

Effekte des Ringschneidereinsatzes zur pfluglosen Bodenbearbeitung auf physikalische Eigenschaften sandiger Böden

Hofbauer, M.^{1,2}, Bloch, R.³, Gerke, H.H. und Bachinger, J.

Keywords: Pfluglose Bodenbearbeitung, Sandboden, Bodenphysik, Klimaanpassung

Abstract

Organic farming on sandy soils in Brandenburg is especially vulnerable to climate change impacts like drought and heavy rainfall. Reduced tillage is considered as one possible adaptation measure. For technical implementation the ring cutter allowing shallow non-inversion tillage with overall root-cutting is under investigation. Its effects on soil bulk density, soil organic matter content, root mass and soil water retention as well as the yield of winter rye were quantified. Results from the spring showed a significant accumulation of organic matter in the tilled top layer and both a significant increase of bulk density and a significant decrease of root mass in the non-tilled lower topsoil. Water retention in the non-tilled layer was reduced. The yield of winter rye was 27 % lower. Due to a compaction the non-tilled layer of the soil was less penetrable by roots. The showed results of only one date do not allow reasoning to a whole tillage system. In the present case it is recommended to loosen the compacted non-tilled layer with additional non-inversion tillage.

Einleitung und Zielsetzung

Für Brandenburg ist den Klimaprojektionen zufolge vermehrt mit extremen Wetterereignissen wie Trockenheit und Starkniederschlägen zu rechnen (Gerstengarbe *et al.* 2003). Daher sind Anpassungsmaßnahmen gerade für den Ökolandbau auf sandigen Böden erforderlich. Eine Strategie könnte nicht wendende Bodenbearbeitung mit Mulchsaat und Zwischenfruchtanbau sein. Erwartet wird unter anderem eine Erhöhung der Wasserspeicherfähigkeit. Zur technischen Umsetzung erscheint der Ringschneider (RS) gut geeignet, da er eine nicht wendende Flachbodenbearbeitung mit ganzflächiger Wurzeldurchtrennung ermöglicht. Auf dem Modellbetrieb Organischer Landbau des Leibniz-Zentrums für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) Müncheberg wird innerhalb des Verbundprojektes „Innovationsnetzwerk Klimaanpassung Brandenburg Berlin“ (INKA BB) auch der RS in Anbausystemversuchen eingesetzt. Anhand der vorliegenden Arbeit wurden Effekte des RS-Einsatzes auf bodenphysikalische Eigenschaften wie Lagerungsdichte und Wasserspeicherfähigkeit, auf den Gehalt organischer Substanz und auf den Kornertrag im Vergleich zum Pflugeinsatz quantifiziert.

1 Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e.V., Eberswalder Straße 84, 15374 Müncheberg, Deutschland, jbachinger@zalf.de, hgerke@zalf.de, www.zalf.de.

2 Technische Universität Bergakademie Freiberg, Akademiestraße 6, 09599 Freiberg, Deutschland, Michael.Hofbauer1@student.tu-freiberg.de, www.tu-freiberg.de

3 Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde, Friedrich-Ebert-Straße 28, 16225 Eberswalde, Deutschland, Ralf.Bloch@hnee.de, www.hnee.de

Methoden

Die Untersuchungen fanden auf einer randomisierten Blockanlage mit sechs Wiederholungen am Standort Müncheberg statt (mittl. Jahresniederschlag 521 mm, Durchschnittstemperatur 8,5 °C, Bodenart vorwiegend S14 bis Su2, Bodenzahl 28 - 34). In den RS-Varianten kam der Pflug letztmalig im Frühjahr 2008 zum Einsatz, der RS erstmalig im September 2010. Die Bearbeitungstiefen lagen bei ca. 25 cm (Pflug) bzw. ca. 8 cm (RS). Während der Probenahmen im April 2012 befand sich Winterroggen (BBCH-Stadien 32 - 35) auf den Flächen (Früchtefolge: zweijähriges Luzerne-Klee-Gras - Winterweizen - Winterroggen). Pro Wiederholung wurden an zwei Punkten je Variante Bodenproben mittels Stechzylinder aus den Tiefen 1 - 6 cm (I), 8 - 13 cm (II) und 15 - 20 cm (III) entnommen. Zur Aufnahme der Wasserretentionsfunktion (pF-Kurve) wurde zudem bei drei Wiederholungen ein Punkt je Variante in der Tiefe 9 - 15 cm beprobt. Ferner erfolgte nach der Ernte am 25.07.2012 die Ermittlung des Kornertrages. Die Analysemethoden sind in Tabelle 1 zusammengefasst. Für Signifikanztests wurde die Software SAS 9.2 verwendet.

Tabelle 1: Erfasste Kenngrößen und angewendete Methoden

Kenngröße	Methode
Lagerungsdichte des Feinbodens $\rho/g\text{-cm}^{-3}$ (1)	bezogen auf Volumen des Feinbodens; Trocknung nach DIN ISO 11465; Probenvorbehandlung: DIN ISO 11464
C_{org} -Massenanteil im Feinboden $\omega_{\text{Corg}}/\%$ (1)	trockene Verbrennung im O_2 -Strom nach DIN ISO 10694; Probenvorbehandlung: DIN ISO 11464
Wurzelmasse m_{Wurz}/g (1)	aus nach DIN ISO 11464 abgetrenntem Grobboden (> 2 mm)
Masse sonstiger org. Bestandteile m_{Org}/g (1)	aus nach DIN ISO 11464 abgetrenntem Grobboden (> 2 mm)
Wasserretentionsfunktion (pF-Kurve) (2)	DIN ISO 11274; pF 0 bis pF 2,5: Unterdruck an ungestörten Proben; pF 3,7 und pF 4,2: Überdruck an gestörten Proben
Kornertrag/dt·ha ⁻¹	Mährdrusch der Kemparzel (2 m x 25 m)

(1) zwölf Wiederholungen, je fünf Stechzylinder; (2) drei Wiederholungen, je fünf Stechzylinder

Ergebnisse

Während die mit dem RS bearbeiteten Parzellen in Tiefe I eine geringere Lagerungsdichte aufweisen als die gepflügten, zeigen sie in den Tiefen II und III signifikant erhöhte Werte (Tabelle 2). Der C_{org} -Massenanteil des Feinbodens ist bei Variante RS in Tiefe I signifikant höher als bei Variante Pflug, in den Tiefen II und III etwas niedriger (Tabelle 2). Die Wurzelmasse und die Masse sonstiger organischer Bestandteile (Tabelle 2) haben bei RS-Bearbeitung im Vergleich zur Pflugbearbeitung größere Werte in Tiefe I, wobei nur für die Masse sonstiger organischer Bestandteile signifikante Unterschiede festgestellt werden konnten. Beide Kenngrößen haben unter Pflugverzicht signifikant kleinere Werte in den Tiefen II und III. Die Summe über alle drei Tiefen zeigt hingegen keine signifikanten Unterschiede. Unter RS-Einsatz ist der Kornertrag mit 29,3 dt·ha⁻¹ um 27 % geringer als bei Pflugeinsatz (40,1 dt·ha⁻¹).

Die pF-Kurven in Abbildung 1 zeigen eine leicht verringerte Wasserspeicherfähigkeit für den Boden direkt unterhalb der RS-Bearbeitungstiefe. So weist der Bereich der Grobporen von pF 0 bis pF 1,8 einen Volumenanteil von 4,5 % gegenüber 6,1 % bei Pflugbodenbearbeitung auf (nicht signifikant). Der Bereich der nutzbaren Feldkapazität bzw. der Mittelporen von pF 1,8 bis pF 4,2 besitzt bei Variante RS einen Volumenanteil von 19,8 %, bei Variante Pflug einen Wert von 22,3 % (signifikant). Lediglich bei pF 4,2 (permanenter Welkepunkt) besitzt die pfluglose Variante mit einem Volumen-

anteil von 7,6 % eine signifikant höhere Wasserspeicherefähigkeit als die Pflugvariante (6,8 %).

Tabelle 2: Lagerungsdichte, C_{org} -Massenanteil, Wurzelmasse und Masse sonstiger organischer Bestandteile (jeweils Mittelwert)

Tiefe #cm	$\rho/g\cdot cm^{-3}$		$w_{C_{org}}/%$		m_{Wurz}/g		m_{Org}/g	
	RS	Pflug	RS	Pflug	RS	Pflug	RS	Pflug
I) 1 - 6	1,41 a	1,45 a	0,75 a	0,63 b	0,95 a	0,61 a	1,34 a	0,51 b
II) 8 - 13	1,69 a	1,60 b	0,59 a	0,62 a	0,09 a	0,21 b	0,17 a	0,51 b
III) 15 - 20	1,67 a	1,58 b	0,61 a	0,64 a	0,04 a	0,14 b	0,20 a	0,72 b
Σ Profil	-	-	-	-	1,09 a	0,96 a	1,71 a	1,74 a

Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen RS und Pflug (Tukey-Test, $p < 0,05$)

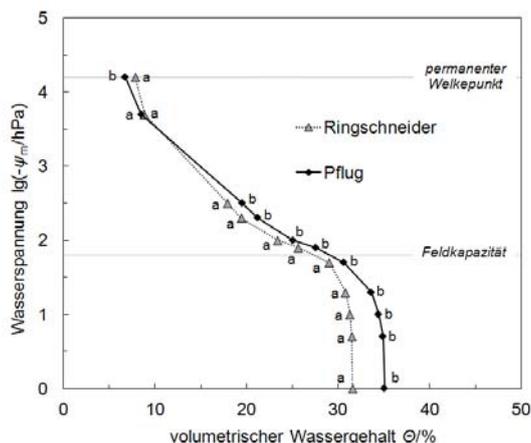


Abbildung 1: Mittlere pF-Kurven der Tiefe 9 - 15 cm. Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede an den einzelnen pF-Stufen (Tukey-Test, $p < 0,05$).

Diskussion und Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse zur Lagerungsdichte, zum Grobporenanteil sowie zur Verteilung von organischer Substanz und Wurzeln bestätigen aus der Literatur bekannte Beobachtungen zur reduzierten Bodenbearbeitung (u.a. Schmidt und Christen 2010, sowie Verweise darin). Weiterhin fand bei Variante RS in den Tiefen II und III eine Dichtlagerung in dem Maße statt, dass der Boden schlechter durchwurzelbar war. Dadurch kam es zu einer Wurzelkonzentration in den oberen Zentimetern. Nach Simon (1960) neigen Sandböden aufgrund ihrer Textur und geringerer Humusgehalte verstärkt zur Dichtlagerung und sind außerdem besonders anfällig gegenüber Schadverdichtungen (Frielinghaus *et al.* 2001). Aufgrund der erhöhten Lagerungsdichte, der verringerten Durchwurzelung und der reduzierten Erträge kann auf den RS-Parzellen von einer Schadverdichtung nach Frielinghaus *et al.* (2001) ausgegangen werden. Ferner könnten eine Hemmung der N-Mineralisation (Berner *et al.* 2008) und die leicht verminderte

te Wasserspeicherfähigkeit in den unbearbeiteten Krümenbereichen zur Ertragsminderung beigetragen haben.

Durch die pfluglose Bodenbearbeitung ergaben sich ungünstige Wachstumsbedingungen für den Pflanzenbestand. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass sich anhand der lediglich zu einem Zeitpunkt durchgeführten Untersuchungen keine generellen Rückschlüsse zur reduzierten Bodenbearbeitung bzw. zu Bodenbearbeitungssystemen ableiten lassen. Beispielsweise beschreiben Tebrügge und Düring (1999) die dynamische Entwicklung der Lagerungsdichte von Oktober bis Mai. Nach Epperlein und Ellmer (2006) sollte pfluglose Bodenbearbeitung auf sandigen Böden flexibel, kulturartenabhängig und im Kontext der Fruchtfolge erfolgen. Andererseits beobachteten Tebrügge und Düring (1999) erwünschte Effekte wie größere Strukturstabilität, geringere Erosionsanfälligkeit und vermehrte Regenwurmaktivität erst nach langjährigem konsequentem Pflugverzicht.

Im vorliegenden Fall könnte zur Verbesserung von Durchwurzelung und N-Mineralisierung einerseits eine zusätzliche nicht wendende Tiefenlockerung, andererseits eine Verringerung der mechanischen Belastungen angebracht sein.

Danksagung

Die Arbeiten wurden durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) und durch das Ministerium Wissenschaft, Forschung und Kultur (MWFK), Brandenburg finanziert.

Literatur

- Berner A., Hildermann I., Fließbach A., Pfiffner L., Niggli U., Mäder P. (2008): Crop yield and soil fertility response to reduced tillage under organic management. *Soil Tillage Res* 101: 89-96.
- Epperlein J., Ellmer F. (2006): Pflugverzicht in der Streusandbüchse? Konservierende Bodenbearbeitung auf leichten Böden. In: *Neue Landwirtschaft* (5), S. 34-37.
- Frielinghaus M., Petelkau H., Seidel K. (2001): Die Grundzüge des Schad-Verdichtungs-Gefährdungs-Konzepts (SVGK) und ein Anwendungsbeispiel. In: *Schadverdichtungen in Ackerböden. Entstehung, Folgen, Gegenmaßnahmen*. 14. Wissenschaftliche Fachtagung am 05.12.2001 in Bonn. Landwirtschaftliche Fakultät der Universität Bonn, S. 86-100.
- Gerstengarbe F.-W., Badeck F., Hattermann F., Krysanova V., Lahmer W., Lasch P., Stock M., Suckow F., Wechsung F., Werner P. C. (2003): Studie zur klimatischen Entwicklung im Land Brandenburg bis 2055 und deren Auswirkungen auf den Wasserhaushalt, die Forst- und Landwirtschaft sowie die Ableitung erster Perspektiven. Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung, Potsdam.
- Schmidt H., Christen C (2010): Literaturübersicht zu Auswirkungen reduzierter Bodenbearbeitung. In: Schmidt H. (Hrsg.): *Öko-Ackerbau ohne tiefes Pflügen. Praxisbeispiele & Forschungsergebnisse*. Verlag Dr. Köster, Berlin, S. 203-226.
- Simon W. (1960): *Sandige Ackerböden: Bodenkunde, Pflanzenbau, Ökonomie*. Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin, 604 S.
- Tebrügge F., Düring R.-A. (1999): Reducing tillage intensity – a review of results from a long-term study in Germany. *Soil Tillage Res* 53: 15-28.