

Neue alternative Dreschsysteme mit besonderer Beschreibung des Mehrtrommel-Abscheidesystems und seiner Leistungscharakteristik

Von Ludwig Caspers, Herzebrock-Clarholz*)

Professor Dr.-Ing. Wolfgang Baader zum 60. Geburtstag

DK 631.354.2

Alternative Dreschsysteme haben entweder kombinierte Dresch- und Abscheiderotoren oder konventionelle Dreschorgane mit nachfolgenden Abscheiderotoren. Das Claas-Cylinder-System gehört zu den letztgenannten mit 8 Abscheide-Zylindern und ebensovielen Körben. Neben einer Beschreibung der konstruktiven Unterschiede im Vergleich mit konventionellen Maschinen, wird anhand von Versuchsergebnissen die von konventionellen Systemen abweichende Leistungscharakteristik des Cylinder-Systems dargestellt. Ihre wichtigsten Merkmale sind die höhere Leistungsdichte und die größere Leistungsstabilität bei wechselnden Erntebedingungen.

1. Einleitung

Als alternative Dreschsysteme sind hier solche Systeme bezeichnet, bei denen die vollständige Abscheidung der Körner durch Rotationskörper in Verbindung mit diese umschlingenden durchlässigen Mantelflächen erfolgt. Diese Systeme werden auch als Rotations- oder schüttlerlose Systeme bezeichnet. Sie lassen sich in zwei prinzipiell unterschiedliche Ausführungen aufteilen:

1.1. Dreschen und Abscheiden erfolgen in ein und demselben rotierenden Element.

Das Gut wird in Form einer Schraubenlinie durch das System bewegt. Dabei ist ein entscheidendes Merkmal, daß bei dieser Bewegung eine Axialkomponente wirksam ist. Es können eine oder mehrere Trommeln längs oder quer zur Fahrtrichtung des Mähdreschers angeordnet sein.

Bild 1 zeigt schematisch drei Ausführungen dieses Systems. Das Twin-Rotor-System von New Holland hat zwei Trommeln in Maschinenlängsrichtung. Die Allis Chalmers N-Serie

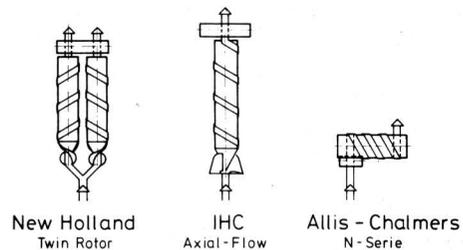


Bild 1. Kombinierte Dresch- und Abscheidesysteme.

arbeitet mit einer querliegenden Trommel, deren Dreschteil tangential beschickt wird, während bei den Case International Axial-Flow-Maschinen wieder eine Trommel längs angeordnet ist mit axialer Beschickung.

1.2. Das herkömmliche Dreschaggregat, bestehend aus Trommel und Korb, ist belassen, und der Schüttler wird durch rotierende Elemente ersetzt.

Dadurch ist es möglich, die Einstellung des Dreschwerks und der Abscheideorgane jeweils für sich zu optimieren. Die Bewegung in den Abscheideorganen kann rein tangential oder mit axialer Komponente erfolgen.

Zu dieser Gruppe gehören, **Bild 2**, das Twin-Flow-System (TF) von New Holland und das Cylinder-System (CS) von Claas.

An das Dreschwerk mit Zentrifugalabscheider schließt sich beim New Holland TF eine Axialtrommel an, die das Gut nach beiden Seiten fördert. Beim Claas CS sind der Dreschtrommel acht gleiche Abscheidetrommeln mit rein tangentialer Förderung nachgeordnet.

Allen Systemen gemeinsam ist die Zwangsförderung des Dreschgutes in engen Spalten zwischen den Rotationskörpern und den diese umschlingenden gelochten Mantelflächen. Während die Abscheidung der Körner auf dem Schüttler allein durch Schwerkraft erfolgt, werden bei den Rotationsystemen vor allem Zentrifugalkräfte wirksam, die auch eine Abscheidung gegen die Erdbeschleunigung ermöglichen.

Der vorliegende Beitrag wurde als Vortrag auf der VDI-Tagung Landtechnik 1985 in Braunschweig gehalten.

*) Dr.-Ing. L. Caspers leitet die Mähdrescher-Konstruktion bei der Firma Claas, Harsewinkel.

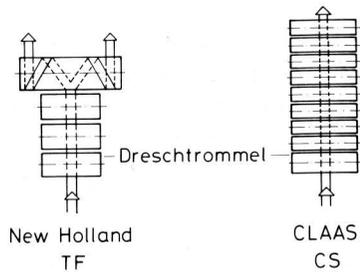


Bild 2. Dreschsysteme mit konventionellem Dreschwerk und Abscheiderotoren.

2. Beschreibung des Claas-Cylinder-Systems

Der Längsschnitt, Bild 3, zeigt, wie sich an das konventionelle Dreschwerk mit Trommel und Korb das Abscheidesystem aus 8 Zylindern und ebenso vielen Körben anschließt. Bei jeder Übergabe von einem Zylinder zum nächsten erfährt das Dreschgut eine Richtungs- und Geschwindigkeitsänderung. Damit erhalten die noch im System verbliebenen Körner jeweils einen neuen Impuls, und die Abscheidung wird in jedem folgenden Korb mit hohem Gütegrad neu begonnen. Hier liegt die Ursache für die hohe Abscheideleistung bei reiner Tangentialbewegung ohne axiale Komponente.

Der spezifischen Aufgabe entsprechend sind die Abscheidezylinder und -körbe anders gestaltet als die Dreschorgane. Die geschlossenen Zylinder sind mit Mitnehmern bestückt, die das Dreschgut beschleunigen und sicher fördern. Die Abscheidekörbe bestehen aus gelochten Blechen mit aufgeschweißten Vierkantleisten.

Drehzahl und Spaltweite werden für alle Zylinder gemeinsam eingestellt. Die Drehzahlen sind der Empfindlichkeit der Dreschfrüchte entsprechend in 4 Stufen und die Spaltweite mittels Spindel stufenlos einstellbar.

Darüber hinaus sind durch das neue Abscheidesystem die Zuordnung der übrigen Baugruppen des Mähdreschers und der Fluß der Gutströme gegenüber den Schüttlermaschinen nicht geändert worden. Alle Organe werden auf voller Breite beschickt, d.h. bei der Übergabe der Gutströme in nachfolgende Organe werden weder Leiteinrichtungen zum Einschnüren noch zur Verbreiterung notwendig. Komplette Baugruppen sind sogar mit denen der Schüttlermaschinen exakt baugleich, z.B. Schrägförderer, Dreschtrommel, Siebkasten, Strohhackler.

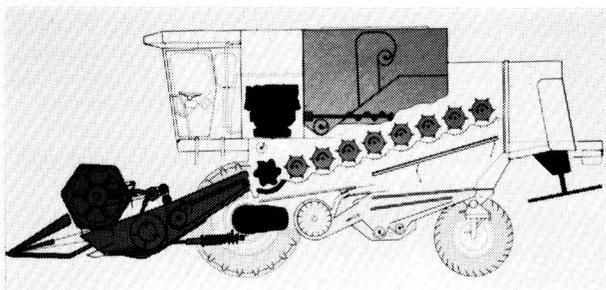


Bild 3. Längsschnitt eines Claas-Mähdreschers mit Cylinder-System.

3. Einsatzerfahrungen

Die Einsatzerfahrungen werden im Vergleich zu Schüttler-Maschinen unter den zwei Gesichtspunkten:

- höhere Leistungsdichte und
 - größere Leistungsstabilität
- dargestellt.

3.1 Höhere Leistungsdichte

In Bild 4 sind Cylinder-System und Schüttler in einem Längsschnitt übereinander gezeichnet. Die starken Umrißkanten sind für beide Systeme gleich, strichpunktierte Linien gelten für CS-Maschinen und gestrichelte Linien für Schüttler-Maschinen.

Bei gleicher Dreschtrommel und damit gleicher Nennbreite auch der übrigen Organe ist die CS-Maschine etwa 900 mm kürzer und dadurch wendiger. Aus diesem geringeren Maschinenvolumen sind aber Mehrleistungen bis zu 20 % in Getreide oder 50 % in Mais zu erreichen.

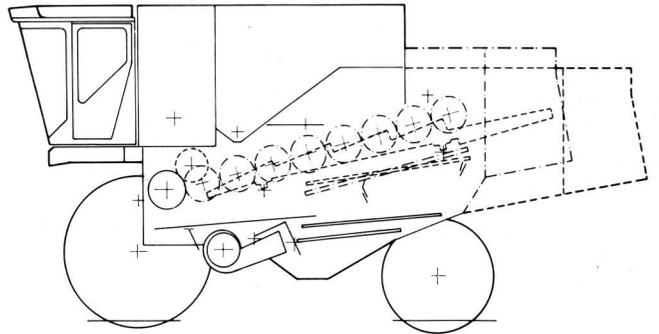


Bild 4. Cylinder-System und Schüttler (schematisch) dargestellt in einem Längsschnitt.

Den höheren Durchsätzen mußten natürlich andere leistungsbestimmende Komponenten angepaßt werden. Beim Korntank, Bild 5, wurden die Seitenwände senkrecht hochgezogen. Dadurch wurde das Volumen vergrößert und gleichzeitig ein für die CS-Maschinen typisches Styling geschaffen. Elevator und Befüllschnecke bekamen größere, bis dahin bei Claas-Maschinen nicht gängige Dimensionen.



Bild 5. Korntank der Claas-CS-Maschinen.

Die Kapazität der Reinigung wurde bei gleichen Siebabmessungen im vorhandenen Bauraum durch eine zusätzliche, belüftete Fallstufe am Vorbereitungsboden, Bild 6, beträchtlich gesteigert. Der Wind für die Zusatzbelüftung wird durch einen zweiten, oberen Ausblaskanal vom Radialgebläse der Reinigung geliefert.

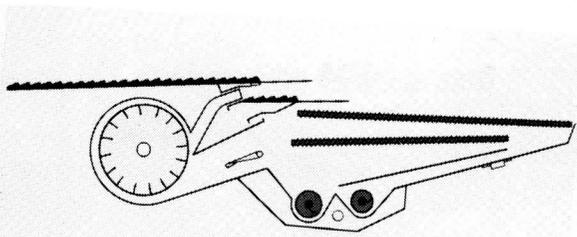


Bild 6. Schema der Reinigung von Claas-CS-Maschinen mit zusätzlicher belüfteter Fallstufe der Vorreinigung.

Höhere Durchsatzleistungen erfordern zur vernünftigen Maschinenauslastung breite Schneidwerke und Maispflücker. Solche schweren Vorsatz-Aggregate und die darauf abgestimmten Korn-tankvolumina führen wiederum zu höheren Maschinengesamtwichten. Entsprechend großvolumige Reifen sind wegen der Tragfähigkeit, aber auch zur Vermeidung von unzulässigen Bodenverdichtungen erforderlich.

Solche Reifen, z.B. 30,5-32 oder Terra-Reifen der Größe 73 x 44,00 -32 sind leider mit den Vorschriften der StVZO im Inland wegen der Überbreite nicht vereinbar. Deshalb werden Zwillingreifen mit Schnellkupplung angeboten.

Bei der Kombination, **Bild 7**, hat der innere Standard-Reifen die Größe 24,5-32. Damit hat die Maschine für die Straßenfahrt eine Gesamtbreite unter 3,40 m, für die Ausnahmegenehmigungen erteilt werden können. Zur Verringerung des Bodendrucks auf dem Acker wird dann ein Reifen der Größe 18,4-38 mit der Schnellkupplung davor montiert.

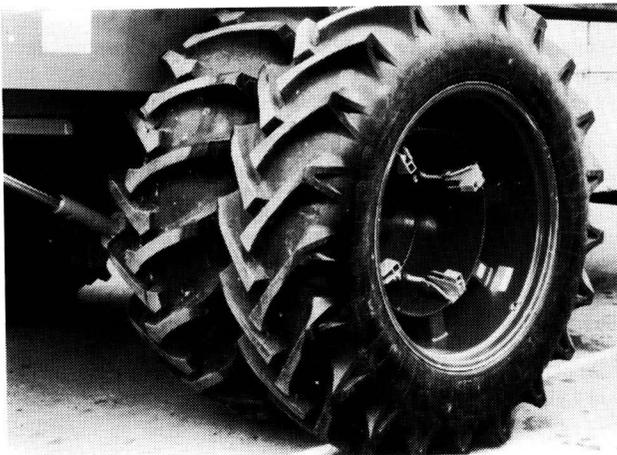


Bild 7. Zwillingbereifung, kombiniert aus Größe 24,5-32 und 18,4-38.

3.2 Leistungsstabilität

3.2.1 Flacher Anstieg der Verlustkennlinie

Durchsatz-Verlust-Kennlinien von Maschinen mit Cylinder-System und Schüttlern sind in **Bild 8** dargestellt. Die typische Durchsatz-Verlust-Kennlinie für Schüttlermaschinen ist gekennzeichnet durch einen ersten Abschnitt mit sehr flachem, weitgehend linearem Verlauf, an den sich mit mehr oder weniger scharf ausgeprägtem Übergang ein steiler Kurvenast anschließt. Dieser Verlauf ist in der Arbeitsweise des Schüttlers mit der freien Bewegung des Gutes und der reinen Schwerkraftabscheidung begründet.

Der erste Kurvenabschnitt bleibt solange flach, wie die Impulse vom Schüttler in der zur Verfügung stehenden Zeit bis in die oberste Strohstrich wirksam sind und die Körner die ganze Strohmatte durchfallen können. Daran schließt sich ein Übergangsbe-

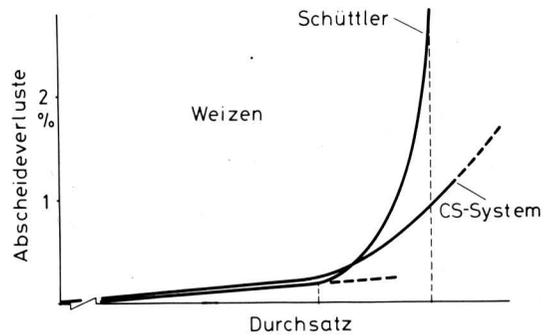


Bild 8. Abscheideverluste als Funktion des Durchsatzes (Durchsatz-Verlust-Kennlinie) von Cylinder-System und Schüttler-Maschine.

reich an, in dem mit steigendem Durchsatz sich schnell die Verhältnisse für immer mehr Körner so verschlechtern, daß sie keine Chance zur Abscheidung haben.

Schließlich kennzeichnet der steile Ast einen Leistungsbereich, in dem schon kleine weitere Steigerungen des Strohdurchsatzes das Durchfallen der Körner bis auf den Schüttlerbelag verhindern, weil durch Dämpfung die Impulse auf die Körner zu schwach sind oder die Matte zu dicht ist. Die Kurve wird zur Asymptote an eine Linie parallel zur Ordinatenachse. Der Übergang ist umso krasser, je ungünstiger (z.B. hohe Strohfeuchte, hoher Grüngutanteil, etc.) die Arbeitsbedingungen sind. Bei wechselnden Beständen kann diese Charakteristik zu unzulässigen Verlusten führen, wenn der Fahrer an der Toleranzgrenze fährt und auf Veränderungen im Bestand nicht reagiert. Ein vorsichtiger Fahrer aber nutzt die Leistungsfähigkeit der Maschine nicht aus, da er einen zu großen Sicherheitsabstand von dem steilen Kurvenast hält.

Die Kennlinie des Cylinder-Systems unterscheidet sich grundsätzlich von der zuvor dargestellten. Durch die Zwangsförderung in festen Spalten sind die Einflüsse der Schichtdicke und der von ihr abhängigen Dämpfung nicht so dominant, so daß sich das Abscheideverhalten nicht wie beim Schüttler abrupt tendenziell ändern kann.

Der Kurvenanstieg ist gleichförmiger. Praktisch heißt das aber, daß Bestandsschwankungen weitaus geringeren Verlustanstieg hervorrufen.

Der mögliche Leistungszuwachs, der zu erzielen ist, wenn bei den beiden Systemen das Verlustniveau von 0,5 auf 1 % angehoben wird, ist aus **Bild 9** abzulesen. Beim Schüttler beträgt er rund 10 %, während er mit 23 % beim Cylinder-System mehr als das Doppelte erreicht. Oder anders ausgedrückt: Wenn Verluste in Höhe von 1 % gegenüber 0,5 % zugelassen werden, kann mit dem Cylinder-System die Leistung um mehr als 20 % gesteigert werden, wogegen beim Schüttler der Leistungszuwachs nur rund 10 % beträgt. Da die Kurve der Schüttler-Kennlinie im Schnittpunkt mit der 1 %-Linie schon relativ steil verläuft, ist die vorhin beschriebene Unsicherheit im Hinblick auf Bestandsschwankungen hier schon entsprechend groß.

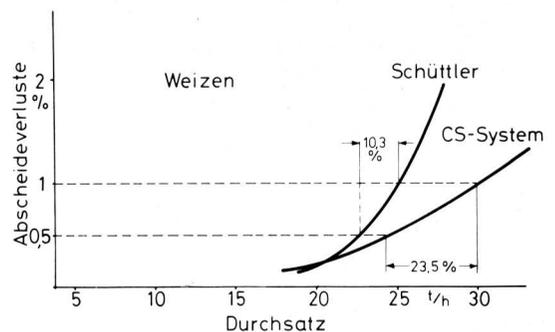


Bild 9. Abscheideverluste als Funktion des Durchsatzes für Maschinen mit Schüttler bzw. Cylinder-System (CS); Leistungssteigerung bei Verschiebung des Verlustniveaus von 0,5 auf 1 %.

3.2.2 Leistungsstabilität bei wechselnden Einsatzbedingungen

Die Kurvenschar in Bild 10 zeigt Durchsatz-Verlust-Kennlinien, die während eines Tages für eine Schüttler-Maschine aufgenommen wurden. An den Kurven sind die Uhrzeiten und die zu diesen Zeiten gemessenen relativen Luftfeuchtigkeiten eingetragen.

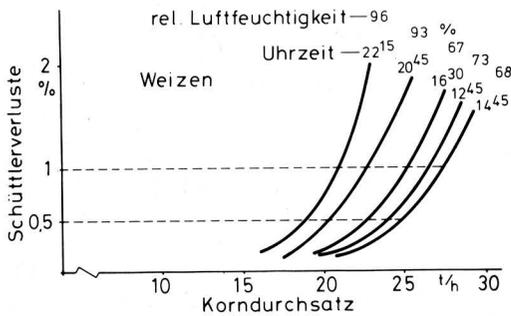


Bild 10. Durchsatz-Verlust-Kurven ermittelt bei verschiedenen Luftfeuchtigkeiten bzw. Uhrzeiten eines Tages für eine Maschine mit Schüttler.

In Bild 11 vom gleichen Tag sind zum Vergleich die Kurven, die mit dem Cylinder-System aufgenommen wurden, dargestellt. Die Kurven in Bild 9 wurden aus diesen Scharen entnommen. Wenn wir annehmen, daß beide Maschinen nach Mittag mit als zulässig erachteten Verlusten von 0,5 % die Arbeit begannen, so würde die Schüttlermaschine bei gleichem Durchsatz mit abnehmender Feuchte zunächst noch die Verluste bis etwa 0,4 % gesenkt haben, dann aber über 1 % gegen 19 Uhr bis auf weit über 2 % Verluste nach 22 Uhr gekommen sein, wobei durch Bestandsschwankungen örtlich noch wesentlich ungünstigere Ergebnisse möglich gewesen wären.

Der Fahrer der CS-Maschine hätte unter diesen Verhältnissen über einen längeren Zeitraum die Maschine nicht voll ausgelastet, der Verlustanstieg mit dem Tau am Abend hätte später eingesetzt und hätte dann bis 22 Uhr nur einen Wert von rund 1 % erreicht mit wesentlich geringeren Unsicherheiten bei Bestandsschwankungen wegen des flacheren Kurvenverlaufs.

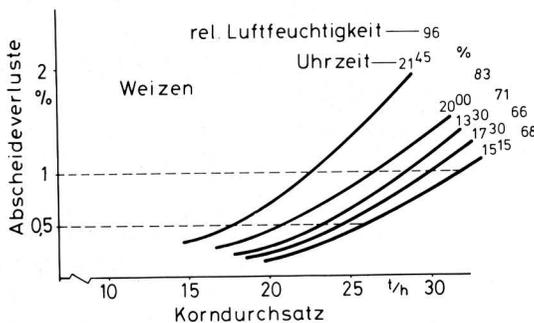


Bild 11. Durchsatz-Verlust-Kurven bei verschiedenen Luftfeuchtigkeiten bzw. Uhrzeiten eines Erntetages für eine Maschine mit Cylinder-System.

Aus den beiden Kurvenscharen sind in Bild 12 die Leistungssteigerungen für beide Maschinen bei Verschiebung des Verlustniveaus von 0,5 auf 1 % über den Tag dargestellt. Während bei der Schütt-

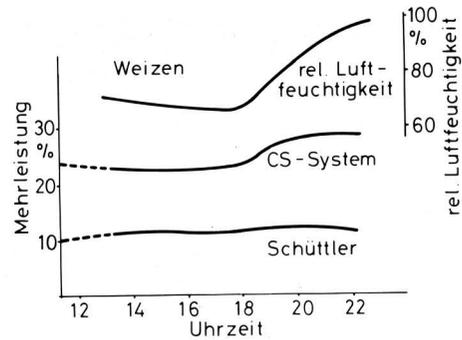


Bild 12. Mögliche Mehrleistung bei Anhebung des Verlustniveaus von 0,5 auf 1,0 % in Abhängigkeit von der Tageszeit (Luftfeuchtigkeit) für Mähdrescher mit Schüttler bzw. Cylinder (CS)-System.

ler-Maschine die mögliche Durchsatzsteigerung um 11 % liegt, betragen die Mehrleistungen beim Cylinder-System zwischen 23 und 28 %, mit zusätzlich einer größeren Sicherheit gegen höhere Verluste bei Durchsatzschwankungen auf den flacher verlaufenden Durchsatz-Verlust-Kurven aus dem vorhergehenden Diagramm.

Wenn wir die ebenfalls in diesem Bild eingezeichnete Kurve für den Verlauf der relativen Luftfeuchtigkeit über der Uhrzeit ansehen, stellen wir fest, daß Ähnlichkeit mit den Kurven für die Mehrleistung besteht. Für die Schüttler-Maschine ist die Abhängigkeit von der Luftfeuchte nur sehr gering, beim Cylinder-System dagegen steigt die Mehrleistung bei größerem zulässigem Verlustanteil mit der Luftfeuchtigkeit signifikant an. Das heißt aber, wenn es wirtschaftlich vertreten werden kann, bei einer CS-Maschine das Verlustniveau von 0,5 auf 1 % anzuheben, so ist der Leistungsgewinn besonders interessant bei schlechten Erntebedingungen, da gerade dann die möglichen Mehrleistungen prozentual am höchsten ausfallen.

3.2.3 Leistungsstabilität am Hang

Aus der Zwangsförderung des Dreschgutes im Cylinder-System ergibt sich, daß eine Bewegung des Gutes am Seitenhang zur Talseite weitgehend ausgeschlossen ist, so daß Leistungsminderungen durch einseitige Überlastung des Abscheidesystems nicht auftreten. Die Hangneigung in Fahrtrichtung kann die Leistung natürlich weder bei Bergauf- noch bei Bergabfahrt beeinflussen. So ist das Claas-Cylinder-System auch in unebenem Gelände leistungsstabil.

4. Zusammenfassung

Alternative Dreschsysteme bestehen aus rotierenden Elementen, die für die Kornabscheidung die Schüttler ersetzen. Beim Cylinder-System von Claas schließt sich an das herkömmliche Dreschwerk aus Trommel und Korb das Abscheidesystem mit 8 Zylindern und Körben an. Darüber hinaus sind durch dieses Abscheidesystem weder die Zuordnung der übrigen Baugruppen des Mähdreschers noch der Gutfluß geändert worden. Alle Organe werden in voller Breite beaufschlagt.

Bei gleicher Trommelbreite ist die Maschine etwa 900 mm kürzer als eine Schüttler-Maschine. Aus diesem geringeren Maschinenvolumen sind aber Mehrleistungen bis zu 20 % in Getreide oder 50 % in Mais zu erreichen. Den höheren Durchsätzen sind andere leistungsbestimmende Komponenten angepaßt worden. Das Cylinder-System zeichnet sich aus durch Leistungsstabilität, gekennzeichnet durch flachen Anstieg der Durchsatz-Verlust-Kennlinie, also ohne die für Schüttler charakteristische starke Progression, sowie durch Leistungsstabilität bei wechselnden Einsatzbedingungen und am Hang.