

der an der Ackerschneise schwenkbar angeordnete Eggenbalken eine große Erleichterung der Arbeit und eine Steigerung der Arbeitsleistung. Drei Gliedereggen lassen sich an diesem Eggenbalken anbringen, so daß 3 m breite Böschungen in einem Arbeitsgang bearbeitet werden können.

Sicher wird für die Mähdrescherfahrer der am Mähdrescher angebaute Strohreißer ein besonderer Anziehungspunkt sein. Für ihre Leistungen wurde die sozialistische Arbeitsgemeinschaft der Neuerer in der MTS Döbernitz auf der 8. Tagung des ZK der SED ausgezeichnet. Gegenüber der bisherigen Arbeitsmethode werden je ha geerntete Getreidefläche 44,60 DM eingespart. In einem Arbeitsgang wird gemäht, gedroschen, gehäckselt und das Feld geräumt. Eine größere Stückzahl dieser Anbauaggregate wurde von der MTS-Spezialwerkstatt Oschersleben bereits ausgeliefert.

Gleichfalls von einer sozialistischen Arbeitsgemeinschaft entwickelt, wird ein neuer Frontschwadmäher als Anbaugerät am RS 09 der Öffentlichkeit vorgeführt. Die Null-Serie dieser Neuentwicklung soll in der diesjährigen Getreideernte ihre Bewährungsprobe bestehen (s. H. 5, S. 237).

Zum Umschaukeln des Getreides, vor allem auf Schüttdböden, wird ein Getreidetornado, vom Neuerer NAHUNEK aus der CSR entwickelt, besonders unseren saattgutproduzierenden LPG und VEG empfohlen. Das Gerät hat ein Eigengewicht von rd. 65 kg. Bei einem Stromverbrauch von 1,1 kW beträgt die Leistung im Getreideschleudern etwa 20 t/h. Gleichzeitig kann man ohne jede körperliche Anstrengung das Getreide in Säcke abfüllen, ein Sack ist in 10 s gefüllt. Das günstige Eigengewicht und der niedrige Anschaffungspreis werden diesem Gerät in vielen LPG und VEG Eingang verschaffen. In der MTS-Spezialwerkstatt Dresden-Klotzsche wurde eine Kleinserie dieses Gerätes aufgelegt.

Dipl.-Ing. J. LEUSCHNER, Berlin

## Die günstigsten Einsatzverhältnisse beim Sternrechwender

### 1 Allgemeines

Der Sternrechwender ist eine Mehrzweckmaschine insbesondere für die Heuwerbung. Die Arbeitswerkzeuge sind meist sechs große, federnd aufgehängte Sternräder, die ohne Antrieb auf dem Boden (Wiesenstoppel) oder dem Mähgut abrollen. Die Räder stehen senkrecht auf der Abrollebene und schräg zur Fahrtrichtung. Je nach Anstellung zur Fahrtrichtung und Zuordnung der Räder zueinander, können mit dem Sternrechwender verschiedene Arbeitsvorgänge ausgeführt werden (Bild 1).

Nachstehende, im Rahmen eines großen Beleges an der Technischen Hochschule Dresden, Institut für Landmaschinentechnik, Prof. Dr. Ing. W. GRÜNER, durchgeführten Untersuchungen sollen dazu beitragen, beim Einsatz und bei der konstruktiven Weiterentwicklung die Vorteile des Sternrechwenders für die sozialistische Landwirtschaft voll zu nutzen.

#### 1.1 Untersuchte Einsatzmöglichkeiten des Sternrechwenders bei der Flächen- und der Schwadentrocknung

##### 1.1.1 Flächentrocknung

Die Flächentrocknung mit Sternrechwendern erfordert folgende Arbeitsgänge (Bild 2).

- Zetten: Ausbreiten des hinter dem Schneidwerk abgelegten Mähschwades, damit das frische Schnittgut schnell abwelken kann.
- Breitwenden: Aufnehmen und Wenden (Lüften) des ausgebreiteten Gutes.
- Schwadrecken: Das ausgebreitete Gut wird zu Schwaden zusammengereicht. Dabei kann es sich um Übergangsschwaden handeln, um den Einfluß der Nachtfeuchtigkeit herabzusetzen, oder um Ladeschwaden zum Verladen des getrockneten Erntegutes.
- Schwadstreuen: Übergangsschwaden oder eingeregnete Ladeschwaden werden wieder breitgestreut. Da es noch kein Gerät gibt, das diesen Arbeitsgang einwandfrei verrichtet, wurde untersucht, inwieweit hierzu ein Sternrechwender eingesetzt werden kann.

Löcher zum Pflanzen von Pappelstecklingen und Setzen der Weidezaunpfähle brauchen künftig nicht mehr manuell ausgehoben werden. Ein Neuererkollektiv der MTS Friesack entwickelte einen Erdlochbohrer, der an der Dreipunktaufhängung des RS 14/30 angebaut ist und durch die Zapfwelle getrieben wird. Damit lassen sich Löcher mit 30 cm Dmr. bis zu einer Tiefe von 1 m bohren (Bild 6).

Diskussionen wird der neue Großdüngerstreuer mit Gebläse auslösen. Dieses fahrbare Verteilergebläse hat eine Streubreite von 16 bis 18 m und ist als Nachläufer unmittelbar hinter den Anhänger gekoppelt (Bild 7). Mit diesem Gerät erreichten die Kollegen im VEG Ziethenhorst Leistungen bis zu 50 ha in einer Schicht. Bei der Entwicklung des Gerätes hat der Neuerer MÜLLER, Werkstattmeister im VEG Ziethenhorst, vorwiegend vorhandene Standardteile verwendet.

Inwieweit der beschrittene Weg richtig ist, werden die Ergebnisse und Erfahrungen der Praxis lehren. Der sachkundige Besucher wird zweifellos bei der Begutachtung der von den Neuerern empfohlenen Arbeitsverfahren und der neuen Maschinen und Geräte von der schöpferischen Leistung unserer Werktätigen beeindruckt sein.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die Neuerer durch ihre Leistungen täglich beweisen, daß sie bei der vorfristigen Erfüllung der ökonomischen Hauptaufgabe ein wichtiges Wort mitreden. Auch ihre Devise ist „Mehr, besser und billiger produzieren“. Deshalb sollten die Vorstände der LPG sowie die Betriebsleitungen der VEG und alle anderen sozialistischen Betriebe und Verwaltungen in ihrem eigenen Interesse der Neuererbewegung künftig noch mehr Aufmerksamkeit widmen.

A 3913 Pat.-Ing. K. BÜRGER, KDT, Berlin

##### 1.1.2 Schwadentrocknung

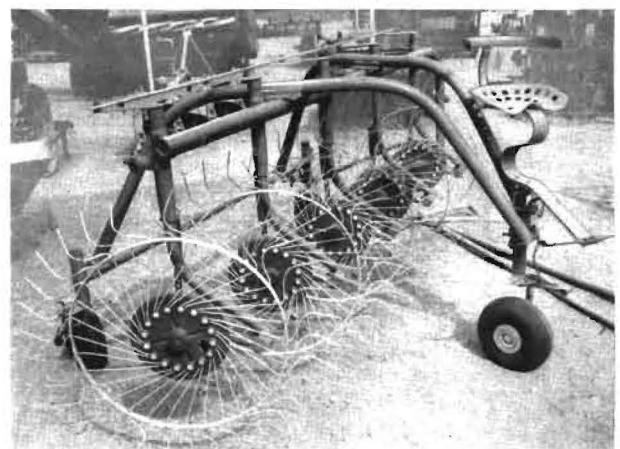
Die Schwadentrocknung von Heu mit Hilfe des Sternrechwenders erfordert folgende Arbeitsgänge (Bild 3):

- Mähswad oberflächlich abwelken lassen.
- Mähdüften. Die Mähschwaden werden zu schmalen Schwaden zusammengebracht. Die unbedeckten Wiesenstoppelstreifen zwischen den Schwaden trocknen ab.
- Schwadenwenden. Die Schwaden werden gewendet und auf die abgetrockneten Zwischenstreifen geschoben.
- Zusammenrechen zu Ladeschwaden.

##### 1.2 Vergleich der beiden Heutrocknungsverfahren

Bei der Flächentrocknung fahren Schlepper und Gerät ständig über das Heu. Dies führt zu hohen Bröckelverlusten insbesondere dann,

Bild 1. Sternrechwender PZB-7 für Traktorzug (Volksrepublik Polen)



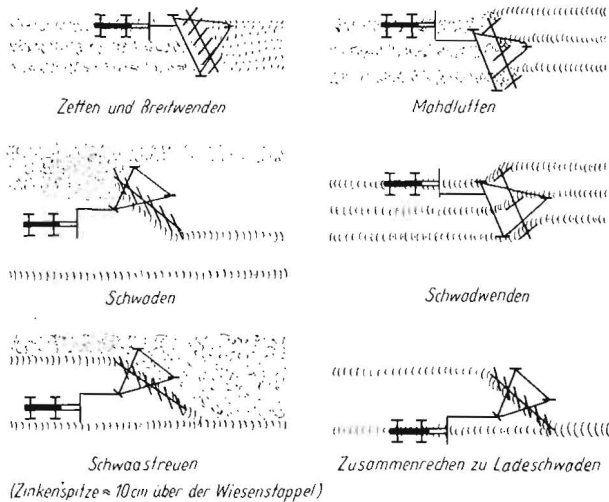


Bild 2. Arbeitsgänge beim Flächentrocknen

Bild 3. Arbeitsgänge beim Schwadentrocknen

wenn das Erntegut weniger als 40% Feuchtigkeit hat und es sich um Blattheu (Klee, Luzerne) handelt. In Versuchen von SCHULZE-LAMMERS (Bild 4) wird nachgewiesen, daß die Trocknung in Schwaden entgegen den Vermutungen nicht schlechter ist als bei der Flächentrocknung. Die Darstellung zeigt, daß der Trocknungserfolg eines Sternrechenders bei der Schwadentrocknung von anderen Heuerntemaschinen und der Flächentrocknung kaum abweicht.

Als Trocknungserfolg wurde definiert:

$$\text{Trocknungserfolg} = \frac{\text{Feuchtigkeitsgehalt beim Mähen} - \text{Feuchtigkeitsgehalt beim Einfahren}}{\text{Zahl der Trocknungsstunden (9<sup>00</sup> bis 18<sup>00</sup> Uhr)}}$$

Der Sternrechender gewährleistet eine schonende Behandlung des Erntegutes. Der Anteil der Rohproteinverluste ist daher, wie aus der Darstellung (Bild 4) zu ersehen ist, sehr gering.

Die Schwadentrocknung setzt jedoch voraus, daß die Sternräder richtig in den Schwad eingreifen. Bei einem Anhängergerät und bei der Ausnutzung der hohen Arbeitsgeschwindigkeit (8 bis 10 km/h) ist dieses genaue Ansteuern der Schwaden sehr schwer. Dieser Nachteil ist bei einem Front-Anbau-Sternrechender nicht zu erwarten.

### 1.3 Die Vor- und Nachteile des Sternrechenders

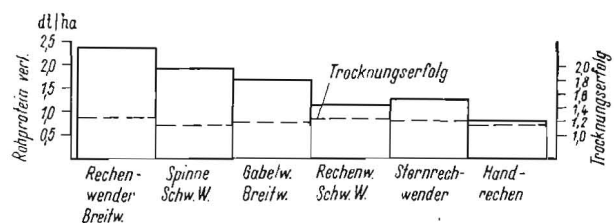
#### 1.31 Die Vorteile

- Mehrzweckgerät
- Hohe Flächenleistung durch große Arbeitsgeschwindigkeit
- Schonende Futterbehandlung
- Weitgehende Hangempfindlichkeit
- Einfache Konstruktion, kein Getriebe
- Gute Anpassung an Bodenmulden
- Sehr saubere Recharbeit
- Unempfindlich, geringer Verschleiß
- Geringer Anschaffungspreis.

#### 1.32 Die Nachteile

- Die in den Boden eingreifenden Sternzinken führen bei Trockenheit zu einer starken Staubentwicklung. Das Heu wird dabei sichtlich eingepudert. Es ist daher notwendig, die Auflagekraft der Sternräder durch richtige Einstellung nicht größer als unbedingt notwendig zu halten (2 kp).
- Beim Schwadentziehen entsteht ein verzapfter Schwad, der schwer breitzustreuen und auch sonst schwerer zu entzerren ist als ein von einem Trommelwender gezogener Schwad.

Bild 4. Trocknungserfolge bei Anwendung verschiedener Geräte



Dieser Nachteil hat bei Ladeschwaden geringe Bedeutung, In dem entsprechenden Abschnitt wird noch darauf eingegangen, wie ein solcher Schwad breitgestreut werden kann.

## 2 Bewegungsvorgänge am Sternrad

### 2.1 Die Sternradgeschwindigkeit

Durch das Abrollen des Sternrades auf der Wiesenstoppel entsteht die für die Bewegung des Heues notwendige Drehbewegung. Die Umfangsgeschwindigkeit bei schlupflosem Abrollen ist

$$v_{u\sigma=0} = v_f \cdot \sin \alpha$$

Es bedeuten:

- $v_f$  Fahrtgeschwindigkeit
- $\alpha$  Winkel zwischen Fahrtrichtung und Drehachse.

Bei Auftreten von Radschlupf ist die Umfangsgeschwindigkeit  $v_u$ .

$$v_u = (1 - \sigma) v_f \cdot \sin \alpha.$$

Darin sind:

$\sigma$  = Schlupf des Sternrades

Die Zinkenspitze bewegt sich auf einer Raumkurve (elliptische Schraube). Die Geschwindigkeit dieses Punktes ändert sich mit dem Drehwinkel  $\varphi$  (Bild 5).

Aus der Bewegungsgleichung eines Ortsvektors, der mit seiner Spitze auf dieser Raumkurve entlangläuft, ergibt sich nach einmaligem Differenzieren, sowie Berücksichtigung des Sternradschlupfes, die allgemeine Gleichung für die Zinkengeschwindigkeit:

$$v_{zi} = v_f \sqrt{(1 - \sigma) \sin^2 \alpha (1 - \sigma - 2 \cos \varphi) + 1}.$$

Für  $\varphi = 0$  und  $\sigma = 0$  (Schlupflosigkeit) ergibt sich die von MATHIES [2] aufgestellte Formel.

$$v_{zi0} = v_f \cos \alpha$$

### 2.2 Der Heuweg

Als Heuweg ist der Weg eines Heuteilchens zu verstehen, den es, durch die Zinkenberührung während des Arbeitsvorganges zurücklegt. Er beginnt mit dem Eingreifen des Zinkens in die Heuschicht und endet mit dem Ablösen des Heuteilchens vom Zinken. Je länger dieser Heuweg ist, um so größer sind die durch Abreibung verursachten Bröckelverluste.

Der Heuweg stimmt, wie aus Bild 7 zu ersehen, mit der Horizontalprojektion des Zinkenweges während des Eingriffes theoretisch überein. Praktisch wurde dies an Hand markierter Halme und des markierten Heuweges während der Versuche bewiesen. Große Annäherung mit der Praxis besteht, wenn die Richtung des Heuweges mit der Tangente der theoretischen Kurve im Punkt  $\varphi = 0$  gleichgesetzt wird (Bild 5). Diese Tangente stimmt bei Schlupflosigkeit mit der Drehachse des Sternrades überein. Mit Auftreten von Schlupf verkleinert sich der Winkel zwischen Tangente und Fahrtrichtung, d. h., der Heuweg wird länger (Bild 8).

Da der Schlupf durch die Lagerreibung entsteht, ergibt sich daraus die Schlußfolgerung für die Praxis, diese so klein wie möglich zu halten (Schmieren).

## 3 Das Zetten und Breitwenden mit dem Sternrechender

### 3.1 Forderungen, die an die Arbeitsvorgänge Zetten und Breitwenden gestellt werden müssen

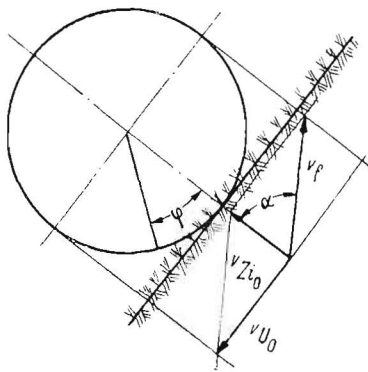
Das gesamte Erntegut muß von den Arbeitswerkzeugen gleichmäßig und locker verstreut werden.

### 3.2 Günstigster Anstellungswinkel der Sternräder bei verschiedenen Arbeitsgeschwindigkeiten

Den Arbeitsvorgang beim Zetten kann man in zwei Abschnitte einteilen. Im ersten Abschnitt steht das Heuteilchen in Verbindung mit dem Zinken des Sternrades, während es sich im zweiten Abschnitt vom Zinken löst und in einer Wurfparabel herabfällt. Der erste Abschnitt ist identisch mit dem bereits beschriebenen Heuweg und ist im Interesse geringer Bröckelverluste so klein wie möglich zu halten.

Beim zweiten Abschnitt kommt es darauf an, daß die von einem Sternrad erfaßte Heumenge gleichmäßig auf den vom vorausgegangenen Sternrad abgeräumten Wiesenstreifen geworfen wird.

Dies wird erreicht, wenn die Teilchen, die am weitesten geworfen werden, sich im Punkt A vom Zinken lösen und im Punkt B herabfallen (Bild 9).



◀ Bild 5. Umfangsgeschwindigkeit bei schlupflosem Abrollen

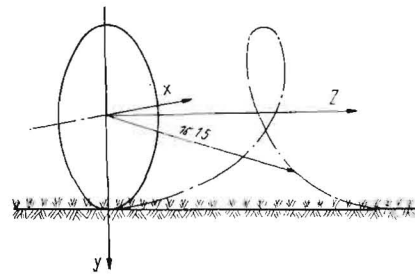


Bild 6. Umfangsgeschwindigkeit bei Auftreten von Radschlupf

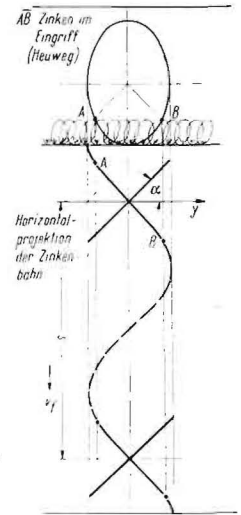


Bild 7  
Der Heuweg ohne Schlupf ...

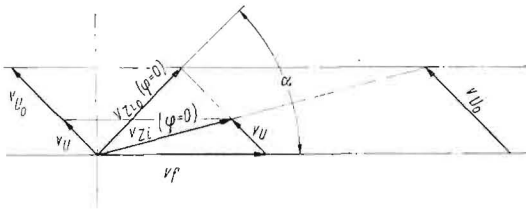


Bild 8  
... und bei Auftreten von Schlupf

Weil die Richtung dieser Strecke  $\overline{AB} = l_{\max}$  durch die Tangente an die Zinkenbahn im Punkt  $A$  bestimmt wird, läßt sich diese erforderliche Wurfweite  $l_{\max \text{ erf.}}$  berechnen

$$l_{\max \text{ erf.}} = \frac{e' \sin \gamma' + b/2 \cos \alpha - R \sin \varphi_{AB} \cos \alpha}{\sin f}$$

$b$  = Eingriffslänge des Sternrades bei bestimmter Schichthöhe.

$\varphi_{AB \text{ max}}$  = Größter Drehwinkel des Sternrades bei Abwurf des Heuteilchens.

$f$  = Winkel der Tangente an die Bahnkurve

$e'$  = Abstand der Sternräder

$R$  = Sternradius

$\gamma'$  = Rahmenstellwinkel

Wird diese erforderliche maximale Wurfweite von den am weitesten fliegenden Heuteilchen nicht erreicht, dann bleiben unbedeckte Zwischenstreifen  $Abu$ . Das Heu wird dann nicht mehr auf der ganzen Fläche gleichmäßig verteilt sein, sondern es bilden sich mehr oder weniger ausgeprägte Schwaden. Durch Vergrößerung der Fahrgeschwindigkeit, d. h. größere Abwurfgeschwindigkeit, kann dieser Erscheinung entgegengewirkt werden. Dadurch wird erreicht, daß sich die tatsächliche Wurfweite  $a$  der erforderlichen Wurfweite  $l_{\max}$  nähert und somit die Differenz  $l_{\max} - a$  ein Minimum wird, wobei sich die Heuverteiler verbessert. Bei Vernachlässigung des Luftwiderstandes läßt sich die Wurfweite  $a$  errechnen, da Richtung und Größe der Abwurfgeschwindigkeit durch die allgemeine Bahngleichung der Zinkenspitze bekannt sind. Durch den Luftwiderstand tritt jedoch eine Wurfweitenverkürzung ein, die empirisch ermittelt wurde.

Aus den Ableitungen ergibt sich für die Wurfweite

$$a = v_0 \cdot \cos m \cdot T$$

Darin bedeuten:

$v_0$  Anfangsgeschwindigkeit =  $v_{zi}(\varphi_A)$

$m$  Neigung der Abwurf tangente zur Horizontalen

$T$  Wurf dauer.

Nun konnte die Differenz zwischen  $l_{\max} - a$  rechnerisch und grafisch für verschiedene Winkel  $\alpha$  und verschiedene Fahrgeschwindigkeiten ermittelt werden. Wie die im Bild 10 dargestellten Kurven zeigen sind die Winkel  $\alpha$ , für die  $l - a$  ein Minimum wird, eindeutig zu erkennen. Der günstigste Anstellwinkel  $\alpha$  für das Breitwenden liegt somit zwischen  $45^\circ$  bis  $50^\circ$ ,  $\alpha_{\text{mittel}} = 48^\circ$ .

Die günstigste Fahrgeschwindigkeit ist dort, wo der günstigste Winkel  $\alpha = 48^\circ$  ein  $l - a = 0$  erzielen würde.

Bei Berücksichtigung der Wurfweitenverkürzung bei  $v_f = 14 \text{ km/h}$  liegen. Um diesen Wert herum ist die Geschwindigkeit so zu variieren, daß je nach Windverhältnissen usw. eine gleichmäßige Heuverteiler entsteht.

Der Beweis für die Richtigkeit der ermittelten Werte erfolgt durch den praktischen Versuch. Eine vollkommen gleichmäßig mit Heu

bedeckte Fläche wurde mit verschiedenem Winkel  $\alpha$  und gleicher Fahrgeschwindigkeit bearbeitet. Danach wurde ermittelt, wieviel Prozent der mit Heu belegten Fläche unbedeckt war. Wie Bild 10 zeigt, ist eine Übereinstimmung zwischen der theoretischen Wurfweitendifferenz und der praktischen Heuverteiler vorhanden. Das ausgeprägte Minimum an unbedeckter Fläche stimmt gut mit dem theoretisch ermittelten günstigsten Winkel  $\alpha$  überein.

#### 4 Das Schwadreehen

Bei diesem Arbeitsvorgang sind die Sternräder so angeordnet, daß die Heuteilchen von einem Sternrad vor das nächst nachfolgende Sternrad geschoben werden (Bild 11).

Durch Einlegen von Seidenpapierstreifen an verschiedenen Stellen konnte nachgewiesen werden, daß sich alle Heuteilchen annähernd parallel zueinander in einem bestimmten Winkel in den Schwad bewegen. Die Länge des Heuweges, den ein am weitesten außen liegendes Teilchen zurückzulegen hat, ist

$$s_{H \text{ max}} = \frac{b}{\cos \gamma_{H'}}$$

$\overline{CD} = e'$  Abstand der Sternräder  
 $\gamma$  - Rahmenstellwinkel des Sternrechewenders

$b$  - Eingriffsbreite des Sternrades  
 $\overline{AB} = l_{\max \text{ erf.}}$  erforderliche max. Wurfweite  
 $\overline{AB}' = a_{\text{max. tats.}}$  tatsächliche max. Wurfweite

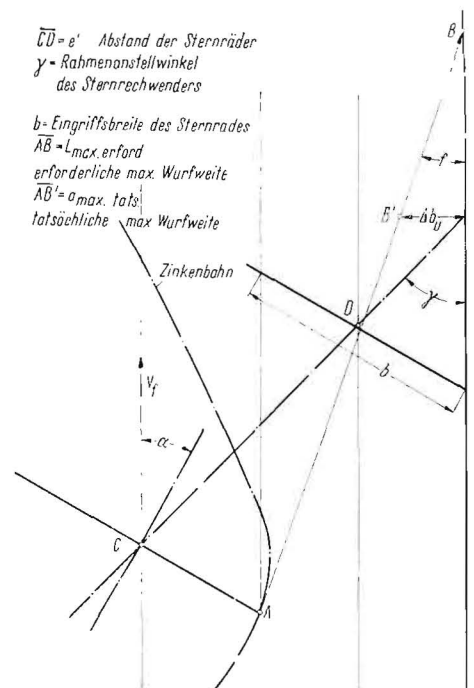


Bild 9  
Günstigster Anstellwinkel der Sternräder

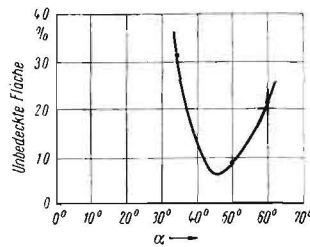
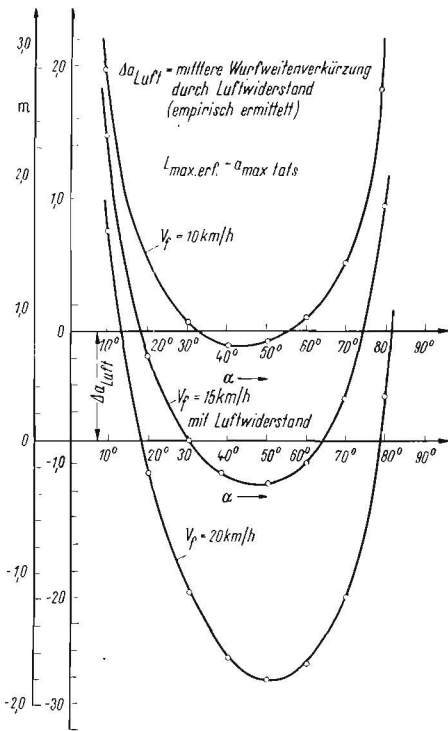
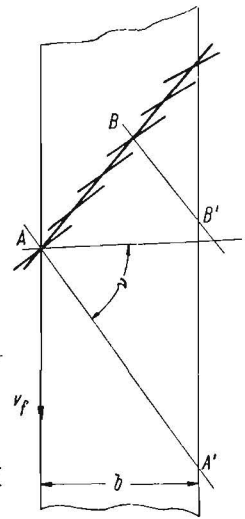


Bild 10 a. Ergebnisse des praktischen Versuchs

◀ Bild 10. Differenz zwischen erforderlicher und tatsächlicher Wurfweite

Bild 11. Heuweg beim Schwadrehen. A und B Lage der Heuteichen vor ... , A' und B' ... nach dem Schwadziehen



$\alpha > 55^\circ$  erweisen sich als unzweckmäßig, da sie, um die notwendige Überdeckung der Sternräder zu erreichen, zu einer ungünstigen Auslastung der Arbeitsbreite des Gerätes führen.

Am zweckmäßigsten wird es sein, einen mittleren Winkel  $\alpha$  festzulegen, im Bereich zwischen  $\alpha = 30^\circ$  bis  $55^\circ$ ,  $\alpha_{\text{mittel}} = 42,5^\circ$ , um die Handhabung des Gerätes nicht zu komplizieren. Es liegt aus konstruktiven Gründen nahe, den gleichen mittleren Winkel  $\alpha$  anzulegen, der sich bereits beim Breitwenden als günstigster erwiesen hat ( $\alpha = 48^\circ$ ). Obwohl man jetzt nur eine Anstellungsmöglichkeit besitzt, ist es dennoch möglich, durch Ausheben eines oder mehrerer Sternräder den Heuweg je nach Notwendigkeit zu verkürzen.

Die Notwendigkeit einer Heuwegverkürzung zeigt sich bei zu starkem oder zu schwerem (feuchtem) Erntegut. In diesem Falle wird die Belastung des letzten Sternrades zu groß. Die Drehung des Rades verlangsamt sich (Anwachsen des Schlupfes). Es preßt sich Erntegut zwischen Abrollfläche und Zinken. Das Sternrad wird ausgehoben und überrollt das vor ihm liegende Erntegut. Bei unempfindlichem Erntegut läßt sich diese Erscheinung, wenn keine Verschmutzung des Erntegutes zu befürchten ist, durch Erhöhung des Auflagedruckes der Sternräder beseitigen.

Bei Blattheu wird man nach Beurteilen der sichtbaren Bröckelverluste den Heuweg durch Ausheben von Sternrädern so lange verkürzen, bis die gewünschte Verringerung der Abbröckelverluste eintritt.

Eine weitere Möglichkeit, die Abbröckelverluste zu verringern, besteht in einer Verringerung der Fahrtgeschwindigkeit. Wie die eingangs ausgeführte allgemeine Gleichung für die Zinkengeschwindigkeit zeigt, ist die Geschwindigkeit, mit der der Zinken auf die Heuteichen trifft, direkt von der Fahrtgeschwindigkeit abhängig. Aus der im Verhältnis zu anderen Heuwerkmaschinen geringen Auftreffgeschwindigkeit, die im Bodenberührungspunkt nie größer als  $v_{zi\sigma=0} = v_f \cdot \cos \alpha$  werden kann, erklärt sich die schonende Behandlung des Erntegutes bei einem solchen Gerät. Bei der durchgeführten Untersuchung bei einer Bestandsdichte 90 dt/ha Wiesenheu (40% Feuchtigkeit) und einer mittleren Halmlänge von 30 bis 40 cm erwies sich eine Fahrtgeschwindigkeit von 9 km/h als günstig.

Es bedeuten:

- $v_H$  Heurichtungswinkel
- $b$  Wirksame Arbeitsbreite des Sternrechenders.

In großer Annäherung kann man die Richtung des Heuweges mit der Tangente an die Zinkenbahn im Berührungspunkt Zinken-Boden gleichsetzen. Bei schlupffreiem Abrollen stimmt die Richtung des Heuweges mit der Drehachse des Sternrades überein. Der Heurichtungswinkel ist in diesem Fall:

$$v_{H\sigma=0} = 90^\circ - \alpha.$$

Bei Auftreten von Schlupf vergrößert sich dieser Winkel und mit ihm auch der Heuweg.

$$v_H = (90^\circ - \alpha) + \Delta v$$

$\Delta v$  = Winkelvergrößerung bei Auftreten von Schlupf.

Die richtige Einstellung eines Sternrechenders ist von der Länge des maximalen Heuweges  $s_{H\text{max}}$  abhängig. Die zulässige Größe dieses Weges ist sehr unterschiedlich und wird bestimmt durch:

1. Die Art des Erntegutes (Gras, Luzerne, Klee),
2. Dem Zustand des Erntegutes (feucht, trocken),
3. die Menge des Erntegutes je Flächeneinheit.

Der günstigste Winkel  $\alpha$  der Sternradachse zur Fahrtrichtung kann bei Grüngut kleiner sein als beispielsweise bei Blattheu, da Grüngut eher einen größeren Heuweg vertragen kann als das empfindliche Blattheu. Ein kleiner Winkel  $\alpha$  ermöglicht jedoch eine gute Ausnutzung der Arbeitsbreite des Gerätes. Er sollte aber nie kleiner als  $\alpha = 30^\circ$  sein, da bei kleinerem Winkel  $\alpha$ , wie aus den Schlupfmessungen hervorging, der Schlupf steil ansteigt. Anstellwinkel



Bild 12. Schwad vor dem Breitstreuen



Bild 13. Schwad vom Sternrechender breit gestreut

## 5 Das Schwadstreuen

Bei dem Versuch, Schwaden mit dem Sternrechwender breitzustreuen, wurde von der Überlegung ausgegangen, daß der Vorgang der Schwadbildung dem Zusammenrollen eines Teppichs ähnlich ist und jeder Teppich sich wieder aufrollen läßt. Ausgehend davon wurde mit der gleichen Anstellung wie beim Schwadziehen, jedoch in entgegengesetzter Richtung, in den Schwad hineingefahren ( $v_f$  5 km/h). Die Sternräder wurden dabei so weit ausgehoben, daß der sich auflrollende Heuteppich zwischen Zinken und Stopfbohrfläche hindurch konnte ( $\approx 10$  cm). Die Sternräder wurden somit nicht durch die Bodenberührung, sondern durch die Berührung mit dem im Schwad liegenden Heu angetrieben. Bild 12 zeigt die Schwaden vor dem maschinellen Breitstreuen mit dem Sternrechwender. In Bild 13 sieht man die auf diese Weise breitgestreuten Schwaden. Die so erreichte Arbeitsqualität reicht aber noch nicht aus, nachträgliche Handarbeit ist notwendig. Auf alle Fälle ist der Arbeitsaufwand bei dieser Art des Breitstreuens geringer als bei dem vollkommener Breitstreuen von Hand. Es müßte noch untersucht werden, ob nicht durch eine starre Befestigung der Sternräder an Stelle der im Versuch vorhandenen federnden Aufhängung eine Verbesserung der Arbeitsqualität zu erreichen ist.



Bild 14. Drei Schwade bei einem Durchgang mit dem Sternrechwender

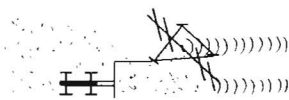


Bild 15. Zwei Schwade bei einem Durchgang mit dem Sternrechwender

## 6 Das Mahdlüften

Wie eingangs beschrieben, beginnt die Schwadentrocknung des Heues mit dem sogenannten Mahdlüften. Bei diesem Arbeitsgang wird jedes zweite Sternrad entfernt. An einem Sternrechwender mit sechs Sternrädern verbleiben dann nur noch drei Räder. Diese drei Sternräder erzeugen bei der Bearbeitung des angewelkten Mähschwades drei kleine Trockenschwade (Bild 14).

Entfernt man bei einem Sternrechwender mit sechs Sternrädern die beiden mittleren Räder (Bild 15), so bilden sich zwei Schwaden bei der gleichen Arbeitsbreite. Diese Art des Ziehens kleiner Trockenschwaden ist für schwächere Bestände zu empfehlen. Da bei diesem Arbeitsvorgang die gleichen Bedingungen auftreten wie beim Einschwadern, ist auch hier mit dem gleichen Winkel  $\alpha = 48^\circ$  ein günstiges Arbeitsergebnis zu erreichen. Höhere Arbeitsgeschwindigkeiten als 9 km/h haben sich nicht als günstig erwiesen, da bei ihnen die Schwaden zu sehr breitgeworfen werden.

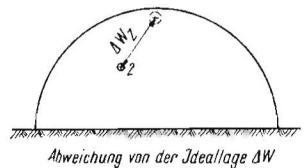
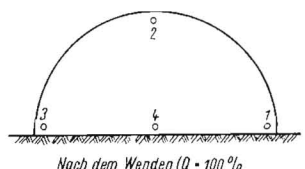
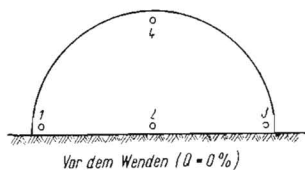


Bild 16. Untersuchungen beim Schwadwenden

## 7 Das Schwadwenden

Beim Schwadwenden behalten die Sternräder die gleiche Zuordnung wie beim Schwadziehen. Der Rahmenanstellwinkel darf sich nicht ändern, sonst stimmen die Sternradabstände mit dem Schwadabstand nicht überein. Es wurde untersucht, bei welchem Winkel  $\alpha$  eine entsprechende Wendung des Schwades eintritt. Aus diesen Gründen wurden in den Schwad vier verschiedenfarbige Seidenpapierstreifen eingelegt (Bild 16). Nach dem Arbeitsgang wurden diese Markierungen wieder aufgesucht und ihre Abweichung  $\Delta W$  von der Ideallage

ermittelt. Als Ideallage ist die Lage anzunehmen, bei der eine Markierung ihren Platz mit der ihr gegenüberliegenden austauscht. Um einen vergleichbaren Kennwert zu erhalten, wurde die Summe aller Abweichungen  $\Delta W_{ges} = \Delta W_1 + \Delta W_2 + \Delta W_3 + \Delta W_4$  ins Verhältnis gesetzt zu der Abweichung, die vorhanden wäre, wenn gar keine Wendung eintreten würde.

$$\Delta W_{ges} = \Delta W_{01} + \Delta W_{02} + \Delta W_{03} + \Delta W_{04}$$

$$\Delta W_{01} = b = \Delta W_{03}$$

$$\Delta W_{02} = h = \Delta W_{04}$$

$$\Delta W_{0ges} = 2(h + b)$$

$$h = \text{Schwadhöhe}$$

$$b = \text{Schwadbreite}$$

Der Quotient  $\frac{\Delta W_{ges}}{\Delta W_{0ges}} = Q$  wurde als Wendergebnis bezeichnet.

Bild 17 zeigt das Wendergebnis unter verschiedenen Bedingungen. Daraus geht hervor, daß schwache Schwaden sich besser wenden als starke Schwaden. Ein starker Schwad entspricht einer dickeren Heurolle, die einen längeren Abrollweg braucht, ehe ein unten liegendes Teilchen nach oben kommt. Das Wendergebnis ist daher von dem eingangs beschriebenen Heuweg abhängig, der sich mit kleiner werdendem Winkel  $\alpha$  vergrößert. Diese Tatsache erklärt auch die Verbesserung des Wendergebnisses mit kleiner werdendem Winkel  $\alpha$ . Eine weitere Verbesserung tritt mit der Erhöhung der Arbeitsgeschwindigkeit ein. So erfolgte das Wenden der Meßreihen 2 und 3 unter gleichen Bedingungen bis auf verschiedene Geschwindigkeiten. Während bei 2 eine Fahrtgeschwindigkeit  $v_f = 2$  km/h vorlag, wurde die Meßreihe 3 mit  $v_f = 11,3$  km/h gefahren. Das Wendergebnis erhöhte sich von 25,68% auf 38,91%. Bei den Messungen 9 und 10 herrschten gleiche Bedingungen. Der Unterschied der Wendergebnisse ergibt sich aus folgendem: Bei der Meßreihe 9 waren zwei gestaffelte Räder an der Wendung beteiligt. Die Wendung erfolgte daher so stark, daß sich die Heurolle fast um  $360^\circ$  drehte und die Heuteilchen annähernd die gleiche Lage wie vor dem Wenden im Schwad einnahmen.

Bei der Meßreihe 10 war die Anordnung der Räder die gleiche, jedoch wurde hier das zweite Sternrad etwa 10 cm ausgehoben, so

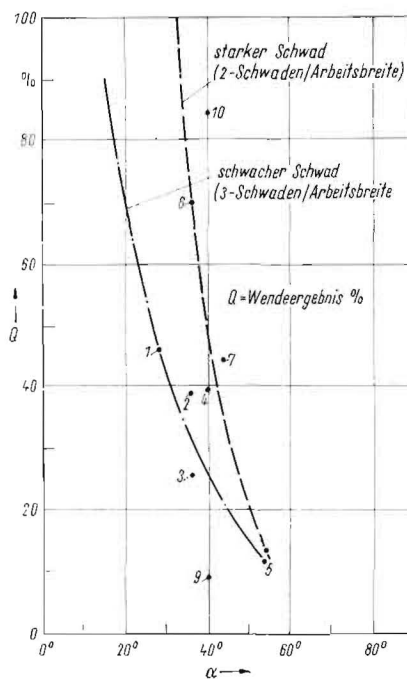


Bild 17. Wendergebnisse unter verschiedenen Bedingungen

daß es nicht mehr auf der Wiesenstoppel abrollt. Dieses Rad wird nur noch durch das Heu angetrieben, das ihm von dem voranlaufenden Sternrad übergeben wird. Dieses angehobene Sternrad verbessert das Wendergebnis und entzerrt den Heuschwad. Wie aus dem Versuchsergebnis hervorgeht, ist mit dieser Art des Schwadwendens das beste Ergebnis zu erreichen. Es ist darauf zu achten, daß beim Schwadwenden jeweils die dem vorangegangenen Durchgang entgegengesetzte Arbeitsrichtung benutzt wird, um den Schwad immer wieder zu entzerrn und die Zopfbildung herabzusetzen. Auch beim eingangs beschriebenen Arbeitsgang des Breitwendens ist es vorteilhaft, die Bearbeitungstreifen in wechselnder Fahrtrichtung zu bearbeiten.

## 8 Zugkraftmessungen

Unter den Versuchsbedingungen wurden folgende Zugkräfte gemessen:

Leerlauf mit ausgehobenen Sternrädern:  $v_f = 10$  km/h  
 Mittlere Zugkraft 55 kp  
 Breitwenden (sechs Sternräder im Eingriff, Ertrag = 90 dt/ha, Feuchtigkeit 20%):  $v_f = 10$  km/h  
 Mittlere Zugkraft 75 kp  
 Schwadreden (Bedingungen wie beim Breitwenden)  $v_f = 5$  km/h  
 Mittlere Zugkraft 130 kp.

## 9 Kurze Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Der Sternrechwender ist eine Mehrzweckmaschine für die Heuwerbung. Bei richtiger Handhabung kann dieses Gerät bei den Arbeitsgängen der Flächentrocknung und bei der Trocknung des Erntegutes in kleinen Schwaden mit Erfolg eingesetzt werden. Die Trocknung in Schwaden ist besonders bei Blättheu zu empfehlen, um Eiweißverluste durch Abbröckeln zu vermeiden. Der Trocknungserfolg ist bei dieser Art der Trocknung dem der Flächentrocknung nicht unterlegen. Aus den theoretischen und praktischen Untersuchungen haben sich bei den einzelnen Arbeitsvorgängen folgende optimalen Werte für den Anstellungswinkel  $\alpha$  der Sternräder und die Arbeitsgeschwindigkeit ergeben. ( $\alpha$  = Winkel zwischen Sternradachse und Fahrtrichtung.)

Arbeitsvorgang	$\alpha$ [°]	$v_f$ [km/h]	Bemerkungen
Zetten und Breitwenden	48	14	Die Geschwindigkeiten sind entsprechend den konkreten Bedingungen um diese Werte zu variieren.
Schwadreden	48	9	
Mahdlüften	48	9	
Schwadwenden	40	8 bis 10	Ein Räderpaar wendet den Schwad. Das hintere Rad ist 10 cm ausgehoben.

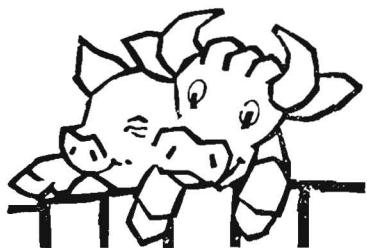
Die Untersuchungen haben gezeigt, daß das Breitstreuen von zuvor gezogenen Lade- oder Übergangsschwaden zum Teil möglich ist, wenn die Sternräder in der gleichen Anordnung wie beim Schwadreden, jedoch etwa 10 cm ausgehoben und in entgegengesetzter Fahrtrichtung den Schwad bearbeiten.

Bei allen Arbeitsvorgängen ist zu beachten, daß ein Bearbeitungsstreifen oder ein Schwad stets in der dem vorangegangenen Bearbeitungsgang entgegengesetzten Richtung bearbeitet wird, um ein Verzapfen des Erntegutes zu vermeiden.

Besonders geeignet ist der Sternrechwender im hügligen Gelände. Die Sternräder passen sich gut den Bodenebenenheiten an. Das Gerät ist durch sein geringes Gewicht für die Arbeit am Hang geeignet. Die mögliche Hangneigung wird jedoch durch die des Traktors bestimmt. Es ist daher zweckmäßig, dieses Gerät am Hang in Verbindung mit einem Traktor großer Hangtauglichkeit einzusetzen. Die geringe erforderliche Zugleistung des untersuchten Sternrechwenders bei einem relativ starken Bestand (90 dt/ha) ermöglicht es, ein solches Gerät in Verbindung mit dem hangtauglichen Geräteträger RS 09 weitgehend einzusetzen. Inwieweit ein Sternrechwender für andere Arbeiten, wie Strohhacken, Einschwaden von Zuckerrüben, Erbsenraufen u. a. mit Erfolg eingesetzt werden kann, ist nicht untersucht worden. Bekannt ist, daß der Sternrechwender zum Lüften eingeregelter Getreideschwaden für den Schwadbruch mit Erfolg angewendet wird. Es kommt jetzt darauf an, alle mit dem Sternrechwender gemachten Erfahrungen schnell zu verallgemeinern, um so zur Lösung der auf dem 8. Plenum der SED gestellten Aufgaben beizutragen.

## Literatur

SCHULZE-LAMMERS (Kreuznach): Mitteilungen der DLG (1953) S. 562.  
 MATTHIES, H. J.: Der Vorgang des Schwadziehens und die Gestaltung von Heuwendern. Landtechnische Forschung (1954) H. 4.  
 POPOW: Grundlagen der Theorie der rotierenden Arbeitsorgane von Heuerntemaschinen. Selchosmaschina (1954) H. 4.  
 HAFENDORF, G. F.: Schwadentrocknung statt Flächentrocknung. Praktische Landtechnik (1957) H. 6. A 3917



## 8. Landwirtschafts-Ausstellung

DER DDR, MARKKLEBERG 4. JUNI – 17. JULI 1960.

Die großen Trümpfe dieser gigantischen Lehrschau unserer sozialistischen Landwirtschaft:

**Tierzucht** – 1500 Tiere auf der DDR-Siegerschau. Vorbildliche LPG, VEG und sozialistische Brigaden veranschaulichen neue wissenschaftliche Haltungen, Fütterungs- und Aufzuchtmethoden.

**Technik** – über 1000 Maschinen auf dem Maschinengelände, im Vorführing, bei der Arbeit am Hang und im neuen Meliorationskomplex. Mechanisierte Innenwirtschaft.

### Sozial- und Kulturteil –

Ausstellungskomplex Jugend und Bäuerin - Ausbildung - Erfahrungsaustausch.

Erholung im herrlichen Kulturpark und bei den erlesenen Kulturveranstaltungen.

## Neukonstruktion:

# EMPOR-Elektrozug Typ A

125/250 kg  
Tragkraft



Das ideale elektrische Kleinhebezeug für Industrie und Landwirtschaft

**Hoffmann & Co**  
K. G.  
Maschinenfabrik

**Wurzen/Sa.**  
Dresdener Straße 68