

Entwicklung der Humusgehalte in Abhängigkeit von Fruchtart/Anbausystem in einem Dauerfeldversuch

Brock, C.¹, Leithold, G.¹ und Schulz, F.²

Keywords: soil organic matter dynamics, cropping system, long-term experiment

Abstract

Year-to year changes of soil organic matter (SOM) have been surveyed in a long-term experiment in order to allow for crop/cropping system impact assessment. Legumes usually caused SOM build-up, which on the other hand only to a short extend remained during the succeeding years. Considerable SOM decrease could be found under potatoes. SOM dynamics under cereals varied strongly according to aspects of the respective cropping system, especially precrop and fertilization. Green manure but also farmyard manure obviously increased short-term decomposable fractions of SOM, promoting mineralization of SOM in the following period. Long-term changes of SOM in the experiment were somewhat less pronounced than year-to-year changes, pointing on the high importance of consideration of short-term SOM dynamics in humus management.

Einleitung und Zielsetzung

Hohe Humusgehalte und ein intensives Umsatzgeschehen sichern optimale Wachstumsbedingungen für die Kulturpflanzen, können aber auch Quelle für ökologisch negativ zu bewertende Nährstoffverluste sein. Ein optimales Humusmanagement ist daher notwendig. Hierfür bedarf es einer ausreichenden Kenntnis der Humusdynamik in Abhängigkeit von ackerbaulichen Maßnahmen. Der vorliegende Beitrag stellt die Entwicklung der Humusgehalte im Ap-Horizont der Parzellen im Ökologischen Ackerbauversuch Gladbacherhof (vgl. Schmidt et al. 2006) zwischen 1998 und 2006 dar. Auf dieser Grundlage soll die Beeinflussung der Humusgehalte durch Fruchtarten in unterschiedlichen Anbausystemen untersucht und diskutiert werden.

Methoden

Der Ökol. Ackerbauversuch Gladbacherhof untersucht die Wirkung der Faktoren Fruchtfolge/Düngung sowie Grundbodenbearbeitung. In den drei Varianten des Faktors Fruchtfolge/Düngung werden eine Fruchtfolge für milchviehaltende Betriebe mit mehrjährigem Feldfutterbau sowie Stallmistdüngung (a1), eine Fruchtfolge mit Rotationsbrache für viehlose Betriebe (a2), sowie eine Fruchtfolge für viehlose Betriebe mit ausschließlichem Marktfruchtanbau (a3) dargestellt (vgl. Schmidt et al. 2006). In Variante a1 werden sämtliche Nebenprodukte und Futter geerntet, in den anderen Varianten verbleiben sämtliche Nebenprodukte und Nicht-Marktfrüchte auf der Fläche. Zur Eingrenzung der wirksamen Faktoren wurde nur die Bodenbearbeitungsvariante Standard (tiefwendend mit Pflug) in die Auswertungen einbezogen.

¹ Justus-Liebig-Universität, Professur f.Organischen Landbau, Karl-Glöckner-Str. 21c, 35394, Giessen, Deutschland, christopher.j.brock@agr.uni-giessen.de

² Lehr- u. Versuchsbetrieb Gladbacherhof, 65606 Villmar, Deutschland

Die Dynamik der Humusgehalte wurde anhand jährlicher Messdaten zu den Gehalten (% TS) von C_{org} sowie N_t in den AP-Horizonten der einbezogenen Parzellen erfasst. Unterschiede in der Beeinflussung der Humusgehalte durch verschiedene Fruchtarten bzw. Anbausysteme wurden mit varianzanalytischen Methoden anhand der Indikatoren ΔC_{org} ($kg\ C\ ha^{-1}\ a^{-1}$) bzw. ΔN_t ($kg\ N\ ha^{-1}\ a^{-1}$) untersucht.

Ergebnisse

Die Dynamik der Humusgehalte unter der Fruchtarten/Anbausystemen des Versuches stellt Abb. 1 dar.

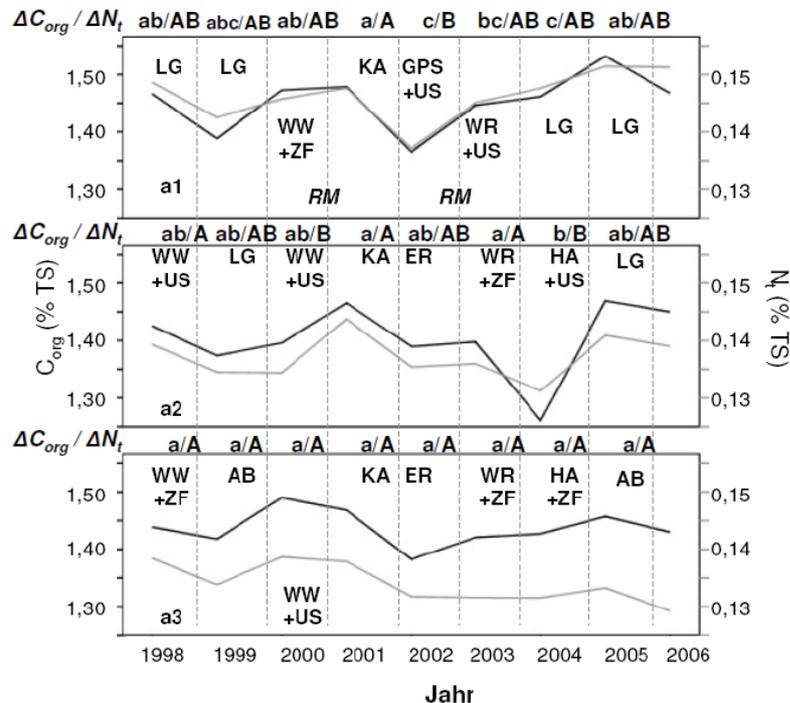


Abb. 1: Entwicklung der Humusgehalte (Indikatoren C_{org} , N_t) im Ökol. Ackerbauversuch Gladbacherhof in Abhängig von Fruchtart bzw. Anbausystem. LG=Luzernegras, WW=Winterweizen, KA=Kartoffeln, GPS=Ganzpflanzensilage (Leg.-Nichtleg.-Gemenge), WR=Winterroggen, ER=Erbsen, HA=Hafer, AB=Ackerbohnen, US=Untersaat (LG), ZF=Zwischenfrucht (Leg.-Nichtleg.-Gemenge), RM=Rottemist. Buchstaben über den Abbildungen kennzeichnen signifikante Differenzen in der Entwicklung von C_{org} (ΔC_{org}) und N_t (ΔN_t) unter den jew. Fruchtarten (Tukey-Test, $\alpha=0,05$)

Hier zeigt sich ein Abfall der Humusgehalte im ersten Versuchsjahr (1998) in allen Varianten, unabhängig von Fruchtart bzw. Anbausystem. Im zweiten Versuchsjahr (1999) kam es sowohl unter Luzernegras (Var. a1 und a2), wie auch unter Ackerbohnen (a3) zu einem Anstieg der Humusgehalte. Unter dem nachfolgenden Winterweizen stiegen die Humusgehalte insbesondere nach der Rotationsbrache in

Variante a2 weiter an. Auch in der Variante a1 zeigte sich ein weiterer Anstieg, wobei hier die Wirkung der Mistdüngung vom Herbst 2000 berücksichtigt werden muss. Nach Ackerbohnen (a3) fielen die Humusgehalte geringfügig ab. Einheitlich zeigten sich hingegen ein Abfall der Humusgehalte unter Kartoffeln (2001) in allen Varianten sowie ein Wiederanstieg unter der nachfolgenden Kultur (Erbsen in a2 und a3, Leg.-Nichtleg.-Gemenge in a1). Im 6. Versuchsjahr (2003) stiegen die Humusgehalte in Variante a1 bei vorheriger Mistdüngung geringfügig an. In Variante a2 hingegen kam es zu einem starken Abfall der Humusgehalte. In der Variante a3 blieben die Gehalte konstant. Sowohl unter Getreide mit Untersaat bzw. nachfolgender Zwischenfrucht, wie auch unter legumem Feldfutter kam es im 7. Versuchsjahr (2004) zu einem Anstieg der Humusgehalte. Dieser war in der Variante a2 nach dem starken Abfall des Vorjahres besonders deutlich. Im Gegensatz zum entsprechenden Fruchtfolgejahr der ersten Rotation (1999) kam es im 8. Versuchsjahr (2005) unter Ackerbohnen (a3) und Rotationsbrache (a2) zu einem leichten Abfall der Humusgehalte. Ein Anstieg der Humusgehalte wurde hingegen wie bereits in der ersten Rotation in Variante a1 unter Luzernegras im zweiten Hauptnutzungsjahr erreicht.

Die relativ starke Abnahme der Humusgehalte unter Kartoffeln konnte in der Varianzanalyse von einer Zunahme unter Leguminosen oder Getreide mit Zwischenfrucht in bestimmten Jahren abgegrenzt werden. Eine spezifische Zunahme der Humusgehalte unter bestimmten Fruchtarten, insbesondere Leguminosen, konnte nicht festgestellt werden.

Die Veränderung der Humusgehalte von Jahr zu Jahr war wesentlich stärker als die durchschnittliche Entwicklung im Laufe der Versuchsdauer.

Diskussion

Eine Zunahme der Humusgehalte unter mehrjährigen Leguminosen wurde vielfach beschrieben (u.a. Michel 1991). Allerdings ist auch ein möglicher Priming-Effekt der Gründüngung zu berücksichtigen (Kuzyakov et al. 2000). Auch im vorliegenden Versuch wurde der unter mehrjährigen Leguminosen aufgebaute Humus insbesondere in Variante a2 (Rotationsbrache) relativ schnell wieder zu einem großen Teil abgebaut. Es muss dabei beachtet werden, dass ein Humusaufbau durch Leguminosenwurzeln im Unterboden in den vorgestellten Ergebnissen nicht berücksichtigt wurde.

Kartoffeln werden allgemein als „Humuszehrer“ eingestuft. Es wird davon ausgegangen, dass intensive mechanische Bodenbearbeitung die Mineralisierung von organischer Bodensubstanz in großem Umfang fördert (Balesdent et al. 2000). Gleichzeitig verbleiben nach Kartoffeln relativ geringe Mengen an Ernte- und Wurzelrückständen für den Humusaufbau. Diese Annahmen werden auch durch die vorliegenden Ergebnisse bestätigt.

Eine Zu- oder Abnahme der Humusgehalte unter Getreide-Anbausystemen wird offensichtlich durch Fruchtfolgestellung und Düngung sowie die variablen natürlichen Standortbedingungen (Klima) bestimmt. So zeigt sich in der Zunahme der Humusgehalte unter Winterweizen nach mehrjährigen Leguminosen in den Versuchsvarianten a1 und a2 noch die Wirkung der Vorfrucht (vgl. Koopmanns & Goldstein 2001). Die Dynamik der Humusgehalte unter Winterroggen im 6. Versuchsjahr kann nicht ohne weiteres interpretiert werden.

Eine ausgeprägte saisonale Veränderung der Humusgehalte in Ackerböden beschreiben u.a. auch Leinweber et al (1994). Dieser steht eine i.d.R. nur geringe langfristige Zu- oder Abnahme der Humusgehalte in Dauerfeldversuchen gegenüber (Fließbach et al. 2007). Bei der Bewertung der Humusdynamik müssen allerdings

Zusammenhänge zwischen Niveau und Umsatz der Humusgehalte berücksichtigt werden (Kubat et al. 2008).

Schlussfolgerungen

Die Veränderung der Humusgehalte von Jahr zu Jahr ist erheblich und so in ökologischer und pflanzenbaulicher Hinsicht von unmittelbarer Bedeutung als die langfristige Entwicklung der Humusgehalte. Eine Berücksichtigung bei der Analyse und Bewertung des Humusmanagements ist daher erforderlich. Mehrjährige Leguminosen, Körnerleguminosen und legume Zwischenfrüchte leisten einen Beitrag zum Humusaufbau. Dieser tritt jedoch z.T. erst ab dem zweiten Hauptnutzungsjahr bzw. unter der Nachfrucht auf. Eine Abnahme der Humusgehalte ist auch unter Leguminosen möglich. Hier sind Maßnahmen zur optimalen Nutzung der freiwerdenden Nährstoffe notwendig. Die Bewertung von Kartoffeln als „Humuszehrer“ wird durch die vorliegenden Ergebnisse voll unterstützt. Die Abnahme der Humusgehalte übertraf dabei z.T. den vorhergehenden Humusaufbau durch Leguminosen und ggf. Düngung. Die Humusdynamik unter Getreide-Anbausystemen schwankt zwischen Humusauf- und Abbau. Hier sind weitere Untersuchungen zur Bewertung der Anbausysteme notwendig.

Literatur

- Balesdent J., Chenu C., Balabane M. (2000): Relationship of soil organic matter dynamics to physical protection and tillage. *Soil & Tillage Research* 53: 215-230.
- 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. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 118: 273-284.
- Koopmanns C., Goldstein W. (2001): Soil organic matter budgeting in sustainable farming (Interim Draft). In: MFAI Bulletin, Vol 7, Michael Fields Agricultural Institute, East Troy, 39 S.
- Kubat J., Novakova J., Friedlova M., Frydova B., Cerhanova D. (2008): Relationships between the content and quality of soil organic matter in arable soils. *Archives of Agronomy and Soil Science* 54: 343-352.
- Kuzyakov Y., Friedel J., Stahr K. (2000): Review of mechanisms and quantification of priming effects. *Soil Biology and Biochemistry* 32: 1485-1498.
- Leinweber P., Schulten H.-R., Körschens M. (1994): Seasonal variations of soil organic matter in a long-term agricultural experiment. *Plant and Soil* 160: 225-235.
- Michel D. (1991): Leistungen von Luzerne und klee-gras im Mitteldeutschen Agrar-rum zur Verbesserung der Humus- und Stickstoffbilanz in der Fruchtfolge bei Erhöhung der Ertragsfähigkeit des Bodens. In Leithold G. (Hrsg.): *Stoffkreisläufe – Grundlagen umweltgerechter Landwirtschaft*. Eigenverlag Martin-Luther-Univ. Halle-Wittenberg, Halle (Saale), S. 41-51.
- Schmidt H., Schulz F., Leithold G. (2006): Organic Farming Trial Gladbacherhof. Effects of different crop rotations and tillage systems. In Raupp J., Pekrun C., Oltmanns M., Köpke U. (Hrsg.): *Long-term field experiments in organic farming*. Verlag Dr. Köster, Berlin, S. 165-182.