

Bestimmung der Bodenart mittels mobiler Bodensensoren

Ausgangslage und Zielsetzung

Die anzustrebenden optimalen Nährstoffgehalte im Boden und ergo zu ermittelnden Düngebedarfmengen sind für eine Vielzahl von Nährstoffen von der Bodentextur abhängig. Sie wird in der Praxis überwiegend mittels der Fingerprobe bestimmt oder aus historischen Karten, wie der Reichsbodenschätzung abgeleitet. Das Ergebnis der Fingerprobe hängt allerdings stark von den ausführenden Personen ab und kann damit sehr variabel ausfallen. Deshalb sollte die Fingerprobe langfristig nicht mehr als Grundlage für die Düngungsbemessung genutzt werden. In der Praxis wird bereits von verschiedenen Dienstleistern die sensorbasierte Ermittlung der scheinbaren elektrischen Leitfähigkeit (ECa) angeboten - allerdings oft ohne Zuordnung zur Bodentextur und ohne Berücksichtigung des Bodenwassergehaltes. Die derzeit genaueste Möglichkeit zur Ableitung der Bodenart (auch Textur oder Korngrößenverteilung) für die Praxis ist die im pH-BB Projekt entwickelte Methode basierend auf dem Geophilus Sensorsystem.

Vorgehen zur Ableitung der Bodentextur mittels Bodensensorik

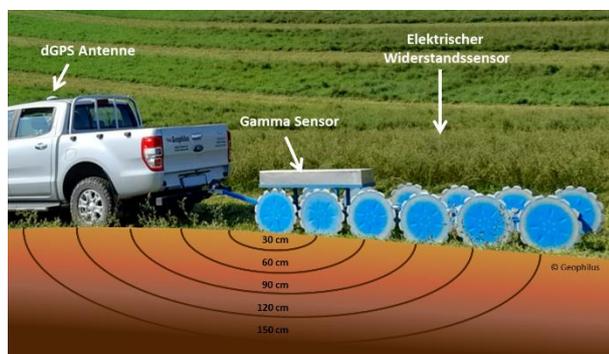


Abbildung 1: Die Geophilus Sensorplattform mit den Eindringtiefen der Widerstandssensoren mit größer werdenden Abständen.

Das im pH-BB Projekt zur Kartierung der Bodenart verwendete Messsystem ist die Geophilus Multi-Sensorplattform (Abb. 1). Sie besteht aus zwei geophysikalischen Messkomponenten: einer Gamma-Sonde, die die natürliche Gammastrahlung des Bodens in bis zu 30 cm Tiefe misst und sieben Paar rollende Elektroden; eine zum Einspeisen von elektrischem Strom und sechs, die die Abnahme des Messsignals durch den Widerstand der Bodeneigenschaften messen. Damit wird in sechs Tiefenstufen und in bis zu 1,5 m Tiefe die elektrische Leitfähigkeit des Bodens detektiert. Bei den Messsignalen handelt es sich um sogenannte Stellvertretergrößen, die im direkten Zusammenhang mit der Bodenart stehen. Die Übersetzung der geophysikalischen Messgrößen in die Bodentextur erfolgt über die Ergebnisse der Korngrößenanalyse aus dem Labor (Abb. 2).

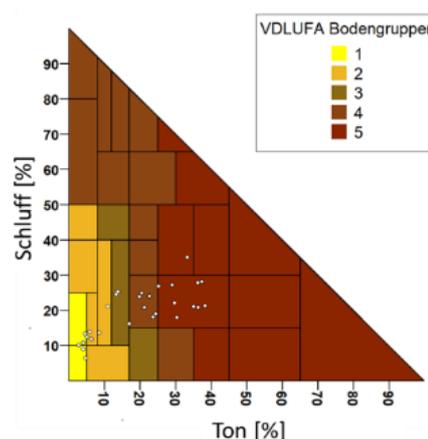


Abbildung 2: Im Labor auf Ton, Schluff und Sand untersuchte Bodenproben und Einordnung in Bodengruppen nach VDLUFA

Dazu werden ausgewählte Referenzpunkte festgelegt, an denen Bodenproben entnommen (vgl. Praxisblatt Nr. ...) und mittels Sieb- und Schlämmanalyse auf ihren Ton-, Schluff- und Sandgehalt untersucht werden. Über mathematische Modelle (z.B. Regressionsmodelle, Random Forest oder PLSR Modelle) werden die Sensordaten an den Referenzprobenpunkten mit den analysierten Texturwerten in Bezug gesetzt (Abb. 3, links).

Während die Anpassungsgüte eines Modells über das Bestimmtheitsmaß (R^2 , Maximum = 1) bewertet wird, wird die Abweichung der berechneten Ergebnisse mit den tatsächlich gemessenen Werten durch die mittleren Fehlerquadrate (RMSE) in der Maßeinheit der betrachteten Bodeneigenschaft (hier %) angegeben (Abb. 3, rechts).

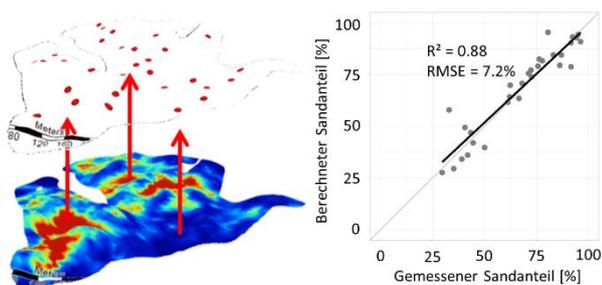


Abbildung 3: Kalibrierung der Sensordaten mit den an den Referenzpunkten entnommenen Bodenproben (links) und Einstufung der Qualität (Fehler und Streuung) der durch mathematische Modelle **berechneten** mit den **gemessenen** Bodenarten (hier am Beispiel der Sandfraktion) (rechts).

Ergebnisse

Nach Auswahl des besten mathematischen Modells wird dieses auf den kompletten Datensatz der zuvor interpolierten Sensordaten (vgl. Praxisblatt Nr. ...) angewendet. Nun wird lückenlos für alle Bereiche des Schlags, die Ton-, Schluff- und Sandgehalte berechnet (Abb. 4). Aufgrund der hohen Messdichte der Geophilus Sensorplattform können aktuell Karten mit einer Auflösung von 2 x 2 m erzeugt werden.

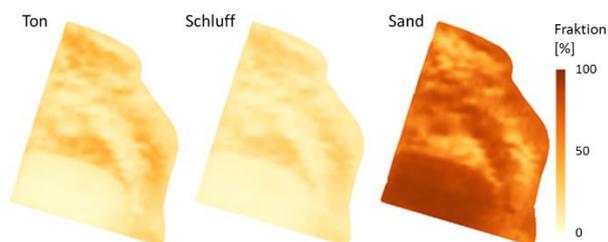


Abbildung 4: Berechnete Karten für die Bodenartenfraktionen Ton (links), Schluff (Mitte) und Sand (rechts) für einen Beispielschlag des Projektes.

Diese hochaufgelösten Karten haben einen entscheidenden Standortvorteil gegenüber z.B. nur grob eingeteilten Reichsbodenschätzkarten (Abb. 5, links). Um dennoch eine Vergleichbarkeit herzustellen, können auf Basis der flächenhaft ermittelten Korngrößenfraktionen wiederum Bodengruppen nach VDLUFA abgeleitet werden (Abb. 5, Mitte). Ergebnisse am Beispielschlag zeigen, dass bei der sensor- und laborgestützten Herangehensweise fünf Bodengruppen gegenüber drei abgeleiteten Bodengruppen aus der Reichsbodenschätzung gefunden wurden. Aber auch diese Re-klassifizierung stellt nur ein sehr grobes Maß zur Charakterisierung der Bodenart dar, weshalb es bei der Bemessung von Düngermengen unweigerlich zu entsprechenden Über- und Unterdüngungen von

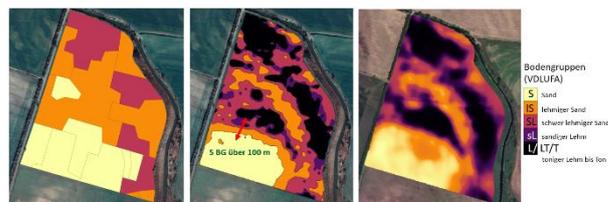


Abbildung 5: Einteilung in VDLUFA Bodengruppen auf Basis der Reichsbodenschätzung (links), mittels sensorgestützter Berechnungen der Ton-, Schluff- und Sandfraktionen (Mitte) und über den Mittleren Korngrößendurchmesser (MKD) (rechts).

landwirtschaftlich genutzten Flächen kommen kann (vgl. Praxisblatt Nr. ...).

Demgegenüber eignen sich also Korngrößenfraktionen besser für die bedarfsgerechte Berechnung von Düngermengen. Um das Nährstoffspeichervermögen aller Bodenfraktionen gleichermaßen für die Berechnung von Düngermengen zu berücksichtigen, kann aber auch der mittlere Korngrößendurchmesser (MKD) (Abb. 5, rechts) herangezogen werden. Auf ihn ist der Stufenlosalgorithmus für die Kalkdüngung abgestimmt (vgl. Praxisblatt Nr. ...).

Empfehlungen für die Praxis

Bodennahe Sensorkartierungen können mit im Labor analysierte Bodentexturen in hochaufgelöste Bodenkarten überführt werden. Diese sind im Vergleich zu Fingerprobenbasierten (oder Bodenschätz-) Karten präziser und räumlich höher aufgelöst. Kombiniert man diese Bodentexturkarten mit neuen, stufenlosen Düngungsalgorithmen, erhält man die bislang exakteste Form der Düngebedarfsermittlung für Grundnährstoffe. Dies wiederum trägt gleichermaßen zur Ertragssicherung, zur Erhöhung der Nährstoffausnutzung und zur Steigerung des Betriebsergebnisses bei.

Hauptverantwortlich

Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau (IGZ)
Dr. Jörg Rühlmann, Dipl. Geogr. Eric Bönecke & Dr. Swen Meyer
Theodor-Echtermeyer-Weg 1, 14979 Großbeeren
ruehlmann@igzev.de, boenecke@igzev.de, meyer@igzev.de

Mitglieder der Operationellen Gruppe

Gut Wilmersdorf GbR
Land- und Forstwirtschaft Komturei Lietzen GmbH & Co KG
Landwirtschaft Petra Philipp, Booßen
FGL Handelsgesellschaft mbH, Fürstenwalde
LAB Landwirtschaftliche Beratung der Agrarverbände Brandenburg GmbH, Müncheberg
iXmap Services GmbH & Co. KG, Regenstau
Leibniz-Institut für Agrartechnik und Bioökonomie Potsdam
Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau, Großbeeren
Hochschule für Nachhaltige Entwicklung Eberswalde

Weitere Informationen unter <http://ph-bb.com>