

Tagungsbeitrag zu:

Jahrestagung der DBG,
Sitzung der Kommission IV

Titel der Tagung:

Böden – Lebensgrundlage und Verantwortung

Veranstalter:

DBG

Termin und Ort der Tagung:

07.-12.09.13, Rostock

Berichte der DBG (nicht begutachtete online-Publikation), <http://www.dbges.de>

Spektralphotometrische Bestimmung des pflanzenverfügbaren Nitrats in der Bodenlösung: Entwicklung einer in-situ Messmethode zur Optimierung der Fertigation im intensiven Gemüsebau

Stephan Mayer^{1,2}, Torsten Müller², Wolf-Anno Bischoff¹

Schlüsselworte

Nitrat, Düngung, Nitratauswaschung, Stickstoffverluste, N-min, in-situ-Methode, Feldmethode, UV-Messung

Einführung

Stickstoff ist, besonders in Form von Nitrat, eines der wichtigsten Nährelemente für Pflanzen. Bei einem Überangebot kann das leicht lösliche Anion jedoch schnell ausgewaschen werden. Im intensiven Gemüsebau werden Auswaschungsraten von 400 kg NO₃⁻-N ha⁻¹ a⁻¹ oft überschritten (Ramos et al., 2002), was u.a. zu Problemen im Grundwasserschutz führt.

Feldmethoden für die Nitratbestimmung im Boden sind je nach Methode unpräzise

¹ Gutachterbüro TerraQuat,
Schellingstr. 43, 72622 Nürtingen,
e-mail: s.mayer@terraquat.com

² Universität Hohenheim, Institut für Kulturpflanzenwissenschaften, Fg. Düngung und Bodenstoffhaushalt (340i), Fruwirthstr. 20, 70593 Stuttgart

(Kmecl et al., 2005), fehleranfällig und/oder zeitaufwendig (Roth et al., 1991; Hartz et al., 1993). Oft liefern sie Ergebnisse zeitverzögert, so dass auf den aktuellen N-Bedarf einer Kultur nicht schnell genug reagiert werden kann, und Mangelerscheinungen an den Pflanzen sichtbar werden (Ehsani et al., 1999). Des Weiteren werden oft chemische und toxische Reagenzien benötigt (Hartz, 1994). Auch ist die Nachweisgrenze gängiger Feldmethoden meist zu gering (<100 mg L⁻¹).

Neue Feldmethode

Mit einer neuen Methode soll Nitrat direkt im Feld, in der Bodenlösung, ohne Einsatz von Reagenzien fortlaufend bestimmt werden können. Dabei soll Nitrat im UV-Bereich spektralphotometrisch bei einer bestimmten Wellenlänge gemessen und anschließend quantifiziert werden. Mögliche Interferenzen (z.B. durch DOC) werden anhand von Referenzwellenlängen eliminiert. Die Daten der Absorptionsmessung werden kabellos auf einen zentralen Server übertragen, wo die Auswertung und Berechnung der Nitratkonzentration stattfindet. Die aktuellen Nitratwerte werden dort mit einer Datenbank abgeglichen, in der der N-Bedarf von Gemüsekulturen zu unterschiedlichen Entwicklungsstadien hinterlegt ist. Auf Grundlage dieser Daten soll eine vollautomatische Düngung gesteuert werden, welche in ein Bewässerungssystem (Tröpfchenbewässerung) integriert werden kann. Somit kann zu jedem Zeitpunkt auf den Stickstoffbedarf einer Kultur reagiert werden.

Ergebnisse

Ergebnisse aus Laborversuchen zeigen hoch signifikante Regressionen zwischen Nitratkonzentrationen in Bodenlösung und der Absorption im UV-Bereich (Abbildung 1 und 2). Nitrat kann dabei in einem weiten Konzentrationsbereich (1-1000 mg L⁻¹) über zwei Wellenlängen detektiert werden.

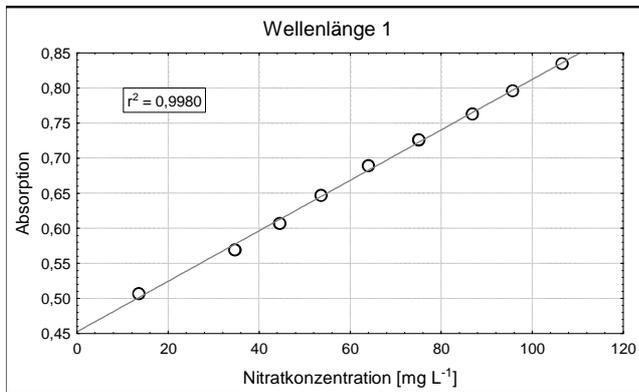


Abbildung 1: Absorption bei Wellenlänge 1: Nitratkonzentrationen von 10-100 mg L⁻¹

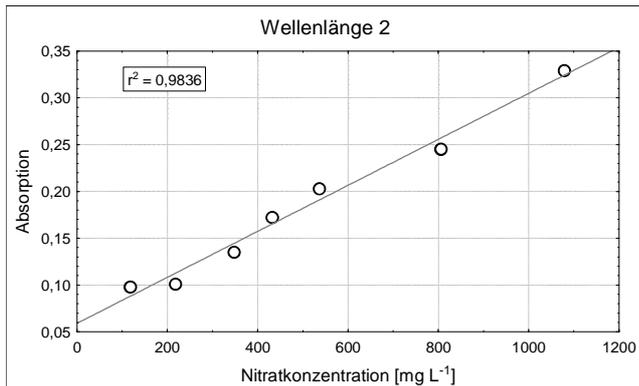


Abbildung 2: Absorption bei Wellenlänge 2: Nitratkonzentrationen von 100->1000 mg L⁻¹

Weitere Ergebnisse aus Feld- und Gefäßversuchen zeigen, dass Langzeitmessungen mit hoher zeitlicher Auflösung einfach und präzise durchführbar sind und dass nach einer Kalibrierung mit einem geringen Datensatz weitere Datenpunkte sehr gut geschätzt werden können.

Abbildung 3 zeigt eine Messung mit der neuen Feldmethode über einen Zeitraum von 2 Monaten. Das Messintervall kann dabei beliebig im Minuten-, Stunden- oder Tagestakt erfolgen.

Abbildung 4 zeigt eine Kalibrierung mit anschließender Validierung der Messung. Dargestellt ist der Vergleich der Messdaten der neuen Feldmethode mit den Laborergebnissen. Die Daten stammen von zwei unterschiedlichen Böden (Ah-Horizont einer Braunerde, Ap-Horizont eines Lösslehms). Der mittlere Schätzfehler der Kalibrierung liegt bei 2,3 %, der der Validierung bei 6,1 %.

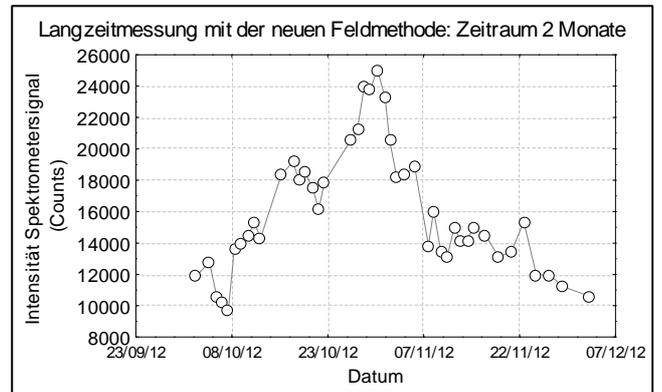


Abbildung 3: Langzeitmessung mit der neuen Feldmethode

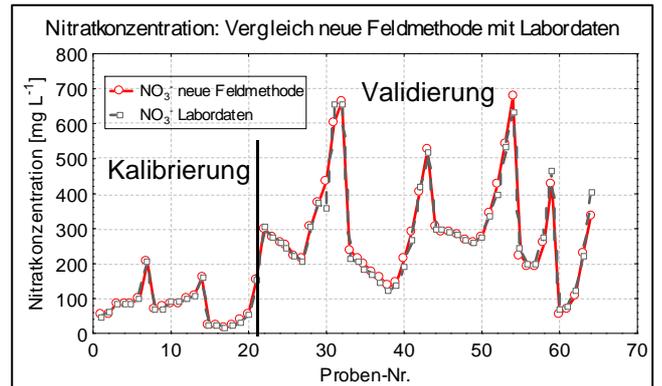


Abbildung 4: Kalibrierung und Validierung der neuen Feldmethode

Fazit

Mit dieser neuen in-situ Feldmethode kann die Nitratkonzentration im Boden zu jedem Zeitpunkt abgerufen werden. Sie eignet sich daher zur Steuerung eines vollautomatischen Fertigationssystems, um die N-Überschüsse im intensiven Gemüsebau einzudämmen.

Ausblick

In weiteren Feldversuchen soll das Zusammenspiel der Fertigungs-komponenten mit der Messeinheit erprobt werden.

Weitere Datensätze zur Kalibrierung und Validierung der neuen Feldmethode müssen noch erhoben werden.

Das neue Messsystem soll auch für die Wissenschaft konzipiert werden, so dass ein Nitratmonitoring auf wissenschaftlichen Untersuchungsflächen einfach und zeitlich hoch aufgelöst durchführbar ist.

Da gelöster organischer Kohlenstoff (DOC) bei jeder Messung mit erfasst wird, soll ebenfalls eine Kalibrierung auf DOC erfolgen.

Literatur

Ehsani, M. R., S. K. Upadhyaya, et al. (1999). "A NIR Technique for Rapid Determination of Soil Mineral Nitrogen." *Precision Agriculture* 1(2): 217-234.

Hartz, T. K. (1994). "A quick test procedure for soil nitrate-nitrogen." *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 25(5-6): 511-515.

Hartz, T. K., R. F. Smith, et al. (1993). "On-farm monitoring of soil and crop nitrogen status by nitrate-selective electrode." *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 24(19-20): 2607-2615.

Kmecl, V., J. Susin, et al. (2005). "Validation of analytical methods used for determination of nitrate in soil." *Accreditation and Quality Assurance* 10(4): 172-176.

Ramos, C., A. Agut, et al. (2002). "Nitrate leaching in important crops of the Valencian Community region (Spain)." *Environmental Pollution* 118(2): 215-223.

Roth, G. W., D. B. Beegle, et al. (1991). "Development of a quicktest kit method to measure soil nitrate." *Communications in Soil Science & Plant Analysis* 22(3-4): 191-200.