

# Zu einigen Fragen des technischen Standes der Bodenbearbeitungsgeräte in der DDR und deren Weiterentwicklung<sup>1</sup>

Prof. Dr.-Ing. R. Soucek, KDT

Technische Universität Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik

Der Landwirtschaft der DDR ist vom VIII. Parteitag der SED die Aufgabe gestellt worden, in Zukunft die Bevölkerung noch besser mit Nahrungsmitteln und die Industrie mit Rohstoffen aus der eigenen landwirtschaftlichen Produktion zu versorgen. Grundlage dafür sind stetige und steigende Erträge in der Pflanzenproduktion. Um das der Pflanze durch die Züchtung vermittelte Ertragspotential in hohem Maße zu erreichen, ist neben der mengenmäßigen Versorgung mit Wasser und Nährstoffen die Bearbeitung des Bodens als Pflanzenstandort von ausschlaggebender Bedeutung.

Gleichzeitig mit der Intensivierung der Pflanzenproduktion sind die Arbeitsproduktivität zu steigern und die Erzeugniskosten zu senken.

## 1. Forderungen an die Bodenbearbeitungsgeräte

Unter den genannten Voraussetzungen werden in der DDR die Bodenbearbeitungsmaßnahmen nicht einseitig auf eine nur nach ökonomischen Gesichtspunkten bewertete Minimalbodenbearbeitung, sondern gleichzeitig auf einen hohen Pflanzenertrag ausgerichtet. Erhaltung und Steigerung der Bodenfruchtbarkeit sind oberstes Ziel. Unter unseren maritimen Klimabedingungen wird von den Bodenbearbeitungsmaßnahmen allgemein gefordert, daß ein gegebener Boden zum gewünschten Zeitpunkt mit möglichst geringem Aufwand in den für die anzubauende Kulturpflanze günstigsten strukturell-physikalischen Zustand überführt wird. Je nach Ausgangszustand des Bodens und dem geforderten Endzustand sollen die Werkzeuge den Boden zerkleinern, wenden, lockern, mischen, einebnen oder verdichten. Wesentlich für die Arbeit der Werkzeuge von Bodenbearbeitungsgeräten ist, daß die Größe der Bodenteilchen, der Mischeffekt und der

Verdichtungsgrad über dem Bodenquerschnitt, vor allem über der Arbeitstiefe, nicht konstant sind, sondern je nach Pflanzenart und Standortbedingungen ein bestimmtes Verteilungsbild aufweisen sollen. Nach den bisher üblichen, vorwiegend subjektiven Beurteilungskriterien für die Wirkung der Bodenbearbeitungswerkzeuge ist der Versuch, aus ackerbaulicher Sicht objektive Kriterien abzuleiten, sehr zu begrüßen /1/ (Tafeln 1 und 2).

Die genannten Bodenbearbeitungsmaßnahmen werden gegenwärtig in der DDR zum überwiegenden Teil mit nur wenigen standardisierten, nach dem Baukastenprinzip aufgebauten Geräten durchgeführt. Die Kenntnis dieser Geräte — Pflüge, Grubber, Eggen, Walzen und Schleppen, einzeln und in Kombinationen auch mit dem Kopplungswagen — kann an dieser Stelle vorausgesetzt werden.

## 2. Einige Probleme der technischen Weiterentwicklung von Bodenbearbeitungsgeräten

Die meisten Autoren geben drei mögliche Wege zur Steigerung der Leistung und Senkung der Kosten für den Geräteeinsatz an

- Erhöhung der Arbeitsbreite
- Erhöhung der Arbeitsgeschwindigkeit
- Kombination der zu einem agrotechnischen Termin bisher getrennt ausgeführten Arbeitsgänge zu weniger Arbeitsgängen, im Extremfall zu einem Arbeitsgang.

Die Arbeitsbreite von konventionellen Pflugkonstruktionen erreicht unter unseren Bedingungen gegenwärtig mit dem Pflug B 500 bei 2,8 m eine Grenze. Unebenheiten im Bodenprofil und die starre Anordnung der Pflugkörper können bereits zu schädlichen Schwankungen der Arbeitstiefe führen. Die Staffelung der Pflugkörper bedingt eine Transportlänge des Pfluges von 11,3 m, die unter unseren Wege- und Straßenverhältnissen trotz Hinterradlenkung nur eine Transport-

<sup>1</sup> Überarbeitetes Manuskript eines Vortrags, der auf der Konferenz „Gegenwärtige Probleme und Maschinen für die Bodenbearbeitung“ vom 3. bis 5. Oktober 1973 in Russe, VR Bulgarien, gehalten wurde

Tafel 1. Bodenbearbeitung — Aufgaben, Anforderungen und derzeitiger Geräteeinsatz

|                                     | Stoppelbearbeitung  | Grundbodenbearbeitung <sup>1</sup><br>Saatzfurche  | Herbstfurche  | Saatbettbereitung   |
|-------------------------------------|---|--|---|---|
| Aufgaben                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>— Schaffen einer Mulchschicht als Verdunstungsschutz,</li> <li>— mechanisches Bekämpfen von Unkraut</li> <li>— Einleiten der Strohverrottung</li> <li>— Einmischen von organischem und Mineraldünger</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>— Lockern und Krümeln</li> <li>— Einebnen der Oberfläche</li> <li>— Wenden des Bodens und Unterbringen von Pflanzenrückständen, Unkraut, organischem und Mineraldünger</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>— Lockern des Bodens zum Aufnehmen und Speichern der Winterniederschläge und zum Einwirken des Frostes</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>— flaches Lockern und homogenes Krümeln auf Saattiefe (Einschränken der Verdunstung)</li> <li>— partielles Verfestigen in Zone der Saatgutlage zur Keimförderung</li> <li>— geringe Spuranteile</li> </ul>   |
| Verfahren — Anforderungen<br>Geräte | <ul style="list-style-type: none"> <li>— Scharfpflüge B 200/201; B 500/501 für Hangeinsatz bis 12%</li> <li>— Scheibenschälflug ETB 18 24 oder Scheibenegge BDT-7 und B 355</li> <li>— Schälteufe 8...15 cm oder Saatzfurche 15...20 cm</li> <li>— Verfahren nur wirkungsvoll, wenn sofort nach der Ernte, Strohräumen oder Häckseln</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>— Furchentiefe 15...20 cm Kluten &lt;8 cm, geringe Hohlräume</li> <li>— Stroh, organischen Dünger und Bewuchs vollständig unterbringen, keine Anhäufungen</li> </ul>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>— Scharpflug B 010 für Hangeinsatz</li> <li>— Furchentiefe 20...30 (35) cm</li> <li>— Vermeiden von Verdichtungs- zonen durch unterschiedliche Bearbeitungstiefe für Hackfrüchte und Sommergetreide</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>— Saatbett ohne Pflügen nur, wenn nach der Ernte günstiger Bodenzustand vorliegt (geringe Pflanzenrückstände und Schadensspuren, lockere Krume)</li> <li>— Schleppe B 327</li> <li>— Eggen B 321, B 324, B 359, B 361</li> <li>— Feingrubber B 231</li> <li>— Grubber B 245, B 255</li> <li>— Scheibenegge B 355, B 492, B 493</li> <li>— Walzen B 456, B 459, B 435, B 503</li> </ul> |
| Einfluß-<br>faktoren                | Bodenart (Standort), Feuchtigkeit und Strukturzustand, Vorfrucht/Nachfrucht, Unkraut- und Schädlingsbesatz, einzubringende Pflanzenrückstände, organische und Mineraldünger, Termin der Bearbeitung   |  |   |   |

<sup>1</sup> ohne Verfahren zur Krümentvertiefung

Tafel 2. Anforderungen an das Saatbett nach Kunze /1

|  | Wintergetreide                                     | Sommergetreide                            | Zuckerrüben                                   | Kartoffeln                                    |
|--|--|---|---|---|
| Ebenheit (max. zul. Niveauunterschied auf 150 cm Breite quer zur Bearbeitungsrichtung) | cm 4   | 3   | 2   | 5   |
| max. zul. Rückstandsbesatz im Saatbereich (Trockenmasse)                               | $\frac{dt}{ba}$ 15                                 | 10  | 5   |   |
| max. zul. Spurtiefe nach der Bestellung zwischen den Reihen                            | cm 5   | 4   | 3   |   |
| Saat- bzw. Pflanztiefe   | cm $3 \pm 1$<br>Roggen $2 \pm 0,5$                 | $3 \pm 1$                                 | $3 \pm 0,5$                                   | $7 \pm 2$                                     |
| Saatbettdichte <sup>1</sup>  | $\frac{g}{cm^3}$ 1,35...1,55                       | 1,28...1,55                               | 1,35...1,55                                   | 1,25...1,45                                   |
| Gesamtporenvolumen <sup>1</sup>  | % 40,0...47,5                                      | 41,5...50,5                               | 41,5...47,5                                   | 44,0...51,5                                   |
| Aggregatgrößenverteilung im Saatbett <sup>1</sup>                                      | mm <10 10...40 40...60<br>% 40...70 25...40 5...25 | <10 10...40 40...60<br>40...70 20...45 10 | <10 10...40 40...60<br>50...80 15...40 5...10 | <10 10...40 40...60<br>40...60 30...50 5...10 |
| Flächenanteil obenaufliegender Bodenaggregate <sup>1</sup>                             | % 45 25...35 20...30                               | 55...70 25...35 5...10                    | 70...75 20...30 0...5                         | 60...75 20...30 5...10                        |

<sup>1</sup> von Standortbedingungen stark abhängig

geschwindigkeit von 10 km/h zuläßt. Die Kombination mit angehängten Geräten zur Saatbettbereitung ist bei dieser Breite und Länge vor allem auch wegen des hohen Aufwands für das Umrüsten zum Transport kaum noch möglich. Für die weitere Steigerung der Arbeitsbreite von Pflügen sind deshalb neue konstruktive Lösungen erforderlich.

Verbesserungen sind durch unterschiedliche technische Lösungen angestrebt worden, die wegen erhöhten Herstellungsaufwands oder wegen eingeschränkter Funktionsfähigkeit noch nicht praxiswirksam sind. Solche Lösungen können z. B. sein:

- Aufgliederung des Pflugrahmens in gelenkig verbundene Sektionen, die zum Transport eingeschwenkt werden können
- Bodenkopierung durch einzeln oder in Sektionen an einem starren Rahmen angelenkte Pflugkörper
- Verkürzen der Baulänge durch engere Staffelung der Pflugkörper zum Kurz- oder Parallelpflug. Das soll durch neue geometrische Formen des zu weudenden Bodenbal-

kens und des Pflugkörpers (Pflüge von Huard, Krupp) (Bilder 1 bis 4) oder durch aktiv angetriebene, wendende Werkzeuge ermöglicht werden.

Kopplungseinrichtungen haben es bisher ermöglicht, die Arbeitsbreite von solchen Geräten an die leistungsstarken Traktoren anzupassen, die mit parallel zur Fahrtrichtung angeordneten Werkzeugen ausgerüstet sind. Aber auch hierbei sind die Grenzen aus der Sicht der Transportbedingungen, der Feldgrößen und der Geländegestaltung abzusehen.

Während die veränderliche Arbeitsweise eines Geräts durch Kombination gleichartiger Werkzeuge keinen Einfluß auf die Arbeitsqualität und den Energiebedarf des Einzelwerkzeugs hat, werden diese Größen durch die Arbeitsgeschwindigkeit maßgeblich beeinflußt. Die bekannten Werkzeuge arbeiten bei konstanten Konstruktionsparametern nur in einem engen Bereich der Arbeitsgeschwindigkeit optimal. Die Geschwindigkeit des Arbeitswerkzeugs hat bedeutenden Einfluß auf das im Boden entstehende Spannungsfeld und die daraus resultierenden Effekte, vor allem aber auf die Be-

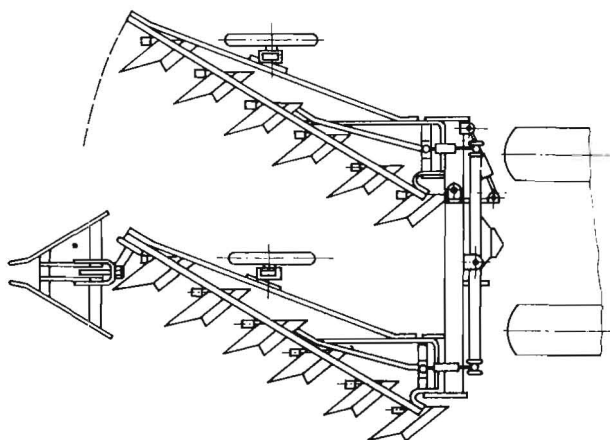
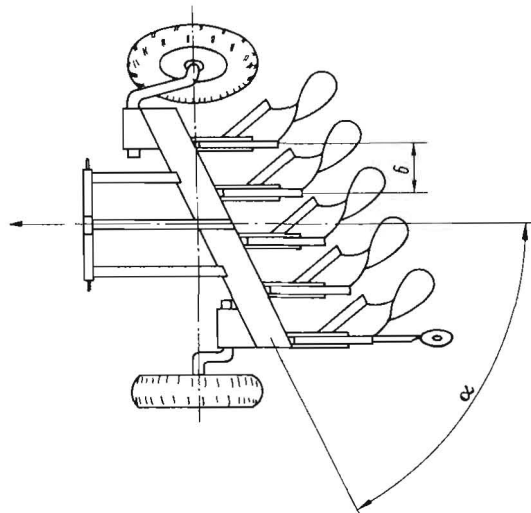


Bild 1. Scharschälflug mit großer Arbeitsbreite (ČSSR-Patent PV 8322-69, DDR-Patent WP A 016/151 998)

Bild 2. Kurzflug nach DDR — Patent WP 45n/125/226



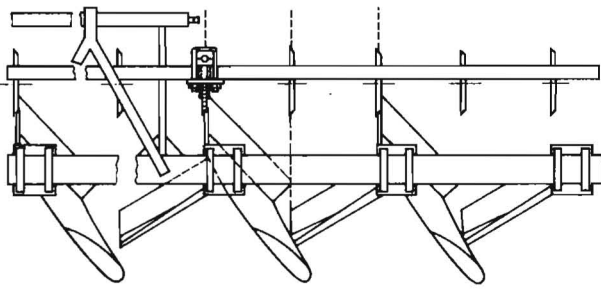


Bild 3 ▲  
Parallelpflug nach  
DDR-Patent  
WP 45a/134 662

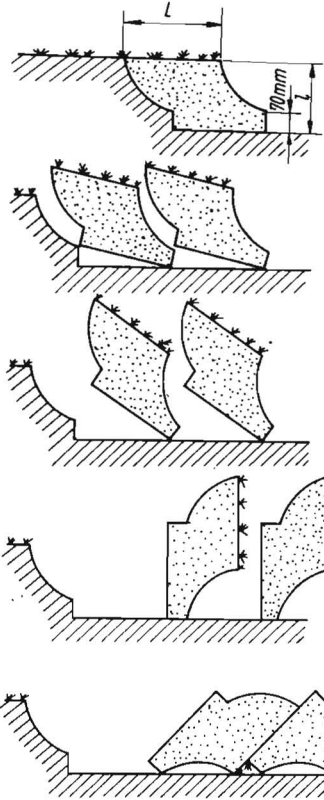


Bild 4  
Arbeitsprinzip des  
französischen  
Pfluges von  
HUARD [2]

schleunigung des Bodens und die damit zusammenhängenden Wirkungen, wie z. B. Zerkleinerungs- und Mischungseffekt sowie die Kräfte. Die weitere Erhöhung der Arbeitsgeschwindigkeit auf der Grundlage bekannter konstruktiver Lösungen wird einerseits wegen des progressiven Anstieges der Beschleunigungskräfte oder des größeren Bauaufwands für die Konstruktion, z. B. Abmessungen der Schnelppflugkörper, immer schwieriger. Andererseits erfordert in Zukunft die Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit nicht mehr nur die Anpassung der Konstruktionsparameter der Werkzeuge, sondern auch verbesserte Arbeitsbedingungen für die Bedienungsperson. Automatische Lenkung und Kontrolleinrichtungen sind erste Schritte dazu.

Eine weitgehende Lösung der bisher genannten Probleme wird in der gegenwärtig zunehmenden Entwicklung von Kombinationen zur reinen Bodenbearbeitung, besonders aber zur Saatbettbereitung, Aussaat, Düngung und für den Pflanzenschutz gesehen [3], [4]. Neben den damit zu erwartenden konstruktiven und ökonomischen Vorteilen sind vor allem wesentliche agrotechnische Vorteile, wie geringerer Anteil von Fahrspuren und Wendezeiten, höhere Arbeitsproduktivität und die Einhaltung agrotechnischer Termine, von Bedeutung.

Der Einsatz einiger eingangs genannter Geräte als Kombinationen, z. B. Pflug mit angehängter Walze oder Egge oder die Kombination von Grubber und Egge im Kopplungswagen, sind noch nicht als Bodenbearbeitungs- oder Bestell-

kombinationen anzusehen, wie sie gegenwärtig international angestrebt werden. In dieser Richtung sind zur Erfüllung der agrotechnischen Forderungen noch zahlreiche Probleme zu klären. Unter den Bedingungen des Übergangs zu industriemäßigen Produktionsmethoden in der sozialistischen Landwirtschaft sollte die technische Lösung für die Kombinationen nicht in einer losen Aneinanderreihung einzelner Geräte, sondern in einer organischen Einheit von Funktionselementen bestehen, die dem jeweiligen Einsatzzweck entsprechen. Bei dem gegenwärtigen und zukünftigen Stand der verfügbaren Antriebsquellen und der geforderten Arbeitsproduktivität sind beim Konzipieren solcher Aggregate von vornherein wieder die mögliche Arbeitsbreite und die Transportbedingungen in Einklang zu bringen. Auf die auch in diesem Zusammenhang notwendige Entscheidung für eines der drei möglichen antriebstechnischen Grundprinzipien — selbstfahrendes Aggregat, gesamte Antriebsleistung von einem Standardtraktor oder Teilleistung durch Traktor und Aufbaumotor — soll in diesem Zusammenhang nur hingewiesen werden.

Bei einer Kombination mit Werkzeugen der Grundbodenbearbeitung zur Saatbettbereitung werden diese Werkzeuge die Hauptverbraucher der Antriebsenergie sein und damit die mögliche Arbeitsbreite bestimmen. Ob dies, wie aus der Literatur verschiedentlich hervorgeht, wegen der dann eingeschränkten Arbeitsbreite der gleichzeitig eingesetzten Baueinheiten für die Aussaat, Düngung und den Pflanzenschutz als Nachteil gegenüber der großen Arbeitsbreite von Einzelgeräten anzusehen ist, muß noch nachgewiesen werden.

Der konventionelle Pflugkörper ist wegen der gestaffelten Anordnung kaum in eine solche Konzeption einzuordnen. Der Ausweg wurde allgemein im Einsatz von aktiv angetriebenen Werkzeugen und speziell in der Bodenfräse gesehen, da diese, quer zur Fahrtrichtung angeordnet, nur eine kurze Baulänge erfordert. Abgesehen von dem höheren spezifischen Gesamtenergiebedarf gegenüber dem Pflug und passiven Werkzeugen für die Oberflächenbearbeitung ist die Fräse mit den z. Z. bekannten Werkzeugen auch aus anderer Sicht nur bedingt einsetzbar. Zur Saatbettbereitung ist auch dann eine wendende Bodenbearbeitung erforderlich, wenn Bewuchs oder organische Rückstände in den Boden eingebracht werden müssen. Die Fräse ist z. Z. nicht in der Lage, diese organische Substanz durch Wenden oder Einmischen so in den Boden zu bringen, daß eine einwandfreie Saatbettoberfläche als Grundlage für höchste Erträge erzielt wird. Ihr Einsatz zur unmittelbaren Saatbettbereitung ist deshalb auf relativ bewuchsfreie Flächen und mittelschwere bis schwere Bodenarten beschränkt, auf denen passive Werkzeuge keinen befriedigenden Arbeitserfolg erreichen. Aus diesen Gründen und wegen der eingeschränkten Vorschubgeschwindigkeit gegenüber passiven Werkzeugen sind Bodenfräsen in der Landwirtschaft der DDR bisher kaum eingesetzt worden. Es ist jedoch zu bemerken, daß auf der Konferenz in Russe mehr als die Hälfte der gehaltenen Vorträge entweder direkt der Entwicklung und dem Einsatz von Bodenfräsen gewidmet waren oder den Fräseninsatz mit behandelten. Allgemein wurde der Bodenfräse eine steigende Bedeutung beigegeben, vor allem, wenn die organischen Rückstände mit Chemikalien beseitigt werden.

Die bisher aufgezeigten Schwierigkeiten und Grenzen, die der weiteren Entwicklung von Bodenbearbeitungsgeräten entgegenstehen, zeigen deutlich, daß außer den eingangs genannten drei Möglichkeiten — Arbeitsbreite, Arbeitsgeschwindigkeit und Kombination — ein weiterer wesentlicher Weg genannt werden muß: Die Entwicklung neuartiger Bodenbearbeitungswerkzeuge, die hinsichtlich Arbeitsgeschwindigkeit, Arbeitsqualität, Energieaufwand und Einordnung in neue Konstruktionslösungen Vorteile bringen. Die Patentliteratur und das Schrifttum zeigen, daß in dieser Richtung viel getan wird, Erfolge für die Praxis aber nur schwer zu erreichen sind. Von der landtechnischen Forschung sind deshalb auf dem Gebiet der Werkzeugentwicklung umfangreiche Aufga-

(Schluß auf S. 29)

schwindigkeit im untersuchten Bereich von etwa 3 bis 15 km/h eine progressive Zunahme — wie für den spezifischen Zugwiderstand der Streichblechpflugkörper-Varianten — als tatsächlich vorhanden angenommen werden. Die Streuungen der Stichprobenmittelwerte um die geschätzten Parabeln weichen im Durchschnitt aller Messungen nicht auffällig voneinander ab. Daß diese Annahme berechtigt ist, bestätigt die grafische Darstellung der Lage sämtlicher auf dem Boden 3/71 bzw. 4/71 für die Rollenpflugkörper-Variante 30 ZR erhaltenen Stichprobenmittelwerte zur daraus berechneten Regressionskurve (Bild 1).

Diese Aussagen sind nicht absolut. Sie gelten für die Bedingungen (Anzahl und Art der Boden- und Pflugkörper-Varianten, Anzahl und Größe der Geschwindigkeitsstufen, Anzahl der wiederholten Meßstreckendurchfahrten u. a.), unter denen gemessen bzw. bonitiert wurde. Eine dieser Bedingungen war die verhältnismäßig geringe Feuchtigkeit aller Böden (s. Tafel 1). Es ist möglich, daß deswegen eventuelle energetische Vorteile der Rollenpflugkörper-Varianten nicht zur Geltung kommen konnten.

Die Analyse der unter diesen Bedingungen erzielten Meßergebnisse für den spezifischen Zugwiderstand (Varianzanalyse der für 8 km/h und 10 km/h berechneten Regreßwerte) zeigte aber, daß mit ihnen im Durchschnitt aller Böden Unterschiede zwischen den spezifischen Zugwiderständen der einzelnen Pflugkörper-Varianten von mindestens 3 Prozent (bezogen auf den mittleren spezifischen Zugwiderstand aller Messungen) mit einer statistischen Sicherheit von 99 Prozent nachweisbar waren. Die Anzahl der Stichproben je Geschwindigkeitsstufe, die Anzahl der Geschwindigkeitsstufen u. a. können demzufolge als ausreichend groß angesehen werden.

Die Analyse der Streuung der für 8 km/h und 10 km/h interpolierten Bonitierwerte ergab, daß diese vermutlich zu ungenau und darum die Versuchsfehler zu groß waren, um im Durchschnitt aller Böden Qualitätsunterschiede von wenigstens 1 Punkt, die zweifellos objektiv vorlagen, als statistisch gesichert nachweisen zu können. Dazu trugen sicher auch die zu geringe Anzahl der Bonitierter (sie hätte sehr viel größer als 3 sein müssen) und die der subjektiven Bewertung anhaftende Ungenauigkeit bei.

Auf den Böden 3/71 und 4/71 würde u. a. auch der Original-Rollenpflugkörper des ungarischen Pfluges GEF-3-35 — allerdings mit gleitender Anlage und angebaut am Antriebspflug B 187/1 — in die Messungen einbezogen. Es konnte durch die statistische Analyse der Meßergebnisse aber in diesen Fällen auch kein wesentlich geringerer Zugwiderstand

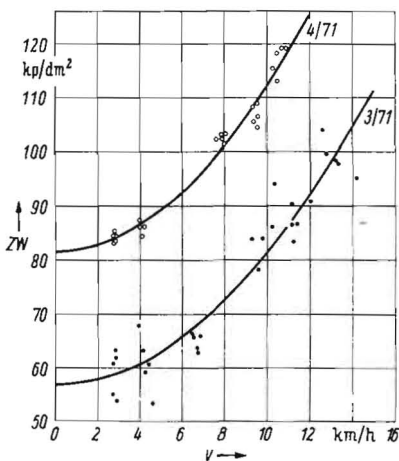


Bild 1. Lage sämtlicher je Bodenart ermittelter Stichprobenmittelwerte des spezifischen Zugwiderstands vom Rollenpflugkörper 30 ZR um die Regressionskurve

|                                   |                | 3/71  | 4/71  |
|-----------------------------------|----------------|-------|-------|
| Achsenabstand $k_{ZW}$            | $kp/dm^2$      | 56,82 | 81,51 |
| Regressionskoeffizient $\epsilon$ | $kp^2/dm^2m^2$ | 3,156 | 3,974 |
| Standardfehler $s$                | $kp/dm^2$      | 4,93  | 2,18  |
| Variationskoeffizient $v$         | $\%$           | 6,48  | 2,19  |

dieses Pflugkörpers gegenüber dem Serienpflugkörper 30 Z im Bereich von  $\approx 8$  km/h bis 10 km/h nachgewiesen werden.

## 5. Zusammenfassung

In Anbetracht der Notwendigkeit, die Effektivität der Pflugarbeit zu erhöhen, interessiert die Frage, ob und in welchem Ausmaß der Zugwiderstand des Streichblechpflugkörpers gesenkt werden kann, wenn die im Bereich des Streichblechs auftretende Gleitreibung teilweise durch Rollreibung ersetzt wird. Eigene Messungen und die Analyse ihrer Ergebnisse sollten statistisch gesicherte Aussagen liefern. Dazu kamen zwei Rollenpflugkörper-Varianten und zum Vergleich die entsprechenden Streichblechpflugkörper-Varianten unter verschiedenen Bodenbedingungen zum Einsatz.

Im interessierenden Bereich von rd. 8 km/h bis 10 km/h verursachten die Rollenpflugkörper-Varianten einen größeren Zugwiderstand und hinterließen eine geringere Furchenräumung, in einigen Fällen eine schlechte Unterbringung als die entsprechenden Streichblechpflugkörper-Varianten und die gleiche Qualität der Kammausbildung und Wendung wie diese.

Unter den Bedingungen der durchgeführten Messungen nahm der Zugwiderstand der Rollenpflugkörper mit größer werdender Arbeitsgeschwindigkeit im Bereich von rd. 3 km/h bis 15 km/h — wie der der Streichblechpflugkörper — progressiv zu.

## Literatur

- 1/ Szabo, I.: Der Rollenpflug. Komplex, Ungarisches Außenhandelsunternehmen für Fabrikanlagen, Budapest, November 1968
- 2/ Zach, M./C. Sommer/H. Klügel: Untersuchungen mit dem ungarischen Rollenpflug. Landtechnische Forschung, 19 (1971) H. 2, S. 33—36
- 3/ Sommerburg, H.: Untersuchungen Rollenpflugkörper. Forschungszwischenbericht, Institut für Landmaschinentechnik im VEB Weimar-Kombinat, Leipzig 1972 (unveröffentlicht)
- 4/ Weber, H.: Versuchsbericht Nr. 1/72. Institut für Landmaschinentechnik im VEB Weimar-Kombinat, Abt. Versuchswesen, Fachgebiet Erprobung, Leipzig 1972 (unveröffentlicht)
- 5/ Scheffer, F.: Boden als Standort der Pflanzen. Handbuch der Landwirtschaft, Bd. I. Ackerbaulehre Berlin—Hamburg: Paul-Parey-Verlag 1952, S. 12
- 6/ Hahn, M.: Rationelle Gewinnung von statistisch auswertbarem Versuchsmaterial beim Pflügen. agrartechnik 23 (1973) H. 5, S. 228 bis 232
- 7/ Weber, E.: Grundriß der biologischen Statistik, 6. Auflage. Jena: VEB Gustav Fischer Verlag 1967 A 8984

(Schluß von S. 25)

ben zu lösen. Angesichts der Vielfalt und der Kompliziertheit der Zusammenhänge sind dabei rein empirische Methoden ebensowenig anwendbar wie rein theoretische. Die experimentell-theoretische Methode /5/ erfordert zwar einen hohen Aufwand an materiellen Mitteln und personeller Kapazität, sie erscheint aber beim gegenwärtigen Stand von Naturwissenschaft und Technik die einzig aussichtsreiche. Dazu ist aber außerdem erforderlich, daß die Vorgänge im Boden bei Einwirkung von Werkzeugen, d. h. bei äußerer Belastung, und die charakteristischen Kenngrößen zur objektiven Beschreibung eines Bodens und des Arbeitsergebnisses der Werkzeuge näher untersucht und die Verfahren zu deren Bestimmung weiter vervollkommen werden. Dazu ist eine enge Zusammenarbeit auf den Gebieten des Ackerbaues, der Technologie der Pflanzenproduktion und der Geräteentwicklung notwendig.

## Literatur

- 1/ Autorenkollektiv: Normative für die Bodenbearbeitung. agra — Broschüre 1973
- 2/ Isselstein, R.: Perspektiven der Landtechnik auf der Sima 1973. Landtechnik (1973) H. 7, S. 200
- 3/ Panov, I. M.: Osnovnyje napravlenija rabot po sozdaniju kombinirovannyh povvoobrabatyvajuschich i posevnych masin (Hauptrichtungen der Arbeiten über die Entwicklung kombinierter Bodenbearbeitungs- und Sämaschinen). Traktory i selchozmasiny (1972) H. 8, S. 44—46
- 4/ Kalk, W. D.: Geräte zur Bodenbearbeitung und Bestellung. Dt. Agrartechnik (1972) H. 12, S. 538
- 5/ Lucius, J.: Methodik der Werkzeugentwicklung für die Bodenbearbeitung. Dt. Agrartechnik (1972) H. 11, S. 515 A 9358