

Thomas Hügler und Hartwig Schwieger, Kiel

## Punktgenau breit verteilen

### Verfahren zur exakten Querverteilung organischer Reststoffe

Bei der flächendeckenden Sammlung von Bioabfällen in Deutschland fallen jährlich etwa 6 Mio. t Bioabfallkompost an. Die Abwasser Technische Vereinigung (ATV) prognostiziert für das Jahr 2000 rund 70 Mio. t Klärschlamm mit einer Trockenmasse von 3,5 Mio. t. Die beiden organischen Reststoffe können in den natürlichen Nährstoffkreislauf nur integriert werden, wenn sie weitgehend als Sekundärrohstoffdünger auf landwirtschaftlichen Nutzflächen verwertet werden.

rohstoffdünger können folglich auf solche Flächen mit der am Markt befindlichen Streutechnik nur unmittelbar nach der Ernte ganzflächig aufgebracht werden. Sind diese Flächen bereits bestellt und das Fahrgassenraster angelegt, dann ist die gleichmäßige flächige Verteilung nicht mehr gegeben. Es ist deshalb ein fahrgassenorientiertes Ausbringverfahren zu fordern, um gezielt dosiert Sekundärrohstoffdünger auszubringen, den Ausbringzeitraum zu verlängern und damit die Maschinenauslastung zu erhöhen.

#### Die vorhandene Streutechnik

Standardstreufahrzeuge fördern die organischen Reststoffe über den Kratzboden zu den Streutellern (Bild 1). Kratzbodenvorschub und Fräsrollen sorgen dafür, daß ein möglichst gleichmäßiger Massenstrom auf den Aufgabenbereich der Streuteller gelangt. Die Rotation des Streutellers führt zur Zentrifugalbeschleunigung der Reststoffe.

Sie wandern dadurch in Richtung Streutellerrand. Die aufgebrachten Wurf-schaufeln nehmen die Reststoffe mit und beschleunigen sie auf Tellerumfangsgeschwindigkeit. Ein halbkreisförmiges, den Streuteller umschließendes Spritzblech sorgt dafür, daß die Reststoffe nur in einem definierten Streuwinkel dann den Streuteller verlassen. Der große undefinierte Aufgabenbereich führt zu hohen Reibungsverlusten zwischen Streumedium und Spritzblech. Außerdem wird das Streugut zwischen zwei benachbarten Streutellern hin und her geworfen. Es wird durch die gegenläufige

Rotation der Streuteller abgebremst und muß dann erneut auf Tellerrotationsgeschwindigkeit beschleunigt werden. Es erfolgt somit im Endeffekt eine undefinierte Beschickung der Streuteller, die mit einem hohen Leistungsbedarf einhergeht. Eine dem Zufall unterworfenere Streuqualität kennzeichnet deshalb vielfach die konventionelle, am Markt angebotene Verteiltechnik.

#### Tellerstreuwerk mit definierter Tellerbeschickung

Das Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik der Universität Kiel hat einen Versuchsstand zur Breitverteilung organischer Reststoffe entwickelt, dessen variable Einstellmöglichkeiten es erlauben, verschiedene Versuchseinstellungen vorzunehmen und hinsichtlich Optimierung der Verteilqualität, der Wurfweite und der Leistungsaufnahme zu untersuchen (Bild 2).

Ein Serienstreufahrzeug des Kooperationspartners (Firma Bergmann) dient als Träger des Versuchsstandes. Kratzboden und Dosierwalzen beschicken die eigentliche Versuchseinheit. Sie besteht aus Förderschnecke, Schneckenkrog und Streuteller. Die abgefrähten oder durch den Kratzbodenvorschub in den Schneckenkrog dosierten Reststoffe transportiert die Förderschnecke in einen Konus, der am Ende eine kreisrunde, nach unten gerichtete Öffnung mit definiertem Querschnitt aufweist. Das Streugut wird dadurch gebündelt.

Unter dieser Öffnung befindet sich der Streuteller, der sowohl in X- und Y-Richtung verschiebbar, als auch in seiner Neigung verstellbar ist. Es ist folglich mit dieser Versuchseinheit möglich, den Massenstrom gezielt auf einen Punkt des Streutellers aufzugeben, es kann außerdem durch Veränderung der Tellerneigung Flugbahn und Flugrichtung des Streugutes verändert werden. Der Teller wird dabei nicht wie bei einigen konventionellen Streufahrzeugen üblich aus der

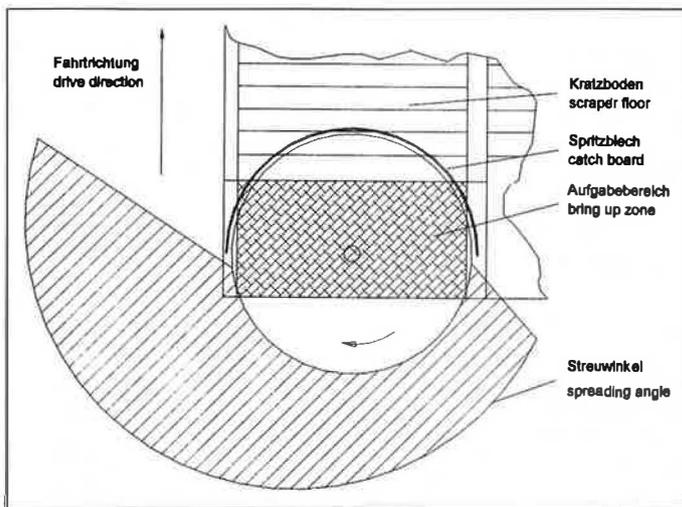


Bild 1: Materialaufgabe bei einem konventionellen Feststoffstreu-

Fig. 1: Material bring up at a conventional solid stuff spreader

Die Aufbringung der genannten Reststoffe erfolgt mit Feststoffstreuern. Sie besitzen Zwei- oder Vier-Teller-Breitstreuwerke. Diese Streuer erreichen Wurfweiten bis zu 20 m, das entspricht Arbeitsweiten bei akzeptablen Verteilqualitäten (VK unter 15 %) von etwa 10 m [1, 2]. Landwirtschaftliche Betriebe, die entsprechend große Teilflächen besitzen, legen inzwischen Fahrgassenraster von 18 oder auch 24 m Fahrgassenabstand an.

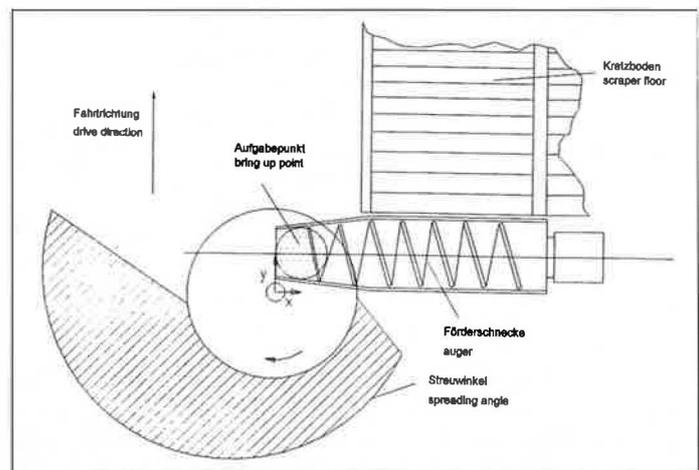
Die genannten organischen Sekundär-

Dr. agr. habil. Thomas Hügler ist Oberassistent, Dr. agr. Dipl.-Ing. Hartwig Schwieger war wissenschaftlicher Mitarbeiter im Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik der Universität Kiel, (Direktor: Prof. Dr. Isensee), Max-Eyth-Straße 6, 24118 Kiel, e-mail: thuegle@ilv.uni-kiel.de.

Das Vorhaben wird durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt gefördert.

Bild 2: Definierte Streutellerbeschickung bei der Versuchsanlage

Fig. 2: Defined spreader feeding at the experimental facility



Horizontalen quer zur Fahrtrichtung, sondern längs zur Fahrtrichtung geneigt. Dies trägt wesentlich zur Vergrößerung der Streubreite bei.

## Versuche

Die Streuveruche wurden lediglich mit einem Streuteller durchgeführt. Ein komplettes Streubild für ein Zweiteller-Streuwerk erhielt man, indem für einen theoretischen Streutellerabstand von 1 m das erhaltene Streubild in der Vertikalen entsprechend gespiegelt wurde. Als Testsubstrat wurde ein Kammerfilterpressenklärschlamm mit einem Trockenmassegehalt von rund 40 % verwendet. Die Versuche fanden auf einer Betonplatte statt. Sie wurde vor und nach jedem Versuchsdurchgang mit einem Schieber mit Gummileiste sorgfältig gereinigt.

Bei den eigentlichen Versuchen legte das Versuchsfahrzeug eine Strecke von etwa 50 m mit annähernd gleichbleibender Geschwindigkeit zurück. Auf halber Strecke wurden in dreifacher Wiederholung senkrecht zur Fahrtrichtung in einem Abstand von 1 m jeweils eine 1 m<sup>2</sup> große Fläche aus der bestreuten Fläche ausgekehrt und ausgewogen. Aus den Wiegeergebnissen ergaben sich die Streubilder.

## Ergebnisse

Die im folgenden vorgestellten Versuchsergebnisse resultieren aus einer Tellerneigung von 10° und einer Tellerdrehzahl von 720 min<sup>-1</sup>. Der Aufgabepunkt befand sich im ersten Quadranten. In *Bild 3* werden die Meßergebnisse der drei Wiederholungsmessungen dargestellt. Dabei wird deutlich, daß zwischen den einzelnen Wiederholungen kaum Unterschiede auftraten. Dies beweist, daß mit der gewählten Methodik repräsentative und belastbare Ergebnisse gewonnen werden. Es zeigt sich außerdem, daß sich durch die Neigung des Streutellers die Wurfweite und dadurch die Arbeitsbreite enorm vergrößern läßt.

Aus den Versuchsergebnissen wurde durch Spiegelung der Ergebnisse in der Vertikalen das in *Bild 4* wiedergegebene Streubild abgeleitet. Das Verfahren weist mit den genannten Einstellungen folglich eine Streubreite von über 80 m auf. Das Streubild entspricht einer Dreiecksverteilung mit sehr flach ansteigenden Flanken. Dadurch ist eine große Überlappungstoleranz gegeben. Sie garantiert bei unterschiedlich großen Arbeitsbreiten über einen großen Anwendungsbereich sehr gute Verteilqualitäten.

Dies wurde für Arbeitsbreiten von 16 m beginnend bis hin zu 42 m überprüft, indem das Streubild in einem 2 m Abstandsrastraster überlappt und die jeweils da-

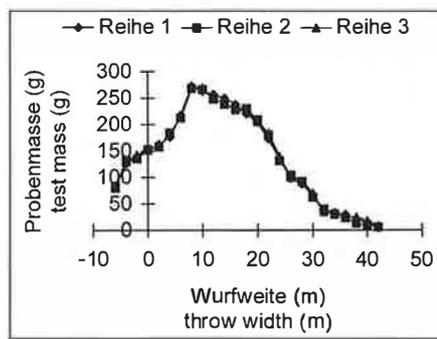


Bild 3: Verteilbild des Versuchsstandes (1 Streuteller)

Fig. 3: Distribution of material by the experimental facility (1 spreader disk)

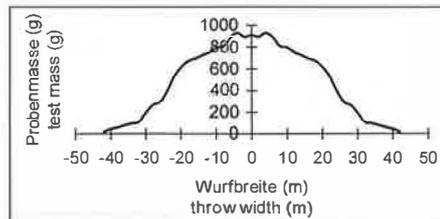


Bild 4: Querverteilung bei Zwei-Teller-Streuwerk

Fig. 4: Lateral distribution of a two disk preader

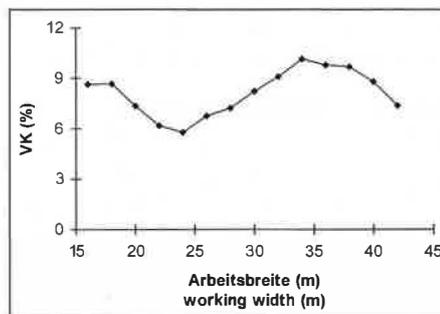


Bild 5: Arbeitsbreite und Variationskoeffizient

Fig. 5: Working width and coefficient of variation

zugehörigen Variationskoeffizienten ermittelt wurden. Die Ergebnisse sind in *Bild 5* zusammengestellt. Gezeigt wird der Variationskoeffizient (VK) in Abhängigkeit von der Arbeitsbreite.

Es zeigt sich, daß der VK in der Regel unter 10 % liegt und daß mit Werten unter 6 % für bestimmte Arbeitsbreiten zum Teil hervorragende Verteilqualitäten erzielt werden. Es ist mit dem Verfahren somit zumindest die Klärschlammausbringung auf bereits bestellte Ackerflächen auch mit einem 18 m, 24 m oder 36 m Fahrgassenrastraster möglich.

## Ursachen

Die Messungen zeigen, daß mit dem gewählten Versuchsaufbau zum einen eine sehr exakte Querverteilung realisierbar ist. Es zeigt sich anhand der Meßwiederholungen außerdem, daß ein relativ konstanter Materialfluß gebündelt auf den Streuteller aufgebracht wird.

Die große Arbeitsbreite ist eindeutig auf die Streutellerneigung zurückzuführen. Sie führt dazu, daß das Streugut nicht als

kreisförmiges Segment auf der Ackerfläche abgelegt wird, sondern eher die Form einer Parabel beschreibt. Das hat zur Folge, daß es nicht wie bei der kreisförmigen Aufbringung zu einer hohen Materialdosierung an den Außenrändern und somit zu einem M-förmigen Verteilbild kommt, sondern, wie in *Bild 4* dargestellt, zu einer Dreiecksverteilung. Dies ist die Voraussetzung für die sehr guten erzielbaren Verteilqualitäten. Sie dürfen jedoch nicht überbewertet werden, da bei den Messungen sehr auf optimale Versuchsbedingungen geachtet wurde. Es wird jedoch verdeutlicht, daß mit entsprechender, vom Aufwand her vertretbarer Technik ein Variationskoeffizient unter 15 % auch in der Praxis realisierbar ist.

Der gleichmäßige Materialfluß ist auf die Materialzuführung über die Schneckendosierung zurückzuführen. Das von Fräswalze und Kratzboden oftmals stoßartig ausgeworfene Streugut fällt nicht direkt auf die Streuteller, sondern zunächst in den Schneckentrog. Schnecke und Konus sorgen dann für die gebündelte gleichmäßige Materialaufgabe auf den Streuteller. Eine Steuerung des Materialflusses durch Variation der Schneckendrehzahl ist somit möglich.

## Zusammenfassung

Konventionelle Feststoffstreuer für organische Sekundärrohstoffe weisen oftmals geringe Arbeitsbreiten mit nur befriedigender Verteilqualität auf. Sie können bei Fahrgassenabständen von heute üblichen 18 m und mehr nur auf abgeernteten, unbestellten Flächen eingesetzt werden. Das vorgestellte neuartige Verfahren verbindet große realisierbare Arbeitsbreiten mit guten Verteilqualitäten. Es ist auch für den Einsatz bei bereits angelegten Fahrgassen geeignet. Es wird demzufolge nicht nur die Arbeitsqualität verbessert, sondern auch die mögliche Einsatzzeit deutlich erhöht.

## Literatur

- [1] Holz, W.: Auf die Verteilgenauigkeit kommt es an. Lohnunternehmer 49 (1994), H. 9, S. 437-439
- [2] Kromer, K.-H., H. Reloe und M. Löbbert: Verfahren der Ausbringung aufbereiteter organischer Reststoffe zur Vermeidung der Erosion – Forschungsbericht Nr. 4 des FS „Umweltverträgliche und standortgerechte Landwirtschaft“ der Universität Bonn, Inst. f. Landtechnik (1993)

## Schlüsselwörter

Feststoffstreuer, Verteilqualität, Fahrgasse

## Keywords

Solids matter spreaders, distribution quality, tramlines