

Ackerbausysteme im ökologischen Landbau unter besonderer Berücksichtigung von N-Bilanz und Effizienzkennzahlen

Autoren: Uta Beckmann

Hartmut Kolbe

Annett Model

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft,
Gustav-Kühn-Str. 8, 04159 Leipzig-Möckern

Rolf Russow

UFZ Halle-Leipzig GmbH, Sektion Bodenforschung,
Theodor-Lieser-Str. 4, 06120 Halle/Saale

Zusammenfassung

Auf einem Sandboden und einem Lößboden wurden in Sachsen ab dem Jahr 1992 komplexe Dauerversuche durchgeführt. Es wurden Verfahren von viehlosen (System Marktfruchtbau) sowie von viehhaltenden Betrieben (System Futterbau) in der Anbaufolge mit zweijährigem Leguminosengras, Sommerweizen und Mais simuliert. In den Versuchen wurden außerdem eine stark unterschiedliche Düngungshöhe mit verschiedenen organischen Düngemitteln sowie differenzierte anbautechnische und vegetationsbegleitende Maßnahmen berücksichtigt. Die Anbauverfahren wurden sowohl in ihren kurzzeitigen Auswirkungen auf Nährstoffdynamik (N_{\min} , gasförmige N-Emissionen), Ertrag und Produktqualität der Kulturarten als auch in ihren langfristigen Auswirkungen auf die Nährstoffbilanzen der Fruchtfolgen sowie auf die Bodenfruchtbarkeit geprüft.

In dem vorliegenden 1. Teil der Ergebnisdarstellung standen die Ertrags- und Qualitätsentwicklung der Kulturarten, die Tiefenverlagerung an N-Komponenten, die C_t - und N_t -Entwicklung im Boden sowie umfangreiche N-Bilanzierungs- und -Effizienzberechnungen (N-Aneignungsvermögen als Ressourcen-Effizienz, Effizienz je Produkt- und Flächeneinheit) im Mittelpunkt dieser konkreten feldwirtschaftlichen Versuchsanstellungen des ökologischen Landbaus.

Die Ergebnisse für das Futterbausystem (Leguminosenaufwüchse und Koppelprodukte wurden vom Feld abgefahren) wiesen am Standort Spröda nach acht Versuchsjahren bei verhältnismäßig geringen N-Überschüssen und TM-Zufuhren über die Düngung und die Erntereste einen leichten Anstieg der Kohlenstoff- und Stickstoffgehalte des Bodens auf. Im Marktfruchtssystem (Leguminosenaufwüchse wurden gemulcht, Koppelprodukte verblieben auf dem Acker) wurde dagegen trotz der rel. hohen N-Überschüsse und TM-Zufuhren durch den Verbleib der Koppelprodukte auf den Flächen ein Abbau an organischer Substanz festgestellt. Die Erträge lagen im Marktfruchtssystem bei allen Kulturarten unter denen des Futterbausystems. Dagegen wurden auf den Marktfruchtflächen höhere Rohprotein- und Sedimentationswerte bei Weizen und geringfügig niedrigere Rohprotein- und NEL-Werte bei Mais erzielt.

Es wurden keine Differenzen in der Tiefenverlagerung an Stickstoff zwischen den beiden Anbausystemen analysiert, obwohl deutliche Unterschiede in den berechneten Bilanz- und Effizienzkennzahlen ermittelt werden konnten.

Eine steigende organische Düngung führte innerhalb der Anbausysteme dazu, dass nach Stallmist- bzw. Mulchdüngung ein Anstieg der C_t -Werte des Bodens eintrat, was in erster Linie auf die hohe TM-Zufuhr zurückzuführen war. Nach fortlaufender N-Mineraldüngung (zum Vergleich in kleinem Umfang zusätzlich untersucht), in abgeschwächter Form auch nach Gölledüngung, sind demgegenüber die C_t -Werte des Bodens z.T. deutlich abgefallen. Die N_t -Werte des Bodens sind bei allen Düngemittelarten, am geringsten aber nach Stallmistdüngung, abgesunken.

Auch nach steigender organischer Düngung wurden abnehmende N_t -Gehalte im Boden und demzufolge steigende C/N-Verhältnisse ermittelt. Nach Anwendung einer steigenden Düngung (0 – 2 DE/ha u. Jahr) waren nur rel. geringe Veränderungen in den Ertrags- und Qualitätsleistungen von S.-Weizen und Mais eingetreten. Zwischen den Düngemittelarten und der Düngungssteigerung waren kaum Unterschiede in der Verlagerung an Stickstoff zu ermitteln. Lediglich eine mineralische N-Düngung führte im Unterboden zu einer deutlichen Erhöhung der N_{min} -Gehalte an beiden Standorten. Nach Stallmistdüngung war ein etwas geringeres N-Aneignungsvermögen als nach Gülle- bzw. nach mineralischer N-Düngung berechnet worden. Nach steigender Düngung nahm das N-Aneignungsvermögen deutlich ab. Das TM-Bildungsvermögen je N-Ertragseinheit war nach steigender Stallmistdüngung im Durchschnitt aller angebauten Kulturarten am höchsten und nach mineralischer N-Düngung am geringsten. Das TM-Bildungsvermögen nahm nach steigender organischer Düngung etwas zu.

Vegetationsbegleitende Maßnahmen wurden in Weizen- und Maiskulturen mit unterschiedlichen Reihenabständen und mit Durchführung einer organischen Spätdüngung angelegt. Die Maßnahme mit großem Reihenabstand und mit Einarbeitung war durch etwas höhere Erträge (Weizen, Mais) und einer höheren N-Abfuhr gekennzeichnet, so dass das N-Aneignungsvermögen in dieser Variante etwas höher lag als bei den anderen vegetationsbeleitenden Maßnahmen. Im Vergleich zu einer oberflächlichen Ausbringung führte die Einarbeitung von Flüssigdüngern bei häufiger Anwendung jedoch zu einem Abbau der organischen Substanz und zu N-Verlusten im Boden.

Summary

Since 1992, complex long-term trials have been carried out on a sandy soil and a loess soil in Saxony. Methods of farming with livestock (fodder cultivation System) and without (market crop system) were simulated in crop rotation with two-year leguminous grass, summer wheat and maize. Moreover, large differences in the degree of fertilization and the use of different organic fertilizers, types of cultivation and supplementary methods were studied during the experiments. The cultivation techniques were investigated in terms of both their short-term impact on nutrient dynamics (N_{\min} , gaseous N emissions), crop yield and quality, and their long-term effects on the nutrient balances of the crop sequences and soil fertility.

This first part of the results concentrates on the yield and quality development of crops, the depth migration of N components, C_t and N_t development in the soil, and extensive N balancing and efficiency calculations (N uptake ability as resource efficiency, efficiency per unit of product and area) of these organic farming field trials.

At the farm in Spröda, after eight years with relatively low N surpluses and dry matter input via fertilization and harvest residues, the results of the fodder cultivation system (in which leguminous regrowth and by-products were removed from the field) revealed a slight increase in the levels of carbon and nitrogen in the soil. By contrast, in the market crop system (leguminous regrowth used as mulch, by-products remaining on the field), a reduction of organic substance was noted despite the relatively high N surpluses and dry matter input by by-products remaining on the fields. The yields in the market crop system for all types of crops were below those of fodder cultivation. The market crop fields also exhibited higher raw protein and Sedimentation values for wheat and slightly lower raw protein and NEL values for maize.

No differences were found in the depth migration of nitrogen between the two cropping systems, despite significant differences being calculated in the balance and efficiency parameters.

Increasing organic fertilization within the cropping systems led to rising C_t values in the soil after fertilization with dung or mulch, which was mainly attributed to the high dry matter input. By contrast, after continuous N mineral fertilization (additionally investigated by way of comparison) - and to a lesser extent after liquid manure fertilization — the soil C_t values sometimes declined considerably. The N_t values of the soil dropped in response to all types of

fertilizer, the least decline resulting from the use of dung.

Diminishing N_t levels in the soil and consequently rising C:N ratios were also found after increasing organic fertilization (0-2 DE/ha and year), although the yield and quality of summer wheat and maize changed relatively little. Hardly any differences were observed between the different types of fertilizer or their increase regarding nitrogen mobility — with the exception of mineral N fertilization, which considerably raised the N_{min} levels at both locations. Following the application of dung, a slightly lower N uptake ability was calculated compared to liquid manure or mineral N fertilization. After the fertilizer was increased, the N uptake capacity dropped significantly. Based on the average of all crops, the dry matter formation capacity per unit of N yield was the highest after increasing dung fertilization, and the lowest after mineral N fertilization. The dry matter formation capacity increased somewhat after rising organic fertilization.

Supplementary measures in the wheat and maize cultures took the form of different row spacing and late organic fertilization. Widely spaced rows and digging in fertilizer produced slightly higher yields (wheat, maize) and higher N removal, and so the N uptake capacity here was somewhat higher than in the other supplementary measures. However, compared to surface application, frequently digging in liquid fertilizers resulted in N losses and the decline of organic substance in the soil.

Bibliographische Angaben zu diesem Dokument:

Beckmann, Uta und Kolbe, Hartmut und Model, Annett und Russow, Rolf (2001) Ackerbausysteme im ökologischen Landbau unter besonderer Berücksichtigung von N-Bilanz und Effizienzkennzahlen [Organic Arable farming systems with particular consideration of nitrogen balance and parameters of efficiency]. UFZ-Bericht Nr. 14, UFZ-Umweltforschungszentrum, Leipzig-Halle.

Das Dokument ist in der Datenbank „Organic Eprints“ archiviert und kann im Internet unter <http://orgprints.org/00001538/> abgerufen werden.