

CENTRAAL INSTITUUT VOOR LANDBOUWKUNDIG ONDERZOEK  
WAGENINGEN

Publikatie van het Droogtechnisch Laboratorium, N<sup>o</sup> 69

HET DROGEN EN OPSLAAN VAN GRAAN OP HET LANDBOUWBEDRIJF IN  
WEST-DUITSLAND.

Verslag van een tweedaags bezoek aan Bonn en omgeving  
op 23 en 24 januari 1956.

door

Ir P. Wiertsema en J. Kreyger

2161554

HET DROGEN EN OPSLAAN VAN GRAAN OP HET LANDBOUWBEDRIJF IN  
WEST-DUITSLAND.

Verslag van een tweedaags bezoek aan Bonn en omgeving  
op 23 en 24 januari 1956.

door

Ir P. Wiertsema en J. Kreyger

Korte inhoud.

Problemen betreffende het drogen en opslaan van graan op het landbouwbedrijf worden in West-Duitsland bestudeerd op het Institut für Landtechnik te Bonn. Het onderzoek aldaar blijkt zich geheel parallel te hebben bewogen met dat hier te lande.

Evenals hier staat de toepassing van het kunstmatig drogen en opslaan op het bedrijf nog aan het begin. In Duitsland is het veelal eerder mogelijk met onverwarmde lucht te drogen, of met buitenlucht die door een geringe verwarming "verbeterd" is. Het aanwezig zijn van sterke zolders op de meeste bedrijven vergemakkelijkt het interne transport.

Het drogen op het bedrijf geschiedt hoofdzakelijk in vakken, waarbij de lucht door vrij dikke lagen geblazen wordt via een soort Tacco luchtverdeelstelsel. Men heeft hierbij een vrij hoog energie verbruik. Bij de meeste bezochte bedrijven werd slechts een deel van de oogst aldus behandeld.

Diverse fabrikanten beginnen geventileerde silo's van cilindrische vorm, vervaardigd uit verschillend materiaal (hardboard met hout en gaas, metaalgaas, beton), op de markt te brengen. Voor Nederlandse omstandigheden zijn de constructie wijze en het materiaal interessant, evenals de kosten. De dimensionering zal in verband met ons, in het algemeen nattere klimaat, wel enige wijziging dienen te ondergaan. Voor onze bedrijven, waar over het algemeen geen zolders aanwezig zijn, zijn de problemen, in verband met het besparen van arbeidskrachten bij het transport, moeilijker.



## I. DOEL VAN DE REIS.

Uit enkele publikaties, o.a. in Landtechnik, wisten wij dat Prof. C.H. Dencker, Directeur van het Institut für Landtechnik, Meckenheimer Allee 176 te Bonn met enkele medewerkers onderzoekingen verrichtte aangaande het kunstmatig drogen van graan op het landbouwbedrijf.

Daar het de bedoeling is om in 1956 in ons land het onderzoek naar het drogen van graan op het bedrijf uit te breiden met een praktijkproef, waarbij het graan in silo's zal worden gedroogd, was het gewenst poolshoogte te nemen naar de stand van zaken bij dit onderzoek in Duitsland.

Na een breedvoerige gedachtenwisseling met Prof. Dr Ing. C.H. Dencker en zijn medewerkers, Dipl. Ing. Heidt en Dipl. Ing. Bungartz, werd een bezoek gebracht aan enkele landbouwbedrijven, waar het drogen van granen in de praktijk wordt toegepast. Tevens werd een Centrale droog- en opslagplaats voor graan bezichtigd.

## II. BESPREKING MET PROF. DENCKER EN MEDEWERKERS OVER HET DROGEN VAN GRAAN OP HET BEDRIJF.

Over de volgende onderwerpen werd tamelijk breedvoerig van gedachten gewisseld:

### Centrale droog- en opslagruimten.

Hiervan zijn er in Duitsland meerdere inrichtingen. In de praktijk wordt er tamelijk veel gebruik van gemaakt. Er zijn nog slechts enkele centrale inrichtingen, die zowel los als opgezakt graan kunnen ontvangen. De meeste zijn uitsluitend ingericht voor het ontvangen van opgezakt graan. Het onderzoek betreffende de Centrale droog- en opslaginrichtingen voor graan wordt te Bonn verricht door Dipl. Ing. Bungartz.

### Het drogen op het bedrijf.

De belangstelling voor het drogen op het bedrijf zelf is groot, maar er zijn tot nu toe nog betrekkelijk weinig installaties in gebruik, omdat deze droogmethode in Duitsland ook nog nieuw is. Men past in de praktijk diverse typen silo's toe, maar tot nu toe in hoofdzaak droogvloeren. Als regel blijft het graan in dezelfde ruimte, als waarin het door langzame droging is geconserveerd.

### Fundamenteel en semi-technisch onderzoek aangaande het drogen van betrekkelijk dikke lagen, zoals dit op het bedrijf gebeurt.

Met de onderzoekers te Bonn werd van gedachten gewisseld over de fundamentele grondslagen voor het drogen van graan op het bedrijf, terwijl tevens het onderzoek, dat te Bonn hierover is verricht, werd besproken.

Dit onderzoek is voornamelijk verricht door Dr H.L. Wenner, die tijdens ons bezoek echter niet aanwezig was.

Bij de besprekingen begon Prof. Dencker, aan de hand van een pas (in 1955) verschenen overzicht, het onderzoek toe te lichten, dat aan zijn Instituut in de loop van 4 jaar is verricht en dat nog onder handen is. Het onderzoek blijkt zich in hoofdtrekken parallel voltrokken te hebben met dat, verricht op het Droogtechnisch Laboratorium en het Laboratorium voor Technologie der L.H.

Onderzoek is ingesteld naar de vorming en de verplaatsingssnelheid van de droogzone bij het drogen van een laag, naar het bereiken van het

evenwichtsvochtgehalte en naar de invloed van de factoren luchthoeveelheid, laagdikte en drogend vermogen van de lucht. Men heeft daarnaast nog onderzocht in hoeverre er een conserverende werking van de luchtstroom (afgezien van droging) uitgaat. Een positieve conserverende werking werd vastgesteld.

Aan de hand van het semi-technisch onderzoek zijn, evenals op het Droogtechnisch Laboratorium, praktische richtlijnen opgesteld voor de praktijk. Deze richtlijnen komen neer op het toepassen van 290 - 830 m<sup>3</sup> lucht/uur per m<sup>3</sup> graan (afhankelijk van het aanvangsvochtgehalte en bij 6 dagen droogduur). Hierbij dient de lucht 65 - 70 % R.V. te hebben. Bij een vochtig klimaat is hiervoor een verwarming van de lucht van  $\pm 5^{\circ}\text{C}$  nodig. Omtrent de laagdikte is men er evenals bij ons van overtuigd, dat een dunne laag beter is dan een dikke, doch men gaat er in het algemeen van uit, dat 6 - 10 dagen als droogduur toelaatbaar is en men neemt de lagen vaak  $1\frac{1}{2}$  tot bijna 2 m dik.

De in publikatie N<sup>o</sup> 51 van het Droogtechnisch laboratorium gegeven richtlijnen komen neer op:

310 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> uur	bij	23 <sup>o</sup> C,	laagdikte	0.8 m
500	"	26 <sup>o</sup> C,	"	0.6 m
1200	"	30 <sup>o</sup> C,	"	0.4 m

Hierbij is uitgegaan van een zo laag mogelijk krachtverbruik, een zo kort mogelijke droogduur en een zo gelijkmatig mogelijke droging. De tweede faktor is speciaal van belang bij het drogen van zaaigraan en brouwergerst.

Op het gebied van onderzoek naar het mechanisme van de droging is men te Bonn niet verder dan wij hier in Nederland zijn. Te Bonn is men, evenals dat hier is geschied, bezig met het bepalen van dampdrukisothermen. Men doet het daar van graan, dat zich in een luchtstroom bevindt. Resultaten werden nog niet gegeven.

Verder is men bezig met een onderzoek naar de mate en de snelheid waarmede korrels graan van verschillend vochtgehalte, vocht uitwisselen. Het blijkt, dat een grove nivellering (tot een verschil van enkele procenten vocht) vrij snel plaats vindt, als de afstand niet te groot is. Dit onderzoek is van praktische betekenis.

Prof. Dencker liet zich verder zeer sceptisch uit ten aanzien van de methode van het drogen van graan in cilindrische silo's met een z.g. "Zentralrohr". Toch worden deze systemen in Duitsland toegepast. Hij bleek bezwaren te hebben, die ook door ons reeds aangevoerd zijn, n.l. het gevaar van een te dikke laag (te dunne binnenbuis) en van lucht van een te grote droogkracht (te hoge temperatuur).

#### Types en uitvoering van de droogsilos op het bedrijf.

Bij de besprekingen en de bezichtiging (waarover nadere bijzonderheden in dit verslag zijn opgenomen) is ons gebleken, dat de meeste bedrijven werken met droogvloeren op zolders, waarbij laagdikten van 1 - 2 m worden toegepast en waarbij de vakken meestal worden afgeschoten door wanden bestaande uit hout en hardboard (houtvezelbouwplaat). Wij troffen slechts één bedrijf aan met cilindrische silo's, voorzien van een centrale ventilatiebuis. Hierbij waren de wanden opgebouwd uit geperforeerd hardboard.

Uit reclame folders is ons gebleken, dat men in Duitsland, evenals in Engeland, metaalgazen cilindrische geventileerde silo's op de markt brengt (Graepel, Tornado) en betonnen silo's. Het Instituut te Bonn heeft een boekje uitgegeven, waarin het opslaan, ventileren en drogen op populaire wijze is beschreven en aan de hand van figuren is toegelicht.

Daarin is nog niet opgenomen een nieuw systeem van geventileerde silo's, waarbij gebruik wordt gemaakt van betonnen bouwelementen. Sommige van deze elementen zijn hol uitgevoerd, zodat toe- en afvoerkanalen voor de lucht worden gevormd. Het systeem was ons uit folders bekend. Het blijkt, volgens mededeling, op één bedrijf in aanbouw te zijn. Het systeem is ontwikkeld door: Fachverband Zement e.V., Köln, Riehler Strasse 8.

Men kan cellen van vierkante of zeshoekige doorsnede maken. Een zeshoekige cel van 12 ton kost  $\pm$  400 DM, laagdikte 1.6 m, een dito cel van 5.5 ton kost 260 DM, laagdikte 1.1 m. Bij de prijzen zijn kanalen, ventilatoren, montage, etc. niet begrepen. Bij de grote laagdikten (grote cellen) lijkt het ons de vraag of de toevoerkanalen, die in de stenen zijn uitgespaard, voldoende groot zijn, tenminste als men de cellen, zoals opgegeven, als honinggraten aan elkaar bouwt. In dit geval n.l. zal de maximale luchtsnelheid door de laag n.o.m. minder dan 100 m/uur zijn. In elk geval zullen er centrifugaalventilatoren met een flinke statische druk en een tamelijk hoog krachtverbruik dienen te worden toegepast. Overigens is het systeem interessant, omdat de silo's solide kunnen zijn en weinig onderhoud vereisen. De vloeren zijn vlak; algehele mechanisatie is niet wel mogelijk.

#### De kosten van het drogen op het bedrijf.

Te Bonn is ook vrij uitvoerig onderzoek ingesteld naar de kosten van het drogen op het bedrijf. Daar de brandstof- en energieprijzen in Duitsland, als gevolg van het aldaar toegepaste belastingstelsel in hun verhouding onderling anders liggen dan in Nederland kunnen de Duitse cijfers voor ons niet als richtlijn gelden.

Wel kwam uit het onderzoek naar voren dat bedrijven, die het graan met warme lucht moeten drogen, per jaar meer graan moeten drogen om met de Centrale droog- en opslagplaatsen te kunnen concurreren, dan bedrijven, die uitsluitend met koude lucht kunnen ventileren en drogen.

#### Wanneer met warme en wanneer met onverwarmde lucht drogen?

Drogen met verwarmde lucht is in Duitsland niet onder alle omstandigheden nodig. Indertijd is door Dr Köstlin en Dipl. Landw. Voigt een klimaatskaart van Duitsland gemaakt. Deze kaart is opgesteld aan de hand van de gem. jaarlijkse neerslag en de heersende gem. relatieve vochtigheid van de lucht over de maanden juli en augustus. Een indeling vond plaats in drie gebieden, I, II en III.

In het klimaatsgebied I is de lucht zo droog, dat normaal slechts 1/4 tot 1/3 van het gemaaidorste graan nagedroogd behoeft te worden om het te kunnen bewaren. Voor de droging kan worden volstaan met het doorblazen van koude lucht. Geadviseerd wordt om slechts 1/4 van de opslag-silo's ventileerbaar te maken.

In het klimaatsgebied II moet normaal 1/3 tot 1/2 van het gemaaidorste produkt worden nagedroogd. Verwarming van de lucht is niet altijd nodig. Daarom wordt geadviseerd een in aanschaf goedkope verwarmingsinrichting te nemen (electrisch of met propaangas), die echter dure brandstof gebruikt. Verder adviseert men om in ieder geval de helft van de beschikbare silo's ventileerbaar te maken.

In het klimaatsgebied III wordt het grootste deel van het gemaaidorste produkt zodanig gewonnen, dat nadrogen noodzakelijk is. Daarom moeten alle silo's ventileerbaar zijn, terwijl een inrichting voor de verwarming van lucht noodzakelijk is.

De kenmerkende eigenschappen van de klimaatsgebieden zijn voor de maanden juli en augustus:

Klimaatsgebied	I	< 130 mm	neerslag	< 57 %	relat. luchtvochtigheid
"	II	130-180 mm	"	58-64 %	"
"	III	> 180 mm	"	> 65 %	"

Aangenomen wordt, dat graan houdbaar is wanneer het een vochtigheidsgehalte heeft kleiner dan 15 à 16 %.

### III. BEZOEK AAN ENKELE LANDBOUWBEDRIJVEN.

#### Bedrijf Ehser, Thronhof, Wissersheim (Kreis Düren).

Dit bedrijf van 70 ha grootte oogst per jaar met de maaidorser ± 40 à 45 ha granen, waarvan 18 ha tarwe, 7 ha wintergerst en 7 ha rogge als zaaigraan, die van stam worden geoogst met een Claas maaidorser.

Van dit geoogste produkt heeft de helft een vochtgehalte van 18 à 20 % en moet dus gedroogd worden. Hiervan kan met de, op het bedrijf aanwezige, geventileerde silo's de kleinste helft ongeveer tegelijkertijd worden gedroogd. 1/6 deel van al het gemaaidorste graan moet onmiddellijk worden gedroogd. De rest kan wel even wachten.

Op het bedrijf zijn twee graansilo's van samen 50 ton inhoud aanwezig. Deze silo's hebben een diameter van 3.2 m en zijn gefabriceerd uit houtvezelplaten (hardboard 4 mm), die door houten strippen en vlechtwerk van ijzerdraad bij elkaar worden gehouden.

Het centrale ventilatiekanaal in de silo is vervaardigd van plaatijzer voorzien van langsgleuven (diameter van 50 cm).

De bouwplaten zijn geperforeerd zodat de vochtige lucht door de perforaties kan verdwijnen.

Het ijzerdraad van het vlechtwerk heeft een speciaal profiel, het is ovaal, terwijl de knopen in handwerk zijn gevlochten.

De silo's zijn geleverd door Draht-Bremer, Marktheidenfeld a/Main.

De centrale kokers in de silo zijn afsluitbaar met een afsluiter, die door middel van een lier met kabel op en neer beweegbaar is.

Als ventilator doet een axiaal-ventilator van speciaal type, fabriek Siemens-Schuckert (Berlin - Erlangen), dienst. Dit type is oorspronkelijk ontwikkeld ten behoeve van kolenmijnen. Er wordt 240 m<sup>3</sup>/sec. lucht verzet bij ± 30 mm WK en ± 150 m<sup>3</sup>/sec. bij een tegendruk van 120 mm WK (hetgeen een zeer hoge druk is voor een axiaal-ventilator). Motorvermogen 6 PK. Als prijs wordt 1400 DM opgegeven. De graanlaag is ± 1.45 m dik, waardoor het krachtverbruik uiteraard hoog is.

Verwarming van de lucht wordt niet toegepast. In de toekomst zou dit misschien nog wel eens gebeuren.

De kosten van de silo's belopen ± 4500 DM; inclusief ventilator en kanalen wordt dit ± 6000 DM of 120 DM/ton.

Het graan wordt op het bedrijf gereinigd na de droging. Hiervoor gebruikt men een Neusaat graanreiniger met een capaciteit van 1 ton/uur.

Het vullen van de silo's en ook het transport van het graan van de silo's naar de opzakinrichting vindt plaats met een Neusero graanblazer. Voor de aandrijving is een electromotor van 7½ PK aanwezig.

Een dergelijke blazer is goed te gebruiken omdat het graan op de maaidorser wordt opgezakt. Men kan de zakken vanaf de wagen in de trechter van de graanblazer laten leeglopen.

Wij hadden de indruk, dat speciaal de constructie van de silo's goed en goedkoop was. De dimensionering van de binnenbuis resp. de dikte van de graanlaag kan er mee door als het graan niet te nat is

en de krachtstroom niet te duur. De inrichting zal zich echter niet goed lenen voor het drogen van zaagraan of brouwgerst.

#### Bedrijf Peill te Allesheim bij Düren.

Dit bedrijf van 250 ha verbouwt veel zaaierwten voor de conservenindustrie. Deze erwten worden na veldtorsen met de maaidorser gedroogd in 4 kisten van ieder 40 m<sup>2</sup> oppervlakte. Als storthoogte van de erwten wordt 80 cm aangehouden.

De droogruimten zijn aangebracht op een zolder, zodat men een groot deel van de erwten via afsluitbare kokers uit de "kisten" kan laten lopen en opzakken. De laatste erwten, die op de droogvloer achterblijven, worden met een schuif naar de stortkokers geduwd.

Het drogen van de erwten gebeurt met een Tacco installatie. De lucht wordt opgewarmd met een verhitter afkomstig van de Riedberg Werke, Riedberg in Westfalen. Deze verhitter werkt indirect en is dus voorzien van een warmtewisselaar.

Per uur kan de bakbrander  $3\frac{1}{2}$  à 4 kg olie verstoken. De temperatuurverhoging van de lucht bedraagt 12°C.

Er zijn thermostaten in het luchtkanaal aangebracht, overeenkomstig de gebruikelijke beveiliging bij een C.V. installatie (een maximaal- en minimumthermostaat).

De erwten worden (evenals trouwens de granen die men normaal niet droogt) op kipwagens aangevoerd. Deze kipwagens (normale 5 tons wagens) kan men leegstorten door middel van een stortgat aan één zijde in de wagnvloer. De erwten vallen in de trechter van een pneumatische graantransporteur, fabrikaat Engelbrecht und Lemmerbrock, Melle i. Westfalen (motor 15 PK). Prijs 8000 DM. Deze graanblazer kan zuigen en persen. Komt graan rechtstreeks via de trechter in de persleiding, dan is de capaciteit 8 à 10 ton per uur; wordt het graan tevens opgezogen dan daalt de capaciteit tot 5 à 6 ton graan per uur.

Op het bedrijf zijn 3 maaidorsers aanwezig met graantank. Wanneer deze alle drie werken zijn er 6 kipwagens nodig om het gedorste materiaal voldoende snel af te kunnen voeren.

Het systeem van drogen, zoals dat op dit bedrijf wordt toegepast met een Tacco-installatie en verwarmde lucht is uit droogtechnisch oogpunt bezien niet geheel verantwoord.

De laagdikte is 80 cm, de drooglucht wordt volgens zeggen  $\pm 12^{\circ}\text{C}$  opgewarmd. Dit betekent, dat de luchthoeveelheid  $\pm 8000 \text{ m}^3/\text{uur}$  is. Het oppervlak van de droogvloer is  $4 \times 40 = 160 \text{ m}^2$ , zodat de luchthoeveelheid  $50 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{uur}$  is, als alle vloeren in bedrijf zijn. Dit is veel te weinig, vooral als het produkt flink moet worden ingedroogd.

#### Graandroger en opslaginrichting van de Buirer Genossenschaft.

Dit is één van de centrale droog- en opslaginrichtingen, waar het graan zowel los als in zakken ontvangen kan worden.

De partijen graan komen na droging door elkaar gemengd in silo's.

De gehele installatie heeft zonder machines 350.000 DM gekost en met machines 450.000 DM. De capaciteit van de installatie was 2000 ton graan. De kosten bedragen dus 225 DM/ton.

Er is een centrale stortput, van waaruit het verticale transport naar boven plaats vindt door 2 jacobsadders (cap. 30 ton/uur per stuk). Het verticale transport naar beneden geschiedt door valpijpen. Horizontaal transport vindt plaats met kettingtransporteurs.

Het drogen geschiedt in een eenvoudige torendroger met verticale graanschachten, de warmte wordt opgewekt in een cokes oven.



Men werkte dit jaar af en toe volgens zeggen met vrij hoge lucht-inlaattemperaturen, doch liet het graan snel door de droger zakken (soms in een tempo van 12 - 15 ton/uur) terwijl de nominale capaciteit in de buurt van 3 ton lag.

Bedrijf Krafft te Buir. (Verwalter Dr Schmidt)

Dit bedrijf, dat zich in hoofdzaak toelegt op het kweken van nieuwe aardappelrassen en op het vermeerderen van zaaizaad voor andere kwekers, heeft per jaar 300 à 400 ton graan te verwerken. De helft van dit graan kan men in de zelf gebouwde droogruimten drogen en bewaren.

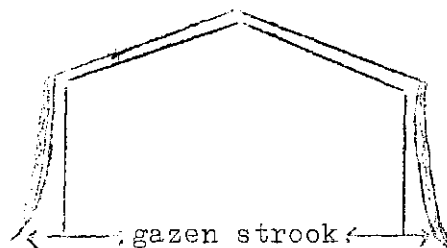
De droogruimten bestaan uit op een zolder afgeschoten vakken van 5 x 4 meter, in twee rijen van 5 aan weerszijden van het hoofdventilatiekanaal gelegen.

Het graan, dat opgezakt van de maaidorser komt, brengt men met een graanblazer in de verschillende vakken. Hiervoor is over de afscheidingen heen een vaste buisleiding aangebracht.

In de vakken liggen losse luchtkokers, die aan het hoofdkanaal zijn gekoppeld en daarmee in verbinding kunnen worden gesteld door van boven bedienbare schuiven van hardboard. Het koppelen gaat zeer eenvoudig. De losse luchtkokers worden op de plaats van deze schuiven tegen het hoofdkanaal aangelegd en afgedekt met een zak.

De losse luchtkokers zijn deels afkomstig van een Tacco-installatie, deels zelf gemaakt van twee schuin tegen elkaar op een raamwerk van latten geslagen planken. Aan de onderzijde hangt aan iedere plank een gazen strook voor de doorlaat van de lucht (zie schets).

Deze luchtkokers kosten 7.50 DM per meter. Volgens metingen van het Droogtechnisch Laboratorium is het gebruik van dergelijke luchtverdelers niet ideaal.



Door de bedrijfsleider werd er op gewezen, dat men er voor moest zorgen eerst een dun laagje graan op de vloer te leggen en daarop de kokers. Anders gaan ze bij het vullen gemakkelijk verschuiven.

Omdat de vakken zijn afgeschoten op een zolder kunnen ze door middel van stortkokers worden leeggemaakt. Om al het graan in de stortkoker te krijgen, gebruikte men een schuif met lange steel, zodat men van het looppad af al het graan naar de stortkoker kan schuiven.

De storthoogte van het graan in de kisten wordt aangehouden op 1.50 m. De scheidingswanden zijn opgebouwd uit bouwplaten van houtvezel. Bij het vullen van één vak worden de wanden tamelijk zwaar belast. De bouwplaten zijn daarom op het houten raamwerk vastgespijkerd met spijkers, die schuin in het hout zijn gedreven; dit om losdrukken van de bouwplaten te voorkomen.

Op het hoofdkanaal tussen de kisten zijn twee ventilatoren aangebracht, één centrifugaalventilator van Hering te Neurenberg met een capaciteit van 18000 m<sup>3</sup>/uur en een axiale ventilator. Er wordt gedroogd met onverwarmde lucht.

De gehele inrichting van deze droog- en opslaginrichting voor 200 ton graan had 8000 DM gekost.

Het drogen met onverwarmde lucht is alleen mogelijk omdat het bedrijf in klimaatszone I ligt. Overigens overwoog men wel om een verwarmingsapparaat aan te schaffen, dat in tijden van slecht oogstweer zou kunnen worden ingeschakeld.

Voor de bouw van dergelijke droogkisten op een zolder lenen de Duitse bedrijfsgebouwen zich in het algemeen zeer goed. In Nederland zal men daar slechts weinig van gebruik kunnen maken, omdat men in ons land deze zolders als regel niet aantreft. Of het aanbeveling verdient twee verschillende typen ventilatoren op een luchtleiding aan te sluiten, zoals hier was gebeurd, valt o.i. te betwijfelen. Overigens is de beschreven inrichting alleen toe te passen als men van reeds vrij droog graan uitgaat en een goed klimaat heeft.

Bedrijf van de afdeling "Tiererzuchtung und Ernährung" van de Universiteit te Bonn.

Dit bedrijf ligt in het Zevengebergte te Frankenforst in klimaatszone III.

Evenals op het hierboven beschreven bedrijf wordt het graan gedroogd en opgeslagen in vakken of kisten, die op een zolder zijn geplaatst. De wijze van vullen, ledigen en de bouw van deze kisten komt geheel met de hierboven beschreven inrichting overeen.

In totaal is op dit bedrijf een droog- en opslagruimte aanwezig voor 45 m<sup>3</sup> graan (ruim 30 ton).

De lucht wordt verwarmd met een propaangasinstallatie, die per uur 1.3 kg propaan verbruikt. Er is een lekvlam, die de gassen ontsteekt. Een maximaal thermostaat zorgt ervoor, dat de gastoevoer bij te hoog oplopende temperatuur wordt afgesloten. Dit kan b.v. voorkomen als de centrifugaalventilator, die de lucht levert, uitvalt. Een minimaal thermostaat zorgt voor het afsluiten van de gastoevoer als de vlam (dus ook de lekvlam, die het gevoelige element van deze thermostaat bedient) om een of andere reden uitdooft.

De verbrandingsgassen worden, gemengd met de lucht, via de ventilator rechtstreeks door het graan geblazen. Daar het brandgevaar bij propaan zeer klein is, bestaan tegen de direkte verwarmingsmethode met propaan in Duitsland geen bezwaren, aldus werd medegedeeld.

De koellucht van de electromotor van de centrifugaalventilator wordt bij deze installatie door deze ventilator mede aangezogen teneinde warmte te sparen. De constructie van de motor dient er evenwel op berekend te zijn.

Een bijzonderheid van deze installatie was, dat ze in haar geheel geleverd werd door één firma, n.l. Krefft te Gevelsberg. Deze had de verschillende onderdelen van andere firma's betrokken en ze gezamenlijk afgeleverd. De ventilator b.v. was geleverd door Paul Pollrich & Comp. te München Gladbach, Neustr. 172. Als rendement van deze ventilator werd door Ing. Heidt 80 à 90 % opgegeven. Maximaal op te nemen vermogen, volgens opgave 7.5 KW ( $\pm 10$  PK). Dit lijkt erg veel als men bedenkt, dat er slechts 30 ton graan werd gedroogd. De luchthoeveelheid zou van de orde van 27000 m<sup>3</sup>/uur kunnen zijn bij 80 mm WK. Dit betekent een grote lichtsnelheid door het graan en een kleine temperatuurstijging (iets in de orde van 2°C door het propaan en  $\frac{1}{2}$  -  $\frac{3}{4}$  °C door motor en ventilator).

De kosten voor brander, opstand voor propaanflessen en ventilator bedragen  $\pm 1700$  DM. De kosten voor kanalen, schotten, etc. werden niet opgegeven.

Het drogen komt neer op blazen met wat verbeterde buitenlucht.

Bedrijf Poths, Hof Bremecke bei Kierspe (Kreis Alteno).

Dit bedrijf in het Sauerland ligt ook in klimaatszone III. Het gemaaidorste graan kan in 3 kisten van 11 m<sup>3</sup> inhoud ieder worden gedroogd en opgeslagen. Als steekhoogte in de kisten houdt men op dit bedrijf 1.75 m aan.



De kisten zijn weer gefabriceerd van houtvezelplaten en evenzo ingericht als op de hiervoor beschreven twee bedrijven.

Hier zijn de kisten echter dubbelwandig en dit bleek het bezwaar te hebben, dat er graan tussen de bouwplaten terecht komt, zodat men de kisten nooit geheel schoon kan maken.

De kisten zijn weer op een zolder geplaatst, waardoor het graan voor het opzakken door stortkokers naar beneden kan lopen. Deze stortkokers worden in de kist afgesloten door een houten prop op een lange steel. De steel steekt boven het graan uit en kan hieraan worden weggetrokken. Aan de onderzijde zijn de stortkokers met een schuif afsluitbaar.

De kisten zijn in 1952 ingericht en hieruit blijkt dus dat de bouwplaten van houtvezel tamelijk goed tegen het vochtige klimaat bestand zijn. Het vloeroppervlak is totaal  $33 \text{ m}^2$  ( $3 \times 11 \text{ m}^2$ ) groot.

De drooglucht, die geleverd wordt door een centrifugaalventilator, aangedreven door een motor van 5 KW (6.75 PK), was  $8000 - 10000 \text{ m}^3/\text{uur}$  bij  $\pm 120 \text{ mm WK}$ . De lucht wordt  $\pm 5^\circ\text{C}$  verwarmd. Ook hier is de luchthoeveelheid zeer groot (hoog krachtverbruik), terwijl eigenlijk met wat verbeterde buitenlucht wordt gedroogd. De lucht wordt verwarmd met behulp van een warm-water luchtverhitter van Happel KG-G.E.A. te Bochum. (Prijs 400 DM voor 30000 kcal/uur.) Het warme water wordt over een flinke afstand door vrij wijde buizen zonder circulatiepomp, dus met thermosyphonwerking, aangevoerd. Voor het verkrijgen van dit water dient een met cokes gestookte centrale-verwarmingsketel, capaciteit 28000 kcal/uur (Hildeuer Union Kessel). De installatie heeft n.o.m. bij de dikke laag, die wordt toegepast, het bezwaar, dat het graan van de bovenste helft meerdere dagen in vochtige luchtstroom ligt en eerst natter wordt. Voor zaaigoed of brouwgerst is dit systeem o.i. funest.

Het afgelopen seizoen werd het graan gedroogd van 28 ha, waarvan het vochtgehalte tussen 20 en 26 % lag. Het graan werd teruggedroogd tot 14 % vocht.

Het einde van de droging werd vastgesteld met een haarhygrometer, die men boven het graan legt.

Deze installatie was volgens melding van de landbouwer groot genoeg voor de capaciteit van de Claas Junior maaidorser.

Naast het drogen van graan wordt dezelfde verwarmingsketel op dit bedrijf ook nog gebruikt voor het drogen van hooi. Hiervoor heeft men in een aparte schuur een axiale ventilator met lattenrooster aangebracht.

De temperatuurverhoging van de lucht bedraagt  $3^\circ\text{C}$ . Deze verhitting wordt verkregen met dezelfde uitwisselaar. Het hooi wordt ingebracht met 50 % vocht en is, volgens zeggen, in 6 à 8 dagen droog. De axiale ventilator levert  $53000 \text{ m}^3$  lucht /uur tegen een druk van 50 mm WK. Het hooi blijft in de droogruimte opgeslagen. Er werd dus maar één partij gedroogd, welke naar taxatie 25 ton groot was. Een berekening leert, dat of de opgave van 50 % vocht, of de droogtijd niet klopt.

Het kwam ons voor dat de zeer lange buisleidingen op dit bedrijf tussen de verwarmingsketel en de uitwisselaar het warmterendement slecht moeten beïnvloeden. Op dit bedrijf waren in het verleden proeven genomen met olieverwarming en verwarmen met behulp van een stationaire dieselmotor, die tevens de ventilator aandreef. De resultaten van deze laatste methode werden gunstig genoemd.

#### IV. SAMENVATTING.

- 1<sup>o</sup> Tijdens ons tweedaags bezoek aan Bonn waren wij in staat een goede indruk te krijgen van het onderzoek, dat men in het Institut für Landtechnik heeft verricht naar het kunstmatig drogen van graan op het bedrijf. Het semi-technisch en laboratorium onderzoek heeft zich langs dezelfde lijnen voltrokken als bij ons.  
Waarschijnlijk mede door de inrichting van de Duitse bedrijfsgebouwen heeft men zich bij het praktijkonderzoek in Bonn wel wat eenzijdig toegelegd op het bestuderen van het drogen van graan in vakken. Deze methode zal voor ons in Nederland, gezien de krapte aan arbeiders, waarschijnlijk weinig perspectieven bieden.
- 2<sup>o</sup> Wij hebben de indruk, dat het toepassen van het kunstmatig drogen op het landbouwbedrijf in Duitsland in de praktijk nog geen grote vlucht heeft genomen. De methode verkeert nog in het beginstadium. Wel zijn er fabrikanten, die zich voor de methode interesseren en beginnen met het ontwerpen en op de markt brengen van inrichtingen voor het opslaan en drogen.  
Op geen enkel bedrijf, dat wij bezochten, had men voldoende droog- en opslagruimte aanwezig voor het drogen en bewaren van al het gemaaidste graan.
- 3<sup>o</sup> Drogen van graan met onverwarmde lucht, zoals dat in Duitsland op meerdere bedrijven wordt toegepast, zal in Nederland slechts onder gunstige weersomstandigheden mogelijk zijn.  
De indeling van West-Duitsland in drie klimaatszônes wijst er op, dat er in dit land tamelijk grote verschillen voorkomen in regenval en relatieve luchtvochtigheid. In de drogere streken is het drogen met onverwarmde lucht mogelijk. Toch wijst de belangstelling, die de praktijk ook in deze droge streken heeft voor een mogelijkheid om toch, indien nodig, verwarmde lucht te kunnen gebruiken er wel op, dat het drogen met onverwarmde lucht, ook onder gunstige omstandigheden bepaalde risico's met zich mee brengt.  
Nederland zal, wat klimaat betreft, praktisch geheel met de klimaatszône III vergeleken kunnen worden. Als regel zal verwarming van de lucht, ook volgens de Duitse opvattingen, hier dan ook niet gemist kunnen worden.  
Het karakter van de verwarming neigt evenwel naar een "verbetering" van de buitenlucht en in vele gevallen naar langzaam drogen tijdens de opslag.
- 4<sup>o</sup> De inrichting van de meeste bedrijfsgebouwen in West-Duitsland maakt het mogelijk de "droog"-kisten of -vakken (en eventueel ook silo's) op een zolder te plaatsen. Hierdoor kan men gemakkelijk van de zwaartekracht gebruik maken om het graan uit de bewaar- en opslagruimte te laten lopen voor het opzakken. Een dergelijke methode is in Nederland praktisch nergens mogelijk. Hierdoor wegen bij ons de voordelen van een droogvloer (vnl. eenvoudige constructie en goedkope bouw) niet zo zwaar als in Duitsland, omdat in ons land een dergelijke "kist" grotendeels zal moeten worden leeggeschept.
- 5<sup>o</sup> Het vullen van de droog- en bewaarruimte op de bedrijven, die wij bezochten, gebeurde meestal met een graanblazer. In een enkel geval konden de graanzakken vanaf de wagen rechtstreeks in de droogruimte worden gestort.

Transport met een graanblazer heeft het bezwaar, dat er voor de aandrijving van de blazer een tamelijk zware electromotor nodig is. Een ander bezwaar is, dat men kipwagens niet in één keer in de trechter van een graanblazer kan leegstorten. Dit is vooral een bezwaar als men een maaidorser met graantank gebruikt. Wij zullen daarom waarschijnlijk op veel bedrijven het transport voor het vullen van de droog- en bewaarruimte met elevatoren en/of transportbanden moeten uitvoeren.

- 69 De bouw en constructie van de silo's uit bouwplaten en betonblokken leek ons in principe eenvoudig en goedkoop. Proefnemingen hiermede zullen t.z.t. wenselijk zijn. Over de dimensionering en de luchtverdeling blijven o.i. vraagpunten open. Het is ons n.l. opgevallen, dat men voor het drogen en bewaren van granen in Duitsland bij het onderzoek tracht klaar te komen met een geringe investering. Het gevolg is, dat men met installaties moet volstaan, waarop uit een oogpunt van juiste droging wel het een en ander valt aan te merken.