

Verfahren und Mechanisierungslösungen zur Bodenbearbeitung in der UdSSR

Prof. Dr. A. Kunze/Dr. sc. C. Bernard, KDT
Forschungszentrum für Bodenfruchtbarkeit Müncheberg der AdL der DDR

Die Landwirtschaft der UdSSR hat sich in den 70 Jahren Sowjetmacht zu einem modernen Produktionszweig entwickelt. Anbaustruktur und Verfahren der Pflanzenproduktion sind den sehr unterschiedlichen Boden- und Klimabedingungen der einzelnen Landesteile angepaßt. Auch die Bodenbearbeitung hat in Abhängigkeit vom Standort und von der Spezialisierung der Produktion spezifische Aufgaben zu erfüllen. Die gesamte Ackerfläche der UdSSR umfaßt rd. 232 Mill. ha. Angebaut werden etwa 120 Mill. ha Getreide, 14 Mill. ha technische Kulturen (Zuckerrüben, Baumwolle, Lein u. a.), 9 Mill. ha Kartoffeln und Gemüse sowie 70 Mill. ha Feldfutter einschließlich Silomais. Auf das Ertragsniveau hat neben der Bodenqualität vor allem die Wasserversorgung einen großen Einfluß. Während in der Nichtschwarzerdezone 500 bis 800 mm Niederschlag fallen, liegen die Schwarzerden und kastanienfarbenen Böden mit hoher potentieller Fruchtbarkeit in ariden Gebieten mit weniger als 500-mm-Niederschlag (z. B. in Kasachstan 300 mm).

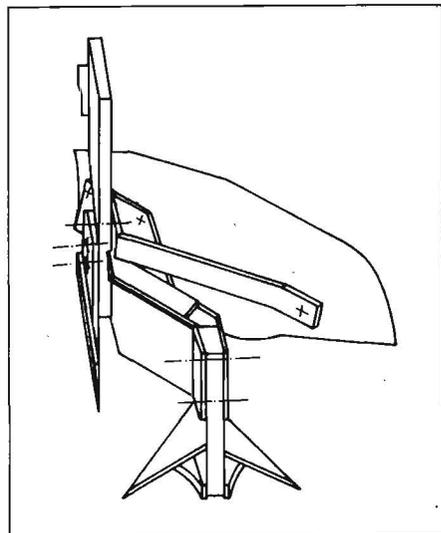
Im Ergebnis der sozialistischen Umgestaltung der Landwirtschaft sind in der UdSSR aus 20 Mill. Bauernhöfen 28000 Kollektivwirtschaften (mittlere Ackerfläche 3600 ha) und 18000 Staatsgüter (mittlere Ackerfläche 7300 ha) entstanden. Ihnen stehen für die Pflanzenproduktion rd. 3 Mill. Traktoren und eine energetische Basis von insgesamt über 150 Mill. kW zur Verfügung.

Die weitere Intensivierung der Pflanzen- und Tierproduktion ist heute die Hauptaufgabe der sowjetischen Landwirtschaft. Dazu hat die Bodenbearbeitung einen wichtigen Beitrag zu leisten.

1. Bodenbearbeitung auf Standorten mit ausreichender Wasserversorgung

Die Aufgaben und Probleme der Bodenbear-

Bild 1. Pflugkörper mit Zusatzwerkzeug zur Unterbodenlockerung



beitung auf diesen Standorten, auf denen Rasenpodsol- und graue Waldböden vorherrschen, ähneln denen in der DDR. Im Vordergrund stehen die Auflockerung von Schadverdichtungen in der Ackerkrume, die Bekämpfung von Unkräutern und das Einarbeiten von Dünger und Pflanzenresten. Die Mächtigkeit der Ackerkrume beträgt 20 bis 25 cm, der Humusgehalt je nach Bodenart und Wasserhaushalt 1,0 bis 3,0%. Die Grundbodenbearbeitung wird überwiegend mit dem Pflug durchgeführt.

In der UdSSR werden ausschließlich Beetpflüge eingesetzt, die für eine Arbeitstiefe bis 30 cm (Serie PLN und PLP), in Ausnahmefällen bis 35 cm (Serie PN), und für Bodenwiderstände bis 9 N/cm² ausgelegt sind. Für schwer bearbeitbare Böden (Bodenwiderstand bis 13 N/cm²) gibt es verstärkte Ausführungen (Serie PL). Neben Pflugkörpern mit einer Schnittbreite von 35 cm werden für die Pflugvarianten mit größerer Arbeitstiefe solche mit einer Schnittbreite von 40 cm hergestellt. Zur Verfügung stehen auch Pflüge mit Steinsicherung (PKG-5-40 B und PGP-7-40). Da aber der überwiegende Teil der Ackerfläche steinfrei ist, sind sie wenig verbreitet. Das wichtigste Zugmittel für die Bodenbearbeitung sind Kettentraktoren der 30-kN-Klasse mit einer Motorleistung von 66 bis 110 kW. Für diese sind Anbaupflüge mit 4 bis 6 Körpern (Serie PLN) und Aufsattelpflüge mit 5 Körpern (Serie PL) vorhanden. Traktoren der 50-kN-Zugkraftklasse werden mit 6- bis 9furchigen Aufsattelpflügen (Baureihe PTK) eingesetzt.

Auf flachgründigen Standorten mit Krumbasisverdichtungen bringt die Zweischichtbearbeitung (rd. 20 cm tiefes Wenden und zusätzlich 10 cm tiefes Lockern) Mehrerträge. Die serienmäßigen Pflüge werden dazu zusätzlich mit am Pflugkörper befestigten Lockerungszinken ausgerüstet, oder am Pflugkörper werden sog. ausgeschnittene Streichbleche montiert, so daß der vom Schar abgeschnittene und gelockerte Boden unter dem Streichblech durchfließen kann (Bilder 1 und 2).

Die Saatbettbereitung wird mit Eggen-Schleppen-Kombinationen bzw. mit Grubbern KSP-4, zunehmend mit Feingrubbern KSchP-8 und KSchU-12 durchgeführt. Auf bindigen Böden kommen nach dem Pflügen die Kombinationen aus der Baureihe RWK (Bild 3) zum Einsatz. Jeweils in 2 Reihen angeordnet, sind hinter schweren Federzinken croskillwalzenartige Ringe so angebracht, daß die von den Zinken losgebrochenen Kluten von den Ringen zerdrückt werden. Ein Schleppbalken sorgt zusätzlich für die Einebnung. Die Geräte werden mit Arbeitsbreiten von 3,6 m, 5,4 m und 7,2 m hergestellt.

Für die pfluglose Grundbodenbearbeitung zu Wintergetreide nach Hackfrüchten, Körnerleguminosen und anderen günstigen Vorfrüchten werden Schwergrubber (Chiselpflüge) PCh-2,5 an 30-kN-Traktoren und PCh-4,5 an 50-kN-Traktoren mit unterschied-

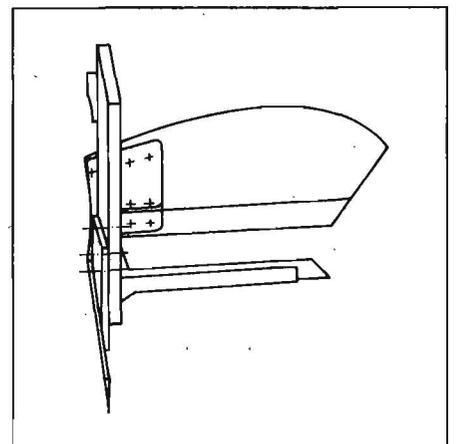
lichen Scharformen verwendet. Eine Besonderheit der PCh-Baureihe ist der vorgesehene Arbeitstiefenbereich von 20 bis 45 cm, der durch Verschieben der nicht gegen Haftsteine gesicherten Werkzeuge auf den Quertägern des Rahmens ermöglicht wird. In der Literatur wird von Zugkratteinsparungen bis 20% gegenüber Scharpflügen berichtet.

Zur Bekämpfung von Unkräutern und Ausfallgetreide werden nach der Getreideernte traditionell der Stoppelumbruch mit speziellen symmetrischen Scheibenschälplügen der Baureihe LDG (Bild 4) mit einer Arbeitsbreite von 10 bis 20 m oder mit dem 10furchigen Scharschälflug PPL-10-25 und danach eine Teilbrachebearbeitung durchgeführt. Im Rahmen der Intensivierung der Pflanzenproduktion besteht in diesen Gebieten die Aufgabe, den Zwischenfruchtanbau zur Futtergewinnung und zur besseren Versorgung der Böden mit organischer Substanz auszuweiten. Als vordringlich zu lösende Probleme werden, ebenso wie in der DDR, die Erhaltung und Verbesserung der Bodenstruktur durch schonende Bearbeitung, differenzierte Arbeitstiefen im Fruchtfolgeablauf und Kombination von Arbeitsgängen sowie die Durchführung aller Bodenbearbeitungs- und Bestellarbeiten zum optimalen agrotechnischen Zeitpunkt, bei optimaler Bodenfeuchte und in hoher Qualität angesehen.

2. Bodenbearbeitung in ariden Gebieten

In diesen Gebieten kommt es besonders darauf an, die hohe potentielle Fruchtbarkeit der Böden durch möglichst vollständige Aufnahme, Speicherung und effektivste Nutzung der anfallenden Niederschläge für hohe Erträge nutzbar zu machen. Die früher auch dort übliche jährlich wendende Bodenbearbeitung war dafür nicht geeignet. Das Pflügen zur Herbstbestellung führte zur Austrocknung und Klutenbildung, so daß das Saatgut nur unvollständig aufblief. Die traditionelle tiefe „Herbstfurche“ im August/September bei hohen Temperaturen hatte eine

Bild 2. Pflugkörper mit ausgeschnittenem Streichblech zur Zweischichtbearbeitung



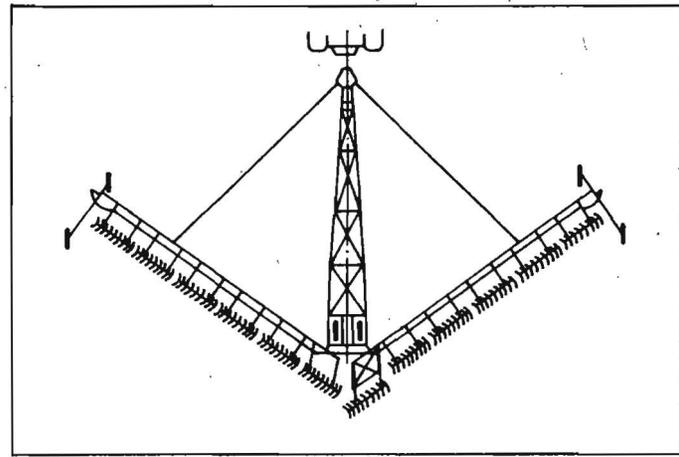
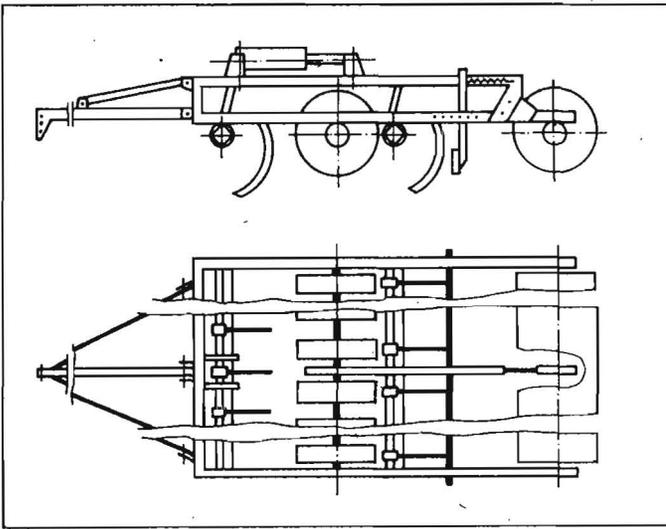


Bild 4. Scheibenschälppflug LDG

Bild 3. Kombiniertes Saatbettbereitungsgerät RWK

starke Mineralisierung der organischen Bodensubstanz und damit eine Humusverarmung um 30 bis 50 % zur Folge. Besonders nachteilig war jedoch die auf den gepflügten Feldern im Herbst und im Frühjahr einsetzende Winderosion, die in extremen Fällen zum vollständigen Abtragen der gewendeten Bodenschicht führte. Unmittelbar nach dem Umbruch von 33 Mill. ha Neuland in Nordkasachstan u. a. Gebieten der UdSSR in den Jahren 1953/54 wurden daher bodenschützende Ackerbausysteme erarbeitet und in großem Maßstab eingeführt, deren Kernstück unterschiedliche Verfahren der pfluglosen Grundbodenbearbeitung sind. Die theoretische Begründung und praktikable Lösungen für eine ständig nichtwendende Bodenbearbeitung erarbeitete Anfang der 50er Jahre der bekannte sowjetische Agronom T. S. Malzew. Im Kolchos „Zawety Iljitscha“ Schadrinsk, Gebiet Kurgan, wies er auf Schwarzerdeböden ihre Effektivität bei intensiver Getreideproduktion nach. Sein System sieht vor, den Boden nur in 4- bis 5jährigem Abstand 30 bis 35 cm tief zu lockern und in den dazwischenliegenden Jahren flach mit Scheibeneggen oder Grubbern zu bearbeiten. Für das tiefe Lockern verwendete er Pflüge ohne Streichblech, die in den folgenden Jahren weiterentwickelt wurden und heute noch zur Anwendung kommen. Da östlich des Urals nur Sommergetreide gedeiht, das erst zum Ende der Frühjahrstrockenperiode (Ende Mai) bestellt wird, kann vor der Aussaat eine mechanische Unkraut-

bekämpfung durchgeführt werden. Die nach der Getreideernte an der Ackeroberfläche verbleibenden Stoppeln schützen den Boden vor Verdunstung und halten im Winter den Schnee fest, so daß die geringen Niederschläge maximal genutzt werden. Ihre wichtigste Aufgabe ist aber, den Boden vor Winderosion zu schützen.

Ein weiteres Anliegen Malzews bestand darin, die mit leicht umsetzbarer organischer Substanz angereicherte, biologisch aktive obere Bodenschicht nicht mit dem Pflug zu vergraben, sondern effektiv für die Pflanzenproduktion zu nutzen. Da der Schwarzerdeboden eine ausreichend stabile Struktur aufweist, ist es nicht notwendig, ihn jährlich tief zu lockern.

Das Verfahren des streichblechlosen Pflügens hat in den 50er Jahren in erosionsgefährdeten Gebieten der UdSSR große Verbreitung gefunden. Es gab vielen Wissenschaftlern, darunter auch in der DDR, die

Anregung, ihre Konzeptionen zur Bodenbearbeitung zu überdenken.

In der folgenden Zeit wurden die Verfahren der bodenschützenden Bearbeitung und Bewirtschaftung durch ein Kollektiv des Instituts für Getreideproduktion Schortandy bei Zelinograd unter Leitung von Akademiemitglied A. I. Barajew weiterentwickelt. Für die ständig nichtwendende Bodenbearbeitung und die Aussaat zwischen Getreidestoppeln entwickelte das Institut ein komplettes Mechanisierungssystem. Die jährliche Grundbodenbearbeitung wird nach der Getreideernte im Herbst mit Breitscharrgrubbern (Ploskorez, Sweep) der Baureihen KPSch (Anbaugeräte mit einer Arbeitsbreite von 4,5 bis 8,2 m) oder KPP (Anbaugeräte mit einer Arbeitsbreite von 2,2 m, von denen bis zu 4 Stück entsprechend der Zugkraft des eingesetzten Traktors gekoppelt werden können) bedarfsweise in einer Tiefe von 7 bis 18 cm durchgeführt. Bei dichtgelagerten Böden kommen Breitschar-Tieflockerer der Baureihen PG und KPG mit einer Arbeitstiefe von 15 bis 30 cm und einer Arbeitsbreite von 2,1 bis 5,3 m zum Einsatz. Bei den Breitscharrgrubbern KPG-2,2 (Bild 5) und GUN-4 kann mit Hilfe eines hydraulisch angetriebenen Gebläses Grunddünger maximal 30 cm tief eingebracht und auf die Arbeitsbreite von 2,2 m verteilt werden. Der Dünger gelangt dabei in feuchten Boden und kann in Trockenperioden von den Pflanzen genutzt werden. Die gänsefußartigen Schare sind 1,1 bis 2,5 m breit, damit die mit Stoppeln bedeckte Bo-

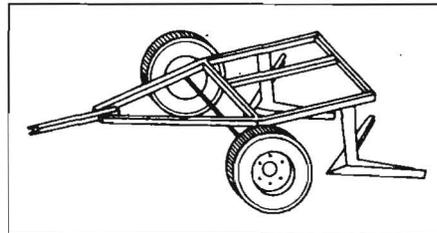


Bild 5. Breitscharrgrubber KPG-2,2

Bild 6. Grubber KPE-3,8 mit „Stangenkultivator“, der von einem Sporenrad angetrieben wird

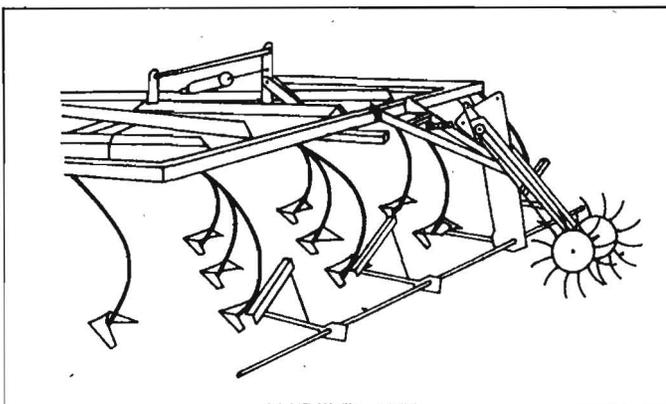
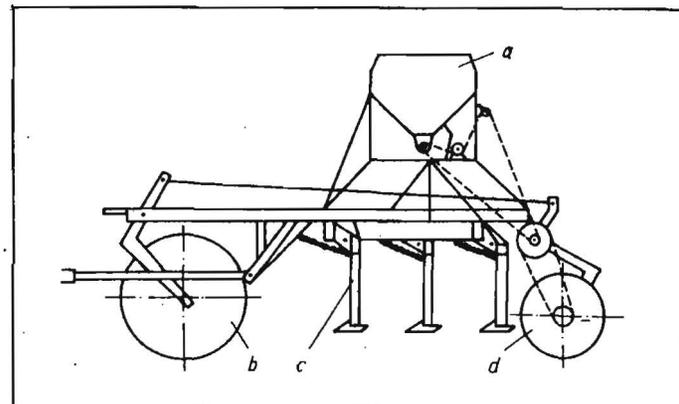


Bild 7. Grubberdrillmaschine SZS-2,1 mit Druckrollen; a Saatgutbehälter, b Stützrad, c Drillschar, d Druckrolle



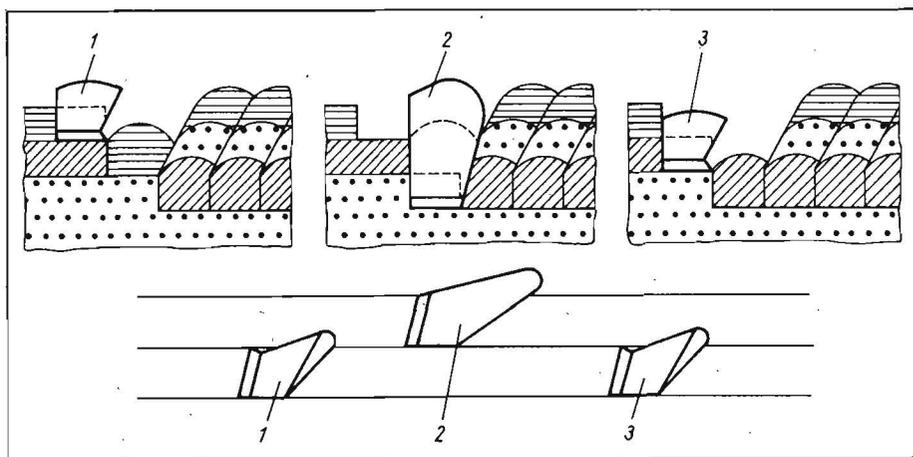


Bild 8. Schema der Horizontumschichtung mit dem Dreischichtpflug

denoberfläche von möglichst wenig Werkzeugstielen aufgebrochen wird. Sie schneiden den Boden einschließlich der Unkrautwurzeln vollständig durch und lockern die angehobene Schicht. Da mit den Werkzeugen kein Transport und kein Vermischen des Bodens vorgenommen wird, verbleiben die Getreidestoppeln fast vollständig an der Ackeroberfläche. Zur mechanischen Bekämpfung auflaufender Unkräuter und zum Aufbrechen von Krusten im Herbst und Frühjahr dienen gezogene rotierende Nadeleggen (Stachelwalzen) BIG-3A und MBSch-15. Auch sie lassen den größten Teil der Getreidestoppeln stehen oder mischen sie oberflächlich ein. Nur bei stärkerer Verunkrautung werden vor der Getreidebestellung die Grubber KPE-3,8 mit 35 cm breiten Gänsefußscharen eingesetzt. Um die Bekämpfungswirkung zu erhöhen, werden die Grubber KPE-3,8 zusätzlich mit getriebenen Vierkantwellen ausgerüstet („Stangenkultivator“, Bild 6). Von den Stützrädern des 5 bis 15 cm tief arbeitenden Grubbers angetrieben, greifen sie 5 bis 10 cm in den Boden ein und reißen durch Rotation entgegen der Fahrtrichtung (1 Umdrehung je Meter Fahrstrecke) Unkräuter und Pflanzenreste ab und lassen sie an der Ackeroberfläche zurück. Zusätzlich werden

für die chemische Unkrautbekämpfung wirksame Herbizide bereitgestellt. Die Aussaat des Sommergetreides (vorwiegend Weizen) wird mit Grubberdrillmaschinen der Typen SZS-2,1 (Bild 7) oder SZS-12 vorgenommen und mit einer Phosphordüngung kombiniert. Keilförmige Druckrollen drücken das Saatgut an und formen eine Rinne, in der die jungen Getreidepflanzen eine gewisse Zeit vor dem Wind Schutz finden. Als zusätzliche Maßnahme zur effektiven Ausnutzung der Niederschläge für die Pflanzenproduktion werden in den ariden Gebieten der UdSSR nach den ersten Schneefällen auf den Feldern Schneepflüge eingesetzt. Die geschaffenen Schneewälle tragen bei starkem Wind wirksam zum Erhalten der Schneedecke bei. Mit dem weiterentwickelten System der durchgängig pfluglosen, bodenschützenden Bearbeitung erzielt das Institut für Getreideproduktion Schortandy auf großen Flächen Sommerweizenenerträge von 20 bis 25 dt/ha, während in den ersten Jahren nach der Neulandgewinnung nur etwa die Hälfte geerntet wurde.

Gegenwärtig werden mehr oder weniger modifizierte Systeme der bodenschützenden Bearbeitung jährlich auf rd. 50 Mill. ha Ackerfläche der UdSSR angewendet. Neben den Gebieten östlich des Urals finden sie zunehmend im Süden und Südosten des europäischen Teils der Sowjetunion sowie im Nordkaukasus Eingang. Nach Mitteilung von N. K. Schikula bewirtschaftet das gesamte Gebiet Poltawa seit 10 Jahren seine Ackerflächen pfluglos. Entsprechend den Veröffentlichungen werden dort alle Getreidearten, Mais,

Sonnenblumen, mehrjährige Futterpflanzen und selbst Zuckerrüben pfluglos bestellt. Betont wird aber, daß eine Weiterentwicklung der Mechanisierungsmittel, u. a. für die Aussaat der genannten Fruchtarten zwischen Pflanzenreste und für die mechanische Pflege, erforderlich ist. Von einigen Autoren wird auf das Problem der Bekämpfung von Quecken und anderen Ungräsern hingewiesen, das bei nichtwendender Bearbeitung mit Herbiziden nicht gelöst werden kann. Sie halten dafür im Fruchtfolgeablauf von 4 bis 5 Jahren eine tiefe Pflugfurche zu Hackfrüchten für notwendig.

Gegenwärtig werden an mehreren Forschungs- und Hochschulinstituten ackerbauliche, technische und technologische Lösungen für die Anwendung bodenschützender Bearbeitungssysteme im europäischen Teil der UdSSR erarbeitet. Dabei sollen bewährte und neue Elemente der nichtwendenden Bearbeitung zur Verbesserung der Bodenstruktur, zur Vermeidung von Schadverdichtungen und zur Bekämpfung der Wassererosion genutzt werden.

3. Mellorative Bodenbearbeitung

Praktische Bedeutung haben in der UdSSR verschiedene Verfahren der meliorativen Bodenbearbeitung erlangt. So wurde das meliorative Pflügen leichter Sandböden mit gleichzeitiger tiefer Einbringung von organischem Dünger Anfang der 50er Jahre in der Belorussischen SSR entwickelt und angewendet. W. P. Mossolow begründete das Dreischichtpflügen, bei dem der Krumboden ausgehalten und die podsolierte oder stark salzhaltige Krumbasis mit darunter anstehendem karbonathaltigem Bodensubstrat vertauscht wird (Bild 8). Dieses Verfahren wird zur Melioration von Solonetzböden unter Verwendung der Pflüge PTN-3-40 genutzt.

In Mittelasien wird mit Zweischichtpflügen organischer Dünger bis zu einer Tiefe von 40 cm eingearbeitet und dadurch die Eignung des Bodens für den Baumwollanbau verbessert.

Zur Beseitigung von Schadverdichtungen der Krumbasis eignet sich bei steinfreien Böden der bereits bei der pfluglosen Grundbodenbearbeitung auf Nichtschwarzerdestandorten erwähnte Chiselpflug PCh-2,5 bzw. PCh-4,5 mit meißelförmigen Werkzeugen. Sie lockern den Boden in Abständen von 75 cm bis zu einer Tiefe von 45 cm auf und erreichen damit eine ähnliche Wirkung wie die Krumbasislockerer B246 in der DDR.

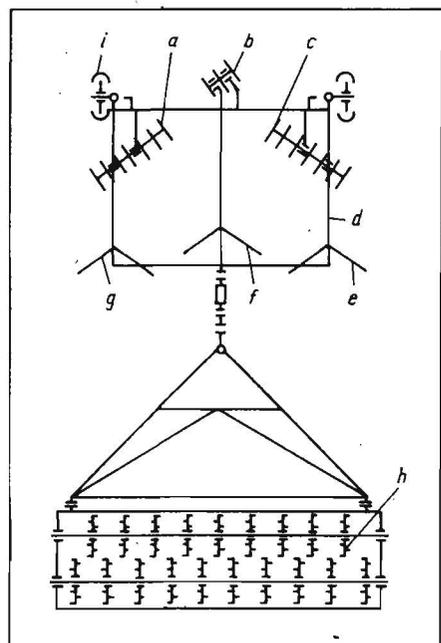


Bild 9
Kombination AKP-2,5 zur pfluglosen Grundbodenbearbeitung und Saatbettbereitung; a, b, c Scheibeneggen, d Rahmen, e, f, g Breit-scharrgrubber, h Crosküllwalzen, i Stützrad

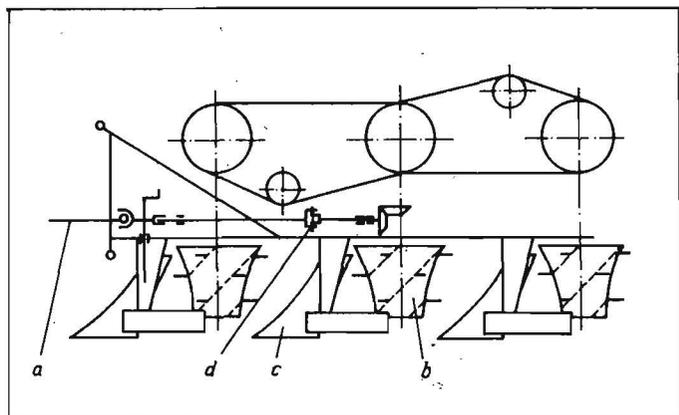


Bild 10
Kreispflug PWN-3-35; a Antriebswelle, b Rotor, c Körper, d Rahmen

4. Kombination von Arbeitsgängen

Zur Reduzierung der Anzahl der Arbeitsgänge, Verbesserung der Arbeitsqualität und Aufwandsenkung werden in zunehmendem Umfang kombinierte Geräte verwendet. In der Nichtschwarzerdezone, wo die Grundbodenbearbeitung mit dem Pflug überwiegt, gibt es Bestrebungen, das Saatbettbereitungsgesetz RWK-3,6 kombiniert mit Drillmaschinen der Baureihe SZ-3,6 einzusetzen. Zur pfluglosen Wiederbestellung wird das aus Fräse KFG-3,6 und Drillmaschine SZ-3,6 zusammengesetzte Aggregat KA-3,6 verwendet. Für den Reisanbau in Mittelasien und im Nordkaukasus hat diese Kombination ebenfalls Bedeutung. Ein weiteres Fräs-Saat-Aggregat kommt zur Erneuerung von Wiesen zum Einsatz.

Für die kombinierte Grundbodenbearbeitung und Saatbettbereitung in Trockengebieten wird das Gerät AKP-2,5 (Bild 9) hergestellt. Es besteht aus Scheibeneggen oder Nadeleg-

gen, Breitscharrubber, Schleppen und Croskillwalzen und wird nach Getreidevorfrüchten zur Wintergetreide- und Zweitfruchtbestellung verwendet. Dem gleichen Zweck dient eine Kombination von Scheibenschälplugg und Drillmaschine (LDS-6).

Auf sandigen u. a. zerfallsbereiten Böden werden beim Pflügen der Saatfurche kombinierte Geräte PWP-2,3 und PWP-3,5 aus Croskillwalzen und Packerwerkzeugen für 5- bis 6- und 7- bis 8furchige Pflüge verwendet.

Für die Saatfurche mit kombinierter Saatbettbereitung zu Getreide, Kartoffeln, Gemüse u. a. Fruchtarten wird auch der dreifurchige Kreiselplugg PWN-3-35 (Bild 10) hergestellt.

Zur pfluglosen Grundbodenbearbeitung nach Hackfrüchten, Mais und Sonnenblumen wurde u. a. das Aggregat AKR-3,6 mit schmalen Schwenkrubberzinken entwickelt, zwischen schweren rotierender messerförmige

Werkzeuge den aufgebrochenen Boden und die Pflanzenreste zerkleinern. Eine Walze drückt den gelockerten Boden wieder an. Die beschriebenen Mechanisierungslösungen für die Bodenbearbeitung sind nur ein Ausschnitt aus der umfangreichen Landmaschinenproduktion der UdSSR. Dabei wird deutlich, daß die sehr unterschiedlichen Boden- und Klimabedingungen in den einzelnen Landesteilen auch sehr verschiedene Verfahren erfordern und Geräte zur Bodenbearbeitung erfordern. Zum besseren Verständnis wurde daher auch auf die ackerbaulichen Grundlagen eingegangen. In großen Gebieten der Nichtschwarzerdezone der RSFSR, der baltischen Republiken, Belorusslands und der Westukraine herrschen jedoch ähnliche Bedingungen wie in der DDR vor, so daß der Austausch von Erfahrungen vor allem bei der Entwicklung bodenschonender, erosionsmindernder Verfahren der Bodenbearbeitung von gegenseitigem Nutzen ist. A 5072

Beurteilung des Trenneffekts in der Getreidereinigung

Dozent Dr. sc. techn. H. Regge, KDT, Technische Universität Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik
Dr. sc. techn. V. Minaev, Allunionsakademie der Landwirtschaftswissenschaften der UdSSR „W. I. Lenin“ Moskau

In Fachdiskussionen, besonders aber bei der Ausbildung, ist immer wieder festzustellen, daß auf landwirtschaftliche Trennprozesse bezogene Vorgänge und Begriffe unterschiedlich, teilweise sogar falsch dargelegt werden. Um diese Situation zu verbessern, erläutern die Autoren im folgenden Beitrag am Beispiel der Getreidereinigung die betreffenden Begriffe der Verfahrenstechnik bzw. der Standards. Gleichzeitig stellen sie die bedeutendsten Bewertungsverfahren dar. Dieser Artikel erhält um so mehr Gewicht, weil er ein Ergebnis der langjährigen engen internationalen Zusammenarbeit zwischen Forschungseinrichtungen der DDR und der UdSSR auf unserem Fachgebiet widerspiegelt.

Die Redaktion

1. Einleitung

Maschinen zur Getreidereinigung zerlegen das zu reinigende Gut je nach Zielstellung in mindestens zwei oder auch mehrere Fraktionen. Vorherrschende Trenneigenschaften sind die Korngröße und die Sinkgeschwindigkeit.

Da sich das Gut in seiner Zusammensetzung nicht nur von Sorte zu Sorte, sondern auch innerhalb einer Partie ändern kann, ist aufgrund von Analyseergebnissen das Arbeitsregime der Reinigungsmaschine an die sich ändernden Stoffparameter anzupassen. Zur Beurteilung der Notwendigkeit oder auch der Zweckmäßigkeit einer Maschineneinstellung sowie der erreichten Arbeitsergebnisse sind verschiedene Bewertungsmethoden anwendbar, deren Wirksamkeit nachfolgend betrachtet wird.

2. Kennzeichnung und Bewertung einer Zweikomponententrennung

Im Sinne der „Mechanischen Verfahrenstechnik“ [1] wird das zu reinigende Getreide als Aufgabegut z. B. durch die Korngrößenverteilungsfunktion $F_A(\xi)$ beschrieben (Bild 1a). Das Trennelement der Reinigungsmaschine soll dieses Aufgabegut gemäß einem festgelegten Trennschnitt ξ_T in eine Feingutkomponente F mit $\xi \leq \xi_T$ und in eine Grobgutkomponente G mit $\xi > \xi_T$ zerlegen. Eine solche vollkommene, ideale Trennung ist bekanntlich technisch nicht zu realisieren. Tatsächlich befinden sich im Feingut auch Teilchen bis zur Größe ξ'_0 und im Grobgut solche bis zur Größe ξ'_1 , was durch den Verlauf der beiden Korngrößenverteilungsfunktionen $F_F(\xi)$ und $F_G(\xi)$ sehr gut veranschaulicht wird (Bild 1b).

Zur weiteren Kennzeichnung des erreichten Trennergebnisses dient die Trennfunktion $T(\xi)$ (Bild 1c), die auch als Teilungszahlenkurve oder – nach dem Entwickler dieser Funktion – als Tromp-Kurve bezeichnet wird [2, 3]. Sie gibt an, welcher Anteil einer Merkmalsklasse $\xi \dots \xi + d\xi$ in die Komponenten F oder G ausgetragen wurde. Um das zu berechnen, werden die folgenden mathematischen Beziehungen benötigt:

$$\text{Massebilanz} \\ m_A = m_F + m_G \quad (1)$$

relativer Anteil der Komponenten an der Gesamtmasse als Masseausbringen R_m

$$R_{mf} = \frac{m_F}{m_A}; R_{mg} = \frac{m_G}{m_A} \quad (2)$$

Aus der Gesamtmassebilanz ergibt sich die örtliche Massebilanz zu

$$m_A F_A(\xi) = m_F F_F(\xi) + m_G F_G(\xi) \quad (3)$$

und daraus die Bilanz der Verteilungsfunktionen

$$F_A(\xi) = R_{mf} F_F(\xi) + R_{mg} F_G(\xi) \quad (4)$$

Mit der Verteilungsdichte

$$f(\xi) = \frac{dF(\xi)}{d\xi} \quad (5)$$

ergibt sich die Verteilungsdichtebilanz zu

$$f_A(\xi) = R_{mf} f_F(\xi) + R_{mg} f_G(\xi) \quad (6)$$

Mit diesen Beziehungen ist der Masseanteil einer Merkmalsklasse $\xi \dots \xi + d\xi$, der in die Komponenten F oder G ausgebracht wird,

$$T_F(\xi) = \frac{R_{mf} f_F(\xi)}{f_A(\xi)}; T_G(\xi) = \frac{R_{mg} f_G(\xi)}{f_A(\xi)} \quad (7)$$

Da sich beide Trennfunktionen zu 1 ergänzen, ist es heute üblich, mit $T_G(\xi) \equiv T(\xi)$ zu arbeiten.

Ist die Trennfunktion aus Analyseergebnissen zu ermitteln, dann stehen an der Stelle der Funktionswerte die Klassenwerte, die zu folgenden Näherungsgleichungen führen:

$$f(\xi_i - 1, \dots, \xi_i) = \frac{F(\xi_i) - F(\xi_i - 1)}{\xi_i - \xi_{i-1}} = \frac{\mu_i}{\Delta \xi_i} \quad (8)$$

$$T(\xi_i - 1, \dots, \xi_i) = T_i = \frac{R_{mg} \mu_{ig}}{\mu_{ia}} \quad (9)$$

Der Merkmalswert jener differentiellen Klasse, deren Masse sich zu gleichen Anteilen auf die beiden Komponenten F und G aufteilt, wird als Kornscheide mit dem Trennschnitt $\xi_{50} = \xi_T$ bezeichnet. Ältere Trennschnittbestimmungen sind aus älteren Fehlerkornanteilen oder gleichen Fehlerkornmassen abgeleitet worden [1].

Mit Hilfe der Trennkurve (Bild 1a) kann die Trennschärfe des vollzogenen Trennprozesses beurteilt werden. Bei idealer Trennung wäre sie eine Sprungfunktion mit einem Sprung von 0 auf 1 an der Stelle ξ_T . Bei re-