

# Schätzung der räumlichen Variation des Ton- und Wassergehaltes mit elektromagnetischer Induktion

Schmidhalter, U.<sup>1</sup>; Zintel, A.<sup>1</sup>

## **Einleitung und Fragestellung**

Textur und Wasserstatus des Bodens bilden wichtige Kenngrößen des Standortpotentials. Das Standortpotential und die Interaktion mit der jahresspezifischen Witterung bestimmen wesentlich die Ertragsleistung. Die Verfügbarkeit des Wasser und die Stickstoff-Düngung bestimmen neben abiotischen und biotischen Stressfaktoren (Bodenverdichtung, Pathogene, Verunkrautung) sehr stark die Ertragsleistung. Eine einfache berührungsfreie Bestimmung der Variation der Bodentextur und des Bodenwassergehaltes könnte wichtige Anhaltspunkte nicht nur für ein besseres kausales Verständnis der Ertragsbildung sondern auch für die Optimierung der Bewirtschaftung geben. Damit sind wichtige Voraussetzungen für eine teilflächenspezifische Bewirtschaftung erfüllt.

Die räumliche Verteilung der elektrischen Leitfähigkeit eines Bodens kann rasch und genau mit elektromagnetischer Induktion gemessen werden (de Jong et al. 1989). 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 (McNeill, 1980) sowie der Bodendichte. Bisherige Arbeiten haben sich wesentlich auf geophysikalische Untersuchungen sowie die Kartierung der Salinität im Boden konzentriert. Einige wenige andere Arbeiten zeigen ein interessantes Potential zur Bestimmung des Bodenwassergehaltes oder des Tongehaltes im Boden auf (Kachanoski et al., 1988; Durlleser, 1999).

## **Material und Methoden**

Dieses Potential wurde in einer Untersuchung auf einem 2 ha großen Schlag überprüft. Die elektrische Leitfähigkeit des Bodens wurde mit einer EM38 Sonde (Geonics Limited, Ontario) im horizontalen ( $EM_h$ ) und vertikalen ( $EM_v$ ) Modus gemessen. An 90 Standorten innerhalb des Schlages wurde im August 1998 die Textur des Bodens, die elektrische Leitfähigkeit der Bodenlösung und ihre Zusammensetzung sowie der gravimetrische Wassergehalt in den drei Tiefen 0-30 cm, 30-60 cm und 60-90 cm gemessen.

Die Beziehung zwischen der elektrischen Leitfähigkeit des Bodens und dem Tongehalt, dem Wassergehalt, der elektrischen Leitfähigkeit der Bodenlösung sowie der nFK in den Bodentiefen 0-30, 30-60, 60-90 und 0-90 cm und dem Ertrag wurde bestimmt.

## **Ergebnisse**

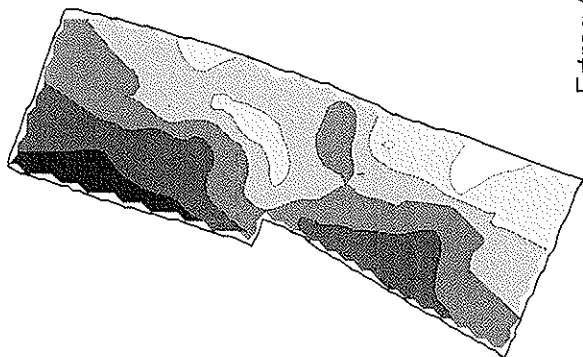
Die räumliche Verteilung der elektrischen Leitfähigkeit ermittelt im horizontalen Modus ( $EM_h$ ) ist in Abbildung 1 dargestellt. In der gleichen Abbildung finden sich für die Bodentiefe 0-30 cm die räumlichen Verteilungen des Tongehaltes, des Wassergehaltes, der nFK, und zusätzlich ist das Muster der Ertragsverteilung angegeben. Die Bestimmtheitsmasse einfacher Regressionen ergaben signifikante Beziehungen zwischen den  $EM_h$ -Werten sowie dem Tongehalt, dem Wassergehalt und

---

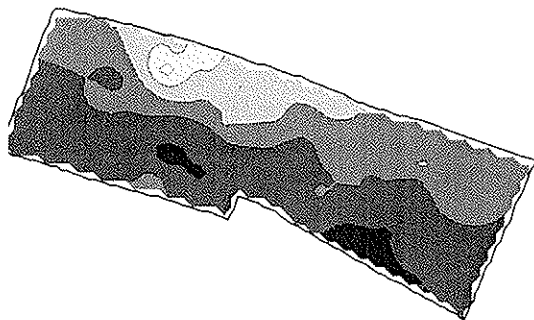
<sup>1</sup> Lehrstuhl für Pflanzenernährung, Technische Universität München, D-85350 Freising-Weihenstephan, e-mail: <schmidhalter@weihenstephan.de>

**Abb. 1:** Räumliche Verteilungen der elektrischen Leitfähigkeit des Bodens, gemessen mit elektromagnetischer Induktion mit EM38 im horizontalen Modus ( $EM_h$ ), sowie des Tongehaltes, des Wassergehaltes, der nFK in 0-30 cm Bodentiefe, und des Ertrages.

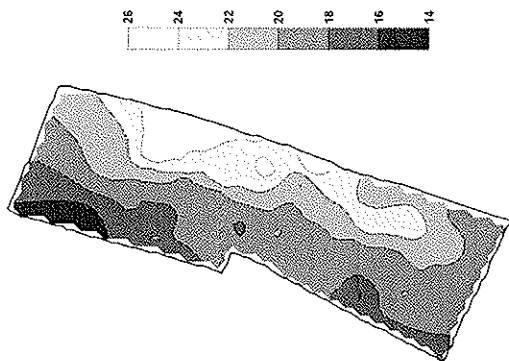
$EM_h$  (mS/m)



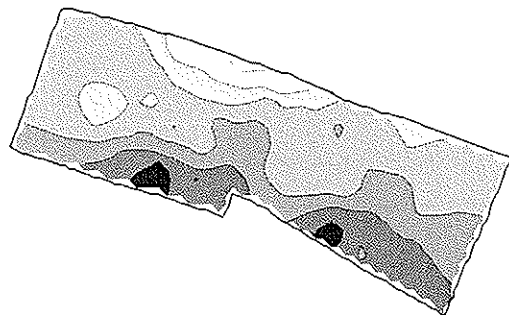
Tongehalt (%) in 0-30 cm Tiefe



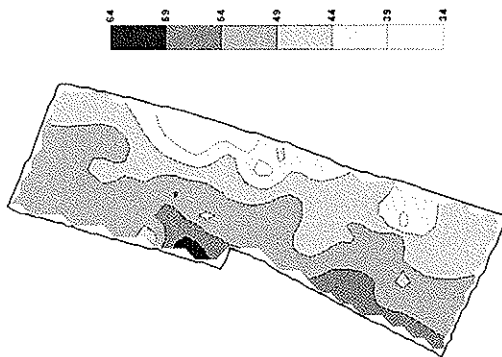
Wassergehalt (%) in 0-30 cm Tiefe



Ertrag (dt/ha)



nFK (mm/30cm) in 0-30 cm Tiefe



der nFK in 0-30 cm Tiefe ( $R^2=0.38$ ; 0.39; 0.32) (Tabelle 1). Ton- und Wassergehalt in dieser Tiefe waren eng korreliert ( $r=0.82$ ). Durch eine quadratische Beziehung konnte die Beziehung zwischen der elektrischen Leitfähigkeit ( $EM_h$ ) und dem Wassergehalt in 0-30 cm Bodentiefe beispielsweise weiter verbessert werden ( $R^2=0.50$ ). Der Ertrag dieses Standortes zeigte eine signifikante Beziehung zum Wassergehalt in 0-30 cm Bodentiefe ( $R^2=0.38$ ).

Vergleichbar gute Beziehungen wurden zwischen diesen Parametern in der Bodentiefe 0-90 cm gefunden (Tabelle 1).

Der vertikale Modus ( $EM_v$ ) zeigte die beste Beziehung zum Tongehalt in 0-90 cm Bodentiefe auf ( $R^2=0.33$ ) (Tabelle 1). Die elektrische Leitfähigkeit der Bodenlösung zeigte wenig Beziehung zur elektrischen Leitfähigkeit des Bodens.

**Tab. 1:** Beziehung zwischen der elektrischen Leitfähigkeit des Bodens ( $EM_h$  und  $EM_v$ ) und den Parametern Tongehalt, Wassergehalt, nFK, und Ertrag. Die elektrische Leitfähigkeit wurde mit elektromagnetischer Induktion in horizontaler und vertikaler Ausrichtung des Messgerätes bestimmt. Ton- und Wassergehalt wurden getrennt für die 3 Bodentiefen 0-30, 30-60 und 60-90 cm bestimmt. Die nFK wurde aus Texturgrößen abgeleitet.

R <sup>2</sup>	Tongehalt			
	0-30cm	30-60cm	60-90cm	0-90cm
$EM_h$	0.38	0.12	0.08	0.38
$EM_v$	0.13	0.17	0.22	0.33

R <sup>2</sup>	Gravimetrischer Wassergehalt			
	0-30cm	30-60cm	60-90cm	0-90 cm
$EM_h$	0.39	0.14	0.07	0.39
$EM_v$	0.22	0.16	0.18	0.26

R <sup>2</sup>	nFK			
	0-30cm	30-60cm	60-90cm	0-90cm
$EM_h$	0.32	0.11	0.12	0.31
$EM_v$	0.19	0.10	0.14	0.29

R <sup>2</sup>	Ertrag
$EM_h$	0.24
$EM_v$	0.09

R <sup>2</sup>	$EC_{\text{Bodenlösung}}$			
	0-30cm	30-60cm	60-90cm	0-90cm
$EM_h$	0.14	0.01	0.00	0.07
$EM_v$	0.13	0.00	0.06	0.11

## Schlußfolgerungen und Ausblick

Die elektrische Leitfähigkeit ( $EM_h$ ) wies eine signifikante Beziehung zum gravimetrischen Bodenwassergehalt, dem Tongehalt und der nFK in 0-30 und in 0-90 cm Bodentiefe auf. Es fand sich keine Beziehung zur elektrischen Leitfähigkeit der Bodenlösung.

Die Schätzung der räumlichen Variation des Ton- und Wassergehaltes mit elektromagnetischer Induktion erwies sich als eine sehr interessante Technik, die zum Zweck der Verallgemeinerung auf weiteren Standorten überprüft wird

## Literatur

- de Jong, E., A.K. Ballantyne, D.R. Cameron, and D.W.L. Read, 1979. Measurement of apparent electrical conductivity of soils by an electromagnetic induction probe to aid salinity surveys. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 43, 810-812.
- Durlessen, H. 1999. Bestimmung der Variation bodenphysikalischer Parameter in Raum und Zeit mit elektromagnetischem Induktionsverfahren. München, Techn. Univ., Diss.
- Kachanoski, R.G., Gregorich, E.G., and I.J. Van Wesenbeeck, 1988. Estimating spatial variations of soil water content using noncontacting electromagnetic inductive methods. *Can. J. Soil Sci.* 68, 715-722.
- McNeill, J.D., 1980. Electromagnetic terrain conductivity measurement at low induction numbers. Tech. Note TN-6. Geonics Limited, Mississauga, Ont.