

# Ökonomisches Potential einer kleinräumigen Erfassung des pH-Wertes auf Basis einer On-The-Go-Entnahmeplattform

Tobias Leithold<sup>1</sup>, Martin Schneider<sup>2</sup>, Peter Wagner<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Landwirtschaftliche Betriebslehre  
Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften  
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg  
06099 Halle/Saale  
tobiasleithold@gmx.de  
peter.wagner@landw.uni-halle.de

<sup>2</sup>Agri Con GmbH  
Im Wiesengrund 4  
04749 Jahna  
www.agricon.de  
martin.schneider@agricon.de

**Abstract:** Im Rahmen eines kürzlich begonnenen Projektes werden Methoden und erste Ergebnisse der Erfassung des pH-Wertes auf Basis einer On-The-Go-Entnahmeplattform und einer anschließenden Onlinemessung dargestellt. Auf einem relativ homogenen Versuchsschlag mit einer Größe von 38 ha wurden verschieden hoch aufgelöste Bodenbeprobungsstrategien simuliert. Der Vergleich des Informationsgehaltes zwischen den betriebsüblichen Bodenbeprobungsverfahren mit der hochaufgelösten Beprobung des Sensors führt nur zu befriedigenden Ergebnissen. Auf einem 38 ha Schlag konnte festgestellt werden, dass auf 30 % der Fläche nach einer praxisüblichen Beprobung eine zu geringe Kalkung erfolgt wäre.

## 1 Einleitung

Die Auswirkungen eines suboptimal eingestellten Boden-pH-Wertes haben in der Pflanzenproduktion weitreichende Folgen. Sie reichen von einer verminderten biologischen Aktivität der Mikroben, der Festlegung von Makro- und Mikronährstoffen bis hin zu einer erhöhten Verdichtungs- und Verschlammungsneigung des Bodens. Unter den hierigen Standortbedingungen findet vor allem durch den Säureeintrag aus der Vegetation und der mikrobiellen Biomasse, sowie der Niederschlagsmenge und den acker- und pflanzenbaulichen Maßnahmen eine Versauerung in unterschiedlichem Ausmaß statt. Dieser Prozess kann, je nach Art der vorliegenden primären Gesteinsminerale, in unterschiedlichem Maße verlangsamt werden [Ro97], [Wu07]. Für den Landwirt besteht die Möglichkeit durch die agrotechnische Maßnahme der Kalkdüngung der Versauerung entgegen zu wirken. Die Bestimmung des Kalkbedarfes für die Einstellung eines optimalen pH-Wertes ist in dem Standpunkt der VDLUFA (2000) beschrieben und bildet sogleich die Grundlage der Entscheidungsregeln [Ke00].

Wesentlich beeinflussend wirkt der pH-Wert auf die Phosphorverfügbarkeit. Ausgehend von einem suboptimalen pH-Wert führt eine Erhöhung des pH-Wertes um eine Einheit zu einer Erhöhung der pflanzenverfügbaren Phosphormenge von 1 mg-P 100 g<sup>-1</sup> Boden. Um den gleichen Effekt ohne Kalkung zu erzielen, müsste eine Phosphordüngung von 100 kg-P ha<sup>-1</sup> erfolgen [Ke87].

In der Praxis wird der pH-Wert im 3 bis 10 ha-Raster ermittelt, beziehungsweise seltener, aber genauer, im 1 ha-Raster erhoben. Für eine noch detailliertere Beprobung stehen bisher keine Verfahren zur Verfügung, die eine Reduzierung des Zeitaufwandes und der kostenintensiven Analytik im Labor ermöglichen würden. Trotzdem wurde auf einem Versuchsschlag mit 65 ha der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg im Jahr 2007 eine kleinräumige Bodenbeprobung im 25 m\*25 m-Raster vorgenommen. In der Tabelle 1 ist die Verteilung des gemessenen pH-Wertes anhand der VDLUFA-Klassifizierung dargestellt. Die pH-Werte lagen im Bereich von 4,5 bis 8,9 und dabei zeigte sich, dass gut und schlecht versorgte Bereiche räumlich unmittelbar nebeneinander liegen können.

Tabelle 1: Flächenanteile der Gehaltsklassen

Gehaltsklasse (pH – Bereich)	Fläche in ha	Anteil in %
A (0 – 5,2)	5,31	8,5
B (5,3 – 6,2)	43,09	68,6
C (6,3 – 7,0)	11,68	18,6
D (7,1 – 7,4)	2,47	3,9
E (7,5 – 14)	0,23	0,4

Aus dem Wissen um die vielfältigen Auswirkungen und der hohen Heterogenität des Boden-pH-Wertes entstand in Zusammenarbeit mit der Firma Agri Con GmbH, Jahna das im Folgenden vorgestellte Projekt. Die Zielsetzung besteht darin, die möglichen ökonomischen Effekte einer hochaufgelösten Beprobungsdichte mittels eines pH-sensitiven Messsystems auf Basis einer On-The-Go-Entnahmeplattform gegenüber der betriebsüblichen Beprobung darzustellen. Unter der Bezugnahme weiterer Heterogenitätsindikatoren (elektrische Bodenleitfähigkeit, Ertragspotentialkarten von historischen Ertragskarten, Vegetationsindices) sollen in einem weiteren Schritt intelligentere Bodenbeprobungsstrategien entwickelt werden.

In dem vorliegenden Beitrag werden methodische Vorgehensweisen und erste Ergebnisse des Projekts am Beispiel des Versuchsschlages „Winter“ vorgestellt.

## **2 Methodik**

### **2.1 Technik**

Ein mobiler Sensor der Firma Veris Technologies (USA) erfasst während der Überfahrt die elektrische Bodenleitfähigkeit über ein gleichstromgeoelektrisches Messverfahren. Dafür sind sechs Scheibenseche parallel angeordnet, wobei an einem Paar Gleichstrom anliegt, während die beiden anderen Paare zur Messung des vom ersten Paar eintreffenden Stromes für die Tiefen 0 bis 45 cm sowie 0 bis 90 cm eingesetzt werden. Die Aufnahme der Bodenprobe erfolgt während der Überfahrt mit einer On-The-Go-Plattform und wird anschließend der pH-sensitiven Sensorik zugeführt. Diese misst mit zwei Antimonelektroden den pH-Wert, der nach einer vom Benutzer vordefinierten maximalen Messdauer georeferenziert per DGPS geloggt wird. Per Software werden weiterhin Bedingungen definiert, beispielsweise die Einhaltung einer Mindestgeschwindigkeit und eine maximale Messwertdifferenz von 0,75 zwischen beiden pH-Elektroden. Für die Evaluierung der Sensorik wird unmittelbar im Anschluss der Sensormessungen an identischen Beprobungsstellen Bodenmaterial entnommen und nach der gültigen vorgeschriebenen VDLUFA-Methode ( $\text{CaCl}_2$ ) im Labor analysiert.

### **2.2 Simulation der Beprobungsverfahren**

Aufgrund der hohen Ungenauigkeit des Messsystems konnten die Veris-Sensordaten für diesen Schlag nicht verwendet werden. Für die Simulationen der unterschiedlichen Beganngmuster dienen als Grundlage die Laborergebnisse (ca. 8 Proben  $\text{ha}^{-1}$ ), mit der Annahme, dass diese dem „wahren“ Informationsgehalt am nächsten kommen. Im ersten Schritt werden diese Daten mittels der Inverse-Distanz-Methode interpoliert und in ein Raster von  $5 \times 5$  m geschrieben. Anschließend werden darauf die Begannglinien der verschiedenen Beprobungsraster (10 ha-, 5 ha-, 3 ha- und 1 ha-Raster) gelegt, an zufälligen Punkten miteinander verknüpft und letztlich eine Mischprobe simuliert.

## **3 Ergebnisse**

Erwartungsgemäß wird mit einer höheren Beprobungsdichte die differenzierte pH-Verteilung auf dem Versuchsschlag zunehmend sichtbar. Die Ergebnisse der Beprobungsverfahren im 10 ha-, 1 ha- und des On-The-Go-Rasters sind in der Tabelle 2 dargestellt. Trotz Vorliegens einer hohen Homogenität ( $\approx 90$  % der Fläche liegen in der Gehaltsklasse C) würden bei Anwendung der üblichen Bodenbeprobungsverfahren und anschließender Kalkung etwa 30 % der Flächen mit Kalk unterversorgt. Deren Potenzial zu erschließen, gelingt mit einer höheren Beprobungsdichte nur unzureichend, erst durch den Einsatz des On-The-Go-Verfahrens können diese kostengünstig ermittelt werden.

Tabelle 2: Ergebnisse der pH-Verteilung

Größe des Beprobungsraster	10 ha	1 ha	On-The-Go
Anzahl der Proben	4	39	292
maximaler pH-Wert	6,6	6,8	7,5
minimaler pH-Wert	6,3	6,1	5,6
Anteil der pH-Klassen (in %)			
B (5,3...6,2)	0	8	10
C (6,3...7,0)	100	92	90
D (7,1...7,4)	0	0	<0,1
überdüngte Fläche (in %)	40	33	0
unterdüngte Fläche (in %)	31	28	0
Kosten für die Beprobung (in €/ha)	2	8	12 – 15
Kosten für die Analytik (in €/ha)	1	7	
Gesamt (in €/ha)	<b>3</b>	<b>15</b>	<b>12 – 15</b>

#### 4 Fazit

Am Beispiel des Versuchschlages konnte der Vorteil einer On-The-Go-Bodenbeprobung trotz relativ homogener Bedingungen dargestellt werden. Erlaubt die Messmethodik genaue, sichere und reproduzierbare Ergebnisse, dann steht der Praxis in Zukunft ein Instrument zur Verfügung, welches kostengünstig Informationen in einer vielfach höheren Auflösung als bisher hervorbringt. Weitere Untersuchungen werden auf einem Kalksteigerungsversuch in Halle sowie auf Praxis schlägen unterschiedlicher Bodenarten stattfinden. Beachtung bei der ökonomischen Bewertung sollen dabei Nebeneffekte finden, wie z.B. die Wirkungen eines suboptimalen pH-Wertes auf die Qualitätseigenschaften des Ernteprodukts und der Phosphorverfügbarkeit.

Dieses Projekt wird gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie.

#### Literaturverzeichnis

- [Ke87] Kerschberger, M.: Einfluß des pH-Wertes auf den doppelaktatlöslichen P-Gehalt im Boden (DL-Methode). In: Arch. f. Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde 31, 1987; S. 313-319.
- [Ke00] Kerschberger, M. et. al.: Standpunkt des VDLUFA: Bestimmung des Kalkbedarfs von Acker- und Grünlandböden. Hrsg.: Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten. Eigenverlag, Darmstadt, 2000.
- [Wu07] von Wulffen, U. et.al.: DLG-Merkblatt 353: Hinweise zur Kalkdüngung. Hrsg.: DLG e.V.; Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Sachsen-Anhalt. Frankfurt am Main; Bernburg, Eigenverlag, 2007.
- [Ro97] Rowell, D.L.: Bodenkunde – Untersuchungsmethoden und ihre Anwendungen. Springer-Verlag, Heidelberg, 1997; S. 263-284.