Bewertung der Nährstoffgehalte im Statischen Düngungsversuch Bad Lauchstädt

Körschens, M. und Pfefferkorn, A.

UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH

Sektion Bodenforschung

Thoedor-Lieser-Str. 4, 06120 Halle

1. Einleitung

Die Nährstoffgehalte des Bodens sind Voraussetzung für Quantität und Qualität der Ernteprodukte. Mit Ausnahme für Kohlenstoff und Stickstoff gibt es seit langem ausreichend zuverlässige Richtwerte. Sie gewinnen für die Bewertung der Nährstoffeffizienz und Umweltbelastung eine besondere Bedeutung.

Im Zusammenhang mit der zunehmenden Tierkonzentration der vergangenen Jahrzehnte und der daraus resultierenden unterschiedlichen regionalen Verteilung der organischen Dünger ist der Einfluß verschiedener Düngung auf den Nährstoffgehalt des Bodens zu quantifizieren. Im Hinblick auf die große Variabilität bodenchemischer Parameter und die notwendige Zeitdauer zur Quantifizierung von Veränderungen im Boden als Folge unterschiedlicher Düngung und Nutzung sind Dauerfeldversuche für derartige Untersuchungen unumgänglich. Über die C- und N-Gehalte wurde bereits mehrfach berichtet (Körschens et al., 1994, Körschens, 1997 u. a.). Nachfolgend werden die Ergebnisse der Makro- und Mikronährstoffbestimmungen ausgewertet.

2. Material und Methoden

Der Statische Düngungsversuch Bad Lauchstädt wurde 1902 angelegt und bietet mit seiner Variantenvielfalt und seiner Versuchsdauer ideale Voraussetzungen für die gegebene Zielstellung. Standort und Versuchsanlage sind mehrfach in der Literatur beschrieben (Körschens et al.,1994 u.a.).

Der Standort ist eine Löß-Schwarzerde im mitteldeutschen Trockengebiet mit 484 mm Jahresniederschlag und 8,7 °C Jahresdurchschnittstemperatur. Die 18 Prüfglieder ergeben sich aus der orthogonalen Kombination der drei Stufen des Faktors „organische Düngung": ohne, 20 t/ha Stalldung jedes 2. Jahr, 30 t/ha Stalldung jedes 2. Jahr, mit den sechs Mineraldüngungsstufen: NPK, NP, NK, N, PK, O. Die Fruchtfolge ist: Kartoffeln, Winterweizen, Zuckerrüben, Sommergerste.

Von den Hauptvarianten wird jährlich der Gehalt an C, N, P, K und Mg im Boden bestimmt, im vierjährigen Turnus der Gehalt an Makro- und Mikronährstoffen von allen Parzellen.

Die Untersuchungen 1998 betrafen den **Schlag I.** Dieser ist unterteilt in die **Schlaghälfte 1** (aller vier Jahre Kalk zu Kartoffeln) und die **Schlaghälfte 2** (ohne Kalk, wie der gesamte übrige Versuch). Für pH und Mn zeigen sich sehr deutliche Unterschiede zwischen beiden Schlaghälften, diese werden deshalb gesondert betrachtet. Die Untersuchungen wurden nach den gültigen, standardisierten Methoden mit 4 Wiederholungen für jede Schlaghälfte vorgenommen.

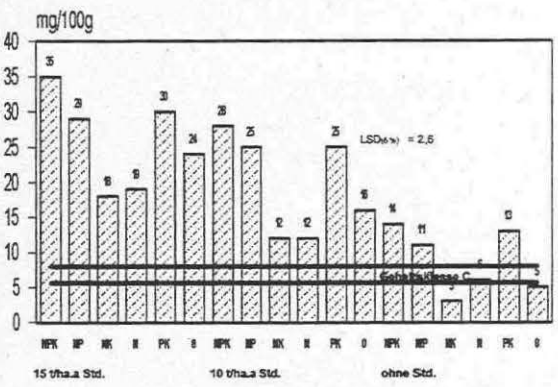

Abb. 1: Einfluß unterschiedlicher Düngung auf den Gehalt an doppellaktatlöslichem Phosphor im Statischen Düngungsversuch Bad Lauchstädt nach 96 Versuchsjahren im Jahre 1998 (Schlag I, 0 - 30 cm)

3. Ergebnisse

Abb. 1 zeigt die Gehalte an doppellaktatlöslichem **Phosphor** nach 96 Versuchsjahren. Bis auf die Parzellen, die im Verlaufe des gesamten Versuchszeitraumes keinerlei P-Düngung erhalten haben, liegen alle übrigen Prüfglieder deutlich über den Grenzwerten für eine ausreichende Versorgung. Dabei liegen die P-Entzüge der letzten 10 Jahre ohne Düngung noch bei 9 kg/ha.a, die der ausschließlich mit 10 t/ha.a Stalldung gedüngten Parzellen bei 20 kg/ha und in der Kombination Stalldung + NPK beträgt der jährliche P-Entzug rd. 30 kg/ha (Körschens, 1996). Mit einer jährlichen Stallmistgabe von 10 t/ha wird der Grenzwert der Gehaltsklasse C von 8 mg/100 g Boden bereits deutlich überschritten. Unterhalb der Gehaltsklasse C liegen nur die Prüfglieder, die weder eine organische Düngung noch eine mineralische P-Düngung erhalten haben.

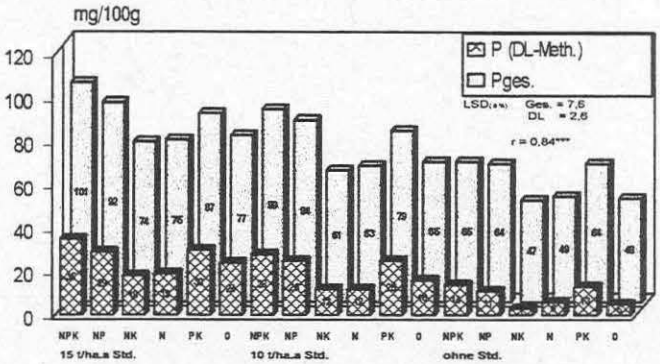

Abb. 2: Einfluß unterschiedlicher Düngung auf den Gehalt an Gesamtphosphor und doppellaktatlöslichem P im Statischen Düngungsversuch Bad Lauchstädt nach 96 Versuchsjahren im Jahre 1998 (Schlag I, 0 - 30 cm)

Abb. 2 enthält die Ergebnisse zum Gesamtphosphor im Vergleich zum doppellaktatlöslichem P. Die Relationen zwischen den Düngungsstufen sind vergleichbar, der Korrelationskoeffizient zwischen beiden Parametern beträgt r = 0,84***. Der Gesamt-P-Gehalt aller ausschließlich mit 10 t/ha.a Stalldung oder mit mineralischer P-Düngung versorgten Prüfglieder liegt zwischen 61 und 65 mg/100 g Boden und entspricht einem Gehalt an DL-P von 11 bis 16 mg/100g Boden. Auch ohne jede P-Düngung unterschreiten die Gesamt-P-Gehalte nicht die Grenze von 47 mg/100g und machen damit etwa 50 % des Gehaltes der „überdüngten" Variante aus.

15 t/ha.a Stalldung bzw. jede Kombination Stalldung + Mineral-P führt zu stark überhöhten Gehalten an DL-P und zu einer signifikanten Erhöhung des Gesamt-P. Nach Fleicher (1998) liegt der P-Entzug in Deutschland im Durchschnitt bei 25 kg/ha.a und wird mit einer Dungeinheit abgedeckt. Dies entspricht uneingeschränkt den vorgestellten Ergebnissen.

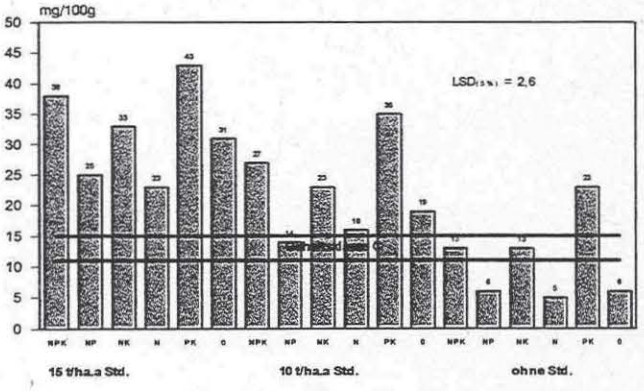

Abb. 3: Einfluß unterschiedlicher Düngung auf den Gehalt an doppellaktatlöslichem Kalium im Statischen Düngungsversuch Bad Lauchstädt nach 96 Versuchsjahren im Jahre 1998 (Schlag I, 0 - 30 cm)

Die **Kali**gehalte (Abb. 3) führen zu analogen Aussagen. Wie bei P reichen auch hier 10 t/ha.a Stalldung aus um selbst bei hohen Erträgen einen mittleren, anzustrebenden Gehalt an K im Boden zu erhalten. Gleiche Ergebnisse werden mit der ausschließlichen mineralischen K-Düngung erzielt. Höhere Stalldunggaben oder die Kombination Stalldung + Mineral-K führen zu Luxusgehalten im Boden.

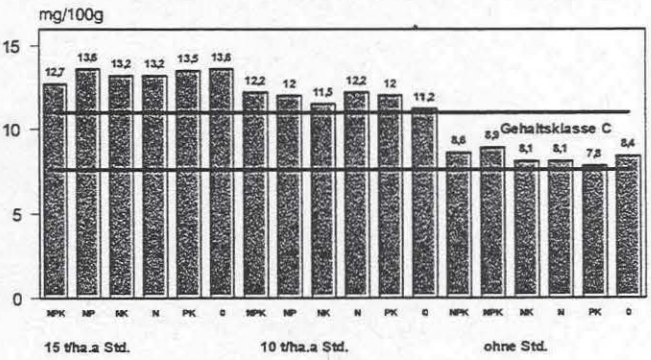

Abb. 4: Einfluß unterschiedlicher Düngung auf den Mg - Gehalt im Statischen Düngungsversuch Bad Lauchstädt nach 96 Versuchsjahren im Jahre 1998 (Schlag I, 0 - 30 cm)

Bei **Magnesium** ist eine deutliche, vielfach auch signifikante, Abstufung zwischen den drei Stalldungstufen zu verzeichnen, während bei gleicher Stalldunggabe in keinem Falle signifikante Unterschiede zwischen den verschiedenen Mineraldüngungsstufen eingetreten sind. Die Gehalte bleiben jedoch selbst ohne jede Düngung noch innerhalb der Gehaltsklasse C. Die Unterschiede zwischen den Stalldungstufen betragen je 10 t/ha.a Stalldung rd. 1,5 mg/100g (Abb. 4).

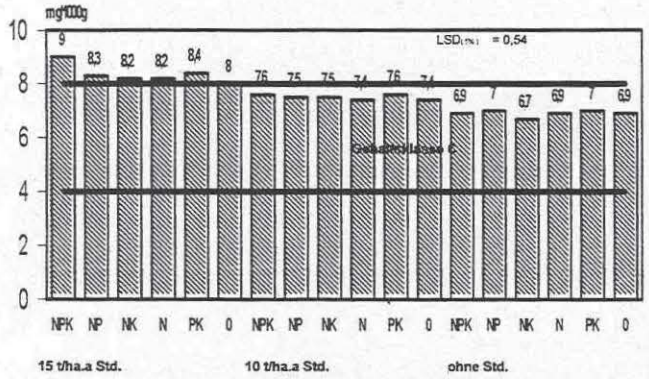

Abb. 5: Einfluß unterschiedlicher Düngung auf den Cu - Gehalt im Statischen Düngungsversuch Bad Lauchstädt nach 96 Versuchsjahren im Jahre 1998 (Schlag I, 0 - 30 cm)

Der **Kupfergehalt** zeigt nur eine sehr geringe Differenzierung zwischen den verschiedenen Düngungsstufen (Abb. 5), alle Werte liegen zwischen 6,9 und 9,0 mg/100 g Boden und damit im Bereich der Gehaltsklasse C bzw. nur knapp darüber. Signifikante Unterschiede gibt es überwiegend zwischen den verschiedenen Stalldungstufen bei gleicher Mineraldüngung. Die absoluten Werte und die Relationen zwischen den Prüfgliedern entsprechend den Ergebnissen vorangegangener Jahre.

Deutlichere Abstufungen sind dagegen bei **Zink** zu verzeichnen (Abb. 6). Stalldung bewirkt einen Anstieg der Gehalte weit über die Gehaltsklasse C hinaus, aber auch ohne jede Düngung wird nach 96 Jahren die untere Grenze dieser Gehaltsklasse noch nicht unterschritten.

Die **pH-Werte** liegen mit Kalkdüngung im Mittel aller Prüfglieder bei 7,3 bei einer nur geringen Spannweite von 7,2 bis 7,5 und damit ausnahmslos innerhalb der Signifikanzschwellen (Abb. 7). Ohne Kalk beträgt der Mittelwert 6,6 mit signifikanten Unterschieden im Bereich von 6,3 bis 7,3. Stalldung wirkt sich nicht positiv auf die pH-Werte aus, jedoch zeigen alle Varianten ohne Mineral-N-Düngung (PK und 0) auf den jeweils gleichen Stalldungstufen signifikant höhere Werte, bedingt durch den geringeren Ertrag und Ca-Entzug.

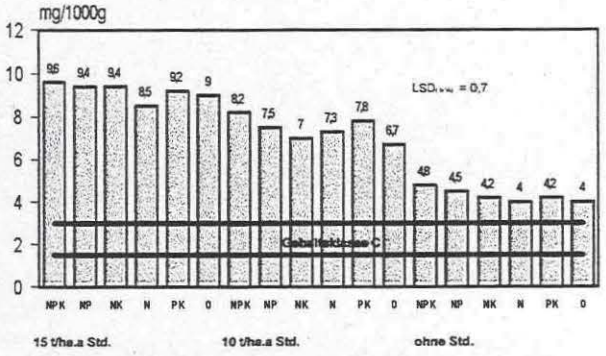

Abb. 6: Einfluß unterschiedlicher Düngung auf den Zn - Gehalt im Statischen Düngungsversuch Bad Lauchstädt nach 96 Versuchsjahren im Jahre 1998 (Schlag I, 0 - 30 cm)

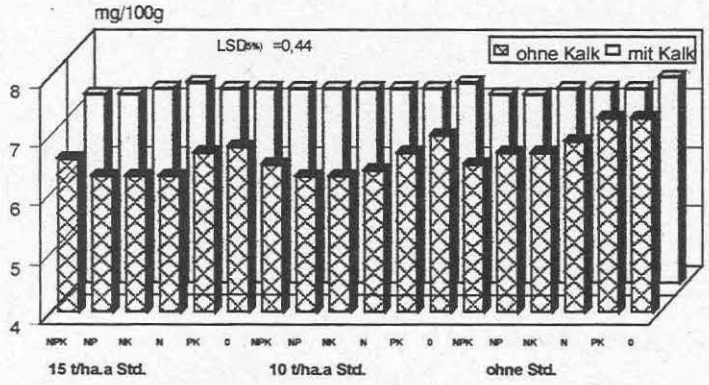

Abb. 7: Einfluß unterschiedlicher Düngung auf den pH-Wert im Statischen Düngungsversuch Bad Lauchstädt nach 96 Versuchsjahren im Jahre 1998 (Schlag I, 0 - 30 cm)

Eine sehr enge Wechselbeziehung besteht zwischen dem pH-Wert und dem Gehalt an löslichem **Mangan**. Mit Kalk bei einem pH-Wert zwischen 7,2 und 7,5 wird Mangan offensichtlich festgelegt und ordnet sich bei sehr geringen Schwankungen zwischen 27 und 40 ppm, und damit auch noch im Bereich anzustrebender

Versorgung, ein. Ohne Kalkdüngung wird eine Festlegung vermieden, eswerden Mn-Gehalte zwischen 32 und100 ppm erreicht. Diese entsprechen den Ergebnissen der Untersuchungen früherer Jahre auf anderen Schlägen ohne Kalk. Die geringeren Mn-Werte der Prüfglieder ohne mineralische N-Düngung lassen sich mit den o. g. höheren pH-Werten dieser Varianten, auch ohne Kalkdüngung, erklären. Zwischen beiden Merkmalen besteht eine hochsignifikante Korrelation mit einem Korrelationskoefizienten von r = - 0,98.

4. Diskussion und Schlußfolgerungen

Ökonomie und Ökologie der landwirtschaftlichen Produktion werden in entscheidendem Maße von der Düngung beeinflußt. Optimale Aufwandmengen und –termine und dementsprechende Gehalte im Boden bestimmen die Höhe der Erträge, die Nährstoffeffizienz und damit das Ausmaß möglicher Umweltbelastungen. Im Hinblick auf den für Produktion, Transport und Ausbringung von Mineraldüngern notwendigen Egergieaufwand müssen überhöhte Aufwandmengen oder Bodengehalte schon als Belastung angesehen werden, auch wenn keine Austragung von Nährstoffen in das Grundwasser oder in die Atmosphäre erfolgt. Dabei haben die in den organischen Düngern enthaltenen Nährstoffe eine große Bedeutung. Sie decken einerseits einen erheblichen Bedarf der Pflanzenproduktion, werden aber andererseits nicht immer genügend berücksichtigt. Die Gehalte der organischen Dünger an Makro- und Mikronährstoffen werden kaum bestimmt, die auszubringenden Mengen nicht exakt genug berechnet und verteilt.

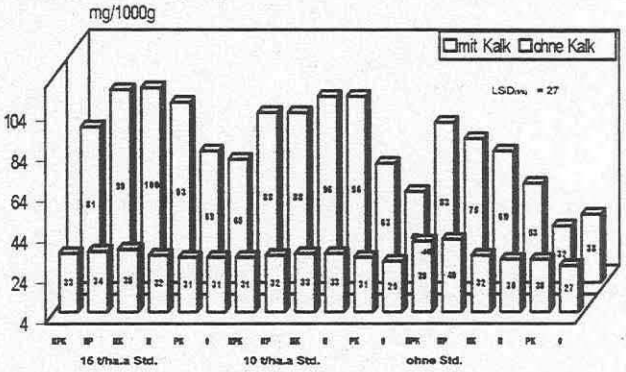

Abb. 8: Einfluß unterschiedlicher Düngung auf den Mn - Gehalt im Boden im Statischen Düngungsversuch Bad Lauchstädt nach 96 Versuchsjahren im Jahre 1998 (Schlag I, 0 - 30 cm)

Auf der Grundlage von Dauerfeldversuchen läßt sich der Einfluß unterschiedlicher Düngung auf die Bodenkennwerte gut quantifizieren. Im Beispiel des Statischen Düngungsversuches Bad Lauchstädt kann davon ausgegangen werden, daß das hohe Niveau der Erträge (vergl. Körschens u. Pfefferkorn, 1998) einen entsprechenden Nährstoffentzug gewährleistet und damit sowohl der Pflanzenentzug ausreichend berücksichtigt als auch ein experimenteller Nachweis für die Gültigkeit der Gehaltsklassen gebracht wird.

Sowohl für Phosphor, als auch für Kalium und Magnesium zeigt sich, daß mit 10 t/ha.a Stalldung bereits die optimale Zufuhr an Nährstoffen erreicht, teilweise schon überschritten ist. Mit 15 t/ha.a Stalldung werden generell überhöhte Werte erreicht. Die Mineraldüngung, die in den Jahren vor 1980 noch sehr hoch war und zu allen Stalldungstufen in gleicher Höhe gegeben wurde, führte ebenfalls zu überhöhten Gehalten.

Insgesamt zeigt sich, daß die ökonomischen und ökologischen Grenzen des Düngereinsatzes nicht nur bei Stickstoff, sondern auch bei anderen Nährstoffen schnell erreicht oder überschritten werden können. Diese Gesichtspunkte erfordern beim Einsatz organischer Dünger der Tierproduktion größere Beachtung.

(Die verwendete Literatur ist bei den Autoren einzusehen)

INTERNATIONALES SYMPOSIUM

Dauerdüngungsversuche als Grundlage für nachhaltige Landnutzung und Quantifizierung von Stoffkreisläufen

Vom 3. bis 5. Juni 1999 in Halle/Saale

120 Jahre „Ewiger Roggenbau"
50 Jahre Hallenser Dauerdüngungsversuche

Veranstalter:
Landwirtschaftliche Fakultät der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Deutsche Gesellschaft für Pflanzenernährung
Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH, Sektion Bodenforschung
International Society for Sustainable Agriculture & Ressource Management, Hisar (Indien)
Deutsche Bodenkundliche Gesellschaft

Schirmherr:
Der Minister für Landwirtschaft, Ernährung und Forsten des Landes Sachsen-Anhalt,
Herr **Johann Konrad Keller**

Sponsoren:
- Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) Bonn
- Stadt Halle, Amt für Wirtschaftsförderung
- Gesellschaft der Freunde der Landwirtschaftlichen Fakultät der Martin-Luther-Universität
- Kali und Salz GmbH Kassel
- Kultusministerium des Landes Sachsen-Anhalt
- Stiftungsfonds der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Hrsg.: Wolfgang Merbach und Martin Körschens