

Hans-Heinrich Voßenrich, Volkenrode

# Strohverteilung und Häckselqualität auf Praxisflächen

Eine gleichmäßige Strohverteilung und gute Häckselqualität sind Grundlage einer erfolgreichen Bodenbearbeitung und Bestellung. Messungen unmittelbar nach dem Mähdrusch weisen ein breites Spektrum unterschiedlicher Verteil- und Häckselqualitäten auf. Darauf aufbauend werden Möglichkeiten zur Optimierung von Verteilrichtungen gezeigt sowie ein Ansatz zur Steuerung der Strohverteilung vorgeschlagen.

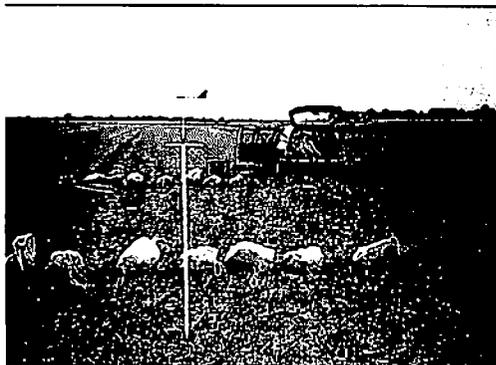


Bild 1: Versuchseinrichtung auf dem Feld

Fig. 1: Experimental design in the field

PD Dr. habil. Hans-Heinrich Voßenrich ist tätig am Institut für Betriebstechnik und Bauforschung der FAL Braunschweig-Völkenrode (Leiter: Prof. Dr.-Ing. Sommer) und am Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik der Universität Kiel (Leiter: Prof. Dr. Isensee); e-mail: vosshenrich@bt.fal.de  
 Projektfinanzierung: Stiftung Schleswig-Holsteinische Landschaft

## Schlüsselwörter

Strohverteilung, Häckselqualität

## Keywords

Straw distribution, chopping quality

In der Studie wurden alle gängigen Mähdrusch-Systeme untersucht, jedoch werden im vorliegenden Beitrag keine Firmennamen genannt, da sich Verteil- und Häckselqualitäten weitgehend als herstellerunabhängig erwiesen haben.

### Methode zur Erfassung der Verteil- und Häckselqualität

Die Strohverteilung wird quer zur Fahrrichtung nach einer von Holz, Traulsen und von Keiser [1] entwickelten Methode erfasst. Mit einem Industriestaubsauger wird das Stroh aus einem Ring mit definiertem Durchmesser (60 cm) abgesogen und in Plastiktüten abgefüllt (Bild 1). Ausgangspunkt jeder Messung ist die jeweils mähdreschermittig genommene Probe (Probe 0). Daran schließen die Proben rechtsseitig (1R, 2R, ...) und linksseitig (1L, 2L, ...) an. Die Proben werden unter Laborbedingungen luftgetrocknet, von Besatz gereinigt und gewogen. Ein Teil der Proben wird gesiebt, um neben den Massenanteilen auch die einzelnen Strohfraktionen über die Arbeitsbreite zu erfassen.

Da die Qualität der Strohverteilung von vielen Einflüssen abhängig ist, werden begleitend alle wesentlich erscheinenden Einflussfaktoren mit erfasst. Hierzu zählen

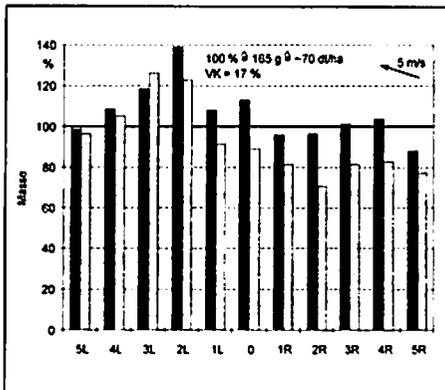


Bild 2: Gute Querverteilung bei 6,10 m Arbeitsbreite (11 Messpunkte mit 0 als Mähdreschermittle, 2 Wiederholungen)

Fig. 2: Good lateral distribution at 6.1 m working width (11 recording points, 0 in the middle of combine, 2 repetitions)

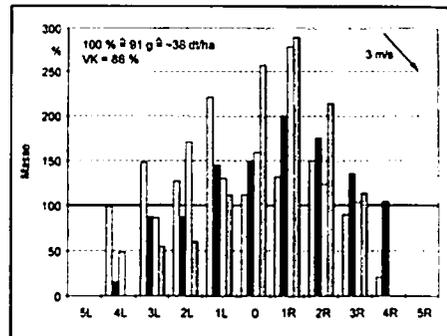


Bild 3: Ungenügende Querverteilung bei 6,10 m Arbeitsbreite (11 Messpunkte mit 0 als Mähdreschermittle, 4 Wiederholungen)

Fig. 3: Insufficient lateral distribution at 6.1 m working width (11 recording points, 0 in the middle of combine, 4 repetitions)

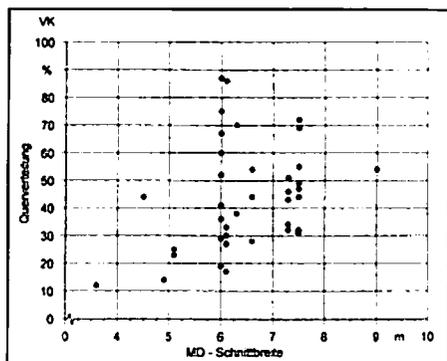


Bild 4: Querverteilung in Abhängigkeit von der Schnittbreite der Mähdrescher

Fig. 4: Lateral distribution and the working width of the combine

Windstärke, Windrichtung relativ zur Arbeitsrichtung des Mähdreschers, Luftfeuchtigkeit, Gutsfeuchte sowie wichtige Daten zur Technik des Mähdreschers. Es handelt sich um ein komplexes System mit unterschiedlichen Wechselwirkungen. Die verschiedenen Einflüsse werden an dieser Stelle nicht im Einzelnen behandelt, sondern nur wesentliche Zusammenhänge aufgezeigt.

### Querverteilung

Ein Beispiel für eine gute Querverteilung zeigt Bild 2. Die Strohmassenanteile sind über die Arbeitsbreite fast gleichbleibend. Demgegenüber zeigt Bild 3 eine ungenügende Verteilung. Hier liegt an den äußeren Messpunkten rechts (5R) und links (5L) kein Stroh mehr. In beiden Messungen ist ein Ein-

Rundlochsieb; Loch-φ in mm	67	30	16	8	4	2	<2
Mittlere Längen der Siebfraktionen in mm	17,5	13,2	9,6	5,2	3,3	2,3	1,5
	Massenanteile der Siebfraktionen in %						
Mährescher Nr.:	1	9	15	25	31	14	4
2	1	9	22	32	26	7	3
3	1	9	22	32	26	7	3
4	0	2	7	33	43	11	4
5	2	7	16	31	31	9	5
6	0	4	12	33	39	8	4
7	1	7	11	28	33	12	8
8	0	4	11	28	35	13	8
9	0	6	13	28	36	11	5
10	1	7	15	36	31	8	3
11	0	8	14	39	30	6	2
12	0	3	10	27	35	19	6
13	0	3	11	30	36	14	6
14	1	3	10	27	43	10	6
15	0	7	18	33	33	7	3
16	1	4	9	33	39	10	5
17	0	6	14	31	6	3	3
18	0	3	10	38	34	9	5
19	2	7	13	27	35	11	5
20	1	7	12	35	30	10	6
21	1	7	18	32	31	8	4
22	3	13	16	32	24	7	4
23	3	13	16	32	24	7	4
23	2	10	17	31	25	9	5
24	3	12	14	23	34	9	5
25	2	14	25	32	20	3	3
26	0	13	25	32	21	6	3
27	0	0	6	37	38	14	6
28	0	0	7	34	40	13	5
29	1	7	15	34	33	7	3
30	9	5	12	32	35	11	5
31	11	9	14	22	31	9	5
32	0	13	17	26	31	8	4
34	6	6	21	29	26	8	5
35	0	7	19	37	24	6	6
36	0	1	9	27	41	14	8
37	0	2	11	27	35	14	11
38	0	3	7	26	36	19	9
Zum Vergleich Feldhäcksler (Jaguar)	0	2	6	27	46	12	7

Tab. 1: Häckselqualitäten aus 38 Untersuchungen

Table 1: Quality of chopped straw from 38 experiments

Arbeitsbreite VK-Werte von 30% erreicht. Leicht abnehmend waren die Strohmassen-Anteile zur Seite. Die Verteilqualität für die Optimierung „2“ (Bild unten) war insgesamt vergleichbar, allerdings mit bereits zunehmenden Massenanteilen nach rechts und links außen.

Durch die Ausrichtung der Leitbleche erfolgt schließlich die Feineinstellung. Bei richtiger Einstellung fällt das Stroh nicht in den stehenden Bestand. Zur freien bereits abgemähten Stoppelfläche wird es aber so weit wie möglich geworfen, um hier durch Überlappung eine

gleichmäßige Verteilung zu erzeugen. Eine asymmetrische Projektion der Auswurf-einrichtung wäre also anzustreben (Bild 6).

Ganz allgemein kann gesagt werden, dass die Querverteilung des Strohs unter Ausschöpfung der vorhandenen Techniken bis zu einer Arbeitsbreite von 6 m auch unter ungünstigen Einsatzbedingungen kontrollierbar ist. Über diese Arbeitsbreite hinaus werden Einflüsse wie Seitenwind, Feuchtigkeit oder Bedienung häufig zu begrenzenden Faktoren. Zusätzlicher Spielraum bietet sich beispielsweise durch Erhöhung der Häcksler-Umfangsgeschwindigkeiten oder den Einsatz zusätzlicher Gebläseunterstützung an. Um auch bei 9 m Arbeitsbreite noch Verteilqualitäten mit einem VK unter 20% sicher zu erreichen, sollte über Systeme der Zwangsverteilung nachgedacht werden.

### Häckselqualität

Ähnlich komplex wie die Strohverteilung ist auch die Häckselqualität. Mittlere Häcksellängen von 2 bis 3 cm, die einer Bodenbearbeitung und Bestellung ohne Pflug äußerst dienlich wären, werden unter Praxisbedingungen kaum erreicht, obwohl bei gewisser Sorgfalt dieses hochgesteckte Ziel mit unterschiedlichen Systemen verschiede-

ner Hersteller durchaus realisierbar zu sein scheint. Den Maßstab für gute Häckselqualität setzt der Feldhäcksler. Eine zusammenfassende Darstellung der Häckselergebnisse zeigt Tabelle 1.

### Keine Entmischung nach Teilchengröße

Vermutungen, dass sich das Stroh auf dem Weg vom Häcksler zur Ablage auf dem Boden nach Teilchengröße entmischt, werden nicht bestätigt. Siebanalysen der quer zur Fahrtrichtung aufgesammelten Strohmassen zeigen gleichbleibende Anteile der Siebfrak-

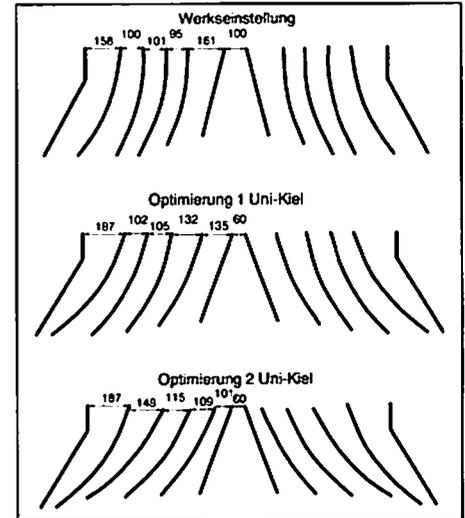


Bild 5: Eingangsabstände (mm) zwischen den Leitblechen häckslerseitig bei einem Mährescher mit 6,30 m Arbeitsbreite (Voßhenrich, Musfeldt, Lubkowitz)

Fig. 5: Entrance slits (mm) between guiding plates of the chopper with 6.3 m working width

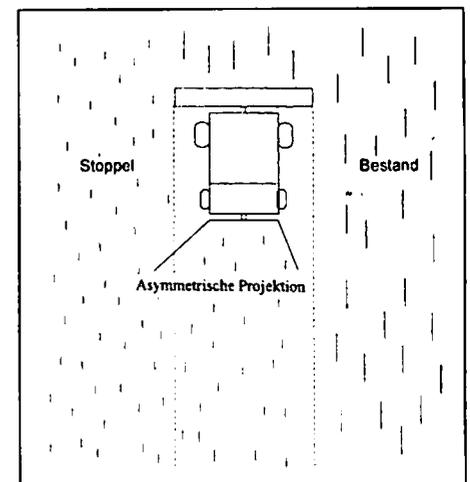


Bild 6: Asymmetrische Projektion der Auswurf-einrichtung

Fig. 6: Unsymmetrical projection by the guiding plates

fluss des Windes auf die Querverteilung erkennbar.

Eine Zusammenstellung der Einzelmessungen (Bild 4) verrät die sehr unterschiedlichen Verteilqualitäten, die unter Praxisbedingungen anzutreffen sind. Verteilqualitäten mit einem Variationskoeffizienten (VK) unter 20% werden nur mit Arbeitsbreiten bis etwa 6 m erreicht. Bei Arbeitsbreiten über 6 m liegen die besten VK-Werte im Bereich von 30%. Der Umkehrschluss, dass Arbeitsbreiten von 6 m und weniger eine gute Querverteilung garantieren, kann jedoch nicht gezogen werden.

### Grund- und Feineinstellung

Eine Hauptursache für eine ungleichmäßige Querverteilung ist die fehlende Optimierung der Verteileinrichtungen. Der größte Teil der Strohmassen wird mähreschermittig abgelegt. Zur Seite hin nehmen die Anteile deutlich ab. In vielen Fällen kann durch Optimieren der Grundeinstellung die Voraussetzung für eine gleichmäßige Querverteilung geschaffen werden, indem beispielsweise bei Leitblechsystemen die Eingangsabstände zwischen den Leitblechen in der Mitte enger und zur Seite weiter werden (Bild 5). Mit der Optimierung „1“ (Bildmitte) wurden bei 6 m

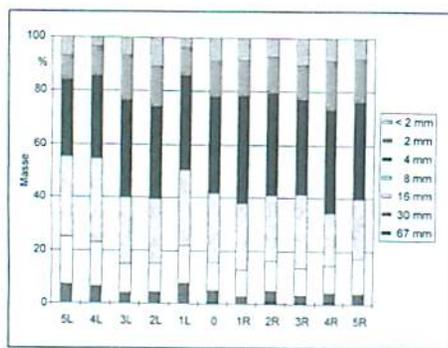


Bild 7: Siebfraktionen einer Untersuchung (Rundlochsieb: 2 bis 67 mm Lochdurchmesser)

Fig. 7: Sieve fraction of test run (circular openings: 2 - 67 mm)

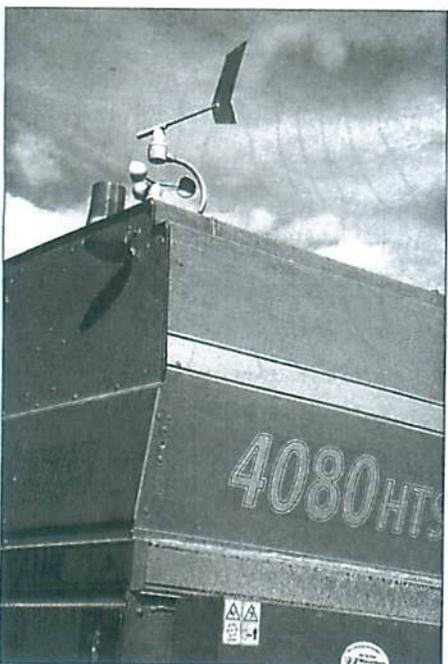


Bild 8: Sensor zum Erfassen von Windrichtung und Windstärke (Photo: Isensee)

Fig. 8: Sensor for recording wind direction and wind speed

tionen über die gesamte Arbeitsbreite (Bild 7). Eine mögliche Erklärung liegt darin, dass der Luftstrom die Strohteilchen bis an das Ablageziel trägt. Nur vereinzelte Teilchen, die aus dem Massenstrom heraus geraten, verwirbeln und fallen nicht mehr zielgerichtet zu Boden.

### Aktuelle Entwicklungen

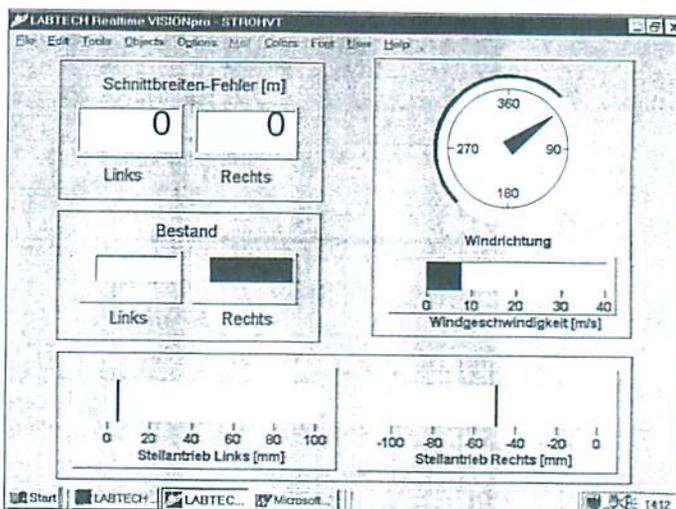
Gute Verteilertechniken nutzen wenig, wenn sie nicht vom Mähdrescherfahrer voll genutzt werden. Da der Fahrer gerade in kritischen Situationen mit Lenkarbeiten ausgelastet ist, erscheint eine Unterstützung durch Kontroll- und Steuersysteme angebracht. Als Beispiel hierfür wird die Steuerung der Leitbleche durch einen Sensor, der Windrichtung und Windstärke erfasst (Bild 8), entwickelt. Entscheidend ist nicht die absolute, sondern die Windrichtung relativ zur Arbeitsrichtung. Auf einem Monitor (Bild 9) wird die Arbeitsrichtung mit 360° definiert.

## GETREIDEERNT

Bild 9: Monitor mit Datenaufnahme am Mähdrescher (Voßhenrich und Lieder)

Fig. 9: Combine monitor for data recording

Der Windpfeil zeigt in die Richtung, aus welcher der Wind bläst. 360° bedeutet Gegenwind, 90° Wind von rechts, 180° von hinten und 270° von links. Zur Kontrolle wird die Position der Stellantriebe zur Feineinstellung der Leitbleche rechts und links angezeigt. Die Technik wird zurzeit entwickelt und erprobt.



### Literatur

- [1] Holz, W., H. Traulsen und H. von Keiser: Mündliche Mitteilung

## NEUE BÜCHER

### Dioxin- und PAK-Konzentrationen in Abgas und Aschen von Stückholzfeuerungen

Von Thomas Launhardt, Reinhold Hurr, Volker Schmid und Heiner Link. Schriftenreihe „BayStMLU-Materialien“, Band 142. Vertrieb: Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen – Schriftenverstandsstelle – Rosenkavalierplatz 2, D-81925 München, Tel.: 089/92143166, Fax: 089/92142266; e-mail: poststelle@stmlu.bayern.de. 1999, 149 S., 30 Tab., 50 Abb., (Textband); zusätzlich 515 S. Datensammlung. Der Textband wird kostenfrei an alle Interessenten abgegeben. Die Datensammlung kann auf Anfrage als Kopiervorlage ausgeliehen werden.

Die vorliegende Schrift fasst die Ergebnisse eines umfangreichen Forschungsprojektes zusammen, das vom Bayerischen Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen finanziell unterstützt wurde. Ziel des Projektes ist es, eine belastbare Datenbasis als fachliche Grundlage und Entscheidungshilfe für die Beurteilung der Schadstoffemissionen und der Aschenqualität von häuslichen Holzfeuerungen zu schaffen. Dabei stehen insbesondere hochtoxische Verbindungen wie polychlorierte Dibenz-*p*-dioxine (PCDD) und Dibenzofurane (PCDF) sowie polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) im Mittelpunkt des Interesses. Aufbauend auf die in Versuchen an vier handelsüblichen Feuerstätten (7 bis 30 kW<sub>th</sub>) erzielten Daten werden folgende Betrachtungen angestellt:

- Grundsätzliche Bewertung der organischen Schadstofffrachten (PCDD/F und PAK) bei der Verbrennung von naturbelassenen Holzbrennstoffen und der illegalen Mitverbrennung von Hausmüllbestandteilen und behandeltem Altholz
- Identifikation von brennstoff- und feuerungsbedingten Einflussfaktoren
- Bilanzierung der PCDD/F- und PAK-Massenströme
- Abschätzung der jährlichen PCDD/F-Gesamtemission aus häuslichen Holzfeuerungen

### Technik der Ernte und Trocknung von Krambe

Von Gerd J. Sauter. VDI-MEG Schrift 341. Vertrieb: Institut für landwirtschaftliche Verfahrenstechnik Kiel. 1999, 142 S., 57 Abb., 22 Abb., 25 DM

Das Öl der Krambe ist bei der chemischen Industrie begehrt. Im Rahmen eines von der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe geförderten Projektes wurden in Kiel unter anderem Mähdrusch, Trocknung und Aufbereitung der Saat untersucht. Zur Ernte ist der Mähdrescher mit Raps-schneidwerk grundsätzlich geeignet. Bei der Einstellung sind jedoch einige Besonderheiten zu beachten. Hohe Dreschtrahmelmehrdrehzahlen führen zu mehr Kurzstroh, das die Reinigung belastet. Die leichte Saat lässt nur eine niedrige Gebläsedrehzahl zu. Bei höheren Durchsätzen kommt es auf den Sieben zu einer Mattenbildung. Die Gegenmaßnahme, nämlich mehr Wind, führt zu Reinigungsverlusten. In krautreichen Beständen lässt sich die Saat nicht vom Besatz separieren.

### Vorschau

In der November-Ausgabe Ihrer LANDTECHNIK finden Sie:

- Vorberichte zur Agritechnica '99
- Mobilhydraulik in der Landtechnik - eine Nachlese
- VDI-MEG Tagung Landtechnik 1999
- Wirtschaftlichkeit der teilflächenspezifischen Herbizidanwendung
- Fördertechnik bei Mähdrescherhäckslern
- Mit welchen Kosten ist beim Bau von Gülle- und Festmistlagern zu rechnen?