchtstroom. Zo is het geen opstakel voor de luchtstroming.
  Vaak is een bouwlamp gemonteerd boven de deur een prima lichtbron. Deze is eventueel ook te gebruiken voor extra warmtebron als er ontvochtigd moet worden. Vergeet echter niet per ongeluk de lamp aan te laten! Het is raadzaam een schakelaar met signaallamp te plaatsen naast de deur.
- Beluchtingbuizen
  In voormalige éénzijdig geregelde CA cellen werd het CO_2 gehalte in de cel geregeld met een beluchtingbuis achter de verdamper. Door een regelkraan of een aantal 'gaatjes' open te zetten kan handmatig lucht worden ingelaten. Onder extremere omstandigheden kan zoveel lucht ingezogen worden dat de overdruk in de cel verder lucht inlaat blokkeert. Om dit probleem te voorkomen, wordt een 2^e regelkraan elders in de cel gemonteerd voor het verliezen van de overdruk.
  De beluchtingbuizen worden slechts beperkt in de tegenwoordige ULO techniek toegepast. De regeling is vrij grof, maar kunnen bijvoorbeeld voor het CO_2 vrij houden van cellen in de eerste weken van de inslag (Conference) prima gebruikt worden. Ook bij het openen van de cellen gaat het beluchten met deze buizen erg snel.
  Probleem bij de buizen is de grote kans op lekkages. Vooral de buis die achter de verdamper uitkomt, heeft maar een kleine lekkage nodig om een grote O_2 inlaat te verzorgen. Laat de inlaatbuis van de beluchtingbuizen achter de continu draaiende verdamperventilator uit komen om ook tijdens deelventilatie lucht aan te zuigen.

3.4 ULO installatie

3.4.1 Meet- en regelapparatuur

De meet- en regelapparatuur voor ULO cellen bestaat vooralsnog uit een O_2 en CO_2-meter. Mogelijk dat in de toekomst een ethyleenmeter of alcoholmeting wordt toegevoegd. Ook op gebied van meters is een uitgebreide keuzemogelijkheid aanwezig. Zowel in prijs als in methode. Belangrijk is dat ook de duurste meters regelmatig geijkt moeten worden. Wat levensduur betreft bestaat de ervaring dat ook duurdere meters een beperkte levensduur hebben. Om deze reden kiezen veel bewaarders dan ook voor goedkopere meters.
Bij het meten is de juistheid van het aangevoerde luchtmonster belangrijk. Hier zijn en worden met grote regelmaat fouten mee gemaakt. Door lekkages in de meetleiding, lekkende kleppenstraten etc. blijkt de conditie op de cel nogal eens anders te zijn dan op de centrale meting.

ZORG ALTIJD VOOR EEN REGELMATIGE METING VAN O_2 EN/OF CO_2 DIRECT OP DE CEL

In de tegenwoordige centrale (geautomatiseerde) meet- en regelsystemen wordt ook uit de rondgevoerde scrubberlucht een luchtmonster getrokken voor het bepalen van de waarden. Bij aparte meetleidingen wordt steeds vaker voor een (vervangbaar) luchtpompje in cel gekozen. Deze voert met overdruk lucht naar de meter. Door de overdruk wordt voorkomen dat buitenlucht in de meetleiding instroomt.
Constateert u verschillen in de centrale meting en een meting direct op de cel, dan is als het O_2 centraal hoger en het CO_2 centraal lager spraken van een lekkage. Bij andere afwijkingen is de kans op een ijkfout groter.

3.4.1.1 Meetprincipes O_2 meters

Zuurstof kan met verschillende meetprincipes gemeten worden. Volumetrisch, paramagnetisch en elektrochemisch.

Volumetrisch
Een volumetrische meting betreft meting met bijvoorbeeld de fyrite meter. Door een chemische reactie van O_2 in een meetvloeistof vindt een volumeverandering plaats. Deze methode is beperkt nauwkeurig, maar is zeer sterk afhankelijk van de netheid van meten. Sommige bewaarders meten met deze methode beter dan andere met veel modernere meters. Oude fyrite meters worden nog met regelmaat gebruikt als controlemeters.

Elektrochemisch
In deze elektrochemische meetcellen leidt een luchtmonster tot een verandering van spanning door de aanwezigheid van O2. De meters hebben een beperkte levensduur (8 maanden tot 2.5 jaar). De prijs van deze meter is vaak de reden dat veel bewaarders voor deze methode kiezen. Het uitgangssignaal is bruikbaar om regelapparatuur mee aan te sturen. Let echter op jaarkosten voor vervangende meetcellen.

Paramagnetisch
Door cellucht in een meetcel te voeren, verandert het magnetische veld. Dit wordt vertaald in een meetsignaal. Het meetsignaal kan worden gebruikt om regelapparatuur aan te sturen.

3.4.1.2 Meetprincipes CO2 meters

Volumemetrisch
De werking van dit meetprincipe is gelijk aan die van O_2, alleen gebaseerd op andere vloeistoffen. Vooral door de grotere tolerantie bij het meten van CO_2 is deze meetmethode prima toepasbaar. Vaak is een klein volume verandering in de vloeistofkolom een teken dat er enig CO_2 in de cel aanwezig is. Grotere veranderingen betekenen bijvoorbeeld een verzadiging van kalk.

Infra Rood
CO_2 absorbeert IR stralen. Via deze absorptie is de hoeveelheid CO_2 te bepalen. Er zijn 2 principes. Het meten van de absorptie van de IR stralen, en het meten van de drukgolf die het absorberen van CO_2 veroorzaakt. Bij deze laatste methode wordt meetlucht in een meetcel opgesloten en doorschoten met een bundel IR. De drukgolf (=geluid) wordt met een microfoon opgevangen en vertaald in een meetsignaal.

3.4.1.3 IJken O_2 en CO_2-meters

Alle meters, van goedkoop tot duur moeten worden geijkt met ijkgas. Noteer bij elke ijking welke afwijkin u constateert. Afwijking ten opzichte van ijkgas betekent bij fyrite meters het vervangen van de vloeistof. Meetapparatuur met elektrochemische meetcellen moeten opgestuurd worden voor een servicebeurt of vragen een nieuwe meetcel. Elektronische meetapparatuur moet alleen na een voldoende lange opwarmtij worden geijkt. Bij sommige meters is dit meer dan 2 uur.
De meeste meters kennen een nulpuntinstelling en een range- of spaninstelling. Het is belangrijk eerst de nulpuntinstelling te controleren en pas hierna een range- of spaninstelling. De nulpuntinstelling kan worde gecontroleerd en eventueel worden bijgesteld met een ijkgas met 100 % N_2. Let wel op dat de ijktijd beper blijft omdat N_2 een drogend effect heeft en zo de ijking kan beïnvloeden. Voor CO_2 is het ook mogelijk he nulpunt met buitenlucht in te stellen (0.03 % CO_2) omdat het CO_2 niveau in de cel zeer laag is.
De spaninstelling voor zowel de zuurstof als de CO_2 meter kan het beste met een ijkgas waarvan de gassamenstelling zo dicht mogelijk bij de gewenste regimes ligt. Voor ULO bewaring dus met een ijkgas m 1 tot 2 % O_2 en 3 tot 4 % CO_2 (rest is stikstof).

3.4.2 Regelen O_2 inlaat (beluchten)

Het inlaten van zuurstof (dus eigenlijk buitenlucht met 20,9 % O_2) is nodig om te laag zuurstof in de cel te voorkomen. De eenvoudigste manier is een deur of luik op een kier zetten. Probleem is dat de schommelingen van het O_2 te groot worden. Een ander probleem is de mogelijkheid van automatiseren.
Wat belangrijk is, is dat de manier van inlaten van buitenlucht, niet belangrijk is. Wel is belangrijk dat de maximale hoeveelheid luchtinlaat van ongeveer 10 tot 15 liter per minuut (op cel van 250 m3 bruto inhoud) kan worden gehaald en dat de inbrenghoeveelheid niet door ongrijpbare zaken wordt beïnvloedt. Het laatste komt voor regelmatig voor bij niet aangedreven beluchting via de beluchtingpijp aan de achterzijde (onderdrukzijde) van de verdamper. Zonder of met te weinig plaatselijke onderdruk wordt hier namelijk geen of te weinig lucht ingelaten.
Of de lucht via een ventilator, persluchtsysteem of scrubber binnen komt is minder belangrijk. Alleen moet de hoeveelheid voldoende fijn te regelen zijn. Ervaringen leren dat beter continu een klein beetje dan veel in één keer kan worden belucht. Dit heeft te maken met de continue overdruk die bij het continue beluchten in de cel ontstaat. Bij het beluchten via het leidingsysteem van de scrubber moet rekening gehouden worden met de verkleining van de scrubbercapaciteit voor het verwijderen van CO_2. De scrubber kan immers maar één actie tegelijkertijd uitvoeren.

3.4.3 Regelen CO_2 (scrubben)

Het regelen van CO_2 kan op verschillende manieren, met elk zijn eigen voor en nadelen. In een CA cel kan door het inlaten van buitenlucht zonder CO_2 (beluchten) voorkomen worden dat het CO_2 te hoog wordt. Dit speelt o.a. in perencellen gedurende de eerste weken na inslag.

Denk niet dat een open luik voldoende lucht inlaat, maar meet ook regelmatig de daadwerkelijke CO_2 waarde in de cel. De meeste schades treden in deze periode op.

Vanwege de drogende werking van vaak warme beluchtinglucht moet onnodige lucht inlaat voorkomen worden. We zien rond de inlaatplek in perencellen bij continu beluchten vaak plaatselijk een gele en slappe vrucht als gevolg van de enorme warmte-inbreng.
In een ULO cel moet het CO_2 op een andere manier verwijderd worden. Met buitenlucht verdringen lukt niet meer omdat we een lagere O_2 waarde willen nastreven. We zijn hier dus aangewezen op één of andere manier van binding van CO_2.

3.4.3.1 Scrubben met kalk

Gebluste kalk, Ca(OH)2, geeft samen met CO_2 een chemische reactie. Er ontstaat calciumcarbonaat, water en warmte. De gebluste kalk is verkrijgbaar in zakken van 20 of 25 kg. Let erop dat geen plastic in de verpakking is opgenomen. Verder is verse kalk iets warm en zacht.

Het gebeurt dat u oude kalk krijgt aangeboden die al voor een deel verzadigd is met CO_2. Door de absorptie van CO_2 zullen deze zakken zwaarder zijn. Controleer dus wat u binnenkrijgt. Ook een aantal bouwkalk stoffen kunnen als scrubkalk worden gebruikt, maar let op de milieubelasting van het aandeel cement.
Door kalk in een ULO cel te leggen, wordt CO_2 automatisch gebonden. Nadeel is dat alle CO_2 gebonden wordt, zolang de CO_2-binding de productie van CO_2 door het fruit kan bijbenen. Praktijk is dat cellen met een gewenste CO_2 van 1 % en lager prima met 'losse' kalk zijn te helpen. Alleen in de begin weken willen actieve producten zoals Cox's O.P. tijdelijk op een hogere CO_2 uitkomen doordat het aanbod van CO_2 groter is dan de opname door de kalk.
Pas nadat alle gebluste kalk is omgezet, stijgt het CO_2 in de cel. Door echter voldoende kalk in de cel te plaatsen is het CO2 % een volledig seizoen op gewenste waarde te houden. De hoeveelheid kalk per cel is in onderstaande tabel opgenomen. Bij verzadigde kalk is de stijging van het CO_2 zeer sterk. Was eerder het CO_2 redelijk stabiel, dan loopt vooral boven de 1 % (bij scrubben zonder kalkhoes) het CO_2 snel op.

Cellen gescrubt met kalk vragen, rasafhankelijk, een bepaalde hoeveelheid kalk. Deze hoeveelheid is uitgedrukt in kg kalk per ton fruit, opgesplitst naar de eerste maand en elke maand langer. Uitgangspunt voor de berekening van de kalkhoeveelheden is de ademhaling van de appels en peren bij de landelijk geadviseerde ULO regimes. Wordt een hogere O_2 % en/of een lager CO_2% aangehouden dan zal extra kalk nodig zijn. Verder is in deze berekening uitgegaan van een zuurstofverlaging in drie weken na het gasdicht sluiten van de cel. Bij die cellen waar verwacht wordt dat dit aanzienlijk langer duurt, moet meer kalk worden geplaatst. Voor cellen die met een stikstofvoorziening versneld op regime worden gebracht, is in een extra kolom de gecorrigeerde kalkhoeveelheden voor de eerste maand aangegeven. Wees niet te zuinig met kalk omdat anders halverwege het bewaarseizoen bijgezet moet worden (= verbreken van condities).

Ras	**Kalk 1e maand**	**Kalk 1e maand bij versnelde O2 daling**	**Kalk elke maand Langer**
Elstar	6.0	4.0	3.5
Gala	4.0	3.0	3.0
Cox's O.P.	13.0	8.0	6.0
Boskoop	11.1	7.0	5.0
Gloster	3.0	2.0	2.0
Golden Del.	2.0	2.0	1.5
Jonagold	2.0	2.0	1.5
Conference	3.0		2.5
Doyenné d. C.	4.0		3.0

Tabel 7 Kalkhoeveelheden bij geadviseerd ULO regime

Het gebruik van kalk bestaat uit niet meer dan een stapel met de berekende hoeveelheden. Bij cellen met een minimale CO_2 % (minder dan 1 %), kunnen de kalkzakken los gestapeld op pallets worden. Meestal worden op één laag een 4 tot 5 zakken per pallet gelegd. Per 2 lagen wordt een pallet of een raamwerk gelegd voor de nodige ventilatieruimte.
In cellen met een hogere CO_2 %, is het wenselijk de kalk af te schermen van de cellucht. Dit kan door de kalk buiten de cel in een kalkkast te plaatsen, en met kranen wel of niet op de cel aan te sluiten. Probleem hierbij is vaak de problemen met de gasdichtheid van de kalkkast. Een andere methode is om de kalk in de cel te plaatsen, afgeschermd in een grote plastic zak. Er zijn zelfs specifieke kalkhoezen in de handel. De zak of hoes wordt voorzien van een ventilator die indien nodig de cellucht in de hoes brengt. Door kleine gaatjes of een overdrukklep in de hoes kan de CO_2 arme lucht weer de cel instromen. De aansturing van de ventilator kan automatisch via het meet- en regelsysteem, maar ook handmatig (of met een tijdklokje). Zorg voor een zo dicht mogelijke verpakking van de kalk. De goedkopere plastic kalkzakken zijn vaak maar één jaar te gebruiken. Hierna zult u merken dat het CO_2 in de cel te laag blijft omdat het CO_2 door lekkages van de zak of dwars door het verouderde plastic, de kalk weet te bereiken. Vooral in cellen met producten die weinig CO_2 produceren (Jonagold) speelt dit probleem, en juist deze rassen hebben veel voordeel van het hogere CO_2.

Kalk produceert warmte, en neemt ook nog plek in beslag in de cel. Ook tellen de jaarkosten van de kalk flink mee in de exploitatie. Vooral als u ook de afvoer van de kalk meetelt. De gevolgen van de warmteproductie zijn te verkleinen door kisten in de directe omgeving van de kalk af te schermen met plastic. Span echter nooit plastic voor palletopeningen en luchtspleten omdat hierlangs de warmte juist moet worden afgevoerd.
Als u de kalk bovenop de stapel plaatst, verdeelt de koude lucht van de verdamper de warmte van de kalk over de cel. Zorg wel voor een afscherming van het product onder de kalk. Let er ook goed op dat er geen kalkzakken beschadigen. Kalk is bijna niet van het product te poetsen.
Kalk kan direct uit de cel nog uitgestrooid worden. Een enkele dag later wordt de kalk hard en is deze alleen met een vijzel klein te krijgen. Scrubkalk is bruikbaar voor het verhogen van de pH van de grond, echter alleen functioneel bij toepassing van grote hoeveelheden.
Zowel door de warmteproductie als door het vrijkomen van water (uit de chemische reactie) zal de kalk bij uitslag nat zijn. Bij gebruik van kalkhoezen zal in het onderste deel van de hoes zelfs water staan. Dit is voor het grootste deel condensvorming. Zorg dus dat voeding en ventilator op de kalkhoes op veilige hoogte zijn gemonteerd. Kalk neemt door de binding van CO_2 toe in gewicht. Pallets die bij inslag nog net met de heftruck zijn te liften, zullen bij uitslag en totale verzadiging een 30 tot 40 % in gewicht zijn toegenomen. Houd hier rekening mee!
Mocht de kalk tijdens het seizoen verzadigd raken, dan is wisseling bij lage buitentemperaturen verstandig. Zet de koeling inclusief ventilatoren uit en zet de heftruck klaar voor de cel. Gebruik géén gastruck. Deze valt uit als de zuurstof arme lucht uit de cel komt zakken. Open de deur en haal de oude kalk uit de cel, en sluit de deur weer. Wissel de kalk en open opnieuw de cel. Zet de kalk op zijn plaats en sluit eventueel de kalkventilator aan. Sluit de deur. Onder gunstige

omstandigheden hoeft deze wisseling niet meer dan 2 % verhoging van het zuurstofpercentage te betekenen. Sommige bewaarders laten het O_2 in de laatste dagen voor het wisselen iets dieper wegzakken om iets meer marge te behalen. Werk overigens altijd met minimaal 2 personen en let op dat geen cellucht wordt ingeademd.

3.4.3.2 Scrubben met Actieve kool

Bij een scrubber wordt gebruik gemaakt van de 'bindings-eigenschappen' van actieve kool. Dit vasthouden en loslaten van CO_2 maakt dat, door cellucht met CO_2 door een koolvat te leiden, CO_2 wordt gebonden en CO_2 arme lucht de scrubber verlaat. Dit is echter van korte duur, want al snel begint de CO_2 in de uitlaat van scrubber langzaam op te lopen. De meeste vaten met actieve kool zijn in een 5 tot 10 minuten verzadigd. Deze verzadiging kan worden gemeten door in de retourlucht naar de cel CO_2 te meten. Is het vat met actieve kool verzadigd, dan wordt evenveel CO_2 van de cel gehaald als er retour wordt gebracht. Ervaringen leren dat in deze tijd mogelijk wel andere gassen uit de cellucht worden gefilterd zoals ethyleen.
Na verzadiging met CO_2 kan het vat met buitenlucht (zonder CO_2) worden gereinigd (regenereren). Ook hier is een curve te maken van hoe snel het koolvat is gereinigd. Des te zuiverder de kool wordt gereinigd, des te meer er een volgende scrubactie aan CO_2 weer kan worden gebonden. Nadeel is dat vooral het verwijderen van de laatste tienden CO_2 veel tijd (lees scrubbercapaciteit) kost. Uit capaciteitsoverwegingen wordt dus nog wel eens besloten de tijden te verkorten. Aan het einde van deze regeneratieactie kan het vat weer op de cel worden aangesloten.
Nadeel van bovenstaande werkwijze is dat aan het einde van de regeneratietijd het koolvat is verzadigd met O_2 rijke (buiten)lucht. Als elke scrubactie (dus 1 x absorberen en 1 x regenereren) een inbreng van één vat O_2 rijke buitenlucht betekent, komen vooral cellen die veel gescrubt moeten worden (Cox's, Boskoop etc). in de problemen met de zuurstofwaarde. Dit is de reden dat alle systemen die op dit moment worden aangeboden min of meer O_2 arm zijn. Er zijn verschillende oplossingen met een gelijk doel om per scrubactie de zuurstofinbreng van de scrubber te minimaliseren.

O_2 arme long

De oudste en bewezen manier van O_2-armer maken van scrubbers is gebruik van een scrubberlong. Deze long is aangesloten op de scrubber en heeft dus weinig of niets te maken met de long die op de cellen is aangesloten.
Met het toepassen van de scrubberlong wordt aan het einde van een absorptieactie de zuurstof arme lucht, van de cel waarop werd gescrubt, tijdelijk opgeslagen in de scrubberlong. Dus in plaats van de O_2 arme lucht (verzadigd met CO_2) in het scrubbervat met het starten van het regenereren naar buiten te blazen wordt deze in de long geparkeerd. De instelling van de vultijd van de long komt vrij precies, maar is met handige rekenregels eenvoudig in te stellen.
Na het long vullen wordt het koolvat verder gereinigd met buitenlucht tijdens de regeneratieactie. Aan het einde van het regenereren of voorafgaande van het absorberen wordt de zuurstof arme

inhoud van de scrubberlong in het vat teruggebracht en hiermee O_2 armer gemaakt. Afhankelijk van de instellingen zal in de eerste seconden van de nieuwe scrubactie toch een 12- 15 % zuurstof naar de cel stromen. De instelling van de longvul- en longleeg tijd is zodanig dat het zuurstof in de scrubberlong een 4-5 % hoger is dan het gemiddelde van de cellen waarop wordt gescrubt.

Dubbelvat

Naast het longvul- en longleeg principe zijn ook een aantal alternatieven om de scrubber zuurstof arm te maken. Eén methode is het gebruik van een dubbel scrubbervat. In het ene vat wordt geabsorbeerd in het andere wordt geregenereerd. Bij de omschakeling van absorberen naar regenereren wordt de zuurstof arme inhoud van één van de scrubbervaten in de andere overgepompt.

N_2 ondersteuning

Een andere manier om scrubbers zuurstofarm te maken is het ondersteunen van de scrubber met een stikstofmachine. In plaats van de long te gebruiken wordt de te scrubben cel gebruikt om de O_2 arme lucht tijdelijk op te slaan. Omdat dit systeem maar een beperkt resultaat heeft, vooral als de cel te snel de overdruk verliest, is ondersteuning met een N_2 machine noodzakelijk. Hiermee is een cel als het ware extra te ondersteunen om de overdruk te garanderen.

3.4.3.3 Ondersteunende kalk bij actieve koolscrubber

Het blijkt zinvol om cellen die met een actieve koolscrubber gescrubt worden, met ondersteunende kalk te helpen. Door de kalk wordt voorkomen dat tijdens de zuurstofverlaging periode (1e 3 weken na sluiting cel) de scrubber zuurstof in de cel brengt. Een aantal zakken is vaak al voldoende. In onderstaande tabel staan de hoeveelheden. Doel is dat op deze manier de cel een week tot 10 dagen eerder op regime komt.

Ras	Zonder snelle O_2 daling	Met snelle O_2 daling
Elstar	3.0	2.0
Cox's O.P. / Boskoop	6.0	3.0
Conference / Doyenné	2.0	
Gala, Gloster, Jonagold, Golden	1.5	1.0

Tabel 8 Kalkhoeveelheden als ondersteuning van de scrubber

3.4.3.4 Overigen

Er zijn naast het gebruik van een actieve koolscrubber of kalk nog andere manieren om CO_2 te verwijderen. Begin jaren '90 zijn op een aantal bedrijven stikstofmachines (membraan separators) geplaatst, die met hun filterende werking CO_2 afsplitsen. Een aantal machines draait nog steeds, maar het stroomverbruik van deze machines is te groot om ze verder nog als scrubbers te

gebruiken. Ook is de capaciteit van de machines in de praktijk flink tegengevallen (evenals de levensduur).
Hiernaast wordt min of meer ongewenst CO_2 verwijderd door continue inblaas van stikstof. Bij cellen die door een te grote lekkages, regelmatig of continu, stikstof gebruiken, wordt het CO_2 als het ware verdrongen door de stikstof. Dit speelt vooral bij cellen waar de CO_2 productie laag ligt (o.a. Jonagold).

3.4.4 Stikstof inzet

Stikstofmachines behoren steeds meer tot de vaste apparatuur voor de bewaarder. De machine is voor een goede bewaring niet noodzakelijk, maar geeft een stuk zekerheid en maakt perfecte bewaring mogelijk. Een stikstofmachine of stikstof van andere bron wordt om een aantal redenen ingezet:

- cellen snel van 21 % terug te brengen naar gewenste lage waarde (eventueel ook later in het seizoen
- cellen te helpen die door lekkages te hoog in O_2 blijven
- cellen te spoelen
- scrubbersysteem te ondersteunen

De inzet van stikstof om cellen snel af te branden (O_2 verlagen) betekent allereerst dat het fruit snel onder de optimale omstandigheden ligt. Bij Cox's O.P. is het verlies van hardheid in de eerste maand (bij een zuurstof percentage van hoger dan 3 %) meer dan 1.5 kg. Door te plukken en snel op conditie te brengen (onder voorwaarden), kan het verlies in deze weken beperkt blijven tot een 0.5 kg. Denk ook aan het tussentijds afbranden van cellen 1e en 2e pluk of een combinatiecel Cox's en Boskoop.
Bij peren speelt juist een extra gevoeligheid voor snel verlagen van het zuurstofpercentage. Voor een bewaarcomplex met voornamelijk peren is aanschaf voor een stikstofmachine dus minder snel aan de orde.
Naast het verlagen van het O_2 in de beginperiode van het bewaarseizoen, behoort ook het tussentijds afbranden van cellen tot de reden om een machine aan te schaffen. Sommige huisverkopers willen beschikken over kleine partijen en openen cellen soms meer dan 4 maal waarna de cel weer wordt terug gebracht in zuurstof.
Een verkeerde reden, maar wel echte praktijk, is het toepassen van stikstof om cellen op conditie te houden. Zijn cellen van zichzelf te lek, dan geven sommige bewaarders liever de nodige energiekosten uit, dan eens goed op lekdichtheid te controleren. Helaas blijken sommige cellen zeer moeilijk gasdicht te krijgen.
Een minder bekende reden van het toepassen van stikstof is het spoelen van cellen met stikstof. Bij een aantal systemen is een korte stikstofinjectie in de regeling opgenomen om cellen steeds van verse lucht te voorzien. Of dit daadwerkelijk tot een kwaliteitsverbetering leidt is moeilijk in kaart te brengen, maar nadelig lijkt het in ieder geval niet.

Het principe is dat hoe sneller een cel op zijn zuurstofwaarde staat, hoe beter o.a. het hardheidsbehoud is. Hierbij moeten wel een aantal opmerkingen worden gemaakt.

- Peren vormen een strikte uitzondering. Deze moeten minimaal 3 weken alleen gekoeld blijven waarna het effect van een snelle zuurstofdaling op de kwaliteit niet (meer) aanwezig is.
- Alcohol treedt in de eerste weken van bewaring bij een hoger O_2 op dan later in het bewaarseizoen. Vandaar het advies een grens van 4-5 % O_2 aan te houden en hierna op natuurlijke wijze door te zakken naar de geadviseerde waarde.
- De gevoeligheid in eerste weken voor CO_2 is groter. Tijdens de stikstof inblaas lijkt de CO_2 productie gering. Pas op voor een sterke stijging van CO_2 nadat de stikstof inblaas stopt. Juist dan is de gevoeligheid van het product het grootst.

3.4.4.1 Machine of anders

Stikstof kan op verschillende manieren worden toegepast:

- Eigen machine
  Bij een globaal 500 ton bewaring, is investeren in een eigen machine zinvol. Bij minder tonnage kan, uiteraard met minder gemak, een machine of los gas gehuurd worden. Er is een groot aanbod van machines elk met specifieke systemen. Het voert te ver hierop uitgebreid in te gaan. Wel is het belangrijk de volgende zaken goed in overweging te nemen.
  - Stikstofproductie bij 1 % O_2 en 99 % N_2 in m^3. Sommige machines zijn minder geschikt om een hoge zuiverheid stikstof te produceren. Vooral bij het toepassing van stikstof om cellen op regime te houden is een hogere zuiverheid belangrijk.
  - Stikstofproductie bij 4 % O_2 en 96 % N_2 in m^3. De zuiverheid van 4 % wordt vooral toegepast om cellen snel te verlagen.
  - Stroomverbruik. Informeer naar het opgenomen vermogen van de elektromotor van de compressor. Bij toepassing van een stikstofmachine om een cel op regime te houden, is het stroomverbruik belangrijker. Tijdens de zuurstofdaling van enkele dagen per cel is bij een 3 kW motor het stroomverbruik te beperkt.
  - Onderhoudskosten. Tijdige filter- en oliewisselingen zijn belangrijk bij de meeste stikstofmachines. Maak dus duidelijke afspraken hierover met de leverancier en bespreek de onderhoudskosten.
  - Een aantal machines zijn geschikt om in een circulatie systeem te plaatsen. In dit systeem wordt in eerste instantie van buitenlucht stikstof gemaakt (van bepaalde zuiverheid), en naar de cel geblazen. De cel komt op overdruk en kan deze overdruk terugleveren aan de machine. Door een retourleiding van de cel aan te leggen, kan in plaats van buitenlucht, een mengsel van buitenlucht en cellucht als aanzuig van de N_2 machine worden gebruikt. De zuiverheid van de machine neemt hierdoor toe, of bij een gelijke zuiverheid neemt de m^3 productie toe. Dit systeem is niet op alle stikstofmachines functioneel te benutten. Het is vooral voor de toepassing om regelmatig af te branden of om cellen 'te helpen' zinvol.

- Er zijn tal val N2 systemen op de markt. De belangrijkste zijn Pressure Swing Adsorbers (PSA), Vacuum Swing Adsorbers (VSA) en membraanmachines. Op basis van bovenstaande kenmerken en specificaties kan een keuze gemaakt worden.

- Machine huren

Bij een klein aantal cellen of alleen een incidentele inzet van stikstof is het beter een stikstofmachine te huren. Let hierbij wel op de aansluitwaarde van de machine. Menig bewaarder is zonder stroom komen te zitten door tijdens inslag een stikstofmachine aan te zetten. Een ander probleem vormt de draairichting van de compressormotor. Gelukkig zijn de meeste machines inmiddels beveiligd, maar anders gaat het nog wel eens mis. Een goed alternatief is om met een groep van 3-4 telers een iets grotere machine gezamenlijk te kopen.

- 'Los' gas

Als laatste optie wordt door een aantal bewaarders gekozen voor los gas. Deze wordt aangeboden door een aantal gasproducenten in vloeibare vorm (cryol-vaten) of gasvormig (batterij 12 flessen). Door de stikstof langzaam vanuit vat of fles in de cel te blazen is voordelig een cel af te branden. Het kost wel de nodige aandacht. Daalt het zuurstofpercentage namelijk met meer dan 3-4 % per dag, dan ligt het verbruik te hoog en zijn uiteindelijk de kosten per kg te hoog in vergelijk met het huren van een machine. Belangrijk is de beschikbaarheid van de flessen en vaten.

4 Product en techniek

4.1 Bewaarcondities

De geadviseerde bewaarcondities zijn in veel gevallen gebaseerd op uitgebreid onderzoek. Bij de ontwikkeling van Jonagold en Elstar zijn veel onderzoeken uitgevoerd om de kwaliteit van het product zoveel mogelijk te optimaliseren. In latere fase wordt onderzoek op rasniveau meestal gebaseerd op specifieke kwaliteitsproblemen. Zo is onderzoek bij Conference in de vorm van KwaliCon gericht op de mate van vochtverlies en het optreden van slappe nekken. Verder is in het verleden veel onderzoek gedaan naar het ontstaan van hol&bruin bij de peren. Bij Elstar is al veel onderzoek gedaan naar schilvlekjes en inwendig bruin. Op basis van deze onderzoeken worden bewaarcondities steeds op detail aangepast.
Tot voor kort is er een landelijk overleg geweest tussen onderzoek en voorlichting over de advieswaarden. Inmiddels trekken de meeste adviespartijen hun eigen plan al dan niet onderbouwd met onderzoeksgegevens en praktijkervaringen.

De meest actuele bewaarcondities geadviseerd door A&F worden jaarlijks gepubliceerd in de Fruitteelt. De wijzigingen zijn voor een deel gebaseerd op recent onderzoek en de ervaringen vanuit de praktijk. In bijlage 1 worden de condities weergegeven, per ras wordt later in deze informatiebundel een toelichting per ras gegeven.

De geadviseerde regimes gelden alleen voor fruit dat van goede kwaliteit is. Het belangrijkste criterium hiervoor is de rijpheid. Alleen op tijd geplukt fruit kan optimaal worden bewaard. Fruit dat wat te vroeg of te laat is geplukt komt in principe niet voor (ULO-)bewaring in aanmerking, zeker niet voor de lange bewaring. In oude conditielijsten wordt nog een conditie weergegeven voor de zogenaamde CA scrub bewaring. Feitelijk is deze methode gebaseerd op de oude situatie waarbij vanwege een beperkte gasdichtheid voor een hogere zuurstofwaarde wordt gekozen. Om duidelijkheid te verschaffen over juist bewaarmethoden is deze weggelaten bij die rassen waar een ULO advies voor bestaat

4.1.1 Naamgeving bewaarmethoden

Er bestaan voor de fruitbewaring een aantal bewaarmethoden; mechanische koeling, CA bewaring, ULO bewaring en DCS bewaring. In de loop van de jaren zijn wel wat varianten ontstaan, maar de genoemde methoden blijven de basis.

Mechanische bewaring
Bij de mechanische bewaring is de temperatuur de enige rem op de ademhaling van het product. Zo worden cellen die dienst doen als sorteer- of conditioneerruimte worden meestal op 4 °C gekoeld. Bij een langere mechanische bewaring wordt een zo laag mogelijke temperatuur aangehouden; dit is sterk afhankelijk van het ras Toch moeten we ook bij mechanisch gekoelde

bewaring opletten voor lage temperatuurbederf Bij een mechanisch gekoelde ruimte moet men oppassen voor CO_2 ophoping. Tegenwoordige panelen cellen zijn zo dicht dat door CO_2 ophoping, schade aan het product kan optreden. Een goede beluchting van mechanische koelcellen is daarom noodzakelijk. Een standaard voorziening op de koelcel behoort dan ook een afdoende ventilatiemogelijkheid te zijn.

(Eenzijdig geregelde) CA bewaring

In de CA bewaring wordt de ademhaling verkleind, door naast een lage temperatuur, een hoger CO_2 % aan te houden. CA bewaring is alleen bij die rassen mogelijk die CO_2 kunnen verdragen. Kijk hiervoor bij de condities per ras. Op het moment dat de cel het toelaatbare CO_2 % bereikt, moet met buitenlucht belucht worden. In dichtere cellen kan binnen een dag tot meer dan 1.5 % CO_2 worden gevormd. Zeker als de temperatuur nog op een hoger niveau ligt.
Bij CA bewaring hoeft alleen maar het CO2 gehalte gemeten te worden. Samen met het zuurstofgehalte is dit altijd 21 %, zodat het zuurstofgehalte gemakkelijk berekend kan worden.

ULO bewaring

ULO staat voor ULTRA LOW OXYGEN ofwel ULTRA lage zuurstof. ULO bewaring is een methode waarbij de ademhaling geminimaliseerd wordt door naast een lage temperatuur en verhoogde CO_2 %, ook het zuurstofpercentage te verlagen. Door het lage zuurstofgehalte neemt de gevoeligheid voor lage temperatuur en hoog koolzuurgas soms duidelijk toe. Vandaar ook dat in de advisering de temperatuur vaak iets verhoogd en het koolzuurgaspercentage vaak iets verlaagd wordt bij ULO bewaring. In de advisering geldt het percentage van 1.0 tot 1.2 %. Cellen met een hoger zuurstofpercentage zijn lekke ULO cellen. In het verleden werden deze cellen CA scrubcellen genoemd. Een uitzondering op de 1.0 tot 1.2 % zuurstofwaarde is de conditie van peren. Hier wordt een zuurstofpercentage van 3.0 % aangehouden als onderwaarde.
Een belangrijk effect van de ULO bewaring is dat de hardheid van de appelen goed op peil blijft en het optreden van bewaarziekten zoals klokhuisbruin, scald, stip etc sterk wordt onderdrukt.

DCS bewaring

DCS bewaring is een bewaarmethode waarbij op basis van productrespons op de bewaarcondities langzamerhand worden aangepast. Vooralsnog is deze methode ontwikkeld voor het bepalen van de zuurstofwaarde. Door het zuurstofpercentage op een voorgeschreven manier te laten zakken tot extreem lage niveaus wordt een reactie van het product in de vorm van alcoholvorming afgewacht. Wordt een stijging van de ethanolproductie waargenomen, dan wordt het zuurstofpercentage beperkt verhoogd.
Met de DCS bewaring kan het verloop van kwaliteit in de uitstalfase een prima behoud van hardheid worden gerealiseerd. Verder blijkt de aantasting door schilvlekjes met DCS op een beduidend lager niveau uit te komen.

4.1.2 Algemene opmerkingen over condities

Het afwijken van geadviseerde condities hoeft niet altijd funest te zijn. Kennis van het eigen product speelt hierin een zeer belangrijke rol. Over het algemeen loopt u als bewaarder bij afwijkende condities een groter risico op bewaarproblemen. In de situatie dat u voor derden koelt is het zeer belangrijk de condities af te stemmen op de landelijke niveaus of schriftelijke informatie van de opdrachtgever op de volgen. De risico's van afwijkingen op bewaarcondities zijn in onderstaande tabel samengevat.

Afwijking	**Gevolg**
Temperatuur lager dan geadviseerd	kans op bevriezing of LTB
Temperatuur hoger dan geadviseerd	kans op snellere afleving
CO_2 lager dan geadviseerd	minder groene grondkleur en snellere afleving
CO_2 hoger dan geadviseerd	kans op CO_2 schade (o.a hol in peren)
Zuurstof lager dan geadviseerd	O_2 bederf dus alcoholvorming en gevoeliger voor LTB en CO_2 schade
Zuurstof hoger dan geadviseerd	kans op snellere afleving en bewaarziekten zoals scald en KHB

Tabel 9 Gevolgen van afwijkende bewaarcondities

4.1.3 Toelichting 'stuurfactoren'

Temperatuur

De geadviseerde temperatuur is die van de vruchten. Bijna alle installaties wordt gestuurd op de voeler van de thermostaat achter de verdamper (een luchtmeting dus). Dit is meestal de warmste plaats in de cel die voldoende in temperatuur varieert om hierop te regelen. Omdat een luchttemperatuur niet één op één vertaald kan worden naar een producttemperatuur is het belangrijk om met een losse meting of productvoeler(s) te bepalen wat de werkelijke temperatuur van de vruchten is. Beoordeel altijd de temperatuur zowel op de warmste als koudste plaats in de cel.

Kooldioxide (CO_2, koolzuurgas)

Bij die rassen waar het advies van het CO_2 staat aangegeven met < 1 % CO2, moet een zo laag mogelijk gehalte gehandhaafd blijven. Praktisch gezien betekent dit een percentage tussen de 0.7 en 0.9 %. Lagere waarden geven technische problemen en zijn niet zinvol meer. Vooral de eerste weken van de bewaring is een voldoende laag CO_2 % belangrijk.

In de praktijk zal de CO_2 waarde in de cel variëren tussen de zogenaamde regelacties van de kalk of actieve koolscrubber. De grenzen in de variatie van CO_2 binnen één dag zijn niet precies duidelijk. Meestal worden de grenzen door de praktische werking van de aanwezige apparatuur bepaald. Het streven moet zijn een niet grotere variatie van CO_2 te accepteren van 0.1 % hoger en lager dan de streefwaarde bij CO_2 percentages onder de 2 %. Bij CO_2 percentages van boven de 2 % is een variatie van 0.2 % hoger en onder de streefwaarde geen probleem.

Zuurstof (O_2)
Met het geadviseerd percentage zuurstof wordt het gemiddelde percentage bedoeld. Door de 1,2 als ondergrens te zien en dus vanaf dit punt te beluchten, ligt het gemiddelde zuurstofpercentage vaak duidelijk boven de 1,2 %. Door het beluchten ontstaat immers al snel een schommeling van enkele tienden procenten. Zoals al eerder beschreven geven bij ULO bewaring juiste de laatste tienden zuurstof de meerwaarde. Handhaaft dus een gemiddelde van 1,2 % O2, waarbij de schommeling een +/- 0,2 % acceptabel is.

Ethyleen
Ethyleen staat bekend als een belangrijk rijpingshormoon. Het verwijderen of laag houden van ethyleen is echter een flinke kostenpost. Het verwijderen van ethyleen kan bij sommige rassen een positieve invloed op de kwaliteit van het fruit hebben Meestal heeft het verwijderen van ethyleen alleen effect als gezakt kan worden naar hele lage concentraties.(< 1 ppm). Echter voordat investeringen gedaan worden in ethyleen verwijdering, kunnen we eindeloos veel meer verbetering brengen in de bewaarkwaliteiten door temperatuur, O_2 en CO_2 % goed toe te passen. Fouten maken met het CO_2 %, temperatuur en O_2 % en die dan denken te compenseren met een verfijnd ethyleen beleid is weggooien van geld.

4.1.4 Gecombineerde bewaring

Het combineren van verschillende rassen is een noodmaatregel, maar daarom nog niet altijd te voorkomen. Door het steeds groter worden van het aantal plukken per ras, worden de inslagpartijen in een aantal gevallen steeds kleiner. Vaak heeft een juiste gecombineerde bewaring de voorkeur boven halfvolle cellen. De hoofdregels van gecombineerde bewaring zijn:

- Kies het koolzuurgaspercentage van het ras met de laagst geadviseerde waarde
- Kies de temperatuur van het ras met de hoogste geadviseerde waarde
- Kies de bewaarduur van het kortst te bewaren ras.

Een afwijking naar de veilige kant van het bewaaradvies, dus verhogen van temperatuur en verlagen van koolzuurgas betekent altijd verkorting van bewaring

4.2 Start bewaarseizoen

Elk nieuw of eerste bewaarseizoen vraagt alle aandacht voor het gebruik van de cellen. De belangrijkste zaken zijn in de onderstaande checklist opgenomen.

- Schoonmaken en reinigen van koelcellen, eventueel ontsmetten samen met het fust
- Controleren gasdichtheid cellen en eventuele reparatie

- Controleren over- en onderdrukklep en long
- Doorspoelen lekbakken verdampers
- Voeding op carterverwarming koelinstallatie
- Opstarten koelinstallaties
- Controleren kijkglas
- IJken temperatuurvoelers
- Schoonmaken condensor
- Controleren ventilatoren op werking, aanloop en draairichting
- Bepalen op welke stand welke ventilatoren draaien
- IJken zuurstof en koolzuurgasmeter
- Instellen nieuwe bewaarcondities
- Aanpassen alarmen en waakvoelers
- Aanpassen ontdooiing
- Instellen op inkoelstand (o.a. continue ventilatie)
- Aanvullende kalk bij Actieve Kool Scrubbers
- Toepassing stikstof voor snelle zuurstofdaling
- Vloer nat, cel koud!

Een deel van de bovenstaande zaken kan door de koelinstallateur worden uitgevoerd, maar in veel gevallen is het verstandig minimaal een steekproef te houden om u zelf te overtuigen van een aantal zaken.

4.2.1 Stapeling

Fruitcellen worden ontworpen op basis van de geldende kistmaat. In de uitblaasrichting van de verdamper wordt tussen wand en kist 15 cm luchtspleet aangehouden. Tussen de slagen wordt 10 cm aangehouden. In de diepte van de cellen mogen de kisten tegen elkaar aan staan. Aan beide kopse kant van de cel moet een ruimte beschikbaar zijn die afhangt van de totale diepte van de cel. De lucht moet eenvoudig vanuit de verdamper over het product langs de tegenoverstaande wand naar beneden kunnen. Bij beperkt celdiepte van minder dan 7.5 meter kan volstaan worden met 25 cm, maar zeker bij diepe cellen van meer dan 12.5 meter moet rekening gehouden worden met een ruimte van 40 tot zelfs 50 cm. Aan de aanzuigkant van de verdamper is het verstandig een vergelijkbare ruimte beschikbaar te houden. De lucht moet niet vanwege een beperkte doorgang via andere routes kunnen kortsluiten.

Een goede belijning op de vloer voorkomt schade aan isolatie en maakt het stapelen makkelijker.

Doel van optimale stapeling is een optimale luchtstroom. Trends om kisten volledig als blok te stapelen blijken op een aantal plaatsen goede resultaten te geven. Voorwaarde blijft dat er op zijn minst per slag (in de uitblaasrichting van de verdamper) een gelijksoortige kist wordt gebruikt.

Afhankelijk van het type ventilator en de beschikbaarheid van de ruimte voor luchtbeweging zal door een blokkering in de luchtstroom, ophoping van warmte kunnen optreden.
Bij het toepassen van lengtespleten meten we ongeveer 50 % van het luchttransport in de spleten en 50 % door de palletopeningen. Vooral bij wisselend fustgebruik (verschillende hoogtematen) vervalt de transportmogelijkheid door de palletopeningen en moet alle warmte door de spleten afgevoerd worden.
Een technisch bepalende factor voor het resultaat is de luchtkarakteristiek van de verdamperventilatoren. Door een grote externe weerstand in de vorm van de stapeling van het product, nemen de worp en/of de m^3 luchtproductie van de ventilatoren zienderogen af.
Probeer in de uitblaasopening van de verdamper tussen de bovenzijde van het product en het plafond minimaal een ruimte van 40 cm open te houden. Belangrijk is verder om te zorgen dat de stapeling onder het niveau van de verdamper blijft zodat de luchtstroom zoveel mogelijk ongehinderd kan passeren. De exacte hoogte is onder andere afhankelijk van de totale celvorm en de gekozen verdamper. Voorkomen moet worden dat door een te beperkte opening een grote luchthoeveelheid tot enorme luchtsnelheden leidt. Ook hier geldt dat er ervaringen zijn met een ruimte tussen product en plafond van maximaal 15 cm. Echter de risico's op problemen zijn hier erg groot.

4.2.2 Temperatuurinstelling

De regelthermostaat moet zodanig worden ingesteld dat de gewenste producttemperatuur behaald wordt. Hiervoor kan het nodig zijn de ingestelde temperatuur van de regelthermostaat meer dan 0.5 graad lager te stellen dan de gewenste productwaarde. Zolang de koudste producttemperatuur in de cel niet meer dan 0.2 tot 0.4 graad kouder is dan de gewenste producttemperatuur is dit geen probleem.

4.2.3 Luchthoeveelheid

Bij het ontwerp van de cel wordt gekozen voor een bepaalde luchtproductie per bruto celinhoud. Deze luchtverplaatsing (in m^3/uur per m^3 lege celinhoud) wordt CV (circulatievoud) genoemd. Hierbij wordt een normgetal van 50 tot 60 genoemd.
Het vertrekpunt bij elke installatie tijdens het inkoelen is een continue luchtcirculatie, waarbij alle ventilatoren dus maximaal ventileren. Zowel tijdens een koelactie als hierna wordt continu gecirculeerd. Alleen tijdens ontdooien (met heetgas of elektrisch) gaan de ventilatoren uit. Bij luchtontdooiing (ontdooien met de ventilatorwarmte) wordt uiteraard gewoon doorgecirculeerd. Minimaal 1.5 maand na het inkoelen kunnen proefsgewijs ventilatoren deels uitgezet worden, op voorwaarde dat de producttemperatuur en de vochtonttrekking streng gevolgd worden. Veranderen de producttemperaturen of de ontrokken liters door de mindere ventilatie, dan is het verstandig de ventilatie op de oude stand 100 % ingesteld worden. Neem voor de beoordeling wel voldoende tijd omdat de cel een zekere hersteltijd vraagt voor elke verandering die

doorgevoerd wordt. Een eerste indruk kan hierdoor fataal lijken, maar blijkt na meer dan een week weer te stabiliseren.
Het streven is om met een juiste luchtcirculatie een verschil in producttemperatuur tussen de warmste en de koudste voeler van maximaal 0.5 graad te bereiken. Veel kleiner is dit verschil niet te krijgen als gevolg van de zogenaamde overtemperatuur die in de kist optreedt. Dit is een balans tussen de warmteproductie van het product en de afvoer hiervan door de kist heen. Als zowel temperatuursverschil als vochtverlies juist zijn, kan voorzichtig minder geventileerd worden.
Een andere invalshoek voor de ventilatiekeuze is verkleinen van het risico op scald. Cellen die door omstandigheden onvoldoende gasdicht zijn, dienen vanwege het risico op scald continu gecirculeerd te worden.
Een andere reden kan het plaatselijk invriezen van het verdamperblok zijn. Bij dit probleem is ondanks een minimaal temperatuurverschil en een gunstig vochtverlies, continu ventileren gewenst.
Bij de keuze voor een verminderde ventilatie bestaat de voorkeur voor een tijdregeling. Dus met alle ventilatoren maximaal gedurende een kortere tijd ventileren. Het verminderen van de luchthoeveelheid door het aanpassen van het toerental van de ventilatoren gaat vaak ook ten kosten van de stuwkracht van de ventilatoren. Hierdoor komt de lucht vooral in diepere en hogere cellen niet meer goed rond en ontstaan warme en ongeventileerde plaatsen in de cel. De gevolgen van een toerenregeling van ventilatoren op de luchthoeveelheid en eigenschappen is sterk afhankelijk van het type ventilator.
Om te zorgen voor een juiste benutting van de geïnstalleerde hoeveelheid lucht is het belangrijk om valse luchtstromingen zoveel mogelijk te voorkomen. Door een verdamperoppervlakte te kiezen die een groot deel van de breedte van de cel afdekt is de ruimte naast de koeler vaak beperkt. De overblijvende ruimte naast en onder de koeler moet met bijvoorbeeld zeildoek worden afgeschermd.

4.2.4 Ontdooiing

Tijdens de inslag moet de verdamper bij voorkeur met regelmaat ontdooid worden. Zorg dat na elke ontdooiactie de verdamper schoon is. Hou vooral de eerste dagen de verdamper goed in de gaten. Door de lange draaitijden vanwege de hoge warmtebelasting is de ijsvorming groot. Inslag van nat product of inkoelen tijdens regenachtig weer betekent automatisch vaker ontdooien. Exacte instellingen zijn alleen op celniveau te bepalen door de verdamper goed in de gaten te houden.

Product	Bewaar-temperatuur (°C)	Aantal keer per etmaal	Duur per keer	Type ontdooiing	Instelling ontdooi-beëindigings-temperatuur
Peren	-0.5 tot -1	4	30 minuten	Elektrisch of Heetgas	10 graden
Appels	+1	4	30 minuten	Lucht (evt. elektrisch of heetgas)	5 graden
Appels	+4	2	30 minuten	Lucht	5 graden

Tabel 10 Uitgangspunten voor ontdooi instellingen

Vóór het afsluiten van de cel in verband met de ULO bewaring moet de verdamper nog éénmaal van dichtbij gecontroleerd worden. Een klein beetje ijs achter in de verdamper is op afstand namelijk niet te zien. Eenmaal een begin in ijsvorming geeft vaak het gehele bewaarseizoen problemen.
Blijkt de bovenstaande instelling onvoldoende, dan moet in eerste instantie beoordeeld worden of de ingestelde beëindigingtemperatuur gehaald wordt of dat de ontdooiing op tijd (30 minuten) wordt uitgeschakeld. Soms zit de blokvoeler op een plaats in de verdamper die snel ontdooit. Dan kan het nodig zijn de 30 minuten te verlengen of de beëindigingtemperatuur te verhogen. Pas als dit onderzocht is, kan bij blijvende problemen een groter aantal ontdooiacties per etmaal gekozen worden. Na een twee tot drie weken moet het aantal of de tijd van de ontdooiacties verkleind kunnen worden. Bij elke ontdooiactie komt namelijk nog al wat warmte in de cel.

Na het ontdooien kan bij veel thermostaten een uitdrupdeeltijd ingesteld worden. Hiernaast kan ook een aanvriestijd ingesteld worden. De vloeistofklep van de koelinstallatie gaat open waardoor het koudemiddel in de verdamper verdampt. Zonder de ventilatoren bevriezen de resterende waterdruppels. Dit alles ten doel om de warmte van het ontdooien niet de cel in te blazen.

4.2.5 Inkoelen en bewaren

Veel koelinstallaties hebben de mogelijkheid om een keuze te maken tussen inkoelen en bewaren. In de meeste gevallen komt het erop neer dat in de inkoelstand met een maximale compressorcapaciteit op de gekozen cel gekoeld kan worden. In de inkoelstand, schakelen meerdere compressoren in of schakelen deze sneller is. Hierdoor worden de koelacties krachtiger en meestal korter. De grotere compressorcapaciteit verlaagt de verdampingsdruk en dus ook de verdampingstemperatuur met als gevolg een koudere verdamper. Vaak staat op de stand inkoelen ook de ventilatiehoeveelheid automatisch op zijn hoogste stand.
In de bewaarstand wordt de compressorcapaciteit beperkt. Naast een minder energieverbruik is de capaciteit van de installatie/verdamper zo uitgelegd dat de ontvochtiging van de verdamper bij

de bewaarstand optimaal hoort te zijn. Schakel pas na minimaal één week na het bereiken van de gewenste vruchttemperatuur over op bewaarstand. Laat wel de verdamperventilatoren in eerste instantie continu nog draaien.

4.2.6 Vochtverlies en koelwerking

In veel literatuur wordt een direct verband beschreven tussen de vochtonttrekking van een koeler en de instelling van de koelinstallatie. Niets is minder waar. Door het koude verdamperoppervlak (meestal ook nog onder nul °C), en de relatief vochtige lucht in de cel slaat vocht neer op het koude verdamperoppervlak. De omstandigheden waaronder op een koeler meer of minder vocht neerslaat, zijn echter nog tot op heden een punt van discussie. Veel koelinstallateurs, literatuurbronnen maar zelfs nog koelcursussen geven een directe relatie weer tussen het gekozen temperatuurverschil (verschil tussen de temperatuur van het koudemiddel of waarbij het koudemiddel in de verdamper verdampt en de celtemperatuur) en het vochtverlies. Een groter temperatuurverschil zou leiden tot een groter vochtverlies. In de bewaarpraktijk lijkt dit echter maar voor een beperkt deel waar. De achtergrond van de misvatting zit voor een groot deel in het feit dat de bewaring voor fruit feitelijk uit twee fases bestaat:

- inkoelen
- bewaren

Tijdens het inkoelen zal vanwege het grote warmte aanbod veel van de capaciteit van de installatie gevraagd worden. De meeste koelinstallaties worden zo ontworpen dat een maximale inslaghoeveelheid binnen een zo beperkt mogelijke periode afgekoeld kan worden. Tijdens het inkoelen (beladen van de cel) zullen de koeluren van inkoelcellen tussen de 10 en 23 uur per dag liggen. In verband met de ontdooiperiode nooit 24 uur.
Tijdens het bewaren is het warmteaanbod veel geringer. Met de koeler die ontworpen is om de inslagwarmte snel af te voeren kan dan binnen 1.5 tot 4 uur de cel op temperatuur gehouden worden.
Door de koeler kouder te maken (de verdampingstemperatuur van het koudemiddel te verlagen) en dus het temperatuurverschil (TV) te vergroten kan ook de capaciteit van de koeler worden vergroot. De grotere koelcapaciteit leidt automatisch tot een kortere koeltijd op de cel. Aangezien koelen ontvochtiging betekent, kan door het beperken van de koeltijd de tijd van ontvochtiging worden beperkt. Doordat een groter TV per tijdseenheid een groter vochtaanslag betekend zal het verschil tussen het koelen met een groot of klein TV afhangen hoe goed de installatie bij de verschillende waarden daadwerkelijk functioneert. Denk hierbij bijvoorbeeld aan de koudemiddelverdeling over de verdamper bij verschillende temperatuurverschillen. In de praktijk kan de verdeling bij een kleiner TV zo tegenvallen dat de capaciteit van de verdamper hierdoor allereerst al door het directe kleiner TV verkleint, maar hiernaast ook nog verder verkleint door een ongunstige koudemiddelverdeling. De koeluren nemen in een dergelijk geval bij een kleiner temperatuurverschil enorm toe. Juist deze lange draaitijden, weliswaar bij een gunstig TV, geven veel vochtverlies.

De vochtverliezen kunnen geminimaliseerd worden door een koeler optimaal te benutten en zo een minimale koeltijd te creëren bij een bij voorkeur klein temperatuurverschil.
Veel monteurs hebben de neiging om bij uw opmerking over teveel koeluren het TV te vergroten (groter TV = grotere koelcapaciteit). Hierdoor zal het probleem van vochtverlies echter in veel gevallen niet of nauwelijks verbeteren. Belangrijker is het dat de monteur bij eenzelfde TV of zelfs een kleiner TV de koeluren terug weet te brengen. Dit kan bijvoorbeeld gedaan worden door het verkleinen van de oververhitting van de verdamper, het verhogen van een te lage voordruk van het expansieventiel, het onderkoelen van het koudemiddel etc. Een goede monteur weet hier raad mee.

4.2.7 Instelling alarmen en waakvoelers

De ervaring leert dan instellingen van alarmen niet te krap gesteld moeten worden. Door een regelmatig alarm is de waarschuwing al snel niet effectief meer. Voor de temperatuur wordt in de uitblaaslucht van de verdamper een temperatuur van maximaal 1.5 graad lager als de gewenste productwaarde getolereerd. Dus een Elstar cel waar de gewenste producttemperatuur 1.5 graden is, mag de waakvoeler minimaal tot 0.0 graad afkoelen. Op dit moment moet de waakvoeler ingrijpen door de koeling te stoppen en alarm te geven.
De genoemde temperatuur is sterk afhankelijk van de instellingen van de koelinstallatie en de plaats van de voeler. Bij sommige koelcellen wordt de waakvoeler vast op de tegenoverliggende wand van de verdamper geplaatst, bij andere wordt de voeler tussen het product geplaatst. Afhankelijk van de lucht die langs de voeler kan stromen, moet de instelling worden gedaan. Komt het ingrijpen van de waakvoeler met regelmaat voor, dan moet in overleg met de installateur/adviseur een oplossing gezocht worden. De instelling van de waakvoeler is ook al tijdens het inkoelen erg belangrijk.
Bij de alarmering rond de zuurstof en CO_2 waarde is voor het zuurstof vooral de onderwaarde en voor de CO_2 de bovenwaarde belangrijk. Bij zowel het zuurstofpercentage als bij het CO_2 % is een marge van 0.3 % acceptabel. Wel moet bij een alarm direct actie ondernomen worden. Let wel voor Conference cellen is de alarmering tijdens het inkoelen erg belangrijk. In deze periode mag absoluut niet méér CO_2 opgebouwd worden.
Hoog zuurstofalarm en laag CO2 alarm werkt vaak alleen verstorend. Meestal is hier immers weinig aan te doen. Immers blijkt een cel te lek, of is deze korte tijd ervoor open geweest, dan is het niet zinvol hier via de alarmen steeds weer op te worden gewezen.

4.2.8 IJken

IJk alle voelers ieder jaar. Doe enkele ijsklontjes (bij voorkeur van gedestilleerd water) in een thermoskan. Vul dit aan met water zodat de klontjes net onder water staan. Laat het ijs even smelten. Roer tijdens het ijken de voeler door het water. Zonder roeren is ijken zinloos. Een elektrabuis met enkele gaatjes onderin waarin de voeler kan worden gestoken is een prima handvat om te kunnen roeren. Op deze manier is het roeren (essentieel) makkelijker en raakt de

voeler noch de wand van de fles, noch de ijsklontjes. Terwijl één persoon de voeler roert kan een andere de aflezing controleren. Noteer de afwijking op een sticker en plak deze op de thermostaat of thermometer. Laat het bijstellen van de thermostaat over aan de installateur. Deze kan bij te grote afwijking namelijk concluderen dat de voeler vervangen moet worden.

4.3 Starten per ras

4.3.1 Conference (en andere peren)

- Leg waakvoeler of de productvoeler (koudste) op koudste plaats in de cel (controleer deze plaats hiernaast ook met een geijkte handthermometer)
- Productvoeler (warmste) ingraven in de 2e kist van de vloer en de 2e stapel van de wand in de stapel onder de koeler.
- Stel ontdooiing ruim in (bijv. 4 maal daags) en breidt dit uit of verkort deze o.b.v. waarneming van ijs- of rijpvorming op het verdamperblok. Zet de ontdooibeëindigingstemperatuur op zeker 10 graden. Klim regelmatig naar de koeler toe voor een controle van dichtbij.
- Stel de ingestelde temperatuur zodanig in dat de waakvoeler geen alarmering geeft. Dit is vaak even zoeken. Blijft met de handthermometer in product controleren er zorg ervoor dat de koudste producttemperatuur boven de -1 °C blijft.
- Maak de differentie (aan- en uitslaan) zo groot dat ongeveer 25 koelacties per dag gemaakt worden. Tijdens een dag met productinbreng zal dit aantal door de lange koeltijden duidelijk lager zijn.
- Richtlijn voor de alarmtemperatuur voor waakvoeler -1.5 °C.
- Meet het % CO_2 in de cel vanaf het moment dat de eerste producten ingeslagen worden. Het CO_2 % moet onder de 1.0 % blijven. Pas de mate van beluchting aan op de meetwaarde. teveel beluchten geeft een verhoging van het vochtverlies.
- Bereidt voldoende monsterzakken voor. Neem hierin zeker ook peren mee die het laatst in de cel zijn gebracht voor een controle op hol- en bruin.
- Minimaal 3 weken na laatste inslag deur gasdicht sluiten en ULO regime aanbrengen (O_2 op 3 %). Bij laat geplukte peren kan soms beter nog een extra week gewacht worden.
- Streef naar een producttemperatuur van -0.7 °C (gemiddelde koudste en warmste voeler)
- Streef naar een verschil in voelertemperatuur (koudste / warmste) van 0.4 graad.
- Noteer vanaf inbreng laatste inslag liters onttrokken vocht.
- Na ongeveer 6 weken bewaring kan de temperatuur eventueel nog verder zakken naar bv –1 Dit is overigens wel afhankelijk van de brix waarde. Onder 11 brix waarde kan tot bevriezing leiden.

4.3.2 Afdekken perencellen

Het afdekken gebeurt om het vochtverlies tijdens bewaring zoveel mogelijk te beperken. Gebruik hiervoor niet geperforeerd plastic. Dit wordt op rollen geleverd en vaak is dit voor geperforeerd

op de maat van de kist. Wees zorgvuldig op het aanbrengen er mogen geen naden of spleten ontstaan anders ontstaat er weer teveel plaatselijk verlies.
Belangrijke discussie is wanneer het afdekken kan of moet plaatsvinden. In het KwaliCon onderzoek is vastgesteld dat ook al direct na de pluk kisten kan worden afgedekt zonder merkbare negatieve effecten op de productkwaliteit. Echter hierbij is wel het uitgangspunt dat de koelinstallatie voldoende capaciteit heeft.
Bij afgedekte peren kisten dient de producttemperatuur van maximaal 0°C binnen 5-7 dagen te worden gerealiseerd. Om deze afkoeling te realiseren zal mogelijk moeten worden voorgekoeld. Zeker de laatste kisten in een cel (onder de verdamper bij de deur) dienen voorgekoeld geplaatst te worden. Afgedekte kisten vragen extra aandacht voor de temperatuurinstellingen.
Zorg er altijd voor dat in één cel ofwel afgedekte peren staan ofwel alleen niet afgedekte peren

4.3.2 Elstar

- Leg waakvoeler of de productvoeler (koudste) op koudste plaats in de cel (controleer deze plaats hiernaast ook met een geijkte handthermometer)
- Productvoeler (warmste) ingraven in de 2e kist van de vloer en de 2e stapel van de wand in de stapel onder de koeler.
- Controleer het percentage CO_2 ook tijdens inslag. Laat scrubber van het moment van de eerste inbreng meedraaien vanaf 1.5 % CO_2 of zorg voor regelmatige beluchting door de deur open te zetten. Zet bij gebruik van actieve koolscrubber wel de longvul- en leegtijden van betreffende cellen op 0. Dit voorkomt het oversluizen van zuurstofrijke lucht naar eventuele dichte cellen.
- Stel de ontdooiing in (4 maal daags) en breidt dit uit of verkort dit o.b.v. waarneming. Zet de beëindigingtemperatuur op zeker 5 graden.
- Stel de producttemperatuur zo in dat de waakvoeler net geen alarmering geeft. Dit is vaak even zoeken. Blijf met een handthermometer in product controleren of de koudste producttemperatuur boven 0.5 °C blijft. Streef naar een producttemperatuur van 1.7 ° Celsius (gemiddelde koudste en warmste voeler)
- Streef naar een verschil in voelertemperatuur (koudste / warmste) van 0.4 graad.
- Maak de differentie (aan- en uitslaan) zo groot dat ongeveer 25 koelacties per dag gemaakt worden. Tijdens een inslagdag zal dit aantal door de lange inkoeltijden duidelijk lager zijn.
- Bereidt de monsterzakjes voor
- Zodra cel vol is, afsluiten, 2 dagen wachten en dan ULO regime aanbrengen. Tijdens O_2 daling een CO_2 percentage aanhouden van maximaal 1.5 %. Na een week kan de advies conditie ingesteld worden bv. 1.2% zuurstof
- Als dit een maand is aangehouden kan het zuurstofgehalte verder zakken tot 1 %
- Juiste longvul- en leegtijden instellen bij gebruik van AKS scrubber.

4.3.3 Jonagold of Jonagold/Golden

(Bij combinatie met Elstar => zie Elstar)

- Leg waakvoeler of de productvoeler (koudste) op koudste plaats in de cel (controleer deze plaats hiernaast ook met een geijkte handthermometer)
- Productvoeler (warmste) ingraven in de 2e kist van de vloer en de 2e stapel van de wand in de stapel onder de koeler.
- Probeer Golden midden in de cel (in ieder geval niet onder koeler) te plaatsen
- Controleer het percentage CO_2 ook tijdens inslag. Laat scrubber van het moment van de eerste inbreng meedraaien vanaf 3.5 % CO_2 of zorg voor regelmatige beluchting door de deur open te zetten. Zet bij gebruik van actieve koolscrubber wel de longvul- en leegtijden van betreffende cellen op 0. Dit voorkomt het oversluizen van zuurstofrijke lucht naar eventuele dichte cellen.
- Stel de ontdooiing in (4 maal daags) en breidt dit uit of verkort dit o.b.v. waarneming. Zet de beëindigingtemperatuur op zeker 5 graden.
- Stel de producttemperatuur zo in dat de waakvoeler net geen alarmering geeft. Dit is vaak even zoeken. Blijf met een handthermometer in product controleren of de koudste producttemperatuur boven 0.5 °C blijft. Streef naar een producttemperatuur van 1.5 ° Celsius (gemiddelde koudste en warmste voeler)
- Streef naar een verschil in voelertemperatuur (koudste / warmste) van 0.4 graad.
- Maak de differentie (aan- en uitslaan) zo groot dat ongeveer 25 koelacties per dag gemaakt worden. Tijdens een inslagdag zal dit aantal door de lange inkoeltijden duidelijk lager zijn.
- Bereidt de monsterzakjes voor
- Zodra cel vol, afsluiten, 2 dagen wachten en dan ULO regime aanbrengen. bv 1.2% zuurstof
- Als dit een maand is aangehouden kan het zuurstofgehalte verder zakken tot 1 %
- Longvul en leegtijden instellen bij gebruik van AKS scrubber.

4.3.4 Cox/Boskoop

- Leg waakvoeler of de productvoeler (koudste) op koudste plaats in de cel (controleer deze plaats hiernaast ook met een geijkte handthermometer)
- Productvoeler (warmste) ingraven in de 2e kist van de vloer en de 2e stapel van de wand in de stapel onder de koeler.
- Controleer het percentage CO_2 ook tijdens inslag. Laat scrubber van het moment van de eerste inbreng meedraaien vanaf 0.7 % CO_2 of zorg voor regelmatige beluchting door de deur open te zetten. Zet bij gebruik van actieve koolscrubber wel de longvul- en leegtijden van betreffende cellen op 0. Dit voorkomt het oversluizen van zuurstofrijke lucht naar eventuele dichte cellen.
- Stel de ontdooiing in (2 maal daags op luchtontdooiing) en breidt dit uit of verkort dit o.b.v. waarneming. Zet de beëindigingtemperatuur op zeker 5 graden.
- Stel de producttemperatuur zo in dat de waakvoeler net geen alarmering geeft. Dit is vaak even zoeken. Blijf met een handthermometer in product controleren of de koudste

producttemperatuur boven 3.5 °C blijft. Streef naar een producttemperatuur van 4.5 ° Celsius (gemiddelde koudste en warmste voeler)

- Streef naar een verschil in voelertemperatuur (koudste / warmste) van 0.4 graad.
- Maak de differentie (aan- en uitslaan) zo groot dat ongeveer 25 koelacties per dag gemaakt worden. Tijdens een inslagdag zal dit aantal door de lange inkoeltijden duidelijk lager zijn.
- Bereidt de monsterzakjes voor
- Zodra cel vol of gedeeltelijk vol, afsluiten, 2 dagen wachten en dan ULO regime aanbrengen. Tijdens zuurstofdaling en de week hierna een CO_2 percentage van maximaal 0.7 % aanhouden. In de eerste week na zuurstof daling 2 % O2 hierna 1.4 %.
- Longvul- en leegtijden instellen bij gebruik van AKS scrubber.

4.4 Watermeten

Om iets te kunnen zeggen over vochtverlies van het product is watermeten gewenst. Wekelijks meten is meer dan voldoende. Vaker meten geeft een verstoord beeld door de dagelijkse schommelingen. Naast een beeld van de vochtverlies van het product is het ook een signaal dat verdamper of lekbak in het ijs is gelopen. Loopt de gemeten hoeveelheid sterk terug, beoordeel dan zeker ook de verdamper.
Zolang als de cel open is, is watermeten voor een indruk van het vochtverlies van het product zinloos. Wel kan het als indicatie gelden voor ijsvorming in de verdamper. CA cellen of mechanische cellen die langere tijd 'dicht' zijn, geven geen eerlijk beeld met de watermeting omdat veel vocht van buiten op de verdamper neerslaat..

4.5 Inslag kwaliteit fruit

Om de kwaliteit tijdens de bewaring enigermate te kunnen volgens is het belangrijk om de inslagkwaliteit van het fruit vast te leggen. Hierbij moet gedacht worden aan grondkleur de penetrometerwaarde en voorzover mogelijk de brixwaarde. Voor het eigen fruit is dit belangrijk vanwege inzicht in het kwaliteitsverloop. Als voor derden wordt bewaard is belangrijk om gegevens van de inslagkwaliteit te hebben in verband met eventueel ontstaan van kwaliteitsgebreken tijdens bewaring.

4.6 Celcontroles

Een partij is een hoeveelheid fruit van één herkomst (perceel / leeftijd) die in een aaneengesloten periode van maximaal 5 dagen binnenkomt.

De monsters worden steeds uit de laatst aangevoerde lading van een partij genomen.
Celcontroles moeten uitgevoerd worden aan representatieve monsters, Dus neem voor een monster eventueel product uitmeerdere stapelkisten. Hoe de productcontrole wordt uitgevoerd is afhankelijk van de mogelijkheden op de cel en eventuele uitrusting met bijv. luiken etc..
Monsters kunnen achter de inspectieluiken geplaatst worden. Realiseer dan wel dat de monsters niet op een ideale plek staan qua temperatuur, vochtigheid etc.
Andere methode is de controle via complete stapelkisten die direct achter de deur geplaatst worden. Dit kan echter alleen als er de beschikking is over stikstof separator. Bij een controle wordt door één persoon snel de deur geopend terwijl de tweede persoon snel de eerste rij kisten eruit pakt. Voordeel van dit systeem is dat er een betere kijk is op de totale kwaliteit terwijl vooraf er ook geen aparte monsters hoeven worden klaargemaakt
Na het beoordelen of eventueel monsteren worden de kisten weer terug geplaatst.
Voor elke celcontrole zijn per partij minimaal 15 vruchten nodig voor direct beoordeling en beoordeling na uitstal. Het totaal aantal vruchten per partij is in onderstaande tabel beschreven.

Aantal monsters van 15 vruchten per ras:

Ras	Bewaring tot	aantal monsters	voor langere bewaring per 1½ maand (extra) monsters
Conference	Februari	3	2
Doyenné	Februari	3	-
Elstar	Februari	1	2
Elstar (SmartFresh)	Februari	2	2
Cox's O.P.	December	-	2
Jonagold	Februari	-	1
Golden	Februari	-	1

Belangrijke aandachtspunten voor kwaliteitscontrole zijn:

Conference 4 tot 5 weken na de realisatie van het ULO regime vindt een controle op "Hol en bruin" (minimaal 15 vruchten) plaats. In geval van monsterzakken is er een reservemonster beschikbaar voor aanvullende controle als het eerste monster reden tot twijfelen geeft.
Vanaf februari vindt minimaal eens per 1½ maand een controle plaats op hardheid, inwendige kwaliteit en overige kwaliteit, steeds direct uit de cel.

appels Bij een lange(re) bewaarperiode (zie onderstaande tabel) wordt minimaal eens per 1½ maand gecontroleerd op uit- en inwendige afwijkingen aan 15 vruchten. Bij alle rassen gebeurt dit direct na de cel. Bij Elstar, Jonagold en Cox wordt de kwaliteit in overleg ook na enkele dagen uitstalling bij 18°C beoordeeld. Dit om respectievelijk schilvlekjes, scald, lage temperatuurbederf en stipontwikkeling aan te tonen.

Elstar	vanaf december (vanwege SmartFresh)
Cox	vanaf december
Boskoop	vanaf december
Jonagold	vanaf februari

4.7 Ontsmetten van koelcel en fust

Schimmelgroei tijdens bewaring is het teken dat de luchtvochtigheid in de cel hoog is geweest in combinatie met de aanwezigheid van specifieke schimmels. De hoge vochtigheid kan veroorzaakt worden door een grote 'levering' van vocht vanuit het product (bijvoorbeeld nat geplukt, hoog percentage rot, nat fust, hoge vochtafgifte) of door een minimale onttrekking door de koelinstallatie. Dit laatste is voor bijvoorbeeld perenbewaring gunstig, waarbij het nadeel van schimmelgroei op fust, wanden en vruchten wel voor lief genomen moet worden.
Is fust of wanden bedekt met een laag schimmels, dan behoren deze in de meeste gevallen tot schimmels die algemeen voorkomen. Gerichte bestrijding in de boomgaard is niet relevant.

Fust of wanden met schimmels moeten worden schoon gemaakt. In veel gevallen is het effect van ontsmetten minimaal. Dit kan ook komen doordat ontsmette kisten soms weer enige tijd in de boomgaard staan en vervolgens weer herbesmet raken vooral bij vochtig weer.
Schimmels zijn het beste te doden als deze groeien. Nat fust met schimmels moeten voor een kans op effectieve bestrijding daarom zo snel mogelijk terug in de cel en worden opgewarmd zodat de schimmels weer verder kunnen groeien. Fust dat tijdens de bewaarperiode opgedroogd is moet eventueel nat gemaakt worden. Na minimaal het opwarmen tot minimaal 15 °C voor de nodige schimmelgroei is met handelsformaline 40 % (1,5 ltr per 100 m3) de schimmel te bestrijden. De eenvoudigste manier voor het verdelen van de formaline is het gebruik van een puls of swing fog (bekend in de glastuinbouw). Voor de verdeling van de formalinenevel de ventilatoren van de koeler laten draaien. Na enkele dagen de cel openen en goed luchten. Zorg dat onbevoegde personen in de tussentijd de cel niet kunnen betreden.
De formaline is schadelijk voor metalen. Bij veelvuldig gebruik kunnen metalen (o.a. koeler, voelers, wanden etc. aangetast worden en gaan roesten. Plak zoveel mogelijk onderdelen (ook de scrubber-leidingen etc.) af. Na ontsmetting de kisten op een droge plaats laten drogen. Gebeurt dit niet, dan is het ontsmetten zinloos geweest.
Een alternatieve methode die enkele jaren is vergeleken met andere ontsmettingsmethoden is het afspuiten van fust met hoge druk warm water. De resultaten zijn vaak beter dan bij bovenstaande formaline bestrijding.

4.8 Veiligheid

ULO cel is bij betreding dodelijk. Bij diverse bewaarders zijn recent en in het verleden kleine en fatale ongelukken voorgekomen met de ULO cellen. Praktisch iedereen die iets met ULO bewaring te maken heeft kent wel een voorbeeld, en meestal van heel dichtbij. ULO bewaring betekent twee zaken:

- Het CO_2 in de lucht werkt als vergif
- Het ontbreken van voldoende zuurstof stelt het functioneren van de hersenen op nul.

Een sluitend protocol voor een maximale veiligheid rond het werken met ULO cellen is bijzonder moeilijk te maken. Uiteindelijk heeft elke bewaarder zijn eigen verantwoordelijkheid, maar moet in de praktijk nog wel te werken zijn. De onderstaande tekst is opgesteld door A&F naar aanleiding van een dodelijke afloop van een productcontrole maar sluit niet uit dat ergens iets kan gebeuren.

Veiligheid rondom ULO cellen

Wederom zijn we opgeschrikt door een sterfgeval van een ULO bewaarder. De details van het ongeval zijn bij ons niet bekend, maar ook deze keer krijgen we een bevestiging dat zowel mensen die bekend zijn met de gevaren van ULO als mensen die de gevaren niet kennen een groot risico lopen in en om ULO cellen.

Bedachtzaamheid bij het werken met ULO cellen is voor iedereen essentieel. Bedenktijd voor als het mis gaat is er niet !!!

Dit ongeval is voor een onderzoek- en adviesbedrijf als A&F ook een reden om ook weer naar interne procedures te kijken. Vanuit eigen ervaring met de onderzoeksfaciliteiten van A&F kennen we het gevaar van laag zuurstof of vreemde condities.
Hiernaast realiseren we ons steeds meer de voorbeeld- en de voorlichtende functie die we hebben bij ons werk onderweg. Ongelukken zoals die de laatste jaren gebeurt zijn, moeten vooral het bewustzijn van mensen die met ULO cellen voor veilig werken voor langere tijd vergroten.

Feitelijk dienen alle werkzaamheden die met het betreden/openen van een ULO cel te maken hebben voorzien te zijn van een reeks van veiligheidsmaatregelen. De veiligheid van een ULO cel wordt in basis gemaakt door cellen af te sluiten. Vooral mensen, onbekend met laag zuurstof, mogen niet de kans krijgen via deur of luik de cel te betreden. Alles moet dicht en op slot (sleutel eruit!!!). Deuren alleen op de knevels sluiten is onvoldoende gebleken. Zorg dat de deurklinken verwijderd zijn.

- Eén van de belangrijkste veiligheidsvoorziening is een adequate tweede persoon die tijdens celhandelingen aanwezig is en een noodprocedure kan starten.
- Zorg voor duidelijkheid over de noodprocedure.
- Betreden van of reiken in een cel onder laag zuurstof is met welke techniek dan ook uit den boze. De werkruimte is veel te klein om noodmaatregelen uit te voeren. Cellen die net geopend zijn, mogen niet zondermeer betreedt worden. Het op voldoende hoog zuurstof brengen van de gehele cel, kan afhankelijk van de situatie uren in beslag nemen. Een juiste

zuurstofmeting voor het betreden van de cel is wel het minste. Hou hier met name rekening met de plaats van meten. Klim dus zeker niet zomaar omhoog.

- Zorg dat monsters voor kwaliteit beoordeling eenvoudig bereikbaar zijn. Te ver reiken om het product te pakken geeft grote risico's. Ook bij deze controles is de aanwezigheid van een tweede persoon noodzakelijk.
- Zorg voor voldoende luchtverversing in de loods om zuurstofarme lucht uit de cellen af te voeren.

Het zal duidelijk zijn dat deze instructies nooit compleet kunnen zijn. De toevalligheid van omstandigheden kunnen maken dat er toch gevaren bestaan. Bedachtzaamheid is het belangrijkste en kijken naar de buurman is in deze uit den boze.

Fameuze fouten die in de loop van de jaren bekend zijn geworden zijn:

- Kalk wisselen met gasheftruck. Motor slaat af etc....
- Productcontrole: probleempartij staat net te ver weg...
- Productcontrole boven op ladder op 5 meter hoogte. Verkeerde hap lucht....
- Beoordelen verdamper. Kan er net bij .....
- Ongewenst bezoek of zoekende gasten. Kijken of ie misschien in de cel is....
- Kijk maar in de cel, is nog open (maar wel met 7 % CO_2 erop)
- Heeft u kleine kinderen let dan vooral op spelende vriendjes

Vergrendel ULO cellen zoveel mogelijk. De kleine knevels zijn onvoldoende. Een hangslot, een duidelijke waarschuwing en het demonteren van de deurhendel leveren nog de beste resultaten op. Let wel dat een fatale fout in de sector met huidige 'persgekte over veiligheid' desastreuze gevolgen kan hebben, niet alleen voor uzelf.

5 Organisatie en bereikbaarheid

A&F is een onafhankelijk onderzoeksinstelling, onderdeel van Wageningen UR, die onderzoek doet in het naoogstfase van agrarische producten. Binnen de groep "Naoogst kwaliteit van verse producten zijn een aantal adviseurs actief.
Adviesdiensten vanuit A&F zijn enerzijds gericht op de technische kant, zoals het adviseren bij technische investeringen, anderzijds wordt ook de kwaliteitskant zeer regelmatig belicht, met name in het onderzoek gerelateerde advieswerk. Immers een goede bewaarkwaliteit hangt van meer af dan alleen van een juiste technische installatie. Hieronder volgt een opsomming van werkzaamheden die zowel individueel als in groepsverband worden gegeven:

- Advies bewaarmogelijkheden fruit en bewaarcondities
- Artikelen in vakbladen
- Ondersteunen (praktijk)onderzoek
- Kwaliteitscontrole tijdens bewaring
- Controleren werking technische apparatuur
- Opstellen plan van eisen bij nieuwbouw of renovatie
- Beoordelen offertes bij nieuwbouw of renovatie

A&F (Agrotechnologie & Foodinnovation) BV

Frank van de Geijn	0317-478596	Frank.vandegeijn@WUR.nl
Alex van Schaik	0317-475102	Alex.vanschaik@WUR.nl
Fax	0317-475347	

Bijlage 1: Bewaarcondities hard- en zachtfruit seizoen 2004-2005

Appel							
Ras	**type bewaring**	**Temp. (°C)**	**%CO_2**	**%O_2**	**Bewaarduur**	**erg gevoelig voor**	**gevoelig voor**
Cox's O.P.	mech. Koeling 1e ULO maand daarna	3,5 4 3,5 tot 4	 <1,0 0,7	 1,6 1,3	± 3 maanden ± 6,5 maand	stip zacht, LTB[1]	klokhuisbruin zuurstofgebrek-schade
Elstar + mutanten	mech. Koeling 1e ULO maand daarna	1.5 1,5 tot 2 1,5 tot 2	 2 tot 2,5 2,5	 1,3 1.0 tot 1.2	± 3 maanden ± 7 maanden	Schilvlekjes, hardheidver- lies	ouderdomsbederf zacht, vruchtvlees- bruin,
Gala	mech. koeling ULO	1 1	 1-2	 1,2	± 3,5 maand ± 6,5 maand		schilafwijking
Gloster	mech. koeling ULO	1 1	 3	 1,2	± 4,5 maand ± 7,5 maand	glazigheid	koolzuurschade klokhuisbruin
Golden Delicious	mech. koeling 1e ULO maand daarna	1 1 tot 1.2 1 tot 1.2	 4 4	 1.3 1.0 tot 1.2	± 3 maanden ± 8 maanden		scald
Jonagold + mutanten	mech. koeling 1e ULO maand daarna	1 1 tot 1.2 1 tot 1.2	 4 4	 1.3 1.0 tot 1.2	± 3 maanden ± 9 maanden		Scald. zacht stip vruchtvleesbruin
Schone van Boskoop	mech. koeling 1e ULO maand en daarna	4 tot 5 4,5 tot 5 4.5 tot 5	 <1.0 0.7	 1.6 1.3	± 3,5 maand ± 5,5 maand	zacht klokhuis-bruin, LTB[1]	vruchtvleesbruin stip scald
Pinova	mech. koeling ULO	1 1	 3	 1.2	4-5 maanden 7-8 maanden		
Topaz	mech. koeling ULO	1 1	 1	 1.2	3 maanden 5 maanden		

[1] laag temperatuurbederf

Peer							
Ras	**type bewaring**	**temp. (°C)**	**%CO_2**	**%O_2**	**Bewaarduur**	**erg gevoelig voor**	**gevoelig voor**
Beurré Alexandre Lucas	mech. koeling	-0,5 tot 0			± 4 maanden		Vruchtvleesbruin, klokhuisbruin
Beurré Hardy	mech. koeling	0 tot 2			± 2 maanden		LTB[1]
Bonne Louise d'Avranches	mech. koeling	-0,5 tot 0			± 1,5 maand		
Condo	mech. koeling ULO	-1 tot-0,5 -0,5	 <0,5	 3	± 5,5 maand ± 6 maanden		hol, bruin
Conference	mech. koeling ULO[2] 1e 3 - 4 weken 5-6 weken en daarna	-1 tot -0,5 -0,5 -0.5 -0.5 tot -0.8	 <0.9 0.7 0.7	 21[2] 3 3	± 5,5 maand ± 7,5 maand	 hol, bruin	Buikziek slappe nekken
Dolacomi	mech. koeling ULO	-0,5 -0,5	 1	 2	± 4 maanden ± 5 maanden		buikziek
Doyenne du Comice	mech. koeling ULO 1e 3 - 4 weken en daarna	-0,5 tot 0 -0,5 -0.5 - -0.8	 <0.9 <0,7	 21[2] 3	± 3 maanden ± 5 maanden	 hol, bruin	buikziek
Gieser Wildeman	Mech. koeling	-0,5 tot 0			± 4 maanden		
St. Rémy	Mech. koeling	0,5 tot 1			± 6 maanden		

1 lage temperatuurbederf

2 Conference altijd eerst minimaal 3 weken alleen koelen (CO_2 niet hoger dan 0.9%) pas daarna de CA condities realiseren..

Pruim							
Ras	**type bewaring**	**temp. (°C)**	**%CO_2**	**%O_2**	**Bewaarduur**	**erg gevoelig voor**	**gevoelig voor**
Monsieur Hâtif	ULO	0	0.5	1-2	2 tot 3 weken		glazigheid
Opal	ULO	0,5	5	2	2 tot 3 weken		glazigheid
Victoria	ULO	0,5	5	2	2 tot 3 weken		glazigheid
alle rassen	mech. koeling	0 tot 1			1 tot 2 weken		glazigheid

Rode bes[1]							
Augustus	ULO	0	18-20	2	3-3.5 maanden		Roze en rot
Cassa	ULO	0	18-20	2	3-3.5 maanden		Roze en rot
Rondom	ULO	0	18-20	2	2.5-3 maanden		Roze en rot
Rotet	ULO	0	18-20	2	2-2.5 maanden		Roze en rot
Roodneus	ULO	0	18-20	2	3-3.5 maanden		Roze en rot
Rovada	ULO	0	18-20	2	4-5 maanden in hoezen		Roze en rot
Blanka	ULO	0	18-20	2	3-3.5 maanden		Roze en rot
alle rassen	mech. koeling	0 tot 1			2 tot 3 weken		Rot

Overige							
blauwe bes	mech. koeling ULO	0 tot 1 0 tot 1	 10	 10	2 tot 3 weken 4 tot 5 weken		
Kruisbes	mech. koeling	0 tot 1			2 tot 3 weken		
zwarte bes	mech. koeling	0 tot 1			1 tot 2 weken		
Aardbei	mech. koeling	0 tot 1			3 tot 5 dagen		
Elsanta	ULO	0 tot 1	18-20	2-3	7 tot 10 dagen		
Kers (alle rassen)	mech. koeling	0 tot 1			2 tot 3 weken		
Lapins	ULO	0 tot 1	20	5	6 tot 8 weken		
Kordia	ULO	0 tot 1	20	5	6 tot 8 weken		

Deze bewaarcondities zijn geldig voor partijen met een basis bewaarbaarheid. Dit betekent het volgende:

- het drachtniveau van het perceel waar de partij is geoogst is normaal tot goed
- er wordt uitgegaan van een optimaal pluktijdstip
- de bewaarhistorie van het perceel is redelijk tot goed

Omdat de feitelijke beoordeling niet door de koelhuismedewerker kan worden gedaan is de bewaargever verantwoordelijk voor de keuze om een partij op bewaarbaarheid in te schatten. Bij het aangeven van specifieke afwijkingen van de partij door de bewaargever, dient de koelhuismedewerker in gezamenlijk overleg met A&F en bewaargever een juiste aanpak vast te stellen ten aanzien van bewaarcondities.