

## Ist eine temporäre Reduzierung der Bodenbearbeitungsintensität zu Körnerleguminosen im ökologischen Landbau ohne Ertragseinbußen erreichbar?

Stieber, J.<sup>1</sup> und Schmidtke, K.<sup>1</sup>

Keywords: Erbse, Pflug, Grubber, Direktsaat

### Abstract

*In organic agriculture intensive soil tillage is often used to suppress weeds, pests and pathogens and encourage the mineralization of nitrogen. Nevertheless intensive soil tillage promotes erosion by wind and water, soil compaction and nutrient losses. The present field trial determined the effects of reduced tillage and no-till on yield development of pea to counteract these negative impacts of conventional tillage. At Pinkowitz (near Dresden) pea was seeded after a cover crop of oat and sunflower in three different tillage systems: after plow, cultivator or without any soil tillage (direct seeding). In half of the plots subterranean clover was undersown into emerging pea crop stands. The plant growth of pea and weeds as well the  $N_{min}$  stock in soil was ascertained at two appointments, and on ripeness of pea. No-till caused a significant lower plant density which could not fully compensated by higher seed numbers per plant or seed weight. So grain yield was significant higher after plowing and reduced tillage in comparison to no-till. The low capability for compensation was caused by high weed yield, low Nitrogen Nutrition Index and soil physical parameters. To achieve higher grain yield with no-till it is important to identify the causes of low emergence.*

### Einleitung und Zielsetzung

Die im ökologischen Landbau häufig durchgeführte Grundbodenbearbeitung mit dem Pflug wird genutzt, um Unkräuter und Schaderreger möglichst wirksam zu regulieren und die Mineralisierung von Stickstoff zu fördern (Carter 1994). Jedoch birgt eine intensive Bodenbearbeitung ein erhöhtes Risiko der Bodenerosion durch Wind sowie Wasser und fördert die Bildung von Bodenverdichtungen im Wurzelbereich der Kulturpflanze (Lal 1991). Zusätzlich ist ein erhöhter Verbrauch von Kraftstoffen und Einsatz von Arbeitszeit vonnöten (Verch et al. 2009). Der vorliegende Versuch beschäftigt sich mit den Effekten einer reduzierten Bodenbearbeitung und Direktsaat im ökologischen Landbau, um Anbaustrategien zu entwickeln, mit denen negativen Folgen einer intensiven Bodenbearbeitung entgegengewirkt werden kann. Hierzu erfolgte die Prüfung des Einflusses einer Grundbodenbearbeitung mit dem Pflug im Vergleich zu einer Bearbeitung mit dem Grubber und einer Direktsaat auf die Ertragsbildung und die  $N_2$ -Fixierleistung der Erbse. Zusätzlich wurde die Wirkung einer Untersaat mit Erdklee auf Unkrautwachstum und Ertragsbildung der Deckfrucht Erbse untersucht. Ziel der Untersuchungen war es, Probleme des Anbaus von Erbsen bei konservierender Bodenbearbeitung im ökologischen Pflanzenbau zu identifizieren und daraus Strategien für die temporäre Reduzierung der Bodenbearbeitungsintensität in ökologisch wirtschaftenden Betrieben abzuleiten, die zu nur geringen bzw. keinen Ertragseinbußen führen.

---

<sup>1</sup> Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden, Fakultät Landbau/Landespflege, Pillnitzer Platz 2, 01326, Dresden, Deutschland, stieber@htw-dresden.de, www.htw-dresden.de.

## Methoden

Die Anlage des Feldversuches erfolgte am Standort Pinkowitz (am Rande der Lommatzcher Pflege bei Dresden gelegen) auf Parabraunerde aus Löss in einer zweifaktoriellen Spaltanlage nach einer Zwischenfrucht aus Hafer und Sonnenblume in den Jahren 2009 und 2010. In Großparzellen wurde die Intensität der Bodenbearbeitung in drei Stufen: Pflug (25 cm), Grubber (15 cm) und Direktsaat, der Unterfaktor Untersaat mit Erdklee zweistufig ohne/mit Untersaat geprüft. Nach einer Grundbodenbearbeitung mit Pflug oder Grubber erfolgte eine Saatbettbereitung mit der Kreiselegge. Die Einsaat der Erbse (cv. Santana, 90 keimfähige Körner  $m^{-2}$ ) fand am 19.04.2009 bzw. 08.04.2010 statt, wobei die Einsaat nach einer Bodenbearbeitung mit einer Parzellendrillmaschine mit Schleppscharen (Hege 80), in Direktsaat mit einer Parzellendrillmaschine ausgestattet mit Cross-slot-Scharen durchgeführt wurde. Eine Woche nach der Einsaat der Erbse wurde in eine Hälfte der Parzellen eine Untersaat mit Erdklee (cv. Dalkeith, 2000 keimfähige Körner  $m^{-2}$ ) eingebracht. Nach der Saat fand keine Unkrautregulierung in den Beständen statt. Im Zeitraum des Auflaufens der Erbse wurden an mehreren Terminen die Bodentemperatur sowie die Lagerungsdichte des Saathorizontes und die Bodenfeuchte ermittelt. Im Verlauf des Wachstums der beiden Leguminosen erfolgte zu BBCH 20, 65 und 89 eine Erhebung der Sprosstrockenmasse der Erbse, des Erdkleees und des Unkrautes auf 3  $m^2$  je Parzelle. Zur Druschreife wurde zusätzlich zur Beerntung per Hand ein Kernparzellendrusch auf ca. 15  $m^2$  durchgeführt. Zeitnah zur Entnahme von Pflanzenproben fand eine Bodenprobennahme zur Bestimmung des  $N_{min}$ -Vorrates im Boden und der Bodenfeuchte statt. Aus den zu Pflanz- und Bodenprobennahme gewonnenen Daten zur N-Akkumulation in Spross und Boden wurde die  $N_2$ -Fixierleistung der Erbse mittels erweiterter Differenzmethode (Stülpnagel 1982) sowie der Nitrogen Nutrition Index (NNI) nach Dore et al. (1998) berechnet.

## Ergebnisse

Die Intensität der Bodenbearbeitung zur Saat hatte einen signifikanten Einfluss auf den Feldaufgang der Erbse. Nach Direktsaat liefen in 2009 und 2010 signifikant weniger Erbsen auf als nach einer Bodenbearbeitung mit dem Pflug (Tab. 1). Ein Effekt der Untersaat Erdklee auf das Auflaufen der Erbse konnte nicht festgestellt werden.

**Tabelle 1: Feldaufgang der Erbse (Pfl.  $m^{-2}$ ) in Abhängigkeit von einer differenzierten Grundbodenbearbeitung in 2009 und 2010**

Jahr	Pflug	Grubber	Direktsaat
2009	93,2 a	85,2 b	56,3 c
2010	66,5 a	62,5 ab	52,9 b

Nicht gleiche Buchstaben kennzeichnen signifikante Mittelwertdifferenzen innerhalb eines Jahres und Prüffaktors, Tukey-Test  $\alpha = 0,05$

Die im Saathorizont erhobene Lagerungsdichte des Bodens unterschied sich zwischen den Bodenbearbeitungsstufen in 2009 nicht signifikant. In 2010 hingegen wies der Boden mit 1,20  $g\ cm^{-3}$  nach Pflug und 1,22  $g\ cm^{-3}$  nach Grubber signifikant geringere Lagerungsdichten auf als in Direktsaat mit 1,38  $g\ cm^{-3}$  (im Bereich des Säscharres) und 1,40  $g\ cm^{-3}$  (im Bereich zwischen den Säscharren). Die im Zeitraum des Auflaufens erfasste Bodentemperatur in 5 cm Tiefe war zu den ersten 3 Messterminen in beiden Jahren in Direktsaat höher als nach einer Grundbodenbearbeitung mit dem Pflug. Dieser Effekt konnte bei einigen Terminen als signifikant ausgewiesen werden. Die Bodenfeuchte unterschied sich zwischen den Stufen der Prüffaktoren nur gering-

füßig. In 2009 konnte lediglich in der Stufe 10 bis 30 cm eine signifikant höhere Bodenfeuchte in den Grubberparzellen im Vergleich zu den Direktsaatparzellen festgestellt werden. In den Stufen 0 bis 10 cm und 30 bis 60 cm sowie in allen drei Stufen in 2010 konnten keine signifikanten Effekte der Bodenbearbeitung verzeichnet werden.

Der Stickstoffversorgungsindex (NNI) der Erbse zur Blüte wurde in 2009 und 2010 negativ durch die Verminderung der Bodenbearbeitungsintensität beeinflusst. In beiden Jahren lag der NNI nach Direktsaat um 0,10 niedriger im Vergleich zum Pflug: Dieser Effekt konnte bei der statistischen Auswertung über beide Jahre als signifikant ausgewiesen werden. Im Mittel der Jahre betrug der NNI nach Pflug 0,75, nach Grubber 0,73 und in Direktsaat 0,65.

Die Sprossstrockenmasse der Erbse lag in beiden Versuchsjahren an allen Terminen der Sprossprobennahme nach Pflug und Grubber signifikant über dem Trockenmasseertrag der Erbse in Direktsaat. Ein gesicherter Effekt der Untersaat auf die Ertragsbildung konnte nicht verzeichnet werden. Die Trockenmassen der Unkräuter waren hingegen in Direktsaatparzellen stets signifikant höher als in Parzellen, in denen eine Bodenbearbeitung mit dem Pflug erfolgte. Die Bodenbearbeitungsintensität beeinflusste die Kornerträge der Erbse in 2010 signifikant, nicht jedoch in 2009 (Tab. 2). Die Ertragsstrukturparameter zeigten, dass die Erbse auf die Rücknahme der Intensität der Bodenbearbeitung und damit verbunden einem Rückgang der Bestandesdichte mit einer Erhöhung der Anzahl Hülsen je Pflanze und Körner je Hülse sowie mit einem erhöhten Tausendkorngewicht reagierte.

**Tabelle 2: Kornertrag (dt ha<sup>-1</sup>) der Erbse in Abhängigkeit von einer differenzierten Bodenbearbeitung und einer Untersaat (US) in 2009 und 2010**

Jahr	Pflug	Grubber	Direktsaat	ohne Untersaat	mit Untersaat
2009	27,4 a	26,4 a	23,7 a	26,4 a	25,3 a
2010	35,4 a	33,2 a	26,1 b	33,9 a	29,3 a

Nicht gleiche Buchstaben kennzeichnen signifikante Mittelwertdifferenzen innerhalb eines Jahres und Prüffaktors, Tukey-Test  $\alpha = 0,05$

## Diskussion

In 2009 kompensierte die Erbse den niedrigen Feldaufgang nur geringfügig über die Erhöhung der Parameter der Ertragsstruktur wie Hülsen je Pflanze, Körner je Hülse und die Tausendkorndichte. In 2010 ging der Kornertrag in dem Maße zurück, in dem auch der Feldaufgang vermindert war. Halbblattlose Erbsensorten, wie die im Versuch verwendete Sorte Santana, und blattlose Sorten sind besser als vollbeblätterte Wuchstypen in der Lage, niedrige Bestandsdichten zu kompensieren (Heath & Hebblethwaite 1987). Zur vollständigen Kompensation unzureichend dichter Bestände ist bei halbblattlosen Sorten jedoch eine Bestandesdichte von mindestens 50 Pfl. je m<sup>2</sup>, die im vorliegenden Versuch in beiden Jahren stets erreicht wurden, nötig, um eine negative Beeinflussung des Kornertrages zu verhindern (Johnston et al. 2002). Ursächlich für fehlendes oder mangelndes Kompensationsvermögen von Erbsen kann die Empfindlichkeit gegenüber Unkräutern sein, besonders wenn diese vor der Erbse keimen (Townley-Smith & Wright 1994). Ebenso wurde in anderen Untersuchungen eine erhöhte Bodenverdichtung bei Direktsaat als Ursache für einen geringen Feldaufgang und ein vermindertes kompensatorisches Wachstum von Spross und Wurzel der Erbse identifiziert (Hebblethwaite & McGowan 1980). Mangelnde Versorgung mit Nährstoffen, vor allem Stickstoff, setzt das Kompensationsvermögen ebenso deutlich herab. Der verminderte NNI der Erbse in Direktsaat kann auf eine ge-

ringe N<sub>2</sub>-Fixierleistung der Erbse bis zur Blüte zurückgeführt werden (Dore et al. 1998). Das mangelnde Kompensationsvermögen der Erbse in Direktsaat ist allerdings wahrscheinlich auf eine additive Wirkung mehrerer Faktoren zurückzuführen. Die Etablierung ausreichend dichter Bestände der Erbse für hohe Kornerträge und einer günstigeren Wirkung auf die Unkräuter ist zwingend notwendig. Die im Zeitraum des Auflaufens erfassten Bodentemperaturen und Bodenfeuchten können hier nicht ursächlich für den verminderten Feldaufgang der Erbse in Direktsaat sein. Jedoch konnte in Feldversuchen von Hebblethwaite und McGowan (1980) beobachtet werden, dass dicht gelagerter Boden bei Erbse längere Auflaufzeiten sowie geringere und ungleichmäßige Bestände zur Folge haben.

### Schlussfolgerungen

Der Kornertrag der Erbse war mit Verminderung der Bodenbearbeitungsintensität rückläufig. Ursächlich dafür waren ein verringerter Feldaufgang und mangelndes Kompensationsvermögen der Erbse in Direktsaat. Weiterführende Untersuchungen, ob die beschriebenen Faktoren ursächlich für die Verminderung des Feldaufganges in Direktsaat waren, sind notwendig, da hohe Bestandesdichten für das Erzielen von stabil hohen Kornerträgen erforderlich sind und so die Attraktivität der Anwendung temporärer Direktsaat bzw. reduzierter Bearbeitung mit dem Grubber für den Landwirt steigt.

### Danksagung

Die Versuche wurden im Rahmen des Bundesprogrammes Ökologischer Landbau durch die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung gefördert (FKZ: 08OE146).

### Literatur

- Carter, M.R. (1994): A review of conservation tillage for humid temperate regions. *Soil & Tillage Research* 31: 289-301.
- Dore, T.; Meynard, J.M. Sebilotte, M. (1998): The role of grain number, nitrogen nutrition and stem number in limiting pea crop (*Pisum sativum*) yields under agricultural conditions. *European Journal of Agronomy* 8: 29-37.
- Heath, M.C.; Hebblethwaite, P.D. (1987): Precision drilling combining peas (*Pisum sativum* L.) of contrasting leaf types at varying densities. *Journal of Agriculture Science Cambridge* 108: 425-430.
- Hebblethwaite, P.D.; McGowan, M. (1980): The effects of soil compaction on the emergence, growth and yield of sugar beet and peas. *Journal of Science Food and Agriculture* 31: 1131-1142.
- Johnston, A.M.; Clayton, G.W.; Lafond, G.P.; Harker, K.N.; Hogg, T.J.; Johnson, E.N.; May, W.E.; McConnell, J.T. (2002): Field pea seeding management. *Canadian Journal of Plant Science* 82: 639-644.
- Lal, R. (1991): Tillage and agricultural sustainability. *Soil & Tillage Research* 20: 133-146.
- Stülpnagel, R., (1982): Schätzung der von Ackerbohnen symbiontisch fixierten Stickstoffmenge im Feldversuch mit der erweiterten Differenzmethode. *Z. Acker- und Pflanzenbau* 151: 446-458.
- Townley-Smith, L.; Wright, A.T. (1994): Field pea cultivar and weed response to crop seed rate in western Canada. *Canadian Journal of Plant Science* 74: 387-393.
- Verch, G.; Kächele, H.; Höllt, K.; Richter, C.; Fuchs, C. (2009): Comparing the profitability of tillage methods in Northeast Germany - A field trial from 2002 to 2005. *Soil & Tillage Research* 104: 16-21.