

Saisonale Dynamik von C_t und N_t im Boden unter Winterweizen mit nachfolgender Zwischenfrucht

Hillebrecht, B.¹, Brock, C.¹ und Leithold, G.¹

Keywords: soil organic matter, seasonal dynamics, carbon, nitrogen.

Abstract

The aim of this work was to study seasonal changes of topsoil C_t and N_t contents in comparison with C_t and N_t mass changes. The survey was carried out under winter rye with succeeding catch crop. A special experimental design was chosen to minimize space/time interactions and prevent disturbance of sampling points at the same time. The observation of mass changes instead of content changes substantially improved the analytical quality of results in this study, which was in line with findings from the literature. It is concluded that considering bulk density should therefore be recommended as a standard procedure in surveys of soil C_t and N_t dynamics.

Einleitung und Zielsetzung

Die Kenntnis der Jahresdynamik der organischen Bodensubstanz (OBS) in Ackerböden in Abhängigkeit von der Bewirtschaftung ist in ökologischer wie auch pflanzenbaulicher Hinsicht von großer Bedeutung, da der durch Mineralisation bereitgestellte Stickstoff im Verlauf der Vegetation der Ernährung der Kulturpflanzen dient, gegen Ende der Vegetationsperiode aber die Gefahr von Auswaschungsverlusten besteht.

Der vorliegende Beitrag stellt die Ergebnisse eines Tastversuches zur intensiven Untersuchung der Jahresdynamik von C_t , N_t am Lehr- und Versuchsbetrieb Gladbacherhof in 2006 vor. Dabei soll die Dynamik der Parameter unter den Versuchsbedingungen dokumentiert und insbesondere mit Hinblick auf methodische Aspekte der Erfassung der Parameter und Implikationen für weitere Untersuchungen diskutiert werden.

Methoden

Während der Vegetationsperiode 2006 wurden in der Zeit vom 01.04.2006 bis zum 17.10.2006 im Abstand von ca. zwei Wochen Bodenproben entnommen. Die Entnahme erfolgte mit je 4 Stechzylindern pro Wiederholung in den Tiefen 0-10 cm und 14-20 cm. Da Beprobungspunkte durch die Stechzylinderentnahme vergleichsweise stark gestört werden, wurden wiederholte Messungen am gleichen Punkt in dem engen zeitlichen Raster als nicht sinnvoll bewertet. Um dennoch das Risiko einer Überlagerung zeitlicher und räumlicher Heterogenität möglichst gering zu halten, erfolgte die Probenahme auf einer Fläche von insgesamt nur 2x4 Metern mit alternierender Verlegungsrichtung der Beprobungspunkte entsprechend Abb. 1.

Anschließend wurden im Labor der Gesamt-Kohlenstoffgehalt (C_t), der Gesamt-Stickstoffgehalt (N_t) und die Trockenrohdichte des Bodens (TRD) bestimmt, wodurch es möglich war, die N_t - bzw. C_t - Gehalte (% TS) in N - bzw. C -Mengen ($g\ 100cm^{-3}$ Boden) umzurechnen.

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

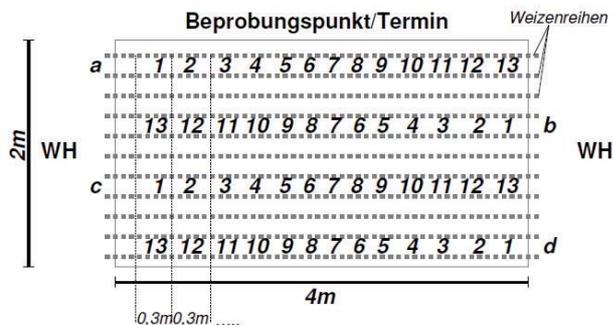


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Versuchsanlage zur Minimierung der Überlagerung zeitlicher und räumlicher Heterogenität.

Vorherrschende Bodenart der Versuchsfläche ist schluffiger Lehm. Angebaut wurde zum Zeitpunkt der Probenahmen Winterweizen (Termin 1-8) bzw. Erbsen-Ölrettich-Gemenge als Zwischenfrucht (Termin 8-13). Die pflanzenbaulichen Maßnahmen der Versuchsfläche und die Termine der Probenentnahmen sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Tab.1: Zeitliche Abfolge von Bewirtschaftungsmaßnahmen und Beprobungsterminen.

11.10.2005	Bodenbearbeitung Grubber	25.07.2006	Ernte (45 dt ha ⁻¹ Korn, 39 dt ha ⁻¹ Stroh)
15.10.2005	Bodenbearb. Pflug	26.07.2006	Termin 8
17.10.2005	Saat Winterweizen	01.08.2006	Bodenbearb. Schwergrubber
03.03.2006	Org. Düngung (Gülle 23 m ³ ha ⁻¹)	09.08.2006	Org. Düngung (Stallmist 465 dt ha ⁻¹)
01.04.2006	Probennahme-Termin 1	09.08.2006	Bodenbearb. Schwergrubber
20.04.2006	Termin 2	14.08.2006	Saat Zwischenfrucht
22.04.2006	Striegeln	16.08.2006	Termin 9
10.05.2006	Termin 3	29.08.2006	Termin 10
30.05.2006	Termin 4	14.09.2006	Termin 11
14.06.2006	Termin 5	28.09.2006	Termin 12
28.06.2006	Termin 6	17.10.2006	Termin 13
15.07.2006	Termin 7		

Die Auswertung der Versuchsdaten erfolgte mit Hilfe von Microsoft Excel und dem Statistikprogramm SPSS. Da das Versuchsdesign keine echten Messwiederholungen produzierte, gleichzeitig aber die räumliche Variabilität minimal hielt, wurde die Varianzanalyse nicht als repeated measurement durchgeführt, obwohl dieses Vorgehen evtl. auch denkbar wäre. Um signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten nachweisen zu können, wurde der Tukey-Test mit $\alpha=0,05$ herangezogen.

Ergebnisse

Eine Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse ist in Abb. 2 wiedergegeben.

Die C_i-Gehalte lagen zu Beginn des Untersuchungszeitraumes am 1.April im Mittel der vier Wiederholungen bei 1,23 % der TS. Im Verlauf der Vegetationsperiode fielen die Werte zunächst ab und stiegen dann wieder bis zum Ende des

Untersuchungszeitraumes am 17. Oktober relativ kontinuierlich an. Signifikante Unterschiede bestanden zwischen den am 2. Beprobungstermin gemessenen Tiefstwerten (1,19 %) und den zu Versuchsende vorgefundenen Höchstwerten (1,38 %).

Bei den N_t -Gehalten wurde eine sehr ähnliche Dynamik im Versuchszeitraum beobachtet. Hier betrug der Gehalt zu Versuchsbeginn im Mittel 0,13 %, Tiefstwerte wurden zum 2. und 6. Beprobungstermin mit 0,13 %TS erreicht. Auch hier waren die Gehalte zu Versuchsende (0,15 %TS) gegenüber den Tiefstwerten signifikant höher.

Die unter Berücksichtigung der Änderung der TRD des Bodens errechneten C_t - und N_t -Mengen zeichneten ein sehr viel deutlicheres Bild der C_t - bzw. N_t -Dynamik. So sanken die C_t - und N_t -Mengen im Mittel von 1,76 (C_t) bzw. 0,19 g 100cm³ (N_t) zu Versuchsbeginn auf 1,48 (C_t) bzw. 0,16 g 100 cm³ (N_t) zum 28. Juni ab, stiegen danach wieder an und erreichten zu Versuchsende in etwa die gleichen Werte wie zu Versuchsbeginn (1,77 (C_t) bzw. 0,19 g 100 cm³ (N_t)).

Abfall und Wideranstieg waren dabei durch Schwankungen gekennzeichnet. Signifikante Unterschiede bestanden zwischen den C_t -Mengen zu Versuchsbeginn und Versuchsende (Beprobungstermine 1, 3, 12, 13) auf der einen und den tieferen Werten an mehreren Terminen im dazwischenliegenden Zeitraum auf der anderen Seite (Beprobungstermine 4, 6, 7, 10, 11).

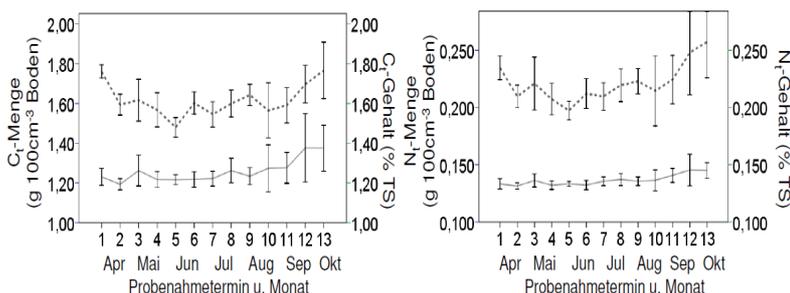


Abbildung 2: Entwicklung der Gehalte (durchgezogene Linie) und Mengen (gestrichelte Linie) von C_t (links) und N_t (rechts) im Oberboden in der Vegetationsperiode unter Winterweizen und nachfolgender Zwischenfrucht.

Bei den N_t -Mengen ergab sich annähernd das gleiche Bild, fast alle für die C_t -Mengen festgestellten signifikanten Unterschiede traten auch bei N_t auf. Zusätzlich war jedoch bei N_t auch der Wert vom 26. Juli (Termin 8) signifikant geringer als die Mengen zu Versuchsbeginn und -ende. Überdies wurde nach der zwischen 1. und 9. August durchgeführten Bodenbearbeitung und Düngerapplikation ein signifikanter Anstieg der N_t -Mengen zum 16. August (Termin 9) gemessen. Darauf schloss sich ein sehr schneller und ebenfalls signifikanter Abfall bereits zum 29. August (Termin 10) hin an. Insgesamt bestanden bei den N_t -Mengen so signifikante Unterschiede zwischen den Terminen 1,3,9,12 und 13 auf der einen und den Terminen 4,6,7,8,10 auf der anderen Seite.

Insgesamt war die Streuung der Werte eines Termins bei den C_t -/ N_t -Mengen i.d.R. größer als bei den C_t -/ N_t -Gehalten.

Diskussion

Als Grundtendenz der Dynamik der OBS in der Vegetationsperiode wird von verschiedenen Autoren ein Verlauf mit zwei Maxima und einem dazwischenliegenden Minimum im Hochsommer beschrieben (z.B. Flaig 1976, Körschens 1982). Dieser Verlauf wird auch in der vorliegenden Untersuchung deutlich, konnte jedoch nur bei Berücksichtigung der TRD abgesichert werden. Die große Bedeutung einer Berücksichtigung der Änderung der Trockenrohdichte bei der Analyse der Humusdynamik zeigen auch Ergebnisse von Leinweber et al. (1994).

Im Gegensatz dazu beschrieben Sauerlandt & Tietjen (1971) eine Humusdynamik unter Winterweizen mit einer Zunahme der C_{org} -Gehalte bis zu einem Maximum zwischen Ende Mai und Ende Juni und einem Minimum im Herbst. Allerdings geht aus der genannten Arbeit von Sauerlandt & Tietjen (1971) nicht hervor, ob eine Düngung im Beobachtungszeitraum vorgenommen und welche Vorfrucht angebaut wurde. Hier ist mit einer vom vorliegenden Versuch abweichenden Situation zu rechnen.

Schlussfolgerungen

Die Berücksichtigung der TRD des Bodens bei der Untersuchung der Dynamik von C_t und N_t erbrachte eine wesentliche Verbesserung der analytischen Qualität. Sowohl die Abnahme von C und N zwischen April und Juni wie auch der folgende Wiederanstieg konnten nur bei Berücksichtigung der TRD nachvollzogen und statistisch abgesichert werden. Auch der kurzfristige Einfluss einer Stallmistdüngung wurde nur mit diesem Ansatz deutlich. Aus diesen Gründen wird eine standardmäßige Berücksichtigung der Trockenrohdichte bei der Untersuchung der C_t - (C_{org} -) und N_t -Dynamik in Böden empfohlen.

Danksagung

Die Autoren möchten dem Personal am Gladbacherhof und im Labor der Professur für Organischen Landbau an der JLU Giessen für die stets kompetente und engagierte Zusammenarbeit danken.

Literatur

- Flaig W. (1976): Die organische Bodensubstanz als nachliefernde Stickstoffquelle für die Ernährung der Pflanze und einige Modelle zur technischen Verwirklichung. *Landbauforschung Völkenrode* 26- 6 Heft 2 S. 117-121.
- Körschens M. (1982): Untersuchungen zur zeitlichen Variabilität der Prüferkmale C_t und N_t auf Löß-Schwarzerde. *Archiv Acker- u. Pflanzenbau u. Bodenk.* 26: 9-13.
- 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.
- Sauerlandt W., Tietjen C. (1971): Der organisch gebundene Kohlenstoff und seine Phasen während des Jahresablaufes im Ackerboden. *Z. Acker- und Pflanzenbau* 134: 313-322.