

Horst Domsch, Toni Kaiser und Katrin Witzke, Potsdam-Bornim, sowie Heinz Sachse, Lindau

# Elektrische Bodenleitfähigkeit und Nährstoffbeprobung

## Untersuchungen in einer Altmoränenlandschaft

*In Sachsen-Anhalt wurde auf einer Fläche von 500 ha der Zusammenhang zwischen der elektrischen Bodenleitfähigkeit (EC) und den Grundnährstoffgehalten untersucht. Signifikante Korrelationen existierten zwischen der EC und dem pH-Wert, dem K- und Mg-Gehalt. In einer Simulation wurden aus einer Probe je 4 ha ein schlag-einheitlicher Mittelwert für die Nährstoffgehalte gebildet und durch Berücksichtigung der Verteilung der EC die Nährstoffgehalte für ein Raster von 100 • 100 m geschätzt. Die Schätzung der Nährstoffgehalte war unter Berücksichtigung der EC im Mittel der Schläge nur geringfügig besser.*

Dr.-Ing. Horst Domsch, DIna Toni Kaiser und Dipl.-Ing (FH) Katrin Witzke sind Mitarbeiter in der Abteilung Technik im Pflanzenbau am Institut für Agrartechnik Bornim e.V., Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam (wiss. Direktor: Prof. Dr.-Ing. Jürgen Zasko); e-mail: hdomsch@atb-potsdam.de  
Dipl.-Landwirt Heinz Sachse ist Vorstandsvorsitzender der AgriCo Lindauer Naturprodukte AG, Deetzer Straße 57, 39264 Lindau.  
Die Untersuchungen werden vom BMVEL gefördert.

### Schlüsselwörter

El. Bodenleitfähigkeit, Grunddüngung, Bodenprobe

### Keywords

Soil electrical conductivity, base nutrient fertilisation, soil sampling strategy

### Literatur

Literaturhinweise sind unter LT 03320 über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/localliteratur.htm> abrufbar.

Die Gesellschaft erwartet von der Landwirtschaft eine exakte Düngung der Grundnährstoffe als Umweltbeitrag. Eine präzise Bemessung der Nährstoffe bedingt jedoch ein räumlich und zeitlich dichtes Beprobungsnetz, das die Beprobungs- und die Analysekosten erhöht. Die Kosteneinsparung durch eine reduzierte Nährstoffmenge oder die Gewinnsteigerung durch eine Ertragserhöhung sind begrenzt. Somit ist die Bereitschaft der Landwirte, die Beprobungsdichte freiwillig über die gesetzlichen Vorgaben hinaus zu erhöhen, eingeschränkt.

Um korrekte Aussagen über die Verteilung der Nährstoffe mit einer reduzierten Anzahl von Beprobungen zu erhalten, wird eine gezielte anstelle der üblichen Rasterbeprobung empfohlen. Für eine gezielte Beprobung werden Zusatzinformationen genutzt, die leichter erfasst werden können und von denen ein Zusammenhang zur Nährstoffverteilung erwartet wird. Als Zusatzinformationen sind diverse Merkmale (Luftbildmuster, organische Bodensubstanz, Bodenkarteneinheiten, Geländeattribute oder Ertragskarten) vorgeschlagen worden [1].

Als eine weitere Zusatzinformation wird die elektrische Bodenleitfähigkeit empfohlen, die mit vergleichsweise geringen Kosten in einem engen Raster (50 bis 100 Punkte / ha) ermittelt werden kann [2]. In einem landwirtschaftlichen Betrieb südlich des Fläming in Sachsen-Anhalt sollte überprüft werden, ob durch die Berücksichtigung der elektrischen Bodenleitfähigkeit eine präzisere Vorhersage der Nährstoffverteilung möglich ist.

### Material und Methoden

Die Flächen des ausgewählten Betriebes befinden sich größtenteils auf einer Grundmoräne aus Geschiebemergel und teilweise auf Sander. Als Untersuchungsfläche wurden 13 Schläge mit insgesamt 500 ha ausgewählt. Auf diesen Schlägen wurde die elektrische Bodenleitfähigkeit mit dem Gerät EM38 von Geonics [3] in 20 cm Höhe über der Bodenoberfläche im vertikalen Dipolmodus aufgenommen. Die Messungen fanden bei Feldkapazität im Frühjahr 2001 und

2002 statt und die Ergebnisse wurden auf eine Bodentemperatur von 25°C (EC25) korrigiert.

Die Beprobung der Schläge für eine Analyse der Grundnährstoffe erfolgte in einem 100 • 100 m Raster durch die Firma Agri Con GmbH im Frühjahr und Herbst 2001. Aus etwa zehn Einzelproben, die auf einer Kreislinie mit einem Durchmesser von etwa 20 m entnommen worden waren, wurde eine Mischprobe gebildet. Die Analyse der Proben erfolgte durch die LUFA Sachsen-Anhalt. Analysiert wurden der pH-Wert und der Magnesiumgehalt (beide CaCl<sub>2</sub>-Methode), der Phosphor- und Kaliumgehalt (beide DL-Methode) sowie der Feinanteil (Ton plus Feinschluff) und der Humusgehalt. Der Betrieb erhielt die LUFA-Daten von der Firma Agri Con GmbH als geocodierte Daten, also ergänzt durch die Positionen der Mittelpunkte der Beprobungskreise, geliefert.

Um die Nährstoffgehalte mit den EC25-Werten vergleichen zu können, mussten beide Merkmale auf bestimmte Teilflächen bezogen werden. Die Nährstoffgehalte konnten als exakt für einen Bereich unterstellt werden, der die Entnahmepunkte dicht umschließt. Bezogen wurden sie auf eine Kreisfläche mit einem Durchmesser von 25 m. Für diese Kreisfläche wurden gleichfalls die vorhandenen EC25-Werte gemittelt. Somit enthielten die zu analysierenden Datensätze die Position des Mittelpunktes dieser Kreisflächen, die Schlagbezeichnung, die Nährstoffgehalte, den Feinanteil, den Humusgehalt und die mittlere EC25.

Folgende Datenauswertung wurde vorgenommen:

- Beschreibende Statistik für die Gesamtfläche, die imaginäre Zusammenfassung der 13 Schläge
- Berechnung der Korrelation nach Spearman-Rho zwischen EC25 und den Nährstoffgehalten, dem Feinanteil und dem Humusgehalt für die Gesamtfläche
- Um den Effekt einer Berücksichtigung von Daten der elektrischen Bodenleitfähigkeit für eine korrekte Nährstoffbemessung bewerten zu können, wurde folgendes Beispiel simuliert. Aus dem 100 • 100 m Raster (1 ha-Raster), das für eine teilflächenspezifische

Bewirtschaftung üblich ist, wurde ein 200 • 200 m Raster (4 ha-Raster), das praxisüblich ist, generiert. Die Nährstoffgehalte des 4 ha-Rasters wurden genutzt, um die Nährstoffgehalte des 1 ha-Rasters zu schätzen. Dies erfolgte nach zwei Ansätzen:

- 1) Für jeden Schlag wurden die Mittelwerte der Nährstoffgehalte berechnet und an die Datensätze im 1 ha-Raster angehängen (schlageinheitliche Düngung).
- 2) Für jede EC25-Klasse innerhalb eines Schläges wurden die Mittelwerte der Nährstoffgehalte berechnet und an die Datensätze des 1 ha-Rasters des jeweiligen Schläges und EC25-Klasse angehängen (EC25-abhängige, teilflächenspezifische Düngung).

Trotz der rasterförmigen Beprobung auch im Ansatz 2, wurde diese als eine gezielte Beprobung betrachtet, da sie anschließend in Abhängigkeit der EC25-Klassen ausgewertet wurde. Die mittlere Differenz zwischen den geschätzten und den gemessenen Nährstoffgehalten pro Schlag ist ein Maß für den Schätzfehler. Der Vergleich der Schätzfehler der beiden Ansätze ist ein Maß für den Effekt, der bei Verwendung von EC25-Daten in der Art des Beispiels erreicht werden kann.

## Ergebnisse

### Die Daten

Der Variationskoeffizient von fünf der aufgelisteten Merkmale ist relativ einheitlich und variiert zwischen 22% und 30% (Tab. 1). Deutlich darunter liegt die Variation des pH-Wertes, da die Kalkversorgung der Böden insgesamt hoch ist. Die sehr hohe Variation des Phosphorgehaltes ist durch einige Ausreißer bedingt und somit nicht typisch.

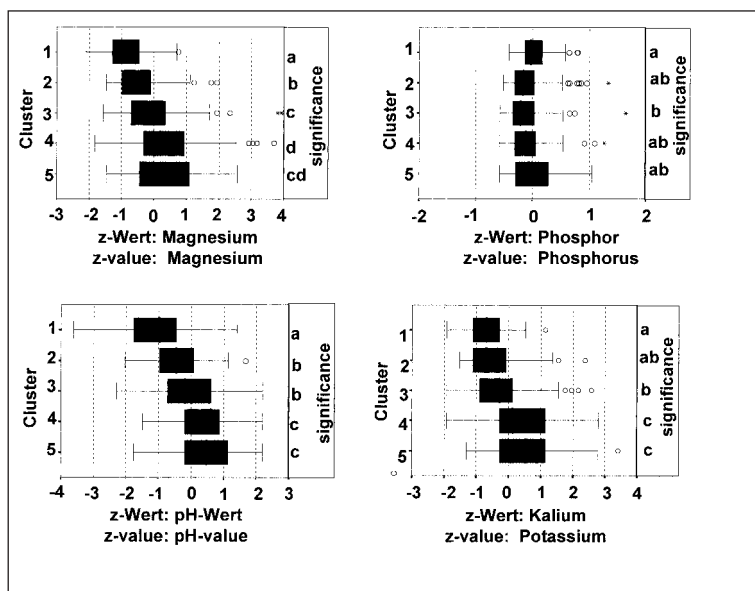
### Korrelation

Zwischen der elektrischen Bodenleitfähigkeit EC25 und dem pH-Wert sowie dem Kalium- und dem Magnesiumgehalt existiert bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 1% für die Gesamtfläche eine signifikante positive Korrelation, deren Wert über 0,4 liegt. Für den Phosphorgehalt existiert ein solcher Zusammenhang nicht.

Die Korrelation könnte zusammenhängen mit dem hohen Korrelationskoeffizienten zwischen der EC25 und dem Feinanteil so-

Bild 1: Boxplots der z-Werte der Nährstoffe für die EC25-Cluster der Gesamtfläche

Fig. 1: Box plots of the z-values of the nutrients for the EC25-cluster of the total area



wie dem Humusgehalt von über 0,6. Die elektrische Bodenleitfähigkeit jedoch nur als eine Ersatzgröße für diese beiden Bodenmerkmale zu betrachten, ist nicht hinreichend, denn die Korrelation zwischen diesen Merkmalen und den Nährstoffen ist, wenn auch gleichfalls signifikant, so doch geringer (kleiner 0,4). Allerdings ist der Zusammenhang zwischen Kalium und Humus hoch (>0,5). Phosphor weist auch zum Feinanteil keine Korrelation auf, jedoch eine schwache zum Humusgehalt.

Diese Korrelation, die für die Gesamtfläche gilt, lässt sich jedoch für die Einzelschläge nicht generell nachweisen. Neben positiven Korrelationen auch über 0,6, etwa für den pH-Wert und den Magnesiumgehalt, treten selbst negative Korrelationen für den Kalium- und Magnesiumgehalt auf.

### Abschätzung des Effektes

Die beispielhafte Nutzung der elektrischen Bodenleitfähigkeit zur Schätzung der Nährstoffgehalte in einem dichteren Raster bestätigt im Wesentlichen die vorangegangenen Ergebnisse. Wird der Schätzfehler ohne Berücksichtigung der EC25-Klasse gleich 100% gesetzt, beträgt der Schätzfehler bei Berücksichtigung der EC25-Klasse bezogen auf die Gesamtfläche für den Magnesiumgehalt 89%, den pH-Wert 88% und für den Kaliumgehalt 86%. Der Schätzfehler sinkt also

um mehr als 10%. Die Schätzung des Phosphorgehaltes kann in Übereinstimmung mit den vorangegangenen Ergebnissen durch Berücksichtigung der EC25-Klassen nicht verbessert werden.

Die Schätzfehler variieren aber beträchtlich, wenn einzelne Schläge betrachtet werden. Verringerten Schätzfehlern für einzelne Nährstoffe auf einzelnen Schlägen stehen gleiche oder sogar erhöhte Schätzfehler auf anderen Schlägen gegenüber. Damit ist keine eindeutige Tendenz mehr erkennbar.

## Diskussion und Schlussfolgerung

Die signifikante Korrelation zwischen der elektrischen Bodenleitfähigkeit einerseits und dem pH-Wert, dem Kalium- und dem Magnesiumgehalt andererseits für eine größere Fläche, in diesem Fall die betrachtete gesamte Untersuchungsfläche, zeigt, dass ein solcher Zusammenhang in dem untersuchten Grundmoränen- und Sandergebiete objektiv besteht. Auf einzelnen Schlägen wird dieser Zusammenhang jedoch durch unterschiedliche Störgrößen (lokal variierender Nährstoffaustrag durch das Erntegut sowie vertikalen oder lateralen Stofftransport, lokal variierender Nährstoffeintrag durch variierende Nährstoffgehalte in den Düngern und durch Mängel bei der Düngerausbringung) überlagert und somit verdeckt. Damit ist der Effekt einer praktischen Nutzung dieses Zusammenhanges für Einzelschläge, denn nur diese ist für einen landwirtschaftlichen Betrieb interessant, im Voraus nicht abschätzbar. Das bedeutet aber, dass bisher die Kartierung der elektrischen Bodenleitfähigkeit noch nicht zur Kostenreduzierung bei der Grunddüngung beitragen kann. Untersuchungen in weiteren Bodenschichten oder mit veränderten Lösungsansätzen können zu einem anderen Ergebnis führen.

Merkmal	Mittelwert	Standardabweichung	Variationskoeffizient %
Phosphorgehalt, mg/100 g Boden	7,7	7,0	91,0
pH-Wert	6,1	0,4	6,6
Kaliumgehalt, mg/100 g Boden	16,4	4,9	29,9
Magnesiumgehalt, mg/100 g Boden	5,9	1,7	28,8
Feinanteil, %	11,0	2,7	24,5
Humus, %	1,8	0,4	22,2
EC25, mS/m	26,8	7,9	29,5

Tab. 1: Beschreibende Statistik der Merkmale

Table 1: Descriptive statistic of the features