

Arwed Schwark, Kiel

# Einfluss von Mechanisierung und Bewirtschaftung auf den Zustand von Ackerböden

*In einigen Publikationen wird dargestellt, dass landwirtschaftliche Flächen beim Einsatz von moderner Großtechnik schadverdichtet würden. Die Behauptungen beruhen aber meist auf Annahmen, denn in der Literatur gibt es nur wenige Quellen, die detaillierte empirische Zahlen liefern, inwieweit der Boden tatsächlich von der Bewirtschaftung beeinflusst ist. Deshalb wurde eine Erhebung auf Praxisbetrieben durchgeführt. Die Versuchsvarianten stellen vier unterschiedlich belastete Teilflächen eines Ackers auf insgesamt 17 Standorten dar. Dies sind das üblich bewirtschaftete Feld, das viel befahrene Vorgewende, die stark belastete Fahrgasse sowie benachbartes Ödland als unbefahrene Vergleichsfläche.*

Dr. agr. Arwed Schwark ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik der Universität Kiel, Olshausenstraße 40, 24098 Kiel; e-mail: [aschwark@ilv.unikiel.de](mailto:aschwark@ilv.unikiel.de)

## Schlüsselwörter

Mechanisierung, Boden, Verdichtung, Zuckerrüben

## Keywords

Mechanisation, soil, compaction, sugar beets

## Literatur

Literaturhinweise sind unter LT 06210 über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/local/fliteratur.htm> abrufbar.

Die Betriebe wurden in ganz Schleswig-Holstein ausgewählt und geben die vielfältigen Einflüsse von Bodenart, Fruchtfolge und Mechanisierung wider. Die Technik zeichnet sich durch mittlere und große Traktoren, Mähdrescher mit 6 bis 9 m Schnittbreite, Dünge- und Pflanzenschutztechnik mit bis zu 32 m Arbeitsbreite und Kipper mit 8 bis 24 t Gesamtmasse aus. Die Versuchstechnik des ILV ermöglicht es, bei der Probenahme über herkömmliche punktuelle Messungen hinaus größere Bereiche eines Schrages zu bonitieren. Porenvolumen und Dichte sind bewährte Parameter, die ergänzt werden um die Luftleitfähigkeit und die Durchwurzelung als Kenngrößen für die Funktionsfähigkeit. Mit einem Penetrometer kann in vertikaler Richtung das Profil und horizontal der gesamte Schlag erfasst werden. In der Arbeit wurden neben dem aktuellen Bodenzustand auch langfristige Effekte der Bewirtschaftung untersucht. Dafür wurde an die Arbeit von [1] angeknüpft, der 1986/87 in einer ähnlich angelegten Untersuchung den Status von Ackerböden in Schleswig-Holstein in Marsch, Geest und Hügelland analysiert hat. Der aktuelle Status der sandigen Lehm Böden sowie die Veränderung im Vergleich zu Sonderhoffs Ergebnissen wurden in der Landtechnik 2/2005 veröffentlicht. In dieser Ausgabe werden die

Einflüsse von Zuckerrübenanbau, Bewirtschaftungsform und Bodenbearbeitungsverfahren dargestellt.

## Rüben in der Fruchtfolge

Häufig steht der Rübenroder als Beispiel für eine bodengefährdende Maschine. Ob dauerhafte Auswirkungen durch seinen Einsatz bestehen, wird geprüft, indem die Flächen von Betrieben mit und ohne Zuckerrüben in der Fruchtfolge verglichen werden. Zur Zuckerrübenenernte wird ein sechsstufiger selbstfahrender Köpfrödebunker eingesetzt. Die Flächen mit der Bodenart lehmiger Sand und sandiger Lehm sind zu einer Gruppe zusammengefasst.

Man erkennt, dass das Porenvolumen und die Luftkapazität standortbedingt auf dem Ödland der Rüben anbauenden Betriebe um 0,5 bis 1,5 % höher sind (Tab. 1). Das höhere Niveau von Porenvolumen und Luftkapazität ist ebenfalls auf dem Vorgewende und dem Feld zu finden. Für die Fragestellung kommt es jedoch auf die Relationen an. Auf den nicht Rüben anbauenden Betrieben sind zwar alle Werte niedriger, allerdings sind die Differenzen zwischen Feld und Ödland weitgehend gleich. Ein stärkerer Abfall von Porenvolumen und Luftkapazität ist nur auf dem Vorgewende zu finden. Hier sind die ab-

Tab. 1: Vergleich von Flächen mit und ohne Rübenanbau in der Fruchtfolge

Tab. 1: Comparing fields with and without sugar beets in the crop rotation

Teilfläche area	Tiefe depth	Porenvolumen [%] pore volume		Luftkapazität [%] macro pores		pL bei pF 1,8 [cm/s]	
		mit with	ohne without	mit with	ohne without	mit with	ohne without
Ödland wasteland	10	47,6	45,0	17,1	15,0	1,13	1,07
	20	44,2	42,3	14,9	14,1	0,71	0,72
	40	40,6	39,1	12,3	11,6	0,54	0,55
	60	39,5	39,2	11,9	11,6	0,53	0,50
Feld field	10	44,4	42,9	15,8	12,8	1,04	0,76
	20	42,7	41,6	14,8	11,8	0,65	0,62
	40	38,7	38,1	10,7	10,5	0,52	0,56
	60	39,1	39,1	11,3	10,8	0,55	0,53
Vorgewende headland	10	42,3	41,5	13,3	10,9	0,76	0,76
	20	40,8	39,3	12,2	8,7	0,57	0,45
	40	38,0	36,8	9,6	7,9	0,41	0,36
	60	39,8	36,6	9,9	7,7	0,44	0,48
		GD 10 % ≈ 2,0 %		GD 10 % ≈ 2,7 %		GD 10 % ≈ 2,7 cm/s	

soluten Werte mit etwa 36,7 % PV und 7,8 % Grobporenvolumen gering, was nicht recht zu erklären ist.

Die Luftleitfähigkeit ändert sich insgesamt weniger als das Porenvolumen und die Luftkapazität. Beide Gruppen haben das gleiche Niveau, wie am Ödland deutlich wird. Der Vergleich der Werte zeigt nur geringe Differenzen zwischen beiden Gruppen. Angesichts der sehr hohen Streuung sind diese nicht signifikant.

Bei den Horizontalpenetrometermessungen fallen auf einzelnen Flächen doch Unterschiede auf. Im Bereich der Zufahrt zum ehemaligen Mietenplatz weist das Vorgehende eine höhere Festigkeit auf, unabhängig davon, ob die Rüben mit einem Muldenkipper zur Miete gefahren wurden oder ob der Roder sie direkt abgeladen hat. Unter der Rangierfläche des Radladers wurden ebenfalls sehr hohe Eindringwiderstände gemessen. Das kann sich in Zukunft mit dem selbstaufnehmenden Reinigungslader bessern, da er bodenschonend bereift ist und nur eine Überrollung erfolgt.

Die Ergebnisse lassen ansonsten keine bleibenden Spuren auf dem Acker erkennen, was auf fachgerechten Einsatz der durchaus schweren Technik hindeutet. Der Boden könnte allerdings auch regeneriert sein, denn die Rüben sind in Schleswig-Holstein recht weit in der Fruchtfolge gestellt.

### Ökologisch und konventionell bewirtschaftete Äcker

Die ökologische Wirtschaftsweise wird gern als besonders umweltschonend bezeichnet. Aus landtechnischer Sicht sprechen Gründe dagegen, denn durch den Verzicht auf Pflanzenschutz- und Düngemittel wird der Boden

häufiger und intensiver bearbeitet. Es wird im Durchschnitt der Fruchtfolge öfter gepflügt (80 bis 90 %) als auf konventionellen Betrieben (30 bis 40 %), da die Vorzüge konservierender Bearbeitung nicht zu nutzen sind. Für einen Vergleich wurden die Betriebe nach der Bewirtschaftungsform „ökologisch“ und „konventionell“ aufgeteilt. Flächen mit der Bodenart lehmiger Sand und sandiger Lehm sind wieder zusammengefasst.

Man erkennt, dass das Ödland der ökologisch bewirtschafteten Flächen offenbar standortbedingt niedrigere Werte hat als das Feld (Tab. 2). Auf dem Feld ist das Porenvolumen beider Gruppen in allen Horizonten auf gleichem Niveau. Die ökologisch bewirtschafteten Flächen lagern nur in 10 cm Tiefe mit 45 % PV besonders locker, möglicherweise, weil sie teilweise im Frühjahr gepflügt waren und sich noch nicht abgesetzt hatten.

Die Fahrgassen sind naturgemäß in der Krume mit 40,5 % PV am stärksten verdichtet. Im Unterboden sind sie sowohl in 40 als auch in 60 cm Tiefe auf einer Höhe mit dem Feld, also nicht beeinträchtigt. In gleicher Weise wird auf den Ökoflächen die Spur des Hackschleppers mit der Hackmaschine oder mit dem Striegel beprobt. Im Gegensatz zur Fahrgasse wird diese Spur nur ein- bis dreimal befahren und das verfahrensgerecht bei trockenem und gut bearbeitbarem Boden. Die Reihenkultur verlangt schmale Pflegereifen. Zur Bodenschonung setzt man Terra- oder Zwillingreifen ein. Das führt dazu, dass nur der lockere Boden in der Krume verdichtet wird und im Unterboden keine Veränderungen auftreten.

Die Luftleitfähigkeit bestätigt die vom Standort geprägten Differenzen. Die Nach-

teile von Spur und Vorgehende wirken sich nicht besonders aus. Wenn man die Teilflächen innerhalb einer Gruppe vergleicht, stellt man fest, dass die üblichen erwarteten Unterschiede auftreten. Das Ödland lagert am lockersten und das Vorgehende am dichtesten. Feld und Fahrspur sind sich ähnlich. Angesichts der hohen Grenzdifferenzen sind auch bei der Luftleitfähigkeit keine Unterschiede festzustellen. Daraus folgt, dass die These von mehr Bodenschonung gegen mechanische Belastung im Ökolandbau nicht bestätigt werden kann.

Die Unterschiede in der Bodenbearbeitungsintensität werfen die Frage nach einer Traktorradssole auf. Diese lässt sich mit dem Vertikalpenetrometer erfassen, welches auf allen Teilflächen eingesetzt wurde. Allgemein fallen in den Messungen die hohen Werte der bekanntermaßen stark belasteten Bereiche auf, vor allem in den Fahrgassen nahe der Oberfläche. Der Pflughorizont weist naturgemäß eine geringere Festigkeit auf. Bei 30 cm steigt der Widerstand auf allen Teilflächen stark an und deutet damit auf eine Sohle, was aber durch die Überlockierung des Bearbeitungshorizonts zu erklären ist, denn im Unterboden verläuft die Kurve auf gleichem Niveau wie beim Ödland. Bei den meisten Flächen lässt sich nicht auf Verdichtung schließen, denn in der gesamten Erhebung weisen nur 40 % der Standorte mit der Bodenart sL und IS eine Pflugsohle auf, die dann in der Regel unscharf im Profil erkennbar ist. Sie findet sich sowohl auf konventionell als auch auf ökologisch bewirtschafteten Flächen. Deutliche Unterschiede zwischen beiden Systemen gibt es nur zwischen Hackspur und Fahrgasse, denn die Fahrgassen sind im Oberboden deutlich stärker verfestigt. Das war bei den Stechzylindermessungen nicht zu erkennen.

### Fazit

Insgesamt sind keine Zusammenhänge zwischen der Größe der Mechanisierung, der Bodenbearbeitung und den Bodenkennwerten zu erkennen. Die Ergebnisse lassen nicht den Schluss zu, dass landwirtschaftliche Flächen in einem desaströsen Ausmaß geschädigt sind und dass damit die nachhaltige Sicherung des Produktionsfaktors Boden gefährdet ist. Das kann einerseits beruhigen, soll aber andererseits keinen Freibrief sein, von den Prinzipien guter bodenschonender Praxis abzuweichen.

Tab. 2: Vergleich konventionell und ökologisch bewirtschafteter Flächen

Tab. 2: Comparing conventionally and ecologically cultivated fields

Teilfläche area	Tiefe depth	Porenvolumen [%] pore volume		Luftkapazität [%] macro pores		pL bei pF 1,8 [cm/s]	
		mit with	ohne without	mit with	ohne without	mit with	ohne without
Ödland wasteland	10	47,0	44,5	17,2	14,2	1,17	0,67
	20	43,6	42,7	15,2	13,6	0,74	0,46
	40	40,5	37,7	12,8	10,3	0,55	0,40
Feld field	60	39,7	38,5	12,8	9,5	0,54	0,34
	10	43,5	45,1	15,1	14,5	0,90	0,67
	20	42,4	42,1	14,4	12,0	0,68	0,42
Fahrgasse/ Hackspur tramline	40	38,3	39,1	10,9	12,2	0,50	0,57
	60	39,1	39,7	11,4	12,1	0,56	0,36
	10	38,3	40,1	8,5	8,8	0,34	0,33
Vorgewende headland	20	39,4	42,8	10,2	12,4	0,40	0,43
	40	38,2	38,0	10,0	15,1	0,50	0,59
	60	39,9	38,8	12,1	17,1	0,53	0,90
	10	41,6	44,0	12,8	12,4	0,70	0,82
	20	39,7	42,4	11,5	9,3	0,51	0,40
	40	37,0	40,6	9,6	8,6	0,38	0,34
	60	38,4	38,9	9,9	7,5	0,46	0,35
		GD 10% ≈ 2,3 %		GD 10% ≈ 2,9 %		GD 10% ≈ 2,4 cm/s	