

### Einfluß des NKB-Feuchtegehalts

Im untersuchten Feuchtebereich ( $U_{NKB} = 10...25\%$ ) ist der Einfluß auf die Kornabscheidung und die Kornverluste relativ gering. Bei höherer Feuchte verbessern sich die Abscheidebedingungen etwas, so daß die Kornabscheidung geringfügig ansteigt und beim Tangentialdreschwerk mit Hordenschüttler die Trennverluste sinken. Die Ausdruschverluste nehmen bei beiden Dreschsystemen geringfügig zu. Größere Auswirkungen zeigen sich bei der Kornbeschädigung und vor allem bei der NKB-Abscheidung. Bei Zunahme des NKB-Feuchtegehalts steigt der spezifische Leistungsbedarf beim Axialdreschwerk geringfügig an, während er beim Tangentialdreschwerk leicht abnimmt.

### Einfluß des Grüngutanteils

Das untersuchte Axialdreschwerk reagiert empfindlicher auf einen Grüngutzusatz als das Tangentialdreschwerk mit Hordenschüttler. Vor allem die Kornabscheidung durch den Dreschbereich nimmt stärker ab. Die Ausdrusch- und Trennverluste steigen bei

beiden Dreschsystemen erheblich an. Die Kornbeschädigung und die NKB-Abscheidung werden durch den Grüngutanteil nicht oder nur geringfügig beeinflusst. Der spezifische Leistungsbedarf nimmt beim Axialdreschwerk stärker zu als beim Tangentialdreschwerk.

### Zusammenfassung

Die Untersuchungen unter identischen Bedingungen zeigen Vor- und Nachteile beider Dresch- und Trennsysteme auf. Weitere Versuchsreihen sind erforderlich, um die Arbeitsqualität in Abhängigkeit von weiteren Parametern und vor allem die Wirkung mehrerer Parameter zu ermitteln und diese Tendenzen abzusichern.

### Literatur

- [1] Wacker, P.: Untersuchungen zum Dresch- und Trennvorgang von Getreide in einem Axialdreschwerk. Universität Hohenheim, Dissertation 1985.
- [2] Kutzbach, H. D.: Dresch- und Trennsysteme neuer Mähdrescher. Landtechnik, Lehrte 39(1983)6, S. 226–230.

- [3] Wieneke, F.: Das Arbeitskennfeld des Schlagleistendreschers. Grundlagen der Landtechnik, Düsseldorf 14(1964)21, S. 33–34.
- [4] Rumpler, J.; Rabe, P.: Axialflußmähdrescher – Betrachtungen zum Leistungsstand. agrartechnik, Berlin 34(1984)6, S. 274–277.
- [5] Schneider, G.: Vergleichsuntersuchungen an einem Tangential- und einem Axialdreschwerk. Universität Hohenheim, Diplomarbeit 1987 (unveröffentlicht).
- [6] Wacker, P.: Einflüsse auf die Dreschleistung von Mähdreschern. Landtechnik, Lehrte 40(1985)6, S. 273–277.
- [7] Wacker, P.: Laboruntersuchungen an einem Axialdreschstand. Universität Hohenheim, Institut für Agrartechnik, Institutsberichte 1984 und 1985 (unveröffentlicht).
- [8] Wacker, P.: Vergleich von Axial- und Tangentialsystemen in Getreide. Landtechnik, Lehrte 43(1988)6, S. 264–266.
- [9] Wacker, P.: Einfluß eines erhöhten Grüngutanteils auf die Arbeitsqualität von Dreschwerken. VDI/MEG-Kolloquium Landtechnik, Heft 6: Mähdrescher. Tagung Hohenheim 25./26. April 1988, S. 59–72. Düsseldorf: VDI-Fachgruppe Landtechnik.

A 5852

## Bedeutung der Getreide-Stoffkennwerte für die Automatisierung des Mähdruschprozesses

Dozent Dr. sc. agr. G. Listner, KDT/Dipl.-Ing. I. Sebök-Papp

Technische Universität Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik

Für Verfahrensgestaltung, Maschinenentwicklung, optimale Einstellung der Erntemaschinen und Automatisierung des Mähdruschprozesses sind Stoffkennwerte der Getreidepflanzen und des Bestands einschließlich der prognostischen Ertragsentwicklung eine wesentliche Voraussetzung. Hierbei ist nicht nur die einzelne Nutzpflanze, sondern auch der gesamte Getreidebestand mit seinen vielseitigen Wechselbeziehungen zwischen acker- und pflanzenbaulichen Maßnahmen und dem Ernteverfahren mit den eingesetzten technischen Arbeitsmitteln von besonderem Interesse.

### Analyse des Getreidebestands und Auswahl der Stoffkennwerte

Die Entwicklung der Getreidepflanze und des Getreidebestands wird entscheidend sowohl von acker- und pflanzenbaulichen Maßnahmen als auch von den stark variierenden Umweltfaktoren beeinflusst. Neben der damit verbundenen Differenzierung können weiterhin innerhalb eines Bestands und auch zwischen den einzelnen Halmen einer Pflanze deutliche Entwicklungsunterschiede auftreten. Ursachen der Unausgeglichenheit sind umweltbedingte Bestandsunterschiede (z. B. wechselnde Bodenverhältnisse, ungleichmäßige Düngung, differenzierter Unkrautbesatz) sowie eine ungleichmäßige Entwicklung der Einzelpflanze (Ähren verschiedener Ordnung) [1].

Diese Schwankungen – im Extremfall lückige Bestände bzw. Zwiewuchs – führen zu großen Streubreiten einiger Stoffkennwerte,

die der Mähdrescherfahrer nicht vollständig erkennt, und er kann demzufolge die Arbeitsweise der Maschine nicht ständig den momentanen Bestandsbedingungen anpassen. Wenn es gelingt, dieses Problem mit Hilfe der Meß- und Automatisierungstechnik zu lösen, wären Leistungssteigerungen erreichbar [2].

Dazu sind umfassende Untersuchungen des erntereifen Getreidebestands mit seinen Stoffkennwerten auf der Basis solider physiologischer Kenntnisse der Bestandsentwicklung und der für alles entscheidenden Ertragsbildung erforderlich. Mit Hilfe der biologischen Bestandskontrolle und der gezielten Bestandsführung bei Getreide [3] sind unter den gegebenen Bedingungen Getreidebestände mit hoher Ertragsleistung zu erreichen, die günstige technologische Voraussetzungen für eine verlustarme, effektive und prozeßoptimierte Getreideernte aufweisen. Eine exakte Diagnose des Ist-Zustands und die Bestimmung der aktuellen Situation der Getreidebestände, die meßtechnische Erfassung der Stoffkennwerte unmittelbar vor der Ernte können wesentlich zum besseren Prozeßablauf beim Mähdrusch beitragen.

Sämtliche analysierte Stoff- und Bestandskennwerte des Getreides werden in Tafel 1 dargestellt. Die für eine künftige Modellierung des erntereifen Getreidebestands ausgewählten Kennwerte sind halbfett hervorgehoben worden. Korn- und Strohertrag, Ernteguteuchte sowie Bestandsdichte und -höhe wurden näher untersucht, da sie den Ernteprozess gravierend beeinflussen.

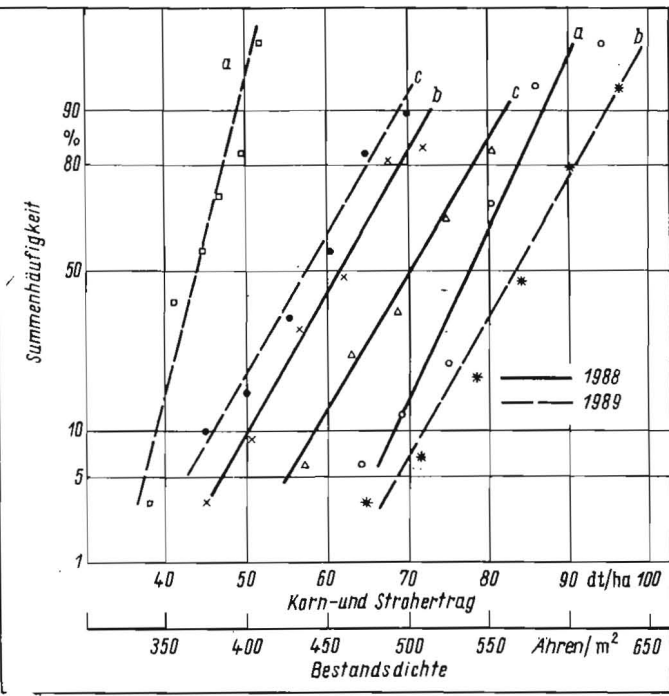
Tafel 1. Analysierte und ausgewählte Stoffkennwerte von Getreidepflanze und Bestand als Grundlage technologischer Untersuchungen für die Automatisierung des Mähdruschprozesses

1. Ertragspotential
2. Ertragsstabilität (Standfestigkeit, Winterfestigkeit, Krankheitsresistenz, Standort-eignung, Beregnungseignung, Spätsaatverträglichkeit, Reifezeit)
3. Korn- und Strohertrag (Korn-Stroh-Anteil)
4. Korn- und Strohfeuchte
5. Reifegrad, Druschzeitspanne
6. Druscheignung, Kurzstroh- und Ährenorgan-anteil, Grannen- und Spelzenbesatz
7. Bestandshöhe und -dichte
8. Ährenansatzhöhe, Ährenspitzenhöhe, Halmverkürzungsfaktor
9. Ausfall-, Halm- und Knickährenfestigkeit
10. Auswuchsfestigkeit
11. Lagerneigung
12. Grüngutbesatz
13. Gebrauchswerteigenschaften

### Versuchsmethodik

Die Untersuchungen wurden in den Jahren 1988 und 1989 in gleichmäßig gereiften, stehenden, unkrautfreien und ertragreichen Winterweizenbeständen der LPG „Vorgebirge“ Bannewitz, Bezirk Dresden, durchgeführt.

Zur Erfassung der Versuchsdaten wurde der Winterweizen je nach Witterungsverlauf etwa 5 Tage vor dem Mähdrusch beginnend täglich als Quadratmeterproben geerntet. Die Versuchsdauer erstreckte sich bis zum



Summenhäufigkeit des Korn- und Strohertrags sowie der Bestandsdichte von Winterweizen in der LPG „Vorgebirge“ Bannewitz im August 1988 und 1989; a Kornertrag, b Strohertrag, c Bestandsdichte

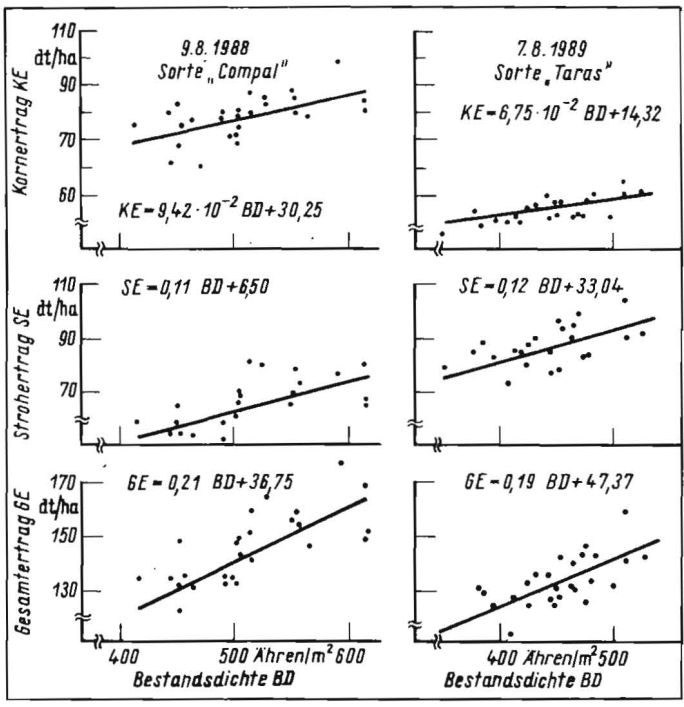


Bild 2. Abhängigkeit des Korn-, Stroher- und Gesamtertrags von der Bestandsdichte von Winterweizen

Mährdruschtermin. Um die Einflüsse des Korn- und Strohfuchteverlaufs am Tag möglichst gering zu halten, erfolgte die Probenahme von 11.00 bis 15.00 Uhr. Die labor-technische Aufbereitung basierte auf bekannten Meßmethoden.

**Versuchsergebnisse**

Die Untersuchungen zeigen, daß die Bestandskennwerte einen stochastischen Charakter aufweisen. Korn-, Strohertrag sowie Bestandsdichte sind normalverteilt, wie aus der Summenhäufigkeit der Meßergebnisse von 2 Versuchsreihen (Bild 1) hervorgeht.

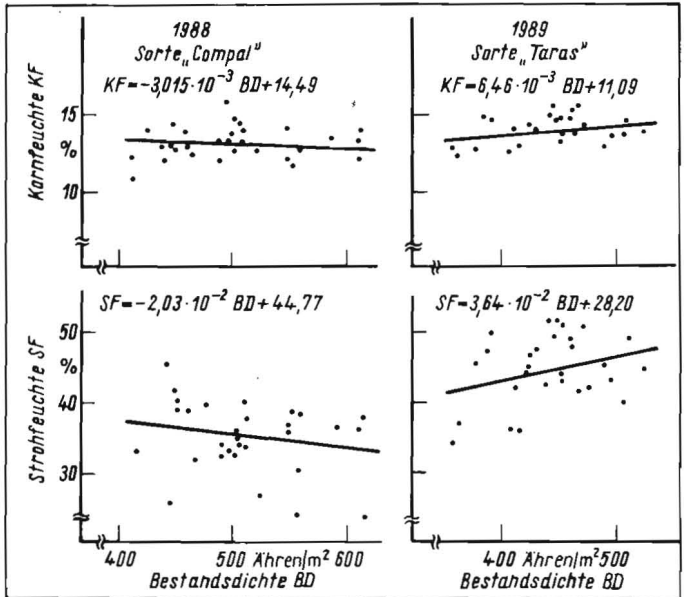
Anhand der Meßreihen zur Schwankungsbreite der Mittelwerte der Bestandsdichte eiausgewählten Winterweizenbestands eine gute Ausgeglichenheit auf dem gesamten Schlag nachgewiesen. Die in den Versuchsreihen ermittelten Mittelwerte der Bestandsdichte schwankten im Jahr 1988 von 516 bis 535 Ähren/m², im Jahr 1989 von 531 bis 545 Ähren/m². Andererseits lassen die Meßdaten jedoch erkennen, daß größere Differenzen auf kleinen Flächenanteilen auftreten. Beispielsweise erreichte die Variationsbreite der Bestandsdichte im Jahr 1988 bis zu 338 Ähren/m² und 1989 bis zu 340 Ähren/m².

Die große Schwankungsbreite innerhalb der Versuchsreihen tritt durch einen relativ geringen Anteil sehr kleiner und extrem großer Werte auf.

Die für einen Vergleich besser geeigneten Variationskoeffizienten liegen für 6 Meßreihen im Jahr 1988 im Bereich von 10,1 bis 18,9%. 1989 erreichte die Schwankungsbreite lediglich 8,2 bis 10,3% [4]. Diese Aussagen werden von anderen Untersuchungen bestätigt [5, 6].

Zwischen der Bestandsdichte und dem Korn- und Strohertrag kann eine qualitative Ähnlichkeit abgeleitet werden, wie aus den Mittelwerten des Kornertrags (1988 78,9 bis 82,0 dt/ha und 1989 49,1 bis 50,6 dt/ha) und

Bild 3. Abhängigkeit der Korn- und Strohfuchte von der Bestandsdichte von Winterweizen



des Strohertrags (1988 64,3 bis 74,7 dt/ha und 1989 68,4 bis 72,8 dt/ha) hervorgeht. Die Variationsbreiten erreichten 1988 Werte von 38,1 dt/ha bei Korn sowie von 53,1 dt/ha bei Stroh, 1989 entsprechend 20,4 dt/ha bei Korn und 51,7 dt/ha bei Stroh. Die Variationskoeffizienten des Kornertrags waren auf den untersuchten Schlägen (1988 7,5 bis 12,5% und 1989 5,3 bis 8,6%) wesentlich kleiner als beim Strohertrag (1988 12,4 bis 17,8% und 1989 9,9 bis 15,8%). Bei der Untersuchung des Feuchteverhaltens der Winterweizenproben sind die Witterungsbedingungen und der tägliche Feuchteverlauf zu berücksichtigen. Der natürliche Abtrocknungsprozeß während des Tages war bei niederschlagsfreiem Erntewetter bei allen Meßtagen eindeutig erkennbar. Die Mittelwerte der Kornfeuchte verringerten sich 1988 in 4 Tagen von 19,2 auf 12,9%, die der Strohfuchte von 43,0 auf 34,3 [4]. Eine ähn-

liche Tendenz konnte bei den Variationskoeffizienten nicht festgestellt werden, da eine niedrigere Korn- und Strohfuchte den stochastischen Verlauf kaum beeinflusst. Die grafische Darstellung des Kornertrags über der Bestandsdichte (Bild 2) und die Ermittlung der Regressionsfunktionen verdeutlichen, daß die Kornerträge im untersuchten Bestandsdichteintervall mit größerer Bestandsdichte ansteigen. Nicht ganz so eindeutig verhält sich der Strohertrag. Der prinzipielle Verlauf bleibt zwar erhalten, die Genauigkeit der Beschreibung hat jedoch größere Unsicherheiten. Dieser Zusammenhang geht aus Bild 1 hervor. Die Fehler der Regression weisen darauf hin, daß der Verlauf durch eine Gerade oder eine Exponentialfunktion günstig beschrieben werden kann. Dagegen ist ein Zusammenhang zwischen der Gutfeuchte und der Bestandsdichte nach den vorgenommenen

Untersuchungen bisher kaum erkennbar. Die als „Punktwolke“ dargestellten Meßdaten (Bild 3) und die Fehler der Regressionen ermöglichen kaum die Beschreibung einer funktionellen Abhängigkeit, die im Vergleich zur Kornfeuchte bei der Strohfuchte noch größere Unterschiede aufweist.

#### Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Eine hohe Qualität der Bodenbearbeitung, Aussaat, Düngung und Pflege muß gleichmäßige Getreidebestände gewährleisten, die die Voraussetzung für eine prozeoptimierte Getreideernte sind.

Für die Automatisierung des Mähdruschprozesses erlangen die Stoffkennwerte der Getreidepflanzen und des Bestands zunehmende Bedeutung. Neben der bisher üblichen Angabe von Mittelwerten zum Ertrag und zur Guftfeuchte ist eine Beschreibung des Getreidebestands durch weitere Kennwerte erforderlich (z. B. Bestandsdichte,

-höhe, Kurzstroh-, Ährenorgananteil, Lagerneigung, Grüngutbesatz).

Infolge des überwiegend stochastischen Charakters der Getreide-Stoffkennwerte sollten sie als wichtige Bemessungsgrundlagen Wertebereiche und die relative Häufigkeit aufweisen. Daraus läßt sich die Auftretenswahrscheinlichkeit abschätzen.

Ein Zusammenhang zwischen dem Kornertrag und der Bestandsdichte konnte nachgewiesen werden. Im untersuchten Bestandsdichteintervall steigen die Kornerträge über der Bestandsdichte annähernd linear an. Weniger ausgeprägt dagegen ist die Abhängigkeit des Strohertrags von der Bestandsdichte.

Noch keine gesicherten Beziehungen waren zwischen Guftfeuchte und der Bestandsdichte nachzuweisen. Der vermutete Zusammenhang deutet sich bei der Kornfeuchte wiederum stärker an als bei der Strohfuchte. Weitere Untersuchungen sind hierzu erforderlich.

#### Literatur

- [1] Seiffert, M., u. a.: Drusch- und Hackfruchtproduktion. Berlin: VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag 1981.
- [2] Listner, G.; Zschoche, M.; Axmann, M.; Eckert, D.: Technologisch-ökonomische Aspekte bei der Automatisierung des Mähdruschprozesses. agrartechnik, Berlin 37(1987)4, S. 157–159.
- [3] Nielebock, W., u. a.: Methodischer Katalog zur biologischen Bestandskontrolle und gezielten Bestandsführung bei Getreide. Markkleeberg: agrabuch 1988.
- [4] Sebök-Papp, I.: Untersuchungen des Getreidebestandes und Auswirkungen auf die Verfahrensgestaltung beim Mähdrusch. TU Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik, Diplomarbeit 1989 (unveröffentlicht).
- [5] Eimer, M.: Untersuchungen zur Durchsatzregelung am Mähdrusch. Georg-August-Universität Göttingen, Landwirtschaftliche Fakultät, Habilitationsschrift 1973.
- [6] Girschick, A.: Mathematisch-statistische Beschreibung von Getreidebeständen. TU Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik, Diplomarbeit 1985 (unveröffentlicht).

A 5876

## Beurteilung der Leistungsfähigkeit der Trennelemente im Mähdrusch mit Hilfe gemessener Stoffeigenschaften

Dipl.-Ing. T. Beck, Universität Hohenheim, Institut für Agrartechnik (BRD)

#### Verwendete Formelzeichen

$A_{Fl}$	Hysteresefläche
$c$	Scherfederrate
$F$	Scherkraft
$m_{ab}$	abgeschiedene Kornmasse
$m_o$	aufgegebene Kornmasse
$p$	Druck
$\Delta p$	Druckabfall
$\Delta p_{ab}$	Druckabfall bei abnehmender Luftgeschwindigkeit
$\Delta p_{auf}$	Druckabfall bei zunehmender Luftgeschwindigkeit
$p_{Fl}$	Druckabfall bei einsetzender Fluidisierung (berechnet)
$\Delta p_{Fl}$	Druckdifferenz zwischen $p_{Fl}$ und tatsächlichem Maximaldruckabfall
$s$	Schwerweg
$t$	Durchgangszeit
$v$	Schergeschwindigkeit
$w_{Fl}$	Luftgeschwindigkeit bei einsetzender Fluidisierung
$w_t$	Luftgeschwindigkeit
$\eta$	Kornabscheidung bzw. Strohviskosität

Wichtigstes Auswahlkriterium für eine Maschine ist ihre Leistungsfähigkeit. Die Bestimmung der Leistung steht deshalb im Mittelpunkt jeder Erprobung oder Prüfung. Während i. allg. die Einflußgrößen Konstruktion und Einstellung die Leistung einer Maschine bestimmen, kommen bei Erntemaschinen in der Landwirtschaft mit den Stoffeigenschaften des Ernteguts und den Erntebedingungen zwei weitere Einflußgrößen hinzu.

Beim Mähdrusch, dessen Leistungsfähigkeit vom Verlustverhalten seiner Trennelemente bestimmt wird, treten diese Einflußgrößen besonders hervor und führen zu Unsicherheiten bei der Leistungsbestimmung. Erhebliche Leistungsänderungen derselben Maschine können beim Einsatz in verschie-

denen Beständen oder Erntejahren beobachtet werden [1]. Maschinenprüfstellen und Mähdruschhersteller setzen deshalb bei Leistungsprüfungen Vergleichsmaschinen ein. Die Leistung der zu prüfenden Maschine wird relativ zur Leistung der gleichzeitig eingesetzten Vergleichsmaschine angegeben, so daß die Ergebnisse unabhängig von den Einflußgrößen vergleichbar werden. Dieses Verfahren bedeutet jedoch einen erheblichen Mehraufwand bei der Prüfung, so daß nach alternativen Möglichkeiten zur Beurteilung des Einflusses der Stoffeigenschaften gesucht werden muß [2].

Die Ermittlung von Stoffeigenschaften, die die Leistung der Trennprozesse im Mähdrusch beeinflussen, kann dazu einen Beitrag leisten. Sind die charakteristischen Stoffeigenschaften sowie entsprechende Meßverfahren bekannt, so kann eine Beurteilung der ermittelten Mähdruschleistung ohne Einsatz einer Vergleichsmaschine durch einfache Messung der Stoffeigenschaften erfolgen. Da Informationsgehalt und Aufwand für die Messung bei einzelnen Stoffeigenschaften sehr unterschiedlich sein können, wurde zunächst eine Einteilung nach der Komplexität in folgende Kategorien vorgenommen:

- einfache physikalische Stoffeigenschaften
- komplexe physikalische Stoffeigenschaften
- technologische Stoffeigenschaften.

Einfache physikalische Stoffeigenschaften werden durch Bestimmung einer physikalischen Größe an einzelnen Stoffteilchen ermittelt (z. B. Reibungsbeiwert zwischen Korn- und Strohteilen), komplexe physikalische Stoffeigenschaften beschreiben bereits Wechselwirkungen zwischen den einzelnen

Stoffteilchen im Haufwerk (z. B. Scherfederate einer Strohmatten), technologische Stoffeigenschaften werden aus Prüfmethode gewonnen, die bestimmte Teilprozesse im Mähdrusch vereinfacht nachbilden. Die Parameter der bei diesen Versuchen ermittelten Kurven werden als Maß für die betreffende Stoffeigenschaft herangezogen (z. B. Fluidisierungsverhalten, Durchdringungszeit).

Da sich einfache physikalische Stoffeigenschaften wegen der komplizierten Abhängigkeiten im Haufwerk nur bedingt zur Beurteilung der Leistung der Trennelemente eignen, liegt der Schwerpunkt des hier vorgestellten Forschungsprojekts auf der Ermittlung von komplexeren Stoffeigenschaften. Nachfolgend werden drei Meßmethoden für komplexe physikalische bzw. technologische Stoffeigenschaften kurz beschrieben.

#### Scherverhalten von Stroh

Zur Bestimmung des Scherverhaltens von Stroh wurde eine Meßeinrichtung nach einem in [3] beschriebenen Funktionsschema gebaut (Bild 1). Eine Matte aus parallelen Strohhalmten wird dabei zwischen zwei Scherplatten eingelegt und durch die Masse der oberen Platte verdichtet. Wird die untere Scherplatte nach rechts bewegt, so entsteht in der Strohmatten eine Schubspannung, die das Auftreten einer Kraft an der oberen Scherplatte bewirkt. Beim Scherversuch wird die untere Scherplatte zunächst mit einer kleinen konstanten Geschwindigkeit bewegt, so daß eine elastische Verformung der Strohmatten auftritt. Dabei steigt die an der oberen Scherplatte auftretende Reaktionskraft an, bis die Strohmatten abgeschert wird.