

Verfahren und technische Lösungen für die schonende Bodenbewirtschaftung¹⁾

Prof. Dr. habil. M. Estler, Technische Universität München, Institut für Landtechnik Weihenstephan (BRD)

Gegenwärtig wird allen Fragen, die den Boden, vor allem aber die Verfahren und Geräte für eine gezielte Bodenbearbeitung betreffen, eine besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Aus einer Vielzahl von Gründen hierfür sollen zwei hervorgehoben werden:

– Aus ackerbaulicher Sicht ist es der Trend zu immer stärker spezialisierten Fruchtfolgen, die zu einer Veränderung der Situation in der Bodenbewirtschaftung geführt haben. Die produktionstechnischen Maßnahmen müssen in teilweise sehr eng begrenzten Einsatzzeitspannen, auch bei weniger günstigen Witterungs- und damit Bodenverhältnissen, durchgeführt werden. Eine erhebliche Strapazierung der Bodenstruktur ist dann meist nicht zu vermeiden.

– Aus landtechnischer Sicht ist zu erkennen, daß vor allem aus arbeitswirtschaftlichen und ökonomischen Belangen immer höhere Anforderungen an die Schlagkraft bei der Arbeitserledigung gestellt werden. Die Folge davon ist, daß z. B. die Gesamtmassen von Traktoren, Transportfahrzeugen, Gülletankwagen usw. spürbar gesteigert wurden. Damit erhöht sich aber auch die Gefahr einer negativen Beeinflussung der Bodenstruktur, des Entstehens von Bodenverdichtungen und damit von negativen Auswirkungen auf die Pflanzenentwicklung.

Die Auswirkungen lassen sich am Wachstum und an der Ertragsbildung der Kulturpflanzen deutlich ablesen. Neuere Untersuchungen ergaben, daß bereits geringfügige Bodenver-

dichtungen zu einer Beeinträchtigung des Wurzelwachstums der Kulturpflanzen führen, wobei z. B. Gerste deutlich empfindlicher reagiert als Weizen (Bild 1).

Ähnliche Auswirkungen zeigen sich im Hinblick auf den Ernteertrag, wie am Beispiel von Körnermais im Bild 2 zu erkennen ist.

Daher besteht eine dringliche Aufgabe darin, bei den produktionstechnischen Maßnahmen vor allem diejenigen Verfahren und Gerätelösungen zu bevorzugen, die eine schonende Bodenbewirtschaftung gewährleisten, ohne daß dadurch andere verfahrenstechnische Ziele vernachlässigt werden (z. B. hohe

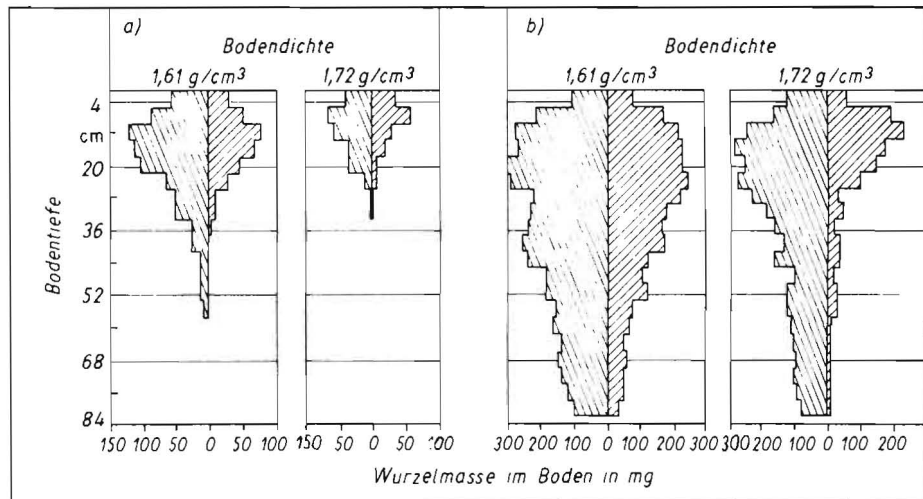


Bild 1
Auswirkungen der Bodendichtlagerung (Bodenart: lehmiger Sand) auf das Wurzelwachstum bei Gerste und Weizen
a) 8 Wochen nach der Aussaat
b) 15 Wochen nach der Aussaat

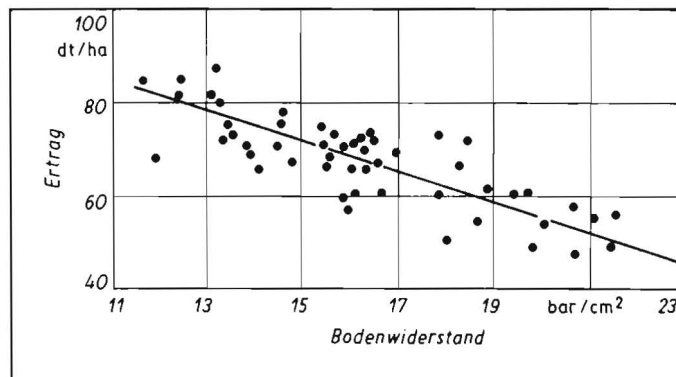


Bild 2
Einfluß des Bodenwiderstands auf den Ertrag von Körnermais

1) Überarbeitete Fassung eines Referats zur 4. Internationalen Wissenschaftlichen Arbeitstagung „Mechanisierung der Prozesse der Getreideproduktion“ am 17. Oktober 1989 in Halle

Fortsetzung von Seite 295

Literatur

- [1] Sommer, C.; Zach, M.; Noatsch, F.; Bosse, O.: Langfristige Sicherung der Bodenfruchtbarkeit durch konservierende/schonende Bodenbearbeitung – Konzept. agrartechnik, Berlin 40(1990)6, S. 291–293.
- [2] Steinkampf, H.; Sommer, C.: Druck- und Verdichtungsmessungen im Feld unter großvolumigen Reifen. In: Reifen landwirtschaftlicher Fahrzeuge. Tagungsbericht VDI/MEG-Kolloquium, Düsseldorf (1989)7, S. 156–170.
- [3] Roth, C.; Brunotte, J.; Sommer, C.: Die Bedeutung von Verschlämmungen auf Lößböden für die Ausbildung von Bodenabtrag durch Wassererosion. Die Zuckerrübe, Gelsenkirchen-Buer (1990)1, S. 50–53.
- [4] Frielinghaus, M.; Barkusky, D.: Wassererosion auf Moränenstandorten infolge intensiver Bodenbearbeitung und Belastung von Mechanisierungsmitteln. Tagungsbericht zur wissenschaftlichen Tagung des Forschungszentrums für Bodenfruchtbarkeit MÜNCHENBERG (1989), S. 133–141.
- [5] Zach, M.; Sommer, C.: Gezielte Bodenbearbeitung im Hinblick auf Ertragssicherheit und Bodenschutz. KTBL-Arbeitspapier 133 (1988), S. 7–20.
- [6] Kunze, A.; Noatsch, F.: Verfahren schonender Bodenbearbeitung und Bestellung in Boden mit Pflanzenresten. Tagungsbericht des Forschungszentrums für Bodenfruchtbarkeit MÜNCHENBERG „Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit und der Erträge durch wissenschaftlichen Fortschritt“ (1988), S. 401–409.
- [7] Noatsch, F., u. a.: Strukturschonende Bodenbearbeitung – ein Beitrag zur langfristigen Erhaltung und Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit. Feldwirtschaft, Berlin 30(1989)8, S. 355–357.
- [8] Sommer, C.; Zach, M.; Dambroth, M.: Konservierende Bodenbearbeitung. Ergebnisse und Erfahrungen aus der Praxis. Agrar-Übersicht, Hannover (1985)5, S. 14–18.
- [9] Noatsch, F., u. a.: Sommerdammabegrünung – ein neues Verfahren im Kartoffelbau. Feldwirtschaft, Berlin 30(1989)7, S. 321–323.
- [10] Hofmann, B.; Georg, R.; Günther, J.: Erfahrungen in der LPG Pflanzenproduktion Querfurt mit der Silomaisbestellung in überwinterter Phacelia. Feldwirtschaft, Berlin 30(1989)8, S. 375–377.
- [11] Mauersberger, V.; Graul, W.; Butzert, R.: Reduzierte Bodenbearbeitung zu Sommergerste in intensiven Getreidefruchtfolgen. Feldwirtschaft, Berlin 30(1989)8, S. 357–359.
- [12] Autorenkollektiv: Betriebswirtschaftliche Richtwerte für die Pflanzen- und Tierproduktion. Markkleeberg: agrabuch 1985.
- [13] Bosse, O., u. a.: Der Einsatz von Schwergruberkombinationen bringt beim Stoppelumbruch und bei der Stoppelfruchtbestellung Vorteile. Feldwirtschaft, Berlin 29(1988)8, S. 363–365.
- [14] Dambroth, M.: Integrierte Landbewirtschaftung – Basis zum Erhalt der agrarisch betonten Ökosysteme. Agrar-Übersicht, Hannover (1989)10, S. 65–73.
- [15] Kundler, P.: Ziele und Aufgaben einer ökonomisch und ökologisch begründeten Pflanzenproduktion. Feldwirtschaft, Berlin 30(1989)8, S. 339–341.

Schlagkraft bei der Arbeiterledigung). Ansätze für eine schonende Bodenbewirtschaftung bieten sich im wesentlichen in vier großen Teilbereichen an:

- verbesserte Umwandlung der Traktor-Motorleistung in Geräte-Nutzleistung
 - Erhöhen der Tragfähigkeit des Bodens
 - optimale Gestaltung von Konstruktion und Einsatz der Fahrzeuge
 - verbesserte oder neue Arbeitsverfahren.
- Nachfolgend sollen aus der Vielzahl spezieller Maßnahmen einige besonders wichtige Lösungsansätze hervorgehoben werden.

Verbesserte Umwandlung der Traktor-Motorleistung in Geräte-Nutzleistung

Die Probleme bei der Leistungsübertragung als Zugleistung, z. B. hinsichtlich des begrenzten Wirkungsgrades der Kraftübertragung, des Schlupfes usw., sind hinlänglich bekannt. Ein wichtiger Lösungsansatz wird deshalb darin gesehen, durch den Einsatz zapfwellengetriebener Geräte nicht nur eine Verbesserung des Wirkungsgrades in der Kraftübertragung, sondern auch eine gezielte Steuerung des Bearbeitungseffekts zu erreichen. Beispiele hierfür sind die Verwendung von zapfwellengetriebenen Bodenbearbeitungsgeräten bei der Saatbettbereitung, die Kombination von Bodenfräse und Aufbauasämaschine als „Minimalbestellmaschine“ oder die Kombination von Kurzgrubber, Zapfwellengerät und Drillmaschine als vielseitig einsetzbare Gerätekombination (Bild 3).

Erhöhen der Tragfähigkeit des Bodens

Beim Einsatz von Pflügen oder anderer, den Boden intensiv lockernder Geräte für die Grundbodenbearbeitung ist meist mit einer erheblichen Überlockerung des Bodens zu rechnen. Hinzu kommt, daß Pflanzenreste, die zu einer Stabilisierung des Bodengefüges und damit zu einem Erhöhen der Tragfähigkeit des Bodens beitragen könnten, tief im Boden „vergraben“ werden. Ein erster Lösungsansatz besteht darin, Pflanzenreste generell flach in den Boden einzumulchen, um deren strukturstabilisierende Wirkung gezielt auszunutzen.

Die zweite Möglichkeit besteht darin, die Felder nur in solchen Zeitspannen zu befahren, in denen die Verdichtungsempfindlichkeit des Bodens möglichst gering ist. Allerdings stimmen die optimalen Zeitpunkte für den erforderlichen Geräteeinsatz und die Zeiträume, in denen eine hohe Tragfähigkeit des Bodens vorliegt, oft nicht überein. Durch neuere Verfahren, wie z. B. die Anwendung der Mulchsaat, besteht die Chance, die Durchwurzelung der Krume und den oberflächlichen Pflanzenmulch zur Verbesserung der Strukturstabilität des Bodens heranzuziehen und damit eine bessere Befahrbarkeit der Felder zu erreichen (Bild 4).

Optimale Gestaltung von Konstruktion und Einsatz der Fahrzeuge

Aus naheliegenden Gründen wird in vielen Bereichen des Einsatzes von Traktoren, Transportfahrzeugen, Großflächendüngerstreuern usw. die zulässige Gesamtmasse voll ausgeschöpft. Um die hierbei vorliegenden Bedingungen vergleichen zu können, wurde für ausgewählte Fahrzeuge die zulässige Gesamtmasse auf die Reifenkontaktfläche (bei Standard-Reifenausstattung) bezogen und als spezifische Kontaktflächenbelastung in kg/cm² dargestellt. Im Bild 5 ist er-

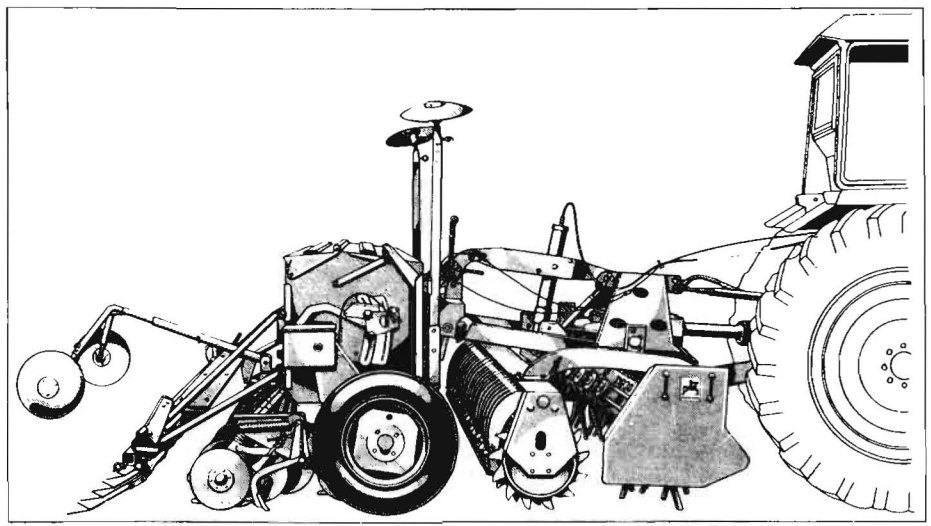


Bild 3. Zapfwellengetriebenes Bodenbearbeitungsgerät als Bestandteil einer Gerätekombination

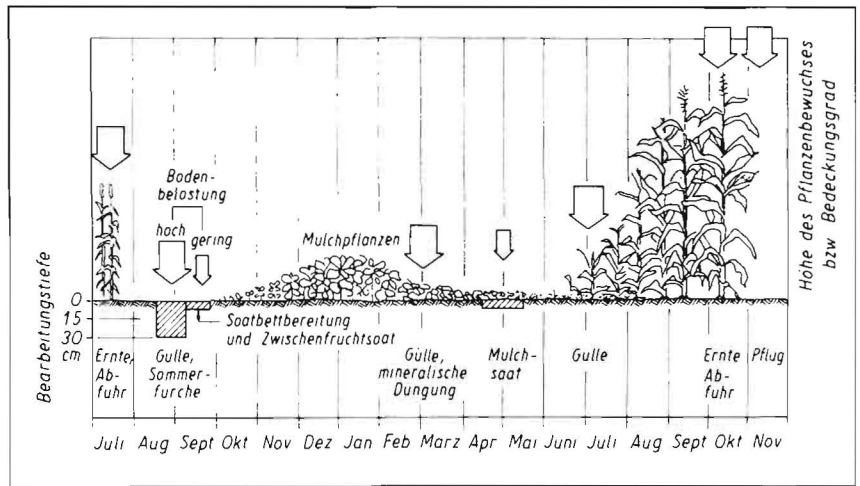
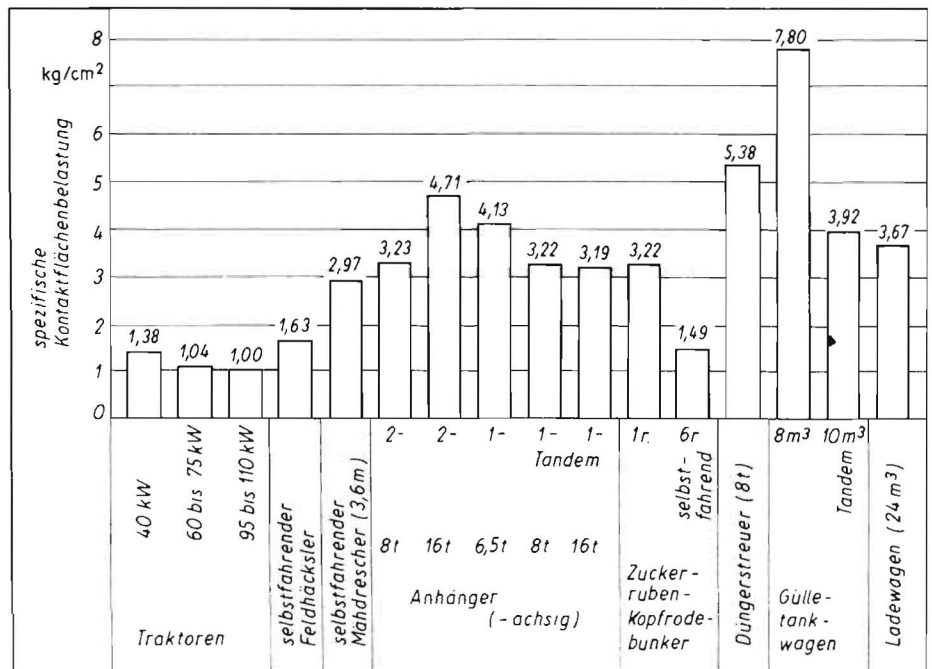
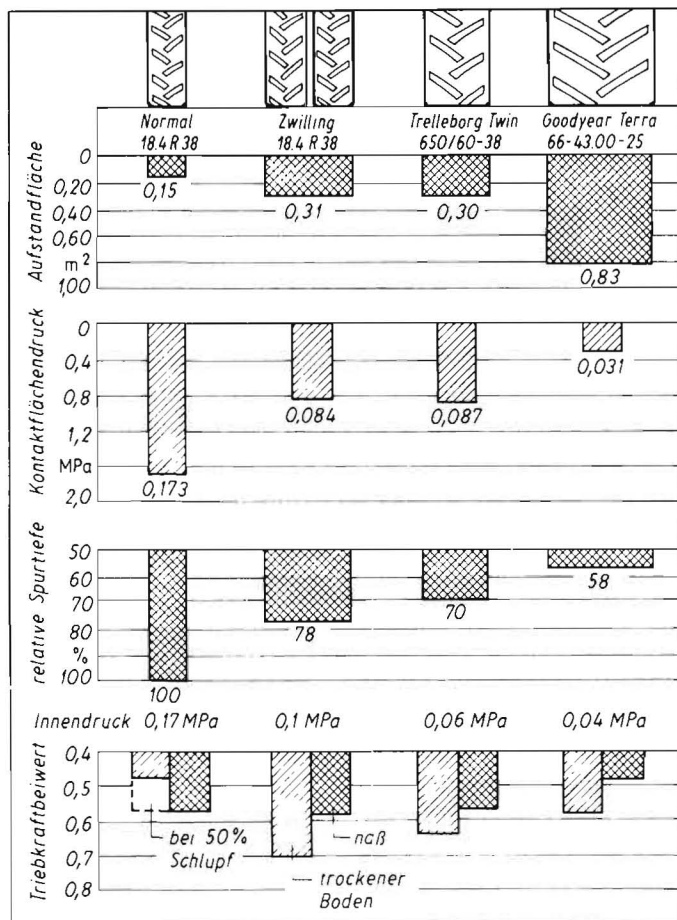


Bild 4. Verringerung der Bodenbelastung durch Anwenden des Mulchsaatverfahrens im Maisanbau nach Getreide

Bild 5. Spezifische Kontaktflächenbelastung bei ausgewählten Fahrzeugen





Tafel 1. Verfahrensvergleich von konventioneller und konservierender Bodenbearbeitung und Aussaat bei der Wintergetreideproduktion mit einem 67-kW-Traktor

Arbeitsgänge	Fahrstrecke lfd. m/ha	befahrene Fläche m ² /ha ¹⁾
Konventionell		
Stoppelbearbeitung (2× Spatenrollegge, 3,5 m)	5 714	5 371
Herbstpflugfurche (4-Schar-Pflug, 1,2 m)	8 333	7 833
Saatbettbereitung (2× gezogene Saatbettberei- tungskombination, 4,0 m)	5 000	4 700
Drillsaat (Drillmaschine, 3,0 m)	3 333	3 133
	<u>22 380</u>	<u>21 037</u>
Konservierend		
Stoppelbearbeitung (Kurzgrubber + zapfwellen- getriebene Egge, 2,5 m)	4 000	3 760
Aussaat (Kurzgrubber + zapfwellengetriebene Egge + Drillmaschine, 2,5 m)	4 000	3 760
	<u>8 000</u>	<u>7 520</u>

1) Reifen 18,4" ± 94 cm Breite/Reifenpaar

Bild 6
Parametervergleich
zwischen vier
verschiedenen
Bereifungen

kennbar, daß z. B. bei Traktoren, selbstfahrenden Feldhäckslern und sechsreihigen selbstfahrenden Zuckerrüben-Köpfrodebunkern eine spezifische Kontaktflächenbelastung zwischen 1,0 kg/cm² und 1,6 kg/cm² vorliegt. Dagegen werden bei Anhängern, bei Düngerstreuern und vor allem bei Gülle-tankwagen mit hohem Fassungsvermögen und nicht optimal abgestimmter Bereifung Kontaktflächenbelastungen zwischen 4,7 kg/cm² und 7,8 kg/cm² erreicht. Ein wichtiger Ansatzpunkt besteht darin, eine geeignete Bereifung – nicht nur bei Trakto-

ren, sondern vor allem bei Transportfahrzeu- gen – zu verwenden. Bei Diskussionen über Alternativen zur Normalbereifung stehen heute vor allem Zwillingreifen, verbreiterte Normalreifen und Breitreifen (Terrareifen) im Mittelpunkt. Ein Vergleich dieser vier Bereifungsvarianten anhand unterschiedlicher Beurteilungskriterien (Bild 6) läßt erkennen, daß der Breitreifen (Reifenbreite 105 cm) mit 0,83 m² die eindeutig größte Aufstandfläche aufweist. Verbreiterte Normalreifen (Breite 70 bis 75 cm) und Zwillingreifen (Breite 2 × 47 cm) liegen mit rd. 0,30 m² bereits

deutlich darunter. Den ungünstigsten Wert hat der Normalreifen (18.4 R38) mit 0,15 m². Diese Unterschiede in der Aufstandfläche finden ihren Niederschlag im Kontaktflächendruck bei gleicher Radlast sowie in der Spurtiefe, wobei sich eine ähnliche Abstufung zwischen den verschiedenen Reifenvarianten ergibt. Beim Triebkraftbeiwert zeigt sich allerdings, daß vor allem bei ungünstiger, sehr feuchter Bodenoberfläche der Terrareifen erheblich ungünstigere Werte als die Vergleichsreifen erreicht.

Daraus kann abgeleitet werden, daß Terrareifen vorwiegend „Rollreifen“ darstellen und vor allem dort bevorzugt werden sollten, wo eine Schonung der Bodenoberfläche und Bodenstruktur im Vordergrund steht und weniger Wert auf das Übertragen hoher Zugkräfte zu legen ist. Allerdings ist sorgfältig zu prüfen, ob dem hohen Anschaffungspreis für derartige Spezialreifen auch eine adäquate Verringerung von Bodenschäden gegenübergestellt werden kann.

Für Transportfahrzeuge deutet sich durch die Verwendung von Gummibandlaufwerken eine neue technische Lösung an. Diese in den USA vor allem für Großtraktoren entwickelten Laufwerke werden zwischenzeitlich auch für Transportfahrzeuge angeboten und sind dort in der Lage, eine besonders bodenschonende Abstützung hoher Lasten zu gewährleisten.


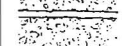






Verbesserte oder neue Arbeitsverfahren

In diesem Kriterienkomplex sollte eine konsequente Gerätekombination bei allen Arbeitsgängen Vorrang haben, um eine möglichst weitgehende Verringerung des Fahrverkehrs zu erreichen. Jeder Arbeitsgang verursacht Fahrspuren und damit unkontrollierbare Verdichtungshorizonte, die zu einer Beeinträchtigung von Bodenstruktur, Pflanzenwachstum und Ertrag führen können.

Als Beispiel für die Auswirkung des Fahrverkehrs wird in Tafel 1 die befahrene Fläche in m²/ha bei konventioneller und bei konservierender Bodenbearbeitung gegenübergestellt. Die Berechnung erfolgt auf der Basis von Geräten, die auf einen 67-kW-Traktor abgestimmt sind.

Die Tafel läßt erkennen, daß bei der konventionellen Bodenbearbeitung und Aussaat in der Summe aller durchgeführten Arbeitsgänge eine befahrene Fläche von über 21 000 m²/ha vorliegt. Durch Verzicht auf die Herbstpflugfurche, Einbeziehen von Kurz-

Bild 7. Mulchsaatverfahren bei Zuckerrüben

Grundbodenbearbeitung	Pflanzenmulch	Verfahren	Gerätetechnik
Sommerpflugfurche oder Grubber-einsatz (nach Bedarf)	vorwiegend abfrierende Zwischenfrüchte (chemische Abtötung nicht erforderlich) oder Strohreste der Getreidevorfrucht	Mulchsaat mit Saatbettbereitung	ganzflächig mit gezogenen oder zapfwellengetriebenen Geräten 
		Mulchsaat ohne Saatbettbereitung	getrennte Arbeitsgänge  
		Anlegen von Saatstreifen im Pflanzenmulch	Standard-Einzelkorn-Samaschine 
		Freiräumen eines Saatstreifens	Doppel-Räum-scheiben 
		Schlitzsaat	Varschneid-Scheibensech oder Doppel-Schneid-scheiben 
		Punktsaat	Spezial-Nasenschar 
			z.B. Stempelsagegerät 

grubber und zapfwellengetriebener Egge in das Mechanisierungskonzept sowie gezielte Gerätekombination läßt sich die befahrene Fläche auf rd. 7500 m²/ha reduzieren. Neben einer Verringerung des Fahrverkehrs sollte auch neuen Bewirtschaftungsverfahren besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden, bei denen durch den gezielten Anbau geeigneter Zwischenfrüchte ein massiger Pflanzenmulch erzeugt wird. Dieser gewährleistet infolge der guten Durchwurzelung des Bodens eine Verbesserung der Strukturstabilität sowie durch die oberirdischen Pflanzenteile einen wirksamen Schutz der Bodenoberfläche gegen Witterungseinflüsse. Das „Mulchsaatverfahren“ wird vorrangig bei

Reihenfrüchten, vor allem bei Zuckerrüben und Mais, bereits mit großem Erfolg angewendet. Je nach vorliegenden Bodenverhältnissen und Entwicklung des Pflanzenmulchs lassen sich Verfahren und Gerätelösungen für eine Mulchsaat mit oder ohne Bodenbearbeitung nutzen (Bild 7). Obwohl die Mulchsaatverfahren vorrangig zur Verhinderung von Bodenerosionen entwickelt worden sind, sollten sie aus heutiger Sicht jedoch nicht auf erosionsgefährdete Standorte beschränkt bleiben, sondern generell auf strukturschwachen Böden zu einer bodenschonenden Bewirtschaftung herangezogen werden.

Fazit

Die moderne Landtechnik wird in Zukunft die Wechselwirkungen zwischen Technik und Boden, Technik und Pflanze, Technik und Umwelt ganz konsequent berücksichtigen müssen. Vielfältige Ansatzpunkte sind vorhanden, um eine Lösung der anstehenden Probleme und Zielsetzungen zu erreichen. Ausschlaggebend ist jedoch, daß akkerbauliche Überlegungen und moderne landtechnische Arbeitsverfahren gezielt aufeinander abgestimmt werden. Dann besteht die Chance, eine bodenschonende und dennoch schlagkräftige Bodenbewirtschaftung bei Aufrechterhaltung hoher Ernteerträge sicherzustellen. A 5899

Zur Automatisierung landtechnischer Prozesse am Beispiel der Bodenbearbeitung

Prof. Dr. sc. techn. R. Soucek, KDT, Technische Universität Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik

1. Aufgaben und Ziele

Die allgemeinen Aufgaben und Ziele für die Automatisierung landtechnischer Prozesse (Tafel 1) gelten auch für die Bodenbearbeitung. Der erreichte Stand ist aufgrund der komplexen Zusammenhänge bei der Verarbeitung landwirtschaftlicher Stoffe sehr differenziert. Praktische Lösungen haben sich zuerst dort eingeführt, wo Ergebnisse aus anderen Gebieten der Technik übertragbar, die mathematische Modellierung und die Stoffgesetze hinreichend genau geklärt und die Wirtschaftlichkeit der Anwendung nachgewiesen sind (Tafel 2).

In der Pflanzenproduktion ist der Prozeß der mechanischen Bearbeitung des Bodens für die Automatisierung noch ungenügend aufbereitet. Das allgemeine Ziel, durch Bodenbearbeitung im Komplex mit Melioration, Düngung und Pflanzenschutz die physiologischen, phytosanitären und technologischen Funktionen des Bodens so zu gewährleisten, daß das Ertragspotential der Kulturpflanzen in einem gegebenen natürlichen Standort bestmöglich ausgenutzt werden kann, ist vor allem auch wegen des nicht vorhersehbaren Witterungsverlaufs während der Vegetationsperiode nur schwer zu quantifizieren. Die agrotechnischen Forderungen an den

Bodenzustand lassen sich deshalb nur als Bereiche solcher Kennwerte abgrenzen, die bei der Bearbeitung unmittelbar verändert werden. Solche charakteristischen Kenngrößen sind Dichte (Porenvolumen), Aggregatgrößenzusammensetzung und -verteilung, Mischung, Ebenheit und Rückstand an der Oberfläche.

Die Prozeßautomatisierung vollzieht sich in der Bodenbearbeitung wie auch auf vielen anderen Gebieten in Teilschritten entsprechend den sich entwickelnden technischen Möglichkeiten und wirtschaftlichen Vorteilen.

2. Gegenwärtiger Stand

Der gegenwärtige Stand der Automatisierung ist gekennzeichnet durch:

- Messung aktueller Prozeßdaten und deren Verarbeitung zu Fahrerinformationen für die Überwachung und Steuerung des Prozesses (Fahrerinformationssystem) Dabei bestehen zwischen technischen Möglichkeiten und wirtschaftlicher Anwendung von Meßverfahren noch erhebliche Lücken. Der Bordcomputer zählt heute zum technischen Stand von Traktoren und selbstfahrenden Landmaschinen.
- Einsatz und weitere Entwicklung steuerbarer Antriebs- und Arbeitsorgane, um den Prozeß immer besser nach vorgegebenen Kriterien steuern zu können
- Analyse und Modellierung der Prozesse bezüglich ihrer stofflichen, energetischen und informationellen Abläufe, um immer mehr Teilprozesse zu automatisieren
- Speicherung betriebswirtschaftlicher Daten und Übergabe in stationäre Rechner als Grundlage für die Abrechnung, Planung und Leitung des landwirtschaftlichen Produktionsprozesses.

Wird von einer idealisierten Zielstellung ausgegangen (Bild 1), so ist festzustellen, daß heute alle Maßnahmen zur Automatisierung im komplexen Zusammenhang von maschinenbezogener Prozeßoptimierung bezüglich Aufwand (Energie, Arbeitszeit, Material, Kosten) und Ergebnis (Arbeitsqualität, Flächenleistung) sowie Erfassung der Daten und deren Übernahme in die Betriebsabrechnung und zur Unterstützung des Leitungsprozesses betrachtet werden müssen.

Entsprechend den Erfordernissen und Möglichkeiten wurden bisher drei Zielbereiche relativ unabhängig voneinander untersucht, wobei es für die ersten beiden bereits vielfältige entwickelte und auch produzierte Lösungen gibt.

Tafel 1. Automatisierung landtechnischer Prozesse (in Anlehnung an [1, 2])

Aufgaben	Ziele
1. Prozeßüberwachung Kontrolle des Verhaltens der Funktionskreise, Signalisation von Grenzwertüberschreitungen, Sicherheitsvorkehrungen bei Gefahr	Erhöhen der Arbeitsproduktivität, -qualität, Umweltfreundlichkeit, Zuverlässigkeit
2. Prozeßstabilisierung Gewährleisten der Prozeßabläufe innerhalb vorgegebener Toleranzen durch Störgrößenkompensation	Senken der spezifischen Aufwendungen (Material, Energie, Arbeitszeit, Kosten)
3. Prozeßoptimierung Optimieren der Prozeßabläufe nach vorgegebenen Kriterien	Erleichtern der Arbeit
4. Prozeßführung Führen des technologischen Arbeitsablaufs in sachlich und zeitlich richtiger Reihenfolge	Verbessern des Leistungsprozesses
5. Prozeßbilanzierung Erfassen der Aufwendungen und Ergebnisse für Aufwands- und Produktivitätsberechnungen	

Tafel 2. Beispiele für die Automatisierung landtechnischer Prozesse/Verfahren

Prozeß/Verfahren	Führungsgrößen
Antrieb der Funktionselemente	Arbeitsgeschwindigkeit, Drehzahl, Flächenleistung, Motorauslastung, spezifischer Energieverbrauch, Belastung, Schlupf
Dosieren, Mischen und Verteilen von Stoffen bei Düngung, Aussaat, Pflanzenschutz, Fütterung	Volumen, Masse, Stück, Volumen-, Massestrom, Strecken-, Flächen-, Raumbeladung
Durchsatz des Mähdeschers	Schüttler-, Reinigungsverluste
Zielsteuerung von Funktionselementen beim Melken, Obstpflücken, Baumbeschneiden	Lage eines Körpers im Raum