

Technik zur exakten Längsverteilung organischer Reststoffe

Standardfeststoffstreuer dosieren durch Fräswalzen und Kratzboden das Streugut auf die Streuteller. Der Materialfluss ist nicht kontinuierlich, sondern in hohem Maße von der Sorgfalt beim Beladen des Streuers abhängig. Dies führt beim Ausbringen zu einer ungleichmäßigen Längsverteilung. Es sind daher Techniken notwendig, die für einen gleichmäßigen Materialfluss sorgen, oder es muss Regelungstechnik eingesetzt werden, die auf Störgrößen während der Ausbringung mit einer entsprechenden Änderung des Materialflusses reagiert.

Priv.-Doz. Dr. agr. habil. Thomas Hügler ist Oberassistent im Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik der Universität Kiel (Direktor Prof. Dr. E. Isensee), Max-Eyth-Straße 6, 24118 Kiel, e-mail: thuegler@ilv.uni-kiel.de
Das Vorhaben wird durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt gefördert

Schlüsselwörter

Feststoffstreuer, Verteilqualität, Materialflussregelung

Keywords

Solid matter spreader, distribution quality, material flow control

Literaturhinweise sind vom Verlag unter LT 99212 erhältlich oder über Internet http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/local/flite_ratur.htm abrufbar.

Geht es um die Verteilqualität flüssiger oder fester organischer Reststoffe, so legen wissenschaftliche Untersuchungen, aber auch die Hersteller von Feststoffstreuern und Gülletankwagen den Schwerpunkt ihrer Interessen auf die Qualität der Querverteilung [1, 2]. Dies ist verständlich, da die Verteilqualität in Querrichtung vor allem durch technische Spezifikation und Einstellung der Förder-, Dosier- und Verteilaggregate am Fahrzeug selbst festgelegt wird.

Massenfluss und Längsverteilung

Die Erzielung einer guten Längsverteilung gestaltet sich weitaus schwieriger. Sie ist, eine konstante Arbeitsbreite vorausgesetzt, eine Funktion des Quotienten aus Massenfluss und effektiver Fahrgeschwindigkeit. Veränderungen im Massenfluss oder effektiver Fahrgeschwindigkeit haben deshalb stets eine Änderung der Längsverteilung zur Folge.

Bei festen Reststoffen gestaltet sich die Regelung des Massenflusses schwierig. Der Massenfluss ist nicht nur von der technischen Spezifikation der Förder- und Dosieraggregate abhängig, sondern er wird vor allem durch die technologischen Eigenschaften der festen Reststoffe bestimmt. Er ist eine Funktion der inneren und äußeren Reibung, der Substratkörnung, der Substratkornform und der Dichte. Beladungshöhe und Beladungsqualität spielen dabei eine wichtige Rolle. Sie bestimmen, wie gleichmäßig bei konstantem Kratzbodenvorschub das Material tatsächlich zu den Verteilorganen gelangt. Trotz sorgfältiger Beladung und Einstellung des Streuers durch das Firmenpersonal misslingt selbst beim

DLG-Test unter statischen Bedingungen die Realisierung eines gleichmäßigen Materialflusses (Bild 1).

Hierzu ist die konventionelle Förder- und Dosiertechnik, bestehend aus Kratzboden, Stauschieber und Fräswalzen, nicht in der Lage. Aufgrund der schubweisen Materialförderung des Kratzbodens und der inneren Reibung kommt es zur stoßweisen Beschickung der Verteilorgane. Die Fräswalzen sorgen dafür, dass ein Teil der Feststoffe an der Streuwerkhaube haften bleibt, um dann in unregelmäßigen Abständen abzufallen. Beide Vorgänge führen zu einem ungleichmäßigen Materialfluss.

Dosieren mit Schneckenförderern

Es wird deshalb im Folgenden ein Lösungsansatz für Feststoffstreuer vorgestellt, der eine gezielte Beschickung der Verteilorgane zum Ziel hat. Der Versuchsträger besteht aus einem Universalstreuwagen des Kooperationspartners Bergmann. Fräswalzen und Kratzboden fördern das Streumaterial dabei nicht wie üblich direkt auf die Streuscheiben, sondern befüllen lediglich den Raum, den Streuwerkhaube, Fräswalzen und die anstelle der Streuscheiben montierte Trogschnecke umschließen (Bild 2).

Durch die stetige Beschickung und Entleerung dieses Dosierraumes liegt das Streumaterial während der Ausbringung in etwa gleichbleibender Füllhöhe über der Dosierschnecke. Es besteht folglich kein Einfluss

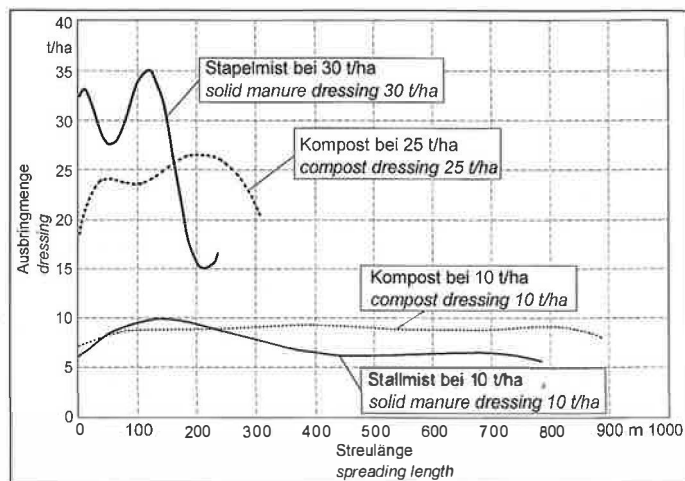


Bild 1: Ausbringungsmenge in Abhängigkeit von der Streulänge [3]

Fig. 1: Application rate, depending on application length

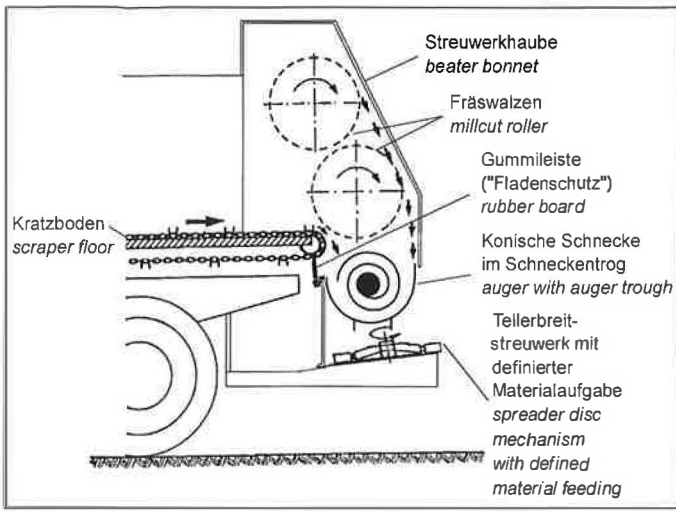


Bild 2: Versuchsfahrzeug mit Schneckendosierung

Fig. 2: Experimental vehicle with auger feeding

der Beladungsqualität auf den Massenfluss. Die Materialmenge selbst ist gering, so dass die Verweilzeit ebenfalls gering ist. Eine Materialverdichtung durch Eigengewicht und Fahrzeugbewegung (Rütteln) findet kaum statt. Um ein Verdichten des Materials durch die Dosierschnecke zu vermeiden, weist diese einen konischen Anstieg der Schneckenwendel auf. Dadurch wird der Schneckenweg über die ganze Entnahmebreite gleichmäßig befüllt. Das Streumaterial behält die Struktur, die im Dosierraum vorliegt. Die Dosierschnecke fördert dadurch ein Streumaterial mit etwa gleichbleibender Schüttdichte auf die Streuteller.

Den mit dieser Dosiertechnik realisierten gleichmäßigen Materialfluss macht Bild 3 deutlich. Es zeigt das Streubild eines einzelnen Streutellers, der über eine Förderschnecke beschickt wird. Aufgetragen ist in dreifacher Wiederholung die Streumaterialverteilung über der Arbeitsbreite. Dabei werden zwei Effekte besonders deutlich. Zum einen sind die Verteilungskurven nahezu deckungsgleich, was auf einen sehr gleichmäßigen Materialfluss schließen lässt. Außerdem zeigen die Verteilungskurven der einzelnen Wiederholungen einen sehr ähnlichen Verlauf. Dies ist ein Hinweis dafür, dass das von den Fräswalzen und dem Kratzboden locker in den Dosierraum geförderte Streumaterial von der Dosierschnecke nicht

verdichtet, sondern lediglich transportiert wird, um dann gleichmäßig auf den Streuteller zu rieseln. Die gewählte Dosiertechnik führt folglich nicht nur zu einem gleichmäßigen Materialfluss, sondern verbessert auch die Verteilqualität in Querrichtung.

Regelung der Feststoffausbringung

Die beschriebene Streutechnik garantiert bei leistungsstarkem Zugfahrzeug und guter Traktion eine gleichförmige, exakte Längsverteilung. Steigungen und Gefälle, abnehmende Fahrzeugmasse während des Ausbringens, wechselnde Traktion aufgrund unterschiedlichen Bodens führen hingegen zu variierendem Schlupf, der sich in Änderungen der realen Fahrgeschwindigkeit bemerkbar macht. Selbst die kontaktlose Geschwindigkeitsmessung in Kombination mit einem leistungsstarken Traktor ermöglicht es dem Fahrer nicht, die Fahrzeuggeschwindigkeit hinreichend genau einzuhalten.

Die Einhaltung einer Mindestverteilqualität in Längsrichtung ist hier nur noch möglich, wenn mit entsprechender Regelungstechnik der Materialfluss der effektiven Fahrgeschwindigkeit angepasst wird. Eine Steuerung könnte erfolgen, indem sich bei dem vorgestellten Verfahren die Drehzahl der Förderschnecke proportional zur Fahrzeuggeschwindigkeit ändert. Bei einer Re-

gelung ist der Materialfluss mit einem Fühler zu registrieren, um dann durch Änderung des Stellgliedes „Dosierschnecken-drehzahl“ den Materialfluss geschwindigkeitsproportional zu variieren.

Als Stellglied scheidet die Fahrzeugverwiegung aus, da die auf die Waage wirkenden dynamischen Kräfte während der Fahrt nicht kompensiert werden können. Das Gleiche gilt für die Leistungsaufnahme von Kratzboden, Fräswalze oder auch Dosierschnecke, da eingeklemmte Partikel, unterschiedliche Ladehöhe oder auch Materialstruktur das Signal stark stören können.

Die geringsten Störeinflüsse treten an den Streutellern auf. Ihr Leistungsbedarf setzt sich aus der Leerlaufleistung, die benötigt wird, um die Streuteller auf konstanter Drehzahl zu halten, und der Streuleistung zusammen. Letztere beschleunigt die auf die Streuteller dosierten Reststoffe zunächst auf Tellerdrehzahl und anschließend zum Scheibenrand hin. Für die Bestimmung des Leistungsbedarfs im Leerlauf wird für verschiedene Streutellerdrehzahlen eine Kalibrierfunktion entwickelt. Das Produkt aus Tellerdrehzahl, Schluckvermögen des und Druckabfall am Hydraulikmotor ergibt die Leistungsaufnahme bei der Streuarbeit der beim Versuchsträger hydraulisch angetriebenen Streuteller. Die Differenz zur Leistungsaufnahme im Leerlauf ergibt dann die eigentliche Streuleistungsaufnahme. Sie ist direkt proportional zum Massenfluss.

Bild 4 zeigt die Nettoleistungsaufnahme von einem Zwei-Teller-Streuwerk in Abhängigkeit vom Massenfluss. Es besteht ein enger Zusammenhang zwischen Leistungsaufnahme und Massenfluss, gestützt auch durch ein Bestimmtheitsmaß $R^2 = 0,86$. Eine Regelung des Massenflusses nach der Nettoleistungsaufnahme ist also möglich. Kratzbodenvorschub und Dosierschnecke reagieren dann entsprechend der Eingangssignale effektive Fahrgeschwindigkeit und Leistungsaufnahme der Streuteller.

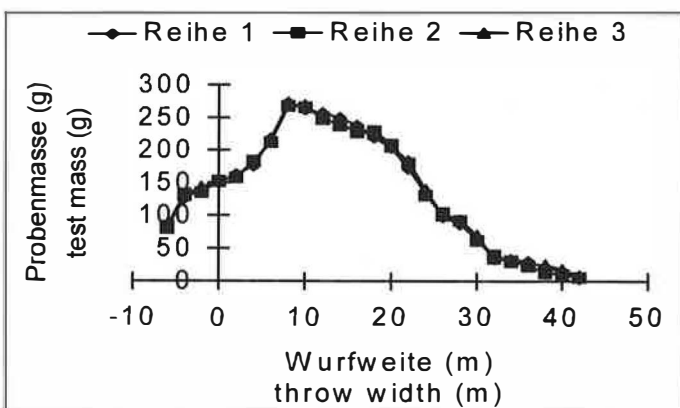


Bild 3: Verteilbild des Versuchsstandes (1 Streuteller)

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

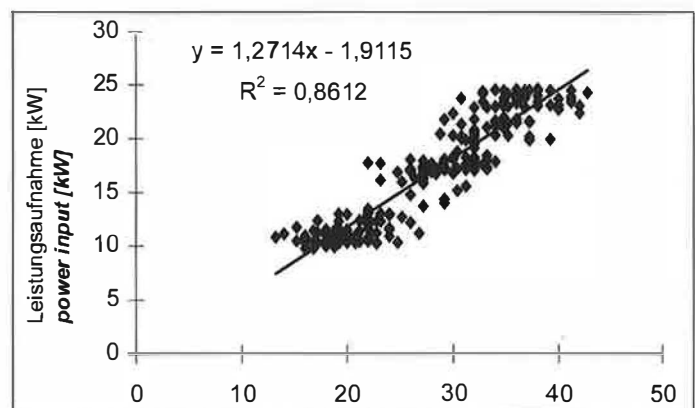


Bild 4: Massenfluss und Leistungsaufnahme der Streuteller

Fig. 4: Mass flow and power input of the spreader discs