

CENTRAAL INSTITUUT VOOR LANDBOUWKUNDIG ONDERZOEK

Publicatie van het Droogtechnisch Laboratorium, no.61

PRACTIJKPROEFNEMINGEN AANGAANDE HET KUNSTMATIG DROGEN  
VAN AKKERBOUWPRODUCTEN IN DE SCHUUR IN 1954

Derde serie: Het drogen van maïs in de schuur

door

J.Kreyger

PRACTIJKPROEFNEMINGEN AANGAANDE HET KUNSTMATIG DROGEN

VAN AKKERBOUWPRODUCTEN IN DE SCHUUR IN 1954

Derde serie: Het drogen van maïs in de schuur

door

J.Kreyger

Korte inhoud

De resultaten worden gegeven betreffende praktijkdroogproeven aangaande het drogen van voedermaïs in de schuur. Dit kan zeer goed verlopen. De kosten voor olie en energie variëren sterk met het vochtgehalte van de te drogen maïs.

Een voorbeeld voor een installatie is uitgewerkt. Het schuurdrogen van voedermaïs zal (afgezien van lonen en dorskosten) f.4,50 - f.3,- per 100 kg gedroogd, gedorst product kosten. De kosten zijn lager naarmate het vochtgehalte van de te drogen maïs lager is, naarmate een installatie per seizoen langer wordt gebruikt.

## Inleiding

In overleg met de Heer J. Maas (Hoofdassistent bij het Rijkslandbouwconsulentschap te Eindhoven) en ir W.R. Becker (C.I.L.O., Stichting Maïsteelt) werd een serie praktijkproeven opgezet aangaande het drogen van maïs in de schuur. De proeven werden uitgevoerd op de proefboerderij "Cranendonck" te Maarhoze met medewerking van de bedrijfsleider, de Heer P.H. Janssen.

De resultaten van een 8-tal proeven kunnen worden vermeld.

## Korte beschrijving van de installatie

Als droogruimte werd gebruikt een kleine aardappelbewaarpplaats, oppervlak vloer + 14 m<sup>2</sup>. In plaats van "lattenroosters" was een roostervloer gemaakt van ruitstokken. De lucht werd toegevoerd door een bestaand ondergronds kanaal en afgevoerd door een openstaande deur, waarvan de onderste helft was afgesloten.

De bestaande ventilator had een veel te geringe capaciteit. Besloten werd daarom een andere ventilator aan te schaffen (een SMR 10 no. 3, 2800 toeren, 2 p.k. van Asselbergs en Nachenius). Alvorens deze ventilator werd geleverd, werd gebruik gemaakt van een geleende ITHO-ventilator (proef 1 t/m 5, zie tabel 1).

Voor de verwarming van de lucht hebben verschillende verhiters gediend, t.w.

een Prior 7 (proeven 1 en 2),

een geïmproviseerde bakbrander (proeven 3 en 4) en

een Hylo-Salamanderkachel met ombouw (proeven 5 e.v.).

## Wijze van werken

Bij de eerste 2 proeven (zie tabel 1) werd de maïs in kolven gedroogd tot houdbaar en vervolgens gedorst. Bij proef 3 werd de maïs in kolven voorgedroogd, vervolgens gedorst, waarna de korrels in zakken werden nagedroogd. Beginnende met proef 4 werd de maïs vóór het drogen gedorst en vervolgens in wijdmazige zakken, 2 lagen dik gedroogd. Dit dorsen kon gebeuren, omdat het vochtgehalte (het was toen half December) zulks toeliet.

## Verkregen resultaten

De resultaten, verkregen door opname, weging, bemonstering en analyse of berekening, zijn opgenomen in tabel 1.

Door de wisseling van ventilatoren en branders zijn de luchthoeveelheden en de temperatuurverhogingen nogal gevariëerd. De luchthoeveelheden zijn berekend uit de waargenomen temperatuurverhogingen en het olieverbbruik. De gewichten van het materiaal vóór en na droging werden door weging bepaald. De vochtgehalten van de monsters werden op het Droogtechnisch Laboratorium bepaald.

De Hylo-Salamander leverde moeilijkheden op door roetvorming. De maïs was bij de desbetreffende proeven vaak flink zwart, o.i. in ontoelaatbare mate.

## Bespreking van de resultaten

### Temperatuurverhoging

Bij de eerste proeven is een tamelijk sterke temperatuurver-

haging toegepast. Dit was bij de hierbij betrokken maïs (voedermaïs) geen bezwaar.

### Wateropneming\_lucht

De wateropneming door de drooglucht hangt uiteraard samen met de mate van opwarming (met de droogpotential). In fig.1 is het verband te zien tussen wateropneming en temperatuurverhoging. Bij 15°C verhoging is een gemiddelde wateropneming van  $\pm 2$  kg per ton lucht te verwachten.

### Verdampingscijfer

Het verdampingscijfer (het aantal kg water, dat met behulp van 1 kg olie wordt verdampt) varieert maar betrekkelijk weinig en kan normaliter gemiddeld op 5,5 gesteld worden. Bij zeer natte maïs zal het wat hoger zijn, bij drogere maïs wat lager.

### Belading\_vloer

Droogt men de korrels in zakken, dan lijkt een belading van 400 kg (300 - 500 kg) per m<sup>2</sup> vloeroppervlak een juiste werkwijze. Bij droging in kolven kan de belading, zonder de luchtweerstand te hoog te maken, zwaarder zijn. Meer dan 800 kg/m<sup>2</sup> (1,5 m dik) is niet aan te bevelen, omdat men, vooral als de temperatuurverhoging groot is, condensatie krijgt boven in de laag.

### Brandstof- en energieverbruik

Het brandstofverbruik hangt in de eerste plaats af van de hoeveelheid water, die per 100 kg eindproduct moet worden verdampt. Deze hoeveelheid hangt weer af van het beginvochtgehalte en van het feit of men kolven droogt of korrels. Droogt men kolven, dan moet er ook vocht worden verdampt uit de spillen. E.e.a. wordt weerspiegeld in de kosten voor brandstof en energie per 100 kg gedroogd, gedorst product. Met betrekking tot de resultaten bij de proeven werd in fig. 2 het gemiddelde vochtgehalte vóór het drogen in procenten van de droge stof lineair uitgezet. Zodanig uitgedrukt geeft het in juiste mate aan in hoeverre er te veel vocht in aanwezig is.

Analyses hebben aangetoond, dat de verhouding in droge stof tussen korrels en spillen ongeveer als 82 : 18 is. Als de maïs te nat is om te dorsen, moet er in elk geval vóórgedroogd worden tot een vochtgehalte, waarbij dorsen mogelijk is ( $\pm 35$  %).

In tabel 2 vindt men een overzicht van:

- A. de hoeveelheid te verdampen water
- B. het te verwachten verdampingscijfer
- C. het te verwachten olieverbbruik
- D. de orde van grootte van de te verwachten kosten voor olie en energie

alles per 100 kg gedroogde, gedorste maïs. (De kosten voor energie beliepen 40 - 45 % van die voor de olie.) Het betreft hier normaal te verwachten waarden, waarop de te verwachten droogkosten kunnen worden gebaseerd.

Het drogen van vrij natte maïs kost 1,5 - 2 ct per kg meer dan het drogen van maïs met 30 - 35 % vocht. Bij het normale oogsten zal men evenwel op een vochtgehalte van  $\pm 45$  % moeten rekenen.

Het vóórdrogen bij natte maïs, daarna dorsen en vervolgens nádrogen is weliswaar wat brandstof en energie betreft, goedkoper dan het rechtstreeks drogen inclusief de spillen, maar het is de vraag of het voordeel opweegt tegen het extra-loon, verbonden aan

het tussentijds leegmaken van de schuur en vervolgens weer vullen. Heeft de maïs 35 % vocht, dan is vóóraf dorsen aan te bevelen.

### Capaciteit

In tabel 1<sub>2</sub> zijn verschillende waarden berekend, betrekking hebbende op 1 m<sup>2</sup> droogoppervlak en 1 uur drogen. De capaciteit, uitgedrukt in kg eindproduct per m<sup>2</sup>-drooguur, varieert uiteraard met het watergehalte, omdat dit samenhangt met de hoeveelheid te verdampen water. De waterverdamping stijgt onder overigens gelijke omstandigheden, naarmate de temperatuurverhoging van de lucht groter is. In fig.3 is het globale verband te zien, zoals dit bij de proeven tot uiting kwam. De spreiding in de punten wordt veroorzaakt doordat de luchthoeveelheid bij alle proeven niet gelijk was. In fig.4 is globaal de invloed van het vochtgehalte op de capaciteit in kg gedroogd en gedorst product per m<sup>2</sup> vloeroppervlak per uur tot uiting gebracht. Hierbij is de spreiding nog groter, doordat zowel wisselende luchthoeveelheden als temperatuurverhogingen invloed hebben gehad.

### Voorbeeld van een installatie voor het schuurdrogen van 4 ha maïs met 45 % vocht in één maand

Als voorbeeld moge het volgende geval dienen. Men wenst 4 ha maïs in 1 maand te drogen. Behalve voor maïs wordt de installatie ook nog voor het drogen van andere gewassen gebruikt. De jaarlijkse post afschrijving, rente en onderhoud drukt voor de helft op het drogen van maïs. Aangenomen wordt, dat de maïs zo vochtig is, dat vooraf dorsen niet mogelijk is. Men droogt daarom de maïskolven (gemiddeld 45 % vocht) vóór tot 35 %, dorst, en droogt vervolgens in zakken na.

1 ha maïs leveren + 4000 kg maïskorrels

4 " " " +16000 " "

Tijdsduur bruto 1 maand.

" netto (na aftrek tijd voor vullen, ledigen etc.)

22 dagen = + 530 uur.

Te verkrijgen gedroogde, gedorste maïs  $\frac{16000}{530} = 30$  kg/uur.

Te verdampen water (zie tabel 2 A)  $\frac{16000}{100} 59 = 9500$  kg =  $\frac{9500}{530} = 18$  kg/uur.

Benodigde olie (zie tabel 2 C)  $\frac{16000}{100} 12 = 1920$  l =  $\frac{1920}{530} = 3,61$ /uur.

Stel de temperatuurverhoging op 15°C.

Gemiddelde wateropname lucht (zie fig.1) 2 kg/ton.

Benodigde lucht voor 18 kg waterverdamping per uur dus  $\frac{18}{2} = 9$  ton = 9000 kg =  $\frac{9000}{s.g.lucht} = \frac{9000}{1,2} = 7500$  m<sup>3</sup>/uur (125 m<sup>3</sup>/min.).

De ventilator moet deze luchthoeveelheid kunnen leveren bij 35 mm W.K. (b.v. een Asselbergs en Nachenius SLR 8 no.4, 2800 toeren, 2 p.k., prijs + f.450,-).

Volgens fig.3 is de waterverdamping + 0,8 kg/m<sup>2</sup>uur (bij 15°C temperatuurverhoging). Het droogoppervlak zou dus op deze basis moeten zijn  $\frac{18}{0,8} = 22,5$  m<sup>2</sup>.

Volgens fig.4 is de capaciteit + 1,4 kg maïs per m<sup>2</sup> per uur (bij 45 % watergehalte). Het droogoppervlak zou moeten zijn  $\frac{30}{1,4} = 21,5$  m<sup>2</sup>.

Kiezen we een oppervlak van  $22 \text{ m}^2$ .  
Als brander (3,6 l/uur) kan een kleine Amerikaanse bakbrander van  
1 gallon/uur dienen (prijs  $\pm$  f.350,-).

### Grootte van de partijen en droogtijd

#### Vóórdrogen

Stel de laagdikte 1 m, de belading met de natte kolven wordt  
dan  $\pm 550 \text{ kg/m}^2$ . De partij wordt dus  $22 \cdot 550 = 12000 \text{ kg}$  groot,  
overeenkomende met  $\pm 1,35 \text{ ha}$  of  $5400 \text{ kg}$  gedroogde korrels.  
Bij het vóórdrogen te verdampen (zie tabel 2 A)  $59 - 30 = 29 \text{ kg}$   
per  $100 \text{ kg}$  gedroogde korrels. Totaal dus  $\frac{5400}{100} \cdot 29 = 1570 \text{ kg}$ .

Per uur is de waterverdamping gemiddeld  $18 \text{ kg}$ . Stel deze bij het  
vóórdrogen wat hoger, b.v.  $20 \text{ kg}$ . De vóórdroogduur wordt dan onge-  
veer  $\frac{1570}{20} = 80 \text{ uur}$  netto.

#### Nadrogen

Totaal te verdampen (zie tabel 2 A)  $59 \text{ kg}$  water per  $100 \text{ kg}$   
gedroogd product, dus  $\frac{5400}{100} \cdot 59 = 3200 \text{ kg}$ , waarvoor nodig  $\frac{3200}{18} =$   
 $\pm 180 \text{ uur}$ . Het nadrogen neemt dus  $180 - 80 = 100$  netto-uren in  
beslag.

### Droogkosten

Bouwt men een apartstaand zeer eenvoudig droogschuurtje, dan  
zullen de kosten daarvan, inclusief ondergronds luchtkanaal en  
roostervloer, kleine bakbrander met ombouw, ventilator etc., op  
 $\pm$  f.3600,- komen te staan. Rekent men voor rente, afschrijving  
en onderhoud f.600,- per jaar, dan komt dit, als de helft ervan  
op de maïs drukt, neer op  $\frac{300}{16000} \cdot 100 = \pm$  f.1,90 per  $100 \text{ kg}$  maïs.

De kosten voor brandstof en energie belopen (zie tabel 2 D)  
ongeveer f.2,60 per  $100 \text{ kg}$ .

De totale kosten (excl. lonen) bedragen dan f.4,50 per  $100 \text{ kg}$   
gedroogde, gedorst maïs.

#### Opmerking

Gebruikt men de installatie langer voor maïs, b.v. 2 maanden,  
en droogt men maïs met een lager vochtgehalte, dan worden de  
kosten uiteraard lager, b.v. in de orde van f.3,- per  $100 \text{ kg}$   
gedroogd, gedorst product (zonder lonen).

Wageningen, Mei 1955.

No.S 2170

120 ex.

Tabel 1. Belangrijkste resultaten van praktijkproeven betreffende schuurdrogen van maïs (oogst 1954)  
(Proefboerderij Maarheze)

	2 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> uur			3 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> uur			OC		
	1	2	3	4	5	6	9	10	
Profnummer	14	14	14	14	14	14	14	14	
Droogoppervlak	260	260	240	190	250	380	330	310	
Luchthoeveelheid	22	35	27	23	11	15	14	15	
Temperatuurverhoging lucht									
Belading vloer	gedorste maïs in zakken								
Tussentijds gedorst wel of niet	maïskolven			wel					
Totaal gewicht vóór droging	niet	niet	wel						
" " " "	4241	6957	11300	6334	5004	6399	7742	9882	
Belading vloer vóór drogen	300	500	800	4384	3428	4415	5672	7070	
" " " "			650	300	250	300	400	500	
Vochtgehalten									
Vóór droging	41,7	37,5	36	31	38	34	31	29	
" " " "	74,0	69,8	60						
" " " "	52,3	46,7	43	31	38	34	31	29	
" " " "	53,7	52,8		29	38	34	31	31	
" " " "	18,3	14,3	11,2	8	13	16	16	17	
Na droging	142	122	162	96	127	64	85	115	
Droogduur	535	389	2000						
Gewicht spullen na droging	1871	3435	5600	3433	2420	3464	4653	5891	
Gewicht korrels " "	2406	3824	7600	3433	2420	3464	4653	5891	
Totaal gewicht	1835	3133	3700	951	1008	951	1019	1179	
Waterverdamming	390	515	480	208	224	166	188	232	
Olieverbruik	142	122	162	96	127	96	128	172	
Energieverbruik									
Verdampingscijfer (waterverdamming)	4,7	6,1	7,7	4,6	4,8	5,7	5,4	5,1	
Wateropneming drooglucht gemiddeld	3,0	5,7	5,7	3,0	1,9	2,4	2,2	2,0	
Cijfers per m <sup>2</sup> droogoppervlak per uur									
Gedroogde gedorste maïs	1	2	2,5	2,5	1,3	3,9	3,9	3,7	
Waterverdamming	0,9	2,0	1,6	0,7	0,6	1,1	0,9	0,7	
Olieverbruik	0,23	0,37	0,26	0,19	0,15	0,22	0,23	0,18	
Energieverbruik	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,11	0,11	0,11	
Kosten voor brandstof en energie per 100 kg gedroogde gedorste maïs in gld.	4,30	3,20	1,95	1,54	2,50	1,20	1,07	1,08	

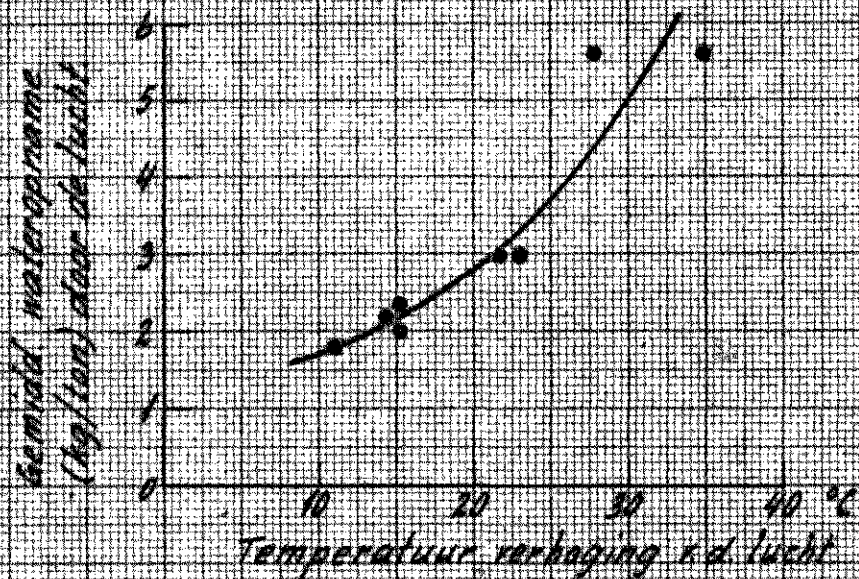
Tabel 2. Invloed van het watergehalte van het product op de kosten voor brandstof en energie.

Gemiddeld vochtgehalte product (analyse)  %	Kolven recht- streeks drogen tot houdbaar	Vóórdrogen tot 35 % vocht, dorsen en kor- rels drogen tot houdbaar	Eerst dorsen en daarna korrels drogen tot houdbaar
A. Te verdampen water in kg per 100 kg gedroogde gedorste maïs.			
50	85	78	
45	66	59	
40	51	44	
35	37		30
30	26		21
B. Te verwachten verdampingscijfer (kg waterverdamping per kg olie).			
50	6,5	6,5	
45	6,0	6,0	
40	5,5	5,5	
35	5,0		5,0
30	4,5		4,5
C. Te verwachten olieverbruik in kg (l) per 100 kg gedroogde gedorste maïs.			
50	13 (15,5)	12 (14,5)	
45	11 (13)	10 (12)	
40	9 (11)	8 (9,5)	
35	7,5 (9)		6 (7)
30	6 (7)		4,5 (5,5)
D. Getaxeerde kosten voor brandstof en energie in guldens per 100 kg gedroogd gedorst pro- duct.			
50	3,30	3,10	
45	2,80	2,60	
40	2,40	2,05	
35	1,95		1,50
30	1,50		1,18



Verband tussen gemiddelde wateropname van de droogluicht en mate van verwarming bij het drogen van maïs in de schuur.

Fig. 1



Verband tussen kosten voor brandstof + energie en gemiddeld vochtgehalte product vóór het drogen (volgens de proeven)

Fig. 2

