

# Zum Problem der Genauigkeit beim Anlegen von Regelspuren

Prof. Dr. sc. agr. C. Bernard, KDT/Dipl.-Landw. M. Sünder/Dr. agr. F. Noatsch  
Forschungszentrum für Bodenfruchtbarkeit Müncheberg der AdL der DDR

Auf dem größten Teil der Getreideanbaufläche der DDR werden derzeit bereits Regelspuren angelegt. Sie sollen dem Mechanisator bessere Voraussetzungen zur Einhaltung einheitlicher Abstände der Durchfahrten für die geforderte gleichmäßige Verteilung von Düngern, Pflanzenschutzmitteln sowie Mitteln der biologischen Prozeßsteuerung ermöglichen.

## Was wird von den Regelspuren erwartet?

Bei der Aussaat von Getreide soll gewährleistet werden, daß sich die äußeren Reihen weder überschneiden noch ihr Abstand das Maß von 2 Reihenentfernungen übersteigt. Damit dürfte der Abstand zwischen den Regelspuren nur um etwa  $\pm 12,5$  cm vom Sollmaß abweichen. Um diese hohe Genauigkeit einzuhalten, sind sehr große psychische und physische Anstrengungen des Mechanisators erforderlich. Auch für die Entwicklung entsprechender Automatisierungsmittel ist diese Anforderung ein hoch gestecktes Ziel.

Zur Schonung der Bodenstruktur auf der mit Pflanzen bewachsenen Fläche sollte angestrebt werden, die Regelspuren durchgängig, d. h. möglichst schon unmittelbar nach der Grundbodenbearbeitung, anzulegen. Wegen der großen Schwankungen der Arbeitsbreite des Pfluges können Regelspuren dieser Genauigkeit nicht bei mit diesem Gerät kombinierten Arbeitsgängen angelegt werden, so daß das rationelle und bodenschonende Bestellverfahren der kombinierten Grundbodenbearbeitung, Saatbettbereitung und Aussaat [1] derzeit nicht für die Getreideproduktion empfohlen werden kann, da auch in diesem Fall nicht auf das Anlegen von Regelspuren verzichtet werden darf.

Da die Arbeitsbreiten der Pflanzenschutzmaschinen und Düngerstreuer vom Düsenabstand bzw. von der Streufähigkeit des Mineraldüngers abhängig sind und durch eine zielgerichtete Überlappung sicher doppelt so große Abweichungen toleriert werden können, ist es für eine sinnvolle Festlegung der Forderungen an zukünftige Mechanisierungsmittel wichtig, die bisher erreichte Qualität der Regelspuren zu kennen.

## Wird gegenwärtig mit den Regelspuren das Ziel erreicht?

Zur Bestimmung der Abweichungen des Sollabstands der Regelspuren wurden von 1986 bis 1989 auf willkürlich ausgewählten Getreideflächen in den Bezirken Frankfurt (Oder), Potsdam und Magdeburg die vorhandenen Regelspurabstände mit einem Bandmaß in 20facher Wiederholung gemessen. Im Normalfall traten deutliche Abweichungen des mittleren Regelspurabstands von den theoretisch anzustrebenden Systembreiten 18,0 m oder 18,4 m auf (Tafel 1). Durch veränderte Scharbefestigungen weichen die verwendeten Kopplungswagen mit Drillmaschinen vom technischen Sollmaß (9,2 m) ab. Nachprüfungen in einem Betrieb an einem mit 3 Drillmaschinen A202 bestückten Kopplungswagen T890 ergaben technische Arbeitsbreiten von 9,30 bis 9,35 m, wodurch

von vornherein der Nennabstand der Regelspuren auf 18,84 bis 18,94 m erhöht ist (technologische Arbeitsbreite). Gegenüberstellungen mit den im Feldbestand vorhandenen Regelspuren weisen aus, daß diese großen Abstände nur selten erreicht werden (28 Einzelmessungen). Die Mechanisatoren vermeiden Fehlstreifen. Da sie nicht mit einer Genauigkeit von  $\pm 12,5$  cm fahren können, nehmen sie deutliche Überlappungen in Kauf. Dort, wo große mittlere Abstände gemessen wurden, waren teilweise Fehlstreifen sichtbar (Betriebe 5, 6, 7, 8).

Beim Einsatz mehrerer Kopplungswagen mit Drillmaschinen auf dem gleichen Feld entstehen wegen differierender Arbeitsbreiten dieser Kopplungswagen durch Wechsel der Reihenfolge des Anschlusses der einzelnen Aggregate bereits deutlich zusätzliche Unterschiede im möglichen Nennabstand der Regelspuren.

Trotz des einheitlich ebenen Reliefs treten zwischen den Betrieben 1, 5, 6 und 11 große Unterschiede, ausgedrückt durch Spannweite und Standardabweichung, von der im Betrieb eingestellten Nennarbeitsbreite auf. Hier stellen subjektive Mängel bei der Arbeitsausführung den ausschlaggebenden Faktor dar.

Die ermittelten Zahlen erwecken den Eindruck, als ob in den welligen und kuppigen Lagen stärker auf die Einhaltung des Arbeitsbreitenanschlusses geachtet wird, wodurch die natürlichen Nachteile gegenüber den ebenen Lagen nicht so deutlich zum Ausdruck kommen. Die erreichbare Genauigkeit beim Anlegen von Regelspuren mit Drillmaschinen nach Spurreißeranzeige beträgt im Mittel  $\pm 0,80$  m mit einer Standardabweichung von  $\pm 0,21$  m. Wird eine symmetrische Anordnung [2] der Regelspuren zu den Drillmaschinenumfahrten angewendet, so liegen innerhalb jeder Regelspur 2 Anschlüsse. Der Mechanisator überdrillt im Bestreben, keine Fehlstreifen zuzulassen, im ungünstigsten Fall kurzzeitig 0,40 m, d. h. 3 Reihen. Die auftretenden Ungenauigkeiten erschweren das Einhalten der Regelspur bei allen nachfolgenden Arbeitsgängen. L Überdrillen erfordert unnötige Saatgutauwendungen und führt auf dieser Teilfläche zu überhöhten Bestandsdichten.

Ausgehend von einem entsprechend den durchgeführten Messungen wahrscheinlichen Nennabstand und den technisch projektierten Nennabständen wurden die erforderlichen Fahrstrecken für 1 ha errechnet und auf die 20 Meßpunkte aufgeteilt. Durch

Tafel 1. Vorgefundene Abstände der Regelspuren auf Getreideflächen von Pflanzenproduktionsbetrieben der Bezirke Frankfurt (Oder), Potsdam und Magdeburg

Betrieb	Relief	Mittelwert m	Spannweite m	mittlere Abweichung m	Standard- abweichung m	Standard- fehler %
1	eben	18,68	18,55...18,80 = 0,25	0,059	0,071	0,015
2	kuppiert	18,59	18,40...18,80 = 0,40	0,083	0,105	0,023
3	kuppiert	18,24	17,85...18,48 = 0,63	0,128	0,170	0,038
4	wellig	18,35	17,85...18,80 = 0,95	0,122	0,200	0,044
5	eben	18,86	18,55...19,30 = 0,75	0,173	0,205	0,045
6	eben	18,53	17,70...19,00 = 1,30	0,173	0,262	0,057
7	eben	18,85	18,65...19,30 = 0,65	0,105	0,146	0,034
8	wellig	18,68	18,35...19,05 = 0,70	0,152	0,191	0,045
9	eben	18,07	17,80...18,45 = 0,65	0,175	0,214	0,051
10	eben	18,12	17,60...18,50 = 0,90	0,274	0,321	0,101
11	eben	18,18	17,60...18,70 = 1,10	0,200	0,263	0,062
12	wellig	17,94	17,40...18,55 = 1,15	0,322	0,380	0,089

Tafel 2. Fehlbehandlungsflächen je Hektar bei unterschiedlich unterstellten Nennabständen und den gemessenen Abständen in 12 Betrieben

Betrieb	Summe der Abweichungen bei Nennabständen von					
	18,85 m + m <sup>2</sup>	- m <sup>2</sup>	18,40 m + m <sup>2</sup>	- m <sup>2</sup>	18,00 m + m <sup>2</sup>	- m <sup>2</sup>
1	88,84	-	-	153,49	-	379,06
2	137,90	-	-	103,23	-	328,44
3	321,75	-	86,88	3,79	4,71	141,88
4	269,19	-	50,24	19,00	6,93	197,15
5	41,37	50,66	-	253,97	-	481,86
6	170,61	5,05	25,87	100,91	7,93	306,79
7	26,51	26,51	-	244,50	-	472,14
8	100,19	8,84	1,50	152,42	-	376,46
9	413,40	-	180,56	1,59	30,94	70,26
10	387,25	-	168,44	16,30	36,10	102,77
11	353,63	-	134,32	16,59	16,96	118,78
12	485,76	-	261,12	9,05	111,06	75,59
Summe	2 796,40	91,06	908,93	1 074,84	214,63	1 295,00
$\bar{x}$	233,03	22,76	113,61	89,57	30,66	107,91

Multiplikation dieser Teilstrecken mit den Abweichungen wird näherungsweise die fehlerhaft bestellte Fläche ausgewiesen (Tafel 2). Je Hektar sind danach 233,03 m<sup>2</sup>, 113,61 m<sup>2</sup> und 30,66 m<sup>2</sup> doppelt bzw. 22,76 m<sup>2</sup>, 89,57 m<sup>2</sup> und 107,116 m<sup>2</sup> nicht behandelt.

Die wichtigste Pflanzenschutzmaschine Kertitox Global hat eine Arbeitsbreite von 18 m bei Verwendung von 18 Düsen mit einem Abstand von 1 m. Der Anschluß zwischen 2 Umfahrten wird bei einer Arbeitsbreite von 18 m durch 0,5 m Überlappung von beiden Seiten gesichert. Beim Erhöhen der Arbeitsbreite wird bis auf 18,5 m der Anschlußstreifen mit verringerter Aufwandmenge noch behandelt. Bei größerem Abstand treten unbehandelte Streifen auf.

Für die Kertitox Favorit mit 24 Düsen (Abstand 0,75 m) ist der maximal behandelte Streifen nur noch 18,37 m breit. Würde auf den für eine hohe Arbeitsqualität international verbreiteten Düsenabstand von 0,5 m übergegangen, könnten nur noch 0,25 m über die Nennarbeitsbreite hinaus bearbeitet werden. Beim Unterschreiten der Arbeitsbreiten treten im gleichen Maßstab Doppelhandlungen mit ihren schädlichen Auswirkungen ein.

Während ein Anheben des Spritzbalkens die Arbeitsbreite an den Grenzen nur unter Qualitätseinbußen verbessert, könnten spezielle Außendüsen die Toleranz von Arbeitsbreitenschwankungen erhöhen, soweit das nicht bei Herbiziden wegen eintretender Kulturpflanzenschädigungen ausgeschlossen werden muß.

Die erreichte Genauigkeit bei der Anlage von Regelspuren genügt, wenn man die Spannweite zugrunde legt, nicht für die flächendeckende Behandlung in den Randzonen, und sie ist noch viel weniger für die zukünftigen Pflanzenschutzmaschinen ausreichend. Da die Spannweite von einzelnen Extremwerten der Messungen abhängt, sollte besser von der Standardabweichung ausgegangen werden. Die durch die Standardabweichung ausgedrückte Ungenauigkeit kann durch die Pflanzenschutzmaschinen ausgeglichen werden. Jedoch muß eine starke Verringerung der Anzahl von Extremwerten erreicht werden, wenn die Qualität der Behandlung befriedigen soll.

### Schlußfolgerungen

In den Pflanzenproduktionsbetrieben ist die Vorbereitung der Drillmaschinen auf die Aussaatkampagne mit größter Sorgfalt vorzu-

nehmen, wobei die vorgesehene technische Arbeitsbreite exakt einzustellen ist. Vor allem muß darauf geachtet werden, daß zwischen den einzelnen Drillmaschinen keine Unterschiede in der Arbeitsbreite bestehen.

Bei sorgfältiger Arbeit der Mechanisatoren können mit den gegenwärtig verfügbaren Arbeitsmitteln Regelspuren angelegt werden, die eine Standardabweichung vom Nennabstand haben, die im Bereich von ±23 cm liegt. Extremwerte der Abweichung über 80 cm sind subjektiv bedingt und daher nicht gerechtfertigt.

Automatisierungslösungen für das Anschlußfahren von Drillmaschinen müßten Standardabweichungen < 20 cm sichern und Extremwerte > 50 cm ausschließen.

### Literatur

- [1] Bernard, C.; Noatsch, F.: Geräte zur kombinierten Bodenbearbeitung, Saatbettbereitung und Aussaat. agrartechnik, Berlin 37(1987)3, S. 109–111.
- [2] Bernard, C.: Untersuchungen zur durchgängigen Anordnung von Regelspuren. agrartechnik, Berlin 38(1988)12, S. 542–545. A5847

## Effekte der pfluglosen Bodenbearbeitung in Ungarn<sup>1)</sup>

Dr. I. Vajdai, Agraruniversität Gödöllő (Republik Ungarn)

### 1. Problemstellung

Unter den ertragsbeeinflussenden Faktoren in der Pflanzenproduktion hat die Bodenbearbeitung einen Anteil von 20 bis 25%. Zur Grundbodenbearbeitung können verschiedene Geräte eingesetzt werden. Nicht gleichgültig ist, welcher Aufwand dafür erforderlich ist.

Die Menge des zur Bodenbearbeitung erforderlichen Kraftstoffs kann in einem Betrieb bis zu 40 oder 50% des gesamten Kraftstoffbedarfs erreichen. Faktoren, die den Kraftstoffverbrauch beeinflussen, sind u. a.

- Typ und Relief des Bodens
- physikalischer Zustand des Bodens
- Feuchtigkeitsgehalt des Bodens
- vorangegangene Bodenbearbeitung und vorliegende Bodenstruktur
- angewandte Technologie
- Witterungsbedingungen und -einflüsse
- zur Verfügung stehende Maschinen sowie ihr technischer Zustand
- Qualifikation der Arbeitskräfte.

In den Gebieten des ariden Klimas, zu denen ein Großteil von Ungarn gehört, können Trockenperioden wochen- oder monatelang dauern. Der Dieselkraftstoffaufwand zur Saatbettbereitung ist in solchen Zeiträumen wesentlich höher als auf den feuchteren Böden. Bodenbearbeitungsgeräte, mit deren Hilfe eine bessere Qualität auch unter schwierigen Bedingungen erreicht werden kann, wurden in den letzten Jahrzehnten vielseitig entwickelt. Ihre Flächenleistung ist

gestiegen, und sie arbeiten energieökonomischer.

In Ungarn wird gegenwärtig ungefähr eine Million Hektar energiesparend bearbeitet, und die Forschung konzentriert sich darauf, daß dieses Bodenbearbeitungssystem in größeren Gebieten und mit noch höherer Effektivität angewendet wird.

### 2. Ziel und Methoden der Forschung

Zielstellungen der durchgeführten Forschungsarbeiten waren:

- Darstellung der Effekte beim Einsatz verschiedener pflugloser Bodenbearbeitungsverfahren im Vergleich zu Pflug und Scheibenschälflug, Grubber sowie Bodenlockerungsmaschinen
- Beeinflussung der Bodenstruktur durch die verschiedenen Geräte
- Klärung der direkten und indirekten Wirkung auf verschiedene Pflanzen und ihren Ertrag (Winterweizen, Mais, Zuckerrüben, Erbsen, Sonnenblumen, Luzerne)
- Einsparungen an Dieselkraftstoff
- Ertragssteigerungen und zusätzliche volkswirtschaftliche Einnahmen durch diese Verfahren.

Die Experimente wurden fünf Jahre auf braunen Waldböden, Schwarzerden und Wiesenböden (Parzellengröße 10 ha) mit einer viermaligen Wiederholung in landwirtschaftlichen Großbetrieben durchgeführt. Die Auswertung der Ergebnisse erfolgte mit mathematisch-statistischen Methoden.

### 3. Ergebnisdarstellung

Aus der Menge der Untersuchungen sollen nur die Wechselwirkungen zwischen den

drei folgenden Faktoren dargestellt werden:

- Erhöhung der Bodenfeuchte durch Bodenbearbeitung ohne Pflug
- Kraftstoffeinsparung
- Ertragssteigerungen.

#### 3.1. Bodenfeuchte nach dem Einsatz verschiedener Bodenbearbeitungsgeräte

Der Feuchtigkeitsgehalt des Bodens ist von grundlegender Bedeutung für die Bodenfruchtbarkeit. Er beeinflusst unmittelbar und mittelbar die Luft-, Temperatur- und Nährstoffbedingungen des Bodens bzw. seine biologische Tätigkeit und die Bearbeitungsfähigkeit, aber auch seine Nutzungs- und Ertragsfähigkeit. Es ist deshalb sehr wichtig, die Feuchtigkeit des Bodens zu erhalten und zu erhöhen und sie effektiv durch die Nutzpflanzen zu verwerten.

Die Wirkungen der Bodenbearbeitungsgeräte wurden zu drei Zeitpunkten kontrolliert:

- zwei Wochen nach dem Bearbeitungsbeginn im August
- im September
- im Mai.

Die Ergebnisse sind in Tafel 1 zusammengestellt. Daraus ist ersichtlich, daß die größte Wasserspeicherung bei einer Krumbasislockerung im Vergleich zum Pflugeinsatz eintritt. Mit SD 5% gibt es bei den anderen Bodenbearbeitungsgeräten eine signifikante Differenz bei der Wasserspeicherung sowohl im August als auch im September. Bei den im Mai durchgeführten Messungen ergaben nur die mit dem Krumbasislockerer

1) Fachliche Bearbeitung: Prof. Dr. sc. agr. C. Bernard, KOT