

Regelungsmöglichkeiten in der mechanischen Unkrautbekämpfung

Im ökologischen Landbau ist der Striegel das am häufigsten eingesetzte Gerät zur mechanischen Unkrautbekämpfung in Getreidebeständen. Dessen Wirkung beruht überwiegend auf dem Verschütten der Unkräuter und teilweise auf dem Ausreißen. Arbeitstiefe und Erdbewegung sind von den Bodeneigenschaften und der Striegelintensität (Zinkendruck und Geschwindigkeit) abhängig. Aufgrund wechselnder Bodenverhältnisse, die Unterschiede in der Bodenfestigkeit und der Bestandesentwicklung hervorrufen, eignet sich eine Universaleinstellung nicht für den gesamten Ackerschlag. Ungenügende Unkrautdezimierung und zu Ertragsdepressionen führende Schädigungen können die Folge sein.

Bernhard Engelke ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik (Leiter: Prof. Dr. E. Isensee) der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Max-Eyth Str. 6, 24118 Kiel; e-mail: b.engelke@ilv.uni-kiel.de

Schlüsselwörter

Mechanische Unkrautbekämpfung, teilflächenspezifisch, Striegelintensität

Keywords

Mechanical weed control, site specific, harrow intensity

Literatur

Literaturhinweise sind unter LT 01612 über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/local/fliteratur.htm> abrufbar.

Beim Striegeln von Winterungen im Frühjahr ist bei schlageinheitlicher Striegeleinstellung der Zinkendruck auf sandigen Teilflächen oft zu hoch, so dass Kulturpflanzen geschädigt werden; auf tonigen Teilflächen hingegen aber zu niedrig, um das Unkraut hinreichend zu dezimieren. In Sommerungen entwickelt sich das Getreide auf tonigen Stellen im Jugendstadium langsamer als auf leichteren und ist somit gegenüber mechanischen Eingriffen anfälliger. Die Striegelintensität muss somit den gegebenen Verhältnissen angepasst werden, um gute Striegelegergebnisse zu erzielen. Hierbei müssen Arbeitsgeschwindigkeit und Zinkendruck online derart variiert werden, dass die Unkrautdezimierung möglichst hoch ist und kein zu Ertragseinbußen führender Schaden am Kulturpflanzenbestand (max. 10%) verursacht wird. Zu diesen zählen Pflanzen- sowie Triebreduktionen und Schädigungen wie das Freilegen oder Verletzen der Wurzel durch zu tief arbeitende Zinken.

In Kiel wurde ein automatisiertes Striegelssystem entwickelt, dessen Striegelintensität sich an die wechselnden Verhältnisse anpasst. Hierzu wurden zuerst Striegelversuche in Winterung und Sommerung zur Bestimmung der geeigneten Intensitäten durchgeführt.

Bestimmung geeigneter Striegelintensitäten in Winter- und Sommergetreide

Die Versuche hierzu lassen sich folgendermaßen zusammen fassen:

- Die geeignete Striegelintensität beim Schwarzstriegeln von Wintergetreide im Frühjahr variiert nur in Abhängigkeit der Bodenfestigkeit und nicht in Abhängigkeit der Bestandesentwicklung oder -dichte. Zunehmende Bodenfestigkeit erfordert eine steigende Striegelintensität, also zunehmenden Zinkendruck und abnehmende Geschwindigkeit. Zum Messen der Bodenfestigkeit der oberen Bodenschicht – der ungefähren Arbeitstiefe – bedarf es der Konstruktion eines Bodensensors.
- Die Striegelintensität in Sommerungen hängt nicht von der Festigkeit ab, da die Saatbettbereitung den Acker gleichmäßig gelockert hat. Vielmehr ist sie dem Entwicklungsstadium des Getreidebestandes

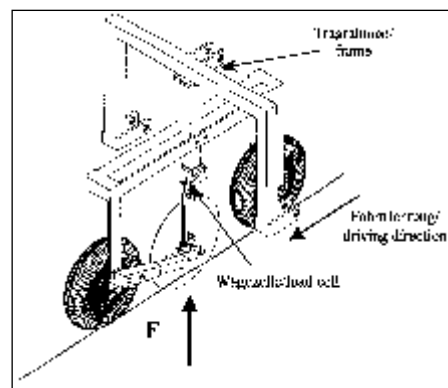


Bild 1: Eindringkraftsensor zur kontinuierlichen Erfassung der Bodenfestigkeit

Fig. 1: Penetration sensor for continuous soil solidity acquisition

anzupassen. Dieses variiert in Abhängigkeit der Bodenverhältnisse. Auf mittleren bis leichten Teilflächen ist Getreide im Jugendstadium infolge des besseren Bodenschlusses und der schnelleren Erderwärmung weiter entwickelt als auf schwereren. Das beste Striegelegergebnis wird erzielt, wenn die Striegelintensität bis zur Toleranzgrenze der Getreideschädigung erhöht wird. Zur Steuerung können Reflexionsensoren eingesetzt werden, falls mit diesen das Entwicklungsstadium des Getreidebestandes ermittelt werden kann.

Bodensensor

Zur Erfassung der Bodenfestigkeit wurde der Eindringkraft-Sensor (EDK-S) konstruiert. Der Tragrahmen des Sensors wird an den Frontkraftheber angebaut. Der Eindringwiderstand des Bodens wird kontinuierlich gemessen. Zwischen den Führungsrädern des Tragrahmens läuft ein Scheibensech mit

Tab. 1: Entwicklungsstadium (EC) von Weizen und IR/R-Index

Table 1: Growth Stage (GS) of wheat and IR/R-index

Striegeltermin	Weizen-EC	IR/R-Index
früh	13	1,5
	15	1,9
spät	22	4,0
	26	7,7

40 cm Durchmesser, das an zwei Anbaupunkten aufgehängt ist. Die Gewichtskraft des Tragrahmens und der Unterlenker von 1280 N verteilt sich auf die Pneus des Tragrahmens und das im Boden in einer definierten Tiefe laufende Scheibensech. Die auf das Scheibensech einwirkende Kraft wird mit einer Wägezelle gemessen.

Reflexionssensoren

Das Prinzip der Reflexion, das Verhältnis von der zurückgestrahlten zu der einfallenden Strahlungsintensität, ermöglicht es, grüne Biomasse quantitativ zu bestimmen. Zur Quantifizierung dient das Verhältnis der beiden Reflexionsgrade infrarot (780 nm) zu rot (680 nm). Der Quotient oder Spektralindex von infrarot durch rot liegt für Boden bei 1,1 bis 1,4, für grüne Pflanzen bei 6 bis 15. Folglich steigt mit zunehmender Entwicklung eines Getreidebestandes der IR/R-Index. Die Unterschiede in der Entwicklung zum erstmöglichen Striegeltermin liegen auf einem heterogenen Schlag zwischen EC 12 und EC 16, zu einem späten zwischen EC 22 und EC 26. Aus den messbaren Unterschieden im IR/R-Index lässt sich das Entwicklungsstadium somit ableiten (Tab. 1).

Installation der automatischen Zinkendruckverstellung

In einen Striegel der Firma Köckerling mit 6 m Arbeitsbreite (4 Striegelfelder á 1,5 m), dessen Zinkendruck über die Stützradverstellung der an Parallelogrammen aufgehängten Striegelfelder verstellt wird, wurden elektronische Verstellaggregate anstelle der zur Verstellung dienenden Spindeln eingebaut.

Steuersystem Striegelintensität

Je nachdem ob Bodenfestigkeit oder Entwicklungsstadium das ausschlaggebende Kriterium zur Steuerung der Striegelintensität sind, bilden der entsprechende Sensor

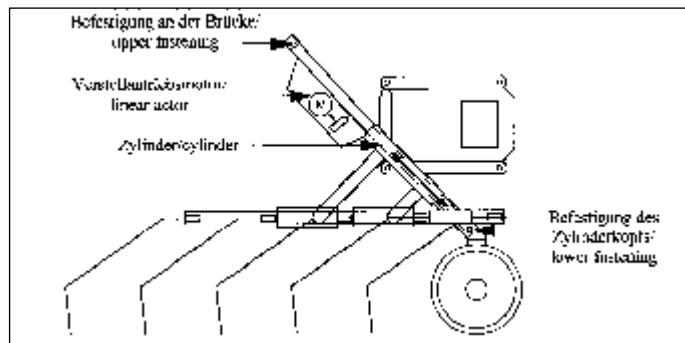


Bild 2: Eingebauter Verstellantrieb zur Zinkendruckverstellung

Fig. 2: Installed linear actuator to adjust the tine force

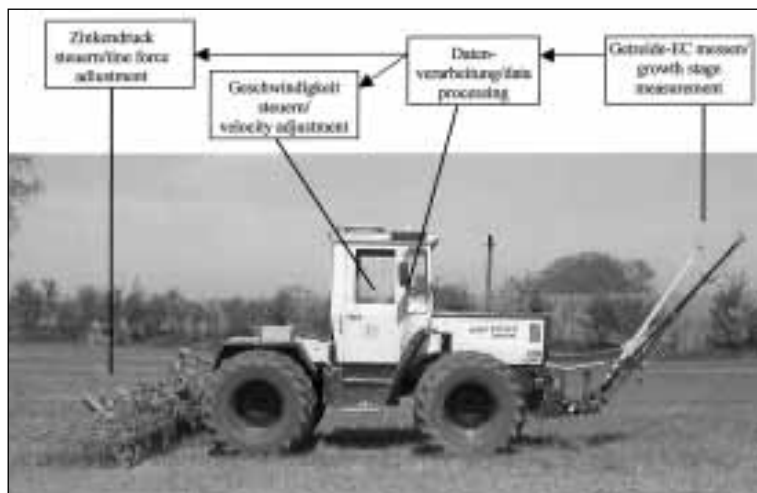


Bild 3: Steuersystem Entwicklungsstadium-Striegelintensität

Fig. 3: Control-system Growth Stage-Harrow intensity

und der Striegel mit Zinkendruckverstellung das Steuersystem

- Bodenfestigkeit-Striegelintensität für Winterungen oder
 - Entwicklungsstadium-Striegelintensität für Sommerungen (Bild 3).
- Der im Frontkraftheber angebaute Sensor erfasst entweder die Bodenfestigkeit oder den IR/R-Index, von dem das Entwicklungsstadium abgeleitet wird. Nach vorheriger Kalibrierung erfolgt dann die Steuerung von Geschwindigkeit und Zinkendruck. Die Kalibrierung erfolgt schlagspezifisch durch den Landwirt.
- In Winterungen wird mit dem Bodensensor die Bodenfestigkeit auf unterschiedlichen Teilflächen gemessen.
 - In Sommerungen wird mit den Reflexionssensoren der IR/R-Index auf unterschiedlichen Teilflächen bestimmt.

Nach guter fachlicher Praxis werden den Teilflächen geeignete Striegelintensitäten zugeordnet, aus denen die Kalibrierung abgeleitet wird.

Die Striegelsysteme wurden im Frühjahr zur Erprobung eingesetzt.

Sommerungen: Die Reflexionssensoren erfassten die infolge der wechselnden Bodenverhältnisse unterschiedliche Entwicklung der Getreidebestände eindeutig. Entsprechend der Kalibrierung wurden alle Teilflächen so intensiv wie möglich gestriegelt, so dass der zu Ertragsdepressionen führende Schädigungsgrad des Getreides fast erreicht, aber nicht überschritten wurde.

Hierdurch wurde das Unkraut auf allen Teilflächen mit dem mechanisch maximal möglichen Eingriff bekämpft.

Winterungen: Unterschiede in der Festigkeit des Bodens, der sich über Winter gesetzt hatte, erkannte das System auf allen Schlägen gut. Durch Steigerung von Zinkendruck und Minderung von Geschwindigkeit konnte somit auf festen Teilflächen, wie Lehmkuppen, die Unkrautreduzierung gegenüber der Universaleinstellung erhöht werden. Auf leichteren Teilflächen wurden die Getreidebestände durch Reduzieren der Striegelintensität nicht unnötigen Belastungen ausgesetzt.

Beispielhaft ist hierfür flächenhaft die gemessene Bodenfestigkeit eines Winterweizenschlages beim Einsatz des Striegelsystems im Frühjahr in Bild 4 dargestellt. Auf den dunklen Stellen wurde mit einer erhöhten, auf den helleren mit einer verminderten Striegelintensität agiert.

Fazit

Um auf allen Teilflächen eines heterogenen Schlages zufriedenstellende Striegelresultate zu erzielen, wurde ein automatisiertes Striegelsystem entwickelt. Die Striegelintensität – Arbeitsgeschwindigkeit und Zinkendruck – wird an die wechselnden Verhältnisse angepasst. In der Winterung richtet sich die Intensität nach der Bodenfestigkeit, in der Sommerung nach dem Wachstumsstadium des Getreides.

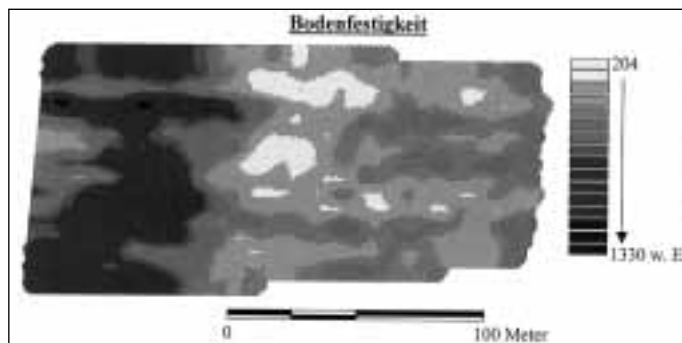


Bild 4: Bodenfestigkeit

Fig. 4: Soil solidity