

Aus dem Institut für Betriebstechnik

Claus Sommer
Joachim Brunotte
Heinrich Steinkampf

Schonende Bodenlockerung - ein wichtiger Baustein : konservierende Bodenbearbeitung

Braunschweig

Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL)

1997

Konservierende Bodenbearbeitung

Schonende Bodenlockerung - ein wichtiger Baustein

Prof. Dr.-Ing. C. Sommer, Dr. J. Brunotte, Dr.-Ing. Steinkampf^{*)}

Ein Ziel jeder verantwortungsbewußten Landbewirtschaftung ist die Erhaltung und, soweit möglich, die Verbesserung der standortspezifischen, nachhaltigen Ertragsfähigkeit des Bodens unter Vermeidung schädlicher Nebeneffekte. Unbestritten ist, daß die klassische Zielsetzung für die Bodenbearbeitung, nämlich das Bodengefüge im Hinblick auf die nachhaltige Ertragsfähigkeit positiv zu beeinflussen, auch zukünftig von zentraler Bedeutung bleiben wird.

Weniger umgesetzt ist heute die sehr wichtige Forderung, auch bei der Bodenbearbeitung Kosten zu reduzieren. Die mit der Agrarreform einhergehende drastische Preissenkung für Erzeugnisse der pflanzlichen Produktion verlangen, auch in dem Bereich der Bodenbearbeitung alle Möglichkeiten zur Kostenreduzierung auszuschöpfen.

Schließlich bleibt es aufgrund der zahlreichen, durch Bodenbearbeitung beeinflussten Wechselwirkungen zwischen den im Boden ablaufenden Prozessen nicht aus, daß - über Bewirtschaftungsfehler hinaus - schädliche Nebeneffekte eintreten können:

- Schadverdichtungen
- Bodenerosion
- Nährstoffstabilisierung zum 'falschen Zeitpunkt' und Nährstoffaustrag
- Beeinträchtigung der Bodenfauna.

Vor dem Hintergrund dieser veränderten Rahmenbedingungen gilt es, Produktionsverfahren in der pflanzlichen Produktion weiterzuentwickeln, die eine wettbewerbsfähige und zugleich umweltverträgliche Landbewirtschaftung zum Ziel haben.

Konservierende Bodenbearbeitung stellt ein Konzept dar, das genau darauf abzielt: Kosten bei der Bodenbearbeitung zu mindern und gleichzeitig mehr Bodenschutz zu realisieren. Ein Schlüssel zur Lösung dieses möglichen Zielkonfliktes liegt in der Reduzierung der Bodenbearbeitungsintensität - sowohl bei der Grundbodenbearbeitung (Stichwort: schonende Bodenlockerung) als auch bei der Saatbettbereitung (Stichwort: Mulchsaat). Damit steht das Konzept Konservierende Bodenbearbeitung im Hinblick

^{*)} Dir. u. Prof. Dr.-Ing. habil. C. Sommer ist Leiter, Dr. J. Brunotte und Dr.-Ing. H. Steinkampf sind wiss. Mitarbeiter des Instituts für Betriebstechnik der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL), Bundesallee 50, 38116 Braunschweig

auf die Bearbeitungsintensität zwischen der Bodenbearbeitung mit Pflug (hohe Intensität durch +Zeichen in **Übersicht 1** gekennzeichnet) und der Direktsaat (Intensität gleich Null durch -Zeichen gekennzeichnet).

Während die Mulchsaat die einzige ganzflächige Möglichkeit darstellt, auf Ackerflächen Verschlammung und Bodenerosion durch Wasser oder Wind vorzubeugen (s. LU Journal 6/97), zielt schonende Lockerung auf bessere Befahrbarkeit, geringere mechanische Störung der Bodenlebewesen und auf Kosteneinsparungen ab.

Übersicht 1: Definition der Bodenbearbeitungsverfahren

Arbeitsabschnitte	Bodenbearbeitung/ Bestellung mit Pflug	Konservierende Bodenbearbeitung Bestellung	Direktsaat
Grundbodenbearbeitung	+	ggf. Lockern	-
Saatbettbereitung	+	+ -	-
Saat	+	Mulchsaat	+
Stoppelbearbeitung	+	+ -	-

Die Anpassung an wirtschaftliche Rahmenbedingungen hat zu Entwicklungen geführt, die durch enge Fruchtfolgen, verstärkte Düngungs- und Pflanzenschutzmaßnahmen, durch intensive Bodenbearbeitung sowie nicht zuletzt durch den Einsatz leistungsstarker und damit auch schwerer Technik gekennzeichnet ist (**Abb. 1**). Solche Technik ist aus Kostengründen optimal auszunutzen, wobei u. a. etwa die Gefahr besteht, daß unter Termindruck und feuchten Bedingungen negative Folgen des Befahrens für den Boden - hinsichtlich seines Gefüges und seiner Funktionen - in den Hintergrund treten.

Abb. 1: Leistungsstarke Technik ist erforderlich

Zunächst ist zwischen der mechanischen Belastung, der Beanspruchung und der Verdichtung des Bodens zu unterscheiden (**Abb. 2**). Die Belastung wird mit der Radlast in t bzw. mit dem Kontaktflächendruck in der Berührungsfläche Laufwerk/Boden in kPa ($100 \text{ kPa} \hat{=} 1 \text{ bar}$) angegeben. Die Folgen einer Belastung sind während des Befahrens mechanische Spannungen, deren Verlauf mit den Linien gleichen Bodendrucks dargestellt werden können.

Abb. 2: Belastung, Beanspruchung und Verdichtung des Bodens

Wenn solche Bodenbeanspruchungen den mobilisierbaren Widerstand des Bodengefüges übersteigen, ist die Folge eine Abnahme des Porenvolumens (**Abb. 3**) - die Bodenverdichtung wird als die Zunahme der Bodendichte (g/cm^3) bzw. die entsprechende Abnahme des Porenvolumens (Vol%) definiert. Sie kann durch die Einlagerung fester Stoffe, durch Sackung infolge des Eigengewichtes oder durch anthropogene Einflüsse entstehen. Durch Befahren entstandene Gefügeveränderungen stehen im Mittelpunkt, wenn der Problembereich Bodenverdichtung in der pflanzlichen Produktion angesprochen ist. Das Ausmaß hängt von einer Reihe von Bodenparametern ab. Je tragfähiger (dicht, trocken) der Boden während des Befahrens ist, um so geringer sind die Folgen einer Druckbeanspruchung.

Abb. 3: Die Verdichtungskurve eines Bodens

Schon unter dem sehr einseitigen Blickwinkel der Produktionsfunktion des Bodens - neben seiner Regelungs- und Lebensraumfunktion - ist es, insbesondere aus praxisorientierter Sicht, nicht leicht, eine Schadverdichtung zu definieren. Aus dem grundsätz-

lichen Zusammenhang zwischen dem relativen Pflanzenertrag und der Bodendichte (**Abb. 4**) kann zwar geschlossen werden, daß zunehmende Bodendichte am rechten Ast der Parabel als Schadverdichtung anzusprechen ist, da sie zu erheblicher Ertragsminderung führt.

Abb. 4: Beziehung zwischen Pflanzenertrag und Bodendichte für eine Bodenart und -feuchte

Häufig wird jedoch jede Zunahme der Bodendichte als Bodenverdichtung im negativen Sinne angesehen. Dies wird indes dem heutigen wissenschaftlichen Kenntnisstand und den Erfahrungen in der Praxis nicht - etwa infolge des Fahrverkehrs auf dem Acker -gerecht. Ein „abgesetzter“ Boden muß nicht zu Mindererträgen führen und ist besser befahrbar.

Schonende Bodenlockerung als wichtiger Baustein

Dies ist ein wesentliches Ziel schonender Bodenlockerung. Ein sechsjähriger Feldversuch, der im Rahmen eines EU-Verbundvorhabens durchgeführt wurde, untersuchte vier Varianten Konservierender Bodenbearbeitung, bei denen die nichtwendende, krumentiefe Lockerung mit dem Schichtengrupper (**Abb. 5**) zu unterschiedlichen Zeitpunkten in der Fruchtfolge erfolgte (**Übersicht 2**): Variante 2 jeweils zu Wintergerste und zur Zwischenfrucht (also zweimal in drei Jahren), Variante 3 nur zu Wintergerste (also einmal in drei Jahren), Variante 4 nur zu Zwischenfrucht (also einmal in drei Jahren), und schließlich unterblieb für die Variante 5 während der sechs Jahre jede krumentiefe Lockerung.

Abb. 5: Der Schichtengrubber (Fa. Dutzi)

Die Zuckererträge lagen nach Konservierender Bodenbearbeitung 4 bis 6 % höher als nach Bodenbearbeitung mit Pflug, der Kornertrag von Winterweizen zwischen 1 und 5 % niedriger, und die Wintergerste reagierte nach nur einmaliger Lockerung (vor der Bestellung!) bzw. auf ausbleibende Lockerung mit deutlichen, signifikanten Mindererträgen.

Übersicht 2: Die Grundbodenbearbeitung der fünf Versuchsvarianten auf lehmigem Sandboden

Lockerung zu	Bodenbearbeitungsvarianten				
	Konventionell 1	2	Konservierend 3 4 5		
Zuckerrüben	P	-	-	-	-
Winterweizen	P	-	-	-	-
Wintergerste	P	SG	SG	-	-
Zwischenfrucht	P	SG	-	SG	-

P = Pflug SG = Schichtengrubber

In **Übersicht 3** sind die dreijährigen, durchschnittlicher Zucker- und Kornerträge als Relativwerte (Variante KOBV 1, 25 % Spuranteil unterstellt = 100) aufgetragen. Die Ergebnisse der Feldversuche zeigen, daß krumentiefe Bodenlockerung im Vergleich zu herkömmlichen Verfahren ohne Ertragseinbußen beträchtlich reduziert werden kann, wenn bodenschonend gelockert wird. Das Bodengefüge nicht so zu stören und weniger zu überlockern (würde „Rückverfestigung“ entbehrlich machen), gelingt mit nichtwendender, fruchtfolgespezifischer Bodenlockerung.

Der Zeitpunkt für diese Maßnahme ist in der Fruchtfolge sorgfältig abzuwägen. Steht etwa zwischen zwei Hauptfrüchten eine Zwischenfrucht, so ist vor deren Bestellung unter trockenen Bedingungen (im Bereich der gesamten Lockerungstiefe!) der Termin am günstigsten.

Übersicht 3: Durchschnittliche Relativerträge für die 2. Rotation (1988 bis 1990), nach Sommer u. Zach, 1993

Gelingt mit dem Wurzelnetz der Zwischenfrucht nämlich die biologische Stabilisierung des mechanisch geschaffenen Bodengefüges, so bestehen nachfolgend günstige Voraussetzungen sogar für die Direktsaat (also die Bestellung ohne jegliche Bodenbearbeitung). In jedem Fall ist nichtüberlockertes Bodengefüge besser befahrbar und hilft, Schadverdichtungen vorzubeugen (**Abb. 6**).

Abb. 6: Bessere Befahrbarkeit nach konservierender (rechts) im Vergleich zu konventioneller (links) Bodenbearbeitung

Am Beispiel einer beliebigen Druckzwiebel (**Abb. 7**) kann der Vorteil konservierender Bodenbearbeitung veranschaulicht werden. Am tiefsten reicht sie beim Pflügen mit hoher Radlast und wesentlich weniger tief, wenn das Traktorrad auf der Bodenoberfläche bleibt und der Boden infolge nichtwendender, fruchtfolgespezifischer (etwa nur einmal in drei Jahren) Lockerung tragfähiger ist. Dies hilft zudem maßgeblich, Kosten für aufwendige Grundbodenbearbeitung und Investitionen (überbetriebliche Nutzung des leistungsfähigen und teuren Ackerschleppers) zu sparen.

Abb. 7: Zur Tiefenwirkung einer betrachteten Druckzwiebel während der Durchführung unterschiedlicher Grundbodenbearbeitung

Konzept für bodenschonendes Befahren

Zur Vorbeugung von Schadverdichtungen im Sinne einer umweltgerechten Landwirtschaft sowie zur Reduzierung von Kosten im Sinne einer wettbewerbsfähigen Landwirtschaft ist schonende Bodenlockerung allerdings nur ein Baustein. Die Nutzung technischer Möglichkeiten, die Anpassung der Arbeitsverfahren sowie die Abstimmung der mechanischen Belastung an die Tragfähigkeit des Bodens (Bodenfeuchte, Bodendichte) müssen hinzu kommen (**Übersicht 4**), um ein Gesamtkonzept praxisrelevant zusammenzufügen (**Übersicht 5**).

Übersicht 4: Die Bausteine des Konzepts für bodenschonendes Befahren im Ackerbau

<p>Nutzung technischer Möglichkeiten</p> <p><u>plus</u></p> <p>Anpassung der Arbeitsverfahren</p> <p><u>plus</u></p> <p>Verbesserung der Befahrbarkeit des Bodens</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Fortentwicklung bodenschonender Fahrwerke • Begrenzung der Belastung/Beanspruchung: <ul style="list-style-type: none"> * Radlast (Schlaglänge!) begrenzen? * Kontaktflächendruck über Breitreifen mindern * Entwicklung einer innovativen Meßtechnik zur Kontrolle des Bodendrucks durch den Landwirt • Abstimmung von Behältervolumina und Schlaglänge • Anlegen von Fahrgassen nicht nur im Getreideanbau • Konservierende Bodenbearbeitung • Beetkonzepte und Direktsaat
--	--

Übersicht 5: Das Konzept für bodenschonendes Befahren im Ackerbau

Zusammenfassung

Bodenverdichtung mit negativen Auswirkungen auf die Bodenfunktionen hinsichtlich bodenphysikalischer Eigenschaften, Pflanzenwachstum und Ertrag (Produktionsfunktion), Filterung, Pufferung und Nährstoffverlagerung (Regelungsfunktion) sowie der Lebensraumfunktion des Bodens ist ein standortspezifisches Problem in der Pflanzenproduktion. Deshalb ist das Problem Bodenverdichtung sorgfältig zu definieren und Ursachen, Auswirkungen und Lösungsansätze zu analysieren.

In dem vorgeschlagenen Konzept für bodenschonendes Befahren mit dem Ziel „wettbewerbsfähige und umweltgerechte Landbewirtschaftung“ spielen vier Bausteine die Grundlage: Nutzung und Weiterentwicklung technischer Möglichkeiten, Fortentwicklung von Arbeitsverfahren, Verbesserung der Befahrbarkeit des Bodens und Abstimmung der mechanischen Belastung. In diesem Sinne werden die Vorteile Konservierender Bodenbearbeitung - im Gegensatz zum 2. Baustein „Mulchsaat“ - mit ihrer schonenden, d. h. nichtwendenden und fruchtfolgespezifischen Bodenlockerung bislang noch nicht ausgeschöpft. Zukünftiger Bodenschutz wird jedoch die Akzeptanz verbessern helfen.

c:\Dateien\Sommer\LU-KBB.doc - 8.8.1997 mi