INSTITUUT VOOR LANDBOUWTECHNIEK EN RATIONALISATIE

Rapport 130 oktober 1968

NIEUWE MOGELIJKHEDEN BIJ

DE KRACHTVOERDOSERING

J.A. Huizing

Dr. S. L. Mansholtlaan 12 - Wageningen tel. 08370-3041

4461
52c

2287155

Rapport 130 oktober 1968

NIEUWE MOGELIJKHEDEN BIJ DE KRACHTVOERDOSERING

J.A. Huizing

Overneming alleen toegestaan na overleg met de schrijver.

Stno. 507-80-4/10-1968
Bm.

2287155

I N H O U D

		Blz.
1.	Samenvatting en conclusies	1
2.	Inleiding	2
3.	Symbolen en formules	3
4.	Toepassing van triltechniek	3
5.	Onderzoek	4
6.	Oriënterende metingen	5
7.	Mogelijkheden voor voederautomaten	6
8.	Het bereiken van de gewenste capaciteiten	8
9.	Metingen met intermitterende dosering	8
10.	Praktische uitvoering van voederautomaat	12
11.	Schakelapparatuur	13
12.	Economische verantwoording	13

---

1. SAMENVATTING EN CONCLUSIES

De krachtvoergift die men aan het vee wenst te geven wordt in de regel uitgedrukt in gewichtseenheden. In de praktijk wordt bij deze bepaling echter zelden van een weegschaal gebruik gemaakt en werkt men eenvoudig met volume-eenheden. Tussen volume en gewicht bestaat een verband dat des te nauwkeuriger is naarmate het volume groter en de korrelgrootte van het produkt kleiner is. Bij de veevoederdosering en vooral wanneer het meel in brokvorm betreft hebben we echter te maken met betrekkelijk kleine hoeveelheden en een tamelijk grof produkt. Om het volume zo homogeen mogelijk te doen zijn, kan men door middel van trillingen het produkt inklinken.

Gebruikmakende van de in de verpakkingsindustrie bekend zijnde trildoseerapparaten zijn proeven genomen met krachtvoer. Door de grofheid van het hier bedoelde produkt moet de trilgoot echter vrij ruime afmetingen hebben. Een tegenstrijdigheid met deze afmetingen is nu, dat er in een bepaalde tijdseenheid slechts een geringe hoeveelheid moet worden gedoseerd. Om aan deze beide tegenstellingen te voldoen, is een oplossing gevonden door de trilgoot intermitterend te laten werken met korte tijdsimpulsen en een grote amplitude.

Door de instelbare impuls- en pauzetijden is een zeer groot regelbereik aanwezig.

Uit een groot aantal metingen blijkt dat deze volume-dosering, gekoppeld aan een tijdschakeling, binnen redelijke grenzen van nauwkeurigheid ligt. Mogelijkheden tot automatisering zijn aanwezig. Bij een fabrieksmatige produktie van trildoseerautomaten zal de aanschaffingsprijs op een aanvaardbaar niveau kunnen liggen.

2. INLEIDING

Bij het toedienen van krachtvoer voor vee wordt de gewenste hoeveelheid voer meestal uitgedrukt in gewichtseenheden. Het gebeurt evenwel maar zelden dat er bij het doseren ook werkelijk gewogen wordt. In de regel gebruikt men eenvoudig een meelschep. De hoeveelheid krachtvoer wordt in de praktijk dus bepaald door een volume-eenheid. Een zuivere gewichtsdosering zal dikwijls een kostbare installatie met zich meebrengen. Wanneer men bovendien bedenkt dat een produkt als veevoederbrokken erg grof is, dan wordt een nauwkeurige gewichtsdosering al een moeilijke zaak wanneer het om kleine hoeveelheden gaat. We moeten ons voor dit doel en met dit produkt dus wel bepalen bij een volume-dosering. Krachtvoerdoseerinstallaties voor vee berusten dan ook nagenoeg altijd op het principe van dosering per volume-eenheid.
Bij krachtvoer in brokvorm hebben we te maken met een betrekkelijk grof en onregelmatig produkt. Het is vanzelfsprekend dat er, in gewichtseenheden uitgedrukt, een grote spreiding zal voorkomen in de afzonderlijke porties krachtvoer, die een volume-eenheid vertegenwoordigen. Deze spreiding zal groter worden naarmate het produkt grover en onregelmatiger is. De meetfout wordt groter bij een kleiner volume.
Bij de bestaande doseerautomaten voor het vee stroomt in een met de voorraadbunker in verbinding staande ruimte, het krachtvoer toe. Deze ruimte, soms sluis genoemd, heeft een bepaalde inhoud en kan dus een zeker volume aan krachtvoer bevatten. Door middel van een met de hand te verdraaien schoepenwiel kan deze ruimte geheel of gedeeltelijk worden geledigd. Afhankelijk van de gewenste hoeveelheid krachtvoer kan deze handeling een overeenkomstig aantal malen worden uitgevoerd. De totale hoeveelheid krachtvoer wordt nagenoeg gelijktijdig gegeven.
Ook zijn er doseermethoden waarbij uit de eerder bedoelde ruimte door een worm, die door een elektromotor wordt aangedreven, voortdurend kleine hoeveelheden krachtvoer uit een opening worden geduwd. De regeling bestaat hierbij uit een verstelbaar palmechanisme dat de hoekverdraaiing van de worm kan wijzigen.
Een voordeel van deze laatste methode is dat de totaal gewenste hoeveelheid krachtvoer, gespreid over een zekere tijd (bijv. de melktijd), wordt toegediend. Deze gespreide voedergift bevordert de rust in de melkstal.
De dosering op zich is ook een volume-dosering, omdat het ook hierbij gaat om een zekere ruimte (tussen de windingen van de worm) gevuld met krachtvoer, waarbij de afgelegde weg een maat is voor de hoeveelheid die per keer wordt afgeworpen.

Aannemende dat bij een volume-dosering de afgelegde weg constant is, hangt de regelmaat van deze dosering in sterke mate af van de homogeniteit van de massa in die bepaalde ruimte.

3. SYMBOLEN EN FORMULES

De in dit rapport genoemde symbolen hebben betrekking op enkele formules waarmee de verschillende berekeningen zijn uitgevoerd.

1. n = aantal metingen;
2. S = som van n metingen;
3. $\bar{x} = \frac{S}{n}$ = gemiddelde van n metingen;
4. Sa = standaardafwijking = $\sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1}}$ in grammen;
5. $S\grave{a}$ = gemiddelde relatieve fout = $\frac{Sa \cdot 100}{\bar{x}}$ in %.

4. TOEPASSING VAN TRILTECHNIEK

Door gebruik te maken van trillingen kan de homogeniteit van een massa in een bepaalde ruimte worden vergroot. Mits op een bepaalde wijze uitgeoefend, kunnen deze trillingen tevens worden gebruikt voor het transport van het krachtvoer.

Vanwege het stoffige produkt en de vochtige omgeving, verdient voor het opwekken van deze trillingen een elektromechanische vibrator de meeste aanbeveling. Het ontbreken van draaiende delen en de mogelijkheden van ogenblikkelijk starten en stoppen van de transportstroom, zijn belangrijke overwegingen voor de keuze van deze trillingsbron (zie ook rapport 118). De mogelijkheid van tijdschakelingen en regelingen binnen een groot bereik is aanwezig, zodat verdere automatisering kan worden toegepast.

De vraag is nu, in hoeverre een zich op een trilgoot bewegende goederenstroom constant blijft met de tijd.

5. ONDERZOEK

a. Doseerapparaat

Door A.E.G. te Amsterdam werd een trildoseerder van het type DR 100/550 ter beschikking gesteld. Afb. 1 geeft dit apparaat weer in zijn oorspronkelijke handelsuitvoering.
De roestvrijstalen bunker kan door verdraaiing van een knop in hoogte worden versteld, waardoor de laagdikte op de trilgoot wordt geregeld. Door een elektromagnetische vibrator wordt de trilgoot met een frequentie van 50 Hz in beweging gebracht. Behalve een aan — uit schakelaar bevindt zich aan de zijkant nog een potentiometer, waarmee de amplitude van de trilgoot traploos verstelbaar is.

b. Krachtvoer

Als krachtvoer werden de volgende produkten gekozen (afb. 2):

1) Rundveebrokken:

doorsnede 14,5 mm
lengte 10 tot 30 mm
aantal brokken per 100 gram ± 31 stuks
soortelijk gewicht (los gestort) ± 0,60 kg/dm^3

2) Kalverbrokken:

doorsnede 11 mm
lengte 8 tot 25 mm
aantal brokken per 100 gram ± 68 stuks
soortelijk gewicht (los gestort) ± 0,65 kg/dm^3

3) Varkensbrokken:

doorsnede 9 mm
lengte 5 tot 20 mm
aantal brokken per 100 gram ± 110 stuks
soortelijk gewicht (los gestort) ± 0,65 kg/dm^3

4) Geplette gerst:

soortelijk gewicht (los gestort) ± 0,48 kg/dm^3

5) Gemengd meel:

soortelijk gewicht (los gestort) ± 0,60 kg/dm^3

6. ORIËNTERENDE METINGEN

Met het grofste produkt, de veebrokken, bleek al dadelijk dat de uitstroomopening van de bunker te klein was. Het gevolg was een zodanige brugvorming, dat de goederenstroom geheel stopte. De kegelvormige bunker werd vervangen door een piramidevormige met doorzichtige wanden van plexiglas (afb. 3 en 4). De uitstroomopening werd hierbij aanzienlijk groter.

Om een inzicht te krijgen in de regelmaat van de goederenstroom met behulp van een trilgoot en het gedrag van de vijf verschillende produkten onder bepaalde omstandigheden, werden de volgende proeven uitgevoerd:

Bij een gelijkblijvende laagdikte van 50 mm werd voor elk produkt een zodanige amplitude gezocht, dat er in een tijd van 10 sec ± 1 kg van elk produkt werd gedoseerd.

Van elk produkt werden achtereenvolgens 25 metingen verricht, waarna de standaardafwijkingen en de gemiddelde relatieve fouten werden berekend. De resultaten van deze 5 x 25 metingen zijn in tabel 1 weergegeven.

Tabel 1. PRODUKT

Meting	1	2	3	4	5
1	1011	1026	987	1057	1007
2	1060	982	1011	1053	1010
3	956	1026	992	984	1010
4	984	1015	981	1019	986
5	925	977	990	1039	1010
6	964	1015	1013	981	995
7	1109	1042	1021	935	1006
8	940	1012	978	955	1008
9	1089	1006	1031	984	1003
10	1088	1020	1009	1083	1001
11	1063	960	999	1029	996
12	1031	1004	968	967	1011
13	979	962	1005	986	991
14	979	997	1038	946	989
15	967	964	1018	1053	984
16	1024	1003	998	1013	980
17	1027	1002	1000	975	992
18	997	1006	995	984	982
19	959	1049	978	935	1010
20	1037	1015	1012	987	1005
21	912	1014	990	1017	997
22	1024	967	989	1028	1005
23	1045	988	972	982	1002
24	931	987	1020	1003	1017
25	941	1022	1010	957	993
S	25042	25061	25005	24952	24990
$\bar{x}$	1002	1002	1000	998	1000
Sa	55,4 gr	24,2 gr	18 gr	40 gr	10,3 gr
Sà	5,4 %	2,4 %	1,8 %	4 %	1 %

Uit deze metingen blijkt duidelijk dat de gemiddelde relatieve fout, Sà, groter wordt naarmate het produkt grover is, hetgeen ook te verwachten was. Bij de geplette gerst moet de oorzaak van de betrekkelijk grote fout worden gezocht in de samenhangendheid van dit produkt.

7. MOGELIJKHEDEN VOOR VOEDERAUTOMATEN

De vermelde resultaten van de eerste metingen geven voldoende redenen om te denken aan de ontwikkeling van een veevoederdoseerapparaat, waarbij gebruik kan worden gemaakt van de triltechniek.
In het onderstaande zijn een aantal gegevens vermeld, die als uitgangspunten kunnen dienen bij de ontwikkeling van een dergelijk doseerapparaat.

1. De gewenste hoeveelheid krachtvoer moet, verdeeld over een zekere (melk)tijd, worden gegeven.
2. Deze tijd moet instelbaar zijn tussen 4 en 10 min.
3. De gewenste hoeveelheid voer moet (afhankelijk van de melkgift) instelbaar zijn tussen 50 en 600 gr/min.

   Opmerking: de laagste gift is bedoeld om een koe "bezig te houden", de hoogste gift ligt bij de maximale opnamecapaciteit.

De maximale capaciteit bij een doseerapparaat, uitgevoerd als in afb. 3 en 4, ligt ver boven de gestelde 600 gr/min.
De maximale capaciteiten van de genoemde produkten zijn weergegeven in gr/min en werden bij een gelijkblijvende afstelling van de trilgoot gemeten.
Deze afstelling was:
Hoogte bunkeruitloop tot trilgoot (laagdikte) = 50 mm.
Amplitude: maximaal.
Gemeten tijd: 1 minuut.

Produkt 1	= 10.000	gr/min
" 2	= 12.500	"
" 3	= 14.000	"
" 4	= 5.900	"
" 5	= 11.700	"

De maximale capaciteit is dus het 10- tot 20-voudige van wat gewenst wordt.
De moeilijkheden liggen dan ook bij het zoeken naar de minimum hoeveelheden van 50 gr/min.
Een smallere trilgoot heeft tot gevolg dat ook de uitstroomopening van de bunker overeenkomstig kleiner dient te worden.

Voornamelijk bij de grove produkten 1 en 2 zal dan zeker brugvorming in de trechtermond het gevolg zijn. Met de beschikbare trilgoot (afb. 3 en 4) werd geëxperimenteerd met een minimale amplitude en met een zo gering mogelijke laagdikte.
Voor een nog aanvaardbare doorstroming van de produkten moest de laagdikte bij de rundveebrokken tenminste 55 mm zijn, bij de kalverbrokken tenminste 40 mm.
De resultaten van deze metingen zijn in tabel 2 weergegeven.

Tabel 2.

Rundveebrokken Laagdikte = 55 mm Meting nr. - Gram/min		Kalverbrokken Laagdikte = 40 mm Meting nr. - Gram/min	
1	319	1	171
2	268	2	199
3	230	3	231
4	258	4	212
5	260	5	160
6	243	6	172
7	244	7	182
8	280	8	171
9	148	9	130
10	87	10	106
11	141	11	155
12	154	12	156
13	195	13	159
14	285	14	159
15	264	15	165
16	299	16	183
17	209	17	147
18	261	18	157
19	137	19	197
20	168	20	168
S	4450	S	3380
$\bar{x}$	222,5	$\bar{x}$	169
Sa	63,9 gr	Sa	27,6 gr
Sà	28,7 %	Sà	16,3 %

Bij deze minimale afstellingen was de capaciteit bij de rundveebrokken ongeveer het vijfvoudige van de gewenste hoeveelheid, bij de kalverbrokken het drievoudige. De dosering was verre van ideaal, omdat er bij deze geringe doorstroming van de produkten steeds een neiging tot brugvorming optrad met het gevolg dat er zich op de trilgoot een zeer onregelmatige laag vormde. De gemiddelde relatieve fouten zijn groot. Als doseerapparaat is de trilgoot in deze uitvoering dan ook niet geschikt voor de gevraagde minimum-capaciteit.

8. HET BEREIKEN VAN DE GEWENSTE CAPACITEITEN

Een mogelijkheid om een kleinere hoeveelheid produkt in een bepaalde tijdseenheid te geven, in plaats van een continue, is een intermitterende stroom toe te passen.
Hiervoor is het aanschaffen van een stroomonderbreker noodzakelijk.
Tegenover het hiermee gemoeide bedrag staan meerdere voordelen:

1. De minimum-capaciteit is nu wel te bereiken.
2. Er kan met een grotere amplitude worden gewerkt, waardoor een betere "stroming" van het produkt ontstaat met het gevolg dat de regelmaat van de dosering wordt verbeterd.
3. Wanneer de impuls en de pauzetijden instelbaar worden gemaakt, ontstaat er een groot regelbereik voor de dosering.

9. METINGEN MET INTERMITTERENDE DOSERING

De voedingsspanning aan het doseerapparaat is nu niet meer continu, maar wordt regelmatig onderbroken door een tussengeschakelde impulsgever (zie afb. 10 en beschrijving in hoofdstuk 11 "Schakelapparatuur", blz. 13).
De duur van één impuls en de pauzetijd tussen twee op elkaar volgende impulsen zijn onafhankelijk van elkaar in te stellen. Om met een zo groot mogelijke amplitude te kunnen werken moet de impulstijd kort blijven; deze tijd wordt bijv. ingesteld op 1 seconde. Neemt men daarbij een pauzetijd van 19 seconden, dan krijgt men per minuut 60 : 20 = 3 impulsen.
De hoeveelheid krachtvoer van 3 impulsen (= 1 minuut) werd 20 maal gemeten bij 11 standen van de potentiometer (amplitude van 0 = minimum tot en met stand 10 = maximum).
Het resultaat van deze metingen met rundveebrokken is weergegeven in tabel 3 en in afb. 5.

Tabel 3. Veebrokken: Impulstijd = 1 sec/3 impulsen per min

No. van de meting	Stand van potentiometer										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	19,0	38,0	63,2	115	167	213	320	413	537	582	672
2	21,9	43,2	67,6	101	158	219	267	418	519	617	742
3	19,1	30,0	55,2	108	188	221	318	448	489	612	627
4	21,6	49,9	61,2	91	151	244	335	399	571	625	712
5	22,5	53,2	75,5	123	181	222	318	430	524	578	644
6	18,0	43,1	64,4	98	183	228	312	419	514	639	677
7	30,1	49,5	83,3	105	185	203	331	394	513	604	706
8	32,6	39,8	70,4	107	165	235	285	390	557	588	724
9	21,3	47,6	72,5	100	164	190	294	388	546	567	735
10	27,2	46,9	80,8	108	173	202	264	440	561	557	680
11	27,7	45,7	60,3	113	154	192	281	420	537	648	632
12	18,1	53,2	74,6	107	174	205	287	426	512	648	686
13	32,5	44,1	64,4	118	171	202	313	425	573	597	701
14	20,0	51,0	61,7	83	162	220	284	360	496	625	671
15	27,1	44,1	55,0	93	157	224	338	387	521	593	647
16	14,2	39,9	66,1	111	165	225	335	419	553	582	674
17	18,0	36,4	54,5	113	175	227	345	380	563	615	668
18	27,8	38,5	71,1	93	179	231	291	402	528	598	685
19	19,9	39,9	61,2	92	157	239	310	417	538	596	760
20	18,8	33,4	56,2	121	158	211	312	420	478	626	716
S	457,4	867,4	1319,2	2100	3367	4353	6140	8195	10630	12097	13759
$\bar{x}$	22,9	43,4	66,0	105	168	218	307	410	532	605	688
Sa - gr	5,3	6,4	8,4	10,9	11	15	24,1	21,7	27	25,7	36,5
Sà - %	23,2	14,8	12,7	10,4	6,6	6,9	7,8	5,3	5,1	4,3	5,3

De berekende standaardafwijkingen en de gemiddelde relatieve fouten hebben dus betrekking op het verloop van de dosering per minuut (3 impulsen). Ter vergelijking is ook in dezelfde grafiek het doseringsverloop van de eerder genoemde continu dosering volgens tabel 2 op dezelfde schaal ingetekend (puntlijn). Als gemiddelde waarde moet deze lijn worden vergeleken met stand 5 van de potentiometer. De gemiddelde relatieve fouten zijn dan:

Continu dosering = 28,7 %

Intermitterende dosering = 6,9 %

Voor de kalverbrokken geldt dezelfde proef als voor de rundveebrokken (zie tabel 4 en afb. 6).

Tabel 4. Kalverbrokken: Impulstijd = 1 sec/3 impulsen per min

No. van de meting	Stand van potentiometer										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	22,8	43,4	65,9	120	188	239	342	458	599	750	793
2	15,5	36,6	58,0	98	193	224	354	469	603	738	815
3	30,8	41,4	76,7	116	172	257	370	521	595	723	804
4	46,9	46,2	95,4	139	164	248	339	497	650	703	818
5	20,3	48,6	94,5	107	189	255	345	497	604	725	768
6	25,7	44,4	58,9	125	194	254	348	456	590	689	734
7	20,2	36,7	76,7	119	171	280	342	498	603	667	781
8	29,0	43,3	77,0	103	194	244	319	491	655	712	827
9	38,8	38,8	97,2	125	167	258	321	486	607	758	840
10	32,7	33,1	73,7	105	193	232	311	479	598	729	837
11	24,3	52,5	95,0	127	155	250	329	488	627	717	839
12	30,3	36,4	51,4	106	172	251	332	472	624	731	852
13	21,2	38,4	73,0	136	195	247	314	478	610	685	796
14	22,5	34,9	65,8	110	182	255	361	462	579	729	839
15	21,0	31,5	67,1	108	170	243	328	496	601	747	809
16	29,3	30,7	64,3	118	169	263	334	497	605	696	817
17	31,9	24,8	78,6	112	187	271	325	480	601	664	837
18	25,7	32,2	60,7	113	173	248	309	495	604	751	818
19	22,5	39,2	78,0	113	175	250	313	478	576	697	804
20	32,7	26,6	69,1	111	168	266	348	462	617	683	812
S	544,1	759,7	1477	2311	3571	5035	6684	9660	12148	14294	16240
$\bar{x}$	27,2	37,0	73,8	115	178,5	252	334	483	607	715	812
Sa - gr	7,3	7,2	13,4	9,8	12,2	12,8	17,2	16,7	19,7	19,7	28,2
Sà - %	26,8	19,5	18,1	8,5	6,8	5,1	5,2	3,5	3,3	2,8	3,5

Een vergelijking van de gemiddelde relatieve fouten tussen continu en intermitterend (liggende bij stand 4) levert in dit geval op:

Continu dosering = 16,3 %

Intermitterende dosering = 6,8 %

Voor de praktijk is dit tussentijdse verloop van minuut tot minuut niet zo belangrijk. Hier immers gaat het om een totale hoeveelheid krachtvoer over een zekere tijd (bijv. de melktijd).

Bij een volgende meting werd deze tijd gesteld op 7 min (gemiddelde tussen 4 en 10 min). In deze 7 min worden dan 7 x 3 = 21 porties krachtvoer gedoseerd.

In deze tijd kan een voedergift worden verlangd van minimaal 7 x 50 = 350 gram of maximaal 7 x 600 = 4200 gram, of bijv. een hiertussen liggende waarde van 2000 gr. Zonder wijziging van de impuls- en pauzetijd en bij gelijkblijvende laaghoogte (50 mm) werd alleen met de amplituderegeling gezocht tot de gewenste hoeveelheden: 350, 2000 en 4200 gram ongeveer werden bereikt. Nadat eenmaal was ingesteld werden een aantal metingen met de beide grofste produkten uitgevoerd om een inzicht te verkrijgen in de regelmaat van een totale dosering (over de gewenste voedertijd van 7 min).

Resultaat en berekening van deze waarnemingen zijn in tabel 5 weergegeven.

Tabel 5.

	Rundveebrokken			Kalverbrokken		
No.	± 350 gr	± 2000 gr	± 4200 gr	± 350 gr	± 2000 gr	± 4200 gr
1	324	1959	4242	329	2110	4275
2	325	1985	4147	333	2006	4278
3	356	2151	4122	392	2039	4200
4	319	1948	4068	320	2066	4262
5	321	2028	4096	328	1980	4428
6	325	2065	4272	335	1838	4458
7	380	2132	4338	363	1970	4328
8	341	2128	4372	351	2083	4146
9	315	2032	4466	350	1884	4272
10	288	2190	4322	368	1970	4180
11	369	2029	4158	337	2034	4370
12	352	2278	4170	392	1968	4237
13	288	2058	4268	359	2112	4240
14	337	2099	4490	355	2013	4118
15	323	2089	4255	395	1927	4235
16	354	1960	4100	363	1969	4080
17	334	2141	4315	333	1923	4385
18	319	2059	4120	355	2060	4136
19	384	1959	4167	349	1933	4272
20	386	2041	4192	322	1954	4080
S	6740	41331	84680	7029	39839	84980
$\bar{x}$	337	2067	4234	351	1992	4249
Sa	28,3 gr	86,5 gr	121,5 gr	23 gr	73,5 gr	109 gr
Sà	8,3 %	4,2 %	2,85 %	6,6 %	3,7 %	2,6 %

10. PRAKTISCHE UITVOERING VAN VOEDERAUTOMAAT

De in tabel 5 vermelde waarden voor de gemiddelde relatieve fout zijn betrekkelijk laag. Om deze reden lijkt het verantwoord om een voederautomaat te bouwen, waarvan de werking berust op mechanische trillingen en waarvan de uitvoering op het hierboven beschreven principe kan berusten. Aan de hand van een schema (afb. 7) wordt een dergelijke uitvoering, als voorbeeld, beschreven voor vier voederautomaten.

In de voederbak (rechts in het schema) mondt een trilgoot uit. Deze trilgoot (afb. 8) kan naar eigen ontwerp vervaardigd en gemonteerd worden op een in handelsuitvoering verkrijgbaar aandrijfelement (afb. 9). Boven de trilgoot bevindt zich een uitlooppijp voor het krachtvoer. Deze uitlooppijp (van hard P.V.C.-buis) heeft een zekere afstand tot de trilgoot, waardoor een bepaalde laagdikte (bijv. 60 mm) zich kan instellen.

Het krachtvoer stroomt via meerdere pijpen uit de grote voorraadbunker toe naar ieder van de voederbakken en wordt door middel van de bij iedere voederbak behorende trilgoot daarin gedeponeerd.

Nadat vier koeien hun plaats hebben ingenomen, worden de vier potentiometers P op een met de gewenste voedergift overeenkomende waarde ingesteld. Bij een groot aantal koeien (meer dan 50) kunnen op de potentiometers ook kleurmerken worden aangebracht. Deze kleurmerken dienen dan in overeenstemming te zijn met kleurmerken op de koeien en duiden op een bepaalde krachtvoedergift.

Na het instellen van de potentiometers wordt de startknop S ingedrukt. In tegenstelling tot het schema bevindt deze knop zich uiteraard vlak bij de potentiometers.

Gedurende een in te stellen tijd (melktijd: bijv. 7 min) worden nu om de 20 seconden impulsen gegeven aan de vier trilgoten. De trilgoten werken dus gelijktijdig en allen even lang, bijv. 1 seconde. Het effect van de trillingen (de amplitude) is echter verschillend, omdat een deel van de toegevoerde (elektrische) energie, afhankelijk van de stand van de potentiometer, niet wordt benut.

Na verloop van 7 minuten (= 21 kleine porties krachtvoer) stoppen de vier voederautomaten. Nadat de volgende serie koeien in de melkstal is gebracht worden weer de potentiometers op de met de voedergift van de koeien overeenkomstige waarde ingesteld en wordt de dosering opnieuw gestart.

Van een tussentijdse wijziging van de melktijd zal in de praktijk weinig terechtkomen, tenzij men groepsindelingen maakt. Deze mogelijkheid is aanwezig, maar overigens zal bij een ieder wel zijn eigen gemiddelde melktijd bekend zijn.

11. SCHAKELAPPARATUUR

Op het in afb. 10 weergegeven schakelpaneel bevinden zich drie instelbare tijdschakelklokken. De linker klok wordt ingesteld op de gemiddelde melktijd, bijv. 7 minuten. Gedurende deze 7 minuten wordt nu, na het indrukken van de startknop, een spanning gevoerd naar beurtelings één van de beide andere schakelklokken. Bij het stoppen van de pauzetijd start onmiddellijk de impulstijd en omgekeerd. Na afloop van 7 minuten schakelt de eerste klok het geheel uit. De impulstijd en de impulsfrequentie, die uiteindelijk de trilgoot laten werken, maken, afgezien van de amplituderegeling, reeds een groot regelbereik mogelijk.
In afb. 11 is het schema van deze schakelapparatuur getekend. Aan de hand van dit schema wordt de werking als volgt:

Wanneer de startknop S wordt ingedrukt, start de (totaal) tijdschakelklok T_t. Tevens schakelt het contact T_{t_2} in en neemt de spanning over van de startknop. Verder gaat de controlelamp L branden. Gelijktijdig is ook via het gesloten contact T_{i_2} de (pauze) tijdschakelklok T_p gestart.
Na afloop van de (ingestelde) pauzetijd sluit contact T_{p_1}, waardoor via het contact T_{i_1} het relais R_1 wordt bekrachtigd. Door R_1 worden de contacten R_{1-1} en R_{1-2} gesloten. Door R_{1-2} worden de trilgoten ingeschakeld. Met het sluiten van R_{1-1} is ook de (impuls) tijdschakelklok T_i gestart, waarbij T_{i_2} afvalt. Na afloop van de (ingestelde) impulstijd opent contact T_{i_1}, waardoor het relais R_1 afvalt en via R_{1-2} de trilgoten worden uitgeschakeld.
Door het contact T_{i_2} wordt nu echter weer de (pauze) tijdschakelklok T_p gestart, enz., enz. Deze wisselende schakeling duurt zo lang totdat na afloop van de (ingestelde) totaaltijd T_{t_1} opent, waarmee T_{t_2} afvalt en de installatie wordt uitgeschakeld, totdat er opnieuw wordt gestart.

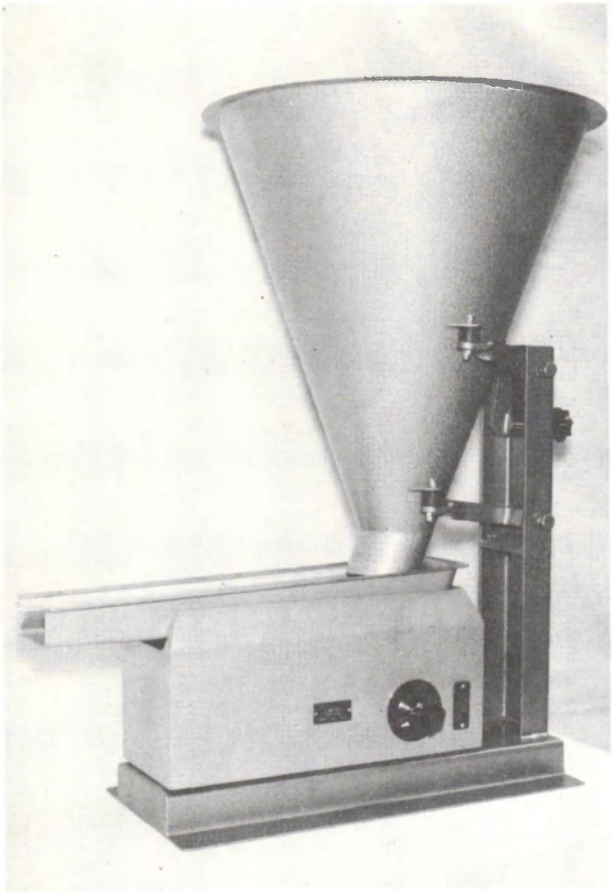
12. ECONOMISCHE VERANTWOORDING

Het is niet eenvoudig om van de hier beschreven wijze van veevoederdosering de financiële consequenties te bepalen. Het is in het algemeen wenselijk een nauwkeurige dosering toe te passen die de mogelijkheid schept de krachtvoerdosering goed af te stemmen op de melkgift, hoewel de tolerantie van deze afstemming moeilijk is te bepalen.
Vooral ten aanzien van de dikwijls in melkstallen wenselijke lage gift - bestemd voor het vlot laten toelopen van de koeien - kunnen van nauwkeurige dosering van een kleine gift besparingen worden verwacht.

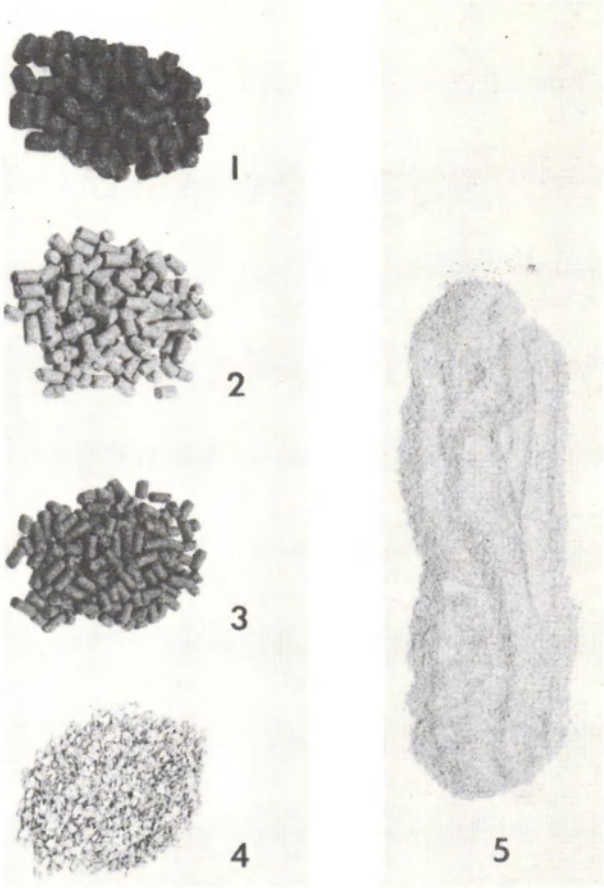
Ook de in dit rapport genoemde technische voorzieningen zijn wellicht niet geheel optimaal. Er is uitgegaan, zowel voor de trilgoot als voor het elektrotechnisch materiaal, van in de handel verkrijgbare apparatuur. De relatief grote capaciteit en het grote regelbereik van de hier beschreven doseermethode wijzen op een ver overgedimensioneerde installatie.
Bij het in dit rapport beschreven onderzoek ging het in de eerste plaats om de vraag in hoeverre en met welke nauwkeurigheid veevoer kan worden gedoseerd met behulp van de triltechniek.
Wanneer fabrieksmatig een hier bedoelde doseerautomaat in serie kan worden gemaakt, zal waarschijnlijk volstaan kunnen worden met een lager bedrag dan de prijzen van onderstaande, bij het onderzoek gebruikte, materialen.
Bij deze opsomming wordt uitgegaan van een serie van 4 doseerautomaten.

4 aandrijfelementen voor de trilgoot	à	f 380,--	f	1.440,--
4 trilgoten, roestvrijstaal (geschat)	à	" 25,--	"	100,--
4 potentiometers	à	" 40,--	"	160,--
3 tijdschakelklokken	à	" 92,--	"	276,--
1 relais			"	23,--
4 aan —— uit schakelaars 1 startknop elektrische bedrading } (geschat)			"	50,--
P.V.C.-buizen met verloopstukken (geschat)			"	150,--
		totaal	f	2.199,--

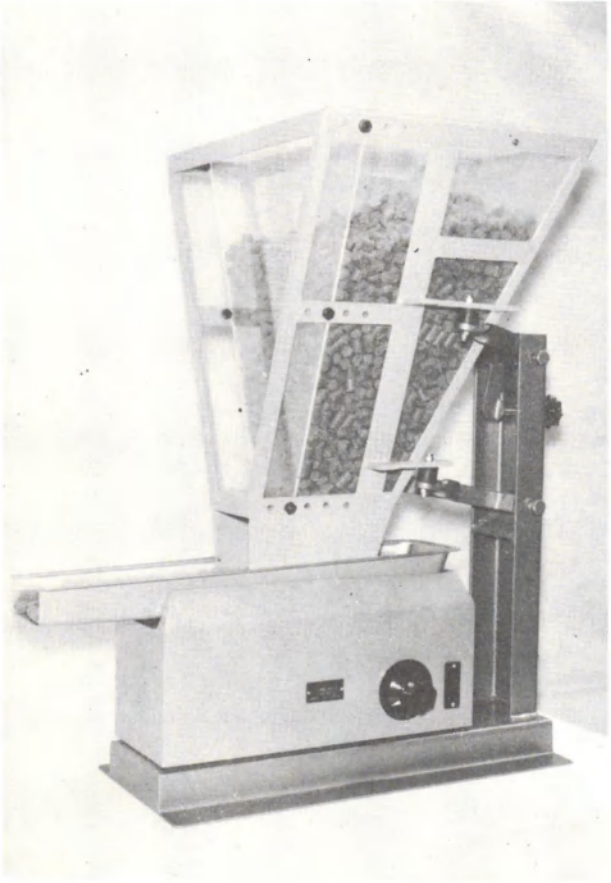
Per melkstand komt dit neer op ± f 550,--.

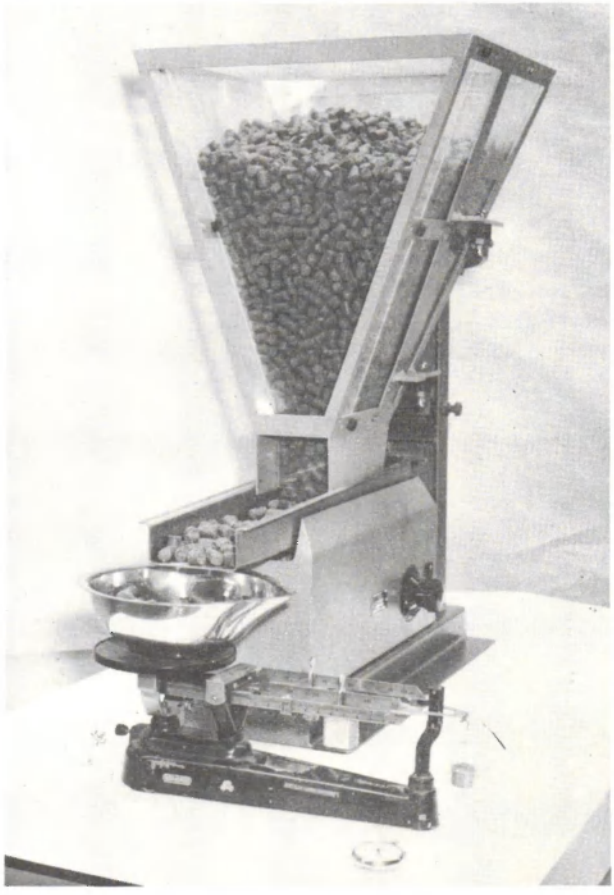


Afb. 1 Trildoseerapparaat — A.E.G., type DR 100/550.



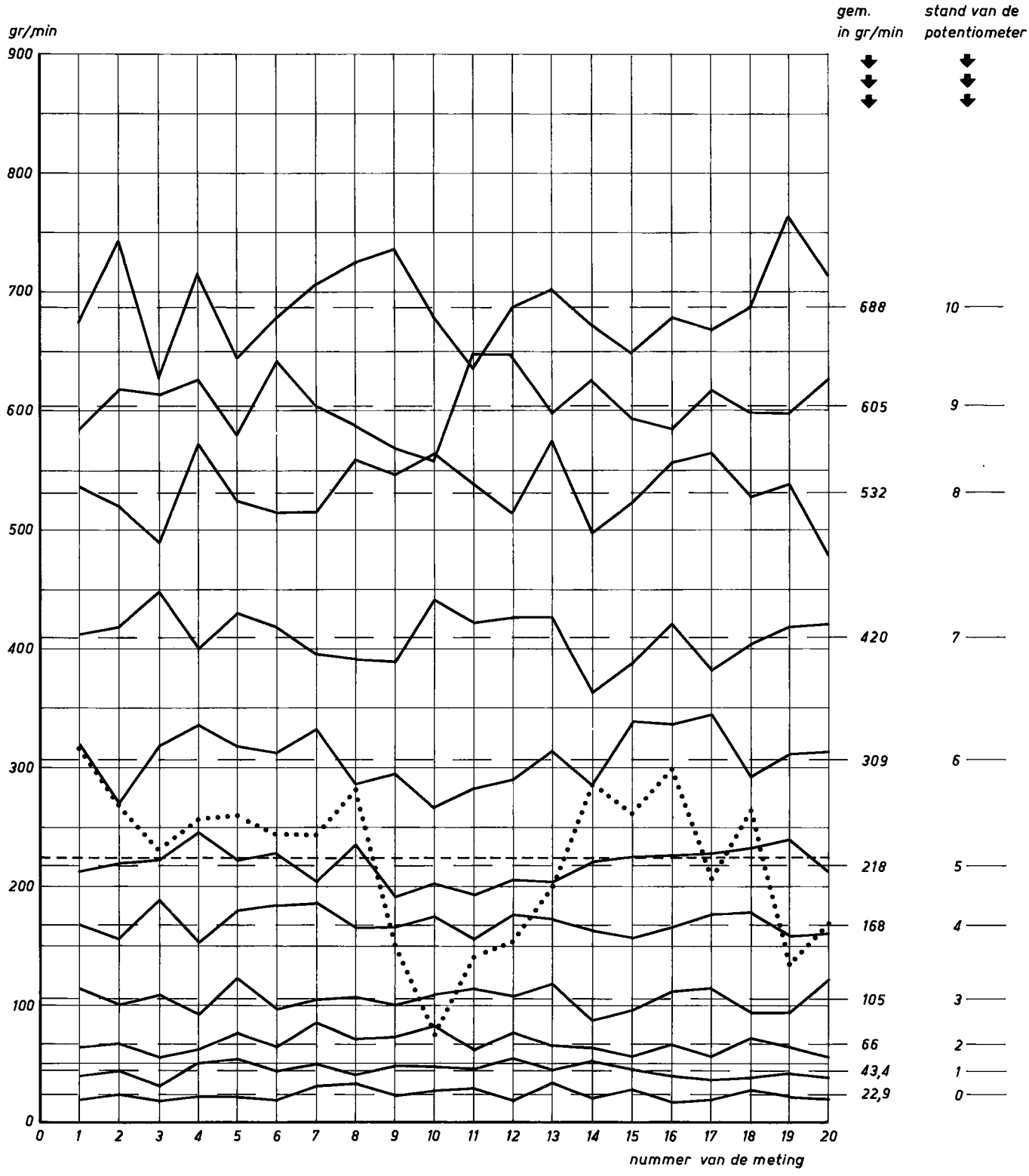
Afb. 2 Vijf verschillende krachtvoerprodukten.
1 = rundveebrokken; 4 = geplette gerst;
2 = kalverbrokken; 5 = gemengd meel.
3 = varkensbrokken;



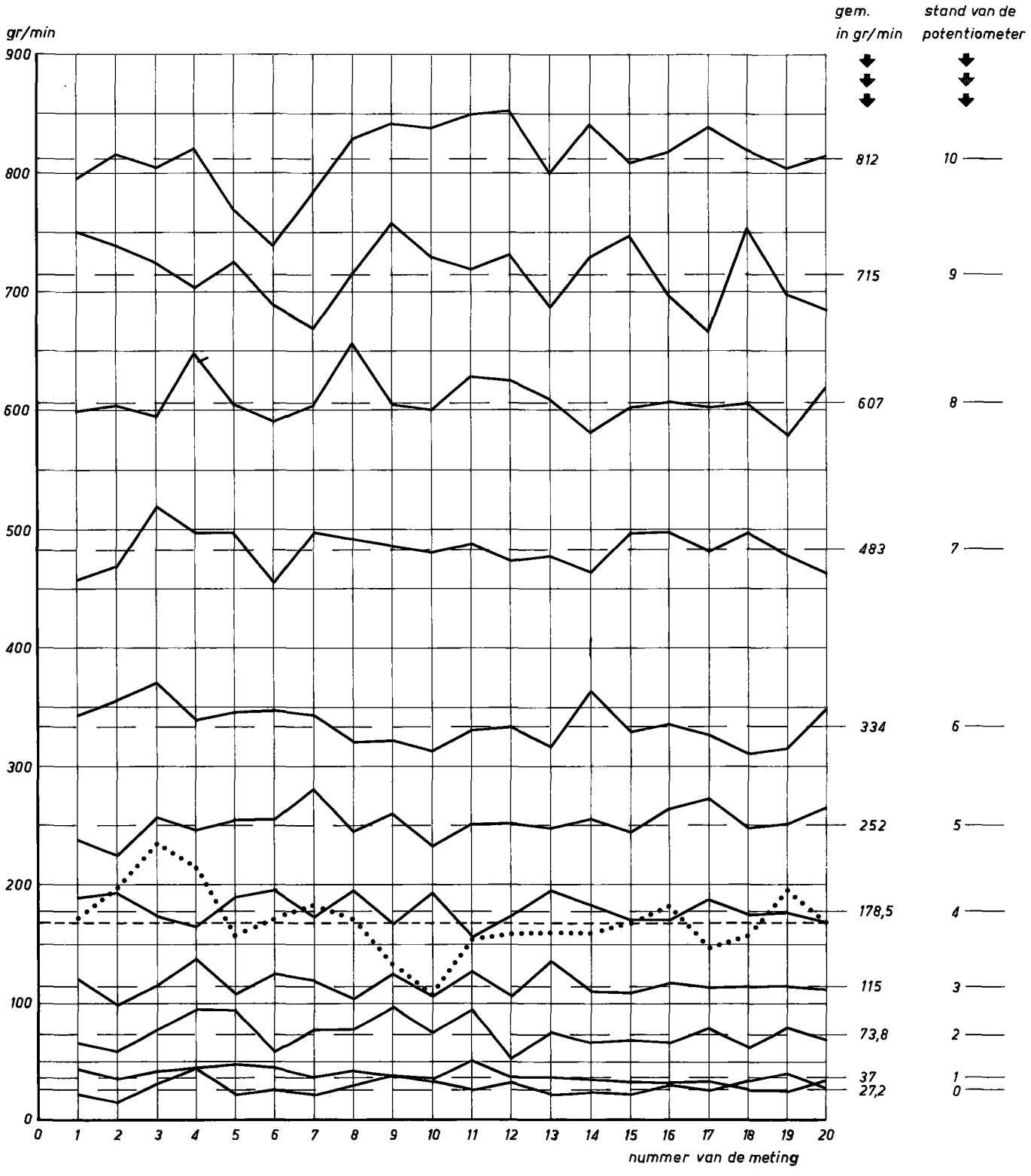


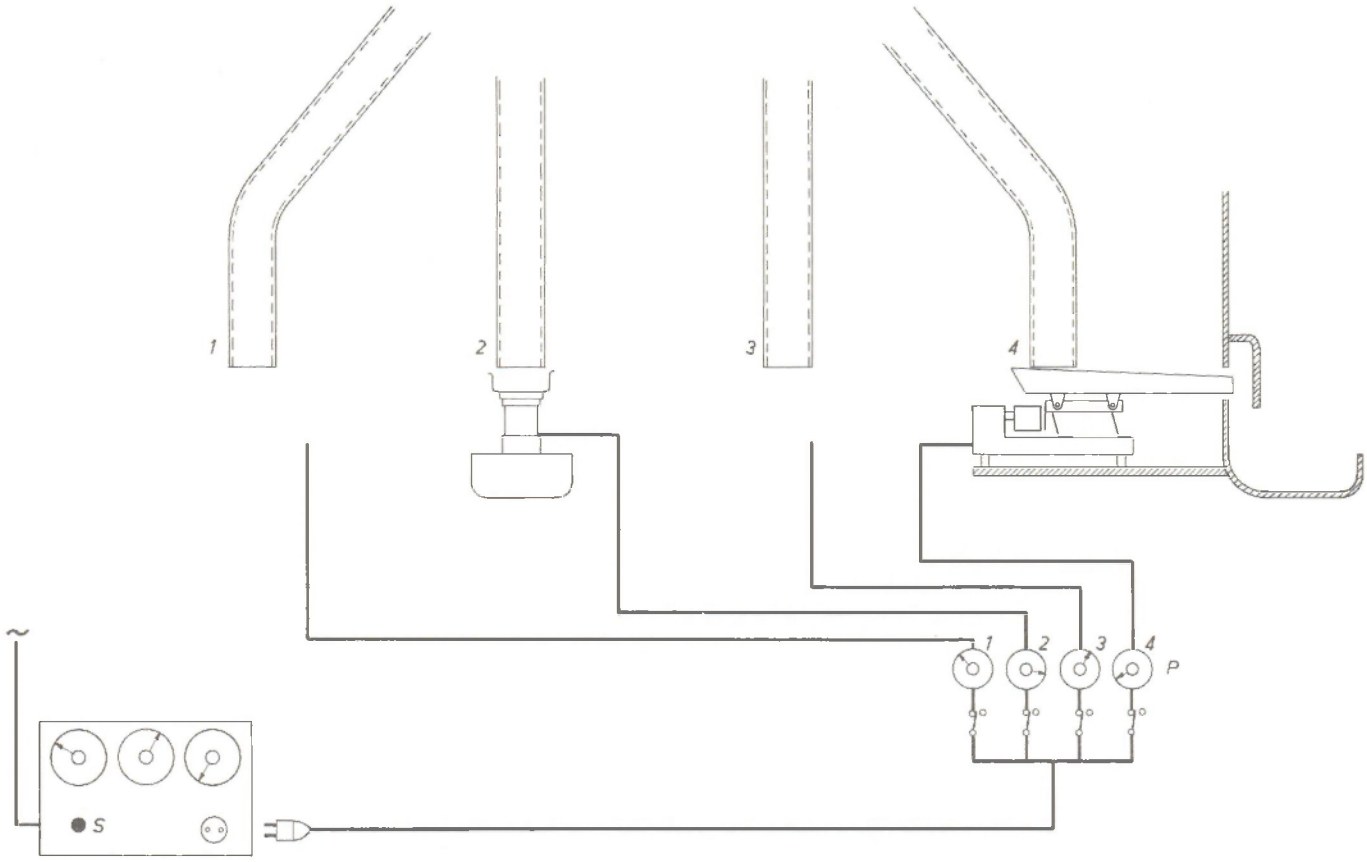
Afb. 3 en 4 Trildoseerapparaat met gewijzigde bunker.

Afb. 5 Verloop van 20 opeenvolgende metingen betrekking hebbende op dosisgewichten van *rundveebrokken*, uitgedrukt in gr/min bij verschillende potentiometerstanden.

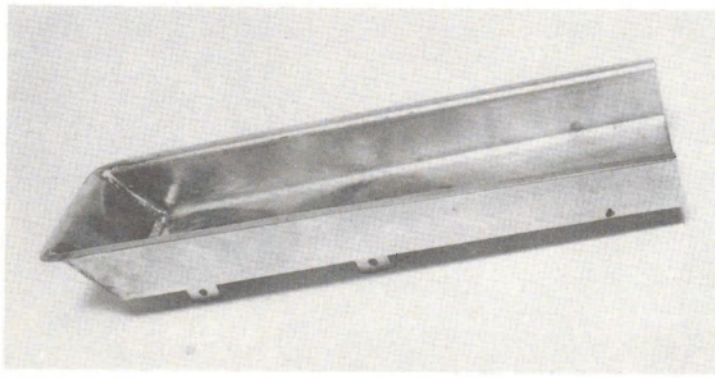


Afb. 6 Verloop van 20 opeenvolgende metingen betrekking hebbende op dosisgewichten van *kalverbrokken*, uitgedrukt in gr/min bij verschillende potentiometerstanden.

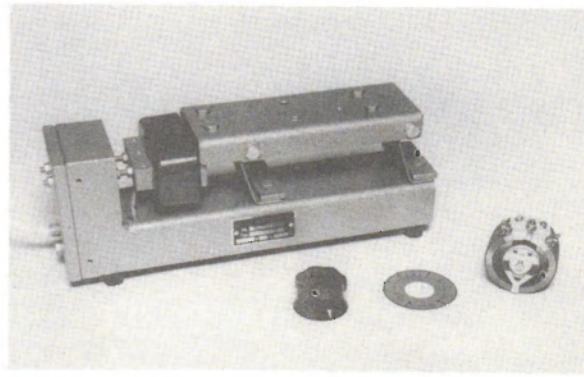




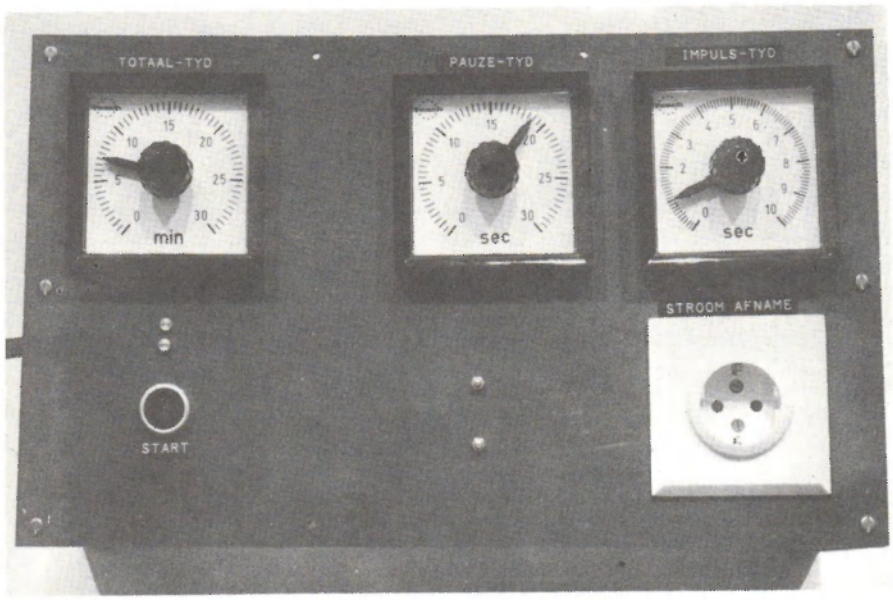
Afb. 7 Schematische voorstelling van een automatische voederinstallatie, waarbij op vier plaatsen verschillende hoeveelheden krachtvoer in dezelfde tijd kunnen worden gedoseerd.



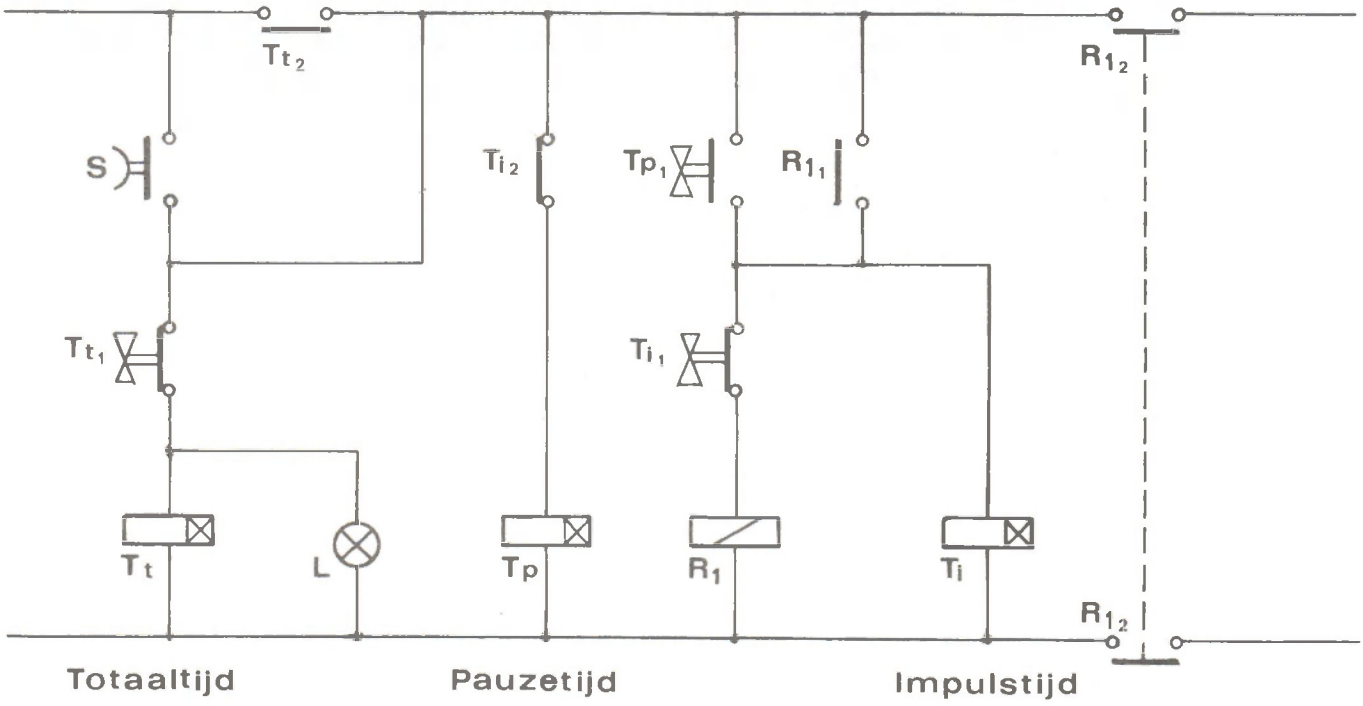
Afb. 8 Een naar eigen ontwerp te vervaardigen goot.



Afb. 9 Trillingsopwekeenheid met potentiometer, knop en schaalverdeling voor de goot van afb. 8.



Afb. 10 Paneel met drie tijdklokken.



Afb. 11 Schakelschema van de drie tijdklokken, waarmee de intermitterende dosering kan worden ingesteld.