

„Herstellung von Landmaschinen“ konnte im Jahr 1954 ein Diplom-Ingenieur mit 13jähriger Industriepraxis der Sachsenbergischen Fachrichtung Fertigungstechnik gewonnen werden, Oberassistent Dipl.-Ing. Karl Nitsche, der dieses neu in den Studienplan aufgenommene Fach von Grund auf aufbaute. Ihm kommt darüber hinaus das Verdienst zu, die Notwendigkeit der Entwicklung eines einheitlichen ingenieurmäßigen Instandhaltungswesens für die sozialistische Landwirtschaft frühzeitig erkannt, durch intensive Forschungstätigkeit die technisch-wissenschaftlichen Grundlagen dazu geschaffen und durch unermüdete Lehr- und Vortragstätigkeit dessen allgemeine Durchsetzung in der Praxis maßgeblich gefördert zu haben. In seiner im Jahr 1956 begonnenen Forschungstätigkeit, die zugleich zu seiner Promotion führte, befaßte sich Dr.-Ing. Nitsche mit Problemen der planmäßigen vorbeugenden Instandhaltung der Landmaschinen und Traktoren, wobei er beachtliche Verbesserungen vorschlagen konnte. Wenn in jenen Jahren die durchschnittliche Jahresleistung eines Mähdreschers auf das 5fache erhöht werden konnte, so ist eine wesentliche Voraussetzung für diesen Leistungsanstieg die von Dr.-Ing. Nitsche entwickelte Kampagnefestmachung der Landmaschinen. Die unter seiner Leitung entwickelte „Progressive Pflegeordnung für Traktoren“, die er in zahlreichen MTS und RTS erprobt hat, führte zu wesentlichen Senkungen der Instandhaltungskosten, der instandhaltungsbedingten Stillstandszeiten sowie des Ersatzteilbedarfs.

Hervorzuheben sind weiter die Verdienste von Dr.-Ing. Nitsche um die Einführung einer rationellen industriemäßigen Arbeitsor-

ganisation in den Instandhaltungswerkstätten. Das von ihm im Zeitraum 1956/57 entwickelte und gemeinsam mit der MTS Wülknitz und anderen MTS bis zur Praxisreife erprobte stationäre Fließverfahren zur serienweisen Instandsetzung gleichartiger Landmaschinen ermöglichte es, ohne besondere Investitionen unter den Bedingungen der MTS-Werkstätten die Vorteile der rationellen Fließarbeit auszuschöpfen. Es wurde als allgemeine Anweisung an die MTS-Werkstätten im Gesetzblatt Nr. 47 vom 4. Juli 1958 veröffentlicht.

Weiter muß auf die unter Leitung von Dr.-Ing. Nitsche erarbeiteten theoretischen Grundlagen für die Spezialisierung und Kooperation von Instandsetzungsbetrieben hingewiesen werden. Als Hochschullehrer hat Dr.-Ing. Nitsche erstmalig das Lehrfach „Instandsetzung von Landmaschinen“ eingeführt. Mit zahlreichen Beleg- und Diplomarbeiten hat er – meist in unmittelbarer Zusammenarbeit mit der Praxis – zur Klärung instandhaltungstechnischer Probleme beigetragen. Viele seiner zahlreichen ehemaligen Schüler aus dem Institut für Landmaschinentechnik und aus der Abteilung Landtechnik des Industrie-Instituts sind heute in leitenden Funktionen des landtechnischen Instandhaltungswesens tätig und tragen wesentlich zur schnellen Durchsetzung einer industriemäßigen Arbeitsweise auf dem Instandhaltungssektor der Landwirtschaft bei.

Durch viele Veröffentlichungen und Referate, durch seine Mitarbeit in einer Reihe von Ausschüssen, sozialistischen Arbeitsgemeinschaften u. a. hat Dr.-Ing. Nitsche maßgeblich zur Hebung des technischen Niveaus der sozialistischen Landwirtschaft beigetragen. Dr.-Ing. Nitsche wurde am 1. April

1960 mit der Wahrnehmung einer Professur beauftragt und schließlich am 1. September 1966 zum Professor mit Lehrauftrag für Herstellung und Instandhaltung von Landmaschinen berufen. Durch die Auszeichnung mit dem Ehrentitel „Verdienter Techniker des Volkes“ wurden seine großen Verdienste um das landwirtschaftliche Instandhaltungswesen der DDR im Jahr 1961 gewürdigt. Leider wurde seiner hervorragenden Tätigkeit durch seinen Tod am 9. September 1970 ein Ende gesetzt.

Das Institut für Landmaschinentechnik der TU Dresden bestand bis zum 31. August 1968. Seine Tätigkeit wurde danach im Wissenschaftsbereich Landmaschinentechnik der Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik fortgesetzt.

#### Literatur

- [1] Soucek, R.; Hofmann, K.; Ihle, G.; Thurm, R.: 25 Jahre Fachrichtung Landtechnik an der Technischen Universität Dresden, agrartechnik, Berlin 28 (1978) 9, S. 384–386.
- [2] Soucek, R.; Kugler, K.: Erziehung, Aus- und Weiterbildung an der Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik der Technischen Universität Dresden. Dt. Agrartechnik, Berlin 21 (1971) 3, S. 103–107.
- [3] Zehn Jahre Institut für Landmaschinentechnik. Dt. Agrartechnik, Berlin 13 (1963) 10, S. 438–439.
- [4] Archiv der TU Dresden I / 428 / Bl. 1.
- [5] Archiv der TU Dresden I / 192 / Bl. 32.
- [6] Sachsenberg, E.; Osenberg, W.; Gruner, W.: Messung von Arbeitswiderständen und Beanspruchungen. Z. VDI, Berlin 71 (1927) S. 1609; 72 (1928) S. 469.
- [7] Gruner, W.: Versuche über das maschinelle Sägen von Stein mit glattrandigen Stahlbändern und Quarzsand. Band 10 (Steinbearbeitung) der „Berichte über betriebswissenschaftliche Arbeiten“. Berlin: VDI-Verlag 1932. A 3967

## Voraussetzungen für Kontrolle und Steuerung der Bodenbearbeitung

Dr.-Ing. S. Anisch, KDT/Prof. Dr.-Ing. R. Soucek, KDT

#### Verwendete Formelzeichen

D	%	Siebdurchgang, Massenanteil des Feingutes
d	mm	Spaltbreite des Siebes
d'	m $\mu$ m	Korngrößenkennwert
d <sub>g</sub>	mm	mittlerer gewogener Durchmesser eines Aggregatgrößengemisches
$\Delta d_g$	mm	Zerkleinerungswirkung
d <sub>mi</sub>	mm	mittlerer Durchmesser der Fraktion i
h <sub>i</sub>		relative Klassenhäufigkeit
		$(h_i = \frac{m_i}{\sum m_i})$
l <sub>b</sub>	mm	Bissenlänge (Vorschub je Umdrehung)
n		Gleichmäßigkeitskoeffizient
O	m <sup>2</sup> /dm <sup>3</sup>	spezifische innere Oberfläche eines Aggregatgrößengemisches
v <sub>f</sub>	km/h	Fahrgeschwindigkeit
v <sub>u</sub>	m/s	Umfangsgeschwindigkeit
W'	MJ/ha	spezifischer Energieaufwand bei vergleichbarer Arbeitstiefe
W	%	Bodenwassergehalt
k	mm · ha/MJ	Zerkleinerungserfolg
p	g/cm <sup>3</sup>	Lagerungsdichte des Bodens

#### 1. Zielstellung der Bodenbearbeitung

Im komplexen System mit ackerbaulichen und verfahrenstechnischen Maßnahmen hat die Bodenbearbeitung als die gezielte physikalisch-mechanische Einwirkung von technischen Arbeitsmitteln auf den Boden eine wesentliche Bedeutung. Die grundsätzlichen Aufgaben bestehen darin, für das Erhalten und Erhöhen der Bodenfruchtbarkeit

- einen für das Pflanzenwachstum optimalen Bodenzustand herzustellen
- Pflanzenrückstände, organischen und mineralischen Dünger einzuarbeiten
- zur Unkraut- und Schädlingsbekämpfung beizutragen sowie
- die verfahrenstechnischen Voraussetzungen (wie z. B. Befahrbarkeit, Entsteinung, Dammformung für den Kartoffelanbau) zu schaffen.

Die dazu erforderlichen Aufwendungen sollen ein Minimum betragen.

In den entsprechenden Teilverfahren Stoppelbearbeitung, Grundbodenbearbeitung und Saatbettbereitung werden die Operatio-

nen Wenden, Lockern, Mischen, Krümeln, Verdichten und Formen einzeln oder in Kombination ausgeführt. Bereits mit der Verfahrensgestaltung, der zweckmäßigen Auswahl von Geräten, Maschinen und Antriebsmitteln, der Auswahl des Bearbeitungszeitpunkts nach der Zerfallsbereitschaft sowie Befahrbarkeit des Bodens (bei Einhaltung der pflanzenbaulichen Termine) und zweckmäßigen Geräte- und Maschinenkombinationen läßt sich der Aufwand verringern. Zur weiteren Intensivierung sind die für das geforderte Arbeitsergebnis aufzubringenden spezifischen Aufwendungen zu senken durch

- Verringerung der Übertragungsverluste zwischen Energiequelle (Motor) und Arbeitsorganen
- Erhöhung des Nutzteils der an der Wirkpaarung Werkzeug-Boden verbrauchten Energie
- manuelle oder automatische Steuerung der Betriebsparameter der Werkzeuge.

Dazu ist es erforderlich, das Ergebnis der Bodenbearbeitung – vor allem der Saatbettbe-

reitung – mit objektiven Methoden zu messen.

Aus dem Vergleich des erreichten Arbeitsergebnisses mit dem vor der Bearbeitung vorhandenen Zustand und unter Bezugnahme auf die energetischen Aufwendungen läßt sich der Arbeitserfolg definieren. Wenn als Ziel ein maximaler Arbeitserfolg angestrebt werden soll, so bedeutet das: Erreichen des für hohe Erträge erforderlichen Bodenzustands mit den geringsten Aufwendungen.

## 2. Prozeßanalytische Betrachtungen

Im Prozeß der Bodenbearbeitung bewirkt ein Bodenbearbeitungsgerät unter Zuführung von Energie eine Zustandsveränderung des Pflanzenstandorts Boden. Das Arbeitsergebnis (Ausgangsgröße) soll den geforderten Gütemerkmalen [1, 2, 3] entsprechen. Für die Saatbettbereitung sind das

- Zerkleinerung oder größenmäßige Zusammensetzung der Bodenaggregate (Aggregatgrößenzusammensetzung)
- Ebenheit der Bodenoberfläche
- Lagerungsdichte des Bodens
- Dicke der für die Saatgutablage bearbeiteten Schicht (Bearbeitungstiefe).

Weiterhin zu beachten sind die Forderungen von den im Gesamtverfahren nach der Saatbettbereitung noch einzusetzenden technischen Arbeitsmitteln, vor allem die Befahrbarkeit. Bei der Festlegung der Qualitätsparameter für das Arbeitsergebnis müssen die jeweiligen Standortbedingungen und in zunehmendem Maß die kurz- und mittelfristigen Witterungsverläufe einbezogen werden.

Die gegenwärtig in der Landwirtschaft der DDR zur Saatbettbereitung eingesetzten Geräte (passiv, gezogen) ermöglichen in nur beschränkter Weise eine zielgerichtete Änderung oder Korrektur ihrer Betriebsparameter, um sich veränderten Einsatzbedingungen oder von außen wirkenden Störungen anzupassen. Entsprechend den vorliegenden Erfahrungen, den Feststellungen in den Prüfberichten und den Hinweisen in den Bedienanleitungen wird mit der Auswahl von Geräten oder Gerätekombinationen das Arbeitsergebnis auf den unterschiedlichen Standorten im wesentlichen vorbestimmt. Im Prozeß selbst (während des Geräteinsatzes) kann dann nur noch mit der Änderung der Arbeitsgeschwindigkeit ( $\cong$  Fahrgeschwindigkeit) das Arbeitsergebnis in engen Grenzen beeinflusst werden. Genügt es den Anforderungen nicht, ist der Arbeitsgang zu wiederholen oder es müssen andere Geräte zum Einsatz gelangen (Bild 1).

Zur Kontrolle des erreichten Arbeitsergebnisses werden einfache Prüfmethode mit universellen Meßmitteln angewendet. Die Bestimmung der Aggregatgrößenzusammensetzung als wesentlichstes Gütemerkmal für die Saatbettbereitung erfolgt durch visuelles Schätzen des Flächenanteils bestimmter, auf der Bodenoberfläche befindlicher Aggregatgrößen (Tafel 1).

Ausgehend von einem allgemeinen Modell einer nach dem Arbeitsergebnis geregelten Bodenbearbeitungsmaschine (Bild 2) müssen für die Kontrolle sowie für das Steuern und Regeln des Bodenbearbeitungsprozesses vorrangig folgende Voraussetzungen geschaffen werden:

- quantifizierte Kenngrößen für die objektive Beschreibung des Bodenzustands, die sich aus den Ansprüchen der Kultur-

Tafel 1. Auszug aus dem Standard TGL 33738 Gütevorschriften für Arbeiten der Pflanzenproduktion; Arbeitsart: Saatbettbereitung

Gütemerkmale	Richtwerte		Prüfmethode	
Bodenoberfläche eingeebnet, Arbeitsgänge in vorgegebener Arbeitsrichtung ausgeführt	<b>Fruchtart</b> Getreide und Körnerfrüchte Betarüben Kartoffeln	<b>Rauhtiefe</b> in cm	Messen der Rauhtiefe nach der Bearbeitung, visuelle Kontrolle der Arbeitsrichtung	
		$\leq$ 5		
		$\leq$ 4 $\leq$ 6		
Bodenverfestigung, zulässige Spurtiefe der Traktoren bei der Aussaat oder Pflanzung nicht überschritten	<b>Fruchtart</b> Getreide und Körnerfrüchte Betarüben Kartoffeln	<b>Spurtiefe</b> in cm	Messen	
		$\leq$ 6		
		$\leq$ 6		
		$\leq$ 8		
Aggregatgrößenverteilung des Bodens eingehalten	Fruchtart	Aggregatgrößen mm	Anteil %	Gitterrahmen 50 cm x 50 cm auf die Bodenoberfläche legen, Aggregatgrößenverteilung schätzen
	Weizen, Mais, Körnerleguminosen	$\leq$ 10	$\geq$ 40	
		$\leq$ 40	$\geq$ 80	
	Roggen, Gerste, Hafer	$\leq$ 10	$\geq$ 45	
		$\leq$ 40	$\geq$ 90	
	Raps und Feinsämereien	$\leq$ 10	$\geq$ 75	
		$\leq$ 40	$\geq$ 90	
	Betarüben	$\leq$ 10	$\geq$ 50	
		$\leq$ 40	$\geq$ 90	
Kartoffeln	$\leq$ 10	$\geq$ 40		
	$\leq$ 40	$\geq$ 90		
Bodenaggregate > 80 mm dürfen nicht vorkommen				

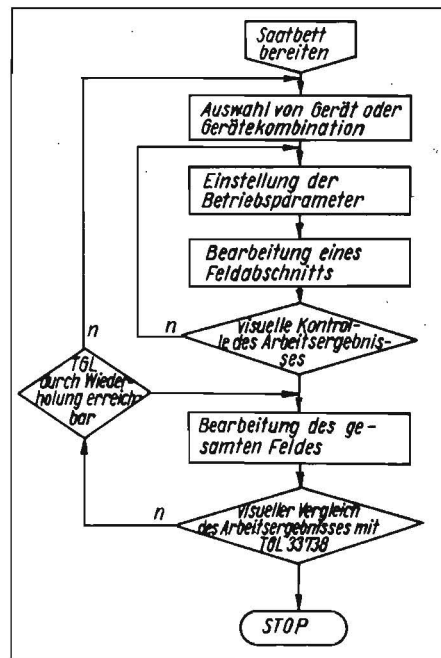


Bild 1. Gegenwärtig üblicher Ablauf der Saatbettbereitung

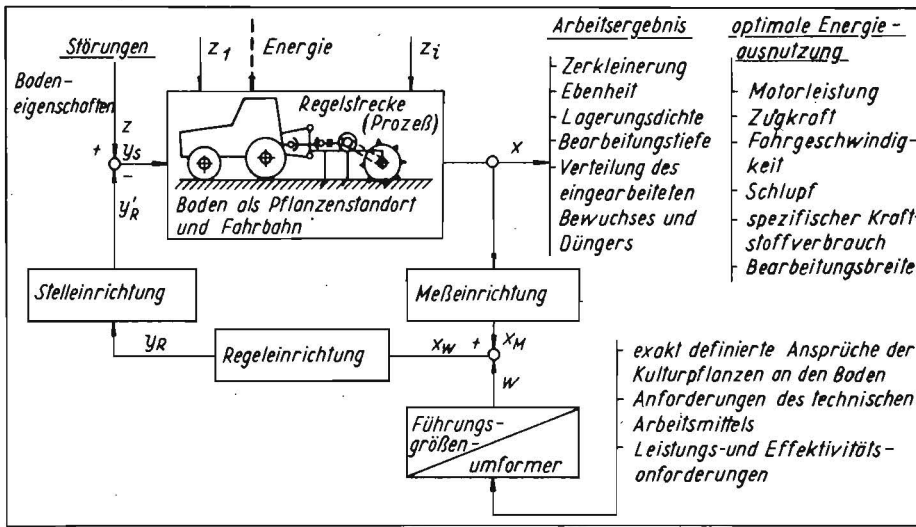
pflanzen und den Anforderungen der technischen Arbeitsmittel ergeben

- ständige Messung dieser Kenngrößen im Prozeß
- Bodenbearbeitungswerkzeuge, deren Arbeitsergebnis über ihre Einstellparameter in dem erforderlichen Maß variierbar ist und die einen hohen Wirkungsgrad der Energieumsetzung aufweisen

- Herstellung eines mathematischen Zusammenhangs zwischen dem Arbeitsergebnis (Ausgangsgrößen) und den Einstellparametern (Eingangsgrößen)
- Nachweis der Wirtschaftlichkeit gesteuerter und geregelter Bodenbearbeitungsmaschinen in neugestalteten Verfahren der Bodenbearbeitung.

## 3. Gesetzmäßigkeit der Bodenzerkleinerung

Für die objektive Beschreibung sowohl des von den Pflanzen geforderten Bodenzustands als auch des Arbeitsergebnisses von Bodenbearbeitungswerkzeugen müssen die Gesetzmäßigkeiten der Bodenzerkleinerung untersucht werden. Auf unterschiedlichen Standorten und nach verschiedenen Werkzeugen oder Werkzeugkombinationen ergeben sich charakteristische Funktionen der Aggregatgrößenzusammensetzung (Bild 3). Das mit einer speziellen Siebmaschine [5, 6] ermittelte Zerkleinerungsergebnis wird zweckmäßigerweise als Funktion des Siebdurchgangs  $D$  über der Spaltbreite  $d$  dargestellt. Deutlich ist die unterschiedliche Zerkleinerungswirkung der mit dem Pflug B 551 eingesetzten Nachbearbeitungswerkzeuge zu erkennen. Das Zerkleinerungsergebnis entspricht auf dem Standort Hadmersleben bereits den Gütevorschriften (ATF) an das Saatbett für bestimmte Pflanzen und übertrifft sie teilweise sogar beträchtlich. Unter den weniger zerfallsbereiten Bodenbedingungen in Beilrode sind noch weitere Arbeitsgänge erforderlich. Es wird aber auch sichtbar, daß die Gütevorschriften (s. auch Tafel 1) von den natürlichen, mit gezogenen passiv rollenden Saatbettbereitungswerkzeu-



gen erzielten Aggregatgrößenzusammensetzungen abweichen. Umfassende Untersuchungen zu den Gesetzmäßigkeiten der Bodenzerkleinerung unter natürlichen Bedingungen sind erforderlich. Sowohl als Steuer- und Regelgröße wie auch für die Bewertung des Zerkleinerungsaufwands sollte zweckmäßigerweise eine einzige Kenngröße verwendet werden. Der Korngrößenkennwert  $d'$ , der sich nach [7] bei dem Siebdurchgang  $D = 100 - 100/e$  ergibt, ist dazu nicht geeignet, da die bisher ermittelten Funktionen nicht dem Gesetz der Hartzzerkleinerung

$$D = 1 - e^{-(d/d')^n} \quad (1)$$

entsprechen.

Die spezifische Oberfläche

$$O = 0,06 \sum \frac{h_i}{d_{mi}} \quad (2)$$

überbewertet kleine und kleinste Teilchen in unzulässiger Weise.

Der mittlere gewogene Durchmesser

$$d_g = \sum h_i d_{mi} \quad (3)$$

wie er auch von Stoppel und Reich [8] verwendet wird, kennzeichnet nur bedingt, nicht reproduzierbar, die unterschiedlichen Gemischzusammensetzungen. Wir die Aggregatgrößenzusammensetzung auf einem Standort vor (I) und nach (II) der Bearbeitung ermittelt oder sind die Gesetzmäßigkeiten der Bodenzerkleinerung bekannt, läßt sich die Zerkleinerungswirkung aus der Verminderung des mittleren gewogenen Durchmessers wie folgt bestimmen:

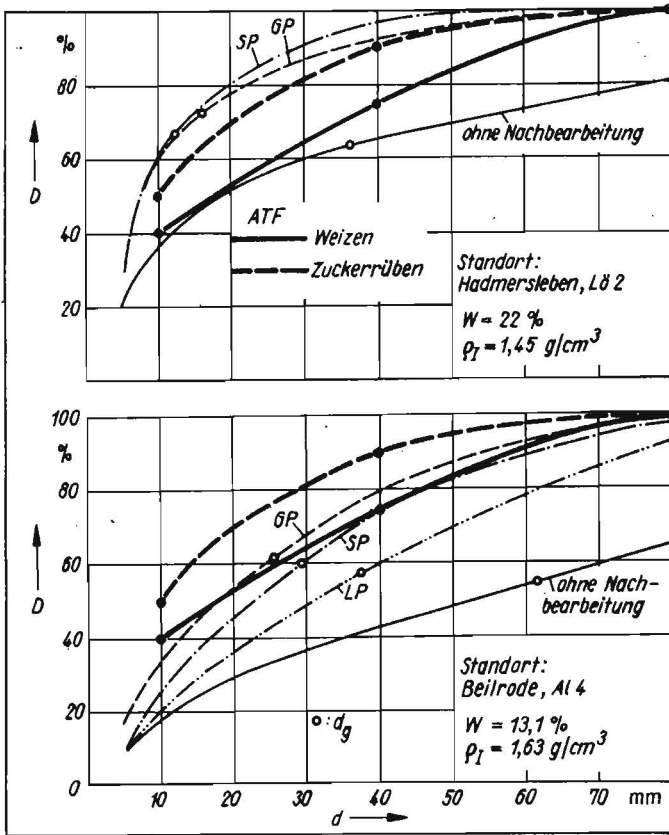
$$\Delta d_g = d_{g(I)} - d_{g(II)} \quad (4)$$

Mit Bezugnahme auf den dazu erforderlichen Energieaufwand ergibt sich der Zerkleinerungserfolg

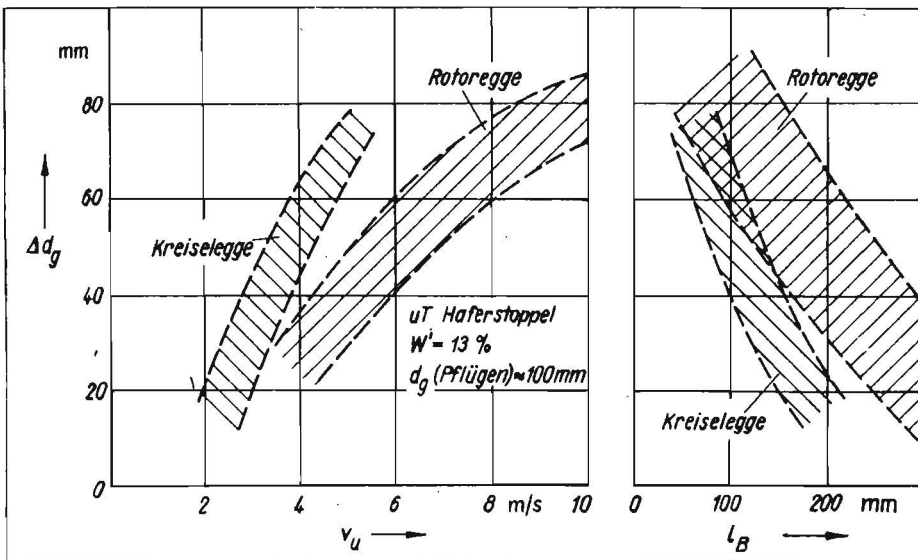
$$\kappa = \Delta d_g / W' \quad (5)$$

Damit ist eine vergleichende Bewertung der zur Bodenbearbeitung und speziell zur Saatbettbereitung eingesetzten Geräte und Maschinen möglich. Hierbei muß beachtet werden, daß das Arbeitsergebnis vor allem den ackerbaulichen Erfordernissen, besonders der von den Pflanzen benötigten Krümelstruktur, entspricht.

Für die ständige Kontrolle im Prozeß der Saatbettbereitung (s. Bild 2) ist eine geeignete Meßeinrichtung zur Kennzeichnung des Zerkleinerungsergebnisses noch zu entwickeln.



**Bild 2** Allgemeines Modell einer geregelten Bodenbearbeitungsmaschine (nach [4]);  $w$  Führungsgröße,  $x$  Regelgröße,  $x_M$  Meßsignal,  $x_W$  Regelabweichung,  $y$  Stellgröße,  $y_R$  Ausgangssignal des Reglers,  $y_S$  Eingangssignal der Strecke,  $z$  Störgröße  
**Bild 3** Zerkleinerungsergebnis beim Pflügen (B 551) mit kombinierter Nachbearbeitung (B 602 mit unterschiedlichen Werkzeugen: GP Gußpacker, LP Linsenspacker, SP Scheibenpacker) auf unterschiedlichen Böden  
**Bild 4** Zerkleinerungswirkung  $\Delta d_g$  aktiv angetriebener Saatbettbearbeitungswerkzeuge in Abhängigkeit von ihren Einstellparametern Umfangsgeschwindigkeit  $v_u$  und Bissenlänge  $l_B$  bei einer Fahrgeschwindigkeit  $v_f = 4,7$  km/h (nach [8])



#### 4. Werkzeuge für gesteuerte Saatbettbereitungsmaschinen

Das gezielte Erreichen des Arbeitsergebnisses erfordert Werkzeuge, die durch Verändern ihrer Einstellparameter den unterschiedlichen Einsatzbedingungen angepaßt werden können. Dabei dürfen sich mehrere kombiniert eingesetzte Werkzeuge gegenseitig nicht beeinflussen. Gezogene passive Werkzeuge, deren Wirkung durch Verändern der Fortbewegungsgeschwindigkeit lediglich in engen Grenzen gesteuert werden kann, sind deshalb wenig geeignet. Aktiv angetriebene Werkzeuge ermöglichen über die Veränderung kinematischer Größen die Steuerung des Arbeitsergebnisses. Sie weisen einen geringen Raumbedarf auf und eignen sich deshalb gut zur Kombination.

Aus Untersuchungen an zapfwellengetriebenen rotierenden Saatbettbereitungswerkzeugen, die Stoppel und Reich [8] nach dem Pflügen auf einem schwer bearbeitbaren Bo-

den (uT) durchführten, wurde die Zerkleinerungswirkung in Abhängigkeit von den Einstellparametern Umfangsgeschwindigkeit und Bissenlänge ermittelt (Bild 4). Sowohl mit der Kreisel- als auch mit der Rotoregge kann das Zerkleinerungsergebnis gesteuert werden. Die sichtbaren Unterschiede im Arbeitsergebnis sind auf die unterschiedliche Einwirkung beider Werkzeuge auf den Boden zurückzuführen, die sich somit auch im Zerkleinerungserfolg (Kreiselegge:

$\kappa \approx 0,15 \dots 0,36 \text{ mm} \cdot \text{ha/Mj}$ , Rotoregge:  $\kappa \approx 0,45 \dots 0,65 \text{ mm} \cdot \text{ha/Mj}$  unterscheiden.

Wird weiterhin vorausgesetzt, daß mit zunehmender Zerkleinerung der Energieaufwand steigt, ergeben sich Möglichkeiten der Energieeinsparung durch die Steuerung nach dem geforderten Arbeitsergebnis in einem bestimmten Toleranzbereich. Sowohl zusätzliche Arbeitsgänge bei Nichterreichen als auch ein Übertreffen der geforderten Zerkleinerung verursachen Mehraufwendungen.

## 5. Zusammenfassung

Für die Kontrolle und Steuerung von Bodenbearbeitungsmaschinen nach ihrem Arbeitsergebnis, das den Anforderungen der anzubauenden Kulturpflanzen an das Saatbett entspricht, sind erforderlich:

- quantifizierte Kenngrößen für die objektive Beschreibung des Arbeitsergebnisses,
- kontinuierliche Messung (Methode und Gerät) dieser Kenngrößen während des Prozesses
- Bodenbearbeitungswerkzeuge mit geringem spezifischen Energie- und Werkstoffaufwand, deren Arbeitsergebnis durch Veränderung ihrer Einstellparameter gesteuert werden kann.

## Literatur

- [1] Kunze, A.; Petelkau, H.: Regeln und Richtwerte für die Bodenbearbeitung als Bestandteil komplexer Verfahren zur Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit. Feldwirtschaft, Berlin 22 (1981) 8, S. 332-334.

- [2] Autorenkollektiv: Regeln und Richtwerte zur Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit. Markkleeberg: agrabuch 1981.
- [3] TGL 33738 Gütevorschriften für Arbeiten der Pflanzenproduktion. Ausg. Jan. 1977.
- [4] Töpfer, H.; Rudert, S.: Einführung in die Automatisierungstechnik. Berlin: VEB Verlag Technik 1982.
- [5] Soucek, R.; Anisch, S.; Büschel, R.: Bestimmung des Zerkleinerungsergebnisses bei der Bodenbearbeitung mit einem Spaltensieb. agrartechnik, Berlin 34 (1984) H. 1, S. 9-11.
- [6] Hillig, U.; Soucek, R.; Anisch, S.: Richtlinie für die Bestimmung der Aggregatgrößenzusammensetzung des Ackerbodens mittels Spaltensieb. Technische Universität Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik, 1983 (unveröffentlicht).
- [7] Rammler, E.: Zur Auswertung der Körnungsanalysen in Körnungsnetzen. Freiburger Forschungshäfte A, 4 (1952) 11, S. 12-22.
- [8] Stroppel, A.; Reich, R.: Vergleichsuntersuchungen an Geräten zur Saatbettbereitung mit zapfwellengetriebenen rotierenden Werkzeugen. Grundlagen der Landtechnik, Düsseldorf 32 (1982) 3, S. 86-95.

A 3929

# Bestimmung des Zerkleinerungsergebnisses bei der Bodenbearbeitung mit einem Spaltensieb

Prof. Dr.-Ing. R. Soucek, KDT/Dr.-Ing. S. Anisch, KDT/Dipl.-Ing. R. Büschel, KDT

## 1. Problemstellung

Die Zerkleinerung von Kluten und Schollen als eine der wichtigsten Aufgaben von Bodenbearbeitungsgeräten wird durch die Aggregatgrößenzusammensetzung des Bodens gekennzeichnet. In Untersuchungen zur Ermittlung des Zerkleinerungsergebnisses [1] wurde bereits darauf orientiert, die Siebanalyse als Meßverfahren im Prozeß von Forschung und Entwicklung beizubehalten. Unter Nutzung der Vorteile der bisher eingesetzten Siebeinrichtungen (Rundlochsieb-satz) entstand ein Spaltensieb (Bild 1).

## 2. Aufbau und Funktion des Spaltensiebs

Das Spaltensieb ist ein Planschwingsieb mit einem geneigt angeordneten ebenen Siebboden. Es kann als Langlochsieb aufgefaßt werden und klassiert die Bodenaggregate nach ihrem kleinsten Durchmesser, der Dicke. In einem fahrbaren Gestell (Rahmen) ist der Siebboden a mit dem Aufgabekasten b auf vier, in der Mittellage senkrecht stehenden Schwingen e gelenkig gelagert. Der Antrieb erfolgt über eine Kurbelschwinge c, d, e manuell oder mit Hilfe eines Hydromotors. An einem Exzenter der Kurbel c läßt sich die Amplitude stufenlos von 0 bis 45 mm einstellen.

Der 520 mm breite Siebboden (Bild 2) besteht aus fünf hintereinander in einer Ebene angeordneten 250 mm langen Siebflächen, deren Spaltbreiten (5, 10, 20, 40, 80 mm) geometrisch gestuft sind, sowie aus dem Überlauf. Er ist um den Winkel  $\alpha = 10^\circ$  zur Horizontalen geneigt (Bild 1). An seiner höchsten Stelle erfolgt die Aufgabe der Bodenprobe aus dem Aufgabekasten b, dessen Anstellwinkel  $\beta$  im Bereich  $0 \leq \beta \leq 15^\circ$  stufenlos verändert werden kann, um den Sieb-

boden mit einer für das Absieben ausreichend dünnen Bodenschicht zu beschicken. Während der Fraktionierung wird das Sieb durch spannbare Ketten g auf dem Feld verankert, damit Horizontalschwingungen des Gestells wegen des noch nicht vorhandenen Masseausgleichs verhindert werden.

Nach der Entnahme einer Bodenprobe aus der bearbeiteten Bodenschicht beginnt die Siebung mit dem Einsetzen des Aufgabekastens in die Halterung am Siebboden. Eine Bedienperson läßt den Siebboden so lange schwingen, bis alle Bodenaggregate den entsprechenden Fraktionen zugeordnet sind. Dabei ist auf eine stetige Aufgabe des Bodens aus dem Aufgabekasten und auf zügige Gleitförderung zu achten. Das in den Siebspalten klemmende Grenzkorn wird mit Hilfe einer Bürste der nächstgrößeren Fraktion zugeordnet.

Die in den Auffangkästen f gesammelten Fraktionsmassen bestimmt man anschließend durch Wägen [2].

## 3. Experimentelle Untersuchungen des Spaltensiebs

Die experimentellen Untersuchungen erfolgten mit den Zielen:

- Bestimmung der optimalen Betriebsparameter, der Einsatzgrenzen und des Gesamtfehlers des Spaltensiebs
- Beitrag zur Klärung der Gesetzmäßigkeiten der Aggregatgrößenzusammensetzung des Bodens auf unterschiedlichen Standorten nach der Bearbeitung mit unterschiedlichen Bodenbearbeitungsgeräten.

### 3.1. Optimierung der Betriebsparameter

Um die Siebung in guter Qualität zu gewährleisten, müssen folgende Parameter aufeinander abgestimmt werden:

- Siebbodenneigungswinkel  $\alpha$
- Amplitude A
- Schwingungszahl des Siebbodens n
- Anstellwinkel  $\beta$  des Aufgabekastens

Bild 1  
Spaltensieb;  
a Siebboden, b Aufgabekasten, c Kurbel, d Koppel, e Schwingen, f Auffangkästen, g Kette mit Spannschloß

