

- 5) Freibauer, A.; Rounsevell, M.D.A.; Smith, P.; Verhagen, J. (2004). Carbon sequestration in the agricultural soils of Europe. *Geoderma* **122**, 1-23
- 6) Gehlen, P. (1987). Bodenchemische, bodenbiologische und bodenphysikalische Untersuchungen konventionell und biologisch bewirtschafteter Acker-, Gemüse-, Obst- und Weinbauflächen. Diss. Bonn
- 7) Hepperly, P.R.; Douds Jr., D.; Seidel, R. (2006). The Rodale Institute Farming Systems Trial 1981 to 2005: Long Term Analysis of Organic and Conventional Maize and Soybean Cropping Systems. In: Raupp, J. et al. (eds.), Long-term field experiments in organic farming. ISOFAR Scientific Series No. 1; Verlag Dr. Köster; 15-32
- 8) IWR, www.iwr.de/klima/ausstoss_welt.html, Internat. Wirtschaftsforum Regenerative Energien, Aufruf am 19.11.09
- 9) Jenkinson, D.S.; Bradbury, N.J.; & Coleman, K. (1994). How the Rothamsted classical experiments have been used to develop and test models for the turnover of carbon and nitrogen in soil. In: Leigh, R.A.; Johnston, A.E. (eds.) Long-term experiments in agricultural and ecological sciences. CAB International, Wallingford, UK; 117-138
- 10) Nardi, S.; Morari, F.; Berti, A.; Tosoni, M.; Giardini, L. (2004). Soil organic matter properties after 40 years of different use of organic and mineral fertilisers. *Europ. J. Agronomy* **21**, 357-367
- 11) Raupp, J. (2001). Manure fertilization for soil organic matter maintenance and its effects upon crops and the environment, evaluated in a long-term trial. In: Sustainable management of soil organic matter. CAB International, Wallingford UK; 301-308
- 12) Raupp, J.; Oltmanns, M. (2006). Farmyard manure, plant based organic fertilisers, inorganic fertiliser - which sustains soil organic matter best? *Aspects of Applied Biology* **79**, 273-276
- 13) Reganold, J.P. (1988). Comparison of soil properties as influenced by organic and conventional farming systems. *Amer. J. Alternat. Agric.* **3**, 144-155
- 14) Reganold, J.P. (1995). Soil quality and profitability of biodynamic and conventional farming systems: A review. *Amer. J. Alternat. Agric.* **10**, 36-44
- 15) Reganold, J.P.; Palmer, A.S.; Lockhart, J.C.; Macgregor, A.N. (1993). Soil quality and financial performance of biodynamic and conventional farms in New Zealand. *Science* **260**, 344-349
- 16) Rose, D.A. (1991). The effect of long-continued organic manuring on some physical properties of soils. *Proc. Symp. Colchester, UK, 3-4th Sept. 1990*; Royal Soc. Chemistry, Cambridge; 197-205
- 17) Wander, M.M.; Marriott, E.E.; Wang, Y. (2005). Interpreting soil organic matter characteristics in organic farming systems. *Proc. ISOFAR Conf.*, 21-23 Sep. 2005, Adelaide (Australia), 235-239

Impressum:

Herausgeber: Institut für Biologisch-Dynamische Forschung (IBDF),
Arbeitsgruppe Langzeitversuche und Düngung
Brandschneise 5, D-64295 Darmstadt
Tel.: +49 (0)6155 – 8421 - 0

1. Auflage: November 2009. Inhalt: Dr. Joachim Raupp (raupp@ibdf.de), Gestaltung: J. Raupp, Meike Oltmanns. Wir danken der Gemeinn. Treuhand Landwirtschaft e.V. für finanzielle Unterstützung zur Bearbeitung dieses Themas.

Zur aktuellen Diskussion:

Steigerung der Humusgehalte durch biologisch-dynamische Bewirtschaftung – ein Beitrag zum Klimaschutz?

Wir möchten den Stand der Forschung zu folgenden Fragen darstellen:

- Führt ökologische Bewirtschaftung zu höheren Humusgehalten im Acker?
- Hat der Biologisch-Dynamische Landbau in dieser Hinsicht eine stärkere Wirkung als andere Methoden des ökologischen Landbaus?
- Stellt die Humussteigerung eine spürbare Entlastung der Atmosphäre von Kohlendioxid dar?



© BLE, Bonn, Foto: T. Stephan

Worum geht's?

Der Humushaushalt unserer Böden und die Rolle der Bewirtschaftung dabei waren immer in erster Linie landwirtschaftliche Themen. Durch den Klimawandel und die durch ihn ausgelöste Debatte haben diese Themen eine zusätzliche Dimension erhalten.

Kohlenstoff-Sequestrierung heißt das Stichwort: Einbau von Kohlenstoff in den Boden durch Erhöhung des Humusgehaltes. Humussteigernde Anbaumethoden, so wird diskutiert, könnten den Kohlendioxidgehalt der Luft senken und den Klimawandel verlangsamen. Wir überprüfen diese Argumentation anhand von Forschungsergebnissen.

Führt ökologische Bewirtschaftung zu höheren Humusgehalten im Acker?

In der Regel: ja. Dies zeigen Langzeitversuche in den USA [7, 17] und in der Schweiz [4]. Auch beim Vergleich ökologischer und konventioneller Betriebe [6, 13, 14, 15] hat man in den Öko-Flächen höhere Gehalte an organischer Substanz festgestellt.

Dies dürfte vorwiegend daran liegen, dass im ökologischen Landbau organischer Dünger benutzt wird. Organische Düngung (vor allem Stallmist) brachte höhere Humusgehalte als Mineraldüngung [1, 3, 9, 10, 11, 12, 16].

Hat der Biologisch-Dynamische Landbau eine stärkere Humus-Wirkung als andere Methoden des ökologischen Landbaus?

Diese Frage ist schwer zu beantworten, da es kaum direkte Vergleiche zwischen biologisch-dynamischem Anbau und anderen Formen des ökologischen Landbaus gibt. Im DOK-Versuch hatte die biologisch-dynamische Variante (D) einen höheren Humusgehalt als das System O (organisch) (Abb. 1). Der hohe Wert in D beruhte jedoch nicht auf einer Anreicherung, sondern auf einer besseren Konservierung. Gegenüber dem Ausgangswert zu Versuchsbeginn blieb der Humusgehalt in D konstant.

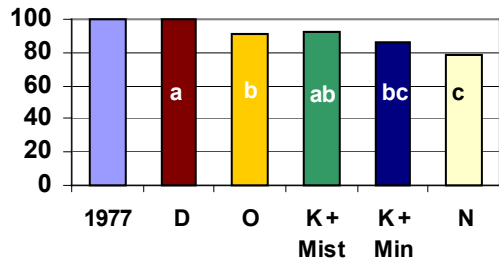
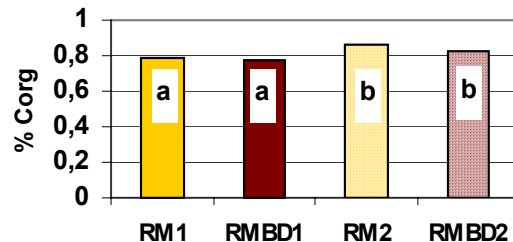


Abb. 1: Veränderung (%) der C_{org}-Gehalte in verschiedenen Anbausystemen in 1978-98 relativ zum Versuchsbeginn (=100); D = Biodyn; O = Organisch; K + Mist = konv. + Mist; K + Min = konv. + Mineraldünger; N = ungedüngt; Quelle [4]

Das gleiche Ergebnis haben wir bei einem unserer Langzeitversuche gefunden. Rottemist-Düngung und Anwendung aller biologisch-dynamischer Präparate brachte zwar einen höheren Humusgehalt als die gleiche Düngung ohne Präparate, aber keine Zunahme gegenüber dem Ausgangsniveau [11]. Auch in anderen Versuchen mit Stallmist (Abb. 2) oder Gülle [2] haben die Präparate keine Humuszunahme relativ zur Kontrolle bewirkt.

Abb. 2: C_{org}-Gehalt nach 10 Jahren Rottemistdüngung mit Präparaten (RMBD) und ohne (RM), jeweils in 2 Stufen: 1 = 100 kg ha⁻¹ N; 2 = 170 kg ha⁻¹ N; p<0,05; Quelle [12]



Eine bessere Humuskonservierung durch biologisch-dynamischen Anbau erscheint also möglich; ein zusätzlicher Einbau von Kohlenstoff in den Boden kann jedoch mit Versuchsergebnissen nicht belegt werden.

Stellt die Humussteigerung eine spürbare Entlastung der Atmosphäre von Kohlendioxid dar?

Um diese Frage zu beantworten, braucht man nichts weiter als einen Taschenrechner. In den Düngungsvarianten unserer Langzeitversuche

enthalten die humusreichen Böden 7 t ha⁻¹ mehr C als die humusarmen. Deutschland hat ca. 12 Mio. ha Ackerland. Diese Fläche könnte, wenn man die C-Mengen unserer Versuchsböden zugrunde legt, 84 Mio. t Kohlenstoff zusätzlich aufnehmen, zumindest vorübergehend. Dies ist eine sehr positive Annahme, da (wie erwähnt) die Unterschiede nicht durch Zunahme in manchen Varianten, sondern durch geringere Abnahme in anderen Varianten entstanden sind.

In 2007 hatte Deutschland einen CO₂-Ausstoß von 861 Mio. t [8]. Dies ist die 2,8fache C-Menge des oben errechneten, jährlich möglichen Einbaus in die gesamte Ackerfläche Deutschlands! Der immense Ausstoß könnte dadurch nur in geringem Umfang kompensiert werden.

Hinzu kommt, dass die Speicherfähigkeit der Böden begrenzt ist. Auch bei Humuszunahme erreicht der C-Gehalt irgendwann eine Sättigung, wie die Ergebnisse von Rothamsted zeigen [9]. Bei unseren Versuchsfeldern war dies schon nach knapp 10 Jahren der Fall.

Eine viel präzisere Studie als unser kleines Rechenbeispiel gelangt im Grunde zur gleichen Aussage [5]: Realistischerweise können die landwirtschaftlichen Böden der Europäischen Union im Zeitraum 2008-12 bis zu 16-19 Mt C pro Jahr speichern, was 2% der anthropogenen Emissionen in Europa entspricht.

Das Problem des Klimawandels kann eher durch geringere Emission als durch verstärkte Sequestrierung gelöst werden.



Zitierte Literatur

- 1) Agbenin, J.O.; Goladi, J.T. (1997). Carbon, nitrogen and phosphorus dynamics under continuous cultivation as influenced by farmyard manure and inorganic fertilizers in the savanna of Northern Nigeria. *Agric., Ecosyst. and Environm.* **63**, 17-24
- 2) 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 Research* **101**, 89-96
- 3) Elfstrand, S.; Hedlund, K.; Mårtensson, A. (2007). Soil enzyme activities, microbial community composition and function after 47 years of continuous green manuring. *Applied Soil Ecology* **35**, 610-621
- 4) Fließbach, A.; Oberholzer, H.-R.; Gunst, L.; Mäder, P. (2007). Soil organic matter and biological soil quality indicators after 21 years of organic and conventional farming. *Agric. Ecosyst. & Environm.* **118**, 273-284