

Bild 2, so müßte nach der Letoschnewschen Beziehung eine deutliche Körnerverlustsenkung beim Mehrtrommeldreschwerk eintreten. Wenn das in den gefahrenen Versuchen nicht erreicht wurde, so ist das auf folgende mögliche Ursachen zurückzuführen:

- Die intensivere Bearbeitung des Druschgutes im Mehrtrommeldreschwerk beeinflußt die Schüttlerfunktion negativ.
- Die Schüttlerkonstante  $\alpha$  ist selbst eine Funktion der Körnerbeaufschlagung, die mit fallendem Körnerrest kleiner wird.

Um erste Hinweise zur Klärung der Ursachen zu erlangen, ist im Bild 3 für ausgewählte Versuche bei nahezu gleicher Strohaufschlagung des Schüttlers die Änderung des Körnerrestanteils über der Schüttlerlänge aufgezeichnet. Es werden drei charakteristische Abschnitte der Schüttlerfunktion deutlich, wobei die Letoschnewsche Grundfunktion in den letzten beiden Abschnitten gut sichtbar wird. Im ersten Abschnitt (Klassen 2 bis 5) wird die Schüttlerfunktion durch die Übergabe des Druschgutes mit Hilfe einer Leittrummel erheblich gestört. Der zweite und dritte Abschnitt (Klassen 6 bis 9 bzw. 10 bis 13) gehorchen der exponentiellen Abscheidefunktion, wobei sich nach der Klasse 9 der Anstieg, d. h. die Schüttlerkonstante, ändert. Für die Grenzen dieser drei Abschnitte sind im Bild 4 die Körnerabschleudewerte, bezogen auf die dem Schüttler zugeführten Körnermassen, dargestellt. Es wird deutlich, daß bereits im ersten Schüttlerabschnitt die Kornabscheidung des Mehrtrommeldreschwerks gegenüber dem Eintrommeldreschwerk sinkt und dieser Einfluß über alle Schüttlerabschnitte erhalten bleibt. Dabei ist zu beachten, daß der Kornabschleudegrad etwa proportional mit dem Restkornanteil  $KR_1$ , der auf den Schüttler gelangt, sinkt. Die Schüttlerabschnitte 2 und 3 werden hingegen von dem ihnen angebotenen Restkornanteil nicht beeinflusst, lediglich vom Strohdurchsatz am jeweiligen Abschnitt. Im Bild 5 wird das durch die Abhängigkeit der Schüttlerkonstante  $\alpha$  ausschließlich vom Strohdurchsatz für den zweiten Schüttlerabschnitt nachgewiesen. Damit ergibt sich gleichzeitig die Schlußfolgerung, daß die veränderte Struktur des Gutes infolge der unterschiedlichen Bearbeitung im Ein- oder Zweitrommeldreschwerk keinen sichtbaren Einfluß auf die Kornabscheidung ausübt. Das bestätigt die diesbezügliche Aussage in [3].

Die Maßnahmen zur Erhöhung der Kornabscheidung im Dreschwerk, wie die Anwendung eines Mehrtrommelsystems, beein-

flussen zwangsläufig auch die übrigen Bewertungsgrößen des Dreschwerks. Wesentlich für die weitere Verarbeitung des durch das Dreschwerk abgeschiedenen Korn-Stroh-Gemisches in der Reinigungseinrichtung ist die Strohausscheidung. Der Strohausschleudegrad  $A_S$  des Mehrtrommelsystems liegt bekanntermaßen über dem einer Eintrommeldrescheinrichtung, allerdings ist auch hierbei die Schüttlerabscheidung zu berücksichtigen. Ein Vergleich der untersuchten Varianten (Bild 6) zeigt, daß ein solches Mehrtrommeldreschwerk bei gleicher Baulänge geringfügig günstigere, d. h. niedrigere Werte für die Strohausscheidung aufweist. Die Ursache dafür ist der verringerte Schüttlerücklauf infolge des kürzeren Schüttlers, dessen positiver Einfluß den erhöhten Strohausschleudegrad durch die Mehrtrommel-Korb-Kombination überwiegt.

Der Leistungsbedarf der Dreschwerkvarianten wird in der Hauptsache durch die Trommeln bestimmt, wobei nach Bild 7 des Eintrommeldreschwerk eine um rd. 10% niedrigere Leistung benötigt. Eine Erhöhung der Umfangsgeschwindigkeiten des Mehrtrommeldreschwerks führt zu einer weiteren wesentlichen Erhöhung der Leistungsanforderungen.

#### 4. Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Die vorliegenden Vergleichsuntersuchungen haben unter Laborbedingungen für die angegebenen Konzeptionen und Grundeinstellungen der Dreschwerke gezeigt:

- Mehrtrommeldreschwerke führen trotz wesentlich erhöhter Kornabscheidung vor dem Schüttler zu keiner wesentlichen Senkung der Körnerverluste nach dem Schüttler bzw. möglichen Durchsatzserhöhung des Dreschwerks. Unter Beachtung der Baulänge der Dreschwerke bringt ein Mehrtrommeldreschwerk keine Vorteile in der Gesamtkornabscheidung.
- Die Strohausscheidung liegt bei vergleichbarer Baulänge für das gesamte Dreschwerk bei der Mehrtrommelvariante geringfügig unter den Werten des Eintrommeldreschwerks, da die erhöhte Strohausscheidung des Mehrtrommelsystems durch den Einfluß des verkürzten Schüttlerücklaufs überwogen wird.
- Der Leistungsbedarf des Mehrtrommeldreschwerks liegt rd. 10 % über dem des Eintrommeldreschwerks im untersuchten Durchsatzbereich.
- Der Beschädigungsgrad der Körner liegt für

beide Dreschwerke in der Grundeinstellung im gleichen Bereich.

- Eine weitere Erhöhung der Kornabscheidung vor dem Schüttler durch eine höhere Umfangsgeschwindigkeit der Trommeln im Mehrtrommeldreschwerk und die damit verbundene Senkung der Schüttlerverluste gegenüber dem Eintrommeldreschwerk erfordert einen wesentlich größeren Leistungsbedarf und erhöht sprunghaft den Beschädigungsgrad der Körner.

Die Ergebnisse der Laboruntersuchungen führen zu den folgenden Schlußfolgerungen:

- Ein Mehrtrommeldreschwerk der untersuchten Gesamtkonzeption stellt gegenüber dem Eintrommeldreschwerk keine echte Alternativlösung zur Leistungssteigerung dar, da bei gleicher Baulänge keine gesicherte Körnerverlustsenkung nachweisbar ist.
- Der Hordenschüttler reagiert auf eine stark reduzierte Restkornbeaufschlagung durch das Mehrtrommeldreschwerk nur ungenügend, so daß dieser Vorzug des Mehrtrommelsystems im Gesamtsystem nicht zur Wirkung kommt.
- Dieser Verhaltensweise des Schüttlers muß bei weiteren Maßnahmen zur Intensivierung der Kornabscheidung vor dem Schüttler die notwendige Aufmerksamkeit geschenkt werden.

#### Literatur

- [1] Kugler, K.: Leistung und technischer Aufwand von Mähdreschern mit Mehrtrommeldreschwerken. *agrartechnik* 26 (1967) H. 12, S. 573—576.
- [2] Letoschnew, M. N.: *Landwirtschaftliche Maschinen, Theorie, Berechnung, Konstruktion und Untersuchung*. Moskau 1955, S. 422—423.
- [3] Reed, W. B.: A laboratory study of grain-straw Separation (Laboruntersuchungen der Trennung von Korn und Stroh). *Transactions of the ASAE* (1974) S. 452—460.
- [4] New Holland setzt auf Zentrifugalabscheider. *Landmaschinenrundschau* (1977) H. 4.
- [5] Gozman, G. I.; Morosov, A. F.: *Osnovnye napravlenija v sovremennom kombajnstrojenii* (Hauptrichtungen im heutigen Mähdrescherbau). *Mechanizacija i elektrifikacija soc. sel'skogo chozjajstva* (1972) H. 12, S. 13—18.
- [6] Žalnin, E. V.; Valimov, V. G.: *Problemy sozdania vysokoproduktivnogo kombajna* (Probleme der Schaffung eines hochleistungsfähigen Mähdreschers). *Mechanizacija i elektrifikacija soc. sel'skogo chozjajstva* (1974) H. 6, S. 5—8.
- [7] Kugler, K.: Der Einfluß der Zuführung des Druschgutes auf einige Bewertungsgrößen des Druschprozesses. *Wissenschaftliche Zeitschrift der TU Dresden* (1976) H. 5/6, S. 1217—1220.

A 2066

## Einfluß der Schichtung des Reinigungsgemisches auf die Leistungsfähigkeit der Reinigungseinrichtung eines Mähdreschers

Dipl.-Ing. A. Spittel

#### Verwendete Formelzeichen

$AB_i$	%	Abscheidehäufigkeit der Beimengungen	$m_B$	kg	Gesamtmasse der Beimengungen
$AK_i$	%	Abscheidehäufigkeit der Körner	$m_{Bi}$	kg	Masse der Beimengungen in der Abscheideklasse i
KV	%	Kornverlust	$\dot{q}_{RE}$	kg/s · m	spezifischer Durchsatz der Reinigungseinrichtung
$L_A$	mm	Austraglänge	$SAB_i$	%	Summenbeimengungsabscheidung bis zur Abscheideklasse i
$m_K$	kg	Gesamtmasse der Körner	$SAK_i$	%	Summenkornabscheidung bis zur Abscheideklasse i
$m_{Ki}$	kg	Masse der Körner in der Abscheideklasse i			
$m_{KÜ}$	kg	Masse der Körner des Siebüber-			

laufs

$v_z$  m/s Zuführgeschwindigkeit  
 $x_K$  % Kornfeuchtigkeit  
 $x_S$  % Strohfeuchtigkeit

#### 1. Problemstellung

Der Mähdrescher als leistungsbestimmende Maschine des Teilmaschinensystems Getreideernte erlangt bei der weiteren Intensivierung der Getreideproduktion besondere Be-

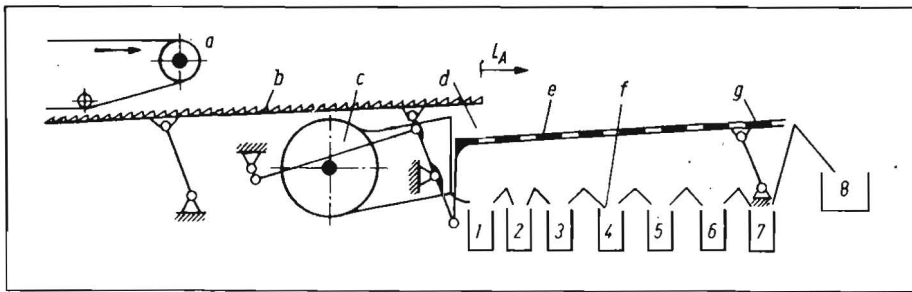


Bild 1. Schematische Darstellung der Versuchsanlage; a Dosierband, b Rücklaufboden, c Axialgebläse, d Fallstufe, e Klappensieb, f Auffangvorrichtung, g Doppelnassensieb mit Ährenrechen

deutung. Eine Leistungssteigerung der Reinigungseinrichtung des Mähreschers kann entweder durch die Vergrößerung der Siebfläche oder durch die Intensivierung der Abscheidungsprozesse erzielt werden. Die extensive Vergrößerung der Siebfläche widerspricht jedoch der Forderung nach Senkung des spezifischen Materialeinsatzes, so daß eine weitere Leistungssteigerung vorrangig über die Intensivierung der Abscheidungsprozesse zu erreichen ist.

Verschiedene Autoren [1] [2] [3] haben sich mit der Vorsortierung des Reinigungsgemisches vor dem Auftreffen auf dem Obersieb beschäftigt und einen großen Einfluß auf die Intensität des Siebprozesses nachgewiesen. Durch die vorsortierende Wirkung eines Strohrefens und der Windsichtung in der Fallstufe vom Rücklaufboden zum Obersieb einer Mährescherreinigungseinrichtung wird der vordere Siebabschnitt mit dem Hauptanteil der Körner beschickt, während die Beimengungen und nur ein geringer Teil der Körner im hinteren Siebabschnitt aufzutreffen. Nachteilig wirkt sich aus, daß in der vom Rücklaufboden geförderten Reinigungsgemischschicht unten eingelagerte Spreu- und Kurzstrohteile bei ihrem Austrag in der Fallstufe überlagerte Körner mitreißen. Diese unerwünschte Erscheinung kann beseitigt werden, indem das Reinigungsgemisch der Fallstufe vorsortiert zugeführt wird.

Im folgenden soll die Darstellung der Ergebnisse einiger Versuche mit den praktischen Bedingungen adäquater Schichtung und idealer Schichtung des Reinigungsgemisches vor der Fallstufe Aufschluß über eine mögliche Leistungssteigerung der Mährescherreinigungseinrichtung geben. Die als ideal bezeichnete

Schichtung besteht aus einer Kornschicht und den darüber angeordneten Beimengungen.

## 2. Aufbau der Versuchsanlage und Versuchsdurchführung

Der prinzipielle Aufbau der Versuchsanlage mit einer Arbeitsbreite von 600 mm ist im Bild 1 dargestellt. Das Reinigungsgemisch entstammt dem Korb- und Schüttlerdurchlauf eines Dreschwerks. Als Druschfrucht wurde abgelagerter Weizen der Sorte Fakir verwendet. Die Übergabe des Reinigungsgemisches zum Rücklaufboden mit der Zuführungsgeschwindigkeit  $v_z = 0,274$  m/s erfolgte von einem Dosierband, auf dem eine beliebige Reinigungsgutschichtung von Hand erzeugt wurde. Aus Voruntersuchungen [4] ist bekannt, daß die modellhafte vollständig gemischte Reinigungsgutzuführung zum Rücklaufboden praktische Arbeitsbedingungen widerspiegelt. Die vollständig gemischte Reinigungsgutzuführung wurde reproduzierbar durch das Auflegen von 6 Einzelschichten auf dem Dosierband erzeugt.

Vor jedem Versuch wurde auf dem Dosierband das Reinigungsgemisch mit einem spezifischen Durchsatz  $q_{RE} = 4,1$  kg/s · m, einem Kornanteil von 80% und Stroh- bzw. Kornfeuchtigkeiten  $x_S = 13\%$  und  $x_K = 15\%$  je nach Versuchsreihe gemischt oder ideal geschichtet vorbereitet. Die Übergabe vom Dosierband auf den Rücklaufboden erfolgte bei gemischter Gutzuführung in freiem Fall und bei idealer Schichtung über eine Rutsche, um die Vermischung der Schichten zu vermeiden.

Die Konstruktions- und Betriebsparameter von Rücklaufboden und Obersieb entsprachen denen der Reinigungseinrichtung eines hochleistungsfähigen Mähreschers.

Nach Beginn der quasistationären Abscheidungsprozesse am Obersieb wurden der Siebdurchlauf in der Ebene des Untersiebs in 7 Abscheidungsklassen sowie der Siebüberlauf in einer Meßzeit von 5,2 s aufgefangen. Mit Hilfe von Trenn- und Wägeeinrichtungen wurden die in den Abscheidungsklassen aufgefangenen Massen nach ihren Korn- und Beimengungsbestandteilen ausgewertet. Zur Bewertung des Siebprozesses wurden die Abscheidehäufigkeiten und die Summenabscheidungskurven für Körner und Beimengungen sowie die Kornverluste an der Versuchseinrichtung herangezogen. Sie wurden nach folgenden Gleichungen berechnet:

$$AK_i = \frac{m_{K_i}}{m_A} \quad (1)$$

$$AB_i = \frac{m_{B_i}}{m_B} \quad (2)$$

$$SAK_i = \frac{\sum m_{K_i}}{m_K} \quad (3)$$

$$SAB_i = \frac{\sum m_{B_i}}{m_B} \quad (4)$$

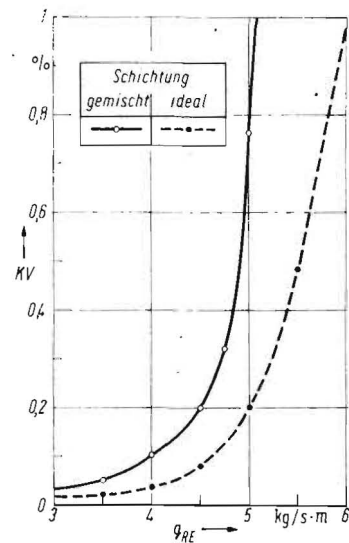


Bild 4. Kornverluste KV an der Reinigungseinrichtung in Abhängigkeit von der Schichtung des Reinigungsgemisches

Bild 2. Häufigkeit der Korn- und Beimengungsabscheidung in Abhängigkeit von der Schichtung des Reinigungsgemisches

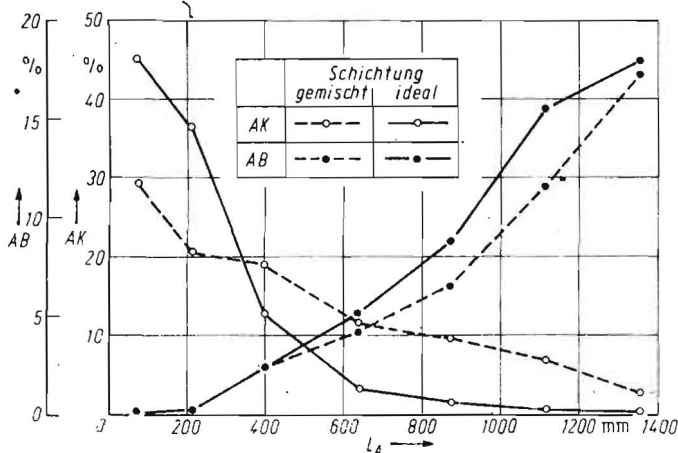
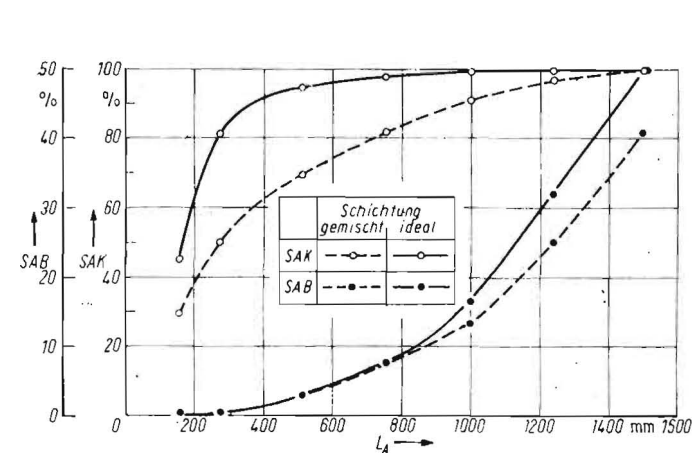


Bild 3. Summenkorn- und Summenbeimengungsabscheidung in Abhängigkeit von der Schichtung des Reinigungsgemisches



$$KV = \frac{m_{K\bar{v}}}{m_K}; \quad (5)$$

### 3. Versuchsergebnisse

Die vergleichenden experimentellen Untersuchungen mit gemischter und ideal geschichteter Zuführung des Reinigungsgemisches zum Rücklaufboden führen zu den in den Bildern 2 bis 4 dargestellten Ergebnissen.

Bei der idealen Reinigungsgutschichtung besteht in der Fallstufe eine minimale gegenseitige Behinderung von Körnern und Beimengungen. Die über dem Korn gelagerten Beimengungen werden durch die Luftströmung direkt ausgetragen, und die Körner gelangen ungehindert auf den vorderen Siebabschnitt. Die auf dem Sieb auftreffenden Körner werden schnell abgesiebt und bewirken hohe Werte der Kornabscheidung im vorderen Siebabschnitt.

Auf dem Rücklaufboden wird die den praktischen Bedingungen adäquate Reinigungsgemischschichtung durch Schwingungseinwirkung sowie durch den Förderprozeß nicht vollständig entmischt, so daß sich der Entmischungsvorgang bis in den hinteren Siebabschnitt vollzieht.

Wie im Bild 2 zu erkennen ist, beginnt die Häufigkeit der Kornabscheidung gegenüber der idealen Schichtung mit geringeren Werten und ist im hinteren Siebabschnitt infolge der erst hier entmischten Körner und des höheren Restkornanteils wesentlich größer.

Die Häufigkeit der Beimengungsabscheidung ist im vorderen Siebbereich unabhängig von der Schichtung. Ab einer Austraglänge von rd. 600 mm wird bei der idealen gegenüber der gemischten Schichtung die Beimengungsabscheidung intensiver.

Bedingt durch die hohe Kornabscheidung im vorderen Siebbereich verbleibt auf dem Obersieb eine Beimengungsschicht mit nur wenigen

Restkörnern, so daß verstärkt Beimengungen abgeschieden werden.

Die Summenabscheidungskurven im Bild 3 bestätigen die getroffenen Aussagen. Mit der idealen Reinigungsgemischschichtung werden bei wesentlich kürzeren Austraglängen gleiche Werte der Summenkornabscheidung erzielt. Die Summenbeimengungsabscheidung ist im hinteren Siebbereich gegenüber der gemischten Reinigungsgemischzuführung höher. Der Reinheitsgrad des in den ersten beiden Abscheideklassen aufgefangenen Gemisches erhöht sich mit der idealen Schichtung infolge der konstanten Beimengungsabscheidung und vergrößerten Kornabscheidung auf über 99,8%. Im folgenden Siebabschnitt verschlechtert sich der Reinheitsgrad durch die geringere Kornabscheidung und gestiegene Beimengungsabscheidung.

Im Bild 4 ist die Abhängigkeit der Kornverluste KV vom spezifischen Durchsatz  $q_{RE}$  der Reinigungseinrichtung dargestellt. Im gesamten untersuchten Bereich werden mit der idealen Schichtung wesentlich bessere Verlustwerte erzielt. Bei 0,2% Kornverlusten ist mit der idealen Schichtung eine Durchsatzsteigerung der Reinigungseinrichtung von 10% möglich, beziehungsweise bei konstantem Durchsatz können die Kornverluste um über 50% gesenkt werden.

### 4. Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

In den Versuchen wurde das Reinigungsgemisch dem Rücklaufboden vergleichsweise ideal geschichtet und mit den praktischen Bedingungen adäquater Schichtung zugeführt. Die Ergebnisse zeigten, daß die Summenkornabscheidung mit der idealen Schichtung zu wesentlich kürzeren Austraglängen verschoben wird.

Die Beimengungsabscheidung ist im vorderen

Siebbereich unabhängig von der Schichtung und wird ab einer Austraglänge von rd. 600 mm gegenüber der gemischten Schichtung intensiver.

Im gesamten untersuchten Durchsatzbereich werden mit der idealen Schichtung wesentlich geringere Kornverluste erzielt.

Aus den Ergebnissen der Versuche leitet sich ab:

- Die Vorschichtung des Reinigungsgemisches hat einen wesentlichen Einfluß auf die Leistungsfähigkeit der Reinigungseinrichtung.
- Mit der Erzielung einer guten Vorschichtung können der Durchsatz erhöht und die Kornverluste gesenkt werden.
- Der Reinheitsgrad des abgeschiedenen Gemisches im vorderen Siebabschnitt kann erhöht werden. Die Verschlechterung des Reinheitsgrades im hinteren Siebabschnitt wird vorrangig durch den geringen Restkornanteil hervorgerufen.

### Literatur

- [1] Haase, A.: Zur Leistungssteigerung einer Mäh-drescherreinigungseinrichtung durch Vorsortierung. Wissenschaftliche Zeitschrift der TU Dresden 26 (1977) H. 6, S. 1125—1127.
- [2] Regge, H.; Manig, G.: Zur Sichtwirkung der Luftströmung in der Fallstufe der Mäh-drescherreinigung. Wissenschaftliche Zeitschrift der TU Dresden 26 (1977) H. 6, S. 1129—1131.
- [3] MacAulay, J. T.; Lee, I. H. A.: Grain Separation on Oscillating Combine Sives as Affected by Material Entrance Conditions (Die Kornabscheidung auf den Schwingsieben im Mäh-drescher in Abhängigkeit von den Bedingungen der Gutaufgabe). Transaction of the ASAE 12 (1969) H. 5, S. 648—651.
- [4] Thümer, W.; u.a.: Dreschwerk. TU Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik, Forschungsjahresbericht 1977 (unveröffentlicht).

A 2069

## Systematisierung und Wertung von Einrichtungen zur Restkornabscheidung nach der Drescheinrichtung

Dipl.-Ing. G. Wrefñig

### 1. Vorbetrachtungen

Die im Dreschmaschinen- und Mäh-drescherbau fast ausschließlich verwendeten Trommel-drescheinrichtungen mit tangentialem Gutdurchfluß (Dreschtrommel, Dreschkorb) ermöglichen keine vollständige Kornabscheidung. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, der Drescheinrichtung andere Einrichtungen nachzuordnen, die eine Abscheidung der Restkörner aus dem Korn-Stroh-Spreu-Gemisch bei Einhaltung der jeweils zutreffenden agrotechnischen Forderungen gewährleisten.

Mit dem Begriff „Einrichtung zur Restkornabscheidung“ im Sinne der nachfolgenden Ausführungen wird eine Einrichtung zur Trennung der bereits aus den Ähren gelösten Körner von dem die Drescheinrichtung verlassenden bzw. von der Leiteinrichtung kommenden Korn-Stroh-Spreu-Gemisch sowie zur Weiterförderung des Restgemisches bezeichnet. Diese Begriffsbestimmung beinhaltet die Hauptfunktionen einer derartigen Einrichtung, nämlich die Aufnahme und Weiterförderung des

ankommenden Gutgemisches unter gleichzeitiger Abscheidung der im Gemisch enthaltenen Restkörner. Neben dem Hordenschüttler als dominierende Einrichtung ist eine Vielzahl von Bauarten in der Literatur bzw. in Patentschriften bekannt geworden. Aus diesem Grund scheint es angebracht, eine Einordnung der ausgeführten und der in Patentschriften vorgeschlagenen Einrichtungen zur Restkornabscheidung in eine Systematik vorzunehmen sowie eine verbale Wertung der aus dieser Systematik abgeleiteten Grundvarianten anzugeben.

### 2. Systematisierung von Einrichtungen zur Restkornabscheidung

Der Arbeitsprozeß Restkornabscheidung wird zum einen durch die Verfahren zum Trennen und Fördern des Korn-Stroh-Gemisches, zum anderen durch die Gestaltung und Bewegungsart der Arbeitselemente der Einrichtung gekennzeichnet. Die vollständige Systematik mit

den daraus abgeleiteten Grundvarianten ist im Bild 1 dargestellt.

Der Prozeß zur Trennung nach den geometrischen Eigenschaften verläuft in den Stufen Fördern, Setzen, Abscheiden, wobei die Einleitung der an der Wirkstelle nötigen Energie durch die Arbeitselemente erfolgt. Um das Setzen und Abscheiden der Restkörner zum bestmöglichen, müssen Bedingungen geschaffen werden, wie

- durchlässiges Strohgefüge
- Aufbringen von Trennkraften auf das Korn, die in Richtung Trennebene wirken.

Zur Unterstützung dieser Vorgänge werden an bekannten Einrichtungen (Hordenschüttler) Zusatzelemente, d.h. Lockerungs- und Verteilelemente [1] [2], eingesetzt bzw. Zusatzeinrichtungen, wie Zentrifugalabscheidetrommel (Ausführung entspricht Grundvariante V) [3], diesen vor- oder nachgeordnet. Eine Trennung nach der Elastizität der Gutkomponenten läßt sich nur bei annähernd runden Körnern befriedigend anwenden. Nachteilig wirkt sich