

ONDERZOEK BETREFFENDE GEVENTILEERDE BEWARING EN LANGZAME DROGING VAN BROUWGERST

J. KREYGER, G. R. VAN BASTELAERE en J. JANSEN

(Instituut voor Bewaring en Verwerking van Landbouwproducten, Wageningen)

INLEIDING

Geconstateerd kan worden, dat het aantal in gebruik zijnde maaidorsers in bepaalde gebieden de laatste jaren gestadig toeneemt en dat in andere gebieden de toepassing ervan mogelijk voor de deur staat. Een en ander brengt consequenties met zich, daar het gemiddelde vochtgehalte van het aldus geoogste graan, vooral wanneer er in loon gemaaid wordt, hoger ligt dan bij vroeger gangbare oogstmethoden. Bovendien komt er in een kort tijdsbestek meer van dergelijk graan ter verwerking. Met het in gebruik nemen van maaidorsers is men er op zichzelf niet; naast maaidorsen zijn andere maatregelen nodig, die erop gericht zijn het geoogste graan onmiddellijk te drogen of zodanig te behandelen, dat de kwaliteit op het gewenste peil blijft.

Het is duidelijk, dat er een grotere droogcapaciteit nodig is, er moet als regel veel meer vocht verdampd worden in een kortere tijd. Om economische redenen wenst men drogers een zo lang mogelijke periode te laten werken en zodoende zoveel mogelijk te benutten. Wil men hierin slagen, dan moet men een bepaalde buffervoorraad te vochtig graan tijdelijk kunnen bewaren of een vóórdroging toepassen en het vóórgedroogde nog niet houdbare graan bewaren om later definitief te drogen dan wel het tijdens de opslag langzaam te drogen en goed te houden.

Het probleem van het goed houden bestaat niet alleen t. a. v. nog onvoldoende droog graan (met meer dan 16,5% vocht), ook het bewaren van graan met $\pm 16\%$ vocht vraagt speciale maatregelen, vooral als het b. v. zaaigraan of brouwgerst betreft.

De oplossing voor deze problemen kan variëren. Bij een bestaand bedrijf zullen andere maatregelen gewenst zijn dan bij een nieuw op te zetten bedrijf, waarvan de geaardheid overigens ook nog kan verschillen en tot bepaalde varianten aanleiding kan geven.

Er zijn in principe verschillende mogelijkheden om te vochtig graan tijdelijk goed te houden. Hierover is in een eerdere publikatie reeds een overzicht gegeven¹. Eén van de maatregelen betreft het ventileren tijdens de opslag. Met dit ventileren beoogt men de temperatuur omlaag te brengen en op een lager peil te houden, ook kan het zijn dat men een langzame droging bewerkstelligt en dus het vochtpercentage geleidelijk laat dalen.

Bij een eerder plaats gehad hebbend onderzoek² zijn normen vastgesteld betreffende de toe te laten combinaties van vochtgehalte, bewaar temperatuur en tijdsduur betreffende het bewaren van brouwgerst zonder dat er ventilatie wordt toegepast.

In aansluiting daarop is een oriënterend onderzoek ingesteld naar de resultaten van het ventileren van opgeslagen te vochtige brouwgerst, waarover in het navolgende zal worden gerapporteerd.

Evenals bij het vorige bewaaronderzoek met brouwgerst² is ook bij dit onderzoek een belangrijk aandeel geleverd door het **Nationaal Instituut voor: Brouwgerst, Mout en Bier** (N. I. B. E. M.), afd. Nacobrouw te Rotterdam, alwaar alle kiemenergie en kiemkrachtbepalingen werden verricht.

Het proefmateriaal werd ter beschikking gesteld door de **Coöp. Aan- en Verkoopvereniging „West-Noordbrabant”** te Dinteloord.

I. DOEL VAN DE PROEVEN

Het doel van de proeven was om oriënterend na te gaan welke temperatuurdaling door het ventileren met onverwarmde lucht in het oogstseizoen en de maanden er na onder bepaalde omstandigheden van ventilatie bereikt kan worden, onder welke omstan-

¹ J. Kreyger : *Drogen van akkerbouwproducten*. Publikatie I. B. V. L. no. 20, serie A, juni 1953.

² J. Kreyger : *Onderzoek betreffende het bewaren van brouwgerst*. Internationaal Tijdschrift voor Brouwerij en Mouterij, 18° jrg. 1958-59, no. 3, p. 75-99.

digheden een drogend effect is te verwachten en of het ventileren op zich zelf een conserverende werking heeft dan wel b. v. een belemmerende invloed uitoefent op de vorming van schimmels.

Dat er reden is om aan te nemen, dat een dergelijke conserverende werking bestaat, wordt duidelijk als men kennis neemt van een desbetreffend onderzoek door **Wenner**³. Wenner deed proeven, waarbij graan met 22% vocht met wisselende hoeveelheden lucht (15°C en 95% R. V.) belucht werd. Doordat de lucht in deze toestand was gebracht, trad er geen drogende werking op en kon dus de zuiver conserverende invloed van de meer of minder sterke luchtstroom worden nagegaan. Hij vermeldt geen laagdikten. Het bleek, dat een luchthoeveelheid van 100 m³ per m² per uur het graan, wat betreft de kiemkracht, ruim 25 dagen goed hield. Bij een hoeveelheid van 50 m³/m²uur was deze periode bijna 20 dagen.

Bij de proefnemingen was het uiteraard de bedoeling de resultaten betreffende vochtverloop, temperatuurverloop, uiterlijk e. d. te toetsen aan het verloop van de kiemeigenschappen.

II. OPZET VAN DE PROEVEN

Het werd wenselijk geacht de proeven op semi-technische schaal te nemen. Om niet in te kleine proefsilo's (met de daaraan verbonden bezwaren als groot afkoelend oppervlak, te grote invloed van het randeffect) te vervallen, is als doorsnede van de proefsilo's 1 m² gekozen. Waar als gevolg hiervan met vrij grote hoeveelheden graan geëxperimenteerd moest worden, kon het aantal objecten slechts beperkt zijn en moesten de omstandigheden niet te extreem gekozen worden. De keuze van de objecten vindt men opgegeven in tabel 1 en figuur 1.

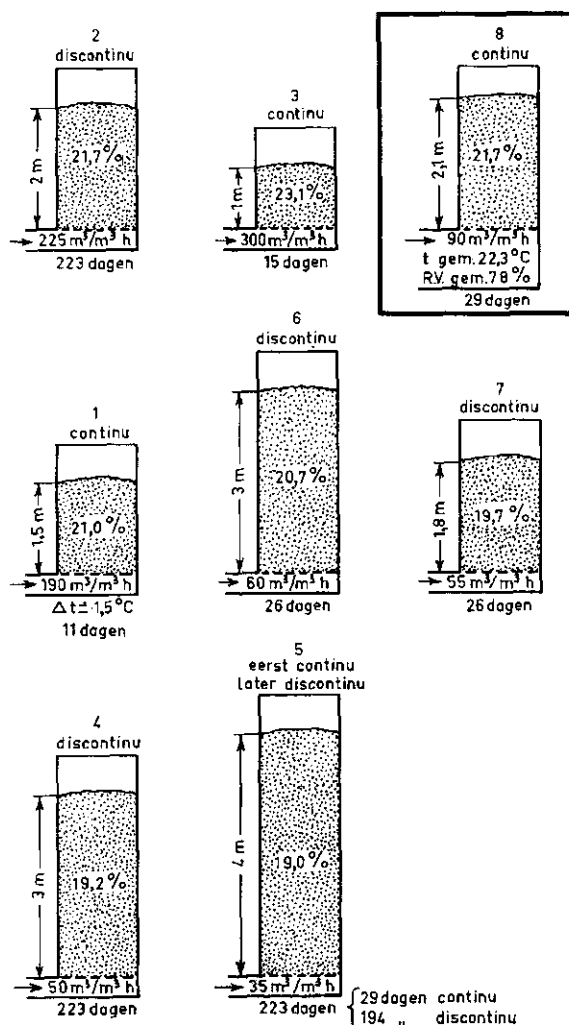
III. UITVOERING VAN DE PROEVEN

A. De proefinstallaties.

De brouwgerst van de objecten 1 t/m 7 werd bewaard in een zevental proefsilo's, die onder een kapschuur opgesteld zijn. Alle zeven (nagenoeg vierkante) silo's zijn gekonstrueerd als schematisch is weergegeven in figuur 2.

Elke silo is opgebouwd met behulp van een aantal losse elementen van 50 cm hoogte en inwendig

³ Wenner : *Die Voraussetzungen für die Lagerung und Belüftung von feuchtgeerntetem Getreide*. Berichte über Landtechnik No. 45.



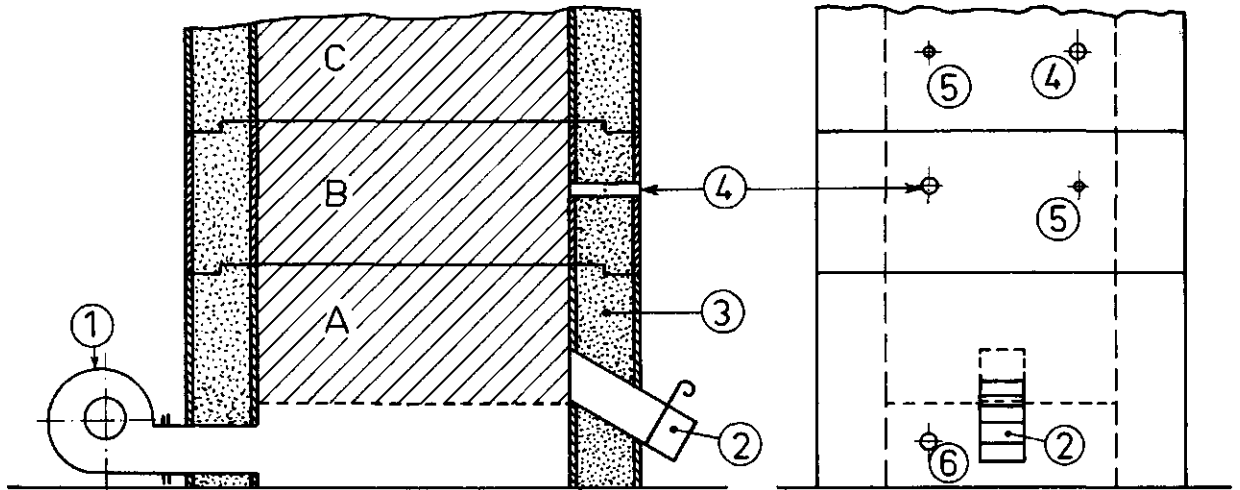
Figuur 1.

Schematisch overzicht van de verschillende objecten.

90 x 110 cm. De elementen bestaan uit een raamwerk van hout, aan binnen- en buitenzijde met hardboard beslagen en opgevuld met vlasseven.

Verder zijn de elementen aan onder- en bovenzijde van een sponning voorzien, waardoor ze vast op elkaar komen te staan en niet kunnen schuiven. De sponning dient tevens om luchtverliezen tegen te gaan. Bovendien worden de naden dichtgeplakt met een speciaal soort plakband. Aangezien alle elementen gelijke afmetingen hebben, is de mogelijkheid gegeven om een willekeurige silo hoger of lager op te bouwen, al naar gewenst is.

Zoals uit de schets blijkt, bevinden zich in elk element twee gaten (buisjes door de dubbele wand heen), waarvan het gat met de grootste diameter



Figuur 2. Schematische aanduiding van de konstruktie van de proefsilos (obj. 1 t/m 7).
1. ventilator - 2. aftap - 3. isolatie - 4. monstername - 5. doorvoer thermo-element.

doorgang kan verlenen aan een lange monsterboor, waarmee monsters genomen kunnen worden over de gehele diepte van de silo. Het gat met kleinere diameter dient voor het inbrengen van thermo-elementen om de graantemperatuur te meten. Het onderste element is voorzien van een uitloop voor aftappen van het graan.

Op elke silo kan een ventilator werken. De zeven ventilatoren kunnen zowel automatisch als met de hand in- of uitgeschakeld worden. Voor de automatische regeling wordt gebruik gemaakt van een differentiaal-thermostaat, waarvan één voeler ergens in het graan wordt geplaatst en de andere zich in de buitenlucht bevindt. De apparatuur kan zodanig ingesteld worden, dat de ventilatoren gaan draaien zodra de temperatuur van de buitenlucht 2, 3, 4, 5 of 6°C lager is dan de temperatuur van het graan. Zodra nu het temperatuurverschil kleiner wordt dan de ingesteld waarde, wordt de stroomketen verbroken en komen de ventilatoren tot stilstand.

Vanzelfsprekend kunnen één of meer silo's (indien nodig) van de automatische regeling uitgesloten en met de hand bediend worden.

In principe is het mogelijk elke silo nog van een verwarmingsinstallatie te voorzien. Voor de in dit rapport te beschrijven proeven werd alleen silo 1 toegerust met een kleine elektrische verwarmingsinstallatie.

Bij objekt 8 werd een silo van aan elkaar gelaste oliedrums gebruikt, opgesteld in een enigszins geïsoleerd vertrek, dat zo goed mogelijk gesloten werd gehouden (luchtverversing vond alleen plaats bij

het nu en dan betreden van het vertrek). De ventilator zorgde voor enige opwarming van de lucht, die dus recirculeerde en waarvan de relatieve vochtigheid op een tamelijk hoog peil zou blijven. Bij dit objekt was het de bedoeling vooral het gedrag van de gerst in het bovenste deel van de laag na te gaan.

B. Het proefmateriaal.

De brouwgerst (Balder, oogst 1958) werd ontvangen van de Coöp. Aan- en Verkoopvereniging „West-Noordbrabant” te Dinteloord.

De benodigde hoeveelheid werd aangevoerd in drie gedeelten (zie tabel 2). De gerst was goed vóórgeschoond.

De gerst van de partij a (silo 6 en 7) bevatte wat groene korrels (silo 6 0,6% - silo 7 1,3%). In de beide andere partijen (14 dagen later gemaaid) werden geen groene korrels aangetroffen.

Opgemerkt dient te worden, dat de kiemcijfers van partij b (zie tabel 2) matig waren. Bij later gestoken monsters bleek e. e. a. evenwel mede te vallen (zie tabel 6).

C. Metingen aan de proefobjekten.

Gemeten of geregistreerd werden:

- de temperatuur van de ventilatielucht onmiddellijk onder de graanlaag;
- de graantemperaturen op verschillende hoogten;
- de statische druk (mm W. K.) onder de graankolom;
- de luchthoeveelheid;

- e. het bezakken (krimpen) van de graankolom;
- f. de temperatuur en relatieve vochtigheid (R.V.) van de aangezogen lucht;
- g. tijd en duur van ventilatie.

De temperaturen in de silo's 1 t/m 7 werden gemeten met behulp van thermo-elementen (koper-constantaan). Om de elementen op hun plaats te houden, werden ze bevestigd aan een lasstaaf en tegelijk met het graan in de silo's op hun plaats gebracht. Het eerste element bevond zich op 25 cm hoogte in de graankolom. De volgende werden met onderlinge afstanden van 50 cm zig-zag boven elkaar geplaatst.

Aanvankelijk werden de temperaturen 2 x per dag gemeten, later 1 x en nog later met tussenruimten van meerdere dagen.

De statische druk (mm W.K.) onder de graankolom werd eveneens periodiek gemeten. Gezien de orde van grootte van de tegendrukken kon dit geschieden met behulp van een eenvoudige U-buis.

De luchthoeveelheid werd bepaald, door in elke silo het graanoppervlak af te tasten met een Casella flowrator, gemonteerd op een speciale trechter. (De Casella flowrator was van tevoren op bruikbaarheid beproefd.)

De temperatuur en relatieve vochtigheid van de buitenlucht werden geregistreerd door een thermo-hygrograaf, die in de onmiddellijke omgeving van de proefsilos was opgesteld.

De metingen bij silo 8 weken iets af van die bij de silo's 1 t/m 7, doch kwamen in principe op hetzelfde neer.

D. Regeling van de ventilatieduur.

Op grond van de gegevens, verkregen bij een vroeger onderzoek¹, is nagegaan bij welke objecten het vochtgehalte te hoog was om de gerst ook bij een te verwachten temperatuurverlaging door doelmatige selectieve ventilatie een voldoende lange bewaring te kunnen laten ondergaan met behoud van kwaliteit. Bij dergelijke objecten moest aanvankelijk continu geventileerd worden, teneinde een bepaald droogeffekt te bewerkstelligen, zodanig, dat vochtgehalte en temperatuur enigermate aan elkaar zouden blijven aangepast.

Enkele objecten (1, 3) hadden in verband hiermede meer het karakter van een langzame droging; hierbij werd continu geventileerd.

Bij object 5 (vrij dikke laag - weinig lucht) werd eerst continu geventileerd, teneinde een redelijk

vochtgehalte te verkrijgen (dus eerst een zeer langzame droging), vervolgens werd diskontinu geventileerd. Bij dit laatste was het de bedoeling de opslagtemperatuur zo laag mogelijk te houden.

Bij object 8 werd eveneens continu geventileerd, doch met geconditioneerde lucht.

Bij de overige objecten werd diskontinu geventileerd met de opzet, de opslagtemperatuur zo laag en zo gelijkmatig mogelijk te houden.

Hierbij kan als toelichting worden vermeld, dat object 2 weliswaar een vrij hoog vochtgehalte had (21,7%), doch dat hierbij, bij wijze van proef, een grote luchthoeveelheid werd toegepast, zodat ook bij dit object een langzame droging tot stand kwam.

In verband met het bovenstaande werden sommige silo's daarom continu, andere diskontinu geventileerd. In het laatste geval werd automatisch (thermostatisch) geregeld. Hierbij werd gebruik gemaakt van een differentiaal-thermostaat, waarvan de werking reeds werd beschreven (zie: de proefinstallaties, pag. 136).

Het komt er op neer, dat in het algemeen geventileerd werd als de temperatuur van de buitenlucht 2 of méér graden lager was dan de graantemperatuur, in elk geval zóveel lager, dat er geen gevaar bestond voor condensatie van vocht in de hoger gelegen graanlagen. Strikt genomen had er behalve een thermostatische regeling ook nog een hygrostaat ingeschakeld kunnen worden. Hier is van afgezien, omdat de regeling en speciaal de afstelling nogal gecompliceerd zou worden. Het leek ons gewenst alleen het temperatuurverschil graan - lucht als uitgangspunt te nemen en het feit, dat er af en toe niet geventileerd zou worden bij mogelijke gunstige en geschikte relatieve luchtvochtigheid op de koop toe te nemen.

Een praktische moeilijkheid vormt het feit, dat de voeler in het graan op verschillende plaatsen (in verschillende silo's en dan nog op verschillende hoogten) geplaatst kon worden, terwijl alle selectief geventileerde silo's door één en dezelfde differentiaal-thermostaat bediend werden. Op grond van praktische overwegingen werd de voeler voor het graan in een van de silo's op ± 1 m van onderen geplaatst; zo nu en dan is deze voeler wel eens verplaatst naar een ander silo, e. e. a. op grond van het patroon van temperaturen in de silo's.

Aanvankelijk werd het temperatuurverschil ingesteld op 2°C. Later, bij het droger worden van het graan, respectievelijk bij het kouder worden van de buitenlucht en van het graan, werd dit verschil telkens vergroot en bedroeg midden in de winter 6°C.

E. Monstername, analyses.

Na ontvangst van het graan en vóór het vullen der silo's werd een mengmonster samengesteld voor onderzoek van kiemkracht en vochtgehalte.

Onmiddellijk na het vullen van de silo's werden monsters getrokken (elke 0,5 m een monster over de gehele breedte van de silo's) ter bepaling van **kiemkracht en vochtgehalte**.

Deze wijze van bemonsteren (om de 0,5 m) werd gedurende de gehele bewaarperiode periodiek herhaald. In de eerste tijd geschiedde dit vrij intensief, later met grotere tussenruimten (zie de betreffende grafieken en tabellen). De getrokken monsters werden beoordeeld op reuk en uiterlijk.

De vocht-(droge-stof-)bepalingen werden steeds op het Droogtechnisch Laboratorium verricht volgens de droogstofmethode 1 ½ uur 130°C, 5 gram materiaal.

Vermeld moge worden, dat alle monsters gerst, onmiddellijk na monstername, tot houdbaarheid werden gedroogd met behulp van onverwarmde of slechts 2 à 3°C opgewarmde lucht (in een daartoe speciaal ontwikkelde monsterdroger) en dat de monsters vervolgens (in verband met eventuele kiemrust) ten minste 10 weken in een koelkast (2°C) bewaard werden, alvorens naar het N. I. B. E. M. verzonden te worden ter bepaling van kiemkracht en kiemenergie (methode Schönfeld).

Daarnaast werd op het Droogtechnisch Laboratorium nog een oriënterende „kiemkracht“-bepaling gedaan met behulp van de z. g. „Vitascoop“. Het meetprincipe van dit instrument is verwant aan de z. g. Tetrazolium- of Grodexmethode. Laatstgenoemde werkwijze neemt echter verscheidene uren in beslag, terwijl de Vitascoop reeds na 5 à 7 minuten resultaat geeft. Op grond van de veel kortere tijdsduur claimt de fabrikant dat de „kiemcijfers“ aan betrouwbaarheid winnen. Aangezien ook met het oog op andere proefnemingen, b. v. op het gebied van het drogen, een vlugge oriëntatie omtrent kiembeschadiging wenselijk is, is een dergelijke Vitascoop in gebruik genomen om op bruikbaarheid te worden onderzocht. De bepalingen, ermee verricht, dienen in dit licht gezien te worden. De cijfers volgens Schönfeld en Vitascoop zijn beide in dit verslag opgenomen.

IV. VERKREGEN RESULTATEN

Het zou de leesbaarheid van het rapport schaden als alle verkregen cijfers werden vermeld; beperking is in deze geboden.

Bij de bespreking van de verkregen resultaten zal in een enkel geval nog een greep uit de verkregen cijfers worden gedaan teneinde bepaalde facetten nader toe te lichten.

Tabel 3 geeft een globaal overzicht van de voornaamste gegevens en resultaten ten aanzien van de objecten 1 t/m 7.

A. Temperatuur en vochtgehalte.

Voor wat betreft het verloop van de temperatuur en het vochtgehalte kan aangaande de objecten 1 t/m 7 verwezen worden naar de figuren 3 t/m 6. In deze figuren is ook aangegeven hoeveel lucht er in totaal op een bepaald tijdstip is gebruikt. De getrokken lijn duidt ventileren aan, de gestreepte lijn wijst op stilstand van de ventilator. Een doorlopende hellende getrokken lijn betekent continu ventileren. De helling ervan geeft een beeld van de intensiteit van ventileren.

De figuur beslaat slechts een deel van de bewaarperiode. (In tabel 4 vindt men, summier aangegeven, het verloop van het gemiddelde vochtgehalte en de gemiddelde temperatuur over de gehele bewaarperiode van alle objecten.)

In figuur 7 A, B en C zijn voor de objecten 2, 4 en 5 enkele bijzonderheden betreffende de temperatuur grafisch vastgelegd in bepaalde perioden gedurende de opslag.

Wat betreft object 8 zijn in tabel 5 de temperaturen van lucht en graan opgegeven, alsmede de relatieve vochtigheden van de ventilatielucht vóór en na het passeren door de ventilator (R. V. lokaal en R. V. onder, zie figuur 8).

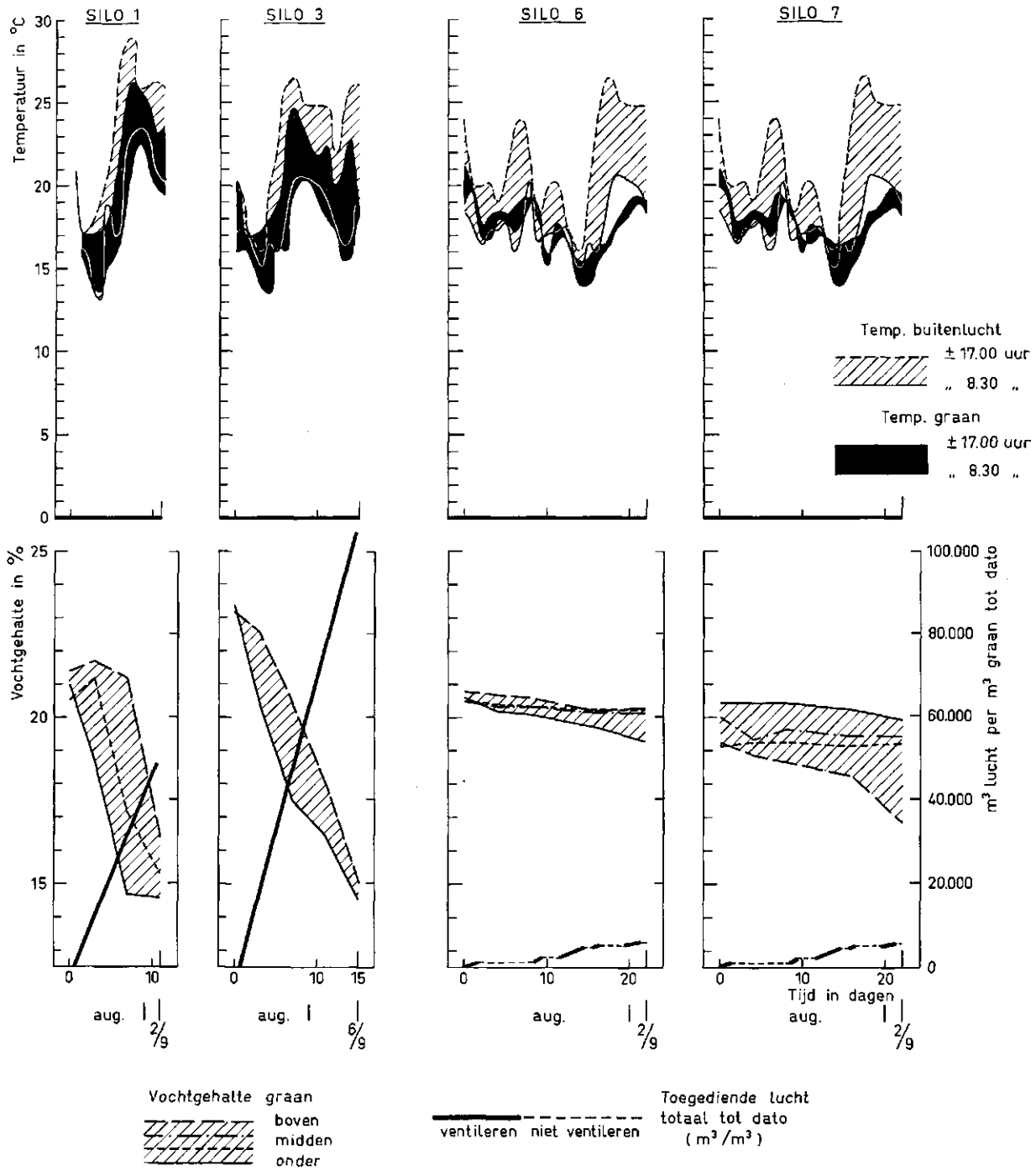
In figuur 9 is voor object 8 het verloop van het vochtgehalte in de onderscheidene delen van de laag grafisch aangeduid (lijnen zo goed mogelijk door drie waarnemingspunten getrokken).

B. Kiemcijfers.

In tabel 6 en tabel 7 vindt men de volledige gegevens betreffende het kiemkrachtonderzoek (van respectievelijk de objecten 1 t/m 7 en 8), waarbij onder ke wordt verstaan het percentage kiemende korrels na 3 dagen en onder kk het percentage kiemende korrels na 5 dagen, beide volgens de methode van Schönfeld.

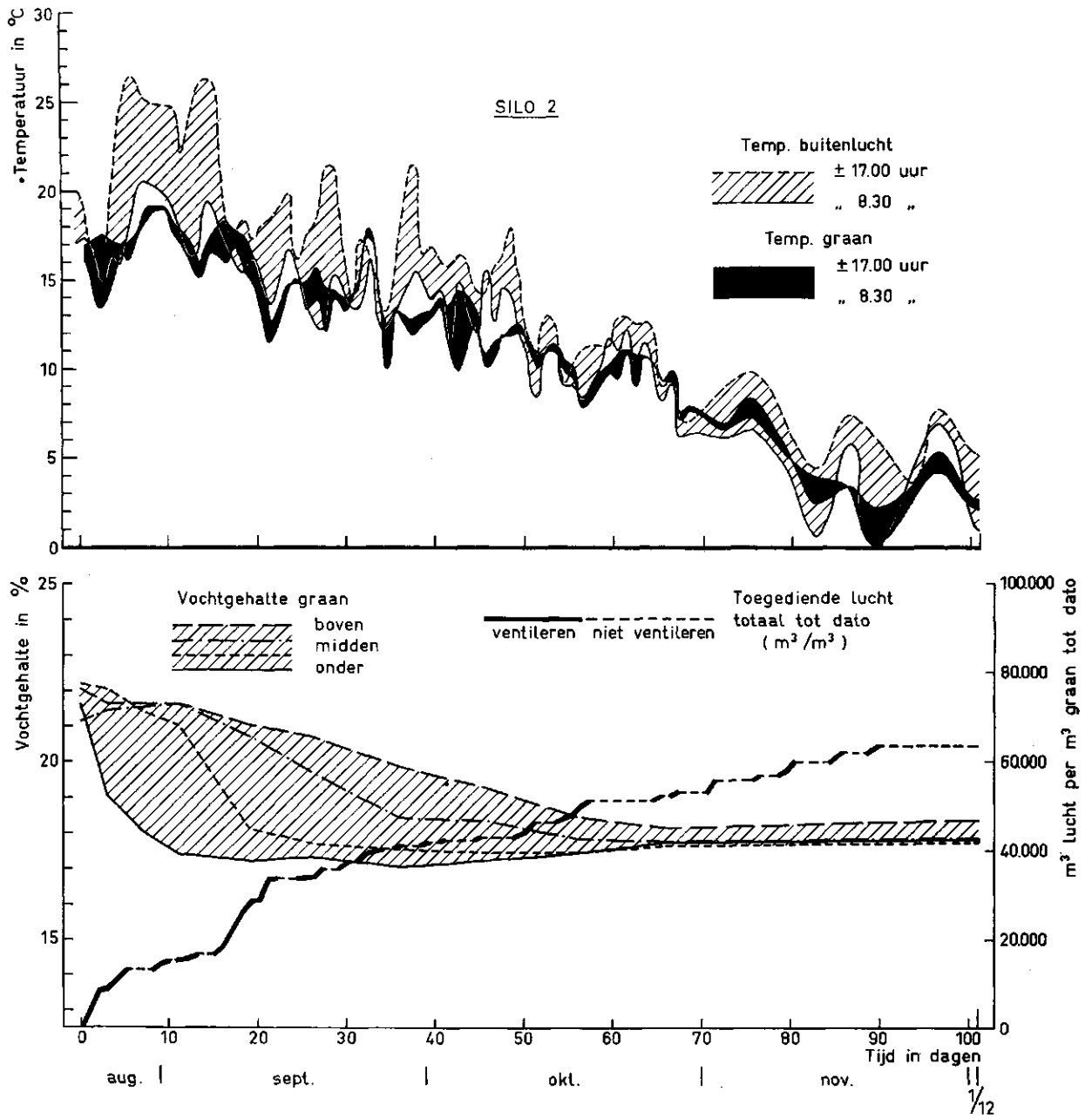
C. Geur - uiterlijk.

Wat betreft geur en uiterlijk kan het volgende vergelijkende overzicht dienen :



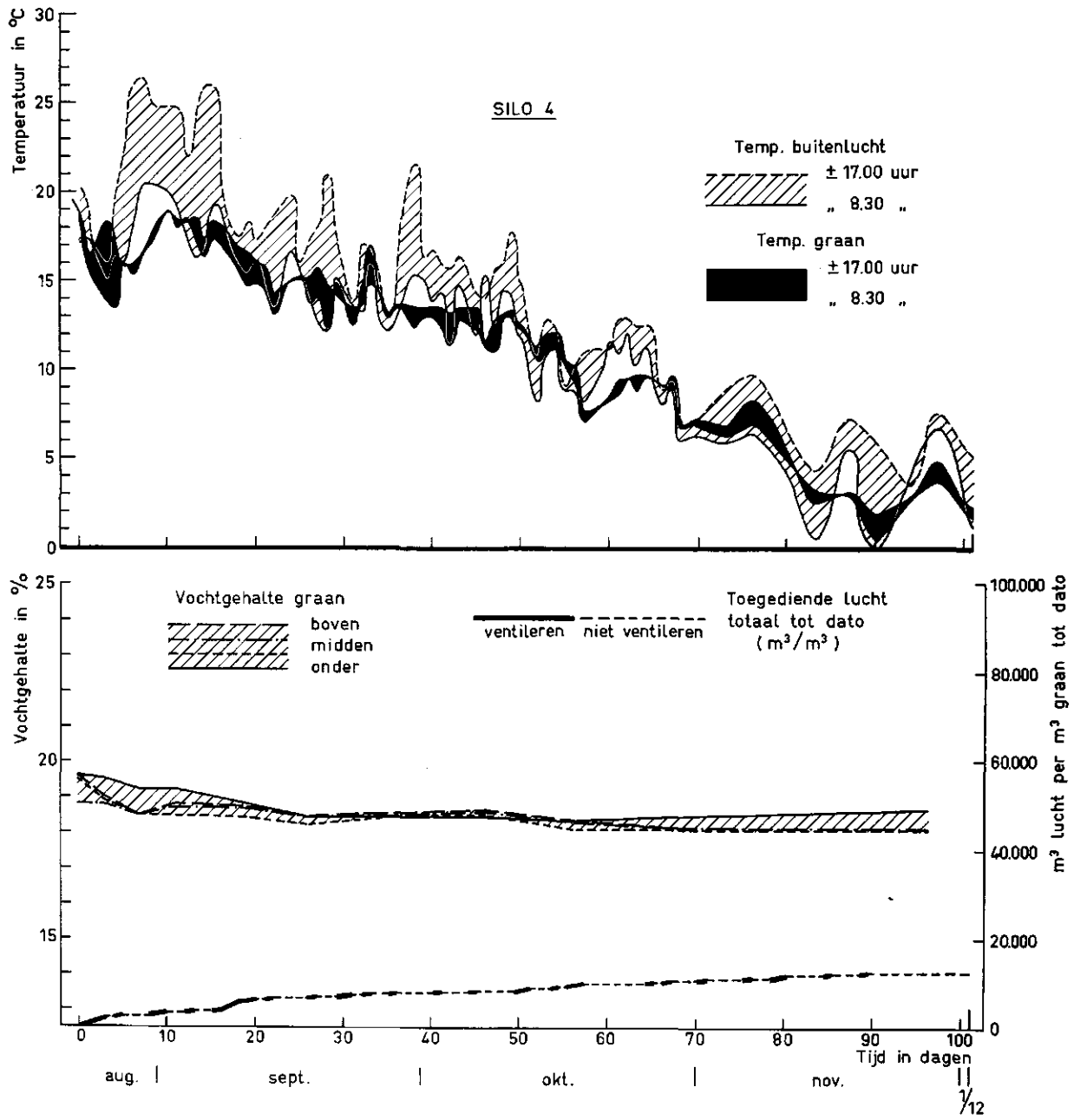
Figuur 3.

Bijzonderheden betreffende ventileren en verloop temperatuur en vochtgehalte bij de objecten 1, 3, 6 en 7.



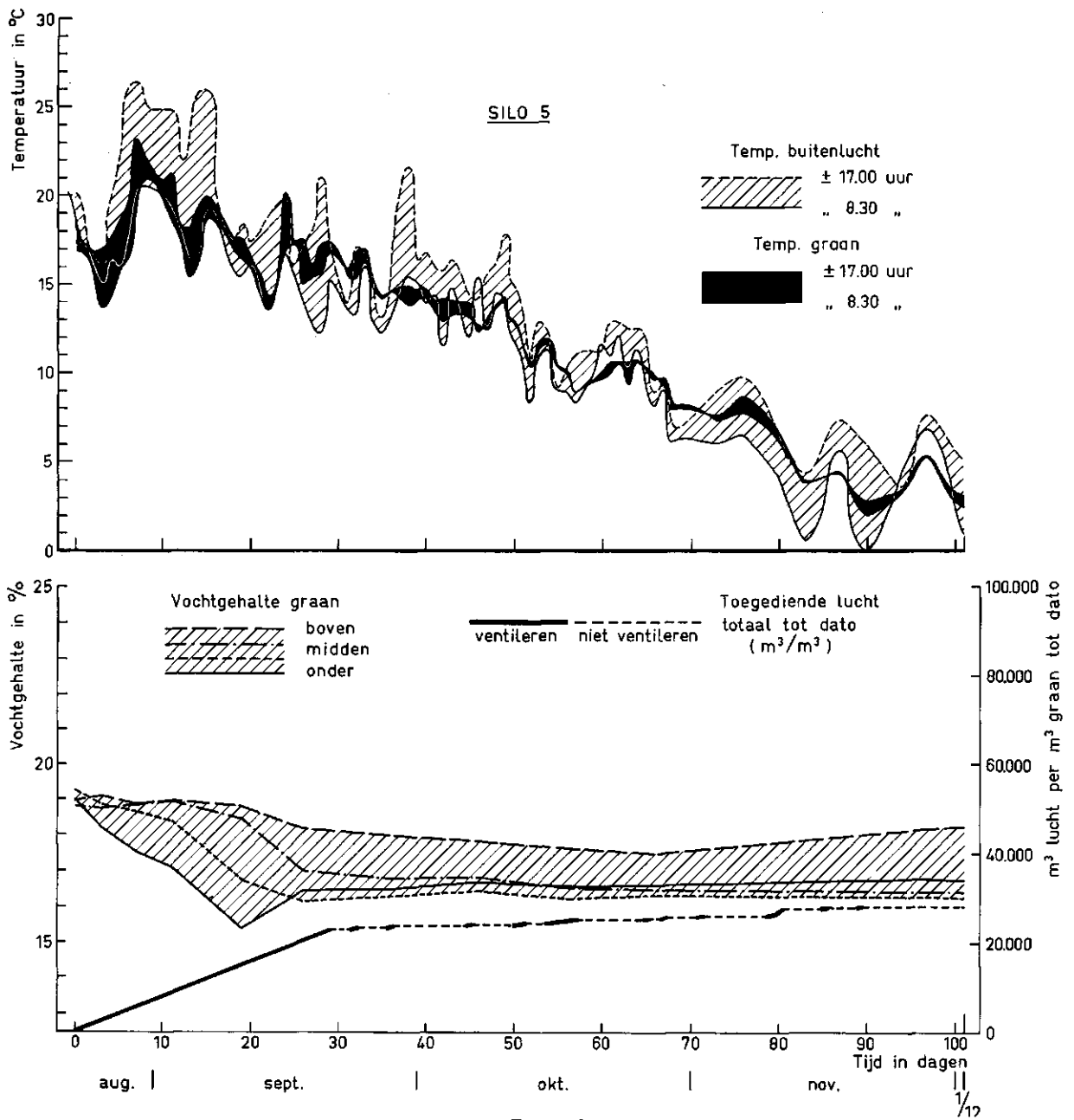
Figuur 4.

Bijzonderheden betreffende ventileren en verloop temperatuur en vochtgehalte bij objekt 2.



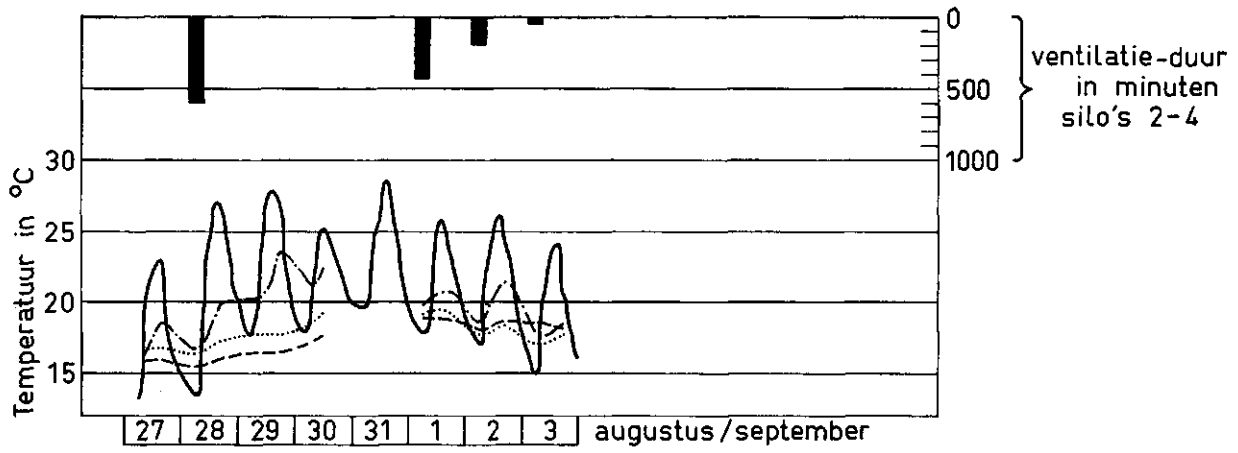
Figuur 5.

Bijzonderheden betreffende ventileren en verloop temperatuur en vochtgehalte bij objekt 4.

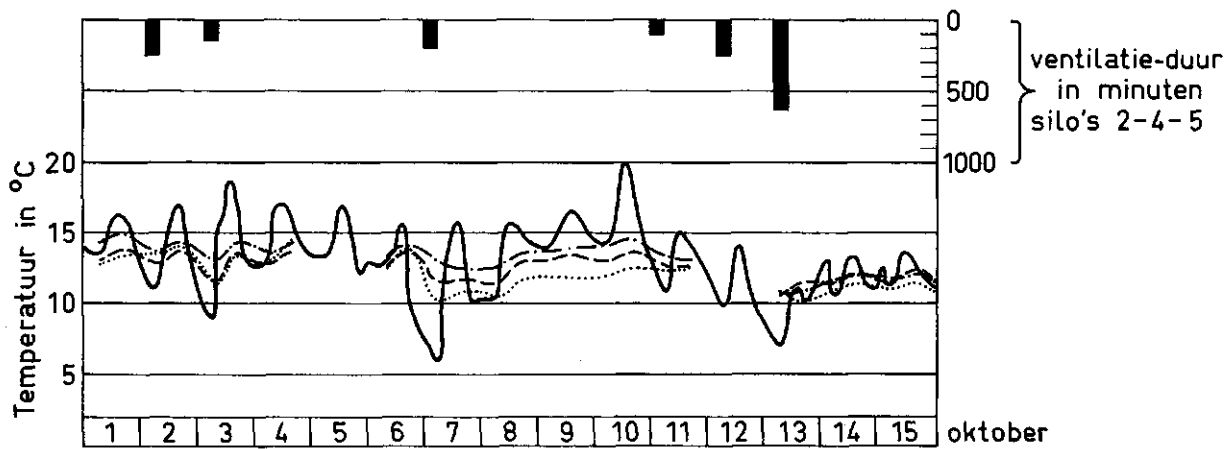


Figuur 6.

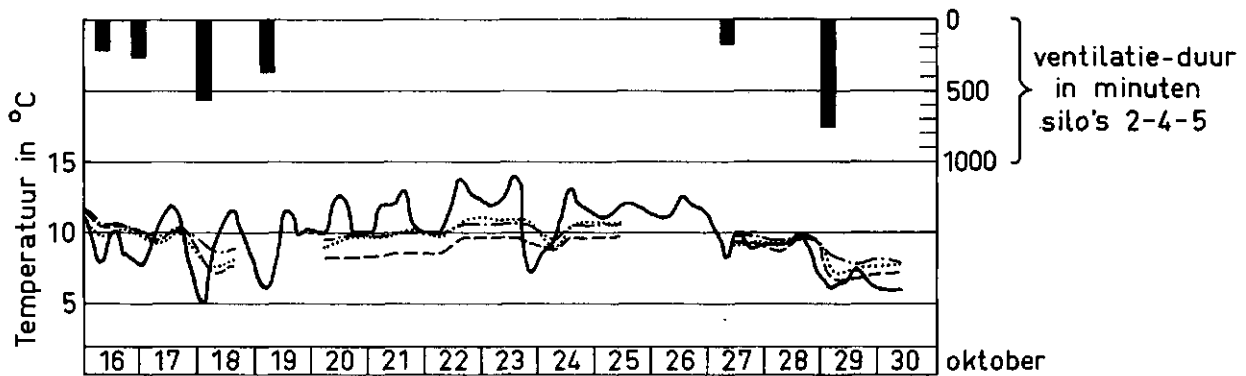
Bijzonderheden betreffende ventileren en verloop temperatuur en vochtgehalte bij object 5.



A ———— temperatuur-verloop buitenlucht
 graan silo 2 (discontinuu geventileerd)
 - - - - - " " 4 (" ")
 - · - · - " " 5 (continuu geventileerd)



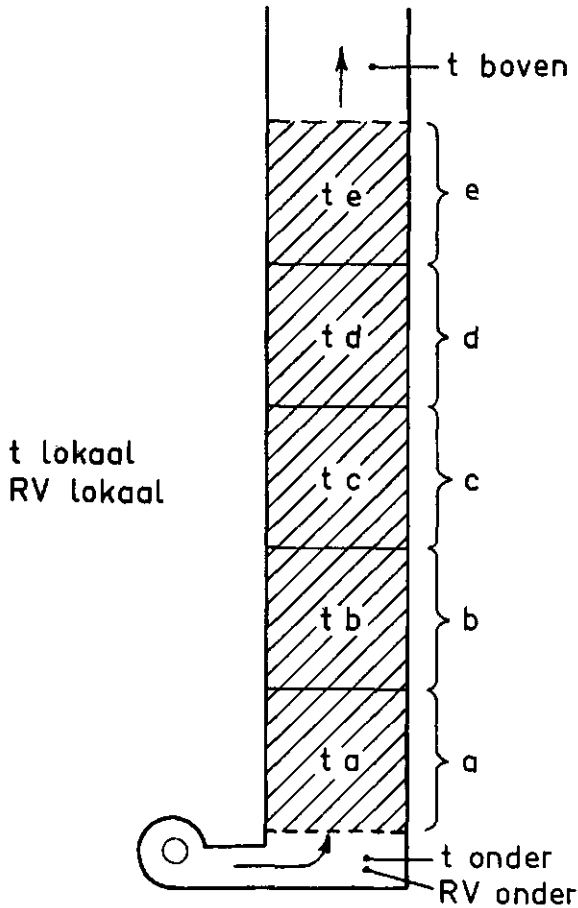
B ———— temperatuur-verloop buitenlucht
 graan silo 2 (discontinuu geventileerd)
 - - - - - " " 4 (" ")
 - · - · - " " 5 (" ")



C ———— temperatuur-verloop buitenlucht
 graan silo 2 (discontinuu geventileerd)
 - - - - - " " 4 (" ")
 - · - · - " " 5 (" ")

Figuur 7.

Deel van het temperatuurverloop bij de langdurig bewaarde objecten 2, 4 en 5.



Figuur 8.

Toelichting bij de tabellen 5 en 7 en figuur 9 (objekt 8).

Objekten 1 - 3 en 8	geheel fris gebleven.
„ 2	na 56 dagen niet fris meer, overigens gedurende de verdere opslag geen schimmelvorming.
„ 4 en 5	na 46 dagen niet fris meer, geen verdere schimmelvorming.
„ 6 en 7	na 26 dagen een lichte muffe geur, schimmelvorming op de groene korrels.

Wanneer geschreven is : „niet fris meer” wordt niet bedoeld, dat er een bepaald muffe geur was te bespeuren, doch wel, dat de duidelijk frisse geur verdwenen was.

Bij de objecten 6 en 7 was de geur wel iets aan de muffe kant, om deze reden werd de opslag bij deze objecten dan ook beëindigd. Zoals reeds eer-

der vermeld werd, bevatte de gerst bij deze objecten $\pm 1\%$ groene korrels.

D. Luchtweerstand.

De geconstateerde luchtweerstand zijn verwerkt in een grafiek (figuur 10), waarin de luchtweerstand van de gerstlaag voor verschillende laagdikten is af te lezen bij verschillende luchthoeveelheden in m^3 per m^3 gerst per uur.

E. Krimp.

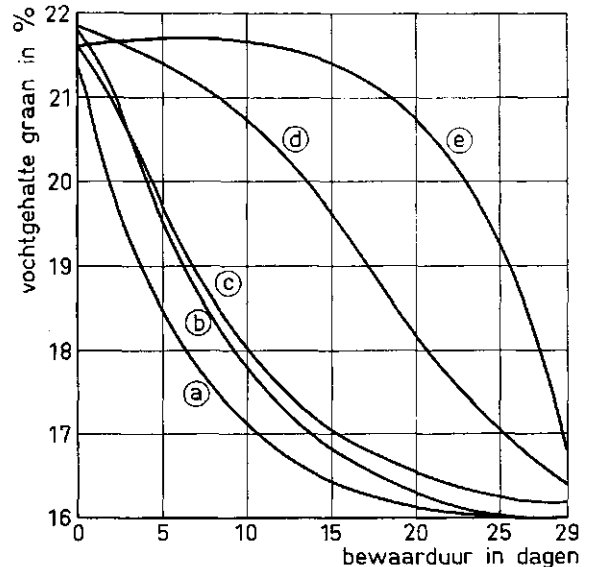
De volgende percentages krimp werden geconstateerd (gecorrigeerd voor monsternamen) :

Objekt 1	8,8 %
„ 2	5,4 % na ± 30 dagen; 6,5 % na 223 dagen
„ 3	10,5 %
„ 4	2,1 % na ± 30 dagen; 3,2 % na 223 dagen
„ 5	4,9 % na ± 30 dagen; 5,5 % na 223 dagen
„ 6	2,4 %
„ 7	2,7 %
„ 8	7,0 %

V. BESPREKING VAN DE RESULTATEN

A. Invloed van het ventileren op de graantemperatuur.

Zoals reeds werd vermeld, zijn om bepaalde redenen sommige objecten continu, andere diskontinu (alleen



Figuur 9. - Verloop vochtgehalte in verschillende delen van de laag bij objekt 8 (zie figuur 8).

als de omstandigheden gunstig waren voor het omlaag brengen van de graantemperatuur) geventileerd.

Bezien wij het temperatuurverloop in de figuren 3 t/m 6, dan valt het op, dat de **dagelijkse** minimum en maximum **graantemperaturen** bij **kontinu** ventileren in het algemeen verder uiteen liggen dan bij **diskontinue** ventilatie. In figuur 3 b. v. is duidelijk te zien, dat de graantemperatuur in de silo's 1 en 3 (kontinu) vrij regelmatig „meegaat” met de maxima en minima van de buitenlucht. Dat de lucht van silo 1 1,5 à 2°C is opgewarmd, verandert niets aan het algemene beeld, de graantemperatuur komt alleen op een iets hoger niveau.

In de silo's 6 en 7 (figuur 3), die beiden **diskontinu** geventileerd werden, liggen de minimum en maximum temperaturen dicht bij elkaar en ligt het gemiddelde niveau ook lager dan bij **kontinue** ventilatie. Hetzelfde geldt voor de silo's 2 en 4 (resp. figuur 4 en 5), die eveneens **diskontinu** geventileerd werden, d. w. z. in hoofdzaak gedurende de nacht of in de vroege morgenuren.

Silo 5 (figuur 6) is in dit opzicht interessant, omdat in dit geval aanvankelijk **kontinu** (29 dagen),

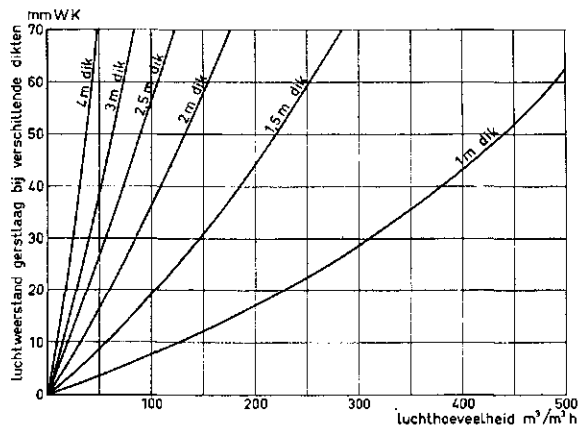
silo's 1, 3 en 5 eveneens een hoog maximum. In de silo's 2, 4, 6 en 7 (**diskontinu**) werd weliswaar ook een maximum gemeten, doch dit ligt op een veel lager niveau. Dat de graantemperatuur in laatstgenoemde gevallen, terwijl **niet** geventileerd werd, toch enigermate bleek te stijgen, wijst er op, dat de afmetingen van de proefsilo's in dit opzicht waarschijnlijk toch nog wat te klein zijn en de isolatie niet geheel afdoende.

Dit is verduidelijkt in figuur 7 A, waarin het verloop van de temperatuur van de buitenlucht en van de **gemiddelde** graantemperaturen in silo 2, 4 en 5 is weergegeven van 27 aug. t/m 3 sept. 1958. In dezelfde figuur is aangegeven, wanneer en hoelang de silo's 2 en 4 zijn geventileerd. Silo 5 werd over deze periode **kontinu** belucht. De graantemperatuur van silo 5 schommelt geheel met de buitenluchttemperatuur op en neer, zij het met een geringere amplitude. De temperatuur van het graan in de af en toe beluchte silo's stijgt als de buitenluchttemperatuur hoog is, ook al wordt er niet geventileerd. In de figuren 7 B en 7 C is het verloop over een groot deel van oktober weergegeven. Het betreft hier dezelfde silo's (2, 4 en 5). In deze periode werden alle drie silo's alleen nu en dan, onder gunstige omstandigheden, belucht. Het niveau van de graantemperaturen mag verschillen, het verloop is vrijwel analoog.

Het bovenstaande houdt in, dat het doel van het selectief ventileren, t. w. het omlaag brengen van de temperatuur zonder een vooropgezet drogend effect, bereikt is.

De vraag is, hoeveel lucht voor het bereiken van dit doel nodig is. In verband hiermede zijn in tabel 8 een aantal temperatuurwaarnemingen opgenomen van silo 2 (selectief ventileren - veel lucht) en van silo 4 (selectief ventileren - veel minder lucht). Uit de waarnemingen blijkt, dat het resultaat bij silo 4 ($50 \text{ m}^3/\text{m}^3\text{h}$) niet minder is dan bij silo 2 ($225 \text{ m}^3/\text{m}^3\text{h}$). Beide silo's zijn telkens 's nachts evenlang en met dezelfde lucht geventileerd, de temperatuurwaarnemingen betreffen de tijdstippen 17 uur op de eerstgenoemde en ± 8.30 uur op de volgende datum. Niveau en gelijkmatigheid van temperatuur in de laag zijn bij silo 4 voldoende. Zelfs bij silo 5 (luchthoeveelheid $35 \text{ m}^3/\text{m}^3\text{h}$) was het resultaat in dit opzicht voldoende (vergelijk het temperatuurverloop in figuur 7 B en 7 C).

Geconcludeerd kan worden, dat voor het selectief ventileren, uitsluitend met het doel de temperatuur van het graan te verlagen, een luchthoeveelheid van $35 \text{ m}^3/\text{m}^3\text{h}$ voldoende is.



Figuur 10. - Luchtweerstand van gerst, afhankelijk van luchthoeveelheid ($\text{m}^3/\text{m}^3\text{h}$) en laagdikte (m).

later **diskontinu** (194 dagen) geventileerd werd. Gedurende de eerste periode werd ook hier een vrij groot verschil tussen minima en maxima gemeten, terwijl dit verschijnsel in betekenis afnam zodra de **diskontinue** selectieve ventilatie was begonnen.

Het **temperatuurniveau** van de buitenlucht kan van de ene op de andere dag aanzienlijk hoger of lager zijn. Kort na het vullen van de silo's steeg de maximum (dag-)temperatuur (na een geringe daling) van ca 17 tot ca 26°C. Als gevolg van het **kontinu** ventileren, vertonen de graantemperaturen in de

B. Invloed van het ventileren op het vochtgehalte.

Naast de opzet, behandeld in V A (het verlagen van de graantemperatuur), kan het ventileren tot doel hebben het omlaag brengen van het vochtgehalte; dus het langzaam drogen. Dit kan zin hebben in die gevallen, waarbij het vochtgehalte te hoog is om te verwachten, dat ook bij selectieve ventilatie en bij een daarbij te bereiken graantemperatuur een veilige opslag tot stand komt. Ook zou het zin kunnen hebben als men zich voorneemt het graan tijdens de opslag te drogen in een langzaam maar verantwoord tempo, met de bedoeling een definitieve droging te laten vervallen en het graan af te leveren met $\pm 17\%$ vocht.

Voorbeelden van dergelijke langzame drogingen door ventileren zijn de objecten 1, 3, 5 en 8 (kontinu geventileerd) en tot op zekere hoogte ook 2 en 4 (selectief geventileerd).

Op grond van de verkregen resultaten komt men door berekening tot de volgende **vochtopnamen door de ventilatielucht**:

Objekt 1, bij vochtonttrekking van 21,0 % - 17,0 %	1,0 kg/1000 m ³ lucht
Objekt 2, bij vochtonttrekking van 21,7 % - 18,0 %	0,6 kg/1000 m ³ lucht
Objekt 3, bij vochtonttrekking van 23,1 % - 17,0 %	0,7 kg/1000 m ³ lucht
Objekt 4, bij vochtonttrekking van 19,2 % - 18,0 %	1,1 kg/1000 m ³ lucht
Objekt 5, bij vochtonttrekking van 19,0 % - 17,0 %	0,8 kg/1000 m ³ lucht
Objekt 8, bij vochtonttrekking van 21,7 % - 16,3 %	0,7 kg/1000 m ³ lucht

Opmerking: Bij objekt 1 was de lucht 1,5°C verwarmd, bij objekt 8 was de lucht verwarmd tot gemiddeld 22,3°C en bevochtigd tot gemiddeld 87 % R. V.

Onder normale omstandigheden kan men blijkbaar rekenen op een gemiddelde vochtopname door de ventilatielucht van $\pm 0,6 - 1,0$ kg per 1000 m³ lucht, stel gemiddeld 0,75 kg per 1000 m³ gebruikte lucht, als men het vochtgehalte terug wil brengen tot 17 - 18 %. Om 1 ton graan te verkrijgen met 17 % vocht, moet men, uitgaande van verschillende beginvochtgehalten, per m³ graan de volgende hoeveelheden lucht gebruiken:

Uitgangsvochtgehalte gerst	Benodigde hoeveelheid ventilatielucht m ³ per m ³ gerst
25 %	107000
24 %	93000
23 %	79000
22 %	65000
21 %	51000
20 %	37000
19 %	25000
18 %	13000

Wenst men bij een aanvankelijke continue ventilatie in een bepaalde tijd het genoemde gemiddelde vochtgehalte van 17 % te bereiken, dan is op grond van deze cijfers gemakkelijk de vereiste luchtdosering te berekenen.

Wenst men gerst van 21 % vocht in 30 dagen terug te brengen tot 17 %, dan dient men per m³ gerst per uur $\frac{51000}{30 \cdot 24} = \pm 70$ m³ lucht te gebruiken.

De vraag is, hoe lang mag de continue ventilatie duren om het vochtgehalte van 17 % te bereiken? Op deze kwestie komen we in het volgende hoofdstuk terug.

Een andere vraag is deze: heeft het wel zin continu te ventileren of zijn er dagen dat dit ongewenst is? Ten dele ligt het antwoord in het bovenstaande besloten; als het vochtgehalte tot gemiddeld 17 % is gedaald, heeft continu ventileren verder geen zin, omdat onder normale omstandigheden de lucht geen voldoende droogkracht heeft om er verder vocht uit op te nemen. Als het graan nog vrij vochtig is, b. v. 19 % en hoger, kan men o. i. wel continu ventileren.

In een enkel geval kan men inderdaad strikt genomen de ventilatie beter stoppen. Als voorbeeld geven wij in tabel 9 gedetailleerde cijfers van de 29° en 30° augustus 1958 betreffende de silo's 2, 4 en 5 (2 en 4 niet geventileerd, silo 5 continu geventileerd).

Men ziet, dat de temperatuur van de buitenlucht hoog was, overdag oplopend tot $\pm 27^\circ\text{C}$, 's nachts nog om en nabij 20°C blijvend.

Bij de niet geventileerde silo's 2 en 4 is onder invloed van deze hoge temperaturen de graantemperatuur in 24 uur opgelopen met respectievelijk 0,9 en 0,6°C.

Bij de continu geventileerde silo 5 constateert men overdag een geleidelijke opwarming van beneden af en een afkoeling 's nachts tot een temperatuur, die bijna 1°C hoger was dan bij het begin van de 24 uur periode. Nemen wij aan, dat 20 % van het verwarmings- en afkoelingseffekt niet op reke-

ning van de lucht komt, dan leert een berekening het volgende :

Silo 5. Periode 29-8-'58 8.30 h tot 30-8-'58 8.30 h.

Overdag (8.30 - 18.30 h) :

Gersttemperatuur 20,1°C - 24,1°C. Opwarming 4°C.
Opgenomen door graan 5450 kcal, waarvan 80 %
= 4350 kcal uit de lucht.

Luchttemperatuur gem. 25,2°C, R. V. 70 %.

Gemiddelde eindtemperatuur lucht 21,0°C.

Hoeveelheid lucht overdag 1680 kg.

Afgestaan door de lucht $\frac{4350}{1680} = 2,6$ kcal/kg.

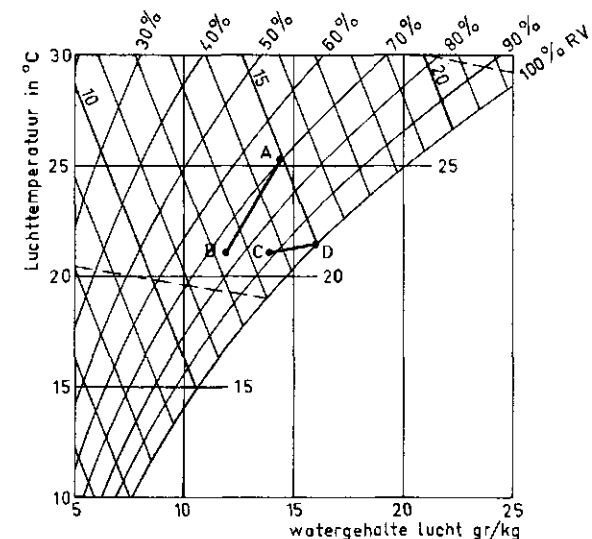
Zetten wij begin- en eindtoestand uit in het diagram van Mollier (figuur 11), dan krijgen wij de punten A en B.

De lucht blijkt water te hebben afgestaan aan het graan, t. w. 2,4 g/kg, dus totaal $1,68 \cdot 2,4 = 4,0$ kg.

Reeds eerder werd melding gemaakt van tabel 5 in publikatie A 20 van het I. B. V. L., pag. 29, op grond waarvan geconcludeerd kan worden, dat ventileren onder de genoemde omstandigheden niet is aan te bevelen, omdat de R. V. van de lucht te hoog is. De resultaten stellen de tabel in het gelijk. Doordat evenwel warmte in het graan is geaccumuleerd, had het ventileren gedurende de nacht erop volgend wel effect.

's Nachts (18.30 - 8.30 h) :

Gersttemperatuur 24,1°C - 21,0°C. Afkoeling 3,1°C.



Figuur 11.

Toestandsverandering lucht op 29 - 30 aug. objekt 5.

Afgestaan door de gerst 4250 kcal, waarvan 80 % aan de lucht, t. w. 3400 kcal.

Luchttemperatuur gem. $\pm 21^\circ\text{C}$, R. V. 89 %.

Gemiddelde eindtemperatuur lucht 21,5°C.

Hoeveelheid lucht 's nachts 2360 kg.

Opgenomen door de lucht $\frac{3400}{2360} = 1,4$ kcal/kg.

Wij krijgen de punten C en D in figuur 11.

De lucht blijkt vocht te hebben opgenomen, t. w. 2 g/kg, dus totaal $2,36 \cdot 2,0 = 4,72$ kg.

Hoewel in dit ongunstige etmaal dus toch nog 0,72 kg vocht uit het graan is verwijderd, is dit zo weinig, dat het ventileren op deze dag strikt genomen geen zin had. Terwille van een eenvoudige bedrijfsvoering kan men evenwel overwegen om toch continu te blijven ventileren tot $\pm 17\%$ vocht.

C. Invloed van het geventileerd bewaren op de kwaliteit.

Bij het bezien van de tabellen 6 en 7 is de eerste indruk deze, dat bij geen van de objecten gesproken kan worden van een duidelijke achteruitgang van de kiemeigenschappen. Bij nadere beschouwing komt men evenwel tot de conclusie, dat gedurende de laatste helft van de bewaartijd van objekt 4 bij deze variant tekenen zijn te bespeuren, die erop wijzen, dat de kiemeigenschappen toch tot op de grens van het toelaatbare peil zijn gezakt. Er zijn meerdere kiemenergiecijfers aan te wijzen, die beneden 95 % liggen.

Zien we af van de objecten 1 en 3, waarbij eigenlijk een droging werd toegepast, die betrekkelijk „kort” duurde, dan kan voor de overige objecten een overzicht worden samengesteld als in tabel 10 is gebeurd. Hierbij is, voor zover de bewaarduur lang was (obj. 2, 4 en 5), de opslag gesplitst in een periode van ± 30 dagen en een periode van ± 190 dagen. De tweede periode wordt behalve door de veel langere duur, gekenmerkt door een gemiddeld veel lagere graantemperatuur en een veel geringere ventilatie-intensiteit dan die geldend in het eerste deel van de bewaring. (vergelijk de waarden van de kolommen 5 en 10 en die van 7 en 12.)

Alvorens deze tabel nader te bespreken, willen wij wijzen op de verschillen in graantemperatuur gedurende het eerste deel van de bewaarperiode (kolom 5). Dat deze temperatuur bij objekt 6 en 7 hoger ligt dan b. v. bij 4 is het gevolg van het feit, dat de bewaarperiode bij 6 en 7 iets eerder viel (in een warmer deel van het jaar).

De betreffende periode is voor 2, 4, 5 en 8 gelijk. Bij objekt 5 is de temperatuur hoger dan bij 2 en 4, omdat hier continu werd geventileerd; bij objekt 8

werd continu met iets verwarmde (en bevochtige) lucht geblazen.

Verder moet erop worden gewezen, dat de waarden in de kolommen 7 en 12 rekenwaarden zijn; men moet het niet zo opvatten alsof elke dag een dergelijke hoeveelheid lucht zou zijn gebruikt. Vooral in de 2^e periode van bewaring was het ventileren sterk incidenteel.

Beschouwen wij eerst de eerste periode (± 30 dagen), dan zien wij in tabel 10, kolom 8 een aantal dagen ingevuld, voorstellende de maximale bewaarduur onder de omstandigheden van de kolommen 4 en 5, gerekend dat er geen ventilatie zou zijn, e. e. a. op grond van vroeger onderzoek².

Men ziet, dat deze periode bij de objekten 2, 6, 7 en 8 slechts ongeveer de helft geweest zou kunnen zijn van wat nu, met toepassing van ventilatie, mogelijk is gebleken.

Het ventileren op zichzelf heeft blijkbaar een conserverende werking, afgezien van het feit, dat de ventilatie een daling van vochtgehalte en temperatuur kan bewerkstelligen.

Deze extra conserverende werking komt tot uiting in de verschillen tussen de onderstreepte bewaarduren in kolom 7 en de in het hoofd genoemde bewaarduur van 30 dagen.

Dat de ventilatie deze extra conserverende werking uitoefent, wordt o. i. in nog sterkere mate bevestigd als men niet de gehele silo-inhoud in beschouwing neemt, maar b. v. een deel ervan dat minder gunstig is gelegen.

Het sterkst komt dit wel tot uiting bij objekt 8, dat overigens juist is aangezet om de conserverende werking van een luchtstroom, die door Wenner werd aangetoond³ nader te onderzoeken.

Wanneer we zien, dat bij objekt 8 het bovenste deel van de laag (e), gerekend over de gehele ventilatieduur (29 dagen), een gemiddeld vochtgehalte had van 20,9% (zie figuur 9) en een gemiddelde graantemperatuur van $\pm 21^{\circ}\text{C}$ (tabel 5), terwijl de kiemcijfers na de bewaring (en droging) niets te wensen overlieten (tabel 7), dan moet men wel tot de conclusie komen, dat dit gunstige resultaat inderdaad te danken is aan een continue luchtstroom. De door deze laag stromende lucht heeft zeker 14 dagen lang geen enkele drogende werking kunnen uitoefenen. Pas na 14 dagen is deze laag begonnen te drogen. Over deze 14 dagen was het vochtgehalte 21,6% en de temperatuur gemiddeld $\pm 22^{\circ}\text{C}$. Op grond van het eerder aangehaalde bewaaronderzoek **zonder ventilatie** zou de maximale bewaarduur onder deze omstandigheden minder dan een week hebben kunnen zijn. Deze periode is dus door het continu aanwezig zijn van een stroom vrijwel verzadigde

lucht ter sterkte van ± 200 m/h op zijn minst verdubbeld kunnen worden.

Wat dit deel van de bewaring betreft, kan geconcludeerd worden, dat betreffende de objekten 2, 6, 7 en 8 het ventileren op zichzelf de mogelijke bewaarduur t. o. v. bewaren zonder ventilatie zeker heeft verdubbeld. Voor de objekten 4 en 5 is dit niet bewezen kunnen worden.

Wat betreft het tweede deel van de bewaring (objekten 2, 4 en 5) wijzen de cijfers van kolom 13 uit, dat 2 en 4 ook zonder ventilatie onder de omstandigheden van de kolommen 9 en 10 goed gebleven zouden zijn, doch dat objekt 4 zonder ventilatie slechts 160 dagen bewaard had kunnen worden. Nu is de ventilatie-intensiteit (kolom 12) bij 4 en 5 zeer gering geweest, zodat hier de conserverende werking van de luchtstroom zelf verwaarloosbaar is. In dit licht bezien is het niet geheel verwonderlijk, dat het juist objekt 4 is, waarbij op de kiemkrachtresultaten iets is aan te merken. Het komt er op neer, dat objekt 4 in de eerste periode wat sterker geventileerd had moeten worden teneinde het vochtgehalte verder te laten dalen. Weliswaar is het vochtgehalte bij objekt 2 slechts weinig lager, doch door de sterkere ventilatie is ook hier de temperatuur wat lager geweest. Dit neemt niet weg, dat een dergelijke sterke ventilatie gedurende de lange (2^e) bewaarperiode niet praktisch is; het is beter te werk te gaan zoals bij objekt 5 gebeurd is, t. w. in de eerste periode continu ventileren tot een vochtgehalte van 16,5 - 17% en daarna selectief ventileren met slechts een matige hoeveelheid lucht. $35 \text{ m}^3/\text{m}^3\text{h}$ is dan vermoedelijk zelfs meer dan strikt genomen nodig is.

VI. SAMENVATTENDE BESCHOUWING EN CONCLUSIES

Op semi-technische schaal is aan een 8-tal objekten een onderzoek verricht naar de resultaten van het ventileren van voor opslag te vochtige brouwgerst in een laag. Het uitgangsmateriaal bestond uit goed vóórgeschoonde Baldergerst, oogst 1958.

A. Proefnemingen betreffende een langzame droging met eenvoudige middelen van voor opslag te vochtige gerst.

1. Langzame droging met iets verwarmde lucht (objekt 1), continue ventilatie.

Laagdikte 1,5 m, vochtgehalte 21,0%, goed voorgeschoond, geen groene korrels.

Luchthoeveelheid $190 \text{ m}^3/\text{m}^3\text{h}$ - $270 \text{ m}^3/\text{h}$.

Lucht iets verwarmd, t. w. gem. 1,5°C (elektrische verwarming).

Druk onder de laag 37 mm W. K.

Resultaten :

Het gemiddelde vochtgehalte daalde van 21,0 % tot 17,8 % na 7 dagen en tot 15,4 % na 11 dagen. Deze droging geschiedde eind augustus. Na 10 dagen zou een gemiddeld vochtgehalte van ± 16 % zijn bereikt (onder $\pm 14,5$ %, boven ± 18 %).

De kiemeigenschappen bleven volkomen op het hoge beginpeil (zie tabel 6).

Conclusie :

Goed voorgeschoonde brouwgerst met 21 % vocht laat zich onder bovengenoemde omstandigheden goed drogen in ± 10 etmalen. De gerst bleef volkomen fris.

Krachtverbruik (gerekend bij elektrische verwarming) ± 65 kWh/ton, overeenkomende met $\pm f. 0,70/100$ kg.

2. Langzame droging met onverwarmde lucht (objekt 3), continue ventilatie.

Laagdikte 1 m, vochtgehalte 23,1 %, goed voorgeschoond, geen groene korrels.

Luchthoeveelheid $300 \text{ m}^3/\text{m}^3\text{h} - 300 \text{ m}^3/\text{m}^3\text{h}$.

Onverwarmde lucht.

Druk onder de laag 29 mm W. K.

Resultaten :

Het gemiddelde vochtgehalte daalde van 23,1 % tot 19,3 % na 7 dagen, tot 14,8 % na 15 dagen. De droging vond plaats eind augustus.

Na ± 13 dagen zou een gemiddeld vochtgehalte van 16 % zijn bereikt (onder 15,5 %, boven 16,5 %).

De kiemeigenschappen bleven volkomen op het hoge beginpeil (zie tabel 6).

Conclusie :

Goed voorgeschoonde brouwgerst met 23 % vocht laat zich onder bovengenoemde omstandigheden in ± 13 etmalen goed drogen. De gerst bleef volkomen fris.

Krachtverbruik 25 kWh/ton, overeenkomende met $\pm f. 0,30/100$ kg.

3. Geventileerde bewaring, tevens langzame droging (objekt 5), continue ventilatie.

Laagdikte 4 m, vochtgehalte 19,0 %, goed voorgeschoond, geen groene korrels.

Luchthoeveelheid $35 \text{ m}^3/\text{m}^3\text{h} - 140 \text{ m}^3/\text{m}^3\text{h}$.

Onverwarmde lucht.

Druk onder de laag 54 mm W. K.

Resultaten :

Het gemiddelde vochtgehalte daalde in 30 dagen (continue ventilatie) van 19,0 % tot 16,9 %.

De kiemeigenschappen bleven volkomen op peil (zie tabel 6).

Conclusie :

Goed voorgeschoonde brouwgerst met 19,0 % vocht laat zich onder bovengenoemde omstandigheden goed drogen. In verband met laagdikte en eindvochtgehalte kan men ook concluderen, dat dit tevens een geslaagde bewaarmethode was.

Krachtverbruik 12 kWh/ton, overeenkomende met $f. 0,15$ per 100 kg gerst.

B. Proef om de extra conserverende werking van een luchtstroom te onderzoeken.

Deze proef (objekt 8) werd speciaal aangezet om na te gaan of het extra conserverende effect van een luchtstroom (geconstateerd door Wenner) aangetoond kon worden.

Hierbij werd gerst met 21,7 % vocht in een ruim 2 m dikke laag doorstroomd met lucht, die een gemiddelde temperatuur van 22,3°C en een R. V. van 78 % had. De luchthoeveelheid was $90 \text{ m}^3/\text{m}^3\text{h}$.

In 29 dagen was de gerst vrij gelijkmatig gedroogd tot een vochtgehalte ongeveer overeenkomende met de omstandigheden van deze drooglucht (16,3 % vocht).

De kiemcijfers bleven geheel op peil (tabel 7).

Waar het bij deze proef om ging, was het gedrag van de bovenste laag (zie figuur 7). Bij deze laag nl. vond in de eerste 14 dagen van de ventilatieperiode in het geheel geen droging plaats (figuur 9). In deze 14 dagen was de gemiddelde temperatuur in dit deel van de laag $\pm 22^\circ\text{C}$ en het vochtgehalte 21,6 %. Volgens een eerder onderzoek zou onder deze omstandigheden gerst zonder ventilatie nauwelijks een week bewaarbaar zijn geweest, terwijl bij aanwezigheid van een continue luchtstroom, ter sterkte van ± 200 m per uur, die geen drogend effect had, de gerst na 14 dagen nog geheel goed was. De bewaarbaarheid was door deze luchtstroom dus op zijn minst verdubbeld.

Conclusie :

Een luchtstroom heeft, ook al kan er geen drogend- of een temperatuurveranderend effect van verwacht worden, een bepaalde conserverende werking met betrekking tot de kiemeigenschappen van gerst.

C. Proefnemingen betreffende geventileerde bewaring van brouwergerst.

De proefnemingen hebben betrekking op een kortere bewaarduur aansluitend aan de oogst (maximaal 30 dagen) en op een daarna plaats vindende lange bewaarduur (gedurende oktober t/m maart, totaal ± 190 dagen).

Bij deze proeven was de opzet van de ventilatie in eerste aanleg deze, dat er een temperatuurverlagende invloed mede werd beoogd.

1. Selektieve ventilatie, bewaarduur ± 30 dagen, aansluitend aan de oogst (obj. 2, 4, 6 en 7).

Gebleken is, dat een luchthoeveelheid van $35 \text{ m}^3/\text{m}^3\text{h}$ voldoende is om de temperatuur van de gerst, voor zover met de dagelijkse gang mogelijk is, te verlagen. In 1958 kon de gemiddelde temperatuur op $16,5 - 18,5^\circ\text{C}$ gebracht worden (over 30 dagen, aansluitend aan de oogst).

Gebleken is, dat de te verwachten vochtopname door de droogvlucht in de orde van $0,75 \text{ kg}$ per 1000 m^3 lucht is.

Zou men dus alleen de hoeveelheid lucht toedienen, die nodig is om de temperatuur voldoende laag te houden, dan is het drogend effect te verwaarlozen.

Op grond van de resultaten is de conclusie getrokken, dat de (in dit geval selektieve) ventilatie met een luchthoeveelheid van $50 \text{ m}^3/\text{m}^3\text{h}$ en hoger bij 3 van de 4 objekten een extra conserverende werking uitoefent, speciaal met betrekking tot de kiemeigenschappen. Bij één van de vier objekten is deze invloed niet vastgesteld kunnen worden (objekt 4), waarbij niet bewezen is dat ze niet aanwezig zou zijn geweest.

Wel is gebleken, dat bij de objekten 6 en 7, waarin $\pm 1\%$ groene korrels aanwezig was, een selektieve ventilatie met $\pm 50 - 60 \text{ m}^3/\text{m}^3\text{h}$ bij een vochtgehalte van gemiddeld 20% (duur ± 30 dagen) onvoldoende was om de gerst fris te houden.

De door selektieve ventilatie bereikbare graan-temperatuur in de periode, aansluitend aan de oogst, zal in de verschillende jaren wat kunnen variëren.

Baseert men zich op de hoogste waarde ($18,5^\circ\text{C}$) en neemt men aan dat door de ventilatie een extra conserverende werking wordt uitgeoefend die de bewaarduur ten opzichte van die, welke zonder ventilatie mogelijk is met 75% verhoogt, dan zou men ervoor moeten zorgen, dat het vochtgehalte aan de volgende grenzen gebonden is :

Tijdelijke bewaarduur	Max. vochtgehalte
1 week	ruim 22%
2 weken	$\pm 21,5\%$
3 weken	$\pm 20,8\%$
4 weken	$\pm 19,7\%$

Wenst men langer te bewaren, dan moet er tevens een droging plaats vinden.

Een dergelijke droging evenwel verloopt altijd zodanig, dat van onder op een evenwichtsvochtgehalte van $\pm 17\%$ (in gunstige jaren wat lager) behaald wordt, terwijl bovenin het oorspronkelijke vochtgehalte meer of minder lang gehandhaafd blijft. Daarom zijn er aan een dergelijke bewaarduur toch grenzen te stellen. Praktisch bezien komt het erop neer, dat men voor een tijdelijke bewaring met selektieve ventilatie, aansluitend aan de oogst met de bedoeling, dat na deze tijdelijke bewaring kunstmatig gedroogd zal worden, alleen vochtgehalten tot $22,5\%$ in aanmerking komen. De bewaarduur zal kunnen variëren van een week bij $22,5\%$ vocht (laagdikte 2 meter, selektieve ventilatie als het temperatuurverschil 2°C is met $120 \text{ m}^3/\text{m}^3\text{h}$) tot een maand bij 19% vocht (4 m dik, temperatuurverschil 3°C , luchthoeveelheid $40 \text{ m}^3/\text{m}^3\text{h}$).

2. Selektieve ventilatie, lange bewaring gedurende oktober t/m maart (obj. 2, 4 en 5).

Gebleken is, dat in deze periode een luchthoeveelheid van $35 \text{ m}^3/\text{m}^3\text{h}$ meer dan voldoende is voor het omlaag brengen van de temperatuur en dat men waarschijnlijk met $20 \text{ m}^3/\text{m}^3\text{h}$ al kan volstaan.

In het seizoen 1958-59 kon met $35 \text{ m}^3/\text{m}^3\text{h}$ over de 6 maanden lange periode een gemiddelde temperatuur van $\pm 8^\circ\text{C}$ behaald worden. Aangezien de vereiste ventilatie-intensiteit (frequentie en duur) gering behoeft te zijn, is er bij een dergelijke bewaring praktisch geen extra conserverende werking van de ventilatie te verwachten. Deze is bij bedoelde geringe luchthoeveelheden dan ook niet aangetoond. Gebleken is, dat bij deze wijze van bewaring geen aanleiding is om van de normen, verkregen bij een eerder onderzoek, af te stappen.

Dit leidt er toe de eis te stellen, dat voor een dergelijke langdurige bewaring een vochtgehalte vereist is van $17 - 17,5\%$ (in elk geval beneden 18%).

Een dergelijk vochtgehalte is door ventilatie met onverwarmde lucht bereikbaar. In gunstige jaren kan zelfs een lager vochtgehalte mogelijk zijn.

VII. SLOTCONCLUSIES

Bij een voldoende ventilatie-intensiteit is er behalve een gunstige uitwerking op het vochtgehalte (en bij selectieve ventilatie op de temperatuur) een extra-conservierende werking van de luchtstroom te verwachten.

Geconcludeerd wordt, dat men voor een langdurige bewaring aanvankelijk continu moet ventileren tot een vochtgehalte van $\pm 17\%$. Daarna is selectief ventileren voldoende. Gebleken is, dat een luchthoeveelheid van $35 \text{ m}^3/\text{m}^3\text{h}$ voor dit laatste ruimschoots toereikend is. Waarschijnlijk is het bij 17% vocht in de winterperiode voldoende om $20 \text{ m}^3/\text{m}^3\text{h}$ toe te passen. De duur van deze eerste continue ventilatieperiode, die ten doel heeft het vochtgehalte tot 17% terug te brengen, hangt af van het beginvochtgehalte en van het weersverloop (dus ook van de tijd van het jaar). In het algemeen zal de hier in het geding zijnde opslagperiode in de

oogsttijd beginnen en hoogstens een maand duren.

Op grond van de resultaten en de beschouwingen komt men tot een overzicht, opgenomen in tabel 11, geldend voor langdurige geventileerde bewaring, waarna niet meer kunstmatig gedroogd behoeft te worden. Deze bewaring is dus gescheiden in een vóórbehandeling (1^e deel bewaring - continu ventileren in een laagdikte, afhankelijk van het beginvochtgehalte) en een verdere opslag, waarbij selectief geventileerd wordt tot b.v. begin maart en waarna de gerst verondersteld wordt te kunnen worden afgeleverd met 17% vocht.

Gaat het om een korte bewaring van vochtige gerst met de bedoeling alleen de temperatuur door selectieve ventilatie zo laag mogelijk te houden en daarna kunstmatig te drogen, dan is dit praktisch alleen mogelijk met gerst tot een maximaal vochtgehalte van $22,5\%$ en bij afwezigheid van groene korrels. Voor een dergelijke bewaring worden de in tabel 12 opgenomen normen aanbevolen.

TABEL 1.

Opgave van de verschillende objecten.

Objekt	Laagdikte m	Vochtgehalte bij inbrengen silo %	Wijze van ventileren	Hoeveelheid lucht in m^3 lucht per m^3 graan per uur
1	1,5	21,0	licht verwarmde buitenlucht (1,5°C)	continu ± 190
2	2,0	21,7	onverwarmde buitenlucht	diskontinu „ 225
3	1,0	23,1	„ „	continu „ 300
4	3,0	19,2	„ „	diskontinu „ 50
5	4,0	19,0	„ „	eerst continu „ 35 daarna diskontinu
6	3,0	20,7	„ „	diskontinu „ 60
7	1,8	19,7	„ „	diskontinu „ 55
8	2,1	21,7	gekonditioneerde lucht $\pm 78\%$ R.V. - 22,3°C	continu „ 90

TABEL 2.

Gegevens betreffende het proefmateriaal.

	<i>Datum maai- dorsen</i>	<i>Datum aan- voer</i>	<i>Gewicht kg</i>	<i>Gestort in silo no.</i>	<i>Gem. vocht- gehalte %</i>	<i>Gem. kiem- kracht %</i>	<i>Gem. kiem- energie %</i>	<i>Opmerkingen</i>
a	5/8	7/8	3500	6 en 7	20,3	98,7	98,4	* later werden ho- gere cijfers gevon- den (zie tabel 4).
b	19/8	21/8	4900	4 en 5	19,2	97,0 *	93,5 *	
c	21/8	22/8	5000	1, 2, 3 en 8	22,0	98,9	98,0	

TABEL 3.

Overzicht van de voornaamste gegevens en resultaten (objekten 1 t/m 7).

	<i>Kontinu geventileerd</i>			<i>Diskontinu geventileerd</i>				
	<i>silo 1</i>	<i>silo 3</i>	<i>silo 5</i>	<i>silo 5</i>	<i>silo 2</i>	<i>silo 4</i>	<i>silo 6</i>	<i>silo</i>
storthoogte (aantal m ³ = stort- hoogte) m	1,5	1,0	4,0	4,0	2,0	3,0	3,0	1,8
luchthoeveelheid m ³ per m ³ graan per uur	190	300	35	35	225	50	60	55
bewaarduur dagen	11	15	29	194	223	223	26	26
totale hoeveelheid lucht per m ³ graan	50.000	108.000	23.500	5.000	64.500	14.000	6.000	5.50
statische druk onder het graan mm W. K.	38	30	56	61	105	44	57	15
begin-vochtgehalte %	21,0	23,1	19,0	16,9 *	21,7	19,2	20,7	19,7
eind-vochtgehalte %	15,4	14,8	16,9 *	16,5	17,8	18,0	20,1	19,7
begin-kiemkracht (na 5 dg.) %	99,2	98,0	96,5 °	98,6	99,3	96,9 **	98,5	99,1
eind-kiemkracht (na 5 dg.) %	99,7	98,9	98,6	97,5	98,2	96,0	98,1	98,5
begin-kiemenergie (na 3 dg.) %	99,0	97,4	93,2 °	98,2	99,2	93,9 **	97,7	98,8
eind-kiemenergie (na 3 dg.) %	99,5	98,8	98,2	96,7	97,9	94,9	97,7	98,0
bewaarperiode data	22/8-2/9	22/8-6/9	21/8-19/9	19/9-6/4/'59	22/8-6/4/'59	21/8-6/4/'59	9/8-3/9	9/8-3
	lucht silo 1 is circa 1,5°C op- gewarmd.							

* vochtgehalte boventlaag ca 18 %

° 3 dagen 98,5 % kiemkracht

later 98,0 % kiemenergie

** 3 dagen 99,4 % kiemkracht

later 98,8 % kiemenergie

TABEL 4.

Verloop gemiddeld vochtgehalte en gemiddelde temperatuur van de verschillende objecten.

Objekt nr.	Na een bewaarperiode in dagen														
	0	3	7	11	19	26	36	46	56	66	96	126	156	186	223
1	vocht %	21,0	20,5	17,8	15,4										
	temp.°C	16,5	16,5	24	22										
2	vocht %	21,7	21,0	20,6	20,4	19,3	18,9	18,2	18,0	17,8	17,8	17,9	17,9	17,7	17,9
	temp.°C	16,5	16,5	18,5	17	17	14,5	12	12,5	10	10	3,5	4,5	4	4
3	vocht %	23,1	21,5	19,3	17,2	14,8*									
	temp.°C	18	16	22	20	20*									
4	vocht %	19,2	19,0	18,6	18,7	18,6	18,3	18,4	18,5	18,2	18,1	18,0	17,9	18,0	18,0
	temp.°C	18,5	16	16	18	15,5	15	13,5	12,5	10	9,5	4	5	4,5	4
5	vocht %	19,0	18,7	18,5	18,4	17,4	17,0	16,9	17,0	16,8	16,8	16,9	16,8	16,8	16,5
	temp.°C	17,5	16	21,5	18,5	17	16	15	13	10	10	4	6	4	4
6	vocht %	20,7	20,6	20,4	20,4	20,1	20,1**								
	temp.°C	20	17,5	18,5	16,5	18	18,5**								
7	vocht %	19,7	19,7	19,4	19,5	19,2	19,2**								
	temp.°C	20,5	17,5	18,5	17	18	19**								
8	vocht %	21,7	21,0	19,7	18,9	17,7	16,3**								
	temp.°C	19,6	21,3	25,2	23,8	21,2	19,0**								

* 15 dagen

** 29 dagen

TABEL 5.

Temperaturen en R. V. object 8 na bewaarduur in dagen

(zie figuur 8).

	0	3	8	14	19	24	29	Gem.
t lokaal °C	19,0	21,0	24,0	22,5	19,0	18,5	16,6	20,6
t boven ..	19,5	21,1	24,5	23,1	19,7	19,4	18,8	
t e ..	19,5	21,1	24,5	22,8	21,0	19,4	18,5	± 21
t d ..	19,9	21,1	24,5	23,6	21,2	19,4	18,6	± 21
t c ..	19,9	21,1	24,9	24,6	21,3	19,4	18,9	± 21
t b ..	19,7	21,1	25,6	24,2	21,3	19,4	19,0	± 22
t a ..	19,0	22,2	26,0	24,6	21,2	19,6	19,8	± 22
t onder ..	18,5	22,6	26,0	24,8	21,2	19,9	20,0	22,3
R. V. lokaal % (gemeten)	74	85	90	90	90	83	82	85,8
R. V. onder % (berekend)	76	78	80	79	78	77	68	78

TABEL 6.
(vervolg)

Plaatsaanduiding monsternamen (a op 25 cm hoogte, b op 75 cm, c op 125 cm, enz.)

Silo nr.	Bewaarduur in dagen	a			b			c			d			e			f			g			h		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	0	99,0	96,2	92,0	98,0	98,6	97,6	99,0	98,0	94,8	97,0	94,8	90,0	98,0	97,8	92,6	99,0	95,2	92,6	98,0	94,8	92,0	97,0	96,6	93,8
	3	98,0	98,8	98,2	99,0	99,6	99,6	98,0	98,0	99,4	98,0	98,4	97,8	97,5	99,2	98,6	99,6	99,6	99,4	99,0	98,4	96,4	99,0	99,4	99,0
	7	98,5	98,8	98,6	98,0	99,2	98,6	96,0	96,0	99,2	96,5	98,4	97,0	97,5	99,2	98,8	98,0	99,0	98,2	99,0	98,4	95,6	99,0	99,0	95,6
	11	95,0	97,8	97,2	96,0	99,2	98,8	98,5	98,0	97,2	95,0	98,6	98,4	96,0	97,6	97,4	95,0	99,0	98,0	98,5	99,6	99,2	96,0	98,4	98,4
	26	100,0	98,4	98,0	99,0	99,0	98,0	98,0	98,0	98,2	99,0	99,2	98,8	97,0	99,2	99,2	98,0	98,0	98,0	98,0	99,0	98,6	98,0	98,8	98,2
	19	99,0	99,4	99,4	96,0	99,2	99,2	99,0	98,8	98,4	98,0	99,0	98,6	99,0	98,4	97,6	97,0	98,6	98,6	100,0	98,2	97,8	97,0	98,8	98,4
	36	99,5	98,6	98,2	99,0	98,8	98,6	99,0	97,0	96,0	99,5	98,4	97,6	100,0	98,4	98,2	99,5	99,6	99,2	99,0	98,2	97,6	99,0	98,4	98,0
5	46	100,0	97,8	97,4	99,0	98,8	98,2	100,0	98,8	98,0	100,0	98,0	96,8	99,0	97,2	97,0	98,0	98,8	98,0	99,0	96,2	96,2	99,5	97,8	97,4
	56	98,0	99,0	98,8	97,0	99,2	98,2	96,0	97,6	97,4	97,0	98,2	97,8	96,0	97,8	97,2	96,0	97,6	96,8	96,0	96,6	95,8	95,0	98,4	97,6
	66	99,5	99,2	98,8	98,0	99,0	99,0	99,5	97,6	96,6	100,0	99,4	98,6	100,0	98,6	98,0	99,0	97,4	97,2	99,0	97,8	97,4	98,0	97,4	96,4
	96	98,0	97,6	97,6	98,0	99,0	98,8	99,0	94,4	94,2	99,0	97,8	97,2	98,0	98,0	97,8	99,0	98,6	98,6	98,0	97,0	96,8	99,0	96,0	95,4
	126	99,0	97,2	96,8	99,5	96,8	96,8	99,0	97,2	97,0	98,0	98,4	97,8	99,0	97,6	97,6	99,0	97,8	97,6	98,0	97,0	82,0	99,0	94,2	94,0
	156	98,5	97,6	96,8	100,0	98,8	98,4	99,0	98,4	97,6	100,0	97,8	97,0	100,0	98,4	98,2	100,0	97,4	97,2	100,0	97,0	97,0	97,0	96,4	94,6
	186	99,0	96,0	94,8	96,0	97,6	97,4	99,0	97,2	95,8	100,0	99,2	97,8	99,0	97,0	95,0	100,0	97,6	95,8	100,0	96,4	92,6			
	223	96,0	96,8	96,2	97,0	98,4	97,8	98,0	97,0	96,8	99,0	97,8	97,0	98,0	98,0	96,4	98,0	97,8	97,2	97,0	96,8	95,8	einde proef		
6	0	97,0	97,8	96,6	99,5	98,0	97,4	96,0	98,8	97,8	97,5	99,2	98,4	98,0	97,6	96,2	98,0	99,6	99,6						
	3	98,0	98,2	96,6	98,5	97,4	95,0	98,0	97,2	91,2	97,0	97,8	94,8	99,0	98,0	96,8	96,0	95,4	91,8						
	7	97,5	98,8	98,4	100,0	98,0	98,0	97,0	98,0	98,0	98,0	98,8	98,8	98,5	99,0	99,0	100,0	98,4	98,2						
	11	98,0	98,2	97,6	99,5	97,8	96,8	98,5	98,2	97,8	99,0	99,0	98,2	100,0	97,4	96,2	99,0	98,8	98,4						
	19	97,0	98,6	98,2	98,0	98,2	98,0	97,0	97,4	97,4	98,0	97,8	97,6	98,0	98,8	98,6	98,0	98,4	98,0						
	26	95,0	98,0	97,0	94,0	98,0	97,4	95,0	97,4	97,4	94,0	98,6	98,6	97,0	98,0	97,6	95,0	98,4	98,0	einde proef					
7	0	99,0	98,6	98,0	98,0	99,2	99,0	99,0	99,4	99,2	98,0	99,2	98,8												
	3	97,0	97,0	93,4	97,0	96,2	89,6	97,0	97,2	94,6	98,5	96,2	81,0												
	7	99,0	99,0	98,8	99,0	98,0	97,0	99,0	99,6	98,8	97,0	98,8	98,0												
	11	98,0	98,2	97,6	98,0	97,8	95,2	98,0	99,0	98,8	100,0	99,0	98,0												
	19	98,5	99,0	98,8	100,0	99,0	98,4	99,0	98,8	98,6	98,0	99,4	99,2												
	26	99,0	96,6	96,2	96,0	98,8	98,6	98,0	98,8	98,0	96,0	99,6	99,2												

1 = „kiemkracht“ vlg. Vitascoop. - 2. = „kiemkracht“ vlg. Schönfeld (N.I.B.E.M.) - 3 = kiemenergie vlg. Schönfeld (N.I.B.E.M.)

TABEL 7.

Verkregen resultaten betreffende kiemeigenschappen objekt 8.

Bewaarduur in dagen	Plaatsaanduiding (zie figuur 8)														
	a			b			c			d			e		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0	96,0	99,0	98,6	98,0	99,0	98,6	97,0	99,2	98,8	97,0	99,4	99,2	98,0	99,0	98,8
14	96,5	99,4	99,4	94,5	99,4	99,2	98,0	99,0	98,6	96,0	98,0	97,8	94,5	98,6	98,4
29	98,0	99,2	99,0	98,5	98,6	98,4	98,0	98,8	98,6	100,0	99,0	98,8	96,5	98,8	98,8

1 = „kiemkracht“ vlg. Vitascoop

2 = „kiemkracht“ vlg. Schönfeld (N.I.B.E.M.)

3 = kiemenergie vlg. Schönfeld (N.I.B.E.M.)

TABEL 8.

Temperaturen (°C) in de objecten 2 en 4, gemeten te 17.30 uur (vóór) en te 8.30 uur (nà)

(tussen beide waarnemingen werden beide objecten enige (gelijke) tijd geventileerd met lucht van dezelfde temperatuur en R. V.).

Objekt nr.	Plaats in de laag (cm van onderzijde)	Ventilatie-data in oktober 1958 ('s nachts)													
		vóór 2-3	nà	vóór 6-7	nà	vóór 10-11	nà	vóór 11-13	nà	vóór 15-16	nà	vóór 16-17	nà	vóór 17-18	nà
2	d) 175	13,6	11,7	13,4	9,9	12,0	11,8	12,3	10,6	10,8	9,8	10,1	9,5	10,1	7,2
	c) 125	14,1	11,7	13,4	9,9	12,0	12,3	12,3	10,6	11,0	9,8	10,3	9,3	10,1	7,5
	b) 75	14,1	11,4	13,4	9,9	11,5	12,3	12,6	10,6	11,0	9,6	10,3	9,3	10,1	7,5
	a) 25	14,1	10,9	14,2	10,1	13,7	12,3	12,6	10,6	12,3	9,8	10,3	9,3	10,1	8,5
	gem. t	14,0	11,4	13,6	10,0	12,3	12,2	12,5	10,6	11,3	9,8	10,3	9,4	10,1	7,7
4	f) 275	13,6	11,7	13,6	12,6	14,5	12,6	13,1	10,8	12,3	10,8	11,1	10,5	10,4	8,0
	e) 225	12,8	11,7	13,6	12,6	14,2	12,6	13,1	10,6	12,3	10,8	11,1	9,8	10,1	7,7
	d) 175	13,3	11,7	13,6	12,6	14,2	12,6	12,6	10,3	12,3	10,6	11,1	9,3	10,1	7,5
	c) 125	13,6	11,9	13,6	11,9	13,7	12,3	12,3	10,3	11,8	10,6	10,3	8,8	10,1	6,7
	b) 75	13,8	11,7	13,4	9,6	12,0	11,8	11,8	10,3	11,8	9,8	9,8	8,5	10,1	6,2
	a) 25	14,1	10,9	13,4	8,4	12,0	12,0	12,3	10,6	12,3	9,3	9,8	9,0	10,1	6,5
gem. t	13,5	11,6	13,5	11,3	13,5	12,3	12,5	10,5	12,1	10,3	10,5	9,3	10,2	7,1	
Ventilatieuur (min.)		123		178		79		886		197		214		529	

Luchthoeveelheid : silo 2 225 m³/m³h
silo 4 50 m³/m³h

TABEL 11.

Aanbevolen luchthoeveelheden en laagdikten voor langdurige geventileerde bewaring van vochtige brouwgerst (na de bewaring 17 % vocht).

Aanvangsvochtgehalte %	1 ^o deel van de bewaring (aansluitend aan de oogst)					2 ^o deel van de bewaring (aansluitend aan het eerste deel)				
	Maximale duur dagen	Minimale luchthoeveelheid m ³ /m ³ h	Wijze van beluchten	Maximale laagdikte m	Luchtweerstand graanlaag mm W.K.	Maximale duur maanden	Luchthoeveelheid m ³ /m ³ h	Wijze van beluchten	Maximale laagdikte m	Luchtweerstand graanlaag mm W.K.
25	10	450	kontinu	0,9	± 48	± 7	20-35	diskontinu	4	24-48
24	15	260	"	1,3	"	"	"	afhanke-	"	"
23	20	160	"	1,8	"	"	"	lijk van	"	"
22	25	110	"	2,2	"	"	"	tempera-	"	"
21	30	70	"	2,7	"	"	"	tuurver-	"	"
20	"	50	"	3,2	"	"	"	schil graan	"	"
19	"	35	"	4,0	"	"	"	en buiten-	"	"
18	"	20-35	"	4,0	24-48	"	"	lucht	"	"

TABEL 12.

Aanbevolen luchthoeveelheden en laagdikten voor tijdelijke geventileerde bewaring aansluitend aan de oogst, met de bedoeling daarna kunstmatig te drogen.

Aanvangsvochtgehalte %	Max. duur dagen	Minimale luchthoeveelheid m ³ /m ³ h	Wijze van beluchten	Ventileren bij temperatuurverschil graan-lucht °C	Maximale laagdikte m	Luchtweerstand graanlaag mm W. K.
22,5	7	120	diskontinu	2	2,0	44
22	10	100	afhankelijk	2	2,3	48
21,5	14	90	van tempera-	2	2,4	48
21	20	70	tuurverschil	2	2,7	48
20	25	60	graan en	3	3,0	48
19	30	40	buitenlucht	3	4,0	54

RESUME

Des essais semi-industriels furent faits sur la ventilation durant la conservation d'orge de brasserie, qui fut trop humide pour une conservation habituelle. On a travaillé sur de l'orge Balder bien nettoyée de la récolte 1958.

Avec une suffisante intensité de ventilation, on peut à côté de l'influence favorable sur l'humidité (et avec une ventilation sélective aussi une influence favorable sur la température) s'attendre à une influence favorable supplémentaire du courant d'air.

On a trouvé que pour une longue conservation (jusque mars) il est nécessaire de ventiler continuellement jusqu'à ce que le taux d'humidité a baissé jusque $\pm 17\%$. Après ce traitement une ventilation sélective de $35 \text{ m}^3/\text{m}^3/\text{h}$ (et peut-être même $20 \text{ m}^3/\text{m}^3/\text{h}$ en hiver) s'est avérée suffisante. La durée de la période de ventilation continue (séchage lent avec de l'air frais jusque 17% d'humidité) dépend de l'humidité initiale de l'orge et des conditions atmosphériques. En général cette période commence directement après la récolte et dure au maximum un mois.

Le tableau 11 donne les conditions conseillées pour une longue conservation, après laquelle on ne doit plus sécher artificiellement. La conservation comprend ainsi deux périodes : 1) le traitement avec ventilation continue d'une couche, dont l'épaisseur dépend de l'humidité initiale de l'orge, et 2) la conservation jusque fin mars avec ventilation sélective. L'orge peut alors être délivrée à un taux d'humidité de $\pm 17\%$.

Si en attendant le séchage artificiel on veut tenir la température aussi basse que possible par ventilation sélective, on doit travailler sur de l'orge qui ne contient pas de grains verts et dont l'humidité ne dépasse pas $22,5\%$. Dans ce cas on recommande les normes du tableau 12.

SUMMARY

At a semi-technical scale investigations are made concerning ventilation during storage of brewing barley, having a moisture content too high for ordinary storage. The material was well pre-cleaned Balder barley, harvested in 1958.

With a satisfactory intensity of ventilation an extra effect of conservation is to be expected, besides the drying effect and (with selective ventilation) the cooling effect.

The conclusion is that for a long storage (till March) continuous ventilation of suitable intensity

has to take place in order to get a moisture content of $\pm 17\%$. Afterwards selective ventilation at a rate of $35 \text{ m}^3/\text{m}^3/\text{h}$ (probably $20 \text{ m}^3/\text{m}^3/\text{h}$) will be sufficient.

The duration of the period of continuous ventilation (slow drying with unheated air till 17% m.c.) depends on the moisture content of the barley and of the weather conditions. In general this period begins after harvesting and lasts one month maximum.

Table 11 gives the advisable conditions for long storage after which no further artificial drying has to take place. The storage has to be divided in a pre-treatment (continuous ventilation) and a storage during fall and winter (with selective ventilation). The barley is then supposed to be delivered with a moisture content of $\pm 17\%$.

When a short storage period is to be established, during which selective ventilation is wanted in order to keep the temperature as low as possible, after which artificial drying is supposed, the possible circumstances are given in tabel 12, valuable for barley without green kernels.

ZUSAMMENFASSUNG

In halbtechnischem Maszstab wurden Versuche zur Belüftung von in einer Schicht liegender für Dauerlagerung zu feuchter Braugerste vorgenommen (8 Fälle). Das Ausgangsmaterial war gut vorge-reinigte 1958 geerntete Gerste der Sorte Balder.

Bei genügender Belüftungsintensität ist neben einer günstigen Wirkung auf den Wassergehalt (und bei selektiver Belüftung auf die Temperatur) eine zusätzliche konservierende Wirkung von dem Luftstrom zu erwarten.

Zu folgern ist, dass man für Dauerlagerung anfangs ununterbrochen belüften soll, bis der Wassergehalt etwa 17% beträgt. Danach genügt selektive Belüftung, wozu eine Luftmenge von $35 \text{ m}^3/\text{m}^3/\text{h}$ jedenfalls ausreicht. Wahrscheinlich kommt man bei 17% Prozent Wasser im Winter mit $20 \text{ m}^3/\text{m}^3/\text{h}$ aus. Die Dauer der anfänglichen ununterbrochenen Belüftung bis zu einem Wassergehalt von 17% hängt vom Anfangswassergehalt und von der Witterung ab (also auch von der Jahreszeit). Im allgemeinen wird die in Rede stehende Lagerperiode in der Erntezeit anfangen und höchstens einen Monat dauern.

Die Tabelle 11 gilt für Dauerlagerung mit Belüftung, nach welcher nicht mehr künstlich getrocknet zu werden braucht. Es handelt sich also um die Vorbehandlung (1. Teil der Lagerung — ununter-

brochene Belüftung einer Schicht, deren Dicke dem Anfangswassergehalt entsprechend zu wählen ist) und um die weitere Lagerung, bei der z. B. bis Ende März selektiv belüftet wird und nach der die Gerste mit 17 Prozent Wasser abgeliefert werden kann.

Soll zur Vorbereitung der künstlichen Trocknung

die Temperatur feuchter Gerste durch selektive Belüftung niedrig gehalten werden, so gelingt das nur, wenn diese Gerste keine grünen Körner und nicht mehr als 22,5 Prozent Wasser enthält. Für diesen Fall empfehlen sich die Normen der Tabelle 12.