

Robin Gebbers

Düngerverteilung: Ableitung von 2D- aus 1D-Streubildern

Zur Simulation von ortsspezifischen Düngemittelapplikationen wird ein zweidimensionales Modell des Streubildes benötigt. Es stellt sich die Frage, wie man mit geringem Aufwand ausreichend genaue Modelle erhält. Kausale Modelle der Düngerverteilung versuchen möglichst alle Faktoren zu beschreiben. Sie werden dadurch relativ komplex und lassen sich daher nur schwer parametrisieren [2]. Weiterhin ist die Messung zweidimensionaler Streubilder aufwändig und wird selten durchgeführt. Üblicherweise werden zur Untersuchungen von Düngerstreuern nur die eindimensionalen Querverteilungen bestimmt [3]. Dieser Artikel stellt eine Methode vor, mit der aus eindimensionalen Streubildern von Zweiseiben-Zentrifugalstreuern zweidimensionale Streubilder abgeleitet werden.

Schlüsselwörter

Düngerstreuer, Simulation, Streubild

Keywords

Fertilizer spreader, simulation, spread pattern

Abstract

Robin Gebbers

Modelling fertilizer distribution: Obtaining 2D from 1D spread patterns

Landtechnik 64 (2009), no. 1, pp. 16 - 17, 2 figures, 3 references

2D spread patterns of centrifugal disc spreaders were modelled by a seven parameter function fitted to 1D lateral distribution

Um die Zahl der Parameter gering zu halten, wird ein phänomenologisches Modell benutzt, welches das Verhalten des Zweiseiben-Düngerstreuers hinreichend genau wiedergibt, ohne dabei die physikalischen Vorgänge nachzuvollziehen. Die Düngerverteilung jeder Streuscheibe wird dazu in die Tangential- und Zentripetalkomponente zerlegt und durch Log-Normalverteilungs-Funktionen beschrieben. Die Formel für die Düngerverteilung im zweidimensionalen Streubild setzt sich somit aus vier Funktionalen zusammen, die jeweils die Zentripetal- und Tangentialverteilung der linken und rechten Streuscheibe modellieren (**Bild 1, oben**): $SB(s, dd, x, y) = ZV_L(s, dd, x, y) \cdot TV_L(dd, x, y) + ZV_R(s, dd, x, y) \cdot TV_R(dd, x, y)$ mit s : Sollwert, dd : Scheibenabstand, x und y : Koordinaten des Streufächers.

Die Zahl der effektiven Parameter beträgt sieben (**Bild 1, unten**). Ihre Schätzung erfolgte durch die Minimierung der quadrierten Differenzen zwischen empirischen Querverteilungen und der aus dem 2D-Modell abgeleitete Querverteilung. Da diese zu

minimierende Funktion nichtlinear ist und viele lokale Minima aufweist, muss ein Verfahren der globalen nichtlinearen Optimierung eingesetzt werden. Die in der „Genetic Algorithm and Direct Search Toolbox“ von MATLAB (R2006a) implementierten Verfahren erwiesen sich als ungeeignet. Erfolgreich war der „Direct Optimizer“ [1], der auf einem modifizierten Hooke-Jeeves-Verfahren beruht. Der „Direct Optimizer“ konvergierte zum globalen Optimum sehr langsam (in 12 bis 24 Stunden), aber relativ zuverlässig.

Ergebnisse

Bild 2 zeigt die Modellierung eines Streubildes aus einer Versuchsserie des Danish Institute of Agricultural Sciences, Research Centre Bygholm, die im Rahmen des Projekts preagro durch H. Skovsgaard und K. Persson unter der Leitung von C. Weltzien durchgeführt wurden [3]. Die effektive Arbeitsbreite soll 18 m betragen. Das Streubild des Düngerstreuers weist systematische, kronenförmige Abweichungen von der optimalen dreieckigen Querverteilung auf. Dies führt zur Überschreitung des Sollwertes (100 %) im Zentrum der Querverteilung und zur Unterschreitung an den Rändern. Das Modell stimmt gut mit den gemessenen Werten überein. Starke Abweichungen gibt es nur im Zentrum der Querverteilung.

Zusammenfassung

Die Parameterschätzung erfolgt durch globale, nichtlineare Optimierung. Die Methode zur Modellierung der 2D-Verteilung benutzt empirisch gewonnene Daten der Querverteilung. Sie ist effizient, weil sie einfach erhältliche Daten der Querverteilung benutzt und lediglich sieben Parameter zur Anpassung benötigt. Die Genauigkeit der Modellierung genügt, um wesentliche Aspekte der ortsspezifischen Düngerverteilung im Feldmaßstab zu simulieren.

Literatur

[1] Kuha, J.: Direct Optimizer Technical Reference. <http://www.directoptimizer.com>, 2004
 [2] Olieslagers, R., Ramon, H., De Baerdemaeker, J.: Calculation of fertilizer distribution patterns from a spinning disc spreader by means of a simulation model. Journal of Agricultural Engineering Research 63, pp. 137-152, 1996
 [3] Weltzien, C.: Kapitel 2. Teilprojekt I-1 Praxiserprobung. In: Manage-

mentsystem für ortsspezifischen Pflanzenbau. Verbundprojekt preagro. Abschlussbericht. Leibniz-Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung (ZALF e.V.), Müncheberg, 2004

Autor

Dr. Robin Gebbers ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. (ATB), Max-Eyth-Alle 100, D-14469 Potsdam, E-Mail: rgebbers@atb-potsdam.de

Bild 1

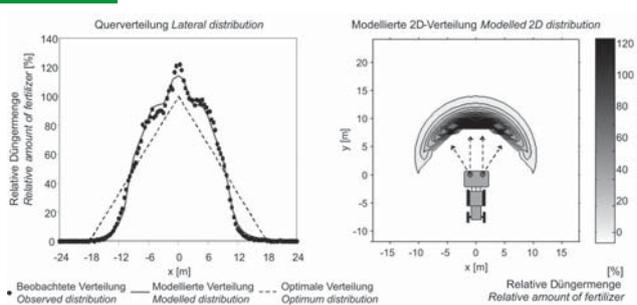
Funktionale Functionals	Linke Scheibe Left disc	Rechte Scheibe Right disc
Zentripetalverteilung Centripetal distribution	$ZV_L(s, dd, x, y) = a_z \cdot \exp(-\ln(2) \cdot \ln(s + (w_L - b_z)(d_z^2 - 1)/(d_z \cdot c_z))^2 \ln(d_z)^2)$	$ZV_R(s, dd, x, y) = a_z \cdot \exp(-\ln(2) \cdot \ln(s + (w_R - b_z)(d_z^2 - 1)/(d_z \cdot c_z))^2 \ln(d_z)^2)$
Tangentialverteilung Tangential distribution	$TV_L(dd, x, y) = \exp(-\ln(2) \cdot \ln(1 + (\alpha_L - b_z)/(d_z^2 - 1)/(d_z \cdot c_z))^2 \ln(d_z)^2)$	$TV_R(dd, x, y) = \exp(-\ln(2) \cdot \ln(1 + (\alpha_R - b_z)/(d_z^2 - 1)/(d_z \cdot c_z))^2 \ln(d_z)^2)$
Wurfweite Spreading range	$w_L = \sqrt{x_L^2 + y^2}$	$w_R = \sqrt{x_R^2 + y^2}$
Wurfrichtung Spreading direction	$\alpha_L = \arctan(y/x_L)$	$\alpha_R = \arctan(y/x_R)$
X-Koordinate der Streuscheibe X-coordinate of the spreader disc	$x_L = -x - 0.5 \cdot dd$	$x_R = x - 0.5 \cdot dd$

Parameter Parameters	Wurfweite Spreading range	Wurfrichtung Spreading direction
Maximale Häufigkeit Maximum frequency	a_z	
Zentralwert Central value	b_z	b_y
Streuung Variation	c_z	c_y
Schiefe der Verteilung Distribution skewness	d_z	d_y

Modell der 2D-Düngerverteilung eines Zweiseiben-Zentrifugalstreuers

Fig. 1: Model of the 2D distribution pattern of a spinner disc spreader

Bild 2



Beispiel für die Ableitung einer 2D- aus einer 1D-Verteilung
 Fig. 2: Example of deriving a 2D- aus einer 1D- lateral distribution