



Urs Schmidhalter, Freising-Weihenstephan

Geophysikalische Kartierung von Bodeneigenschaften für die teilflächenspezifische Bewirtschaftung

Voraussetzung für eine teilflächenspezifische Bewirtschaftung ist die Kenntnis der Heterogenität des Schlages. Zur Erfassung der Bodenunterschiede wird im Verbundprojekt *preagro* auch eine geophysikalische Messmethode genutzt. Dieses berührungsfreie Verfahren wurde bereits auf über 3000 ha Projektfläche eingesetzt. Die räumliche Verteilung der elektrischen Leitfähigkeit eines Bodens kann rasch und genau mit elektromagnetischer Induktion gemessen werden. Die elektrische Leitfähigkeit des Bodens hängt ab vom volumetrischen Wassergehalt, der Konzentration gelöster Stoffe in der Bodenlösung und der Art und Menge der Tonminerale im Boden sowie dem Gehalt an organischer Substanz und der Trockenraumdichte des Bodens. Aus der flächenhaften Messung der elektrischen Leitfähigkeit kann man somit eine Karte der Bodenarten gewinnen.

Prinzip der Methode

Die Messungen wurden mit einer Messsonde EM-38, die bei einer Frequenz von 14,6 kHz arbeitet, durchgeführt. Dieses elektromagnetische Messverfahren arbeitet ohne Bodenkontakt. Das System weist zwei Spulenordnungen auf, eine Empfänger- und Sendespule, die sich in 1 m Distanz befinden. Das von der Sendespule erzeugte elektromagnetische Feld wird von der Leitfähigkeit des Bodens beeinflusst. Die Empfangsspule misst die Resultierende aus dem abgestrahlten Primärfeld und dem durch den Boden beeinflussten Sekundärfeld. Aus deren Vergleich kann die elektrische Leitfähigkeit des Bodens ermittelt werden. Die Messungen sind temperaturabhängig und werden entsprechend korrigiert. Die erfasste Tiefe variiert je nach Messmodus und beträgt rund 0,75 m bei horizontaler Anordnung der Spulenachsen und etwa 1,5 m bei vertikaler Anordnung der Spulenachsen. Die flächenhaften Messungen wurden im vertikalen Modus durchgeführt. Für die Validierung des Messprinzips wurden detaillierte Untersuchungen in beiden Messmodi durchgeführt.

Praxiseinsatz

Für die Durchführung der flächenhaften Messungen wurde die Sonde geschützt vor

Prof. Dr. Urs Schmidhalter ist Inhaber des Lehrstuhls für Pflanzenernährung des Department für Pflanzenbauwissenschaften der TU München-Weihenstephan.

direkter Strahlung auf einem PVC-Schlitten befestigt und von einem Geländefahrzeug über das Feld gezogen. Die Georeferenzierung (Ermittlung der Ortskoordinaten) erfolgte mit einem DGPS (Differential Global Positioning System). Der Fahrspurabstand richtet sich nach der zu erwartenden räumlichen Variabilität der elektrischen Leitfähigkeit und den Fragestellungen. Üblicherweise ergibt sich eine Messpunktdichte von 75 bis 100 Punkten pro ha. Dies liegt weit über dem, was mit alternativen Methoden zu erzielen ist. Die Messung erfolgt zerstörungsfrei während der Fahrt und ist mit Tagesleistungen, je nach Struktur und Größe der Schläge, bis 150 ha durchzuführen.

Interpretation und Validierung

Die mit dem Sensor gemessenen Unterschiede der elektrischen Leitfähigkeit werden zunächst als Karte dargestellt. Um jedoch die einzelnen Bereiche mit hoher und niedriger Leitfähigkeit im einzelnen interpretieren zu können, muss zusätzlich eine Validierung erfolgen. Dies ist wichtig, da die Leitfähigkeit von verschiedenen Bodenparametern abhängt. In jedem Fall erfolgt die Beprobung gezielt und der Bodenheterogenität optimal angepasst. Die Heterogenität eines Standortes lässt sich somit wesentlich gezielter und mit weniger Aufwand als bei einer konventionellen Bodenuntersuchung bestimmen. Der Autor arbeitet an der Entwicklung eines Verfahrens, das es ermöglicht, in Referenzproben direkt vor Ort den Wassergehalt des Bodens, die elektrische Leitfähigkeit der Bodenlösung, die Trockenraumdichte und den Gehalt an organischer Substanz des Bodens zu bestimmen.

In diesem Teilprojekt des *preagro* Verbundvorhabens werden als Validierungsgrundlage die digitalen Informationen der Reichsbodenschätzung und konventioneller Bodenuntersuchungen gewählt. Die geophysikalischen Informationen werden zusätzlich mit den Daten fernerkundlicher Projekte, digitaler Reliefanalysen und flächendifferenzierter Ertragsermittlungen verknüpft. Damit werden unterschiedliche Methoden der Beschreibung von Heterogenität auf ihre Aussagemöglichkeit und Leistungsfähigkeit überprüft.

Ergebnisse

Es wurden bisher ~ 3000 ha auf verschiedenen Betrieben in Deutschland geophysika-

lisch vermessen. Die Ergebnisse werden zur Zeit validiert. Aus den Informationen der Leitfähigkeitskarten lassen sich bereits jetzt wichtige allgemeine Informationen über die Heterogenität der Schläge ableiten. Leitfähigkeitskarten ergeben ein viel besseres Bild der Abgrenzung von Schlagunterschieden als die Informationen der Reichsbodenschätzung. Die vorhandenen Primärinformationen erlauben es zudem, die Substrateigenschaften aller Schläge grob zu charakterisieren. Die Leitfähigkeitswerte steigen von sandigen Substraten, sandigem Lehm, Lehm über lehmigen Ton. Hohe Werte finden sich auch bei hohen Wassergehalten und hohen Gehalten an organischer Substanz. Die bisherigen Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass die Muster der Leitfähigkeit zeitstabil sind. Messungen im horizontalen und vertikalen Modus korrelieren eng miteinander. Von den Texturgrößen lassen sich besonders enge Beziehungen zum Tongehalt zeigen. Aufgrund der häufig engen Korrelation zwischen Ton- und Wassergehalt lässt sich häufig auch der Wassergehalt relativ gut beschreiben. Die Möglichkeiten der dynamischen Messung der Veränderung des Wassergehalts während der Vegetationsperiode wird zurzeit überprüft. In Trockenraumbereichen fand sich in hohem Maße eine Übereinstimmung der Karten der elektrischen Leitfähigkeit mit den Spektralbildern der Fernerkundung des Jahres 1999. Die elektrische Leitfähigkeit zeigt nur eine geringe Abhängigkeit zu der der Bodenlösung.

Ausblick

Künftige Arbeiten zielen vor allem auf die Entwicklung eines verbesserten Algorithmus, der die vier wichtigen Einflussgrößen Textur, Wassergehalt, Leitfähigkeit der Bodenlösung und Trockenraumdichte umfasst. Die Möglichkeit der tiefendifferenzierten Beschreibung des Bodens wird experimentell überprüft. Auf verschiedenen Standorten laufen Feinvalidierungen durch Verknüpfung der analytisch bestimmten Werte der relevanten Einflussgrößen mit den Werten der elektrischen Leitfähigkeit.

Die Messung der elektrischen Leitfähigkeit mit elektromagnetischer Induktion stellt nach bisherigen Erfahrungen ein wichtiges Werkzeug bei der flächenhaften Erfassung von Bodenunterschieden dar, deren Kenntnis eine wichtige Grundlage für eine teilflächenspezifische Bewirtschaftung bildet.