

# **Optimierung des Managements der Bodenfruchtbarkeit - Auswirkung von Bodenbelastung auf die Bodenstruktur und den Ertrag von Erbse und Hafer**

Melanie Wild<sup>1)</sup>, Markus Demmel<sup>1)</sup>, Robert Brandhuber<sup>2)</sup>, Annkathrin Gronle<sup>3)</sup>  
Herwart Böhm<sup>3)</sup>, Guido Lux<sup>4)</sup>, Knut Schmidtke<sup>4)</sup> und Christian Bruns<sup>5)</sup>

<sup>1</sup>Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Institut für Landtechnik und Tierhaltung

<sup>2</sup>Institut für Agrarökologie, Ökologischen Landbau und Bodenschutz

<sup>3</sup>Johann Heinrich von Thünen Institut, Institut für Ökologischen Landbau

<sup>4</sup>Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden, Fachgebiet Ökologischer Landbau

<sup>5</sup>Universität Kassel, Fachgebiet Ökologischer Land- und Pflanzenbau<sup>5)</sup>

## **Zusammenfassung**

Die nachhaltige Erhaltung und Steigerung der Bodenfruchtbarkeit ist für ökologisch wirtschaftende Betriebe von höchster Bedeutung. Im ökologischen Landbau hängt das Niveau der Bodenfruchtbarkeit – abgesehen von den kaum zu beeinflussenden standörtlichen Gegebenheiten – sehr von der Leistungsfähigkeit der Leguminosen ab. Vor allem durch ihre Fähigkeit, Luftstickstoff zu binden und diesen für ihr eigenes Wachstum sowie für die Folgekulturen verfügbar zu machen, bilden Leguminosen die Grundlage der Bodenfruchtbarkeit im ökologischen Landbau. In der Konsequenz bedeutet dies, dass Beeinträchtigungen der Leistungsfähigkeit der Leguminosen nicht nur deren eigenen Ertrag sondern auch die Leistungsfähigkeit der gesamten Fruchtfolge am Standort begrenzen. Speziell für vieharme oder viehlose Öko-Betriebe könnte es gewinnbringend sein, großkörnige Leguminosen (Erbse, Ackerbohne) ergänzend zu Klee gras zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit in die Fruchtfolge zu integrieren. Andererseits reagieren aber gerade Körnerleguminosen besonders empfindlich auf Beeinträchtigungen, sei es durch geringe Verfügbarkeit von Nährstoffen wie Phosphor und Kali, durch das Vorhandensein von boden- oder samenbürtigen Pathogenen oder durch Verdichtungen im Wurzelraum. Die Bodenbearbeitung im Öko-Anbau ist vergleichsweise intensiv, und das Risiko für Bodenverdichtungen daher hoch. Ein interdisziplinäres Forschungsprojekt mit Projektpartnern aus Deutschland und der Schweiz beschäftigt sich mit dieser komplexen Thematik ([www.bodenfruchtbarkeit.org](http://www.bodenfruchtbarkeit.org)). Ziel des an der LfL bearbeiteten Arbeitspaketes ist es, Aussagen über den Einfluss von Bodenverdichtungen auf den Ertrag von Erbsen und das Auftreten von Wurzel- und Sprosskrankheiten machen zu können. Dazu wurden an vier Standorten in Deutschland im Rahmen eines interdisziplinären Forschungsprojektes Belastungsversuche angelegt. Darüber hinaus findet ein Monitoring auf 32 Praxisbetrieben in ganz Deutschland statt, bei dem der bodenphysikalische Zustand der Flächen im Ober- und Unterboden beurteilt wird.

## **Abstract**

Apart from site conditions that cannot be influenced, soil fertility largely relies on the performance of legumes (N<sub>2</sub>-fixation ability, rooting depth, yield). Therefore legumes have a key position in the improvement of soil fertility management in organic agriculture. This means that the non-optimal performance of legumes not only limits its own yield, but also the performance of the whole crop rotation - especially in farms without or with little livestock. However, legumes are strongly

affected by soil-borne diseases and react sensitively to soil compaction. The kind of soil cultivation, which in organic agriculture is generally conducted at high intensity, has also a big impact on soil fertility. The aim of the study is to gain knowledge about the interaction of soil compaction and the performance of grain legumes - especially their yield.

## Methoden

An vier Standorten in Nord-, Ost-, Mittel-, und Süddeutschland wurden in den Jahren 2009 und 2010 nach einer tiefwendenden Grundbodenbearbeitung im vorangegangenen Herbst (Pflug 20 – 28 cm) zweifaktorielle randomisierte Blockanlagen auf langjährig ökologisch bewirtschafteten Flächen angelegt. Geprüft wurden die Faktoren Fruchtart und Bodenbelastung in 4 Wiederholungen. Die Parzellen hatten eine Mindestgröße von 1,50 m x 13 m. Mit einem speziell angefertigten „Belastungswagen“ wurden vor der Saat mit einem Ackerschlepper-Radialreifen (650/65 R 38) kontrolliert Bodenbelastungen mit 2,6 t und 4,6 t Radlast in den Parzellen erzeugt. Zusätzlich gab es Kontrollparzellen, die unbelastet blieben (0 t). Beim verwendeten Reifen betrug der nach der Reifenluftdrucktabelle des Herstellers (Michelin) für die Feldarbeit angepasste Luftdruck bei 2,6 t Last 0,6 bar und bei 4,6 t Last 1,6 bar. Nach der Überrollung erfolgte die Saatbettbereitung mit der Kreiselegge (8 cm) und die Aussaat von Erbse (‘Santana’), Hafer (‘Dominik’) und Erbse-Hafer-Gemenge. Die Saatstärke betrug bei Erbse 80, bei Hafer 300 und im Gemenge 80 und 60 kf Kö/m<sup>2</sup> Erbse und Hafer. Die Belastung erfolgte auf jedem Standort auf tragfähigem Boden. Die gewählte Radlast von 4,6 t entspricht in etwa der Last, die bei einer angebauten aktiven Bestellkombination mit 3m Arbeitsbreite auf einem Hinterrad eines 120 kW Traktors lastet. Demgegenüber repräsentiert die Radlast von 2,6 t in etwa die Situation beim Einsatz des identischen Traktors mit einer aufgesattelten Bestellkombination. Zur Analyse bodenphysikalischer Parameter wurden aus jeder Parzelle zwei ungestörte Proben aus 10-15 cm Tiefe (unterhalb der Saatbettbearbeitung) und eine gestörte Probe entnommen. Die Analyse der Trockenrohddichte erfolgte nach DIN ISO 11272.

Standortcharakteristik:

Standort 1: mittel sandiger Lehm (Ls 3)

Standort 2: schwach lehmiger Sand (Sl 2)

Standort 3: mittel - stark toniger Schluff (Ut 3/4)

Standort 4: schluffiger Lehm (Lu)

Um den Infektionsdruck für Stängel- und Fußkrankheiten auf die Erbse zu erhöhen wurden die Versuche gezielt in einem sehr kurzen Anbauabstand zu einer vorausgegangenen Erbsenansaat angebaut. Die Abstände betragen im Jahr 2009 ein Jahr, im Jahr 2010 zwei Jahre. Die Versuchsflächen wurden stets an einen neuen Ort versetzt. Vom Standort 4 stehen im Jahr 2009 nur die Ertragsdaten von Hafer zur Verfügung, da die Erbsen durch zu starken Krankheitsdruck nicht beerntbar waren.

## Ergebnisse und Diskussion

Anhand der Trockenrohddichte, die im Krumbereich (unter der Bearbeitungstiefe der Kreiselegge) ermittelt wurde und ein Maß für die Dichte des Boden ist, ist zu erkennen, dass der Boden auf allen Standorten durch die steigende Radlast zunehmend verdichtet wurde. Im Umkehrschluss nahm die Luftkapazität, die den Anteil an luftführenden Grobporen widerspiegelt, mit steigender Verdichtung deutlich ab. Abb. 1 zeigt beispielhaft die Werte für das Jahr 2009. Auf dem Standort mit lehmigem Sand zeigte sich erwartungsgemäß die höchste Trockenrohddichte. Diese Ergebnisse lassen erkennen, dass selbst unter Bedingungen der guten fachlichen Praxis - Befahren nur bei tragfähigem

Boden und mit niedrigem bzw. nicht extrem hohem Reifeninnendruck - die Auswirkungen unterschiedlicher Radlasten auf die Bodenstruktur deutlich sind.

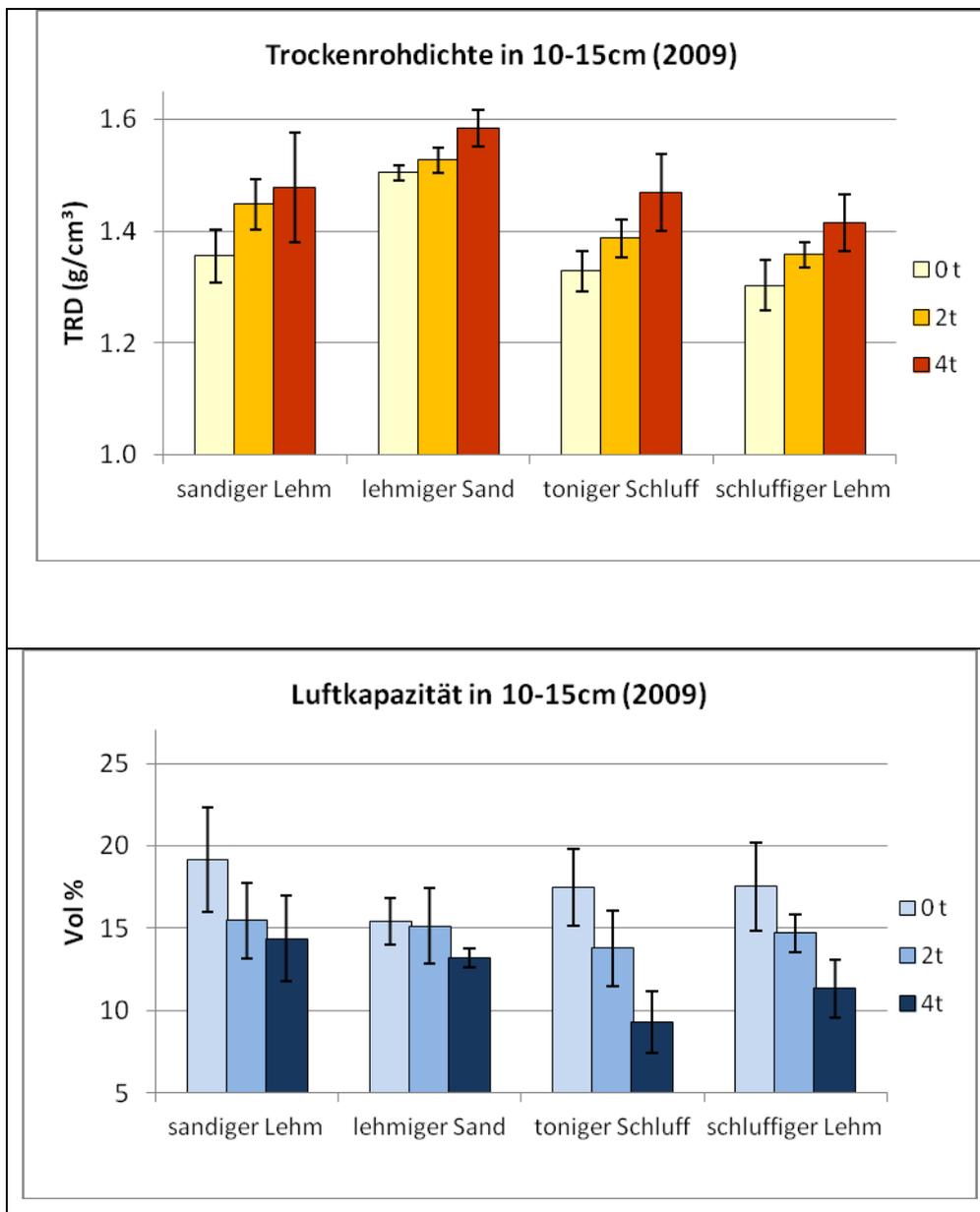


Abb1: Trockenrohddichte und Luftkapazität in einer Tiefe von 10-15 cm im Jahr 2009 auf allen vier Versuchsstandorten im unbelasteten Zustand (0 t) und nach Überrollung mit 2,6 t und 4,6 t (Mittelwerte aus vier Wiederholungen  $\pm$  Standardfehler).

Die Erbsen reagierten auf die Bodenbelastung mit 2,6 t und 4,6 t im Vergleich zur unbelasteten Kontrolle (0 t) mit deutlich verringertem Längenwachstum und weniger Hülsenansatz. Wobei der Hafer nur eine geringfügig kürzere Bestandeshöhe in den belasteten Parzellen aufwies. Abb. 2 zeigt die Ertragsentwicklung der beiden Versuchsjahre im Mittel über alle Standorte. Trotz des unterschiedlichen Ertragsniveaus der vier Standorte ist in beiden Jahren (2009 und 2010) eine deutliche Minderung des Erbsenertrags mit steigender Belastung zu erkennen. Bei 2 t Radlast sanken die Erträge im Vergleich zur Kontrolle im Mittel aller Standorte um 10 %, an den Einzelstandorten lagen die Effekte zwischen +4 % und -30 %. Die Belastung mit 4,6 t zeigte

Ertragseffekte zwischen +2 % und -53 %, im Mittel von -20 %. Hafer reagierte auf diesen Standorten und in diesen beiden Jahren weniger deutlich auf die steigenden Radlasten. Was nicht heißen sollte, dass beim Hafer weniger Augenmerk auf die Bodenstruktur gelegt werden sollte. Hier betrug der Ertragseffekt  $\pm 0$  % bei 2,6 t Radlast und -3 % bei 4,6 t Radlast. Bei einer angenommenen Arbeitsbreite von 3 m und einer Reifenbreite von 65 cm, werden unter Praxisbedingungen 43 % des Feldes bei der Saat befahren, auf denen sich oben genannte Ertragsdepressionen zeigen können.

Die Erträge der Erbse Reinsaat gemittelt über alle vier Standorte zeigt die Abb. 2.

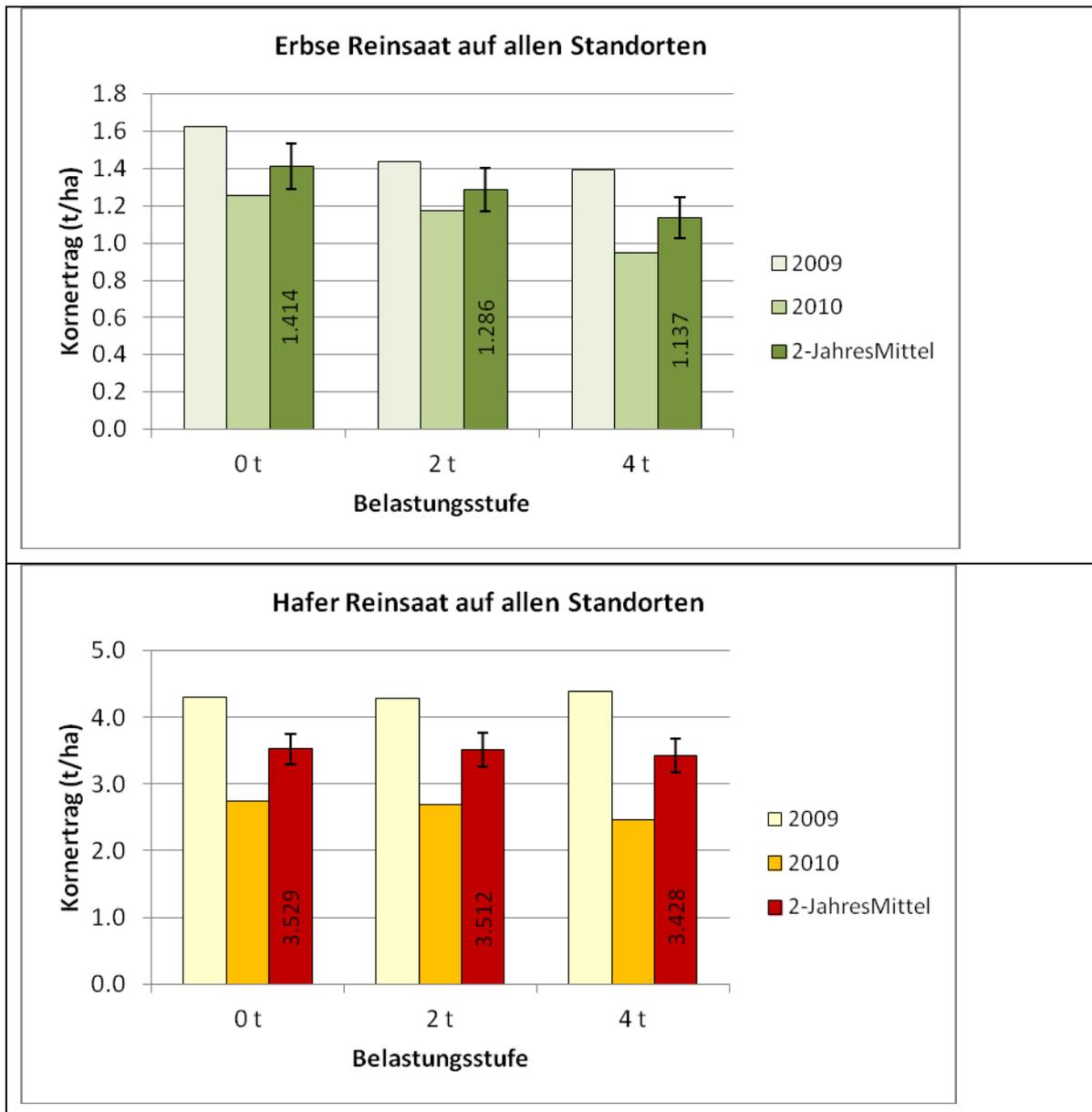


Abb. 2: Erträge der Erbse und des Hafers in Reinsaat auf allen Standorten in den Jahren 2009 und 2010 und das 2-Jahresmittel im unbelasteten Zustand (0 t) und nach Überrollung mit 2 t und 4 t (Mittelwerte aus 24 Wiederholungen  $\pm$  Standardfehler).

Auf allen Standorten liegen die Werte der Trockenrohichte nach einer Überrollung mit 4,6 t Radlast in der mittleren Lagerungsdichteklasse 3 (von 5), in der laut Renger et al. (2008) normales Wurzelwachstum möglich ist. Trotzdem sind bei diesen praxisüblichen Radlasten schon deutlich negative Effekte beim Ertrag der Erbsen festzustellen. Zudem wurden die Belastungen bei gut abgetrocknetem Oberboden durchgeführt. Unter weniger günstigen Bedingungen, wie höherer Bodenfeuchtigkeit, höherem Reifeninnendruck oder höheren Radlasten, würde der Boden bei der Überfahrt stärker verdichtet werden und die Ertragsdepressionen v.a. der Erbse könnten dann noch deutlicher ausfallen. Die spezifische Reaktion von Erbse gegenüber Hafer ist noch nicht ganz verstanden und wird weiter untersucht.

## **Literatur**

Renger M., Bohne K., Facklam M., Harrach T., Riek W., Schäfer W., Wessolek G. und Zacharias S. (2008) Ergebnisse und Vorschläge der DBG-Arbeitsgruppe „Kennwerte des Bodengefüges“ zur Schätzung bodenphysikalischer Kennwerte. Bericht 2008.

## **Projekttitle und Förderhinweis**

„Steigerung der Wertschöpfung ökologisch angebauter Marktfrüchte durch Optimierung des Managements der Bodenfruchtbarkeit“, gefördert von der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung im Bundesprogramm „Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft“. Förderkennziffer 08OE004 (2009 – 2011) bzw. 2811OE082 (2012 -2013).

Zitiervorschlag: Wild M, Demmel M, Brandhuber R, Gronle A, Böhm H, Lux G, Schmidtke K & Bruns C (2012): Optimierung des Managements der Bodenfruchtbarkeit - Auswirkung von Bodenbelastung auf die Bodenstruktur und den Ertrag von Erbse und Hafer. In: Wiesinger K & Cais K (Hrsg.): Angewandte Forschung und Beratung für den ökologischen Landbau in Bayern. Ökolandbautag 2012, Tagungsband. –Schriftenreihe der LfL 4/2012, 82-86