

CENTRAAL INSTITUUT VOOR LANDBOUWKUNDIG ONDERZOEK

Mededelingen van het Drooglaboratorium Nr.2

METINGEN AAN DU CROO EN BRAUNS-DROGER  
UITGEVOERD TE MIDDELBURG 27 - 28 JUNI 1950

Metingen aan een Du Croc en Brauns-droger  
uitgevoerd te Middelburg 27 - 28 Juni 1950.

Metingen verricht door F.Kersten en J.Kreyger.  
Rapport goedgekeurd door Prof.Ir J.J.I.Sprenger.

Conclusies.

Aan een Ducrobra-droger was een wijziging aangebracht, door de voorwoeler te verwijderen, waardoor het werkzame stuk van de eerste droogband ca. 2 m. langer kon worden. Zonder vóórdrogen op het veld konden dientengevolge de door de fabrikant gegarandeerde cijfers ruimschoots worden gehaald, zulks in tegenstelling met de productie van 1949 (vóór de verandering).

Wegens ongelijkmatige verdeling van de graslaag verdient deze wijziging echter niet onverdeeld aanbeveling. Constructieve bandverlenging met behoud van de woeler is beter, doch kostbaar.

Bij de proef kon worden geconstateerd, dat bij lucerne eerst de blaadjes drogen en daarna de stengels. Teneinde achteruitgang van de eiwitverteringscoëfficiënt te voorkomen, verdient voor lucerne een andere snelheidsverhouding van beide banden dan 1 : 3 aanbeveling.

Waargenomen werd, dat verwerking van het gedroogde product door de hamermolen met aanmerkelijke vochtonttrekking gepaard gaat.

Uit de warmtebalans kon een oordeel worden gevormd omtrent de werking van de circulatiebuis. Het effect van deze buis blijkt neer te komen op 12 % brandstof besparing.

Metingen aan een Du Croo en Brauns-droger  
uitgevoerd te Middelburg 27 - 28 Juni 1950.

### Inleiding.

Deze droger is een grote Ducrobra-droger, na de oorlog gebouwd met steun van Landbouwherstel voor de Coöperatieve Grasdroyerij "Walcheren" te Middelburg.

In totaal zijn er van dit type droger 6 stuks gebouwd (Middelburg, Zierikzee, Scherpenisse, Heenvliet, Workum en Wolvega), waarvan de vier eerstgenoemde door Landbouwherstel werden gefinancierd.

Volgens de garantie-bepalingen zou deze droger bij beproeving moeten kunnen produceren:

500 kg droog gras uit 1660 nat gras/h bij 1 : 6½ cokesverbruik

425 kg gedroogde lucerne/h uit 1411 kg verse lucerne.

Deze cijfers hebben betrekking op een vochtgehalte van 72½ %.

Herleid op de bij de proef gevonden vochtgehalten van 83,5 % voor gras en van 82,3 % voor lucerne zal dit ongeveer overeenkomen met:

83,5 % : 282 kg droog gras/h uit 1540 kg nat gras/h

82,3 % : 260 kg gedroogde lucerne/h uit 1320 kg verse lucerne

(gemiddelde waarden van waterverdamping constant en nat materiaal constant).

Gedurende de winter heeft men aan de droger een verandering aangebracht, door de voorste woeler te verwijderen, waardoor het voorste deel van de droogband kon worden verlengd met een stuk van ca. 2 m.

De doelmatigheid van deze verandering zal hieronder nader in beschouwing worden genomen. De algemene inrichting van de droger volgt uit de tekening, als Bijlage I bij dit rapport gevoegd.

### De metingen.

Deze metingen waren in hoofdzaak bestemd om inzicht te verkrijgen in de werking van de circulatiebuis, welke een deel van de afgewerkte schoorsteengassen terugvoert naar de oven. Deze buis kan door een in de schoorsteen aangebrachte klep geheel of gedeeltelijk worden gesloten.

Door de omstandigheid, dat tijdens de meting achtereenvolgens een partij lucerne en een partij gras werd gedroogd, kon tevens een vergelijking worden gemaakt van het gedrag tijdens de droging van deze beide producten.

Gemeten werden:

1. Snelheid en temperatuur der afgewerkte gassen in de schoorsteen en in de circulatiebuis.
2. Temperaturen onder en boven de droogband op verschillende plaatsen.
3. De bandsnelheden.
4. Het cokesverbruik.
5. Energie-verbruik en toerental der verschillende ventilatoren.
6. Het vochtgehalte van het gras op 3 plaatsen in de droger.
7. Het vochtgehalte van de afgewerkte lucht.

Uit deze gegevens kon een globale warmtebalans worden berekend.

De meetcijfers zullen hieronder bij de verschillende onderwerpen worden medegedeeld.

#### A. De capaciteit van de droger.

Tijdens de eerste proef met lucerne werd volgens weging gedroogd:

Vers materiaal 25860 kg in 17 uur = 1521 kg/h

Verkregen meel 5220 kg in 17 uur = 307 kg/h

Bruto waterverdamping 20640 kg in 17 uur = 1214 kg/h

Het vochtgehalte der monsters bleek te bedragen:

Vers materiaal	82,3 %
Uit de droger	11,8 %
Uit de hamermolen	6,4 %

Volgens deze cijfers bevatte de aangevoerde lucerne:

$(100 - 82,3) \times 1521 = 269,2$  kg/h droge stof  
en het meel

$(100 - 6,4) \times 3,07 = 287,4$  kg/h droge stof.

In aanmerking nemende, dat een fout in het vochtpercentage van 82,3 een grote invloed heeft op het resultaat, kloppen deze cijfers wel; het laatste cijfer van 287,4 zal het nauwkeurigste zijn en verder worden aangehouden.

Uitgaande van de analyses, was het verloop der droging als volgt.

1521 kg/h lucerne bevatten 1234 kg water + 287 kg droge stof.

325 kg/h lucerne uit de droger bevatten 38 kg water + 287 kg dr.st.

307 kg/h lucerne uit de hamermolen bevatten 20 kg water + 287 kg dr.st.

Er blijkt bij het malen nog een niet onbetekenende hoeveelheid vocht onttrokken te worden. Door de maalarbeid verkrijgt het meel een hogere temperatuur dan waarmede het uit de droger komt. Het is begrijpelijk, dat de luchtstroom van de afzakcyclus dan nog een merkbaar drogend effect kan uitoefenen.

De capaciteit van de droger met lucerne van 82,3 % vochtgehalte bedroeg in het afgelopen jaar 1949 volgens statistisch materiaal van de heer M.H.Huisman gemiddeld 188 kg droog/uur, behoorde overeenkomstig de garantiebepalingen 260 kg droog/uur te zijn, terwijl uit de meting gevonden werd 307 kg droog/uur.

Dit gunstige resultaat zal voor een groot deel moeten worden toegeschreven aan de bandverlenging, welke blijkbaar voor lucerne een zeer goed resultaat geeft.

Bij beoordeling van deze cijfers dient in aanmerking te worden genomen dat jonge lucerne van de tweede snede verwerkt werd tijdens de proef. Het gewas was des morgens om 10 uur gemaaid, en dus praktisch niet vóórgedroogd op het veld.

Verwacht mag worden, dat door ongeveer 24 uur vóórdrogen nog een aanmerkelijke opvoering van de droogcapaciteit mogelijk is.

De cijfers van het gras hebben niet dezelfde betekenis, omdat de partij gras klein was en men op aanvoer van een nieuwe partij wachtte, zodat bij een lage temperatuur (ovengassen ca. 240° C) gedroogd werd. Verder bevatte het gras veel onkruid, voornamelijk distels. Gedroogd werd:

5590 kg vers gras	in 4 1/6 uur = 1342 kg/h
990 kg grasmeel	in 4 1/6 uur = 238 kg/h

4600 kg water verdampt in 4 1/6 uur = 1104 kg/h

Het vochtgehalte bleek te bedragen:

vers	83,5%	5590 kg vers gras bevatten	4668 kg water + 992 kg dr.st.
uit droger	26,4%	1253 kg gedr. gras bevatten	331 kg water + 992 kg dr.st.
grasmeel	6,8%	990 kg grasmeel bevatten	68 kg water + 992 kg dr.st.

Waterverdamping in droger = 4337 kg.

Het verschil in vochtgehalte vóór en na de hamermolen is dusdanig groot, dat twijfel kan rijzen aan de juistheid der cijfers. Echter zijn de monsters met zorg genomen en in goed gesloten bussen vervoerd. Getracht zal worden, omtrent dit punt meer beproevingsmateriaal te verkrijgen. Blijkt een verschil van deze

grootte-orde regel te zijn, dan wordt het bezwaarlijk, het gras tot meel van een constant vochtpercentage van b.v. 10 te drogen. Ook dit gras was van de 2e snede en kort tevoren gemaaid.

Op overeenkomstige wijze als voor lucerne wordt medegedeeld, dat de capaciteit van deze droger met gras van 83,5 % vocht gemiddeld gedurende 1949 bedroeg 173 kg droog/h (statistisch materiaal van de heer M.H.Huisman), volgens garantiebepalingen behoort te zijn 282 kg droog/h, terwijl de proef uitwees 287 kg droog/h. Reeds werd medegedeeld, dat wegens lage gastemperatuur en veel onkruid dit laatste cijfer niet als normaal mag worden aangemerkt.

B. Het gedrag van lucerne tegenover gras.

Behalve de hierboven genoemde monsters werden ook monsters genomen van het materiaal tussen beide droogbanden. Een en ander leidt tot het volgende overzicht.

	Gras			Lucerne		
	Totaal kg/h	waarin water kg/h	%	Totaal kg/h	waarin water kg/h	%
Vers materiaal	1340	1128	83,5	1521	1234	82,3
Tussen de banden	618	406	65,7	455	168	37,4
Gedroogd materiaal	287	75	26,4	325	38	11,8
Meel	238	16,2	6,8	307	20	6,4
	dr.st. 212 kg/h			dr.st. 287 kg/h		

Bovenstaande tabel leert, dat de droging van beide gewassen geheel verschillend verloopt. Terwijl het gras geleidelijk op de weg over beide banden indroogt, verdampt bij lucerne zeer veel water op de eerste band en slechts weinig op de tweede. Het is duidelijk, dat bij dit gewas de op de eerste band liggende blaadjes gedroogd worden, terwijl de tweede band slechts dienst doet als nadroogband voor de stengels. Dit scheidt het grote gevaar, dat de verteerbaarheid der eiwitten in de blaadjes zal worden aangetast. Wij zien hierin een duidelijke aanwijzing, dat bij droging van stengelgewassen als lucerne en klaver op een banddroger vooraf hakselen of kneuzen wenselijk is.

Verder blijkt uit de tabel, dat het bladmateriaal van klaver of lucerne gemakkelijker droogt dan gras.

Voor de beoordeling van het gedrag tijdens het drogen van beide gewassen is verder van belang de luchttemperatuur.

	Eerste Band		Tweede Band	
	I A	I B	II A	II B
Lucerne (boven de band)	110°-120°	200°-210°	190°-195°	150°-155°
Lucerne (onder de band)	180°-190°	190°-195°	110°-115°	125°-130°
Gras (boven de band)	110°-125°	190°-195°	175°-180°	145°-150°
Gras (onder de band)	175°-180°	175°-180°	110°-115°	115°-120°

Temperatuur ovenventilator (Lucerne 380° - 400°  
(Gras 330° - 350°)

Uit de cijfers der tabel blijkt duidelijk, dat lucerne een grotere verdampingssnelheid dan gras heeft op bandgedeelte I A,

terwijl II B een tegenovergesteld beeld geeft. Dit is geheel in overeenstemming met hetgeen hierboven uit de vochtanalyses werd geconcludeerd.

De luchtsnelheden boven de band vertoonden een dusdanig onregelmatig verloop, dat hiervoor geen gemiddelde cijfers konden worden vastgesteld. Hieruit volgt, dat het materiaal zeer ongelijkmatig van dikte was (de eerste woeler ontbreekt), dan wel dat daarin ongelijke plekken (vogelnesten) voorkomen. De eerste woeler wederom in bedrijf stellen, alsmede het materiaal hakselen zal hierin verbetering kunnen geven.

### C. De luchtcirculatie.

De schoorsteen bleek een dwarsdoorsnede groot  $1,35 \text{ m}^2$  te bezitten, terwijl daar als gemiddelde uit enige metingen een stroomsnelheid van  $2,6 \text{ m/sec.}$  werd vastgesteld, nadat de circulatieschoorsteenklep voor  $\frac{3}{4}$  was gesloten. De luchtverplaatsing bedroeg toen  $2,6 \times 1,35 = 3,51 \text{ m}^3/\text{sec.} = 12600 \text{ m}^3/\text{h.}$

Deze stand bleek echter niet houdbaar te zijn. Er ontstond een te grote overdruk in het systeem, waarvan een ondragelijke zwaveligzuur-lucht in het gebouw het gevolg was. De klep werd daarom weer in de normale werkstand gesteld. Uit metingen in de retourleiding bleek, dat de verandering in gashoeveelheid  $2100 \text{ m}^3/\text{h}$  bedroeg. Tijdens het normale bedrijf stroomt dus  $12600 + 2100 = 14700 \text{ m}^3/\text{h}$  gas door de schoorsteen naar buiten.

De circulatiebuis heeft een doorsnede, groot  $0,343 \text{ m}^2$ . De lucht stroomt erdoor met  $4,5 \text{ m/sec.}$  snelheid. Debiet =  $0,343 \times 4,5 = 1,54 \text{ m}^3/\text{sec.} = 5540 \text{ m}^3/\text{h.}$

Totale hoeveelheid afgewerkte gassen  $14700 + 5540 = 20240 \text{ m}^3/\text{h.}$

Aan de schoorsteengassen werd gemeten:

temperatuur droge bol =  $128^\circ \text{ C}$  )  
temperatuur natte bol =  $58^\circ \text{ C}$  ) watergehalte  $0,106 \text{ kg/kg}$

De wateropname heeft dus globaal bedragen:

$0,106 - 0,006 = 0,100 \text{ kg/kg.}$

Wij kunnen met deze cijfers de volgende berekening opzetten. De waterverdamping bedraagt  $1200 \text{ kg/h}$  (zie A). Dit vocht verdwijnt door de schoorsteen.

Uit de schoorsteen komt	$14700 \text{ m}^3$	gas/h.ad. $0,85$	=	$12500 \text{ kg}$
Hiervan is verdampt water	$1200 \text{ kg}$			
	ad. $0,57$	=	$2100 \text{ m}^3$	waterd./h = $1200 \text{ kg}$
	rest		$12600 \text{ m}^3$	lucht/h.ad. $0,90$ = $11300 \text{ kg}$
				<hr/>
				$12500 \text{ kg}$

Overeenkomstig de bovenstaande globale vochtberekening zou de waterverdamping  $10 \%$  van de droge lucht moeten bedragen of wel  $10 \%$  van  $(11300 - 6 \%) = 1062 \text{ kg.}$

De oven verstoekte 3150 kg cokes in 17 uur = 185,3 kg/h  
 Verbrandingswarmte = 185,3 x 6667 = 1235000 kcal  
 reken 10 % ovenverlies = 123500 kcal

1111500 kcal

De warmte inhoud van y kg verse  
 luchttemp. 20°C bedraagt y. 20.0,25 = 5 y  
 De warmte-inhoud van 5540 m<sup>3</sup> circula-  
 tielucht, bevattende  $\frac{5540}{12600} \times 1200 =$

528 kg waterdamp en

$\frac{5540}{12600} \times 10300 = 4530$  kg lucht

$x = \frac{528}{5058} = 0,104$  (hierboven gevon-  
 den 0,106)

$0,24 + 0,46x = 0,24 + 0,048 = 0,288$   
 $5058 \times 0,288 \times 108 = 157500$  kcal

1269000 kcal + 5 y

Door ovenventilator strijken (5058 + y) kg lucht van 390°C.  
 Warmte-inhoud = (5058 + y) 390 x 0,25 = 493000 + 97,5 y  
 Deze beide waarden moeten gelijk zijn, waaruit volgt  
 92,5 y = 776000 y = 8500 kg/h

Er komt dus in de oven 8500 kg verse lucht van 20°C  
 5058 kg circulatielucht van 108°C

13558 kg

terwijl uit de oven stroomt 13558 kg menglucht van 390°C.

Blijkens bovenstaande berekening wordt voor het drogen ver-  
 eist een warmte-hoeveelheid groot 126900 + 5 x 8500 = 1311500  
**kcal**, waarvan de circulatiebuis levert 157500 kcal. Dit betekent  
 een kolenbesparing van de orde van 12 %.

De oven levert aan de droger 13558 kg menglucht  
 Waterverdamping 1200 kg

Uit de schoorsteen komt 14758 kg  
 12500 kg gas

Verschil 2258 kg

Dit verschil is o.i. te groot om geheel aan fouten in de  
 berekening of meting te moeten worden toegeschreven. Blijkbaar  
 ontsnapt er bij de gras in- of uitlaat een niet onbetekenende  
 hoeveelheid leklucht.

Voor de verdamping van 20640 kg water werden verstoekt  
 3150 kg cokes. Verhouding (voor lucerne) 6,52 : 1.

Dit komt overeen met een nuttig effect groot:

$\frac{20640 \times 600}{3150 \times 6667} = \frac{12384}{21000} = 0,59 \times 100 \% = \underline{59 \%}$ .

D. Conclusies omtrent constructie van de droger.

Het laten vervallen van de eerste woeler en de verlenging van de werkzame lengte der eerste droogband met een overeenkomstig stuk ca. 2 m blijkt gunstig te werken op de waterverdamping, echter ongunstig op de homogeniteit van de grasmat. Een constructieve verlenging van de band zoals die te Workum en Wolvega is toegepast, met behoud van de woeler, verdient daarom de voorkeur. Echter zijn de kosten van deze verbetering van de orde van f. 6000,-

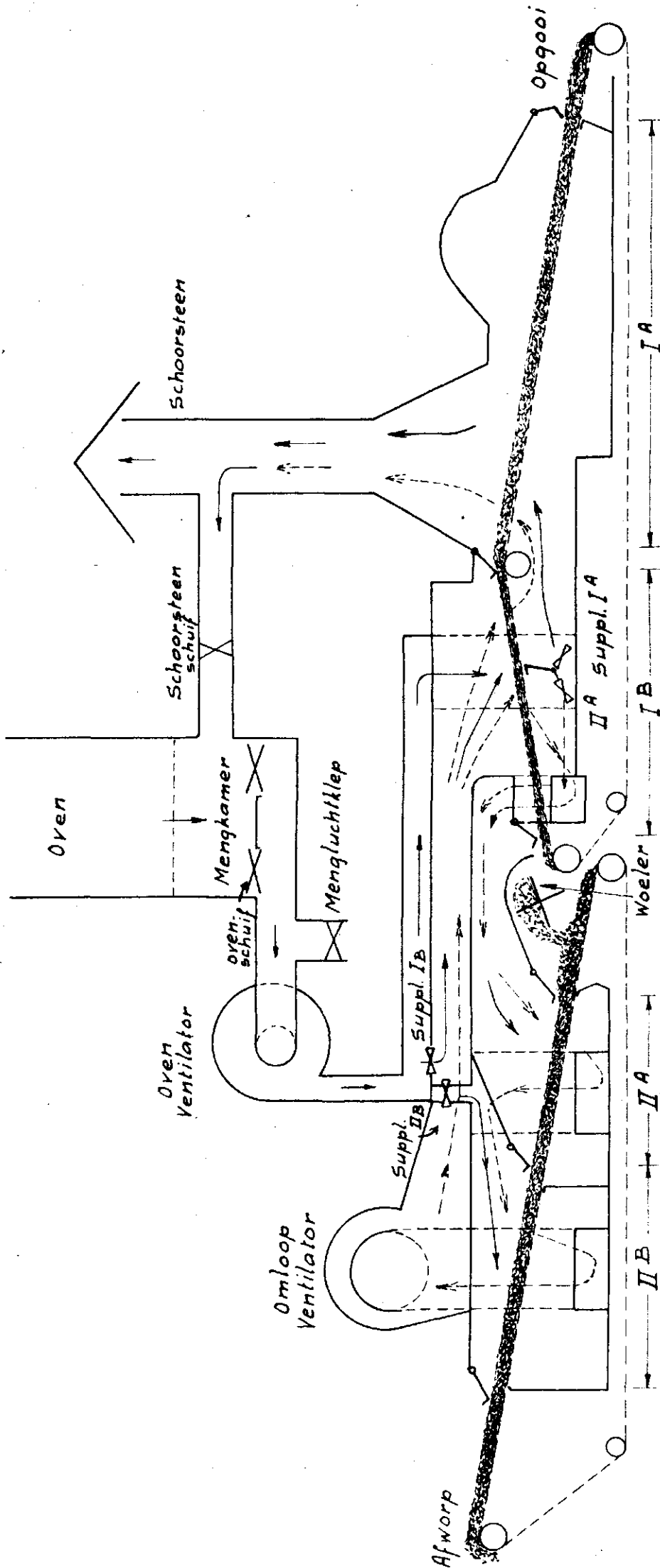
De gevonden resultaten geven aanleiding om, indien lucerne wordt gedroogd, aan te bevelen, dat dit gewas ongeveer een etmaal op het veld wordt voorgedroogd en daarna door de kneuzer wordt gevoerd.

De snelheidsverhouding der beide banden, welke onveranderlijk 1 : 3 is, moge voor gras juist zijn, voor lucerne behoort deze anders te worden ingesteld (1 : 2 of 1 : 2 $\frac{1}{2}$ ).

Wageningen, Augustus 1950.

S.nr.710.  
ex.70.





Schema

DuCroo en Brauns-banddroger