

Mechanisierung der Druschfruchternte

Der Siegeszug des Mähdruschers auf den Feldern unserer Republik ist imponierend. Verfügte unsere Landwirtschaft vor Jahren nur über weniger als 4000 Mähdruschere, so kann sie heute schon mehr als die vierfache Anzahl dieser modernen Großmaschinen einsetzen; über 80 % allein der Getreideernteflächen werden mit dem Mähdrusch abgeerntet, darüber hinaus eignet er sich aber auch zur Ernte anderer Druschfrüchte — hierzu wird in der anschließenden Aufsatzreihe einiges an neuen Erkenntnissen und Erfahrungen vermittelt. Ebenso wird erörtert, welche Möglichkeiten sich für den Mähdrusch an Hanglagen unter unseren Verhältnissen ergeben. Ohne Zweifel wird der Mähdrusch zukünftig noch weitere Ausbreitung erfahren, neue Mähdruschkonstruktionen werden diese Entwicklung fördern. Der zunehmende Einsatz des Mähdruschers bringt jedoch nicht den optimalen Nutzen, wenn nicht auch die Nachfolgearbeiten entsprechend mechanisiert werden, wie z. B. die Strohräumung. Die Vielfalt dieser technischen Fragen veranlaßt uns, auch im nächsten Heft noch einmal auf die Druschfruchternte einzugehen, wobei die Mechanisierung der Körneraufbereitung und -lagerung im Mittelpunkt stehen soll.

Die Redaktion

Probleme des Mähdruschereinsatzes in Hanglagen

Dipl.-Ing. M. GUBSCH*

Die Getreideanbaugrenze wurde in der DDR aus volkswirtschaftlichen Gründen mit 25 % Hangneigung festgelegt.

Auf Grund dieser Festlegung muß in den Mittelgebirgslagen auf einem bedeutenden Teil der Hangflächen — das sind nach groben Schätzungen 13 % der Gesamtgetreideanbaufläche [1] — Getreide angebaut werden.

1. Allgemeines zum Mähdruschereinsatz am Hang

Während im ebenen Gelände das Mähdruschverfahren als das derzeit modernste und wirtschaftlichste Getreideernteverfahren dominierend ist, konnte der Mähdrusch (MD) in den Hanglagen noch keine wesentliche Bedeutung erlangen. Auf diesen Flächen muß heute noch zum großen Teil das wesentlich kosten- und arbeitsaufwendigere Mähbinder-Erntestanddruschverfahren angewendet werden. Die Körnerverluste dieses Ernteverfahrens betragen im Mittel 7 % [2] [3] [4] [5] und liegen damit außerordentlich hoch.

Daß der MD in hängigen Gelände noch keine entscheidende Bedeutung erlangen konnte, hat mehrere Gründe.

Die Einsatzgrenze der in Europa verwendeten MD, die auf Grund ihrer konstruktiven Ausführung für den Einsatz im hängigen Gelände im allgemeinen nicht geeignet sind, liegt unter Zugrundelegung verschiedener Untersuchungen bei 12 bis 15 % Hangneigung [6] [7] [8] [9] [10] [11] [12]. Eigene Untersuchungen ergaben, daß moderne MD-Typen gegenüber den z. Z. noch in großem Umfang im Einsatz befindlichen MD älteren Typs eine bessere Hangtauglichkeit aufweisen. So sind beispielsweise moderne Standardmähdruschere bis zu einer Hangneigung von 18 % mit vertretbaren Körnerverlusten und ohne besondere technische Schwierigkeiten einsetzbar.

Während beim MD-Einsatz auf Flächen unter 12 % Hangneigung kaum eine Beeinträchtigung der Arbeitsqualität, Arbeitsquantität und Funktionssicherheit der Maschine eintritt, werden in höheren Hangneigungsbereichen Körnerverluste, Flächenleistung, Fahreigenschaften und Funktionssicherheit mit steigender Hangneigung in zunehmendem Maße negativ beeinflußt.

Bei der Einsatzgrenze des MD ist zwischen der technischen und der ökonomischen Einsatzgrenze zu unterscheiden. Im Normalfall liegt die technische Einsatzgrenze gegenüber der ökonomischen Einsatzgrenze bei höheren Hangneigungswerten. Diese Grenzen sind von der technischen Grundkonzeption des MD abhängig und deshalb bei den einzelnen MD-Typen unterschiedlich.

Bestimmende Faktoren für die technische Einsatzgrenze, die zugleich in den meisten Fällen die absolute Einsatzgrenze des MD darstellt, sind Steigleistung, Standsicherheit, Fahrsicherheit und Fördervermögen der Trenn- und Förder-elemente.

Sie ist erreicht, wenn:

- Fahrertriebsleistung und Bodenhaftung der Triebäder zur Fortbewegung des MD nicht mehr ausreichen;
- Kippgefahr besteht;
- die Grenze der sicheren Lenkbarkeit und des zulässigen Spurver-satzes erreicht ist;
- Stauungen im Korn-Stroh-Fluß auftreten.

Die ökonomische Einsatzgrenze wird in erster Linie durch die Höhe der Körnerverluste, d. h. durch die geforderte Arbeitsqualität gezogen. Flächenleistung und Kraftstoffverbrauch sind von sekundärer Bedeutung.

Die Höhe der beim praktischen Einsatz auftretenden Körnerverluste ist zugleich die wichtigste Kenngröße für die Beurteilung der Hangtauglichkeit eines MD und verdient deshalb besondere Beachtung.

Die allgemeine Tendenz der Körnerverluste beim Mähdrusch am Hang und ihre Ursachen sollen im folgenden kurz dargestellt werden.

2. Körnerverluste beim Mähdrusch am Hang

Außer einer Vielzahl von Einflußfaktoren, wie zum Beispiel konstruktive Auslegung und Einstellung des Dreschwerks, physikalische Eigenschaften des Druschgutes, klimatische Einflüsse usw., die in diesem Zusammenhang nicht betrachtet werden sollen, sind für die Körnerverluste, speziell für die zu behandelnden Dreschwerkskörnerverluste beim MD-Einsatz am Hang die Hangneigung, die Arbeitsrichtung und der Getreidedurchsatz maßgebend.

Es wird zwischen den Grundarbeitsrichtungen Schicht-, Fall- und Steiglinie unterschieden.

2.1. Einfluß von Hangneigung und Getreidedurchsatz auf die Höhe der Körnerverluste

Die Dreschwerkskörnerverluste setzen sich aus den Ausdrusch-, Schüttler- und Reinigungskörnerverlusten zusammen.

Sie steigen mit zunehmender Hangneigung progressiv an. Dabei ist im unteren Hangneigungsbereich, in der Regel bis 12 % Hangneigung, ein leichter Anstieg der Körnerverluste festzustellen. Bei größeren Hangneigungswerten ergeben sich gegenüber dem Einsatz im ebenen Gelände 4- bis 6fach höhere Körnerverluste, die sich somit im Bereich der des Mähbinder-Erntestanddruschverfahrens bewegen.

Ein Vergrößerung des Getreidedurchsatzes führt stets zu einer bedeutenden Zunahme der Körnerverluste, besonders bei hohen Hangneigungswerten.

Es kann geschlußfolgert werden, daß das Mähdruschverfahren im ebenen Gelände u. a. durch die relativ niedrigen Körnerverluste gegenüber den noch häufig in den Hanggebieten angewendeten veralteten Getreideernteverfahren einen entscheidenden Vorteil aufweist. Dieser Vorteil geht beim Mähdruschereinsatz am Hang durch den steilen Anstieg der Körnerverluste mit zunehmender Hangneigung verloren. Durch

* Institut für Landtechnische Betriebslehre der TU Dresden (Direktor: Prof. Dr. habil. R. THURM)

Reduzierung des Getreidedurchsatzes können die Körnerverluste auf ein vertretbares Maß herabgesetzt werden.

2.2. Einfluß der Arbeitsrichtung auf die Höhe der Körnerverluste

Die Dreschwerkskörnerverluste steigen mit zunehmender Hangneigung für alle 3 Arbeitsrichtungen Schicht-, Fall- und Steiglinie an.

Die absolut höchsten Körnerverluste treten dabei in Schichtlinie auf. In Falllinie liegen die Verluste nur geringfügig unter denen der Steiglinie.

Die höheren Körnerverluste in Schichtlinie sagen aus, daß der negative Einfluß der Hangneigung auf die Arbeitsqualität des MD-Dreschwerkes bei dieser Arbeitsrichtung am größten ist.

2.3. Anteil der Einzelverluste am Dreschwerkskörnerverlust

Die Ausdrusch-, Schüttler- und Reinigungskörnerverluste wachsen mit steigender Hangneigung progressiv an. So wie beim Mähdrusch in der Ebene, haben die Schüttlerkörnerverluste erwartungsgemäß auch beim Hangeinsatz des MD den Hauptanteil am Gesamtverlust des Dreschwerkes.

Die Ausdrusch- und Reinigungskörnerverluste weisen einen relativ flachen Kurvenverlauf auf und sind gegenüber den Schüttlerkörnerverlusten zu einem wesentlich geringeren Teil am Dreschwerkskörnerverlust beteiligt. Die Ausdruschkörnerverluste liegen am niedrigsten.

Aus der Feststellung, daß beim Arbeiten in Schichtlinie die höchsten Körnerverluste auftreten und die Schüttlerverluste den größten Anteil am Dreschwerksverlust haben, ergeben sich möglicherweise Ansatzpunkte, mit Hilfe konstruktiver Maßnahmen, d. h. durch Verminderung des seitlichen Abwanderns des Druschgutes bei Schichtlinienarbeit und Verbesserung der Kornabscheidung des Dreschkorbcs, die Körnerverluste positiv zu beeinflussen und damit die Einsatzgrenze des MD zu erweitern.

2.4. Ursachen für den Anstieg der Körnerverluste beim Hangeinsatz des MD

Beim Arbeiten am Hang werden infolge der Neigungsänderung der Dreschwerkelemente die für die Ebene optimalen Fördergeschwindigkeiten und Verteilungsverhältnisse des Gutstroms gestört. Das betrifft die Elemente Schüttler, Schüttlerücklaufboden, Stufenboden, Reinigungssiebe sowie den Körner- und Ährenrücklaufboden.

Bei Schichtlinienarbeit wandert das lose auf den zuvor genannten Dreschwerkelementen liegende Gut durch die Wirkung der Hangabtriebskraft talseitig ab und führt somit zu einer lokalen Überlastung der Trenn- und Förder-elemente und Reduzierung der wirksamen Schüttler- und Reinigungsfläche. Durch die nur einseitige Beaufschlagung der Reinigungssiebe tritt außerdem eine Störung der Windführung auf. Am nachteiligsten wirkt sich die ungleichmäßige, d. h. einseitige Beaufschlagung auf den Schüttlerwirkungsgrad aus, wie aus der Darstellung der Einzelverluste zu erkennen war.

Beim Arbeiten in Fall- und Steiglinie wird durch die Neigungsänderung der Förder- und Trennelemente des Dreschwerkes die Fördergeschwindigkeit des Gutstroms vermindert bzw. erhöht.

In Falllinie ergibt sich durch die Verminderung der Fördergeschwindigkeit des Dreschgutes eine höhere Durchlaufzeit, wodurch sich der Abscheidvorgang der Körner auf Schüttler und Reinigungssieben verbessert, aber auch verschlechtert, weil sich in gleichem Maße die Schichtdicke des Gutstroms erhöht. Bei Steiglinienarbeit nimmt durch die Neigung der Trennelemente in Förderrichtung die Fördergeschwindigkeit des Gutstroms zu und damit die Schichtdicke ab. Durch die geringere Schichtdicke wird der Trennvorgang begünstigt, aber gleichzeitig durch die geringere Intensitätsdauer beeinträchtigt.

Die bei Fall- und Steiglinienarbeit gegenüber Schichtlinienarbeit niedrigeren Dreschwerkskörnerverluste sagen aus, daß die Änderung der Fördergeschwindigkeit des Gutstroms einen geringeren Einfluß auf die Körnerverluste ausübt als eine ungleichmäßige Beaufschlagung der Trenn- und Förder-elemente, wie es beim Mähdrusch in Schichtlinie der Fall ist. Die Ursache für die Zunahme der Dreschwerkskörnerverluste mit steigendem Getreidedurchsatz, die — wie bereits festgestellt — in der Hauptsache durch die Schüttlerkörnerverluste gebildet werden, ist auf die Verminderung der Kornabscheidung des Dreschkorbcs und damit auf die stärkere Belastung des Strohschüttlers mit losen Körnern zurückzuführen.

Nach Untersuchungen von HORN [13] verringert sich beispielsweise die Kornabscheidung des Dreschkorbcs bei einem Anstieg des Getreidedurchsatzes von 2 auf 6 kg/s um über 20 %.

3. Verbesserung der Hangtauglichkeit des MD

Aus den Darlegungen über das Verhalten der Dreschwerkskörnerverluste beim Hangeinsatz des MD ergibt sich zwangsläufig die Frage, welche Möglichkeiten zur Verminderung der Körnerverluste und damit zur Erweiterung der Hangeinsatzgrenze des MD bestehen.

Prinzipiell können drei verschiedene Wege zur Lösung dieser Problemstellung beschränkt werden:

1. Verbesserung der Hangtauglichkeit des Standardmähdreschers durch konstruktive Detailverbesserungen an den Dreschwerkelementen;
2. Entwicklung hangtauglicher Drusch- und Trennsysteme für den Mähdrescher;
3. Verwendung spezieller für den Hangeinsatz konstruierter Mähdrescher.

3.1. Konstruktive Detailverbesserungen

In den europäischen Ländern wurden vielfach Versuche unternommen und Vorschläge unterbreitet mit dem Ziel, die Hangtauglichkeit des Standardmähdreschers bis zu einem gewissen Grade zu verbessern. Die Vorschläge gehen von einer einfachen Unterteilung der Arbeitsflächen durch Längsstege bis zu umlaufenden Transport- und Trennelementen, wovon letztere eine zwangsläufige Führung des Gutflusses bewirken sollen.

Bei modernen Standardmähdreschern, wie z. B. Clayton M 140, Massey-Ferguson 500 und Ransomes Cavalier, wurden die Flächen von Stufenboden und Obersieb durch Anordnung von Längsleisten unterteilt, um beim Arbeiten in Schichtlinie das seitliche Abwandern des Gutes zu begrenzen und somit eine gleichmäßige Beaufschlagung der ent-

KDT-Fachveranstaltungen auf der agra 67

Der Fachverband „Land- und Forsttechnik“ benutzt auch die 15. Landwirtschaftsausstellung in Markkleeberg zu mehreren landtechnischen Fachtagungen:

1. Wissenschaftlich-technische Tagung „Transportrationalisierung im Bereich der Nahrungsgüterproduktion“ vom 20. Juni 9.30 Uhr bis 22. Juni in Leipzig, Zentraler Klub der Jugend und Sportler Haus Leipzig. Teilnehmergebühren für Mitglieder MDN 30.—, für Nichtmitglieder MDN 60.—
2. Erfahrungsaustausch „Rationalisierung der Holzentrindung“ am 20. Juni 9.00 Uhr im Forsthaus Baschwitz; Teilnehmergebühren MDN 5.— bzw. MDN 10.—
3. Informationsveranstaltungen „Der Traktor ZT 300 und seine Geräte“ am 23. und 29. Juni sowie am 7. Juli jeweils 9.00 Uhr im Rathaus Markkleeberg. HOG „Zur Linde“, Großer Saal
4. Tagung „Komplexe sozialistische Rationalisierung auf dem Gebiet des landtechnischen Instandhaltungswesens“, am 28. Juni 9.30 Uhr im Rathaus Markkleeberg. HOG „Zur Linde“; Teilnehmergebühren MDN 5.— bzw. MDN 10.—
5. Erfahrungsaustausch „Rationalisierung im Meliorationsbau“ am 5. Juli 9.00 Uhr im Rathaus Markkleeberg, HOG „Zur Linde“
6. Tagung „Standardisierung und Kooperation der Nahrungsgüterproduktion“ (Deutsche Gesellschaft für Standardisierung) am 4. Juli 9.00 Uhr im Rathaus Markkleeberg, HOG „Zur Linde“, Großer Saal

A 6905

sprechenden Funktionselemente zu erreichen. Umlaufende Förder- und Trennelemente in Form von Transportbändern haben sich auf Grund des wesentlich höheren konstruktiven Aufwandes noch nicht durchgesetzt.

Es ist deshalb auf solche Maßnahmen zu orientieren, die durch einen relativ geringen technischen Aufwand zum Erfolg führen.

3.2. Hangtaugliche Drusch- und Trennsysteme

Die wesentlichen Nachteile des konventionellen Dreschwerks bestehen darin, daß die Trennelemente Schüttler und Reinigungsanlage gegenüber Neigungsänderungen besonders empfindlich sind und daß beim Druschvorgang keine vollständige Abscheidung der Körner vom Langstroh stattfindet. Das macht ein nachgeschaltetes Trennelement, im konkreten Falle den Strohschüttler, erforderlich, der raummäßig ein Vielfaches von Dreschtrommel und Dreschkorb ausmacht, aber nur mit 10 bis 20% [13] an der Gesamtkornabscheidung beteiligt ist. Der Abscheidungsgrad des Dreschkorbes erreicht selbst bei den neuesten Konstruktionen je nach Getreidedurchsatz nur 80 bis 90%.

Zahlreiche theoretische und experimentelle Untersuchungen zur Optimierung der Parameter des Systems Schlagleistertrommel - Leistenkorb ergaben, daß mit diesem Druschsystem keine bedeutende Steigerung der Kornabscheidung zu erreichen ist [14] [15] [16].

Der Versuch liegt deshalb nahe, das herkömmliche Prinzip *Dreschtrommel - Dreschkorb* durch ein hangtaugliches Drusch- und Trennprinzip zu ersetzen, das gleichzeitig einen hohen Drusch- und Trennerfolg garantiert und somit den neigungsempfindlichen Strohschüttler als Hauptverlustquelle erübrigt.

Forschungsarbeiten mit dem Ziel, während des Dreschvorgangs eine nahezu 100prozentige Kornabscheidung zu verwirklichen, werden schon seit langem in verschiedenen Ländern durchgeführt.

Bereits vor dem 2. Weltkriege wurde von Lanz ein schüttlerloser MD in der Ausführung als 3-Trommel-Dreschwerk vorgestellt [17]. Die Mehrtrommeldreschwerke, die zwar eine nahezu 100prozentige Kornabscheidung ermöglichen, konnten sich jedoch auf Grund des hohen spezifischen Energiebedarfs und des erheblichen konstruktiven Aufwandes nicht durchsetzen.

Englische Forschungsarbeiten an Banddreschwerken [18] und amerikanischen Forschungsarbeiten an einem Korndreschwerk mit axialer Beschickung [19] führten zu ersten positiven Ergebnissen.

In beiden Fällen konnte aber bis jetzt auf Grund unzureichender Untersuchungen noch keine praxisreife Konstruktion verwirklicht werden.

3.3. Spezielle Hangmähdrescher

In den USA wurde schon sehr früh, relativ kurze Zeit nach Bekanntwerden der ersten MD, mit der Entwicklung spezieller Hangmähdrescher, *Hillside-Kombines* genannt, begonnen. Der erste Hangmähdrescher kam um 1890 in Kalifornien zum Einsatz [8].

Heute wird von Allis Chalmers ein Hangmähdrescher produziert, bei dem durch ein elektro-hydraulisches Regelsystem das gesamte Dreschwerk bis zu einer Neigung von 38% automatisch in Waage gehalten wird [20].

Das bodengeführte Schneidwerk gleicht sich der Hangneigung an.

Ein wesentlicher Nachteil des speziellen Hang-MD sind die hohen Anschaffungskosten, infolge des teuren Ausgleichsystems. So beträgt z. B. der Preis des Hangmähdreschers von Allis Chalmers £ 5715 (Pfund Sterling) und der des etwa vergleichbaren Standardmähdreschers von Case £ 2995 (Pfund Sterling) [21].

Dieser Umstand stellt den wirtschaftlichen Einsatz des Hang-MD in Frage. Das ist auch der wesentlichste Grund, weshalb er in Europa keine Anwendung erlangen konnte.

4. Zusammenfassung

Bei den zur Zeit vorhandenen Standard-MD ist auf Grund ihrer konstruktiv bedingten unzureichenden Hangtauglichkeit die Einsatzgrenze bei 12 bis 15%, bei unseren MD-Typen bei 18% Hangneigung erreicht.

Arbeitsqualität, Arbeitsquantität und Fahreigenschaften des MD werden durch die Hangneigung negativ beeinflusst. Die auftretenden Körnerverluste beim Mähdrusch am Hang betragen ein Vielfaches von denen beim Einsatz im ebenen Gelände.

Neben der Hangneigung haben auch der Getreidedurchsatz und die Arbeitsrichtung am Hang entscheidenden Einfluß auf die Körnerverlustquote. Ein wirtschaftlicher Einsatz spezieller Hangmähdrescher ist auf Grund des hohen Anschaffungspreises dieser MD nicht gewährleistet.

Um die Hangtauglichkeit des Standardmähdreschers zu verbessern und damit die Hangeinsatzgrenze zu erweitern, sind folgende Forschungsaufgaben durchzuführen:

- Es ist zu untersuchen, ob durch eine Optimierung und konstruktive Detailverbesserung der Dreschwerkelemente des konventionellen MD eine Reduzierung der Körnerverluste beim Hangeinsatz des MD erreicht werden kann.
- Es sind Untersuchungen über die Eignung neuer hangtauglicher Drusch- und Trennprinzipien durchzuführen, die gleichzeitig einen hohen Drusch- und Trennwirkungsgrad aufweisen sollen und auch beim Einsatz in der Ebene dem konventionellen Drusch- und Trennprinzip mindestens gleichwertig sind. Dabei ist zur schonenden Behandlung des Dreschgutes, insbesondere der Getreidekörner, auf solche Prinzipien zurückzugreifen, bei denen der Druschvorgang im wesentlichen durch Reibung und Zentrifugalkräfte verwirklicht wird.

Literatur

- LISTNER, G.: Gegenwärtiger Stand der Mechanisierung der Getreidernte im hängigen Gelände unter besonderer Berücksichtigung des Feldhäckseldresches. Deutsche Agrartechnik 15 (1965) H. 1, S. 25 bis 28
- GLASOW, W.: Ein Beitrag zur Mähdrescherfrage. BKTL - Heft 103, Berlin 1941
- FEIFFER, P.: Der Mähdrusch. Deutscher Bauernverlag Berlin, 2. Auflage 1959
- PANSE, V.: Mähdrusch und Ernteverluste bei Weizen. Landtechnik 9 (1954) H. 10, S. 280 bis 282
- SEIBOLD, K. H.: Mähdrusch mit Rechenstift. Flugschrift des KTL (1956) Nr. 6, S. 27
- FLEISCHHAUER, R.: Einsatz des Mähdreschers im hängigen Gelände. Wissenschaftliche Zeitschrift der Friedrich-Schiller-Universität Jena, Mathem.-naturwissenschaftl. Reihe (1959/60) H. 9, S. 247 bis 252
- KOSWIG, M.: Die Mechanisierung des Getreidebaues im hängigen Gelände. Deutsche Agrartechnik 8 (1958) H. 4, S. 156 bis 160
- ALBRECHT, H.: Mähdrusch am Hang. Landtechnik 10 (1955) H. 21, S. 742 bis 743
- FINKENZELLER, B.: Mähdrusch am Hang. Landtechnik 12 (1957) H. 1, S. 12 bis 14
- GÖLLICH, H.: Untersuchungsergebnisse und Erfahrungen bei neuen Mähdreschern. Mitteilung der DLG, 70 (1955) S. 741 bis 742 und 763 bis 764
- ZUMBACH, W.: Über einige Probleme beim Mähdrusch. Traktor und Landmaschine 23 (1961) H. 8, S. 429 bis 437
- HERBSTHOFER, F.: Der Mähdrescher am Hang. Internationaler Landmaschinenmarkt 8 (1956) S. 207 bis 209
- HORN, W.: Produktivität und Ernteverluste neuer Mähdrescher nach nationalen und internationalen Untersuchungen. Deutsche Agrartechnik 15 (1965) H. 1, S. 19 bis 23
- ARNOLD, R. E.: Die Bedeutung einiger Einflußgrößen auf die Arbeit der Schlagleistertrommel. Grundlagen der Landtechnik (1964) H. 21, S. 22 bis 28
- WIENEKE, F. / L. CASPERS: Versuch einer dünn-schichtigen Getreidezuführung beim Dreschen. Grundlagen der Landtechnik 16 (1966) H. 3, S. 94 bis 100
- BRENNER, G.: Untersuchungen an Dreschtrommeln unter besonderer Berücksichtigung der Entwicklung von Kleinmähdreschern. BKTL - Heft 51, Berlin 1934
- SCHWEIGMANN, P.: Die Landmaschinen und ihre Instandhaltung. Fachbuchverlag Dr. Pfannenberger, Gießen 1955
- CHALMERS, G. R., u. a.: Some experiments with an endless band threshing mechanism. NAE Silsoe, Juli 1952
- BUCHANAN, G. C. / W. H. JOHNSON: Functional characteristics and analysis of a centrifugal threshing and separating mechanism. Transactions ASAE 7 (1964) H. 4, S. 460 bis 463 u. 468
- Commentary by Piers - harvesting on hillsides. Farm mechanization 16 (1964) H. 9, S. 10
- Machinery market. Farm mechanization 16 (1964) H. 8, S. 13 bis 16