



**Kenniscentrum :: Oogst, bewaring en verwerking**

## TEELTHANDLEIDING ZETMEELAARDAPPELEN - BEWARING

### AGROBIOKON / PRAKTIJKONDERZOEK PLANT & OMGEVING BV

**Auteur/teeltdeskundige:** dr.ir. A. Veerman

**Datum:** september 2003

**Projectnummer:** -

### INHOUDSOPGAVE

<a href="#">1. Inleiding</a>	<a href="#">9.1 Bewaring in kuilen</a>
<a href="#">2. Verdamping</a>	<a href="#">9.2 Bedekking van de kuil</a>
<a href="#">3. Ademhaling</a>	<a href="#">9.3 Bewaring in sleufsilo's</a>
<a href="#">4. Schimmel- en bacterieziekten</a>	<a href="#">9.4 Schuurbewaring</a>
<a href="#">5. Onderwatergewicht</a>	<a href="#">9.5 Wanden, vloer, plafond en dak</a>
<a href="#">6. Droging van aardappelen</a>	<a href="#">9.6 Ventilatiesysteem</a>
<a href="#">6.1 Wanneer is buitenlucht drogend?</a>	<a href="#">9.7 Het voorkomen van condens</a>
<a href="#">6.2 Koude nachten benutten om te drogen?</a>	<a href="#">10. Automatisering</a>
<a href="#">6.3 Lucht opwarmen?</a>	<a href="#">11. Bewaarverliezen</a>
<a href="#">6.4. Berekening kachelcapaciteit</a>	<a href="#">11.1 Rooibeschatiging</a>
<a href="#">6.5 Wanneer droog?</a>	<a href="#">11.2 Bewaarsystemen</a>
<a href="#">7. Wondheling</a>	<a href="#">11.3 Rassen</a>
<a href="#">8. Koelen en bewaren</a>	<a href="#">12. Optreden van ziekten tijdens de bewaring</a>
<a href="#">8.1 Gewenste bewaartemperatuur</a>	<a href="#">12.1 Ziekten</a>
<a href="#">8.2 Hoe ventileren als het gewenste temperatuurniveau is bereikt?</a>	<a href="#">12.2 Droging van probleempartijen</a>
<a href="#">9. Eisen en specificaties voor bewaarinrichtingen van zetmeelaardappelen</a>	

## 1. INLEIDING

Tegenwoordig wordt meer dan 1,5 miljoen ton zetmeelaardappelen kortere of langere tijd bewaard. Van de namalers wordt ongeveer tweederde in schuren bewaard en de rest in kuilen en sleufsilo's.

De aardappelknol is een levend organisme, dat voor 75 - 80% uit water bestaat. Tijdens de bewaring verliezen knollen gewicht als gevolg van vochtverlies (verdamping), verlies van droge stof (ademhaling) en als gevolg van aantasting door ziekten. Een bijzondere (financiële) verliespost ontstaat door de daling van het onderwatergewicht die door onderhuidse rooibeschatiging wordt veroorzaakt. Het is ook van belang dat zo weinig mogelijk zetmeel wordt omgezet in suikers, omdat ook dit de zetmeelopbrengst verlaagt.

Voorwaarden voor een goed bewaarresultaat zijn:

- een goed afgerijpt gewas en een afgeharde schil;
- een gezonde partij, zonder natrot van betekenis;
- onbeschadigde knollen; knolbeschadiging vergroot de kans op knolrot;
- een regelmatige controle van de partij en van de knoltemperatuur.

Tijdens de [bewaring van \(zetmeel\)aardappelen](#) is enig verlies van gewicht en van kwaliteit onvermijdelijk. Bij een goede bewaring van gezonde en onbeschadigde partijen kunnen deze verliezen echter wel sterk worden beperkt.

[Top](#) 

## 2. VERDAMPING

Aardappelen verliezen vocht door verdamping, afhankelijk van:

- de dampdoorlaatbaarheid van de schil;
- de producttemperatuur in combinatie met de relatieve vochtigheid en de temperatuur van de omgevingslucht;
- de aanwezigheid van kiemen.

De dampdoorlaatbaarheid van de schil van een onrijpe knol is veel groter dan die van een goed afgerijpte knol. Nog groter is het vochtverlies dat optreedt via wonden en kiemen. De hoeveelheid vocht, die per eenheid van oppervlakte verloren gaat via schil, kiemen en wonden, verhoudt zich als 1:100:300.

Naarmate de relatieve vochtigheid van de omgevingslucht lager is, neemt het vochtverlies van de knollen toe. De relatieve

vochtigheid geeft de hoeveelheid waterdamp in de lucht aan als percentage van de maximale hoeveelheid waterdamp, die de lucht bij die temperatuur kan bevatten. Daarom wordt voor de koeling van aardappelen bij voorkeur lucht gebruikt met een relatieve vochtigheid die zo dicht mogelijk bij de 100% ligt. Voor zetmeelaardappelen vormt enig vochtverlies van de knollen echter geen probleem, immers bij vochtverlies stijgt het onderwatergewicht en blijft het uitbetalingsgewicht op peil.

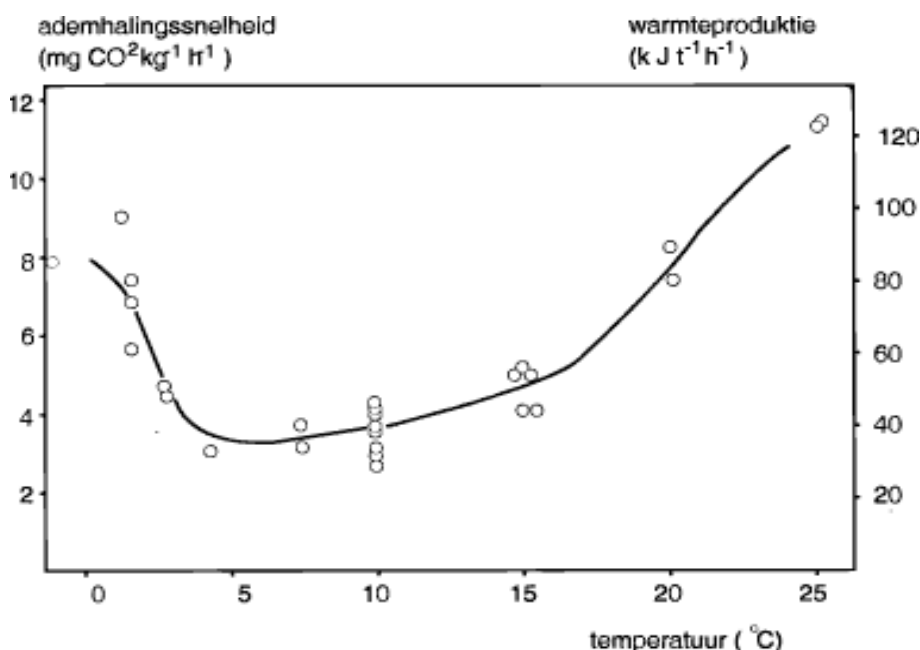
De gewichtsverliezen van onbeschadigde knollen tijdens de bewaring in een met buitenlucht gekoelde bewaarplaats, bedragen globaal gedurende de eerste maand circa 1 - 3%, afhankelijk van de schildichtheid, en daarna 0,5 - 0,6% per maand. Ook rasverschillen spelen hierbij een rol.



### 3. ADEMHALING

Voor het op gang houden van zijn levensprocessen heeft de knol energie nodig, die vrijkomt door de verademing van suikers. Hiervoor is zuurstof nodig, terwijl er CO<sub>2</sub>, water en warmte bij vrijkomen. De ademhalingsactiviteit van aardappelen is het laagst bij een temperatuur van 5 - 7°C en loopt zowel bij hoge re als bij lagere temperatuur op (Figuur 1).

**Figuur 1: Ademhalingssnelheid en warmteproductie van aardappelknollen in relatie tot de temperatuur (naar Burton,1989)**



Zo is de ademhalingsintensiteit zowel bij 0°C als bij 20°C ruim het dubbele van die bij 6°C. Onrijpe en beschadigde knollen hebben een veel grotere ademhalingsintensiteit dan rijpe, onbeschadigde aardappelen. Als onrijpe knollen (pootgoed) worden geoogst bij temperaturen van circa 25°C en hoger dan kunnen in de bewaarplaats bij onvoldoende luchtverversing zelfs zwarte harten ontstaan als gevolg van zuurstofgebrek.



### 4. SCHIMMEL- EN BACTERIEZIEKTEN

Als met schimmel- of bacterieziekten besmette knollen in een partij voorkomen, kan dit tot flinke verliezen leiden als gevolg van rot. Dit geldt bijvoorbeeld voor partijen met 'jong ziek' (Phytophthora), die tijdens de bewaring kunnen gaan rotten als niet snel genoeg wordt gedroogd. Natrot als gevolg van een besmetting met bacterieziekten kan zich tijdens de bewaring sterk uitbreiden. Een besmetting met Fusarium kan leiden tot droogrot. Het ontstaan en de uitbreiding van schimmel- en bacterieziekten kan worden beperkt door:

- het voorkómen van knolbeschadiging bij de oogst; veel bewaarziekten dringen de knol via wonden binnen;
- een snelle droging na binnenbrengen in de bewaarplaats of kuil en drooghouden van de partij gedurende de bewaarperiode;
- een goede en snelle wondheling;
- een zo laag mogelijke bewaar temperatuur.



### 5. ONDERWATERGEWICHT

Agrobiokon-onderzoek heeft recentelijk laten zien dat als gevolg van onderhuidse rooibesadiging tijdens de bewaring een sterke

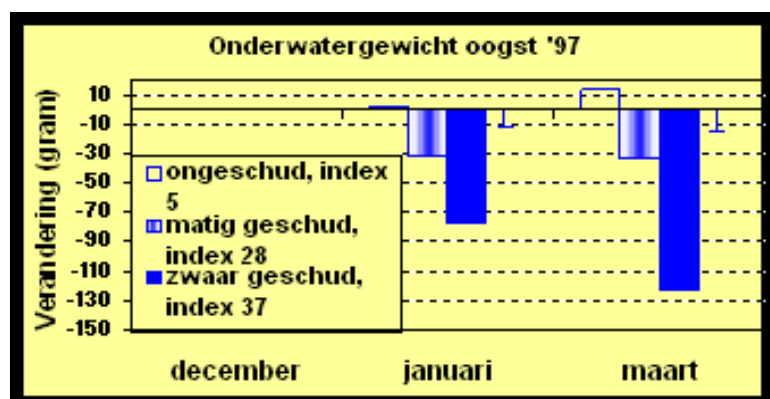
daling van het onderwatergewicht kan optreden. De beschadigde plekken drogen tijdens de bewaring uit en hebben tot gevolg dat er onderhuidse holtes ontstaan (afbeelding 1).

#### Afbeelding 1. Onderhuidse rooibeschatiging



Deze holtes geven de knol “drijfvermogen” waardoor het onderwatergewicht daalt. Doordat het proces van de verdamping van vocht uit de beschadigingen tijd vergt, neemt de daling van het onderwatergewicht – en daarmee het verlies aan uitbetalingsgewicht – tijdens de bewaring toe (figuur 2).

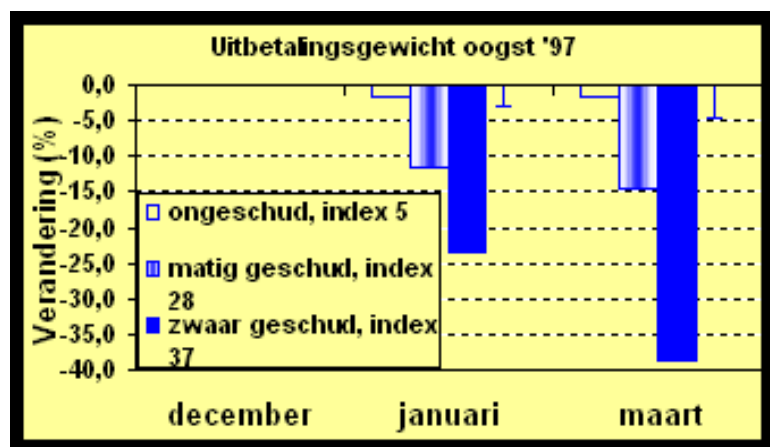
**Figuur 2: De daling van het onderwatergewicht in de loop van het bewaar seizoen is sterker naarmate de index voor onderhuidse rooibeschatiging hoger is (rassen Kartel en Seresta)**



In de uitdrogende beschadigde plekken blijft het zetmeel wel aanwezig. Door de beschadiging raakt de relatie tussen onderwatergewicht en zetmeelgehalte verstoord. Bij aardappelen met onderhuidse rooibeschatiging is de meting van het onderwatergewicht dus niet meer in staat om het zetmeelgehalte goed te schatten.

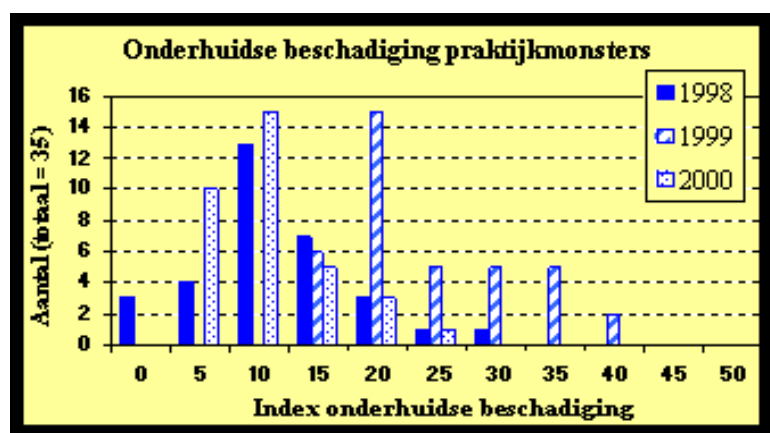
Figuur 3 toont dat bij flinke onderhuidse beschadiging de verliezen aan uitbetalingsgewicht zeer fors kunnen zijn.

**Figuur 3: Bij hoge niveaus van rooibeschatiging kan het financiële bewaarverlies oplopen tot tientallen procenten (rassen Kartel en Seresta)**



Dat dit niet slechts theorie is wordt geïllustreerd door Figuur 4: de hoogte van de beschadigingsniveaus in het onderzoek wordt in de praktijk meer dan eens aangetroffen.

**Figuur 4: Ondanks jaarverschillen komen er in de praktijk ieder jaar partijen voor met zeer hoge niveaus van onderhuidse rooibeschadiging**



Het is dan ook van groot belang om van partijen voor bewaring te weten hoeveel onderhuidse beschadiging ze bevatten. Naarmate een partij meer beschadiging heeft, kan ze beter vroeger worden afgeleverd.

[Top](#)

## 6. DROGING VAN AARDAPPELEN

Een gezonde partij zetmeelaardappelen die onder normale omstandigheden is geoogst, behoeft niet speciaal te worden gedroogd. Dit is wel het geval als aardappelen met veel natte grond worden ingeschoord of als 'jong ziek' of natrot in de partij voorkomen. Partij- en zetmeelaardappelen met 'jong ziek' of (nat) rot moeten bij voorkeur niet worden opgeslagen, maar kunnen beter direct worden afgezet.

In het geval van enige twijfel aan de houdbaarheid van een partij kan beter iets scherper worden gedroogd. Dit heeft weliswaar extra vochtverlies tot gevolg, maar in het geval van de uitbetaling van zetmeelaardappelen wordt dit gecompenseerd doordat het onderwatergewicht stijgt. Door wat scherper te drogen wordt de bewaarbaarheid van de partij verhoogd, terwijl dit het uitbetalingsgewicht niet verlaagt.

### 6.1 WANNEER IS BUITENLUCHT DROGEND?

#### 1. De temperatuur van de lucht is lager dan die van de aardappelen.

Lucht met een lagere temperatuur dan het product droogt altijd, ook als deze lucht met waterdamp is verzadigd en dus een relatieve vochtigheid heeft van 100%. Als lucht met een relatieve luchtvochtigheid van 100% en een temperatuur van 10°C door aardappelen met een temperatuur van 12°C wordt gevoerd, wordt de lucht opgewarmd door het product. De lucht die bovenuit de hoop komt, heeft dan een temperatuur van 12°C. Daar de opgewarmde lucht meer vocht kan bevatten (tabel 1) zal droging optreden, zoals uit onderstaand voorbeeld blijkt.

Voorbeeld: Bij 10°C kan lucht maximaal 7,6 gram per m<sup>3</sup> waterdamp opnemen en bij 12°C maximaal 8,8 gram per m<sup>3</sup>. Als de lucht tijdens haar gang door de partij wordt opgewarmd van 10 tot 12°C, zal per m<sup>3</sup> ingeblazen lucht zelfs bij een relatieve luchtvochtigheid van de lucht van 100% toch nog 8,8 - 7,6 = 1,2 gram vocht worden afgevoerd.

Naarmate de relatieve vochtigheid van de ingeblazen lucht lager is, zal het drogend vermogen van de lucht groter zijn.

**Tabel 1: Hoeveelheid waterdamp in gram per kg droge lucht bij verschillende temperaturen en relatieve luchtvochtigheid van de lucht (naar Van Dusseldorp, 1984)**

LUCHTTEMPERATUUR (°C)	RELATIEVE LUCHTVOCHTIGHEID							
	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
2	1,3	1,7	2,1	2,5	2,9	3,1	3,5	4,0
3	1,4	1,8	2,2	2,8	3,2	3,6	4,0	4,4
4	1,6	2,1	2,5	3,0	3,6	4,2	4,6	5,0
5	1,8	2,4	2,9	3,6	3,9	4,4	4,9	5,4
6	1,9	2,6	3,0	3,6	4,2	4,8	5,2	5,8
7	2,0	2,6	3,1	3,8	4,4	5,1	7,5	6,2
8	2,1	2,8	3,4	4,0	4,8	5,5	6,1	6,8
9	2,2	2,9	3,6	4,3	5,1	5,9	6,5	7,2
10	2,4	3,3	3,9	4,6	5,4	6,2	7,0	7,6
11	2,5	3,5	4,1	5,0	5,8	6,8	7,5	8,2
12	2,6	3,6	4,4	5,3	6,2	7,2	8,0	8,8
13	2,8	3,8	4,8	5,8	6,8	7,8	8,4	9,4
14	3,0	4,0	5,0	6,1	7,0	8,2	9,2	10,0
15	3,2	4,4	5,4	6,5	7,5	8,8	9,8	11,0
16	3,4	4,6	5,8	7,0	8,0	9,2	10,4	11,5
17	3,7	4,8	6,0	7,4	8,6	9,6	11,0	12,1
18	3,8	5,2	6,5	7,9	9,2	10,5	11,8	13,0
19	4,2	5,5	7,0	8,4	9,8	11,2	12,5	13,8
20	4,4	5,9	7,4	9,0	10,5	12,0	13,4	14,6
21	4,5	6,3	8,0	9,6	11,2	12,6	14,2	15,6
22	5,0	6,6	8,4	10,2	11,8	13,6	15,1	16,8
23	5,2	7,0	9,0	10,8	12,5	14,4	16,1	17,8
24	5,8	7,5	9,6	11,6	13,4	15,2	17,2	18,9
25	6,0	8,0	10,1	12,2	14,2	16,2	18,3	20,0

## 2 . De temperatuur van de lucht is hoger dan die van de aardappelen.

Als de temperatuur van de ingeblazen lucht hoger is dan die van de aardappelen is soms wel en soms geen droging mogelijk. Dit hangt af van de dauwpuntstemperatuur van de ingeblazen lucht. (De dauwpuntstemperatuur is de temperatuur waarbij waterdamp in de lucht begint te condenseren als diezelfde lucht wordt afgekoeld.) Bij welke temperatuur het dauwpunt wordt bereikt, hangt af van de temperatuur en de relatieve vochtigheid van de lucht. Als de dauwpuntstemperatuur van de lucht hoger is dan de temperatuur van de aardappelen, zal bij ventileren waterdamp op de aardappelen neerslaan en wordt het product dus natter. Drogend ventileren is dan ook alleen mogelijk als de dauwpuntstemperatuur van de lucht lager is dan de temperatuur van de aardappelen. Voor een drogend effect van betekenis moet de dauwpuntstemperatuur tenminste 2°C lager zijn dan de producttemperatuur. Beschikt men niet over de dauwpuntstemperatuur, maar over de relatieve vochtigheid van de lucht, dan kan met behulp van Tabel 2 worden vastgesteld of bij een bepaalde combinatie van lucht- en producttemperatuur droging mogelijk is. Voorbeeld: De luchttemperatuur is 18°C, en de producttemperatuur 15°C.

Uit tabel 2 kan worden afgelezen, dat de lucht een drogend effect zal hebben bij een relatieve luchtvochtigheid van 82% of lager.

**Tabel 2: Maximale toegestane relatieve vochtigheid van de buitenlucht voor het drogen van aardappelen (naar Handboek voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond, 1989)**

AARDAPPELTEMPERATUUR (°C)	LUCHTTEMPERATUUR (°C)																		
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
3	93	87	81	76	71	66	62	58	54	50	47	44	42	39	36	34	32	30	28
4	+	93	87	81	76	71	66	62	58	54	50	47	44	42	39	36	34	32	30
5	+	+	93	87	81	76	71	66	62	58	54	50	47	44	42	39	36	34	32
6	+	+	+	93	87	81	76	71	66	62	58	54	51	47	45	42	40	37	35
7	+	+	+	+	93	87	81	76	71	66	62	59	54	51	48	45	42	40	37
8	+	+	+	+	+	93	87	81	76	72	67	62	59	54	51	48	45	42	40
9	+	+	+	+	+	+	93	87	82	76	72	67	63	59	55	51	48	46	43
10	+	+	+	+	+	+	+	93	87	82	76	72	67	63	59	55	52	49	46
11	+	+	+	+	+	+	+	+	93	87	82	77	72	67	63	59	55	52	49

12	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	93	87	82	77	72	68	63	59	56	53
13	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	93	87	82	77	72	68	64	60	56	
14	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	93	87	82	77	72	68	64	60		
15	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	93	88	82	77	72	68	64		
16	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	93	88	83	77	72	68		
17	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	93	88	83	77	73		
18	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	93	88	83	78		
19	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	93	88	83		
20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	94	88		

## 6.2 KOUDE NACHTEN BENUTTEN OM TE DROGEN?

Uit Tabel 2 kan worden afgeleid, dat het drogend effect van lucht die kouder is dan het product, groter is naarmate het verschil tussen lucht- en producttemperatuur groter is. Het drogend ventileren met lucht die veel kouder is dan het product heeft echter het nadeel dat ook de producttemperatuur flink gaat dalen. Dit is zowel een gevolg van de lagere luchttemperatuur als van de verdamping van vocht. Daardoor zal het bijvoorbeeld overdag moeilijker worden om nog te drogen met lucht die warmer is dan het product.

Voorbeeld: Als de producttemperatuur bijvoorbeeld in september al gezakt is tot 10°C, moet (overdag) de relatieve luchtvochtigheid van de lucht met een temperatuur van 18°C al lager zijn dan 59% om drogend te kunnen ventileren (Tabel 2). Zulke lage waarden voor de relatieve luchtvochtigheid treden in de herfst zelden op. Zou daarentegen de producttemperatuur 15°C zijn dan kan met lucht van 18°C al drogend worden geventileerd bij een relatieve luchtvochtigheid van maximaal 82%.

Dit voorbeeld maakt duidelijk, dat het belangrijk is om tijdens de droogfase de producttemperatuur relatief hoog, op circa 15°C, te houden om efficiënter te kunnen blijven drogen. Wanneer de partij enig (nat)rot bevat is dit des te belangrijker.

## 6.3 LUCHT OPWARMEN?

Indien vanwege de aanwezigheid van rot of 'jong ziek' in een partij, snel drogen noodzakelijk is, moet worden geprobeerd om zo mogelijk dag en nacht drogend te ventileren. Zoals hierboven is duidelijk gemaakt, kan dit streven gedwarsboemd worden door een te ver dalende producttemperatuur. Dit kan zondig worden voorkomen door de koude nachtlucht enkele graden op te warmen. Hierdoor wordt tevens het drogend effect van de lucht nog versterkt.

Laat in de herfst, bijvoorbeeld eind oktober, is drogen het moeilijkst, omdat de temperatuur dan lager is (de lucht kan daardoor minder waterdamp bevatten), de dauwpunttemperaturen doorgaans relatief hoog zijn en omdat het moeilijker is de producttemperatuur op peil te houden. Per etmaal zijn er dikwijls maar enkele uren beschikbaar, die drogend ventileren toelaten. Ook dan biedt het uitkomst om tijdens die uren de lucht op te warmen.

Er kan ook ruimte voor meer drooguren worden gemaakt door de producttemperatuur te verhogen door (overdag) intern op te warmen. Hierbij moet met niet te grote temperatuurs-verschillen (max. 3°C) worden gewerkt. Ook moet ge zorgd worden voor voldoende luchtverversing.

## 6.4. BEREKENING KACHELCAPACITEIT

Het opwarmen van lucht met 1°C vraagt per m<sup>3</sup> een 1,3 kJoule aan energie. Stel dat we de ventilatielucht maximaal 3°C willen op-warmen, bij een ventilatiecapaciteit van bij-voorbeeld 70.000 m<sup>3</sup> per uur. De benodigde kachelcapaciteit is dan netto 3 x 70.000 x 1,3 = 273000 kJ per uur, oftewel 75,8 kW of 65.000 kcal per uur.

## 6.5 WANNEER DROOG?

Het is vrij lastig om vast te stellen of een partij droog is. Een praktische methode is het 'graven' van een gat bovenin de hoop. Bij een gezonde partij kan met drogen worden gestopt als de knollen en de aanhangende grond op 30 - 40 cm onder de oppervlakte wind-droog aanvoelen. Vanwege de bedrijfszekerheid van de bewaring is er echter veel voor te zeggen om door te gaan met drogen tot de partij tot bovenin geheel droog is. Voor het uitbetalingsgewicht van zetmeelaardappelen heeft dit geen negatieve gevolgen.

Bij zuigsystemen geldt dezelfde regel, echter hier beoordeelt met niet de bovenste aardappelen, maar de knollen aan de zijde van de partij waar de lucht wordt afgezogen.

Vooral in een partij waarin 'jong ziek', natrot of 'waterzakken' voorkomen, is langer drogen noodzakelijk. Het drogen zal eventueel van tijd tot tijd moeten worden hervat, omdat rotte knollen in de regel niet in zeer korte tijd geheel kunnen worden ingedroogd.

Goede (dagelijkse) controle van dergelijke partijen is essentieel. Een belangrijk beoordelingscriterium is hierbij dat het lekvocht van rottende knollen voldoende weggedroogd wordt, zodat omliggende knollen niet aangestoken worden.

Enkele wenken voor het drogen van aardappelen:

- Bij risicopartijen moet met drogen worden begonnen zodra de eerste aardappelen in de bewaarplaats liggen.
- De stortheogte van moeilijk te drogen partijen dient te worden beperkt. Dit kan echter alleen bij een volledige roostervloer of als de afstand tussen de ventilatiekanalen kan worden aangepast (de afstand van de ventilatiekanalen moet 0,8 x de stortheogte zijn).
- Met het oog op een goede luchtverdeling moet de stortheogte overal in de bewaarplaats gelijk zijn.
- De aangezogen lucht mag zich niet kunnen vermengen met afgewerkte lucht.
- Zorg voor voldoende brandveiligheid bij de opstelling en het gebruik van kachels.
- De dauwpunttemperatuur en de relatieve vochtigheid van de buitenlucht maken deel uit van het regionale weerbericht.
- De lucht niet meer dan 3°C opwarmen.

- De temperatuur van de inblaaslucht mag niet hoger zijn dan 20°C.

Top 

## 7. WONDHELING

Tijdens de oogst en het inschuren van aardappelen treden altijd in meer of mindere mate beschadigingen op in de vorm van ontvellingen en vleeswonden. Een snelle heling van deze wonden voorkomt problemen met ziekten zoals Fusarium en bacterieziek en beperkt de gewichtsverliezen. Bij de wondheling wordt een kurklaagje gevormd, waardoor de wond wordt afgedekt. Deze verkurking verloopt sneller naarmate de temperatuur in het traject 3 - 20°C hoger is. Een hoge relatie van vochtigheid (80 - 95%) versnelt het proces.

Een volledige wondheling duurt bij een temperatuur van 5°C en een hoge luchtvochtigheid drie tot zes weken, bij 10°C één tot twee weken en bij 20°C drie tot zes dagen. Een hoge luchtvochtigheid ontstaat als vanzelf in een partij aardappelen, om deze zo veel mogelijk te handhaven moet weinig worden geventileerd: bijvoorbeeld enkele keren per dag een paar minuten om de lucht te verversen en daarmee te voorkomen dat het CO<sub>2</sub>-gehalte in de bewaaratmosfeer te veel oploopt. Als ventilatienorm hiervoor geldt 10 m<sup>3</sup> lucht per ton aardappelen per 24 uur. Tijdens de wondhelingsperiode moet worden voorkomen, dat de temperatuur van aardappelen tot boven de 20°C stijgt.

Als knollen nat zijn, treedt geen wondheling op. In dat geval en zeker ook bij aanwezigheid van 'jong ziek', natrot of 'waterzakken' zal de partij eerst goed moeten worden gedroogd alvorens met de wondheling kan worden begonnen.

De periode van droging en wondheling zijn niet scherp te scheiden. Tijdens de droogperiode treedt ook reeds wondheling op. Als de droogperiode al enige tijd in beslag genomen heeft, zal – afhankelijk van de producttemperatuur – de wondheling al gedeeltelijk of geheel hebben plaatsgevonden. In het laatste geval is een aparte wondhelingsperiode niet meer nodig.

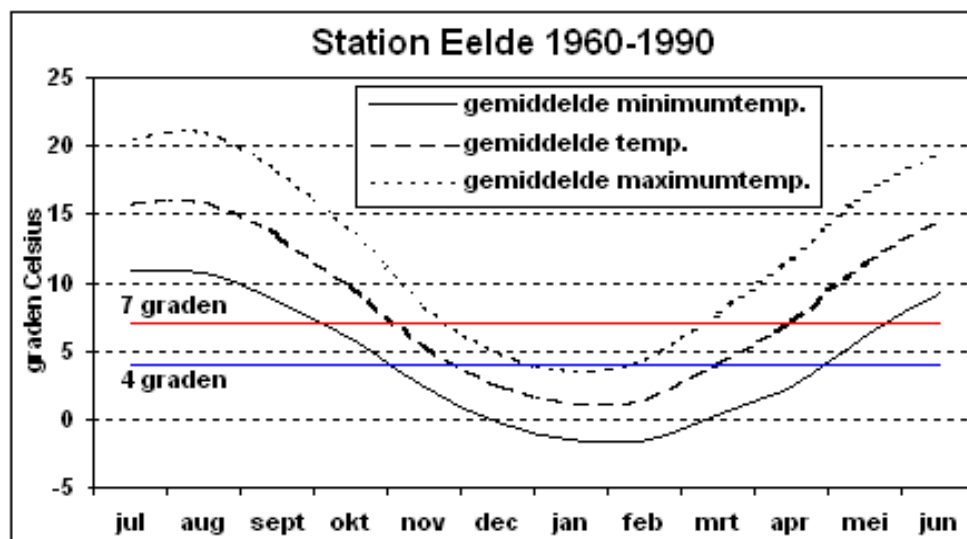
De verliezen en de invloed op de bewaarbaarheid van een partij als gevolg van een slechte droging zijn over het algemeen groter dan van een slechte wondheling. Bij twijfel dient dan ook altijd voorrang aan droging te worden gegeven.

Top 

## 8. KOELEN EN BEWAREN

Na de wondhelingsperiode moet de temperatuur van de aardappelen worden teruggebracht tot de gewenste bewaar temperatuur. Vroeg in de herfst zullen de nachttemperaturen onvoldoende laag zijn om dit snel te bereiken. In principe is met buitenluchtkoeling een temperatuur bereikbaar, die ongeveer overeenkomt met de gemiddelde minimum-temperatuur voor het betreffende tijdvak. Voor medio september, oktober en november bedraagt deze respectievelijk 10,5, 7 en 5°C (figuur 5).

Figuur 5: Gemiddelde maandelijkse temperatuur op station Eelde 1960-1990



Door vroeg in de herfst enkele zeer koude nachten te benutten, kan soms al wat eerder een laag temperatuurniveau worden bereikt. Dit is niet altijd gewenst, want volgt er daarna weer een aantal warme nachten, dan kan de knoltemperatuur weer flink stijgen. Dergelijke temperatuurschommelingen kunnen soms bij rassen met een lange kiemrust, leiden tot een iets kortere kiemrustduur. Van meer belang is evenwel dat een dergelijke strategie – vooral bij een niet-optimale isolatie – kan zorgen voor problemen met condensvorming.

Om de gewichtsverliezen tijdens de bewaring te beperken, moet het aantal ventilatie-uren zo laag mogelijk worden gehouden. Het gewichtsverlies is namelijk vrijwel recht evenredig met de duur van de ventilatie. De koeling van het product zal sneller verlopen naarmate de ventilatiecapaciteit en het temperatuursverschil tussen product en buitenlucht groter zijn. Tijdens de afkoelperiode verdient een flink temperatuursverschil, bijvoorbeeld circa 5°C, tussen buitenlucht en product daarom de voorkeur.

### 8.1 GEWENSTE BEWAARTEMPERATUUR

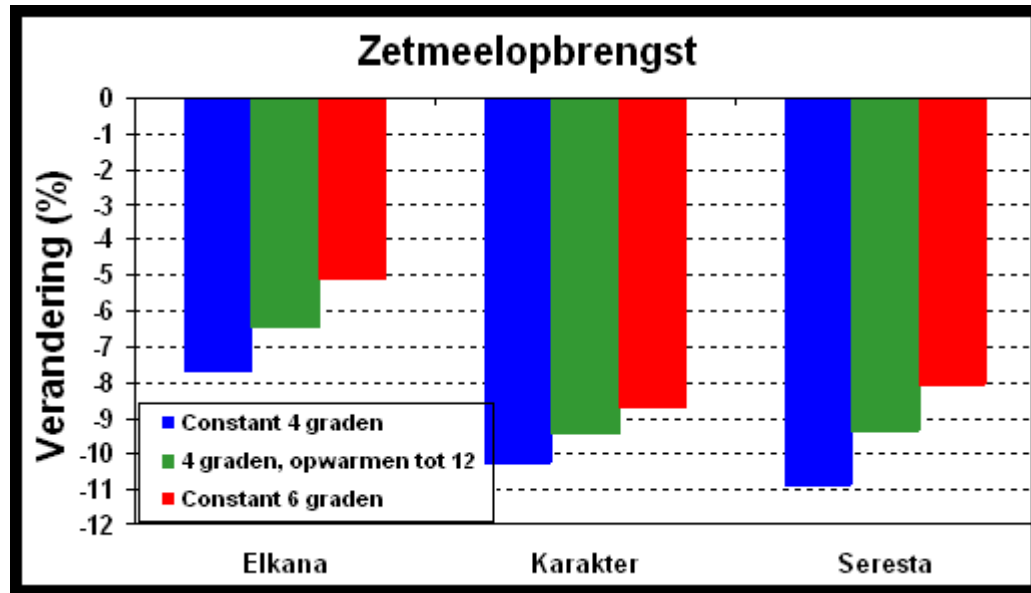
De gewenste bewaartemperatuur van zetmeelaardappelen is 4°C. Agrobiokon-onderzoek heeft aangetoond dat deze

temperatuur minder verlies aan uitbetalingsgewicht geeft dan 6°C. Bij een temperatuur van 6°C is daarentegen wel het verlies aan zetmeel het laagst, doordat er bij 6°C minder versuikering optreedt dan bij 4°C. Wanneer Avebe in de toekomst in zal gaan uitbetalen op zetmeel in plaats van OWG, zal dat voor de zetmeelaardappelbewaarders aanleiding zijn om naar een wat hogere bewaartemperatuur te gaan. Voor de lange bewaring is echter een temperatuur van meer dan 6°C waarschijnlijk moeilijk haalbaar doordat er in zetmeelaardappelen geen CIPC als kiemremmingsmiddel mag worden gebruikt.

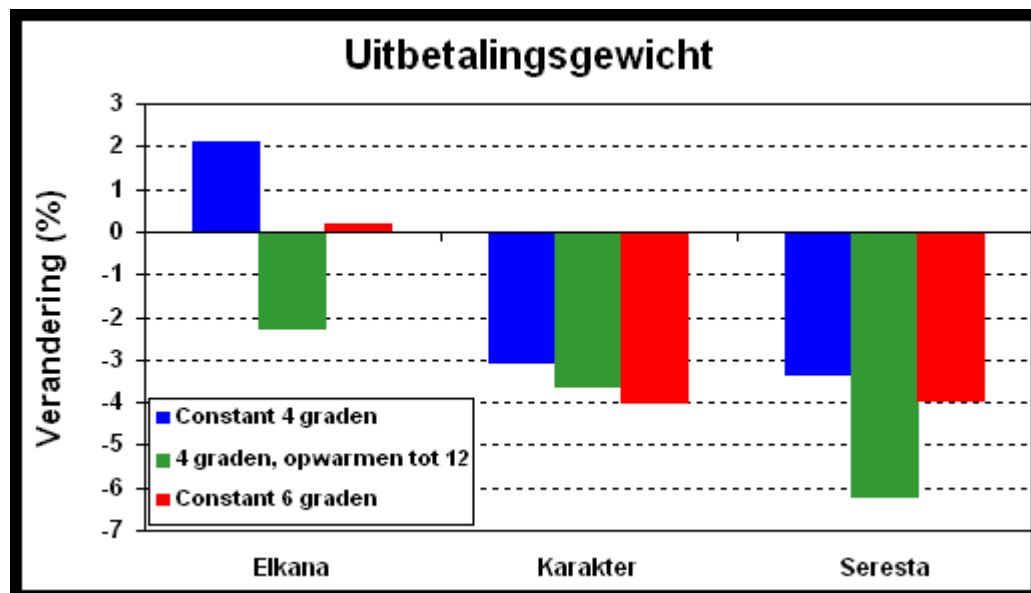
Een geleidelijke daling van de temperatuur van de aardappelen, waarbij de beoogde temperatuur in de loop van november wordt bereikt, verdient de voorkeur. Een lagere bewaartemperatuur vertraagt weliswaar de kieming van de aardappelen, maar hier staat tegenover dat de omzetting van zetmeel in suikers toeneemt, waardoor de zetmeelopbrengst bij verwerking daalt.

Recent onderzoek in Agrobiokon bevestigt dat de zetmeelopbrengst hoger is na een bewaring bij 6 dan bij 4°C, voor het uitbetalingsgewicht is het echter andersom (figuur 6+7).

**Figuur 6: Verandering van de zetmeelopbrengst begin maart ten opzichte van het begin van de bewaring van drie rassen na drie temperatuursstrategieën**



**Figuur 7: Verandering van het uitbetalingsgewicht begin maart ten opzichte van het begin van de bewaring van drie rassen na drie temperatuurstrategieën**



## 8.2 HOE VENTILEREN ALS HET GEWENSTE TEMPERATUURNIVEAU IS BEREIKT?

Als de gewenste knoltemperatuur is bereikt, is het van belang om dit niveau met niet al te grote schommelingen (maximaal 1 à 1,5°C) te handhaven. Als tijdens deze periode wordt gekoeld, geeft een temperatuurverschil tussen ventilatielucht en aardappelen van 1,5 - 2°C de beste resultaten. Om teveel suiker ophoping in de knollen te vermijden, moeten zetmeelaardappelen niet worden geventileerd met lucht die kouder is dan 3 à 4°C. Als onverhoopt toch gedurende enige tijd met te koude lucht is geventileerd, is het belangrijk dat direct daarna intern wordt geventileerd, om daarmee de temperatuurverschillen in de hoop te nivelleren en de aardappelen onderin de hoop weer op de gewenste temperatuur te brengen. Intern ventileren is ook noodzakelijk als er in de hoop temperatuurverschillen bestaan van meer dan 1,5°C bedraagt.

Tijdens vorstperiodes, wanneer de buitentemperatuur te laag is om uitsluitend met buitenlucht te ventileren, zal met menglucht moeten worden gewerkt. In bewaarplaatsen, waar geen mengluchtinstallatie aanwezig is, kan men menglucht creëren door tijdens

intern ventileren de luchtinlaatluiken iets te openen. Een minimum-thermostaat in het luchtkanaal zal daarbij moeten voorkomen dat met te koude lucht wordt geventileerd.



## 9. EISEN EN SPECIFICATIES VOOR BEWAARINRICHTINGEN VAN ZETMEELAARDAPPELEN

Tegenwoordig wordt meer dan 1,5 miljoen ton zetmeelaardappelen kortere of langere tijd bewaard. In de herfst gebeurt dit vooral in kuilen. Van de namalers wordt tweederde deel in schuren bewaard en de rest in kuilen en sleufsilos.

Achtereenvolgens zal een drietal bewaarsystemen worden beschreven, die worden toegepast in het gebied waar zetmeelaardappelen worden geteeld.

1. Bewaring in kuilen.
2. Bewaring in sleufsilos.
3. Bewaring in schuren.

### 9.1 BEWARING IN KUILEN

De goedkoopste manier om zetmeelaardappelen te bewaren, is die in kuilen (afbeelding 2).

#### Afbeelding 2: Bewaring van zetmeelaardappelen in een kuil (foto AVEBE)



Hierbij wordt voor de afvoer van warmte en CO<sub>2</sub> en de aanvoer van zuurstof gebruik gemaakt van natuurlijke ventilatie. Een kuil-model dat in de praktijk bewezen heeft goed te voldoen, ziet er als volgt uit: Een basis van 5 meter en in het midden een hoogte van 1.80 meter. Per strekkende meter kan dan 3 ton aardappelen worden opgeslagen. Een aardappelkuil moet op een draagkrachtige grond op een zodanige plaats worden gelegd dat er geen water naar toe kan stromen.

Om voldoende te kunnen ventileren, wordt de kuil bij voorkeur in de oost-west-richting gelegd. Met het oog op een goede beluchting van de gehele kuil verdient het aanbeveling om deze niet langer te maken dan circa 45 meter. Op basis van het systeem van natuurlijke ventilatie worden twee typen kuilen onderscheiden:

- Type 1, met een driehoekig luchtkanaal, dat in de lengterichting op de bodem van de kuil wordt gelegd en een halfroond toprooster bovenop de kuil (Afbeelding 2).
- Type 2, met uitsluitend een halfroond toprooster bovenop de kuil.

Van deze twee varianten wordt type 2 het meest gebruikt.

De afmetingen van het driehoekige bodemrooster zijn: een basis van 64 cm en een hoogte van 37 cm.

De doorsnede van het toprooster dient te zijn: 0,1 m<sup>2</sup> per ton aardappelen die per strekkende meter aanwezig is. Dus bij 3 ton aardappelen per strekkende meter moet de doorsnede van het toprooster 0.3 m<sup>2</sup> zijn.

Uit het oogpunt van be- en ontluchting verdient type 1 de voorkeur. Hierbij kan de voet van de kuil na afdekken direct definitief worden afgesloten. Nadelen van dit systeem zijn de extra investering voor een bodemrooster-kanaal en de kans op beschadiging ervan bij het verladen. Verder vraagt het tijdig afsluiten van de uiteinden van het kanaal in perioden met lage temperaturen meer aandacht van de teler. Voordelen van type 2 zijn het geringe vorstrisico tijdens de bewaarperiode en de lagere investering. Het enige nadeel van dit kuiltype is dat na aanleg het plastic aan de voet van de kuil gedurende 7 - 10 dagen teruggeslagen moet blijven om de aardappelen in de kuil voldoende te laten drogen.

### 9.2 BEDEKKING VAN DE KUIL

#### ***Kuil voor korte bewaring***

Een recente ontwikkeling bij de bewaring van zetmeelaardappelen in kuilen is het gebruik van een kunststofdoek dat:

1. geen neerslag doorlaat,
2. bij windstil weer enige bescherming tegen (lichte) vorst biedt en
3. toch droging van de aardappelen niet verhindert.

Dit kunststof-doek wordt sinds enkele jaren succesvol toegepast. Het kan ook worden gebruikt op kuilen die al met een strodek zijn afgedekt. Omdat stilstaand water (bijvoorbeeld smeltende sneeuw) door dit doek wordt doorgelaten, is het bij lange bewaring beter een plastic kleed als finale afdekking te gebruiken.

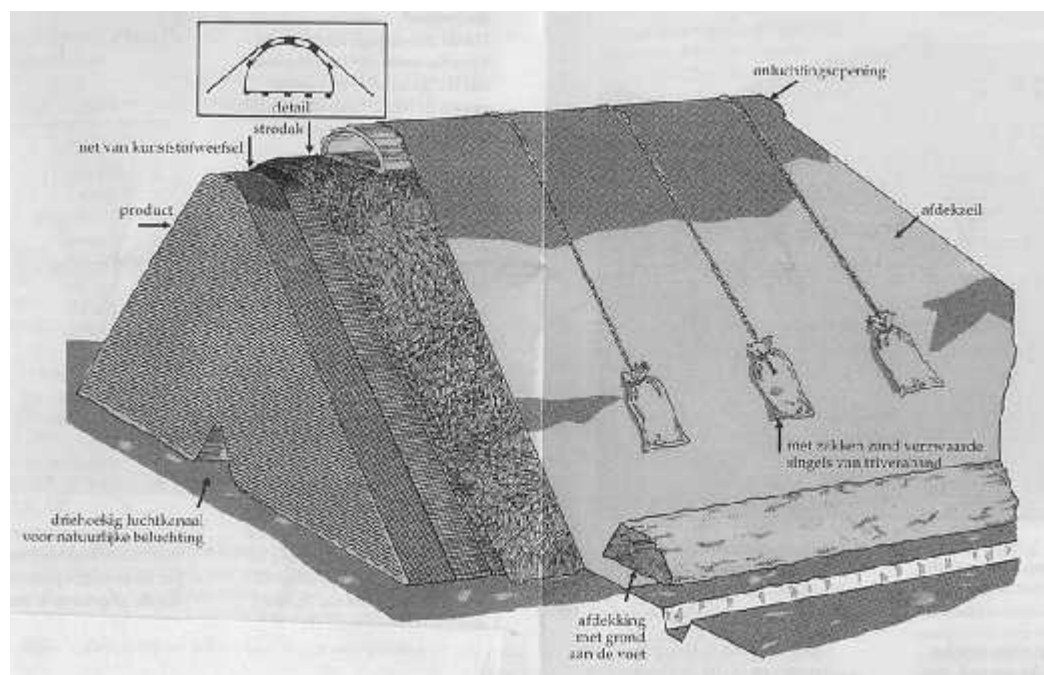
#### **Kuil voor langere bewaring**

Als de kuil zijn definitieve vorm heeft gekregen, wordt hij afgedekt met stro. Voor bewaring tot december is circa 6 kg stro per m<sup>2</sup> voldoende; bewaring tot en met februari vraagt een strodek van 10 kg per m<sup>2</sup>. Voor het opvangen van condens wordt op de top van de kuil een extra strolaag van 20 cm aangebracht. Daar de voet van de kuil eerder befrist, wordt ook hier een dikkere strolaag (totaal 40 cm) aangebracht wanneer langdurig moet worden bewaard.

#### **Plastic**

Over het stro wordt een plastic kleed (PE 0.15 mm) gelegd, dat strak wordt aangetrokken. Rond de beide uiteinden van het toprooster moet in het plastic een opening worden aangebracht. Om beschadiging van het plastic door het toprooster te voorkomen worden wel jutezakken over het rooster gelegd. Onder de uiteinden van het toprooster wordt een extra stuk plastic van 1 à 1,5 meter lengte gelegd om condens en bevroering te voorkomen. Tijdens vorstperioden wordt nog een tweede laag plastic aangebracht, met bij voorkeur een laagje stro tussen de beide plasticlagen. Het plastic wordt vastgelegd door om de 1 à 1,5 meter over de kuil treviraband te spannen dat wordt verzwaard met zakken zand. Aan de zijken van de kuil wordt het plastic vastgelegd door er een laag grond op aan te brengen (afbeelding 3).

#### **Afbeelding 3: Schema van een aardappelkuil**



#### **Droging van de aardappelen**

De snelste droging wordt, zolang het niet regent, verkregen in een niet afgedekte kuil. De weersomstandigheden laten het echter dikwijls niet toe om de kuil meerdere dagen onafgedekt te laten. Als de aardappelen voor het afdekken van de kuil nog onvoldoende droog zijn, dient de onderste 50 cm van de kuil open te blijven liggen. Zodra de aardappelen droog zijn, kan de voet van de kuil worden afgesloten.

#### **Voorkómen van bevroering**

Om een te lage temperatuur van de aardappelen te voorkómen en vorstschade te vermijden, wordt bij buiten temperaturen lager dan 5 à 6°C - afhankelijk van het type kuil - het bodemluchtkanaal afgesloten of de voet van de kuil dicht gelegd. Het toprooster wordt met stro of juten zakken dichtgemaakt zodra matige tot strenge vorst wordt verwacht.

Een regelmatige controle van de temperatuur en de kwaliteit van de aardappelen alsmede van de afdekking van de kuil is een voorwaarde voor een goed resultaat.

### **9.3 BEWARING IN SLEUFSILO'S**

Bewaring van aardappelen in sleufsilos (Afbeelding 4) is weliswaar duurder dan bewaring in kuilen, maar aanmerkelijk goedkoper dan bewaring in schuren.

#### **Afbeelding 4: Bewaring van aardappelen in een sleufsilos (foto AVEBE)**



Wel vraagt een sleufsilos meer arbeid. Wat het bewaarresultaat en bewaarduur betreft houdt de sleufsilos, mits van niet te grote lengte, het midden tussen kuil en schuur. Aangezien in een aantal gevallen geforceerde ventilatie wordt toegepast, kan ten opzichte van kuilen het drogen worden versneld en kan de bewaar temperatuur beter in de hand worden gehouden. Dit komt de kwaliteit van de aardappelen ten goede. Om de investering laag te houden, wordt in sleufsilos meestal gekozen voor horizontale ventilatie door middel van zuigen. Mits correct toegepast bij een gezonde partij behoeft het resultaat niet veel onder te doen voor dat van blazend ventileren.

In andere gevallen is sprake van niet geforceerd geventileerde sleufsilos, in deze gevallen kan de sleufsilos het beste worden vergeleken met een brede en, vaak, hogere kuil. Om het droogproces in een niet geventileerde kuil te bespoedigen worden in de wanden rondom vaak openingen gemaakt. Deze openingen worden afgesloten tijdens perioden met vorst en met te hoge temperaturen.

In het navolgende worden de aandachtspunten voor blazend en zuigend ventileren besproken.

#### 1. Ventileren door middel van blazen.

Voor blazend ventileren is een luchtverdeel-systeem onder of op de bodem van de sleufsilos nodig. Om snel te kunnen drogen en koelen, is een ventilatiecapaciteit nodig van 100 m<sup>3</sup> lucht per m<sup>3</sup> aardappelen bij een tegendruk van 150 Pa. Als storthoogte wordt 3,5 - 4 meter aangehouden. Voor de afvoer van de ventilatielucht zijn op de hoop ontluchtingskokers nodig. De hoop wordt bedekt met een laag stro van 20 cm en vervolgens afgedekt met plastic (PE, minimaal 0,15 mm dik). Het goed vastleggen van het plastic vraagt bij dit systeem extra aandacht. Een kunststofnet met mazen van ongeveer 7x7 cm onder het stro vergemakkelijkt het weghalen van het stro als de hoop moet worden geruimd.

#### 2. Ventileren door middel van zuigen.

Deze methode van ventileren is relatief goedkoop, omdat geen luchtverdeel-systeem onderin de hoop nodig is. Een nadeel van deze methode is de relatief lage en onregelmatige luchtverplaatsing door de hoop, met als gevolg een weinig uniforme temperatuurverdeling en een slechts langzame droging van de aardappelen.

Bij langer wordende hopen neemt bij zuigen de tegendruk die de lucht ondervindt snel toe; de luchtverplaatsing door de hoop neemt daardoor snel af (tabel 3).

**Tabel 3: Luchtverplaatsing bij horizontale ventilatie bij een storthoogte van 3m, een hoopbreedte van 13 meter en een ventilatiecapaciteit van 48.000 m<sup>3</sup> lucht per uur bij 150 Pa) (naar gegevens AVEBE, 1995)**

HOOPBREEDTE (METER)	BEWAARCAPACITEIT (TON)	LUCHTVERPLAATSING (M <sup>3</sup> /M <sup>3</sup> AARD./UUR)
8	200	>100
10	250	82
12	300	65
15	370	45
18	440	35
21	520	30

Om een redelijke luchtverplaatsing (65-80 m<sup>3</sup> per m<sup>3</sup> aardappelen per uur) te houden, moet de lengte van de hoop bij zuigen worden beperkt tot maximaal 10 à 12 meter. De breedte van de sleufsilos is in principe onbeperkt, terwijl voor de storthoogte van de aardappelen vier meter als grens moet worden aangehouden. Als stro-pakken als zijwanden worden gebruikt, bedraagt de maximale storthoogte twee meter. Door achter de ventilatoren een onderdrukkamer te plaatsen, wordt de uniformiteit van de luchtverdeling verhoogd. De drukkamer kan worden gemaakt van sleufsilos-elementen en een 'wand' bestaande uit beton- en kippengaas. Aarden wallen afgedekt met plastic kunnen fungeren als zijwanden van de sleufsilos. De wand tegenover de ventilatoren zal gedeeltelijk open moeten blijven opdat tijdens het ventileren voldoende lucht kan worden ingelaten. Het verdient aanbeveling om op de hoop een toprooster aan te brengen. Hierdoor kan tijdens vorstperioden, wanneer niet kan worden geventileerd, warmte uit de hoop worden afgevoerd.

De afdekking van de hoop gebeurt op dezelfde wijze als bij 'blazen' is aangegeven.

#### 9.4 SCHUURBEWARING

Een belangrijk pluspunt van schuurbewaring is dat het weerrisico geringer is, zodat men de bewaaromstandigheden beter in de

hand heeft. Daar staat tegenover dat dit bewaarsysteem aanmerkelijk duurder is dan dat in kuilen en sleuvsilo's. De constructie en inrichting van een luchtgekoelde bewaarplaats moet zodanig zijn, dat zetmeelaardappelen bij een temperatuur van 5-6°C met behoud van voldoende kwaliteit zes tot zeven maanden kunnen worden bewaard. Om onder ongunstige omstandigheden snel te kunnen drogen, is een minimale ventilatiecapaciteit nodig van 100 m<sup>3</sup> lucht per m<sup>3</sup> product per uur. Het volumegewicht van zetmeelaardappelen is circa 700 kg per m<sup>3</sup>. Bij een storthoogte van vier meter kan dus per m<sup>2</sup> vloeroppervlak circa 2800 kg aardappelen worden bewaard. Wees er op bedacht dat de ventilatiecapaciteit afneemt met de storthoogte. In de bewaarplaats moet, afhankelijk van de inbrengapparatuur, 1,0-1,5 meter vrije ruimte boven de aardappelen aanwezig zijn.

### 9.5 WANDEN, VLOER, PLAFOND EN DAK

Wanden en vloer van de bewaarplaats moeten voldoende bestand zijn tegen de druk die erop wordt uitgeoefend. De zijwaartse druk (wanddruk) bij bulkopslag hangt af van de storthoogte en is per strekkende meter wand als volgt:

STORTHOOGTE (METERS)	ZIJWAARDSE DRUK (IN KG PER M1)
2	300
2,5	470
3	675
3,5	9202
4	1200

De vloer moet in principe niet alleen de druk van de aardappelen maar bovendien die van beladen kip- en vrachtwagens kunnen weerstaan. De vloerdruk van zetmeelaardappelen bedraagt circa 700 kg per meter storthoogte. De vloer moet een asbelasting van 10 ton kunnen opnemen, gebaseerd op voertuigen met een wielprent van 30 x 40 cm en een spoorbreedte van 1,50 meter. Om het warmteverlies cq. de aanvoer van warmte tot een aanvaardbaar niveau te beperken, dienen aardappelbewaarplaatsen goed te worden geïsoleerd. Dikwijls wordt een isolatiewaarde van  $K = 0,3 \text{ W per m}^2 \text{ K}$  aangehouden. Voor dak en plafond bij voorkeur nog iets lager, bijvoorbeeld  $0,25 \text{ W per m}^2 \text{ K}$ . De vloer hoeft niet te worden geïsoleerd.

### 9.6 VENTILATIESYSTEEM

De gewenste ventilatiecapaciteit bedraagt bij zetmeelaardappelen minimaal 100 m<sup>3</sup> lucht per m<sup>3</sup> product per uur, bij een tegendruk van 150 Pa. Het ventilatiesysteem moet een uniforme luchtverdeling door de hoop mogelijk maken. In Nederland worden de volgende ventilatiesystemen gebruikt:

- volledige roostervloer;
- ondergrondse kanalen;
- bovengrondse kanalen;
- horizontale ventilatie door middel van zuigen.

De volledige roostervloer met kanalen haaks op de richting van inschuren biedt de meeste mogelijkheden en de beste luchtverdeling en is nauwelijks duurder dan ondergrondse kanalen.

Bij ondergrondse kanalen mag de ruimte tussen de kanalen niet groter zijn dan circa 1,50 meter.

Lengteventilatie met bovengrondse kanalen is relatief goedkoop, maar minder flexibel. Bovendien vormen de bovengrondse kanalen een obstakel bij het leeghalen van de bewaarplaats. Voor bovengrondse kanalen geldt als tussenruimte: 0,8 maal de storthoogte. De afmetingen van de ventilatiekanalen zijn afhankelijk van de capaciteit van de ventilator en van de gewenste luchtsnelheid. De maximale luchtsnelheid bedraagt voor ondergrondse kanalen zes meter per seconde en voor bovengrondse kanalen acht meter per seconde, in beide gevallen aan het begin van het kanaal gemeten.

Dwarsventilatie door middel van zuigen wordt - ondanks lagere investeringskosten - weinig toegepast. Een nadeel van deze methode is de relatief geringe ventilatiecapaciteit. Dit houdt meer risico in bij niet geheel gezonde partijen of bij partijen met veel grond.

Voor de luchtinlaatluiken geldt een maximum luchtsnelheid van vijf meter per seconde en bij de luchtuitlaatluiken van vier meter per seconde. Bij een automatische regeling van de ventilatie moeten in- en uitlaatluiken automatisch openen en sluiten.

De luchtinlaat- en uitlaatluiken moeten zo ver mogelijk van elkaar verwijderd zijn, om te vermijden dat 'afgewerkte' lucht weer in de bewaarplaats wordt gebracht. Ventilatoren moeten rechtstreeks buitenlucht kunnen aanzuigen. Meestal wordt tussen de ventilatoren en de ventilatiekanalen een centrale druggang geplaatst. Ventilatoren die direct voor een kanaal zijn geplaatst, geven een relatief slechte luchtverdeling, doordat de luchtsnelheid aan het begin van het kanaal te hoog is. Behalve met buitenlucht moet ook intern kunnen worden geventileerd. Bovendien is een mengluchtinstallatie gewenst, zodat bij te koude buitenlucht met een mengsel van buitenlucht en (warmere) binnenlucht uit de bewaarplaats kan worden geventileerd.

### 9.7 HET VOORKOMEN VAN CONDENS

Ter beperking van condensatie in de bewaarplaats bij lage buitentemperaturen is een goede isolatie essentieel. Daarnaast kan men boven het product enkele plafondventilatoren met een verwarmingselement plaatsen, met een capaciteit van 10 m<sup>3</sup> lucht per ton product per uur. Dergelijke ventilatoren kunnen de lucht bovenin de bewaarplaats in beweging houden. Als het langdurig blijft vriezen, is bovendien een afzuigventilator nodig. Alleen een afzuigventilator, met een minimale capaciteit van 1,5 m<sup>3</sup> lucht per ton aardappelen per uur, in combinatie met een aanzuigrooster met verwarmingselement, kan bij langdurige vorstperioden ongewenste condensatie voorkomen. Het verwarmingselement is nodig om bij flinke vorst te sterke afkoeling van de aardappelen te voorkomen.

## 10. AUTOMATISERING

Besturing van de ventilatoren gebeurt steeds meer automatisch met behulp van microprocessors. Ook met een differentiaalregeling met een minimum-thermostaat is echter nog altijd een goede besturing mogelijk. Goede temperatuurmetingen in en buiten de bewaarplaats zijn essentieel voor een goede bewaring.

Elektronische temperatuurmeting, met voelers in elk ventilatiekanaal en op verschillende plaatsen en hoogten in de partij, verdient de voorkeur boven het gebruik van steekthermometers. Bij automatische regeling van de ventilatie is elektronische temperatuurmeting noodzakelijk.

Top 

## 11. BEWAARVERLIEZEN

### 11.1 ROOIBESCHADIGING

In Agrobiokon-onderzoek tijdens 1999-2000 en 2000-2001 zijn bewaarschuren doorgemeten en zijn [bewaarverliezen](#) vastgesteld. Uit de inventarisatie van het seizoen 2000-2001 kwam een grote variatie in bewaarverliezen naar voren; de verliezen in uitbetalingsgewicht liepen uiteen van 6 tot 38%. Handgerooide monsters hadden gemiddeld 3,9 % bewaarverlies, monsters uit machinaal gerooide partijen hadden gemiddeld 9,3 % verlies aan uitbetalingsgewicht. Met andere woorden: 58% van het gemiddelde totale bewaarverlies kon worden toegeschreven aan de effecten van machinaal rooien en inschuren. Deze resultaten bewijzen duidelijk het belang van zorgvuldig rooien: minder bewaarverliezen bij zorgvuldig gerooide partijen.

### 11.2 BEWAARSYSTEMEN

Er zijn slechts in beperkte mate gegevens beschikbaar over bewaarverliezen van zetmeelaardappelen in de verschillende typen bewaarruimten. Onderzoek van AVEBE in de jaren 1988 en 1989 heeft voor een bewaarperiode van 85-90 dagen in kuilen de volgende verliescijfers opgeleverd:

- goede kwaliteit aardappelen, koel bewaard 2-4% uitbetalingsgewicht;
- goede kwaliteit aardappelen, warm bewaard 5-8% uitbetalingsgewicht;
- onrijp geoogste aardappelen 10-30% uitbetalingsgewicht.

Aangenomen wordt dat de verliezen bij bewaring in sleufsilos en schuren iets lager zijn.

### 11.3 RASSEN

Tussen rassen bestaan aanzienlijke verschillen in geschiktheid voor bewaring en de verliezen die daarbij optreden (tabel 4).

**Tabel 4: Verliezen tijdens de in het voorjaar ('t Kompas en Kooijenburg oogst 2001 en 2002)**

RAS	BEWAARVERLIES UITBETALINGSGEWICHT IN %
<b>Nieuwe rassen</b>	
Festien	4.6
Avalia	9.8
Averia	10.1
Menco	9.5
Mantra	7.9
Sofista	6.7
Valiant	1.1
<b>Standaardrassen</b>	
Seresta	9.5
Karakter	6.4
Mercator	14.6
<b>LSD-waarde</b>	<b>3.2</b>

De geschiktheid voor bewaring bestaat uit verschillende eigenschappen. In de eerste plaats is de gevoeligheid voor rot als gevolg van bacterie- en Fusariumaantasting van belang. Vooral bacterierot kan zorgen voor grote verliezen en kan een vroegtijdige ruiming van de partij noodzakelijk maken.

Rassen verschillen in gevoeligheid voor rot tijdens de bewaring. Uit tweejarig onderzoek (2001-2003) uitgevoerd op de proefboerderijen 't Kompas en Kooijenburg bleken Mercator en de nieuwe rassen Averia en Sofista meer gevoelig te zijn voor rot. Rassen met weinig rotproblemen waren Karakter, Seresta en de nieuwe rassen Aviala, Festien en Menco.

In de tweede plaats heeft de gevoeligheid voor onderhuidse rooibeschatiging grote invloed op de verliezen in uitbetalingsgewicht.

Top 

## 12. OPTREDEN VAN ZIEKTEN TIJDENS DE BEWARING

Het beste bewaarresultaat wordt bereikt met een gezonde partij, waarin geen rotte of beschadigde knollen voorkomen en waarin de hoeveelheid grond - goed verdeeld over de partij - niet meer bedraagt dan 10%. Als bovendien een correcte wondhelingsperiode wordt toegepast, zullen de bewaarverliezen doorgaans gering zijn.

### 12.1 ZIEKTEN

#### 1. Natrot

Als bij de oogst in een partij knollen met natrot voorkomen, zullen door versmering ook andere (beschadigde) knollen worden besmet. Als niet snel genoeg wordt gedroogd, zal het rot zich uitbreiden en ontstaan er nesten rotte knollen, vooral in stortkegels van grond. Partijen waarin meer dan 1% knollen met natrot voorkomt, zijn niet of heel moeilijk bewaarbaar.

#### 2. Fusariumdroogrot

Deze schimmelziekte treedt pas op na het inschuren. Tijdens de oogst kan de schimmel via wonden de knol binnendringen. Voorzichtig oogsten en een goede wondhelingsperiode verkleinen de kans op het grootschalig optreden van Fusarium.

#### 3. Phytophthora

Door Phytophthora aangetaste knollen kunnen bij de oogst in een partij aanwezig zijn in de vorm van (nat)rotte knollen of van 'jong ziek'. Het rot treedt bij Phytophthora op als secundaire aantasting door bijvoorbeeld natrot-bacteriën of Fusarium. Onder 'jong ziek' worden door Phytophthora aangetaste knollen verstaan, die nog niet tot rotting zijn overgegaan. 'Jong ziek' hoeft weinig problemen op te leveren mits snel wordt gedroogd. In het najaar van 1992 zijn partijen 'gered' met tot 10% 'jong ziek'. Voor een dergelijk resultaat moet continu met veel drogende lucht worden geventileerd.

### 12.2 DROGING VAN PROBLEEMPARTIJEN

Als in een partij rotte (moeder)knollen voorkomen of 'jong ziek' van Phytophthora, dan is het van belang om de partij snel te drogen en de temperatuur zo laag mogelijk te houden. Partijen waarin rot voorkomt, moeten totdat ze droog zijn, dag en nacht worden geventileerd, zo mogelijk steeds met drogende lucht. In perioden dat geen drogende lucht beschikbaar is, kan men intern ventileren. Daarna is het belangrijk om de partij droog te houden. Dergelijke partijen moeten dagelijks worden gecontroleerd. De aanwezigheid van kleine vliegjes of van stank in de bewaarplaats alsmede snelle temperatuurstijgingen kunnen wijzen op de aanwezigheid van rot. Het rot zal zich, behalve bij Phoma, sneller uitbreiden naarmate de temperatuur hoger is. In partijen met natrot of 'jong ziek' moet de temperatuur tijdens het drogen bij voorkeur niet boven de 15 à 16 °C uit komen.

#### 1. Erg natte partijen met veel grond

Het is in de eerste plaats van belang om de grond zo goed mogelijk te verdelen zodat geen stortkegels ontstaan. Vervolgens zal de partij zo snel mogelijk moeten worden gedroogd. Dit is lastiger naarmate later in het seizoen is geroid. Opwarming van de lucht zal dan vaak nodig zijn.

Als een natte partij in een bewaarplaats wordt gebracht waarin zich al droge aardappelen bevinden en waarbij het ventilatiekanaal zowel onder de droge als de natte aardappelen ligt, zal de lucht grotendeels via de droge partij ontsnappen. Door de droge aardappelen met bijvoorbeeld plastic af te dekken, kan men de lucht dwingen door de natte partij te gaan.

#### 2. Partijen met natrot

Hier is snel drogen bij zo laag mogelijke temperatuur (maximaal 15 – 16 °C) geboden om uitbreiding van het rot te voorkomen. Er dient continu te worden geventileerd. Daartoe zal de lucht meestal 's nachts moeten worden opgewarmd. Als geen drogende lucht beschikbaar is, dan moet intern worden geventileerd. Partijen waarin meer dan 1% natrot voorkomt, kunnen meestal niet lang worden bewaard en moeten dagelijks op verdere uitbreiding van rot worden gecontroleerd.

#### 3. Partijen met 'jong ziek'

Dergelijke partijen moeten eveneens zo snel mogelijk worden gedroogd. Als heel snel en goed wordt gedroogd, kunnen partijen met 10% 'jong ziek' nog houdbaar zijn.

#### 4. Natgeregende partijen

Als een partij in de wagen flink nat is geregend, dan is bewaring temidden van een niet-natgeregende partij riskant. Beter kan men natgeregende aardappelen apart opslaan en snel afzetten. Op de raakvlakken van de knollen kan vanwege afdichting met versmeerde grond, zuurstofgebrek optreden, hetgeen kan leiden tot rot.

De kans op rot is gering als een natgeregende partij pas wordt verwerkt nadat die weer goed is opgedroogd.

### ANDERE RELEVANTE INFORMATIE

Andere hoofdstukken van de teelthandleiding:

[Morfologie \(bouw\) van de aardappelplant](#)  
[Factoren die de productiesnelheid beïnvloeden](#)  
[Hoe komt de knolopbrengst van een gewas tot stand](#)  
[Vruchtopvolging](#)  
[Rassenkeuze](#)  
[Pootgoedbehandeling](#)  
[Standdichtheid](#)  
[Bemesting](#)  
[Pootbedbereiding en poten](#)

[Onkruidbestrijding](#)  
[Ziekten en plagen](#)  
[Bijzondere verschijnselen](#)  
[Berekening](#)  
[Loofvernietiging](#)  
[Oogst](#)  
[Kwaliteitseigenschappen](#)  
[Organisatie en economie](#)  
[Pootgoedteelt voor eigen gebruik](#)

