

Mikrobiologische Indikatoren der Bodenfruchtbarkeit in einem Zweikulturen-Nutzungssystem

Markus Raubuch, Claudia Pyttlik und Rainer Georg Jörgensen

Problemstellung/Ziele: „Ein optimales Leben – und das eben ist ein Leben in Gesundheit und Fruchtbarkeit – ist nur möglich in der lebendigen Gemeinschaft der Organismen, und zu dieser Gemeinschaft gehört auch der Organismus „Boden-Gare“, dessen Verbindung zum oberirdischen Leben steht und fällt. Wer das begreift und anerkennt, wird verstehen, auf welchen Wegen man allein zu einer nutzwissenschaftlich exakten Bestimmung der Fruchtbarkeit kommt.“ (Rusch, 1964). Rusch (1964) stellte in seinen Ausführungen fest, dass anorganisch-chemische Bestandteile die Bodenfruchtbarkeit allein nicht hinreichend beschreiben können. Er vertrat die Auffassung, dass die Bewertung der Bodenfruchtbarkeit ein ganzheitliches Denken voraussetzt und insbesondere von dem Bodenleben weitgehend geprägt wird.

Die Bedeutung der Bodenmikroorganismen für die Bodenfruchtbarkeit wird auch von anderen Autoren betont. "Die mikrobielle Biomasse ist das Nadelöhr, das alles natürliche, organische Material, das in den Boden eintritt, passieren muss." (JENKINSON, CSRIO-Report 1978). Die bodenmikrobiologischen Zersetzergemeinschaften stellen darüber hinaus einen wichtigen Zwischenspeicher für Kohlenstoff und Stickstoff dar (Raubuch und Joergensen, 2002). Darüberhinaus sind die Mikroorganismen wichtige Komponenten der organischen Stofftransformation im Boden. Ihre Aktivität hängt zum einen von klimatischen Schwankungen ab. Schon Feher (1929) hatte auf die Bedeutung von Temperatur und Feuchte für die mikrobielle Aktivität hingewiesen. In den Agrarökosystemen kommen die Bewirtschaftungsmaßnahmen wie z.B. pflanzenbauliche Maßnahmen und Bodenbearbeitung als weitere Einflussgrößen hinzu.

In der hier vorgestellten Untersuchung wurden unterschiedliche Bewirtschaftungsmassnahmen in einem Zweikulturennutzungssystem von monatlichen Erhebungen zur Erfassung des mikrobiell gebundenen Kohlen- und Stickstoffes, der C- und N-Mineralisationsleistung begleitet. Die Ergebnisse der Untersuchung mikrobieller Indikatoren beziehen sich auf den pflanzenbaulichen Versuch von Graß und Scheffer 2002 auf der Hessischen Staatsdomäne Frankenhausen, dem Versuchsgut der Universität Kassel, im Landkreis Kassel. Ziel war es mögliche Veränderungen in der Kohlenstoff- und Stickstoffmineralisationsraten sowie Veränderungen des als mikrobielle Biomasse bezeichneten, mikrobiell gebundenen Kohlenstoff und Stickstoff (C_{mic} und N_{mic}) des metabolischen Quotienten und C_{mic} und N_{mic} Verhältnisses abzuleiten. Da der Versuch noch nicht abgeschlossen ist, sind in dieser Kurzfassung nur die unvollständigen Datensätze zur Bestimmung der mikrobiellen Biomasse enthalten. Im Rahmen der Tagung sollen aber die vollständigen Datensätze präsentiert werden.

Hypothesen: Im Rahmen der hier vorgestellten Arbeit wurde von den Arbeitshypothesen ausgegangen, dass die Applikation von Gülle wie auch die Neuverteilung der verfügbaren Substrate und Mikroorganismen aufgrund von Bearbeitungsmaßnahmen zu einem Anstieg des mikrobiell gebundenen C und N führt.

Bodenfruchtbarkeit

Methoden: Die Domäne Frankenhausen wird seit 1998 nach AGÖL-Richtlinien bewirtschaftet. Die durchschnittliche Niederschlagsmenge beträgt 677 mm und die Durchschnittstemperatur liegt bei 8,9 °C. Bei der Versuchsfläche handelt es sich um eine Parabraunerde (Ausgangsgestein Löss) mit einer Bodenpunktezah von 75 (L3LÖ 75/73). Das Anlage des Versuch wird detailliert in der Kurzdarstellung von Rüdiger Graß und Konrad Scheffer „Direkt- und Spätsaat von Silomais nach Wintererbsenvorfrucht – Erfahrungen aus Forschung und Praxis“ beschrieben.

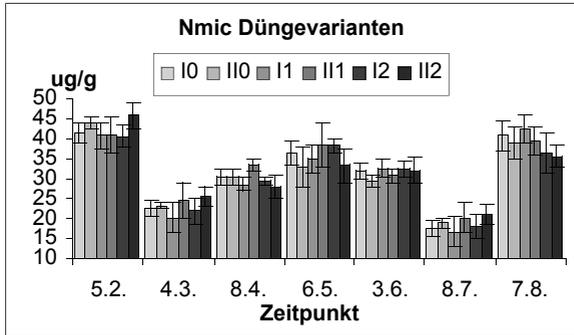
Aus Sicht der Bodenmikrobiologie wurden zwei zweifaktorielle Versuche angelegt: eine Düngungsvariantenversuch und Bodenbearbeitungsvariantenversuch

1. Die Erstkulturen wurden am 30.9.01 ausgesät und am 31.05.02 geerntet. Am 02.06.02 wurde der Silomais im Direktsaatverfahren gesät. Die Maisernte erfolgte am 02.10.02. In einem randomisierten Versuch wurde bei 4 Wiederholungen als erster Faktor Erbsenreinsaat: 80 Körner/m² und Erbsensaat im Gemenge mit Winterroggen (50:50): 40 Körner/m² eingesetzt. Der zweite Faktor war die N-Düngung: Stickstoffdüngung (angegeben pflanzeverfügbarer Stickstoff) zu Mais: 0 kg N/ha, 40 kg N/ha, 80 kg N/ha. Die Düngung erfolgte über Rindergülle am 28.06.02. Zur Unkrautbekämpfung wurden als weitere Bodenbearbeitungsmaßnahmen am 28.6.02 und am 10.07.02 gehackt.
2. Die Erstkulturen wurden am 30.9.01 ausgesät und am 31.05.02 geerntet. Am 02.06.02 wurde der Silomais im Direktsaatverfahren gesät. Die Maisernte erfolgte am 02.10.02. In einem randomisierten Versuch wurde bei 7 Wiederholungen als erster Faktor Erbsenreinsaat: 80 Körner/m² und Erbsensaat im Gemenge mit Winterroggen (50:50): 40 Körner/m² eingesetzt. Zur Unkrautbekämpfung wurden als weitere Bodenbearbeitungsmaßnahmen am 28.6.02 gehackt. Als Vergleichsvariante wurde Silomais in Hauptfruchtstellung angebaut. Dazu wurde eine überwinternde Zwischenfrucht (Wintererbsen/Roggengemenge) am 17.04.02 umgepflügt und der Mais wurde am 13.05.02 gesät. Hier wurden folgende weitere Bodenbearbeitungsmaßnahmen vorgenommen: Blindstriegeeln am 17.05.02, Unkrauthacke am 15.06.02, Handhacke in der Reihe am 10.07.02.

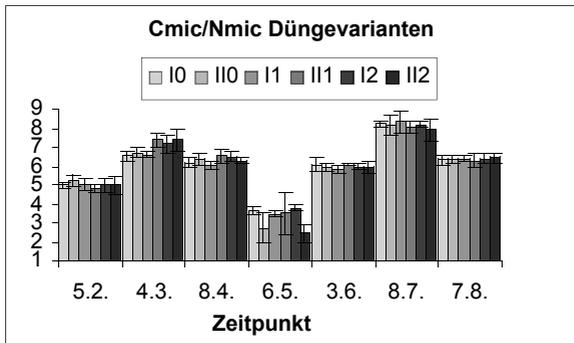
Die Untersuchungen der mikrobiellen Biomasse erfolgte mit Hilfe der Chloroform-Fumigations-Extraktionsmethode (Brookes et al., 1985; Vance et al., 1987, Joergensen, 1996).

Ergebnisse und Diskussion: Erste Ergebnisse zu dem 1. Versuch ergaben ,dass die Düngung in dem Untersuchungszeitraum bis August keinen Einfluß auf das mikrobiell gebundene N_{mic} (Grafik 1) und das C_{mic} / N_{mic} Verhältnis (Grafik 2) keine Einfluss hatte. Demgegenüber traten saisonale Schwankungen. Die niedrigsten N_{mic} – Werte wurden bei den Probenahmen im März und im Juli festgelegt. Im Juli sank das mikrobiell gebundene N stark ab. Gleichzeitig stieg das C / N-Verhältnis stark an. Der Zusammenhang der 10 Tage zuvor durchgeführten Bodenbearbeitungsmaßnahme zur Unkrautregulierung (Hacke) konnte aber nicht belegt werden.

Grafik 1: N_{mic} im ersten Versuch mit Düngvarianten (Vorfrüchte: I=Wintererbse, II=Wintererbsen/Roggengemenge (50%Roggen). N-Düngungsstufe: 0=keine N-Düngung, 1=40kg N/ha, 2=80kg N/ha)



Grafik 2: C_{mic}/N_{mic} Verhältnis im ersten Versuch mit Düngevarianten (Vorfrüchte: I=Wintererbse, II=Wintererbsen/Roggengemenge (50%Roggen). N-Düngungsstufe: 0=keine N-Düngung, 1=40kg N/ha, 2=80kg N/ha)

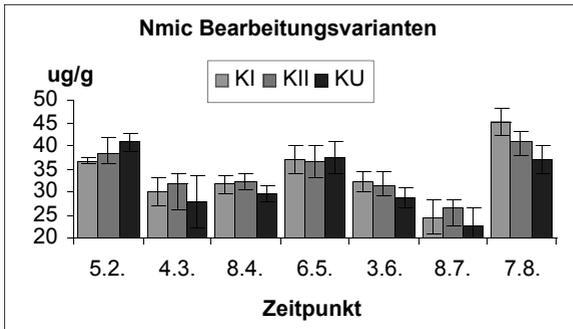


Der zweite Versuch erlaubt zunächst den Einfluss der Bodenbearbeitungsmaßnahmen als Einflussgröße auf den mikrobiell gebundenen Stickstoff (Grafik 3) und das C_{mic}/N_{mic} Verhältnis (Grafik 4) auszuschließen. Unabhängig von dem Anbauverfahren und der Terminierung und der Art der Bodenbearbeitungsverfahren konnten bei den drei Varianten die gleichen saisonalen Schwankungen wie im ersten Versuch festgestellt werden. Lediglich in der letzten Probenahme im August zeichnet sich ein Unterschied aufgrund der Anbauverfahren, zwischen dem Direktsaatverfahren und dem im Umbruchverfahren angebaute Mais, ab. Dieser Trend soll mit den bis zum Vortrag zur Verfügung stehenden Daten der Probenahmen bis Oktober noch überprüft werden.

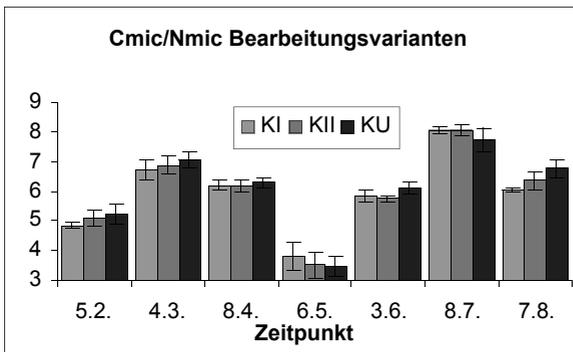
Fazit: Eine abschließende Bewertung der Anbauverfahren und der Bodenbearbeitungsverfahren in ihrer Auswirkung auf die mikrobiellen Indikatoren ist noch nicht möglich. Nach den bisher vorliegenden Daten können die hier dargestellten Biomasseparameter aber nicht den Bearbeitungsmaßnahmen zugeordnet werden. .

Bodenfruchtbarkeit

Grafik 3: Cmic/Nmic Verhältnis im zweiten Versuch mit Bearbeitungsvarianten (KI=Wintererbse mit Direktsaat Mais, KII=Wintererbse/Roggengemenge mit Direktsaat Mais, KU=Wintererbse mit Umbruch Mais)



Grafik 4: Cmic/Nmic im zweiten Versuch mit Bearbeitungsvarianten (KI=Wintererbse mit Direktsaat Mais, KII=Wintererbse/Roggengemenge mit Direktsaat Mais, KU=Wintererbse mit Umbruch Mais)



Literaturangaben:Brookes, P.C., Landman, A., Pruden, G., Jenkinson, D.S., 1985. Chloroform fumigation and the release of soil nitrogen: A rapid direct extraction method for measuring microbial biomass nitrogen in soil. *Soil Biology & Biochemistry* 17, 837-842.

Feher, D., 1929. Untersuchungen über den zeitlichen Verlauf der Bodenatmung und der Mikrobentätigkeit des Waldbodens. *Biochemische Zeitschrift*, Band 206, 4.-6.Heft, S416-435.

Joergensen, R.G., 1996. The fumigation-extraction method to estimate soil microbial biomass: Calibration of the kEC value. *Soil Biology & Biochemistry* 28, 25-31.

Raubuch M. and Joergensen, R.G., 2002. Net-C- and net-N-mineralisation in a coniferous forest soil: the contribution of the temporal variability of microbial biomass C and N and of the microbial C-to-N-ratio. *Soil Biology and Biochemistry* 34, 841-849

Rusch, H.P., 1964. Bodenfruchtbarkeit. Karl F. Haug Verlag Heidelberg. Vance, E.D., Brookes, P.C., Jenkinson, D.S., 1987. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. *Soil Biology & Biochemistry* 19, 703-707.