Door bijzondere omstandigheden kwam Gestencilde Mededeling 1963 no. 2 eerder voor verzending gereed dan no. 1.
No. 1 "Enige aspecten van de drainage" zal binnenkort verschijnen.

Gestencilde Mededeling

Jaargang 1963 - No. 2

H A K S E L D O R S E N

een alternatief voor het maaidorsen

Verslag van proeven met een Allgaier hakseldorsinstallatie

door

Ir. K. de Koning

en

S.A.R. François

Instituut voor Landbouwtechniek en Rationalisatie
Dr. S.L. Mansholtlaan 12, Wageningen

Stno. 79/1650/11-2-1963.

I N H O U D

		Blz.
	VOORWOORD	
1.	INLEIDING	2
2.	OVERZICHT VAN BUITENLANDSE ONDERZOEKINGEN OP DIT GEBIED	3
	2.1 Algemeen	3
	2.2 In Duitsland bij het hakseldorsen gebruikte werktuigen	4
3.	EIGEN PROEVEN	7
	3.1 Inleiding	7
	3.2 Het bedrijf van de Gebroeders Wijnen te Bergeyk	7
	3.3 Het hakselen	7
	3.4 Het dorsen van het gehakselde materiaal	8
	3.5 Korrelbeschadiging als gevolg van het hakseldorsen	10
	3.6 De opslag van het graan	11
	3.7 De opslag van het stro	11
	3.8 Het gevraagd vermogen voor de aandrijving van de installatie	12
	3.9 Arbeidstechnische aspecten van het hakseldorsen	13
	3.10 Vergelijking van de investering voor deze installatie met andere methoden	17
4.	CONCLUSIES	19
Bijlagen :	I LITERATUURLIJST	20
	II WERKTUIGENINVENTARIS	22
	III BOUWPLAN EN VEEBEZETTING	23

V O O R W O O R D

De oogst van de granen op de gemengde bedrijven geeft in vele gebieden nog aanleiding tot een arbeidstop. Dit is vooral in die gebieden het geval, waar men te kleine oppervlakten graan heeft om een maaidorser rendabel te kunnen exploiteren en waar de inschakeling van loonwerkers problemen oplevert.

Het hakseldorsen - een voor ons land nieuwe methode - biedt dan de mogelijkheid om de op de traditionele manier bij de boerderij aangevoerde schoven met één man te dorsen, waarbij het gehakselde stro en de korrel mechanisch worden getransporteerd naar de bergruimten.

Na overleg - en in samenwerking - met Veldkoning N.V. te Roermond, importeur van een hakseldorsmachine, en de heer J.J. Geboers, specialist van het Rijkslandbouwconsulentschap te Eindhoven, bleek het mogelijk tot een proef te komen op het bedrijf van de Gebroeders Wijnen te Bergeyk, waarbij zowel de technische als de arbeidstechnische aspecten in het onderzoek werden betrokken. Met de heren Wijnen werd gedurende de drie proefjaren op prettige wijze samengewerkt.

De verkregen gegevens zijn in dit verslag verwerkt, waarbij aansluiting is gezocht bij onderzoekingen die in het buitenland op dit terrein werden verricht.

Aan allen die aan het tot stand komen en het uitvoeren van dit onderzoek hebben medegewerkt onze dank.

De Directeur:

Wageningen, maart 1963.

Ir. H.H. Postuma

1. INLEIDING

Het oogsten van granen geeft op een aantal gemengde bedrijven in ons land nog een arbeidstop. De oppervlakte is te klein om een maaidorser rendabel te kunnen exploiteren en toch wel van dien aard dat tijdens de graanoogst alle zeilen moeten worden bijgezet om het graan goed geborgen te krijgen. Dit houdt vooral verband met de steeds kleiner wordende vaste kern van arbeidskrachten op deze bedrijven. Toch wil men op deze bedrijven de graanteelt niet missen omdat het een waardevolle component in de vruchtwisseling is en tevens stro levert voor de eigen veehouderij.

De inschakeling van een loonwerker is vaak niet mogelijk omdat deze in deze streek nog niet is ingesteld op het maaidorsen, waarbij dan nog komt dat deze oplossing in verhouding tot vroeger duur is en ook weer extra technische problemen schept. Het transport van het graan, het drogen en de opslag zijn niet zonder extra investeringen of kosten uitvoerbaar. Ook het stro, waarvan naar schatting 10 % op het veld achterblijft, moet na de droging nog worden geperst op het veld.

In Amerika en vooral ook in Duitsland heeft men gezocht naar een verwerkingsmethode voor het graan die zich aanpast bij het gemengde bedrijf en als alternatief kon dienen voor het maaidorsen. In Amerika in de heuvelachtige gebieden van Wisconsin en in Duitsland in de Eifel en het Sauerland en andere bergachtige gebieden heeft men de oplossing gezocht in het hakseldorsen.
Op deze heuvelachtige terreinen rijpt het graan onregelmatig af en ook de droging verloopt uitermate langzaam. Dit ongunstige klimaat en de moeilijkheden bij het maaidorsen op dit geaccidenteerde terrein gaven aanleiding tot het zoeken naar andere wegen.

Het hakseldorsen berust op het door hakselen pneumatisch transporteerbaar maken van het graanstro. Er bestaan bij dit hakselen een aantal verschillende systemen, maar het doel is toch steeds het vergemakkelijken van het transport. Het pneumatische transport maakt het mogelijk produkten zonder extra arbeid te brengen op de plaats waar men ze hebben wil (ook moeilijk toegankelijke zolders enz.).

In Nederland heeft deze methode, afgezien van enkele proeven in Groningen en een proef in Gelderland, geen ingang gevonden. Toch bestaat de mogelijkheid dat deze hakseldorsmethode op een aantal bedrijven in ons land met succes kan worden toegepast. Deze zal zich echter moeten beperken tot die bedrijven waar het maaidorsen niet of moeilijk uitvoerbaar is. Dit zijn dus vooral de gemengde bedrijven, waar al het stro op het bedrijf wordt gebruikt en waar de granen een belangrijke component van het bouwplan zijn.

Op het bedrijf van de Gebroeders Wijnen te Bergeyk werd in 1960 met medewerking van het I.L.R. een hakseldorsinstallatie geplaatst, waarmee nu drie jaren is gewerkt. In dit verslag zullen de ervaringen van deze drie jaren worden besproken. Hierbij zullen zowel de technische als de arbeidstechnische aspecten van deze methode aan de orde komen. Gedurende het jaar 1961 werd nl. ook een arbeidsboekhouding bijgehouden, zodat de aan de verschillende onderdelen van het bedrijf bestede arbeid kon worden nagegaan.

Tevens zal een kort overzicht worden gegeven van buitenlandse publikaties op dit gebied.

2. OVERZICHT VAN BUITENLANDSE ONDERZOEKINGEN OP DIT GEBIED

2.1 Algemeen

Het hakseldorsen werd in de U.S.A. voor het eerst in de tweede wereldoorlog toegepast op heuvelachtige gebieden waar de granen onregelmatig afrijpten. Men maaide daar de granen in het zwad, waarna ze op het veld afrijpten en droogden. Met de veldhakselaar werden deze zwaden opgenomen, in een kooiwagen geblazen en naar huis getransporteerd. Hier werd het hakselmengsel via een blazer in de dorsmachine gebracht. Het stro ging via een blazer naar de schuur. Het graan werd in een silo geblazen (3).[1]

In Duitsland was in een aantal gebieden het in het zwad maaien niet zonder te grote risico's uit te voeren. Vooral in die gebieden waar tijdens de oogst veel neerslag valt, heeft men toen de oogstmethode hierbij aangepast. Men maait het graan met de zelfbinder, laat de schoven gedurende 2 á 3 weken drogen op ruiters of schelven, waarna het wordt ingehaald. Bij de schuur begint dan pas het hakseldorsen. De schoven worden van de wagen in een stationaire hakselmachine gevorkt, die het gehakselde produkt naar een hakseldorsmachine blaast. Het stro gaat via een blazer naar de opslagplaats. Het graan wordt met behulp van de zwaartekracht of een blazer in een silo gebracht, of wordt opgezakt. De opslag in een silo geeft de mogelijkheid de verwerking in de schuur door één man te doen uitvoeren (8).
Soms heeft men voor de opslag van het graan een kleine silo waarin 5000 kg kan worden opgeslagen. Gedurende de tijd waarin toch niet kan worden ingehaald, zakt men uit deze silo het graan op (12).

De capaciteit van de hakseldorsmachine ligt tussen 1000 kg en 1500 kg graan per uur, hetgeen uiteraard ook afhangt van de toestand van het produkt. Er zijn in Duitsland een paar fabrikanten die zich met het hakseldorsen hebben bezig gehouden. Dit zijn Speiser, Mengele, Allgaier, Trenkamp, Westfalia, Ley (5).

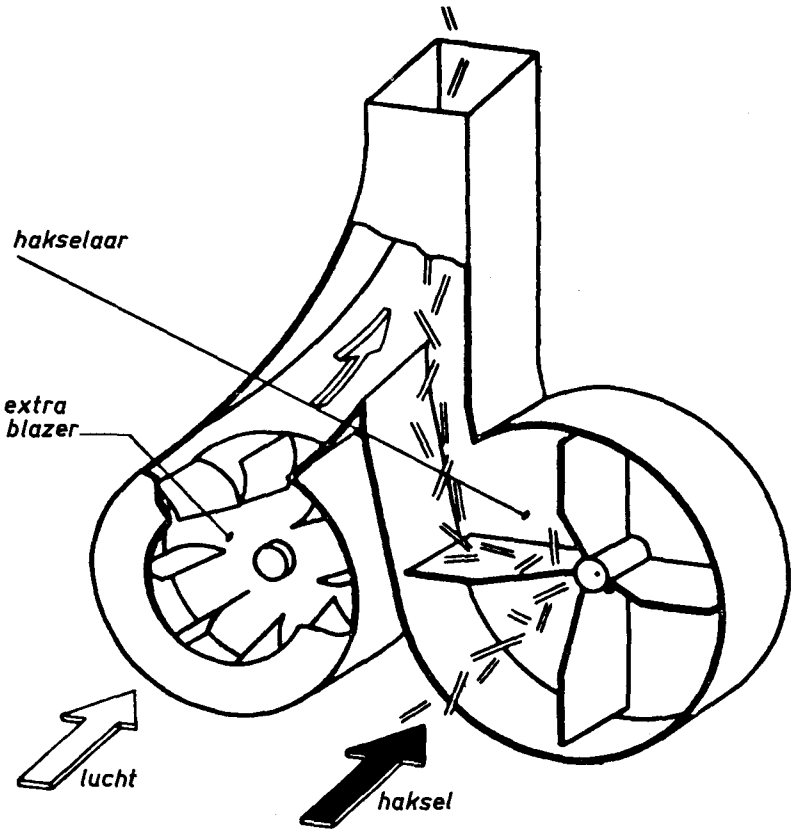
Vooral door Segler (15) is onderzoek verricht op het gebied van hakseldorsen. Men wilde een hakselmachine construeren die de uitdorsing van het graan geheel zou verzorgen, waardoor de nadorsing zou komen te vervallen (o.a. Ley).

Al deze proeven zijn echter minder actueel geworden, nu ook in Duitsland het aantal maaidorsers zo sterk is toegenomen.

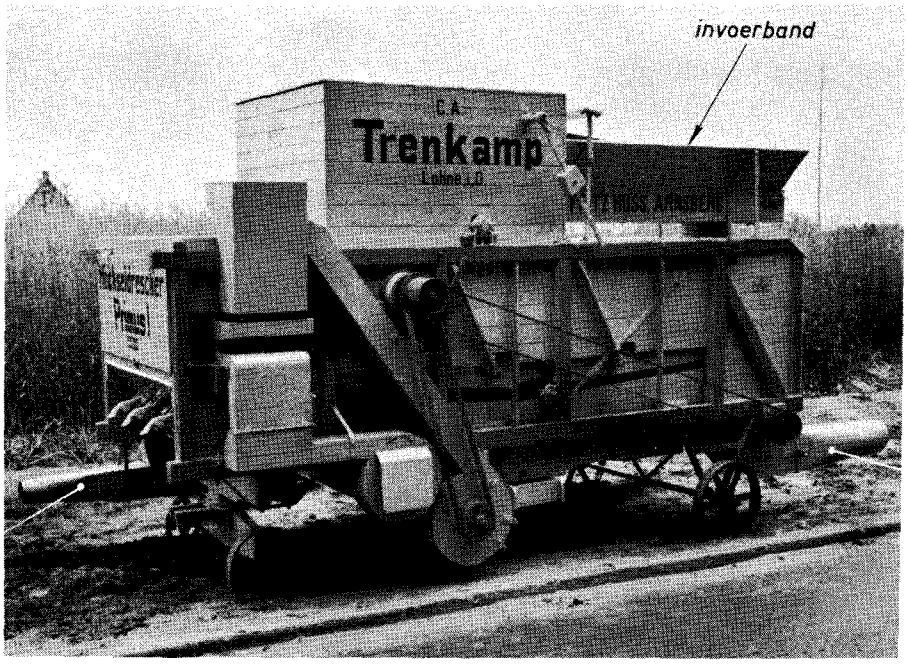
Uit de periode rond 1950 stamt ook het "Häckselhof", dat in Duitsland veel populariteit heeft genoten. Hierbij wordt het hakselen van hooi, stro en kuilvoer door één centrale hakselmachine uitgevoerd. Het interne transport van materiaal wordt pneumatisch verzorgd. Dit geeft een aantal voordelen bij de verwerking op het bedrijf. Het uitmesten van de stallen met behulp van een vloeistofstroom wordt hierdoor bijv. beter uitvoerbaar (Schwemmentmistung). Men ging hierbij uit van de eis dat één man het werk moest kunnen uitvoeren met als universeel werktuig een hakselblazer. Vaak werd hiervoor de veldhakselaar gebruikt, die voor dit doel stationair werd opgesteld en waaruit zoveel mogelijk de messen waren verwijderd.

---

1) De tussen haakjes geplaatste cijfers verwijzen naar de literatuurlijst achterin deze mededeling op blz. 20.



Afb. 1 Schematische voorstelling van een hakselaar met extra blazer.



aanbouw van graanblazer mogelijk

stroblazer

Technische gegevens: Trommel: lang 120 cm, diameter 40 cm, toerental 1220 omw/min. Aandrijving 10 pk, capaciteit 1250 kg/uur, gewicht 2100 kg. Afmetingen machine: lang 430 cm, breed 210 cm en hoog ca. 265 cm

Afb. 2 De hakseldorsmachine Primus 1 van Trenkamp, Lohne, Duitsland. Hier worden de schoven op een invoerband bovenop de dorsmachine gelegd. Via deze band komen ze in de hakselmachine. Het haksel valt direct in de dorsruimte. Stro en graan worden via blazers afgevoerd.

2.2 In Duitsland bij het hakseldorsen gebruikte werktuigen

Bij het hakseldorsen worden, wat het hakselen betreft, drie systemen toegepast nl.:

1. Hakselen vóór het dorsen met een stationaire hakselmachine of veldhakselaar. Het gehakselde materiaal wordt via een luchtstroom afgevoerd naar de dorsmachine (Allgaier, Speiser).
2. Hakselen met een kooihakselaar die op de dorsmachine is gebouwd. De invoerband van de hakselmachine bevindt zich bovenop de (lage) dorsmachine (2 m boven de grond). Het gehakselde materiaal valt in de dorsruimte (21), zie afb. 2.
3. Hakselen van het uitgedorste stro, waardoor dit pneumatisch kan worden afgevoerd (Westfalia, Ködel en Böhm).

Van deze drie systemen wordt het eerste het meest toegepast. De voor- en nadelen van deze systemen zullen we hier achtereenvolgens bespreken.

ad 1. Deze methode heeft als voordeel dat tijdens het hakselen het grootste deel van het graan al wordt uitgedorst (55 - 99 % (8 en 23)). Het dorsen behoeft slechts een geringe nadorsing te zijn. Door het hakselen is ook de voeding van de dorsmachine regelmatiger. De dorsmachine kan hierbij op een zolder worden opgesteld, of, zoals bij de "Allgaier", in de nok van de schuur, aan de hanebalken worden bevestigd. Als nadeel van deze verwerking wordt de korrelbeschadiging genoemd. Door Völtzke (23) wordt hiervoor bij granen 2 - 7 % opgegeven.

ad 2. Het hakselen met een op de dorsmachine gebouwde kooihakselaar heeft als voordeel dat het transport van het gehakselde materiaal naar de dorsruimte vervalt. Volgens opgave van de fabrikant zou het graan volgens dit systeem zeer zacht worden behandeld (21). De hakselaar draait met een laag toerental. De dorstrommel kan door de regelmatige voeding ook met een laag toerental draaien (omtreksnelheid 15 m/sec, normaal 30 m/sec). Ook het vermogen voor de aandrijving zou kleiner zijn, omdat het hakselen weinig vermogen vraagt en het pneumatisch transport tussen hakselaar en dorsruimte vervalt. Als aandrijvende motor voor hakselmachine, dorsmachine, graan- en stroblazer wordt 15 pk opgegeven. De capaciteit zou hierbij liggen op 1000 - 1250 kg/uur. In de beide bovengenoemde systemen wordt het pneumatisch afvoeren van het gedorste stro uit de dorsmachine toegepast.

ad 3. Op een aantal bedrijven heeft men de normale stationaire dorsmachine uitgerust met een hakselblazer. Deze blazer zorgt ervoor dat het stro zonder handwerk in de opslagplaats terecht komt. Men gaat hierbij tot afstanden van 60 m. Het hakselen is hier een noodzakelijk kwaad, om het pneumatisch transport van het stro te kunnen realiseren.
Men gebruikt hiervoor meestal de zgn. blaashakselaar (Schneidgebläse). Dit zijn blazers waarbij het produkt centraal in de blazer wordt aangezogen. De hakselwerking vindt plaats door messen aan de omtrek van deze invoeropening. De haksellengte varieert in sterke mate

Bij de hakselmachines kunnen we vier typen onderscheiden, als we kijken naar de manier waarop wordt gehakseld.
Deze typen zijn :

1. Radhakselaars
2. Kooihakselaars
3. Blaashakselaar (Schneidgebläse).
4. Hakselaars met extra blazer

ad 1. De radhakselaar (hakselaar waarvan de werkende delen bestaan uit een stationair mes, waarlangs messen bewegen, die aan de spaken van een wiel zijn bevestigd.(1).
Dittype hakselaar is meestal uitgevoerd met een toevoerband waarop het te hakselen materiaal wordt aangevoerd. Voor het hakseldorsen hebben ze voordelen boven andere typen, omdat ze een regelmatige haksellengte geven die goed instelbaar is. Ook het toerental van het hakselrad is laag, waardoor minder korrelbeschadiging zou optreden. Dit toerental ligt rond 450 omw/min. Door de regelmatige invoer van de schoof in de machine wordt ook het opgenomen vermogen voor de aandrijving regelmatiger. De toevoer van gehakseld materiaal aan de dorsmachine is regelmatig en daardoor is voor het dorsen slechts weinig vermogen nodig.

ad 2. De kooihakselaar (hakselaar waarvan de werkende delen bestaan uit een stationair mes, waarlangs de veelal schroefvormige gebogen messen van een messenkooi bewegen (1)).Dit type wordt weinig toegepast, omdat het pneumatisch transport niet goed door dit type kan worden verzorgd. Men zou hiervoor een aparte blazer er bij moeten bouwen. Door Trenkamp (21) wordt dit type hakselaar ingebouwd bij de hakselmachine Primus. Het gehakselde materiaal valt hierbij direct in de dorsruimte, zodat het pneumatisch transport geheel vervalt. Een voordeel van dit type zou het geringer benodigd vermogen voor de aandrijving zijn.

ad 3. De blaashakselaar (hakselaar met een ventilator. Het werktuig hakselt het produkt en blaast het daarna verder (1)). Deze definitie van de woordenlijst dekt niet helemaal het Duitse woord Schneidgebläse, wat eigenlijk wordt bedoeld, nl. een blazer met voorzetmessen. De hakselende werking wordt nl. verkregen door de rond de invoeropening opgestelde messen en de armen van het schoepenwiel van de blazer. De invoer van het materiaal gaat bij dat type onregelmatig. Een schoof wordt snel verwerkt; als gevolg hiervan varieert ook de hoeveelheid haksel sterk die aan de dorsmachine wordt toegevoerd, Dit geeft een geringere capaciteit (van Lancker 11). Ook het gevraagde vermogen voor de aandrijving van deze hakselmachine varieert hierdoor sterk, Het toerental loopt bij elke schoof sterk terug, waardoor de aangevoerde luchthoeveelheid in de dorsruimte varieert, wat de schoning van het produkt nadelig beïnvloedt.
Het haksel heeft een onregelmatige lengte en hecht zich aan elkaar; ook dit beïnvloedt de schoning ongunstig. Het totaal gevraagde vermogen voor snijden en transporteren is echter lager dan bij de radhakselaar (17).

ad.4. Hakselaars met extra blazer (zie afb. 1).
Dit type heeft voordelen zodra droogprodukt over grote afstanden moet worden getransporteerd. Het voordeel van de extra blazer ligt in het feit dat we een lager toerental van de hakselaar kunnen kiezen, omdat de verplaatste luchthoeveelheid wordt aangevuld. door de blazer. Door Segler (16) werd gemeten dat de stofontwikkeling bij transport van droog luzerne hooi met een haksellengte van 2,2 cm over een bepaalde afstand door een hakselaar met extra blazer slechts 1/3 deel was van de stofontwikkeling bij een normale hakselaar.

Bij 11 cm haksellengte was de stofontwikkeling ongeveer de helft. Dit wordt toegeschreven aan het lager toerental van de hakselaar dat mogelijk wordt door toepassing van de extra blazer. Bij deze vergelijking had de normale radhakselaar een omtreksnelheid van 44 m/sec, de hakselaar met extra blazer maar 23 m/sec en de extra blazer 39 m/sec. Een ander voordeel van de extra blazer is de mogelijkheid om deze op eenvoudige wijze uit te schakelen bij kortere transportafstanden, waardoor energie voor de aandrijving wordt bespaard.

Ook bij de dorsmachines zijn verschillende typen in gebruik. De meeste zijn echter normale dorsmachines die aan de verwerking van gehakseld materiaal zijn aangepast. De werpschudders zijn hiertoe voorzien van een afdichting met gaas, zodat het korte haksel er toch nog grotendeels bovenop blijft liggen. Maten zijn hiervoor niet te geven, omdat dit afhangt van de haksellengte van het stro. Bij deze dorsmachines worden werpschudders gebruikt omdat gaffelschudders onvoldoende transporteren.

Het toerental van deze dorstrommel kan 1/3 tot 1/2 van het normaal bij schoven toegepaste aantal omwentelingen zijn (8 en 21). Door Allgaier wordt een speciaal voor het hakseldorsen geconstrueerde machine gefabriceerd. De dorsinrichting is hierbij een kleine hekeltrommel die aangedreven wordt door een 5 pk elektromotor (11). Door deze motor worden ook de kafblazer en de stroblazer aangedreven, waardoor verklaard wordt dat de motor bij deze proeven eigenlijk te licht was en vervangen is door een 9 pk motor. De stroschudder en de sortering zijn van een speciale constructie (afb. 7) en worden aangedreven door een motor van 1,5 pk. Het voordeel van deze dorsmachine is zijn geringe gewicht waardoor hij in de nok van de schuur kan worden opgesteld en weinig produktieve ruimte inneemt.
Het zal zonder meer duidelijk zijn dat we hierbij uit moeten gaan van een stevige kapconstructie.

3. EIGEN PROEVEN

3.1 Inleiding

Toen in 1960 op het bedrijf van de Gebroeders Wijnen te Bergeyk een hakseldorsmachine zou worden aangeschaft, zijn deze plannen door ons gesteund. Het betreft hier een "Allgaier" hakseldorsmachine, die voor het hakseldorsen is geconstrueerd. Als hakselmachine werd een Bötsch radhakselaar met invoerband gebruikt. Deze installatie heeft in de jaren 1960, 1961 en 1962 resp. 16, 19 en 20 ha graan verwerkt (in 1960 werd ook een kleine partij mais gedorst). De hier toegepaste installatie werkt volgens het systeem I als hiervoor beschreven.

3.2 Het bedrijf van de Gebroeders Wijnen te Bergeyk

Met een oppervlakte van 74 ha cultuurgrond behoort dit bedrijf tot de grote bedrijven in Noord-Brabant. Bij het bedrijf behoort echter een ontginningsperceel van 13 ha dat op ± 20 km afstand in Maarheeze is gelegen en dat door de grote afstand tot de bedrijfsgebouwen in vele opzichten buiten de normale bedrijfsvoering valt.

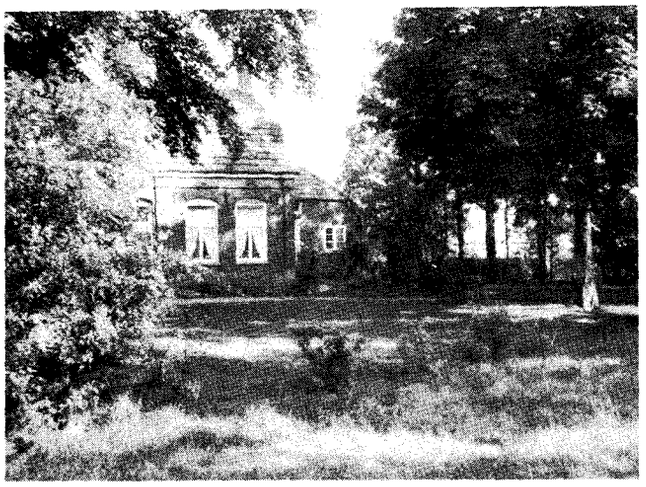
De produkten van dit perceel (veelal granen) worden meestal direct van het veld verkocht en afgeleverd. Het bedrijf in Bergeyk omvat 20 ha bouwland en 41 ha weiland. De verkaveling van de grond is gunstig, alle percelen liggen aan één blok nabij de bedrijfsgebouwen (uitgezonderd de 13 ha in Maarheeze). Men heeft ca. 35 melkkoeien en ± 50 stuks jongvee. Ook worden ± 50 stuks mestvee gehouden. Bijlage 3 geeft een overzicht van de situatie in 1961.

De arbeidsbezetting van het bedrijf bestaat uit vier personen, in de drukke perioden geassisteerd door een loonwerker voor het dorsen op de ontginningsgrond en het rooien van aardappelen. Voor het inkuilen van mais en gras wordt een maaikneuzer gehuurd. De op het bedrijf aanwezige werktuigen zijn opgenomen in de inventarislijst (bijlage 2).

De bedrijfsgebouwen zijn op enige afstand van elkaar gelegen, wat soms een nadelige invloed heeft op het werk. Het oudste gedeelte van de bedrijfsgebouwen met het woonhuis en een daaraan gebouwde koestal staan op enige afstand van de verharde weg (afb. 3). Boven de koestal is een zolder met een geringe bergruimte, waarop meestal (geperst) hooi wordt opgeslagen. Op ca. 20 m van de koestal staat een open veldschuur die gedeeltelijk wordt gebruikt voor werktuigenberging en voor de opslag van ongedorst graan. Aan de overkant van de openbare weg op 60 m afstand heeft men een ruime schuur gebouwd die voor ongeveer de helft wordt benut als loopstal voor mest- en jongvee. De rest van deze schuur wordt gebruikt voor de opslag van hooi en stro. De totale inhoud van deze schuur is ca. 1100 m^3 (afb. 2). In deze schuur is de hakseldorsmachine vast opgesteld. De hakselmachine staat naast de grote mendeur, zodat de volle vrachten rechtstreeks langs de inlegband kunnen worden gereden. Via een buisleiding gaat het gehakselde materiaal naar de dorsmachine die boven in de schuur op een platform boven de graansilo's is opgesteld. Vanaf de dorsmachine gaat een buisleiding in de richting van de opslag voor het stro. Nagenoeg al het stro dat op het bedrijf wordt gewonnen, wordt in de veehouderij gebruikt als voer- en ligstro (afb. 8).

3.3 Het hakselen

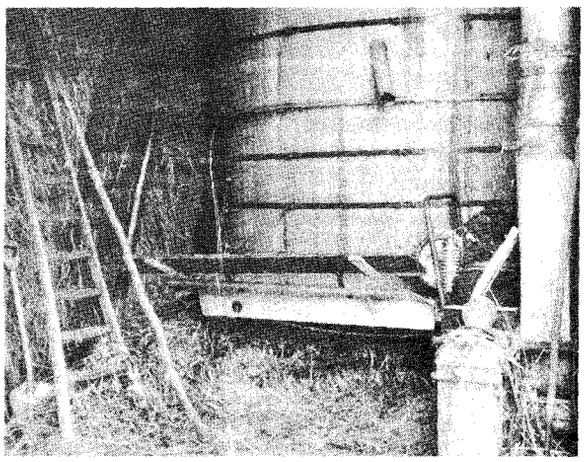
Er wordt gebruik gemaakt van een "Bötsch" radhakselmachine met inlegband. De schoven worden vanaf de wagen op de invoerband gelegd in de lengterichting van de band (afb. 5) en in de hakselruimte gevoerd. Aan de bovenzijde van de invoeropening wordt de schoof op de band ge-



Afb. 3 Het oude gedeelte van de bedrijfsgebouwen met het woonhuis. Hiernaast tussen de bomen de open veldschuur

Afb. 4 De nieuwe schuur met loopstal aan de overkant van de openbare weg. Het gedeelte links van de mendeuren wordt als loopstal gebruikt. Rechts van de deuren de hakseldorsinstallatie en de silo's. De dorsmachine is ook bereikbaar via de luiken in de gevel

Afb. 5 De invoerband van de hakselmachine rechts van de mendeuren. Achter deze inlegband één van de beide graansilo's. De hakseldorsmachine is boven deze silo's opgesteld. Het zijbord van de invoerband is verhoogd en tevens is aan het eind van de band een geleidingsblik aangebracht waardoor de schoven nu beter recht op de band komen



Afb. 6 De „Botsch" hakselmachine met inlegband. De aandrukrol en de beide rollen naast de invoerband zorgen er met de inlegband voor dat de schoven in de halselruimte worden geduwd. De beugel boven de invoerband is voor de veiligheid, drukt men deze naar rechts dan wordt de toevoer uitgeschakeld.

drukt door een, onder veerdruk in hoogte variabele, aangedreven rol. Deze rol zorgt er voor dat het stro stevig aangedrukt in de hakselruimte van de machine wordt geduwd. Aan beide zijden van de invoerband zijn eveneens twee aangedreven rollen aangebracht; deze zorgen ervoor dat minder gladde schoven toch goed in de machine worden gevoerd. Dwars op deze invoerband draait het hakselwiel; dit heeft twee spaken waaraan men hakselmessen kan monteren. Het hakselwiel is voorzien van twee schoepen en draait in een huis dat zo is geconstrueerd, dat het materiaal via de raaklijn aan de draaicirkel van het wiel in de afvoerbuis wordt geworpen. Door de schoepen wordt tevens een luchtstroom geproduceerd die voor het verdere transport van het materiaal zorgt.

De haksellengte kan bij deze machine op verschillende manieren worden gewijzigd. De eenvoudigste wijze is via de variatie van de snelheid van de invoerband, door verwisseling van twee tandwielen. Men kan ook één van de beide messen verwijderen en hiervoor een contragewicht monteren, zodat maar één keer per omwenteling wordt gesneden. Voor normaal gebruik komt alleen de wijziging van de invoersnelheid in aanmerking; incidenteel wordt dit gecombineerd met verwijdering van één der messen. De beste haksellengte voor het verwerken in deze hakseldorsmachine ligt rond 10 cm. Het haksel wordt dan nog goed getransporteerd en valt toch niet door de schudders op de zeven. Bevat het gehakselde stro te veel lange strohalmen (30 - 40 cm), dan zetten deze zich vast in de schudder en bij de afzuigopening voor het stro. Is het haksel korter, dan valt het door de schudder op de zeven en moet het door de kafzuiger worden afgevoerd. Dit geeft een extra belasting voor de kafafvoer en verlies aan stro, dat bij het kaf terecht komt.

In Bergeyk werd geprobeerd hoe kort er gehakseld zou kunnen worden om toch nog een verwerkbaar produkt te behouden. Door korter te hakselen zou nl. het volumegewicht van het stro aanzienlijk kunnen worden verhoogd, wat de stroberging in de schuur zou kunnen vergroten. Een lengte van 5 cm bleek het kortste te zijn dat bereikbaar was.

In afb. 9 zijn een aantal grafiekjes samengebracht, waarin het volumegewicht van drie hakseltypen en drie soorten pakjes is uitgezet tegen de stapelhoogte (10).

Hieruit blijkt wel duidelijk dat we door het korte hakselen nog een aanzienlijke ruimtebesparing zouden kunnen verkrijgen. Bij een haksellengte van 1,5 cm is het volumegewicht gelijk aan het volumegewicht van een hogedrukpers van 10 kg (De in ons land gebruikte persingsgraad bij een stationaire pers ligt rond 150 kg/m^3.)

De invoer van de schoven in de hakselmachine verliep het eerste jaar minder vlot, omdat de schoven soms niet goed in de lengterichting van de band terecht kwamen. Deze schoven moesten dan met een stok recht worden geduwd, waarna ze pas door de invoerwalsen konden worden gegrepen. Deze storingen waren te wijten aan de onvoldoende hoogte van het achterste zijbord van de invoerband. Aan deze zijde werd een verhoging op het zijbord bevestigd, waardoor de schoven in de goede richting werden geleid (afb. 5).

3.4 Het dorsen van het gehakselde materiaal

Er werd gebruik gemaakt van een Allgaier Dreschautomat, een hakseldorsmachine van bijzondere constructie. Deze dorsmachine is in de nok van de schuur opgesteld, zodat geen vloeroppervlak wordt ingenomen. De machine is speciaal geconstrueerd voor het verwerken van gehakselde schoven; dit materiaal wordt pneumatisch aangevoerd (zie schema afb. 8).

Het dorsmechanisme bestaat hierbij uit een kleine hekeltrommel die de functie heeft van nadorser, omdat bij het hakselen 50 tot 99 % van het graan al wordt uitgedorst. (23)

Uit de dorsruimte wordt het haksel/graanmengsel op de ronde schudzeef geblazen. Boven deze schudzeef is een klokvormige kap bevestigd aan de uitmonding van het dorsmechanisme. De afdichting tussen deze kap en de schudzeef wordt gevormd door een strook zeildoek die met elastiek om kap en schudzeef wordt bevestigd. Bij te grote luchtaanvoer of eventuele verstoppingen springt dit zeildoek los en wordt de schudzeef toegankelijk voor het schoonmaken.

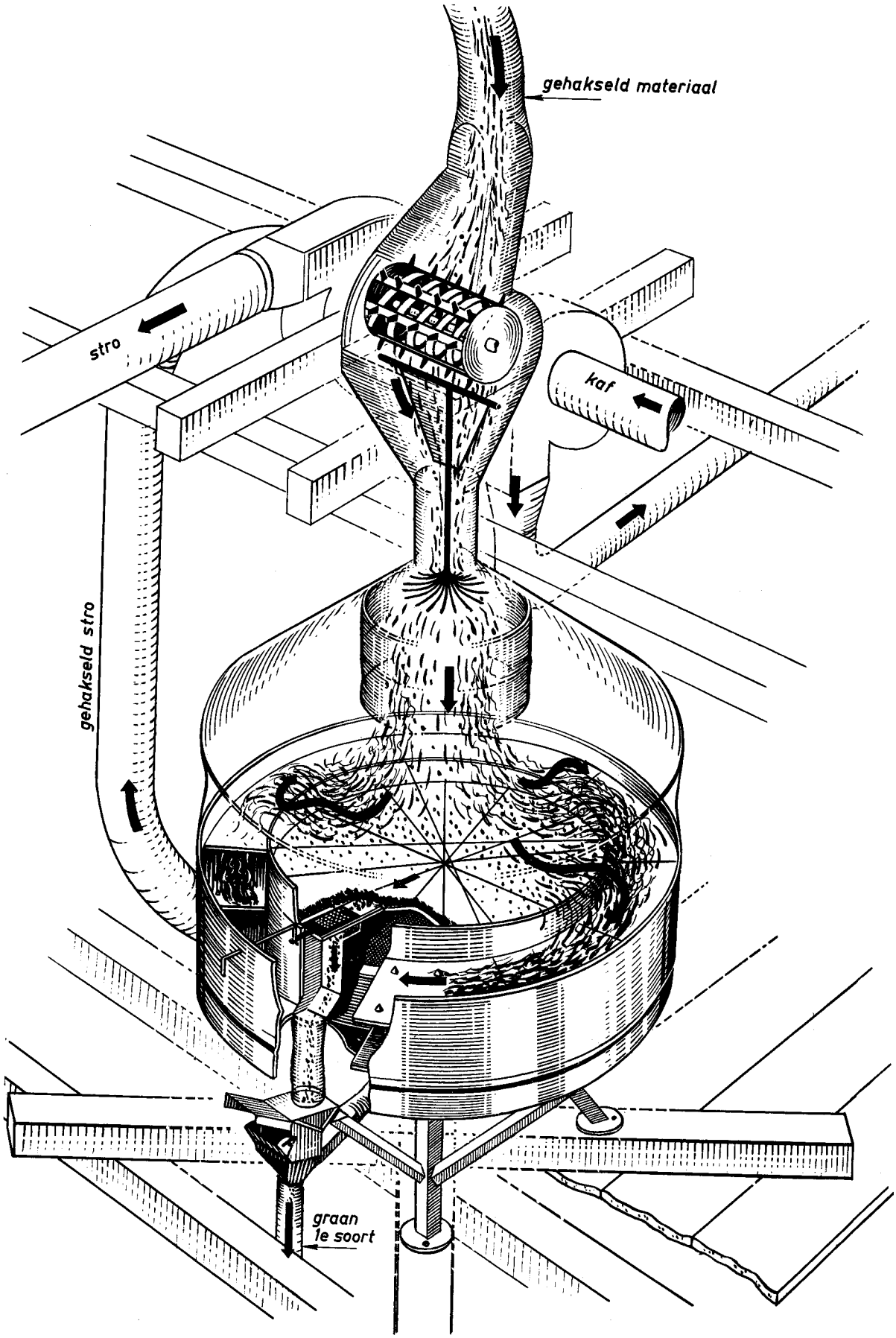
De ronde schudzeef heeft een bijzondere constructie waardoor ze is aangepast aan de verwerking van gehakseld materiaal. De werking van deze schudzeef berust voor een groot deel op de rondgaande schudbeweging van de zeef, zoals deze vroeger werd toegepast bij de wannen. Het materiaal komt uit de dorsruimte in het midden op de schudzeef. Het zaad blijft grotendeels midden op de zeef achter, terwijl het stro over een rand naar de buitenomloop van de schudder wordt geblazen. Het zaad dat in het midden van de zeef achter blijft valt als gevolg van de schuddende beweging door een ruime zeef op zeven van de sorteerzeefkast die hieronder is opgesteld.
Het stro komt op de eigenlijke schudder waar het nog aanwezige graan wordt uitgeschud.

Bij een onregelmatige toevoer van materiaal, zoals dit bij de blaashakselaar het geval is, komt te veel graan met het stro op de schudder terecht, waardoor de uitschuddende werking te wensen kan overlaten. Deze schudder bestaat uit een aantal neuszeven die achterelkaar spiraalsgewijs staan opgesteld. Het stro beweegt zich door de rondschuddende beweging van de schudder via deze spiraalsgewijs omlaaggaande zeefbodem naar de afzuigopening voor het haksel.
Deze opening heeft een diameter van 22 cm, waardoor duidelijk wordt dat lange strodelen snel verstoppingen kunnen veroorzaken.

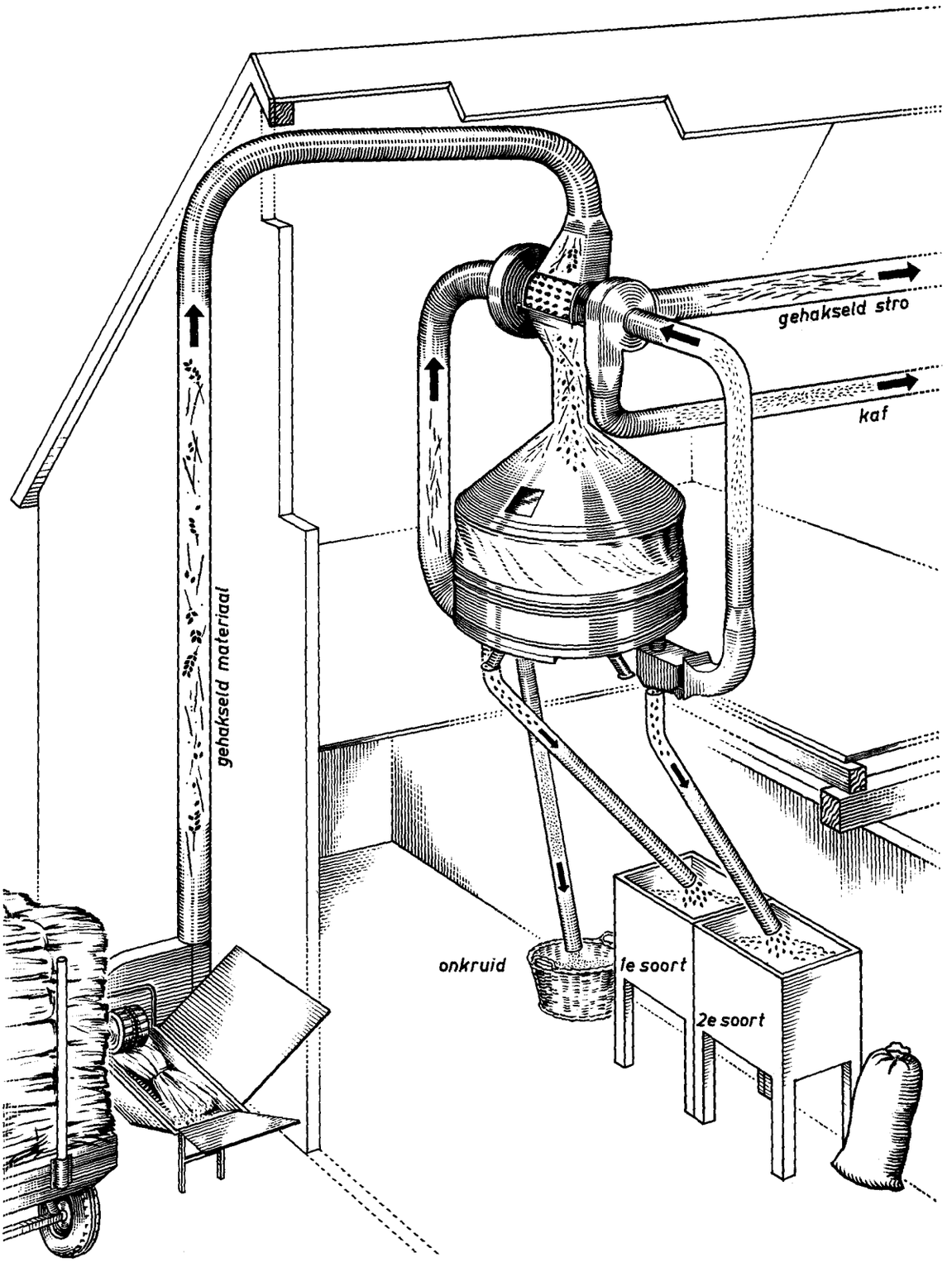
Het stro wordt afgezogen via een stroblazer, waarvan de waaier op de as van de dorstrommel is gemonteerd en naar de opslagplaats geblazen. Het mengsel van kaf en graan, eventueel met niet uitgedorste delen, valt door de schudder en komt eveneens op de schudzeef terecht. Door deze schudzeef, die een dwarse schudbeweging heeft, wordt het graan op maat gesorteerd. Over deze zeefkast wordt het kaf in horizontale richting weggeblazen door een luchtstroom van een kleine blazer die naast de zeefkast is opgesteld en wordt aangedreven vanaf de motor die ook de zeefkast in beweging brengt. Tussen de zuigmond van de kafzuiger en de zeefkast is een zgn. overlooptrechter, waarin niet uitgedorste aren en bij te hoge invoersnelheid ook uitgedorste graankorrels terechtkomen. Ook de waaier van de kafzuiger is op de as van de dorstrommel bevestigd. Bij de machine in Bergeyk komt deze "overloop" via een buis op de invoerband van de hakselmachine terecht, zodat de man bij de invoer de dorswerking en de reiniging kan controleren en zijn invorksnelheid hieraan kan aanpassen.

Het werken met deze dorsmachine is in deze drie seizoenen uitstekend verlopen. De netto-capaciteit bleek rond 1250 kg graan per uur te liggen. De bruto-capaciteit ligt uiteraard aanzienlijk lager, omdat hierbij ook de aan- en aflooptijden in rekening moeten worden gebracht, evenals de tijd nodig voor het opheffen van verstoppingen. In het jaar 1961 lag deze bruto-capaciteit tussen 600 en 700 kg per uur.

De sortering op afmeting is uitstekend. Hierdoor wordt een goede afscheiding van onkruidzaden en kleine korrels uit de partij verkregen. Gemiddeld werd in Bergeyk per 1000 kg graan 50 kg tweede soort opgevangen. Deze hoeveelheid tweede soort is uiteraard afhankelijk van de kwaliteit van het verwerkte produkt en afstelling van de machine. Het graan werd goed geschoond, zodat een uitstekend produkt werd verkregen.



Afb. 7 Schema van de werking van de „Allgaier" hakseldorsmachine



Afb. 8 Schema van de opstelling van een „Allgaier" hakseldorsinstallatie

3.5 Korrelbeschadiging als gevolg van het hakseldorsen

Het ligt voor de hand om bij het hakseldorsen de korrelbeschadiging in het onderzoek te betrekken.
De snijdende werking van de hakselmessen en de slagwerking van de schoepen van de radhakselaar kunnen korrelbeschadiging veroorzaken. Ook het pneumatische transport, gevolgd door het dorsen kan een beschadigde invloed hebben.
Het zou instructief kunnen zijn om de beschadiging van het produkt door het hakselen, het transport en het dorsen afzonderlijk te kunnen bepalen. Dit stuit echter op grote moeilijkheden, omdat het proces zich in een gesloten systeem afspeelt.

De heterogeniteit van het produkt maakt het noodzakelijk de bemonstering van het verwerkte produkt over een flinke periode uit te spreiden. Door ons werden monsters genomen van het ongedorste en van het gedorste produkt aan de zaaduitloop. Het vermoeden bestond dat er mogelijk enig verschil in beschadiging zou kunnen zijn bij verschillen in scherpte van het hakselmes. Er werd nl. geconstateerd dat het mes moest worden bijgeslepen na één dag hakselen, wat gelijk staat aan de verwerking van ± 10000 kg graan.

Voor de bepaling van de korrelbeschadiging werd op drie tijdstippen bemonsterd: voor het hakselen en dorsen, na het hakselen en dorsen waarbij het mes bot was en na het hakselen en dorsen met een scherp mes. De resultaten van deze bemonstering worden weergegeven in tabel 1.

Tabel 1 Korrelbeschadiging bij het hakseldorsen van haver en gerst. De invloed van de scherpte van de hakselmessen werd nagegaan.

	Voor het hakselen en dorsen	Na het hakseldorsen	
		scherp hakselmes	bot hakselmes
Haver			
kiemkracht	93 %	93 %	89 %
schoon gaaf zaad	-	99,7 %	99,8 %
gebroken zaad	-	0,3 %	0,3 %
Gerst			
kiemkracht	97 %	97 %	95 %
schoon gaaf zaad	-	94,9 %	97,3 %
gebroken zaad	-	3,2 %	1,2 %
licht beschadigd zaad	-	1,6 %	0,9 %
naakte zaden	-	0,3 %	0,6 %

Gegevens: capaciteit 1200 kg graan/uur mengsel van haver en gerst, korrel stro verhouding ± 1 : 0,8, vochtgehalte 16 %, haksellengte ± 10 cm.

Bij het dorsen van rogge werden geen exacte bepalingen gedaan. Een groot deel van deze partij werd echter als zaaizaad afgezet.

Uit de cijfers van tabel 1 blijkt, dat de beschadiging bij de haver te verwaarlozen is. Er lijkt enige teruggang in kiemkracht te bestaan bij het hakselen met een bot mes. Ook bij de gerst is bij het hakselen met een bot mes enige achteruitgang van de kiemkracht. De beschadiging is bij de gerst duidelijker. De gebroken zaden zijn vermoedelijk het gevolg van het hakselen. Omdat dit percentage bij het scherpe mes hoger ligt dan bij het botte is het aannemelijk dat hier de snijdende werking van het mes tot uiting komt.

Ook bij het dorsen met een normale dorsmachine treedt er bij gerst nogal enige beschadiging op. Bij eigen proeven met een stationaire dorsmachine bleek een teruggang van de kiemkracht met 2 % voor te komen. Ook bij het maaidorsen blijkt deze daling van de kiemkracht op te treden.

In Duitsland werden eveneens korrelbeschadigingen bij het hakseldorsen bepaald en deze beschadigingen werden vergeleken met de beschadigingen die optreden bij het dorsen met een normale stationaire dorsmachine. Hierbij blijkt dat de beschadiging sterk afhangt van de haksellengte (23).

3.6 De opslag van het graan

Het graan komt bij deze Allgaier hakseldorsmachine via een buisleiding onder uit de zeefkast. Aan deze leiding kan men een opzakinrichting bevestigen. De installatie in Bergeyk is aan de mogelijkheden van deze hakseldorsmachine aangepast en heeft onder de dorsmachine twee silo's waarin het graan via een buisleiding terecht komt. Deze houten silo's hebben een inhoud van 28 resp. 50 m^3 (Køngskilde) en geven de mogelijkheid om het graan te ventileren via een centrale koker en een geperforeerde buitenwand. De silo's zijn los op de betonnen vloer geplaatst, zodat ze nog verplaatsbaar zijn.

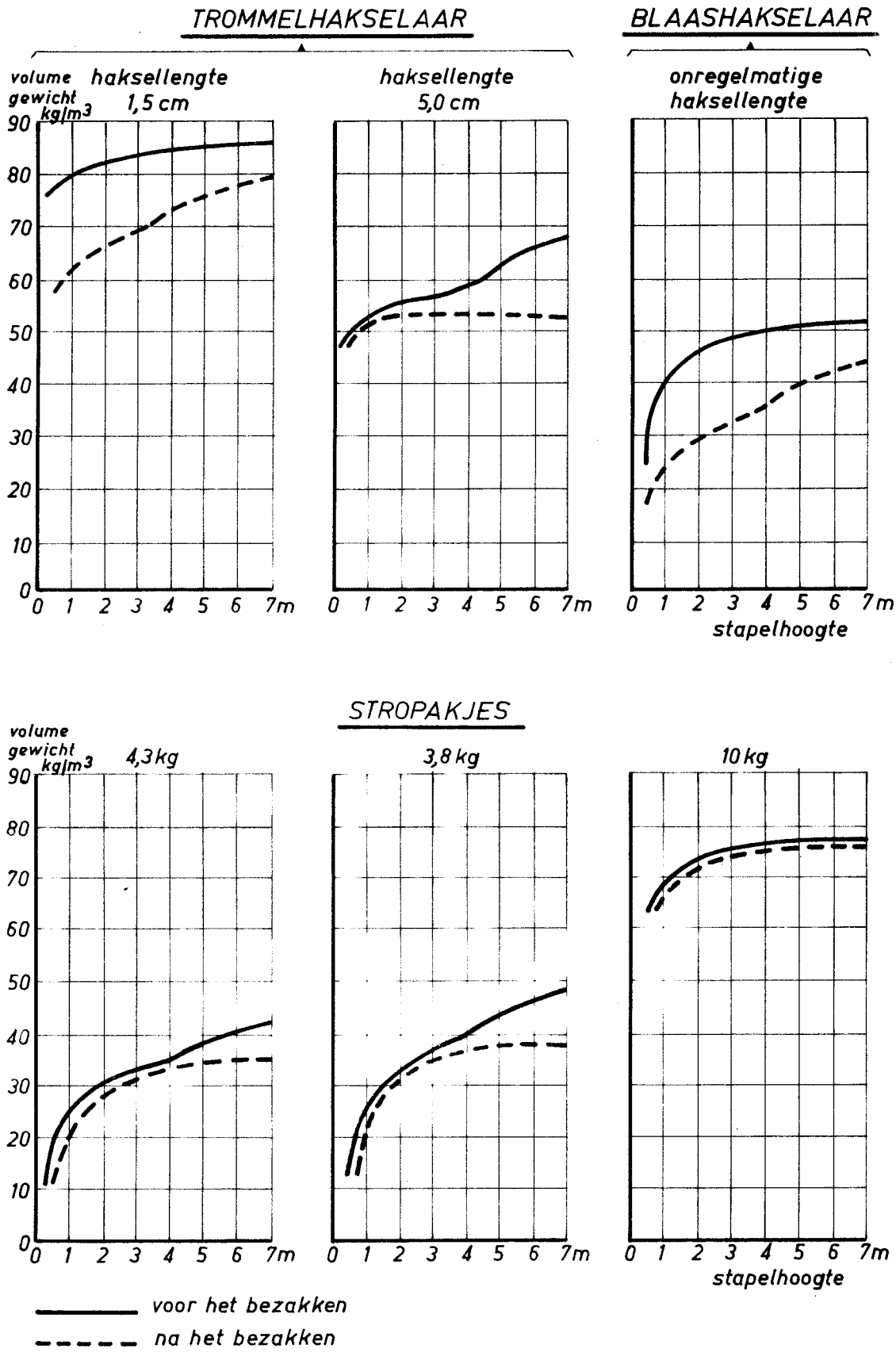
Het is niet mogelijk om de gehele graanoogst in deze beide silo's te bergen. Een deel moet worden opgezakt. Dit gebeurt uit een in de wand van de silo aangebrachte aftapopening en kan op een regendag worden uitgevoerd. Tijdens het hakseldorsen werkt de gehele installatie in de schuur zonder dat er een man bij behoeft te zijn. De man die de wagen lost op de invoerband van de hakselmachine kan vanaf die plaats de graanafvoer controleren.

3.7 De opslag van het stro

Het stro wordt in de schuur op de grond opgeslagen, het wordt daar gebracht via de verplaatsbare buisleiding. Bij deze opslag op de grond ondervindt men weliswaar geen moeilijkheden, maar de voordelen van deze methode komen daardoor op dit bedrijf minder tot hun recht. Bij opslag op een zolder, liefst boven de stal waar het stro moet worden gebruikt, zou men het stro via een schacht naar beneden kunnen gooien. Hier moet echter door de ongunstige ligging van de gebouwen nog horizontaal worden getransporteerd, hetgeen extra problemen geeft, omdat het geen samenhang vertoont. Via de buisleiding van de blazer kan men het gehakselde materiaal over grote afstanden verplaatsen. (in Duitsland gaat men tot 60 m). Bij deze vorm van transport kan men zonder extra moeite een moeilijk toegankelijke zolder vol blazen. In het gunstigste geval is de plaats waar men het stro moet gebruiken onder deze zolder.

De afstand tussen stroberging en de koestal bedraagt weliswaar 60 m, maar hierbij moet de openbare weg worden overgestoken, waardoor rechtstreeks transport via een buisleiding niet mogelijk was. Bij een minder ongunstige ligging zou de zolder boven de koestal met haksel kunnen worden gevuld, waardoor schuurruimte zou worden gespaard. Nu was de opslagruimte in de schuur te klein en moest een deel van de oogst ongedorst worden opgeslagen in de veldschuur. Dit betekent uiteraard weer extra werk in de wintermaanden bij het transport over de weg, van de veldschuur naar de nieuwe schuur waarin de hakseldorsinstallatie is opgesteld.

Een deel van het gehakselde stro werd t.b.v. het transport naar de stal met de opraappers tot pakken geperst, omdat de ruimte in de schuur onvoldoende was voor de opslag van het stro. Dit persen verliep goed, de pakken moesten echter voorzichtig worden behandeld. Hier



afb.9 Volumegewichten van drie soorten haksel en drie soorten stropakjes bij verschillende stapelhoogten. (Köstlin 10)

N.B. De in Nederland gebruikelijke persingsgraad bij een stationaire pers geeft een volumegewicht van ± 150 kg/m3

gaf dit geen bezwaar omdat de pakken slechts over korte afstand behoefden te worden getransporteerd. Voor de aflevering buiten het bedrijf zouden ze niet geschikt zijn.

Voor het transport van gehakseld stro vanuit het vak naar de loopstal werd gebruik gemaakt van de stroblazer van de dorsinstallatie. Door deze blazer werd het stro 20 m door een buisleiding aangezogen en via het waaierhuis naar de loopstal geblazen. Bij de aanzuigopening moet het haksel met een vork worden losgemaakt. In de loopstal wordt het stro voor het grootste deel door de blazer verdeeld.

3.8 Het gevraagd vermogen voor de aandrijving van de installatie

Gedurende één dag werden in 1962 vermogensmetingen uitgevoerd bij het hakselen en dorsen van een haver/gerstmengsel.
Deze metingen werden opgetekend door een zelfregistrerende watt-meter, zodat ook de pieken van het opgenomen vermogen werden vastgelegd.

De gegevens die bij deze metingen werden verkregen zijn samengebracht in tabel 2.

Tabel 2 Door de motoren afgegeven vermogen

	Haksel-machine	Dorstrommel + de waaier van de kaf en stroblazer	Schudzeef
Motorvermogen	10 pk	4 pk	1,5 pk
Afgegeven vermogen:			
Onbelast	3 pk	3 pk	0,7 pk
Gemiddel belast	10 pk	5,1 pk	1,05 pk
scherp mes bij het hakselen	9 pk		
bot mes bij het hakselen	11 pk		

Gegevens: vochtgehalte ± 16 %, korrel/stro verhouding 1 : 1, capaciteit 1400 kg graan per uur, 14 schoven per minuut, toerental hakselmachine 450 omw/min.

Uit deze gegevens blijkt dat de hakselmachine door deze 10 pk motor goed kan worden aangedreven. Na één dag hakselen zijn de messen echter enigszins bot geworden en is de aandrijvende motor licht overbelast. (De spanning tussen de fasen bedroeg 375 V en liep tijdens de meting terug tot 300 V.)

De motor van de dorstrommel die tevens de blazers voor stro en kaf aandrijft was tijdens deze metingen gemiddeld voor 25 % overbelast. Dit wordt vermoedelijk veroorzaakt door het dorsen. Bij het hakselen van een schoof loopt de netspanning sterk terug. De pieken bij de dorstrommel lagen 1½ tot 2 seconden later, wat juist de tijd is voor transport van materiaal van de hakselmachine naar de dorstrommel. De pieken in de belasting van de verschillende motoren vallen niet op hetzelfde moment, wat op de totale piekbelasting een gunstige invloed heeft. De dorsmantel was voor het dorsen van de gerst tamelijk nauw gesteld, waardoor deze overbelasting vermoedelijk kan worden verklaard.

De motor voor de schudzeef heeft ruim voldoende vermogen. Tussen belast en onbelast is slechts een verschil van 0,5 pk.

De aandrijving van de gehele installatie vroeg tijdens deze metingen 10 + 5,1 + 1,05 pk = 16,15 pk.

Door van Lancker (11) werden eveneens metingen uitgevoerd aan een dergelijke hakseldorsinstallatie. Als hakselmachine gebruikt men een "Bötsch" blaashakselaar (Schneidgebläse).

Hierbij kwam men tot de volgende resultaten.

	Hakselmachine	Dorstrommel enz.	Schudzeef
Motorvermogen	10 pk	5 pk	1,5 pk
Onbelast	-	3,73 pk	0,82 pk
Belast gemiddeld	9,15 pk	8,15 pk	1,2 pk

Gegevens: vochtgehalte niet opgegeven, evenmin als de verhouding, korrelstro, capaciteit 2000 kg per uur. (Dit was de maximale capaciteit met door een veldhakselaar gehakseld materiaal.)

Bij deze metingen wordt opgemerkt dat de motor die de dorstrommel aandrijft te licht is en zal worden vervangen door een motor van 9 pk.

De 2000 kg per uur aan korrel + stro was de maximale capaciteit van de installatie. Bij onze proeven was dit 2600 kg korrel + stro. Hier blijken duidelijk de minder goede eigenschappen van het haksel van deze blaashakselaar:

- de capaciteit van de installatie is 600 kg graan + stro lager
- het gevraagd vermogen voor het dorsen is aanzienlijk hoger (3,05 pk)
- het hakselen vraagt iets minder vermogen (0,85 pk)

Het totale vermogen voor de aandrijving van deze installatie was 19,5 pk tegen 16,15 pk in Bergeyk.

Uit bovenstaande gegevens blijkt wel duidelijk dat een blaashakselaar (Schneidgebläse) voor dit doel minder geschikt is.

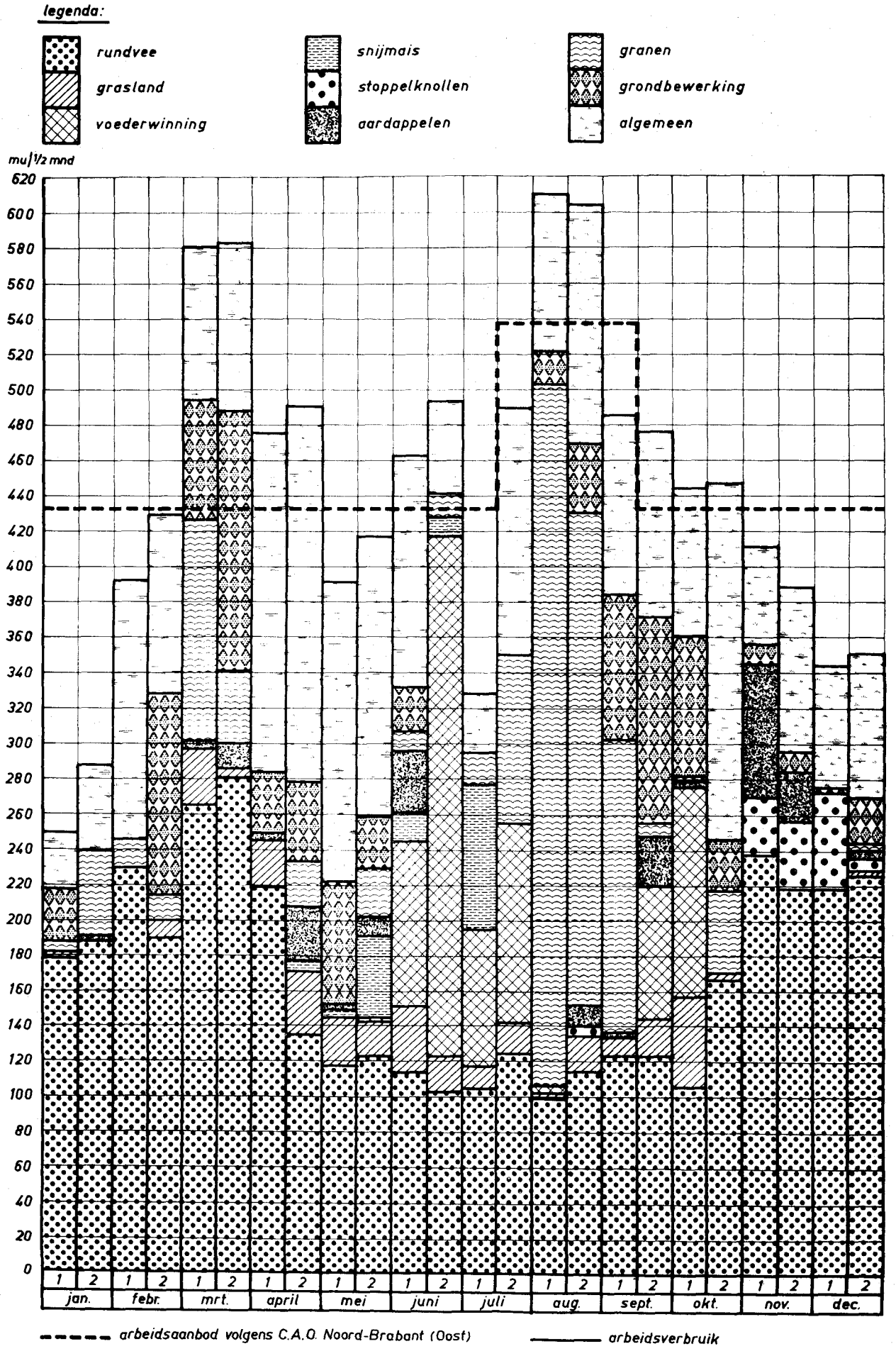
3.9 Arbeidstechnische aspecten van het hakseldorsen

Na het in gebruik nemen van de hakseldorsinstallatie in 1960 werden gedurende deze eerste oogstperiode oriënterende arbeidsstudies verricht om de arbeidsprestatie in de graanoogst te meten. Gezien de grote invloed van deze methode op de bedrijfsvoering, werd al dadelijk de behoefte gevoeld aan een registratie van de arbeidsbesteding gedurende het gehele jaar. In het jaar 1961 werd voor het gehele bedrijf een tijdschrijfboekhouding bijgehouden, waarin nauwkeurig de gewerkte uren voor de verschillende onderdelen werden vermeld.

De organisatie van de graanoogst was als volgt:
Het graan werd normaal gemaaid met de zelfbinder en opgehokt in hokken van 8 á 10 schoven. Het aantal hierbij samenwerkende personen varieerde; meestal waren echter alle vier arbeidskrachten in het veld.

Bij het inschuren en verwerken werd steeds met vier personen gewerkt, twee laadden op het veld, één reed de vrachten naar huis, terwijl de vierde man de vrachten loste op de invoerband van de hakselmachine. Deze organisatie gaf geen problemen zolang de percelen op meer dan 500 m van de schuur lagen. Bij een kortere afstand was de tussenrijder vlug op het veld terug en hielp hij bij het laden. Dit laden ging dan sneller dan het lossen op de invoerband van de hakselmachine, waardoor de organisatie niet meer klopte. Enkele vrachten werden dan in de veldschuur gelost. Dit was hier geen groot bezwaar, omdat toch niet al het stro in de schuur kon worden geborgen.

afb. 10 Arbeidsfilm: Bedrijf Gebr. Wijnen Bergeijk jaar 1961



Bij het dorsen van haver was de capaciteit van de dorsinstallatie hoger dan bij het dorsen van rogge. Dit werd voor een belangrijk deel veroorzaakt door een minder goede invoer van de schoven . Vooral bij een volle vracht was het moeilijk om de schoven in de lengterichting op de invoerband te leggen. Zo nu en dan bleef er dan ook één schoof haken om de rand van de invoerband; deze moest dan eerst worden recht geduwd met een lange stok. Deze moeilijkheid is nu echter opgelost door het aanbrengen van een verhoogd zij- en achterbord op de invoerband. De schoven worden hierdoor recht geleid, zodat ze in de lengterichting op de band terechtkomen (afb. 5).

Deze omstandigheid heeft er toe bijgedragen dat de bruto-capaciteit van de hakseldorsinstallatie slechts op ruim 600 kg per uur lag. Na de verbetering van de invoer is de capaciteit ongetwijfeld hoger geworden.

De betekenis van de graanoogst in het totale bedrijf komt o.a. tot uitdrukking in tabel 3, waarin een overzicht wordt gegeven van het totale arbeidsverbruik gedurende het jaar 1961. We zien daarin dat de granen, na het vee en de meestal niet-tijdgebonden werkzaamheden aan gebouwen en werktuigen, de meeste arbeid hebben gevraagd. De arbeidsfilm (fig. 10) toont aan dat tijdens de oogstweken nog een werkelijke arbeidspiek optreedt. De lijnen voor het arbeidsverbruik per werkkracht zijn gebaseerd op het aantal werkuren per jaar dat uit tabel 3 volgt.

Tabel 3 Overzicht van het totale arbeidsaanbod en -verbruik

Uren besteed aan :	manuren	%
1. Rundvee	4004	37
2. Gebouwen en werktuigen	1469	14
3. Granen	1381	13
4. Grondbewerking en bemesting	989	9
5. Grond, wegen en waterlopen	958	9
6. Hooi, kuil en oogsten snijmais	783	7
7. Extern transport	494	4
8. Grasland (verzorging en bemesting)	354	3
9. Aardappelen	251	2
10. Snijmais	158	1
11. Stoppelknollen	134	1
Totaal	10975	100

Aantal arbeidsuren per arbeidskracht

persoon 1.	2591	manuren per jaar
2.	2819	" " "
3.	2695	" " "
4.	2450	" " "
volontair	420	" " "
Totaal	10975	manuren per jaar

Totaal aantal trekkeruren 1492
Uren van de dorshakselaar 129

De arbeidsboekhouding van het jaar 1961 bood verder een mooie gelegenheid, twee oogstmethoden met elkaar te vergelijken, omdat in dat jaar zowel direkt vanaf het veld is gedorst als opgeslagen in de veldschuur en later gedorst met dezelfde apparatuur. In tabel 4 is van deze beide methoden een overzicht gegeven voor rogge (8 ha direct gedorsen, 4,08 ha via de opslag).

Tabel 4 Vergelijking van twee oogstmethoden bij rogge

I		II	
In veldschuur brengen en daarna dorsen		Vanaf het veld dorsen	
maaien	4 mu/ha	maaien	4 mu/ha
ophokken	9,5 "	ophokken	9,5 "
inschuren	13,8 "	laden en dorsen	19,4 "
laden om te dorsen	9,4 "		
dorsen	8,4 "	totaal	32,9 mu/ha
totaal	45,1 mu/ha		

Hieruit blijkt, dat het direct van het veld af dorsen ± 33 mu/ha kostte (inclusief het maaien en ophokken) en het later dorsen ± 45 mu/ha. In beide gevallen is in dat jaar met 5 man gewerkt (de vier Gebroeders Wijnen en de volontair). In geval I moet dat eigenlijk ook wel om het systeem zoveel mogelijk rond te kunnen zetten (2 man laden op het veld, 1 tussenrijden en 2 man lossen). Hierbij moet verder worden opgemerkt, dat het dorsen in geval I met onderbrekingen is geschied. Omdat het stro rechtstreeks in de stal werd geblazen, moest dit werk af en toe worden onderbroken om de stro-afvoerinrichting te verleggen. Bij geval II moet worden gezegd, dat tijdens het dorsen van het veld ook vrachten in de schuur zijn getast. Hiervoor is reeds op dit feit gewezen. Om toch een goede vergelijking te kunnen maken, is het totaal aantal manuren voor het laden van de te dorsen hoeveelheid geschat. We kunnen aannemen dat de opgave vrij betrouwbaar is, omdat zowel het aantal gedorste als het aantal opgetaste vrachten bekend was en de verdeling van de totaaltijd dus vrij gemakkelijk is uit te voeren.

Het is met behulp van reeds bekende arbeidsgegevens ook mogelijk de methode te vergelijken met andere, waar met behulp van een loonwerker wordt gewerkt, die met de dorsmachine, hetzij in de schuur hetzij op het veld, komt helpen. Het resultaat van deze berekening zien we in tabel 5.

Tabel 5 Vergelijking van twee oogstmethoden bij rogge met inschakeling van een loonwerker, arbeid te leveren door de boer

I		II	
maaien	4 mu/ha	maaien	4 mu/ha
ophokken	9,5 "	ophokken	9,5 "
inschuren	13,8 "	dorsen op het veld door loonwerker	20,- "
loonwerker dorsen	20,0 "		
totaal	47,3 mu/ha	totaal	33,5 mu/ha

Bij het dorsen op het veld komen we op vrijwel dezelfde arbeidsbehoefte als met de in de schuur stationair opgestelde hakseldorsinstallatie. Dit geldt ook voor het later dorsen.

Een derde vergelijking is nog mogelijk, wanneer wij de loonwerker met een maaidorser inschakelen. Ook hiervan zijn voldoende ar-

beidsgegevens bekend, om een dergelijke vergelijking te kunnen maken. We zijn daarbij uitgegaan van een zelfrijdende maaidorser van 7 vt met opzakinrichting, dat wil dus zeggen twee personen op de maaidorser. Verder hebben we aangenomen, dat twee personen verder de aanvoer van het graan en het eveneens door de loonwerker geperste stro verzorgen. Tabel 6 geeft daarvan de totale arbeidsbehoefte die door de boer moet worden geleverd weer.

Tabel 6 Roggeoogst door de loonwerker, arbeid te leveren door de boer

maaidorsen	3,5 mu/ha
graanafvoer (handwerk)	5,0 mu/ha
stro-afvoer (handwerk)	12,5 mu/ha
totaal	21,0 mu/ha

Hieruit blijkt, dat we in totaal 11 manuren/ha kunnen besparen. Hiertegenover staan hogere kosten en het feit dat men afhankelijk is van de komst van de loonwerker, zowel voor het maaidorsen als voor het persen.

Ook voor de mengteelt van haver en gerst kunnen dergelijke berekeningen worden gemaakt. De in 1961 verbouwde oppervlakte hiervan was 6,70 ha. Hiervan is rechtstreeks met de hakselaar 6 ha verwerkt. Het overige is weer in de schuur in schoof-vorm opgestapeld en later gedorst. Tabel 7 geeft de benodigde tijd in manuren per ha van de beide methoden weer.

Tabel 7 Vergelijking van twee oogstmethoden bij de mengteelt

I		II	
maaien	3,5 mu/ha	maaien	3,5 mu/ha
ophokken	5 "	ophokken	5,0 "
inschuren	10,7 "	laden en dorsen	13,7 "
laden om te dorsen	9,4 "		
dorsen	8,4 "	totaal	22,2 mu/ha
totaal	37,0 mu/ha		

Het rechtstreeks dorsen kostte ruim 22 manuur, het opstapelen en later dorsen 37 manuur per ha. Een vergelijking als boven bij rogge is gedaan met andere methoden levert op, dat het direkt dorsen van het veld met behulp van een loonwerker 28,5 mu/ha kost, terwijl het dorsen later uit de schuur door een loonwerker in totaal 39,2 mu/ha zou eisen, terwijl de maaidorser en de pers door de loonwerker geleverd op 21 mu/ha terechtkomt. Hier is de hakseldorsmethode dus duidelijk in het voordeel. De korrelstro-verhouding speelt hierbij zeker een rol, de capaciteit van de hakseldorsinstallatie ligt hier geheel anders dan bij rogge.

Over deze capaciteit kan nog het volgende worden opgemerkt: In het oogstjaar 1961 werd in totaal 6 ha haver en 8 ha rogge rechtstreeks door de hakseldorsinstallatie verwerkt. De totale opbrengst hiervan was ± 35 ton graan. De hakseldorsinstallatie heeft hierover 57 uren gedraaid, zodat de bruto-capaciteit op ruim 600 kg/uur kan worden gesteld. Bij de tijdstudies in 1960 werd bij het gewas haver en gerst 1234 kg korrel/uur gemeten, bij een opbrengst van 3840 kg korrel/ha en 3648 kg stro met deze zeer gunstige stro-korrelverhouding, kon een hoge capaciteit worden bereikt. De zoëven genoemde 600 kg per uur is voor

een groot gedeelte gebaseerd op rogge, waarbij de strokorrel-verhouding veel minder gunstig ligt. Bovendien zijn, omdat de basis een tijdschrijving is, alle bijkomende tijden, ook in de 57 uur opgenomen, zoals de stagnatie bij de invoerband die al eerder genoemd werd wat bij de tijdstudie van 1960 uit de aard der zaak niet het geval was. Interessant is overigens nog om te vermelden, dat bij de tijdstudie 14 schoven per minuut op de toevoerband van de hakselaar werden gevorkt, terwijl normaal bij het lossen van schoven op een transporteur meestal meer dan 20 schoven per minuut kunnen worden gehaald. De hakseldorsinstallatie drukt dus wel deglijk de capaciteit van de man op de wagen bij het afvorken. Hieruit is dan meteen verklaard, waarom over het algemeen het laden van de wagens sneller gaat dan het lossen. Bij de Gebroeders Wijnen heeft men dit opgelost, door een gedeelte van het binnengereden graan in ongedorste vorm in de schuur op te slaan.

Wanneer we tenslotte vanuit arbeidsoogpunt het werken met de dorshakselinstallatie nog eens samenvatten, dan komen we tot de volgende conclusies;
De hakseldorsinstallatie vraagt niet meer manuren dan wanneer men een loonwerker met een dorsinstallatie of een maaidorser inschakelt. Alleen het laten maaidorsen van rogge kan een besparing van enkele manuren per ha geven. Met de hakseldorsinstallatie is men evenwel niet afhankelijk van de loonwerker. De hakseldorsinstallatie heeft een zodanige capaciteit, dat het lossen op de invoerband langzamer verloopt dan het laden, zodat het systeem niet altijd rond staat. Hiervoor moeten aanpassingen worden gevonden. Arbeidsorganisatorisch eist deze oogstmethode slechts 4 man, wat aantrekkelijk is en de arbeidspiek in de graanoogst doet dalen. Bij minder riskante opslagmethoden op het veld (schelven, dekhokken) is zelfs een zekere spreiding mogelijk.

3.10 Vergelijking van de investering voor deze installatie met andere methoden

Hakselmachine en dorsmachine met de daarbij behorende elektromotoren en buisleidingen hebben een bedrag van *f* 13.500,-- gekost. Hier komt voor dit bedrijf nog bij de investering in silo's à *f* 3.500,-- (inhoud 28 + 50 m^3).

Totaal is dus voor de graanoogst *f* 17.000,-- geïnvesteerd. Bij een jaarlijkse verwerking van 20 ha graan wordt dit *f* 850,-- per ha. Dit is zeker voor een gemengd bedrijf niet gering. Hier staat tegenover dat de exploitatiekosten laag zijn. Per ha werden *f* 8,89 stroomkosten betaald. De kosten voor onderhoud zijn eveneens laag en bestaan uit slijpen van de messen en smering van de installatie. Slijtage is na drie jaren nog niet waar te nemen.

De kosten per 20 ha voor deze installatie worden dan per jaar:

Afschrijving (10 jaren)	*f* 1.350,--
Renteverlies en onderhoud	*f* 675,--
Stroomberbruik	*f* 180,--
Totaal	*f* 2.205,--

Per ha *f* 110,25 of per ton gemiddeld 110,25 : 3,5 = *f* 31,20

Stellen we hier tegenover het dorsen van het graan uit de schuur met een stationaire machine in loonwerk dan komen we op aanzienlijk meer arbeid en hogere kosten per ha.

Tabel 8 Kostenvergelijking tussen drie manieren van graanverwerking tijdens de graanoogst

I Hakseldorsinstallatie, machinekosten	f 110,25 per ha
Arbeidskosten 32,9 manuren (tabel 6 II) à f 3,-- per uur	f 98,70 " "
Totale kosten per ha	f 208,95 per ha
II Met dorsgarnituur van een loonwerker	f 85,-- per ha
Arbeidskosten 47,3 manuren (tabel 7 I) à f 3,-- per uur	f 141,90 " "
Totale kosten per ha	f 226,90 per ha
III Maaidorsen en persen door loonwerker	f 180,-- per ha
Arbeidskosten voor graan- en stro-afvoer 21,0 manuren (tabel 8) à f 3,-- per uur	f 63,-- " "
Totale kosten per ha	f 243,-- per ha

Uit deze vergelijking blijkt dat de extra machinekosten ruim worden gecompenseerd door geringere arbeidskosten. Hierbij komt dan nog dat men niet afhankelijk is van de komst van de loonwerker. Bij het hakseldorsen zijn de kosten van de silo's inbegrepen, omdat deze een onderdeel zijn van het systeem. Het graan kan dus op elk gewenst tijdstip worden afgeleverd.

Daar staat tegenover dat bij het hakseldorsen het stro nog los is, terwijl de beide andere systemen geperst stro leveren. Wanneer het stro echter toch op het bedrijf wordt verwerkt, zoals op dit bedrijf, is dit nauwelijks een bezwaar.

Een geheel andere mogelijkheid willen we hier niet onvermeld laten, n.l. de aanpassing van kleine stationaire dorsmachines aan het hakseldorsen.

Deze kleine (hekel)dorsmachines zijn op een aantal bedrijven in het zuiden van ons land nog aanwezig. Met een betrekkelijk geringe investering zijn deze om te bouwen tot hakseldorsmachines. De capaciteit ligt weliswaar lager maar voor kleine oppervlakten graan is dit zeker geen bezwaar.

Ook zou men de machine van een inlegband kunnen voorzien en normaal dorsen, waarna het stro via een blazer boven de schuur wordt geblazen en het graan in een silo (of in de zak wordt afgeleverd).

Deze beide aanpassingsmogelijkheden bieden de mogelijkheid om in de graanoogst veel arbeid te besparen en toch de verwerking in eigen hand te houden.

4. CONCLUSIES

- De hakseldorsinstallatie heeft nu gedurende drie jaren zonder ernstige storingen gewerkt en de gebruikers zijn tevreden over de resultaten.

- Gedurende deze drie jaren werd ca. 50 ha graan verwerkt met een bruto-capaciteit van ca. 650 kg per uur (netto 1300 kg).

- Bij dit type hakseldorsmachine is het noodzakelijk om gebruik te maken van een hakselmachine met een regelmatige en instelbare hakselengte, de zogenaamde Schneidgebläse voldoet hierbij minder goed.

- Het hakseldorsen zelf kan door één man worden uitgevoerd en biedt de mogelijkheid om graan en stro zonder extra arbeid in de opslagplaatsen te blazen. De verwerking van het hakselmateriaal in de loopstal als ligstro was op eenvoudige wijze via de blazer uitvoerbaar.
De met dit haksel verkregen stalmest was gemakkelijk te verwerken bij het uitmesten en het verspreiden op het land.

- Door de ongunstige ligging van de bedrijfsgebouwen kon niet ten volle worden geprofiteerd van de voordelen van deze hakseldorsmethode. Bedrijfsgebouwen met grote zolders boven de stallen zijn uitstekend geschikt voor de opslag van gehakseld stro.

- Het vochtgehalte van het graan was steeds zodanig dat met koude luchtventilatie kon worden volstaan. Mogelijk kon hierdoor zelfs iets vroeger worden ingeschuurd.

- Met de silo heeft men een mooie opslagruimte gekregen voor het graan, zodat geen bewaarkosten behoeven te worden betaald. Het graan kan op elk gewenst tijdstip worden afgezet.

- De gunstigste haksellengte bleek te liggen rond 10 cm. Kort haksel van ± 3 cm viel voor een groot deel door de schudder en moest met het kaf worden afgezogen.

- Op een gemengd bedrijf met twee arbeidskrachten, een oppervlakte van ± 15 ha graan en een flinke veebezetting in een loopstal, zal deze hakseldorsinstallatie vermoedelijk nog gunstiger resultaten geven. Vooral de combinatie met open loopstal doet het hakselen goed tot zijn recht komen.

- De mogelijkheid om kleine stationaire dorsmachine om te bouwen voor het hakseldorsen is in enkele gevallen aanwezig en geeft vermoedelijk een aanzienlijk goedkopere installatie met nagenoeg dezelfde voordelen.

Bijlage I

L I T E R A T U U R L I J S T

1. Aanbevolen woorden in de land- en tuinbouwtechniek, 1959.

2. Anon This is the new chopper-thresher method.
Farm Implement and Machinery Review 82(1956)979(november)1079-1085.

3. Duffee, F.W. and C.J. Berge. The forage harvester-stationary thresher method, 1950.

4. Eichhorn, H. Energieversorgung in bäuerlichen Familienbetrieben Baden-Wurtembergs. Landtechnik. 10(1955)11(midden juni)462.

5. Glasow, W. Binder- und Hofdruschernte unter modernen Gesichtpunkten. Landtechnik. 16(1961)10(midden mei)330-333.

6. Harris, E. Method of chop-threshing (review)
Journal of Agricultural Engineering Research .(1956)1: 96-99.

7. Klitzing, H.K. von Erntehofdrusch in kleineren und mittleren Betrieben. Landtechnik. 13(1958)9(midden mei)230-233.

8. Kloeppel.R. Der Häckselhof, 1956.

9. Köstlin, A. und J.F. Wander. Vorläufige Ergebnisse von Raumgewichts-- messungen an Heu und Stroh.
Landbauforschung. 6(1956)2: 27-29.

10. Köstlin, A. und J.F. Wander. Raumgewichtsmessungen an Halmgatern .
Landtechnische Forschung. 9(1959)2: 33-35.

11. Lancker, J. van en J. Moerman.
Zwadhakseldorsen van graangewassen.
Landbouwtijdschrift. 15(1962)2(februari)277-296.

12. Martin, F. Erntehofdrusch mit zwei Arbeitskräften.
Technik und Landwirtschaft. 10(1960)3(februari)61-62.

13. Nieholson, A.J. Chop-threshing for the smaller farm.
Power Farmer. 12(1954)4(april)117-128.

14. Nieholson, A.J. An economical alternative to the combine.
Power Farmer. 12(1954)6(juni)197-199.

15. Segler, G. Die Konstruktion des Häckseldreschers.
Landtechnische Forschung. 3(1953)1: 14-17.

16. Segler, G. G. Ackermann e.a.
Untersuchungen an Fördergebläsen mit Einschleusung durch das Schaufelrad.
Landtechnische Forschung. 9(1959)4: 89-96.

17. Segler, G. ,L. Clasen e.a.
Entwicklung der Fordereinrichtung für Gebläseschneider.
Landtechnische Forschung. 2(1952)3: 80-82.

18. Segler, G. und G. Peschke. Versuche zur Entwicklung des Häcksel-verfahrens.
Landtechnische Forschung. 2(1952)1: 10-13.

19. Segler. G. und F. Wieneke. Untersuchungen an einem kombinierten Häckseldrusch- und Schneidgebläse.
Landtechnische Forschung. 7(1957)2: 46-49.

Bijlage I (vervolg)

20. Steinkopff, E.C. Stand der Strohhäckseltechnik und ihre Aussichten für die sozialistische Landwirtschafsbetriebe der D.D.R. Wissenschaftl. Zeitschrift der Universität Rostock. 11(1962)1: 31-58.

21. Trenkamp, C.A. Lohne (Oldb.) Maschinenfabrik und Eisengiesserei (Fabrieksgegevens).

22. Treutler, H.J. Fordergebläse. Technik und Landwirtschaft. 9(1957)22(november)525-529.

23. Völtzke, H. Die Dreschwirkung des Gebläsehäckslers bei Getreide. Landtechnische Forschung. 3(1953)1: 18-21.

Bijlage II

W E R K T U I G E N I N V E N T A R I S

Werktuigen:

Trekkracht	1 trekker 50 pk 1 trekker 20 pk
Grondbewerking + bemesting	1 3-scharige rondgaande ploeg 1 11-tands cultivator 1 schijveneg (24 schijven) 1 vijfveldseg 1 onkruideg (4 meter duizendpoot) 1 kunstmeststrooier (schotel, 3,80 m) 1 " " " (centrifugaal, dubbelwerkend)
Verzorging	1 onkruideg (duizendpoot, 4 meter (zie ook boven)) 1 aanaarder + schoffels (3 rijen)
Oogst	1 maaibalk (5 voets) 1 harkkeerderschudder (5 voets) 1 ruiterdrager 1 hooiblazer 1 hooigrijper 1 zelfbinder (7 voets) 1 stoppelknollentrekker (Borga)
Transport	1 voorlader (met mest- en grondbak) 1 zelflossende wagen/stalmeststrooier 1 2-wielige hydraulische kipwagen 2 4-wielige wagens (5 x 2 meter)
Verwerking	Hakseldorsinstallatie met 2 graansilo's

Bijlage III

BOUWPLAN EN VEEBEZETTING

Bouwplan 1961	grasland	41,84	ha	
	rogge	12,08	ha	
	mengteelt	6,70	ha	
	mengteelt	13,00	ha	(Maarheeze)
	aardappelen	0,75	ha	
	snijmais	1,25	ha	
	totaal	75,62	ha	

Veebezetting

	1 januari 1961	1 januari 1962
melkkoeien	30 stuks	34 stuks
jongvee + mestvee	72 stuks	130 stuks