

# Methoden zur Bewertung der Strohverteilung und Einarbeitung

*Aus Bodenschutz- und Kostengründen sind die Anforderungen an die Stoppelbearbeitung ständig gestiegen. Eine gleichmäßige Strohverteilung durch den Mähdescher (MD) und eine gleichmäßige Einarbeitung durch nachfolgende Stoppel- und Bodenbearbeitungsgeräte bilden die entscheidende Grundlage für eine erfolgreiche Saat bei Pflugverzicht. Wer die Verteilung des Strohs bewerten möchte, ist auf Hilfsmittel angewiesen. Nachfolgend werden Methoden zur Bewertung der Strohverteilung und Einarbeitung in den Boden vorgestellt. Die Methoden sind für unterschiedliche Ansprüche ausgelegt.*

PD Dr. Hans-Heinrich Voßhenrich, Dr. Joachim Brunotte und Berthold Ortmeier sind wissenschaftliche Mitarbeiter am Institut für Betriebstechnik und Bauforschung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL), Bundesallee 50, 38116 Braunschweig; e-mail: [hans.vosshenrich@fal.de](mailto:hans.vosshenrich@fal.de)

## Schlüsselwörter

Strohverteilung, Stroheinarbeitung, Bodenbearbeitung

## Keywords

Distribution of straw, incorporation of straw, soil tillage

Visuell ist es nicht möglich, Konzentrationsunterschiede von Stroh zwischen  $0,50 \text{ kg/m}^2$  ( $50 \text{ dt/ha}$ ) und  $1,5 \text{ kg/m}^2$  an der Bodenoberfläche zu erfassen. Die Qualität der Einarbeitung des Strohs ist dem Landwirt noch weniger bekannt. Die nachfolgend vorgestellten Methoden zur Bewertung der Strohverteilung und Einarbeitung in den Boden sind für unterschiedliche Ansprüche ausgelegt.

### Methoden zur Bewertung der Strohverteilung

#### Feld-Labormethode (Exaktmethode)

Die Strohverteilung wird quer zur Fahrtrichtung nach einer von Holz, Traulsen und von Keiser erstmals angewandten Methode erfasst. Die Aufnahme des Strohs erfolgt mit Hilfe eines Staubsaugers aus einem Ring mit definiertem Durchmesser. Die Probenahme beginnt mittig hinter dem Mähdescher (MD) und wird nach rechts und links über die Gesamtbreite fortgesetzt (Bild 1). Die weiterentwickelte Methode schließt neben der Ermittlung der absoluten Strohmassen ein Erfassen der Häckselqualität durch Sieb-analyse ein.



Bild 1: Probennahme auf dem Feld

Fig. 1: Sample taking in the field

#### Feldmethode mit Messtechnik

Material:  
Vier Markierungspfähle, ein Maßband, eine Harke

Quer zur Arbeitsrichtung des MD wird eine Messfläche festgelegt, innerhalb der die Strohverteilung zu bewerten ist. Die Fläche sollte sich mindestens über zwei, besser

noch über drei Arbeitsbreiten des MD erstrecken und in Fahrtrichtung 3 m messen. Daraus entsteht bei 6 m MD-Arbeitsbreite ein Rechteck von  $18 \text{ m} \cdot 3 \text{ m}$ . Diese Fläche wird an den vier Eckpunkten markiert. Mittig wird die gesamte Strohmasse mit der Harke in Schwad gelegt. Geschwadet wird von der Außenbegrenzung zur Mitte mit  $2 \cdot 1,5 \text{ m}$ . Das Schwad sollte nur von einer Person gelegt werden. So ist eine gleichmäßige Lagerung am ehesten gewährleistet. Die tatsächliche Dichte ist nicht entscheidend, wohl aber die Gleichmäßigkeit des Schwades.

Tab. 1: Boniturvorschläge

Table 1: Classifying proposals

1. Schwad-Umfang mit Maßband in regelmäßigem Abstand erfassen
2. Schwadhöhe in regelmäßigem Abstand erfassen
3. Nach Einbeziehen optischer Markierungen, etwa durch Messstäbe, das Schwad fotografieren. Ein Farbband an der Oberfläche hebt die Konturen deutlich hervor.

Bei der abschließenden fotografischen Erfassung werden die relativen Unterschiede festgehalten. Zur Auswertung des Verfahrens können einfache Bonituren durchgeführt werden (Tab. 1). Die erhobenen Daten, in Tabellen eingetragen und relativ dargestellt, erlauben es, Messungen von verschiedenen Standorten miteinander zu vergleichen.

#### Feldmethode von Hand

Zur Schnellbestimmung innerhalb weniger Minuten eignet sich die einfache Handmethode. Hier wird ebenfalls ein Schwad über ein bis mehrere Arbeitsbreiten des MD von Hand erzeugt. Als Rechen dienen die Hände einer Person (Bild 2). Da die Reichweite einer erwachsenen Person etwa 150 cm beträgt, ist das so auf einfache Weise erzeugte Schwad schmäler als das mit einem Rechen erzeugte. Auch hier sollte das Schwad nur von einer Person gelegt werden.



**Bild 2:** Erzeugen eines Schwades quer zur Arbeitsrichtung des Mähdeschers

**Fig. 2:** Making a swath across the working direction of the combine

#### *Bewertung der Methoden*

Die Feld-Labormethode ist wegen des hohen Aufwands nur für Exaktversuche zur professionellen Beurteilung von MD vorgesehen. Da im Labor unter kontrollierten Bedingungen die querverteilten Strohmassen erfasst werden, lässt die Methode unter Berücksichtigung der absoluten Strohmassen einen Vergleich zwischen Messungen zu, die auf verschiedenen Standorten zu verschiedenen Zeiten von verschiedenen Personen erhoben wurden.

Beide Feldmethoden eignen sich für die Verwendung in der landwirtschaftlichen Praxis. Die einfache von Hand hat sich zur Optimierung eines MD vor dem täglichen Einsatz bewährt. Sie ist in der täglichen Anwendung sinnvoll. Denn die Erfahrung hat gezeigt, dass tages- und standortabhängige Feuchteunterschiede, Ertragsunterschiede sowie der Wechsel zwischen den Getreidearten das Verteilbild beeinflussen können. Die etwas aufwendigere Feldmethode unter Hinzunahme von Messtechnik ist auch geeignet, um eine einmal erreichte Optimierung eines MD für den Eigenbedarf und für die Dokumentation in der Praxis zu verwenden.

#### **Methode zur Bewertung der Stroheinarbeitung (Gitterrastermethode)**

Der hohe Aufwand in der Durchführung der Messmethode setzt Geduld und Erfahrung voraus. Die Einarbeitungsqualität des Strohs wird in einer freigelegten Profilwand mit Hilfe eines Gitterrasters bewertet.

#### *Material*

Brett (Länge: 200 cm, Breite ~ 20 cm)  
Scharfe Hacke, Schaufel, Gießkanne, Boniturgitter mit Raster 4,5 cm • 4,5 cm, Tabelle, Fotoapparat

#### *Öffnen einer Profilwand*

Es empfiehlt sich, die Messmethode nur an ebenen Orten nach absolut gleichmäßiger Strohverteilung durchzuführen, damit die Qualität der Einarbeitung ausschließlich dem zu untersuchenden Bodenbearbeitungsgerät zugeordnet werden kann.

Im ersten Schritt wird das Brett quer zur Mähdruschrichtung auf den Boden gelegt und durch Betreten dem Boden angepresst.

Entlang der Brettkante wird nun mit Hilfe der Hacke ein Schlitz in den Boden geschlagen. Dies gelingt nur, wenn die Hacke scharf ist und das Stroh beim Einschlag auf Antrieb durchtrennt wird. Denkbar sind auch andere Techniken, mit denen sich der Boden leicht aufschlitzen lässt. Im Folgenden wird eine Rinne entlang des Schlitzes auf zwei Spatenbreiten und maximaler Tiefe der Bodenbearbeitung freigegeben. Die Profilwand ist damit geöffnet. Der beschriebene Vorgang setzt Erfahrung voraus und gelingt nicht immer auf Antrieb. Es empfiehlt sich, auf leichten, schüttenden, trockenen, sandigen Böden, die Bodenoberfläche vorausgehend mit einer Gießkanne zu wässern, damit das Profil nicht in sich zusammenfällt.

#### *Vorbereiten der Profilwand zur Bonitur*

Das offengelegte Profil wird im nächsten Schritt für die Bonitierung vorbereitet. Mit einer Schere werden vorstehende Strohteilchen abgeschnitten und mit einem Messer die Profilwand nachbearbeitet. Dort wo Strohteilchen nicht durch Einarbeitung, sondern im Zuge der Profilerstellung verrutscht sind und an falscher Stelle am Boden haften – dies ist mit dem Auge leicht erkennbar – wird die notwendige Präparationsarbeit geleistet.

Das zur Stabilisierung noch aufliegende Brett kann entfernt werden, und die notwendigen Vorbereitungen zur Bonitur der Stroheinarbeitung sind damit abgeschlossen.

#### *Bonitierung*

Bewährt hat sich eine vorausgehende fotografische Dokumentation der Profilwand. Dazu wird zur optischen Unterstützung ein Zollstock auf die 200 cm messende Profilerkante angelegt und ein zweiter angewinkelter Zollstock so in Position gebracht, dass die Tiefe der Profilwand erkennbar wird (*Bild 3*). Bei ungünstigen Kontrast- und Lichtverhältnissen kann es sich als sinnvoll erweisen, auch die Profilerkante zu markieren, um den Übergang von Profilwand zu Profilerkante im späteren Foto zu erkennen. Das Foto sollte oberhalb der Profilwand auch wenige Meter der Bodenoberfläche in Arbeitsrichtung abbilden, um neben der Einarbeitung die verbleibende Konzentration und Verteilung des Strohs an der Oberfläche auf einem Blick zu erfassen.

Die Gitterrasterbonitierung beginnt nun auf der linken Seite der Profilwand (*Bild 3*). Dabei schließt eine Zeilenebene des Gitterrasters mit der Oberkante der Bodenoberfläche ab. Für jede Rasterzelle in der Profilwand wird ein Wert der Boniturstufen 0 / 10 / 25 / 50 / 75 / 100% angegeben und in eine Profilliste (Excel-Tabelle) eingetragen. Die Auswertung sollte zur besseren Übersicht nicht spalten- sondern zeilenweise erfolgen.



**Bild 3:** Bonitieren mit dem Gitterraster

**Fig. 3:** Classifying with a lattice screen

Wenn der tiefste Punkt der Stroheinarbeitung bonitiert ist, wird das Gitterraster nach rechts versetzt und der Vorgang setzt sich wie beschrieben über die Messbreite fort.

Eine sinnvolle Ergänzung zur Erfassung der Stroheinarbeitung ist die zugehörige Strohverteilung an der Oberfläche. Hierzu wird das Gitterraster auf die Profilerkante gelegt. Die anschließende Bonitierung der Strohverteilung erfolgt nicht wie in der Profilwand für jede Gitterzelle, sondern nur für jede Spalte. Eingetragen werden die Bedeckungsgrade nach gleicher Abstufung wie bei der Stroheinarbeitung.

#### *Darstellung und Auswertung der Ergebnisse*

Die in einer Excel-Tabelle eingetragenen Daten werden zur optischen Erfassung in Farbabstufungen dargestellt. Gut eignet sich die Folge weiß (0% Bedeckungsgrad in der Profilwand) über gelb und Braunabstufungen bis schwarz (100% Bedeckungsgrad). Die Abstufung der Farben ist auch in Graustufen darstellbar.

Die Stroheinarbeitung ist um so besser, je geringer die Farbabstufungen im Gitterraster sind. Im Idealfall bei absolut gleichmäßiger Einarbeitung gibt es nur einen hellen Gelbton über den gesamten Einarbeitungshorizont. Je stärker die Farbkontraste sind, um so ungleichmäßiger ist die Stroheinarbeitung. Neben den Konzentrationsunterschieden wird das Einhalten gleichmäßiger Arbeitstiefen über die Profilbreite von 200 cm dargestellt.

#### *Bewertung der Methode*

Die Methode ist leicht auf festen Böden im mittleren Feuchtezustand durchzuführen. Probleme bereiten ausgetrocknete schüttende Sandböden. Hier ist eine vorausgehende Befeuchtung erforderlich. Auch auf stark mit Steinen durchsetzten Böden kann es Probleme geben mit der sauberen Freilegung eines Profils. Unter Beachtung aller gegebenen Hinweise ist die Methode als aufwendig einzustufen. Die Herstellung und Auswertung eines Profils dauert etwa 30 bis 60 Minuten, wenn zwei Personen beteiligt sind. Die Methode ermöglicht den Vergleich zwischen Messungen, die auf verschiedenen Standorten zu verschiedenen Zeiten von verschiedenen Personen erhoben wurden.