

Ralf Kosch, Andree Klose und Herman Van den Weghe, Vechta

# Drehmoment-geregelte Kratzbodengeschwindigkeit bei Festmiststreuern

Zur Verbesserung der Verteilgenauigkeit von Festmiststreuern in Längsrichtung wurde eine DLC-Steuerung (Drive-Line-Control-Steuerung) entwickelt, bei der der Massenstrom an den Streuorganen durch einen Regelkreis konstant gehalten wird. Die Variationskoeffizienten der Querverteilung ( $VK_Q$ ) lagen zwischen 11,7 % und 16,5 %. Die Variationskoeffizienten der Längsverteilung ( $VK_L$ ) waren sowohl mit als auch ohne DLC-Steuerung mit Werten zwischen 15,6 % und 35,7 % deutlich höher. Die DLC-Steuerung hatte in dem Prüfverfahren keinen Einfluss auf die  $VK_L$ .

Dr. sc. agr. Ralf Kosch ist wissenschaftlicher Mitarbeiter, Andree Klose ist Diplomand und Prof. Dr. Herman Van den Weghe ist Geschäftsführender Direktor und Inhaber des Lehrstuhls für Verfahrenstechnik am Forschungs- und Studienzentrum für Veredelungswirtschaft Weser-Ems der Georg-August-Universität Göttingen, Universitätsstr.7, 49377 Vechta; e-mail: ralf.kosch@agr.uni-goettingen.de  
**Referierter Beitrag der LANDTECHNIK, die Langfassung finden Sie unter LANDTECHNIK-NET.com.**

## Schlüsselwörter

Festmiststreuer, Verteilgenauigkeit, Längsverteilung, Drehmomentregelung

## Keywords

Solid manure spreaders, distribution accuracy, longitudinal distribution, torque control

## Literatur

Literaturhinweise sind unter LT 04206 über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/local/fliteratur.htm> abrufbar.

Bei der Ausbringung fester Wirtschafts- und Sekundärrohstoffdünger sind die Nährstoffe möglichst gleichmäßig auf die Fläche zu verteilen, damit eine partielle Über- oder Unterdüngung vermieden wird. Zudem gilt es, die Stoffkreisläufe mit möglichst geringen Nährstoffverlusten in die Atmo- und Hydrosphäre zu betreiben. Während die Variationskoeffizienten der Querverteilung bei den heutigen Streuwerken mit einer Kombination von Reißwalzen und Streutellern diesen Ansprüchen genügen, gilt die Längsverteilung dagegen noch als unbefriedigend [1]. Sowohl bei der kleinräumigen Verteilung [2, 3] als auch auf der gesamten Entladestrecke [4, 5] sind die Variationskoeffizienten der Längsverteilung hoch.

## Material und Methoden

### DLC-Steuerung

Das Prinzip der DLC-Steuerung (Drive-Line-Control-Steuerung) basiert auf dem li-

nearnen Zusammenhang zwischen dem Drehmoment an den Streuorganen und dem tatsächlichen Massenfluss [6]. Die Kratzbodengeschwindigkeit wird durch einen Regelkreis einem vorgegebenen Drehmoment angepasst. In einem Jobrechner sind für unterschiedliche Streugüter und die Ausbringungsmengen entsprechende Drehmoment-Kennlinien hinterlegt, die an einem Bedienterminal in der Fahrerkabine angewählt werden können (Bild 1). In Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit, die an einem Rad mit einem Drehzahlsensor (DW 20, Fa. Walterscheid) erfasst wird, berechnet sich der Drehmomentsollwert nach Gleichung 1. Der Istwert des Drehmoments an den Reißwalzen und Streutellern wird an der Antriebswelle mit einer berührungslosen induktiven Drehmoment-Messnabe (SF 250, Fa. Walterscheid) aufgenommen. Der Jobrechner vergleicht den Sollwert mit dem Istwert und regelt über ein elektromagnetisches Proportionalventil die Geschwindigkeit des ölhydraulisch betriebenen Kratzbodenantrie-

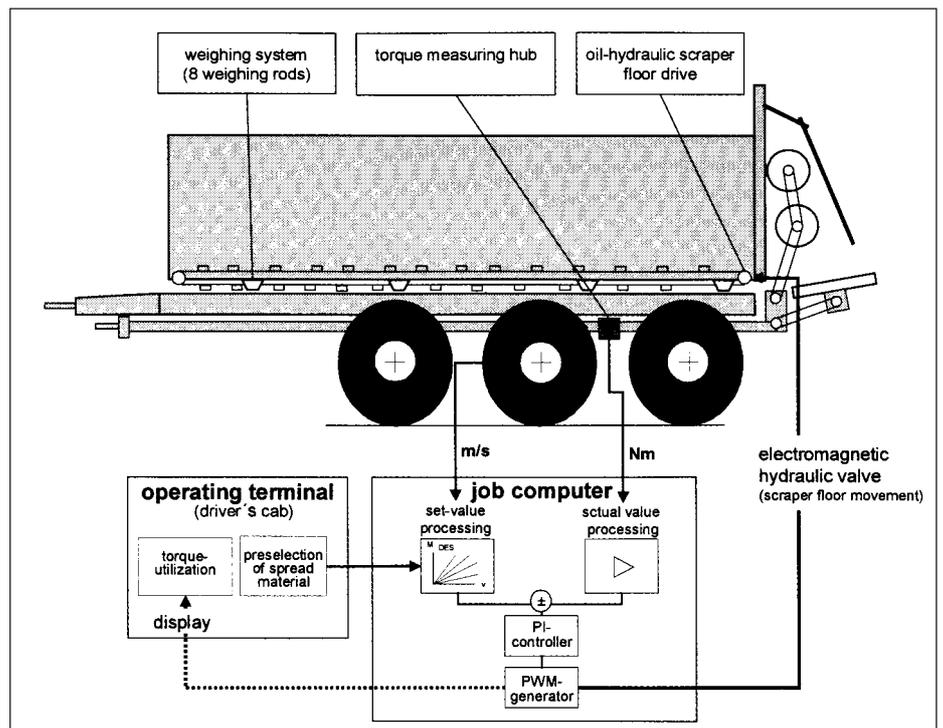


Bild 1: Funktionsschema der DLC-Steuerung

Fig. 1: Scheme of drive line control (DLC)

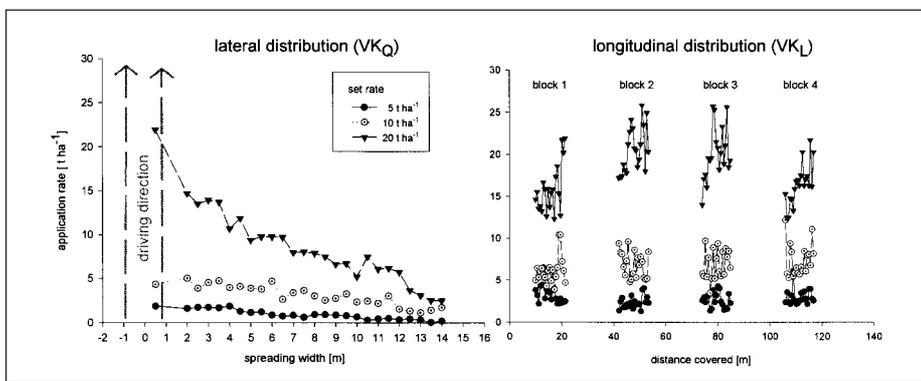


Bild 2: Einseitiges Streubild zur Erfassung der Querverteilung bei unterschiedlichen Ausbringungsmengen (links). Festmistverteilung in Längsrichtung mit DLC-Steuerung in Abhängigkeit von der Ausbringungsmenge (rechts).

Fig. 2: One-sided spreading pattern of lateral distribution with different application rates (left). Manure distribution in longitudinal direction with drive line control, dependent on application rate (right)

bes. Über eine Schnittstelle am Jobrechner können die Daten des Regelprozesses mit einem PC in Echtzeit ausgelesen werden.

$$M_{\text{soll}} = m \cdot v + M_{\text{leer}} \quad (1)$$

$M_{\text{soll}}$  Drehmomentsollwert

$M_{\text{leer}}$  Drehmoment im Leerlauf

$m$  Steigung entspricht einer Kennlinie für die Ausbringungsmenge und Gutart

$v$  Fahrgeschwindigkeit [m/s]

Das Streubild bei der Festmistausbringung wurde in Quer- und Längsrichtung mit Aufschalen aufgenommen. Es wurden drei Ausbringungsmengen (10t ha<sup>-1</sup>, 20t ha<sup>-1</sup>, 30t ha<sup>-1</sup>) ausgebracht, die jeweils mit und ohne DLC-Steuerung geprüft wurden.

Für die Erfassung der Querverteilung wurde das Streubild (einseitig) mit Schalen (50 • 50 • 5 cm), über eine Arbeitsbreite von 14 m in drei Blöcken aufgenommen. Die Längsverteilung wurde auf einer Gesamtlänge von 120 m erfasst. In 4 m und 8 m Abstand zur Fahrspur wurden vier Schalenreihen (Blöcke) aufgestellt, die mit jeweils 20 Schalen (58 • 34 • 11 cm) eine Länge von 12 m hatten.

Als Streugut wurde frischer, nicht homogener Tiefstreuallmist aus einem Stall für Mutterkühe eingesetzt. Die Einstreumenge im Stall lag bei 8 kg Langstroh d<sup>-1</sup>.

## Ergebnisse und Diskussion

Die Variationskoeffizienten der Querverteilung (VK<sub>Q</sub>) lagen in Abhängigkeit von der Ausbringungsmenge zwischen 11,7 % und 16,5 % (Tab. 1). Die Variationskoeffizienten

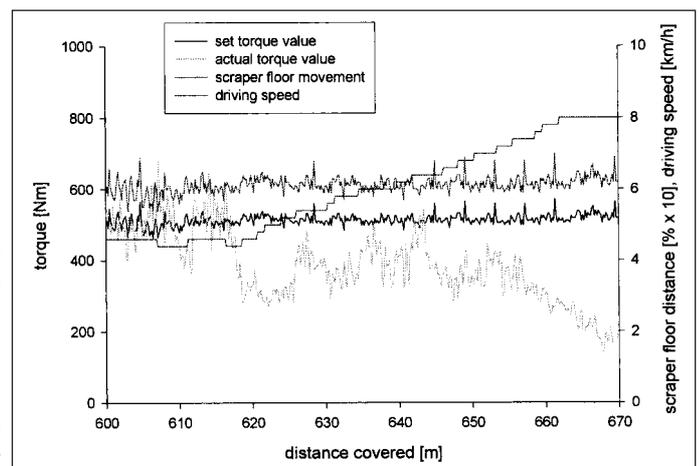
Tab. 1: Variationskoeffizienten der Querverteilung (VK<sub>Q</sub>) und der Längsverteilung (VK<sub>L</sub>) bei unterschiedlichen Ausbringungsmengen

| Menge [t ha <sup>-1</sup> ] | VK <sub>Q</sub> *<br>- | VK <sub>L</sub>         |          |
|-----------------------------|------------------------|-------------------------|----------|
|                             |                        | ohne DLC -<br>Steuerung | mit DLC- |
| 5 t                         | 16,5 %                 | 35,7 %                  | 31,6 %   |
| 10 t                        | 11,7 %                 | 21,6 %                  | 25,1 %   |
| 20t                         | 14,4 %                 | 17,0 %                  | 15,6 %   |

\*berechnet auf 12m Fahrgassenabstand

Bild 3: Funktion der DLC-Steuerung am Ende des Streuvorgangs: Mit abnehmendem Drehmoment wird der Kratzbodenvorschub erhöht.

Fig. 3: Process data of DL control at the end of the spreading process and decreasing bulk density



der Längsverteilung (VK<sub>L</sub>) waren mit Werten zwischen 17,0 % und 35,7 % deutlich höher als bei der Querverteilung. Mit zunehmender Ausbringungsmenge fielen die VK niedriger aus. Anhand der Variationskoeffizienten ist nicht zu erkennen, dass die DLC-Steuerung eine Verbesserung der Längsverteilung (VK<sub>L</sub>) bewirkt hat (15,6 bis 31,6%).

Die einseitig aufgenommenen Streubilder der Querverteilung sind in Bild 2 (links) dargestellt. Die Streuflanken sind bei den Ausbringungsmengen 5t ha<sup>-1</sup> und 10t ha<sup>-1</sup> recht flach ausgeprägt, so dass Überlappungsfehler gering gehalten werden können. Bild 2 (rechts) zeigt die Streubilder der Längsverteilung der Prüfvarianten mit DLC-Steuerung, auf der geprüften Wegstrecke von 120 m. Es ist deutlich zu erkennen, dass die Streuung innerhalb der Versuchsblöcke größer ist als zwischen den Versuchs-

blöcken. Nur bei der höchsten Ausbringungsmenge (20 t<sub>DLC</sub>) ist zwischen den Versuchsblöcken mit durchschnittlich 16 t ha<sup>-1</sup> in Block 1 und Block 4 und 20 t ha<sup>-1</sup> in Block 2 und Block 3 ein Unterschied in den ausgebrachten Mengen zu erkennen.

Die Auswertung der Drehmomentverläufe hat gezeigt, dass nur in einem von sechs Versuchsdurchgängen die Drehmomente von der Sollwertvorgabe abwichen, was die Voraussetzung für das Einsetzen eines drehmomentabhängigen Regelprozesses wäre. Offensichtlich gewährleistet bereits die Bauweise des Streufahrzeuges auch bei weniger homogenen Streugütern eine hinreichend

gleichmäßige Streugutzufuhr und damit ein annähernd konstantes Drehmoment. Weil die Längsverteilung besonders in kleinräumigem Maßstab großen Schwankungen unterliegt, ist es sinnvoll, bei der Prüfung der Verteilgenauigkeit in Längsrichtung wie auch bei der Prüfung der Querverteilung auf Aufschalen zurückzugreifen.

Obwohl in dem vorliegenden Versuch keine Verbesserung der Längsverteilung nachgewiesen wurde, kann mit der DLC-Steuerung die Prozesssicherheit bei der Festmistausbringung deutlich verbessert werden:

- Durch die Streugutvorwahl und die Sollwertberechnung kann die Ausbringungsmenge sehr einfach und reproduzierbar bestimmt werden.
- Die Ausbringungsmengen können durch die DLC-Steuerung auch bei unterschiedlichen Beladungszuständen konstant gehalten werden. Bild 3 zeigt dies anhand von Daten, die am Ende der Entladevorgänge außerhalb der Versuchsreihe aufgezeichnet wurden. Mit abnehmender Schütthöhe wird das Drehmoment auf der Strecke zwischen 620 und 660 m stabilisiert.
- Durch die fahrgeschwindigkeitsabhängige Drehmomentermittlung können mit der DLC-Steuerung Fahrgeschwindigkeitsunterschiede ausgeglichen werden.

Table 1: Coefficient of variation of lateral distribution (VK<sub>Q</sub>) and of longitudinal distribution (VK<sub>L</sub>) with different application rates