

Erosionsschutz durch abgestimmte Bodenbearbeitungs- und Softwaretechnik

Der präzise Landbau wird bislang mit Einsparung von Produktionsmitteln und Steigerung der Arbeitseffizienz in Verbindung gebracht. Weitgehend unbeachtet und ungenutzt sind die Möglichkeiten im Bereich des Umwelt- und Ressourcenschutzes. Die ortsspezifische Bodenbearbeitung besitzt vielversprechende Lösungsansätze zur Minimierung der Erosionsgefahr auf Ackerflächen. Neben den Anforderungen an die Bodenbearbeitungstechnik, Steuerungssoftware und elektronische Regelung werden hierfür auch zwei Ansätze zur Kartierung der Strohauflage vorgestellt.

MAB Thomas Schüle und Steffen Walther sind wissenschaftliche Mitarbeiter am Institut für Agrartechnik der Universität Hohenheim, Fachgebiet Verfahrenstechnik in der Pflanzenproduktion (Leitung: Prof. Dr. Dr. h.c. K. Köller), Garbenstraße 9, 70599 Stuttgart; e-mail: thomas.schuele@uni-hohenheim.de
 Markus Ströbel ist als Landwirtschaftsmeister dort technischer Angestellter.
 Das Forschungsprojekt wird von der Firma Amazone unterstützt.

Schlüsselwörter

Ortsspezifische Bodenbearbeitung, Bodenbedeckungsgrad, Kamerasystem

Keywords

Site-specific tillage, soil coverage, camera system

Literatur

Literaturhinweise sind unter LT 07419 über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/local/fliteratur.htm> abrufbar.

Bei der Bodenbearbeitung gilt, je flacher die Bearbeitung, desto stärker ist die Mulchauflage und der Schutz vor Erosion. Je tiefer die Bearbeitung, desto besser ist die Strohrötte und die Vermeidung negativer Auswirkungen auf den Feldaufgang der Folgefrucht. Dem Landwirt stellt sich somit die Frage, welche Bearbeitungstiefe die jeweils Beste ist. Unter den Gesichtspunkten des Erosionsschutzes gestaltet sich diese Entscheidungsfindung oftmals sehr schwierig, da viele landwirtschaftliche Flächen Ertrags- und Reliefheterogenitäten aufweisen. Will man den Strohertrag und die Hangneigung berücksichtigen, so ist es erforderlich, unterschiedliche Arbeitstiefen auf der Fläche umzusetzen. Bei manueller Tiefenvariation stößt der Anwender jedoch schnell an Grenzen. Deshalb ist es vorteilhaft, sich der Technik der Präzisionslandwirtschaft zu bedienen.

Neben der Satellitennavigation sind geeignete Entscheidungsmodelle und Regelsysteme am Bodenbearbeitungsgerät erforderlich. Nachfolgend soll an zwei Beispielen für die Bodenbearbeitung ein Überblick über die in Hohenheim verfolgten Strategien zur Erosionsvermeidung gegeben werden.

Anforderungen

Die ortsspezifische Bodenbearbeitung stellt gewisse Anforderungen an die Bearbeitungstechnik. Da zur Vorbeugung von Erosion die Bearbeitungstiefe entsprechend den Parametern Strohmenge und Hangneigung anzupassen ist, muss die Arbeitstiefe elektronisch gesteuert werden können. Bei vielen Bodenbearbeitungsgeräten aus Serienfertigung wird die Arbeitstiefe über Tiefenregulierungsbolzen verändert. Einige Hersteller bieten jedoch auch hydraulische Tiefeneinstellungen an. Diesen Sachverhalt macht man sich zu Nutze, um mit Hilfe einer dafür angepassten Regelung die Arbeitstiefe elektronisch zu variieren. Der Strohertrag wird bereits bei der Ernte erfasst und liegt durch Umwandlung mittels GIS-Software als Rasterkarte vor. Im Gegensatz hierzu wird die Hangneigung online, also während der Bodenbearbeitung, über einen zweiach-

sigen, am Gerät angebrachten Neigungssensor erfasst.

Diese beiden Größen fließen in die Hohenheimer Steuerungssoftware ein, welche eine direkte Verrechnung erlaubt [1]. Vorgegeben wird ein Sollwert für die Bodenbearbeitungstiefe. Ein am Bodenbearbeitungsgerät angebrachter RTK-GPS-Empfänger sorgt für die nötige räumliche Orientierung auf dem Feld und auf der Strohertragskarte. Bei sich ändernden Eingangsgrößen wie Strohmenge und/oder Hangneigung passt sich die Arbeitstiefe nach einem im Vorfeld festgelegten Entscheidungsablauf an (Bild 1). Um etwaige Differenzen zwischen Soll- und Ist-Bearbeitungstiefe zu egalalisieren, erfasst ein potentiometrischer Wegaufnehmer die tatsächliche Arbeitstiefe und berücksichtigt diese innerhalb der Regelung.

Erfassung der Strohauflage

Die Erfassung der Strohauflage basiert in Abhängigkeit der Vorfrucht auf zwei unterschiedlichen Ansätzen. Handelt es sich bei der Vorfrucht um eine Mähdruschfrucht, wird bei der Ernte ein Ertragskartierungssystem verwendet. Über den Kornertrag lässt sich unter Berücksichtigung von Sortenparametern und bekannten Korn-Strohverhältnissen der Strohertrag ausreichend genau errechnen. Die Daten werden an-

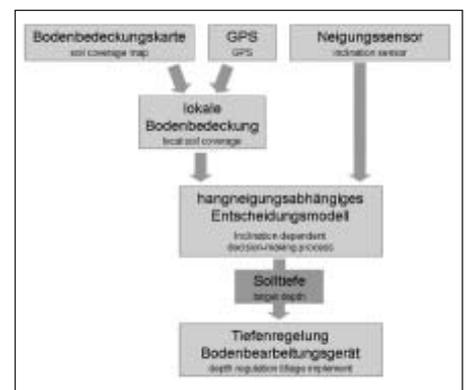


Bild 1: Entscheidungsfindung und Regelung der Bodenbearbeitungstiefe

Fig. 1: Decision making and control of tillage depth



Bild 2: ATV mit RTK-GPS und Kamera-Trägerchassis zur Erfassung der Bodenbedeckung durch Stroh

Fig. 2: ATV with RTK-GPS and camera chassis for the determination of the collection of soil straw coverage



Bild 3: Aufgenommenes Rohbild (Senfstroh)

Fig. 3: Raw picture (mustard straw)

schließlich in ein GIS-Programm importiert und mit dem Kriging-Verfahren interpoliert, um als Rasterkarte ausgegeben zu werden.

Diese Vorgehensweise hat den Vorteil, dass weder zusätzliche Technik, noch eine zweite Überfahrt benötigt werden. Ein weiterer Vorteil ist die dreidimensionale Abbildung der Bodenbedeckung durch Stroh.

Der zweite Ansatz wird angewandt, wenn keine Daten aus der Ertragskartierung vorliegen. Dies ist oftmals im Frühjahr bei der Bodenbearbeitung zu Mais und Zuckerrüben auf abgefrorenen Zwischenfruchtbeständen der Fall. Die Zielvorgabe besteht darin, ein einfaches, funktionales System zur Erfassung der Bodenbedeckung zu entwerfen. Vor diesem Hintergrund fällt die Wahl auf ein Kamerasystem im Kartieransatz. Eine besondere Herausforderung an das Kamerasystem stellen schlecht abgefrorene Zwischenfruchtbestände dar.

Eine aussagefähige Bodenbedeckungserfassung setzt voraus, dass die Strohhalme horizontal erfasst werden. Stehende Halme werden nur teilweise abgebildet und verfälschen den tatsächlichen Wert. Da die Kamera in einem definierten Abstand über der Bodenoberfläche zu führen ist, liegt es nahe, diese in ein Träger-Chassis zu integrieren. Die gewählte Schlittenform ermöglicht es, stehende Zwischenfruchthalme niederzudrücken und ideale Ausgangsbedingungen für eine Bildaufnahme aus der Vogelperspektive herzustellen (Bild 2).

Wechselnde Lichtverhältnisse, die die Bildqualität beeinträchtigen, sind auszuschließen. Um dies zu erreichen, erfolgen die Bildaufnahmen unter Außenlichtabschluss bei definiertem Kunstlicht.

Reflexionsspektroskopische Messungen belegen eine maximale Differenz zwischen Stroh und Boden im Nahinfrarotbereich [2]. Dadurch ergeben sich Möglichkeiten der Optimierung durch Einsatz einer entsprechenden Infrarotbeleuchtung.

Die Wahl fällt daher im Versuchsaufbau der Universität Hohenheim auf eine hochwertige Kamera mit einer Verschlusszeit unter 0,5 ms und starkem Gain (Verstärkungsfaktor), welche auch für geringe, definierte Lichtverhältnissen geeignet ist. Hieraus ergeben sich identische Rahmenbedingungen für die aufzunehmenden Bilder, da die

Strohaufgabe die einzige Variable darstellt. Für die Bildaufnahme wird das Träger-Chassis mit einem ATV, das mit einem RTK-GPS-System versehen ist, in einem Fahrabstand von 6 m über die zu kartierende Fläche gezogen. Das Ergebnis sind georeferenzierte Bilder mit einer Bildfrequenz von 1,5 m (Bild 3). Über eine Pixelzählung nach Grauwerten lässt sich der Bodenbedeckungsgrad für das jeweilige Bild nach der Kartierüberfahrt errechnen. Werden diese Daten in ein GIS-Programm importiert und mit dem Kriging-Verfahren interpoliert, so lässt sich eine aussagekräftige Strohbedeckungskarte erstellen (Bild 4).

Bei höherer Geschwindigkeit besteht die Gefahr der Bewegungsunschärfe, weshalb die Fahrgeschwindigkeit bei der Kartierung 6 km/h nicht überschreiten sollte.

Neben der Erfassung des Bedeckungsgrades vor der Überfahrt eröffnet das Kamerasystem die Möglichkeit, ohne zusätzliche zeitintensive Zählverfahren die nach der Bodenbearbeitung an der Oberfläche verbleibende Strohmenge zu erfassen.

Modifizierte Bodenbearbeitungstechnik

Wie eingangs beschrieben, stellt die ortsspezifische Variation der Bodenbearbeitungstiefe gewisse Anforderungen an die einzusetzende Technik. Grundvoraussetzung ist die elektronische Regulierung der Arbeitstiefe. Für Versuchsanstellungen wurden ein passives und ein aktives Bodenbearbeitungsgerät entsprechend modifiziert. Die Firma Amazone stellte hierfür eine Grubber-Scheibeneggen-Kombination (Centaur 3002) sowie einen Kreiselgrubber (KG 3000 Super) zur Verfügung. Beide Geräte verfügen über eine hydraulische Arbeitstiefenverstellung, der Grubber über das Zinkenfeld und der Kreiselgrubber über die Nachlaufwalze. Auf beiden Geräten kam die beschriebene Regелеlektronik mit entsprechenden Anpassungen an die Eigenschaften des Gerätes zum Einsatz.

Innerhalb der Versuchsanstellungen wurde die Grubber-Scheibeneggen-Kombination im Herbst nach einer flachen Stoppelbearbeitung und der Kreiselgrubber im Frühjahr auf Zwischenfruchtbeständen eingesetzt.

Fazit

Die ortsspezifische Bodenbearbeitung ermöglicht Unterschiede in Relief und Strohertrag zu berücksichtigen, um gezielt der Bodenerosion entgegen zu wirken. Durch die Verwendung von Steuerungssoftware, elektronischer Regelung und hinterlegten Entscheidungsabläufen ist es möglich, Bodenbearbeitungsgeräte, die eine hydraulische Tiefenführung besitzen, einzusetzen.

Neben der Hangneigung ist der Strohertrag die zentrale Stellgröße, um einen geeigneten erosionsmindernden Bodenbedeckungsgrad zu erzielen. Der beschriebene Kameraansatz zur Erfassung der Bodenbedeckung bietet noch Optimierungspotenzial. Durch entsprechende Beleuchtung ließe sich die Verschlusszeit der Kamera nochmals deutlich verringern, wodurch die Bodenbearbeitung nach Strohbedeckung mit Kamera auch im einphasigen Verfahren möglich würde.

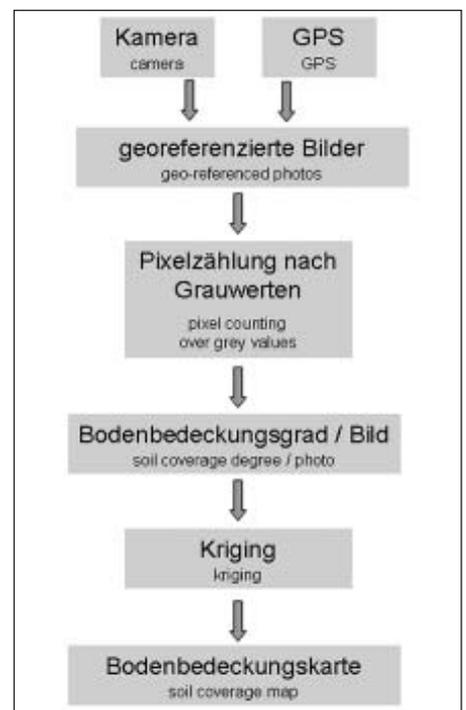


Bild 4: Verfahrensabläufe zur Erstellung der Bodenbedeckungskarte

Fig. 4: Procedure for establishing a soil coverage map