

Horst Domsch und Antje Giebel, Potsdam-Bornim

# Aufnahme der elektrischen Bodenleitfähigkeit

## Schätzung maximal zulässiger Messpunktabstände

*Das Muster der elektrischen Bodenleitfähigkeit innerhalb eines Schläges oder Landschaftsausschnittes hat sich als wertvolle Bodeninformation für diverse teilflächenspezifische Entscheidungen erwiesen. Die Kosten pro Flächeneinheit für die Erfassung, Aufbereitung und Darstellung der Daten sind im Vergleich zu nicht kontinuierlich erfassbaren Größen relativ gering. Es wurden maximal zulässige Messpunktabstände bei der Aufnahme der elektrischen Bodenleitfähigkeit geschätzt. Die räumliche Variabilität wird hinreichend berücksichtigt, wenn die Regelspuren als Messtrassen genutzt werden.*

Dr.-Ing. Horst Domsch und Dipl.-Ing. Agraring. (FH) Antje Giebel sind Mitarbeiter in der Abteilung Technik im Pflanzenbau am Institut für Agrartechnik Bornim e.V., Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam (wissenschaftlicher Direktor: Prof.Dr.-Ing. J. Zaské); e-mail: [hdomsch@atb-potsdam.de](mailto:hdomsch@atb-potsdam.de) und [agiebel@atb-potsdam.de](mailto:agiebel@atb-potsdam.de)  
Die Untersuchungen erfolgten im Rahmen eines vom BMVEL geförderten Projektes.

### Schlüsselwörter

Teilflächenspezifische Bewirtschaftung, elektrische Bodenleitfähigkeit, Messpunktabstand, EM38

### Keywords

Site specific farming, soil electric conductivity, measuring point spacing, EM38

### Literatur

Literaturhinweise sind unter LT 02409 über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/localliteratur.htm> abrufbar.

Die elektrische Bodenleitfähigkeit (EC) wird im Wesentlichen durch den mittleren Bodenwassergehalt, die mittlere Kationenaustauschkapazität (die überwiegend durch den Tongehalt bestimmt wird) sowie den Ionengehalt der Bodenlösung beeinflusst. Eine weitere Einflussgröße, die Bodentemperatur, lässt sich rechnerisch kompensieren. Da Profile mit höherem Tongehalt zugleich auch mehr Wasser aufnehmen, reflektiert eine Karte der elektrischen Bodenleitfähigkeit vorwiegend Textureigenschaften des Bodens. Diese sind zeitlich relativ stabil, so dass eine einmalige Aufnahme jahrzehntelang verwendet werden kann. Das bedeutet im Umkehrschluss, dass eine erneute Aufnahme zu einem späteren Zeitpunkt nur erforderlich würde, wenn bestimmte Messbedingungen bei der Erstaufnahme, etwa der Abstand zwischen den Messtrassen, einer künftigen Interpretation der Messwerte nicht mehr genügen würde. Dies ist zu vermeiden.

### Interpretation der elektrischen Bodenleitfähigkeit

Das Verteilungsmuster der elektrischen Bodenleitfähigkeit dient im Rahmen der teilflächenspezifischen Bewirtschaftung vorrangig zur Abschätzung des Ertragspotenzials des Standortes sowie zur Ausgrenzung von Managementzonen. Getestet wird, ob EC-Daten auch zur Abschätzung des Bodenwassergehaltes genutzt werden können.

Bei der Schätzung des Ertragspotenzials aus EC-Daten werden grundsätzlich drei

Methoden unterschieden (Tab. 1). Bei der direkten, aber nur quantitativen Schätzung übernimmt der Landwirt die Grenzen von EC-Klassenflächen, korrigiert sie bei Bedarf durch Änderung der Klassierungsvorschrift und ordnet den Klassenflächen relative Ertragsklassen zu. Der Auswerteaufwand ist gering.

Das Verschneiden der EC-Daten mit Daten des Geländeprofiles oder des Pflanzenbestandes bei der direkten, aber quantitativen Schätzung bedingt einen steigenden Aufwand bei der Informationsbeschaffung und -verarbeitung, erhöht jedoch die Sicherheit bei der Ausgrenzung von Zonen sich unterscheidenden Ertragspotenzials. Ohne Prüfung durch den Landwirt können jedoch auch diese Ergebnisse nicht übernommen werden.

In der dritten Variante, der indirekten Schätzung, werden die EC-Daten genutzt, um die Erstellung großmaßstäbiger Bodenkarten zu unterstützen. Auf diesem Weg wird die Unbestimmtheit von EC-Daten, die darin besteht, dass der gleiche Wert durch unterschiedlich geschichtete Böden mit einem unterschiedlichen Ertragspotenzial hervorgerufen werden kann, aufgehoben. Die Kenntnis des Bodenaufbaus in der Wurzelzone ist die relativ sicherste Variante, um Ertragspotenzialzonen zu bestimmen. Die Präzision der Bewertung kann durch die Einbeziehung der kleinräumigen Niederschlags- und Temperaturverteilung noch erhöht werden.

Tab. 1: Nutzung von EC-Daten zur Schätzung des Ertragspotenzials

Table 1: Using EC data to estimate yield potential

Schätzung des Ertragspotenzials aus EC-Werten		
Qualitativ	Direkt Quantitativ	Indirekt Quantitativ
Das EC-Muster wird anhand der Erfahrungen des Landwirts in Zonen unterschiedlichen Ertragspotenzials konvertiert.	Die EC-Daten werden mit weiteren Daten (DGM, Bestandesreflektion, Ertrag) verschnitten, ehe Zonen unterschiedlichen Ertragspotenzials gebildet werden	Aus den EC-Daten werden unter Nutzung weiterer Daten Pedotoppgrenzen abgeleitet. Die Pedotope werden mittels verfügbarer Daten oder durch eine Bodenaufnahme charakterisiert. Aus ihnen kann das Ertragspotenzial relativ sicher abgeschätzt werden.

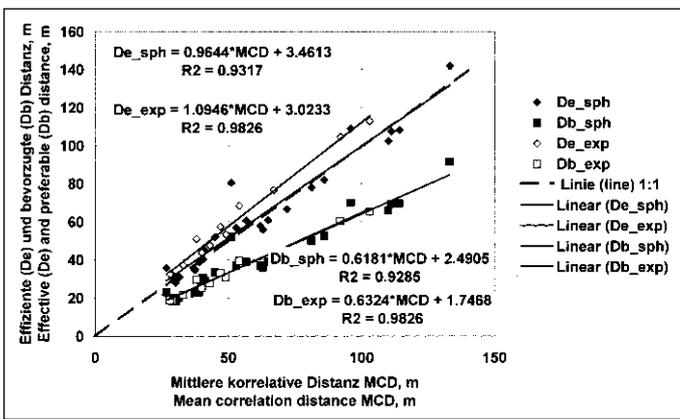


Bild 1: Effiziente und bevorzugte Distanz in Abhängigkeit der mittleren korrelativen Distanz

Fig. 1: Effective and preferable distance depending on the mean correlation distance

### Methoden zur Schätzung des maximal zulässigen Messtrassenabstandes und Versuchsdurchführung

Je genauer das Ertragspotenzial innerhalb einer Zone geschätzt werden soll, desto höher sind die Anforderungen an die Menge und die Verteilung der EC-Daten. Die Einzelwerte können durch Messung ermittelt oder durch Interpolation berechnet werden. Messwerte werden unabhängig von ihrem Messfehler als wahr unterstellt. Die interpolierten Werte weisen einen Fehler auf, der mit der Entfernung zu den Messwerten zunimmt und sich aus den Kenngrößen des zugehörigen Semivariogrammodells schätzen lässt (Kriging). Zur Berechnung des zulässigen maximalen Messpunktabstandes und damit des Trassenabstandes sind verschiedene Berechnungsverfahren vorgeschlagen worden.

1. Es wird eine obere Grenze für einen Schätzfehler der interpolierten Werte vorgegeben. Als Schätzfehler dient etwa die Wurzel aus dem mittleren quadratischen Fehler der interpolierten Werte [1] oder der Korrelationskoeffizient zwischen gemessenen und interpolierten Werten [2].
2. Es wird festgelegt, dass ein bestimmter Anteil der räumlichen Variabilität bei der Messwertaufnahme erfasst werden soll. Herbst et al. definieren die effiziente Distanz  $De$  und die bevorzugte Distanz  $Db$  bei der Entfernung, bei der 1/2 oder 2/3 der geostrukturellen Semivarianz erfasst werden [3]. Die Distanz ist somit eine Größe, zu deren Berechnung bestimmte Punkte der Kurve des Variogrammodells herangezogen werden.
3. Es wird die mittlere korrelative Distanz (mean correlation distance = MCD) geschätzt, die gleichfalls als zulässiger Trassenabstand definiert werden könnte [4]. Bei dieser Form der Distanzberechnung wird der gesamte Kurvenverlauf des Variogrammodells, wenn auch in indirekter Form, berücksichtigt.

Im Rahmen dieses Beitrages sind nur die Berechnungsverfahren 2 und 3 verglichen wor-

den, wobei die MCD als Bezugsgröße gewählt wurde. Dazu wurden von 36 Flächen in zehn Betrieben in vier Bundesländern Semivariogrammodelle für die EC-Werte berechnet.

### Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Die MCD und die  $De$  stimmen bei dem sphärischen Semivariogrammodell im Wesentlichen überein (Bild 1). Wurde die Datenmenge durch ein exponentielles Modell besser abgebildet, ist die  $De$  etwas größer als die MCD. Bei dem Vergleich der MCD mit der  $Db$  ist ein Modelleinfluss nicht mehr erkennbar. Die  $Db$  ist im Mittel um ein Drittel kleiner als die MCD. Damit ist die MCD gleich oder kleiner als die  $De$ , aber größer als die  $Db$ . Die MCD oder die  $De$  sind Richtgrößen für den Trassenabstand, wenn Genauigkeit und Aufwand optimiert werden. Wird die  $Db$  nicht überschritten, ist eine noch höhere Genauigkeit bei der Interpolation erreichbar.

Die MCD variiert zwischen 27 und 133 m. Eine MCD zwischen 27 und 35 m wurde bereits auf jedem fünften Schlag ermittelt (Bild 2). Mit 25% am stärksten besetzt ist die Klasse mit einer MCD zwischen 36 und 44-45 m. Mit steigender MCD nimmt die relative Häufigkeit der Werte in den weiteren Klassen kontinuierlich ab. Somit liegt eine rechtsschiefe Verteilung vor.

Die größte relative Häufigkeit der  $Db$  mit reichlich 30% ist bereits in der Gruppe zwischen 18 und 27 m zu verzeichnen. Sie nimmt in den weiteren Klassen im wesentli-

chen kontinuierlich ab. Die rechtsschiefe Verteilung ist somit noch stärker als bei der MCD ausgeprägt.

Eine Eingrenzung der MCD für bestimmte Standortbedingungen ist nur begrenzt möglich (Tab. 2). In Betrieben in Sachsen-Anhalt mit vorwiegend Schwarzerdeböden (SA2 bis SA4) wurde allerdings keine MCD kleiner als 37 m ermittelt. Im Betrieb SA4 ist die dominierende MCD sogar größer als 73 m. Betrachtet man dagegen die  $Db$ , so ist mit einer Ausnahme auch in den Schwarzerdebetrieben der Bereich 18 bis 36 m besetzt.

Es war bisher üblich, als Messtrassen die vorhandenen Regelspuren zu verwenden. Auf größeren Flächen weisen diese einen Abstand zwischen 18 und 36 m auf. Die Nutzung der 18 m Trassen garantiert bei der untersuchten Stichprobe, dass sogar die bevorzugte Distanz generell eingehalten worden wäre. Werden die Regelspuren bis 36 m in Anspruch genommen, ist das bereits für ~ 20% der Flächen hinsichtlich der MCD und über 50% der Flächen hinsichtlich der  $Db$  eine Notwendigkeit, aber gleichzeitig auch eine Erfüllung der Forderung. Messtrassen in Bereichen zwischen den Regelspuren sind somit nicht erforderlich. Daraus ergibt sich aber auch, dass die Nutzung nur jeder zweiten vorhandenen Regelspur als Messtrasse die Wahrscheinlichkeit erhöht, den Bereich präziser EC-Daten bereits zu verlassen. Das Ziel, die Kosten bei der Aufnahme der elektrischen Bodenleitfähigkeit zu senken, sollte also nur auf vorab kontrollierten Flächen dazu führen, einzelne Regelspuren auszulassen.

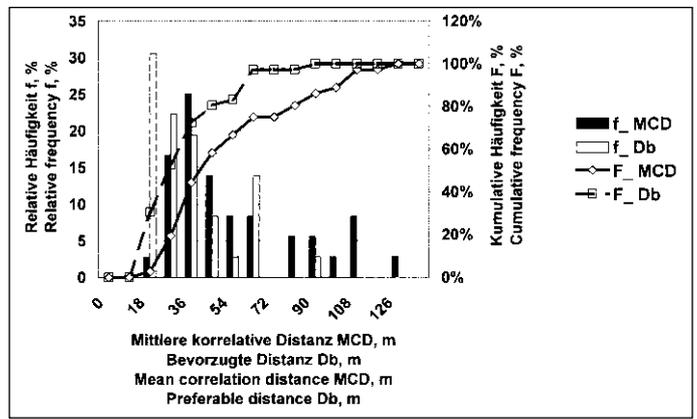


Bild 2: Relative und kumulierte Häufigkeit der mittleren korrelativen und der bevorzugten Distanz

Fig. 2: Relative and cumulative frequency of mean correlation distance and preferable distance

Tab. 2: Anzahl der Schläge innerhalb eines Betriebes, die zu einem MCD-Bereich oder Db-Bereich (in Klammern) gehören

Table 2: Number of fields within a farm belonging to a MCD range or a Db range (in brackets)

Betrieb	18 bis 36 cm	37 bis 54 cm	55 bis 72 cm	> 73 cm
BB1	3 (4)	1 (1)	1 (1)	1
BB2	1 (2)	1		
BB3		(1)	1	
N1	1 (3)	2		
N2	1 (1)	1 (2)		1
SA1	1 (2)	3 (2)		
SA2	(3)	2	1 (3)	3
SA3	(3)	3 (2)	2	
SA4		(2)	1 (2)	4 (1)
TH	(1)	1		