

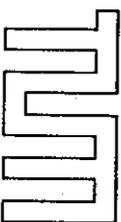
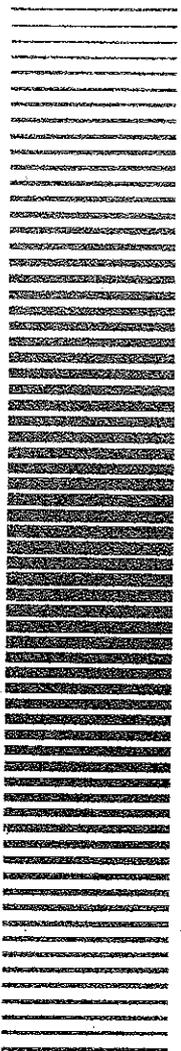
FORSCHUNGSVERBUND
AGRARÖKOSysteme
MÜNCHEN

Jahresbericht 2001

FAM-Bericht 53

Herausgeber:

P. Schröder, B. Huber, J.C. Munch (GSF)



| | |
|---|--|
| FORSCHUNGSVERBUND AGRARÖKOSysteme MÜNCHEN | |
| JAHRESBERICHT 2001 | |
| Teilprojekt: LTI | Kurztitel: Geophysik |
| Thema: | Erfassung der kleinräumigen Variabilität des Ton- und Wassergehaltes von Böden |
| Antragsteller: | Prof. Dr. U. Schmighaler ¹ , Dr. H. Stanjek ² , Dr. A. Berkold ³ |
| Mitarbeiter: | Dr. K. Heil ¹ |
| Institution: | ¹ TUM, Lehrstuhl für Pflanzenernährung ² TUM, Lehrstuhl für Bodenkunde ³ LMU, Lehrstuhl für Allgemeine und Angewandte Geophysik |
| I. | Einleitung und Fragestellung |
| II. | Material und Methoden |
| III. | Ergebnisse und Diskussion |
| IV. | Schlussfolgerungen und Ausblick |
| V. | Publikationen |
| | V.1. Verwendete Literatur |
| | V.2. Eigene Publikationen |

I. Einleitung und Fragestellung

Die Kenntnis der kleinstandörtlichen Variabilität ist für die Präzisionslandwirtschaft von zentraler Bedeutung. Messungen mit dem berührungsfreien, elektromagnetischen Verfahren EM38 erlauben eine hochauflösende Kartierung der scheinbaren elektrischen Leitfähigkeit (ECa). Diese Werte resultieren aus einem komplexen Wirkungserfuge von Textur und Wasserhaushalt sowie weiteren Bodenkennwerten.

Bisher wurden im wesentlichen eine Reihe von einfachen Regressionen mit dem Ziel berechnet, ECa-Werte mittels einer Variablen zu erklären. Hierbei ergaben sich Erklärungsbeträge zu den Tongehalten von etwa 30 % bis rd. 60 % (NEUDECKER et al., 2001). Etwas geringere Bestimmtheitsmaße lieferten die Beziehungen zu den Wassergehalten.

Insbesondere bei Messungen unter Feldbedingungen war bislang die Herleitung modellhafter Zusammenhänge zwischen Leitfähigkeit und mehreren Bodenkennwerten nicht befriedigend.

II. Material und Methoden

Zur Aufdeckung multipler Zusammenhänge zwischen ECa und mehreren Bodengparametern wurden in einem ersten Schritt zwei Ansätze gewählt.

Labormessungen: DURLESSER (1999) und SIMON (2000) erfassen anhand von Stechzylinderproben die Leitfähigkeiten bei unterschiedlichen Wassergehalten und weiteren Parametern wie Textur, Kationenaustauschkapazität, organische Substanz, maximale Leitfähigkeit der Bodenlösung (ECmax) und Trockenraumdichte. Die genauen Verfahrensweisen sind in beiden Veröffentlichungen beschrieben. Erfasst wurde eine große Spannbreite der genannten Bodeneigenschaften (insgesamt sechs Standorte auf folgenden Flächen: A2, A3, A15 und A16). AUERSWALD et al. (2001) haben den Datenanteil „Scheyern“ aus der Arbeit von SIMON (2000) ausgewertet. Durch die Zusammenfassung der Einzelerhebungen beider Autoren ergab sich ein Datensatz von $n=2599$.

Freilandaufnahmen: Auf 49 Standorten erfolgte im April 2000 die Messung der Leitfähigkeit mittels EM 38 sowie der Wassergehalte. Werte von Textur und Trockenraumdichte wurden aus der FAM-Datenbank entnommen. Die Bestimmung der Leitfähigkeit der Bodenlösung wurde mit dem Messgerät „Sigma Probe“ (Delta-T Devices Ltd. Cambridge, UK) durchgeführt (SCHMIDHALTER et al., 2001). Die Beprobung geschah in drei Tiefenstufen (0-30 cm, 30-60 cm, 60-90 cm).

Die Messungen mit dem EM 38 erfolgten in beiden Modi, wobei der vertikale Modus (ECv) die größte Messdicke in 40 cm Bodentiefe und der horizontale Modus (ECa) die höchste Signalstärke nahe der Bodenoberfläche aufweist.

In die Berechnung gingen die mit der Signalverteilung des EM 38 gewichteten Bodenwerte ein.

Neben den gewichtsbezogenen Beträgen von Textur, Wassergehalt, Kationenaustauschkapazität und organischem Anteil fanden ebenfalls deren Volumenwerte Eingang in beide Berechnungsansätze.

Alle Leitfähigkeitswerte wurden nach DURLESSER (1999) auf eine Referenztemperatur von 25°C umgerechnet.

Die Berechnung und Interpretation von Regressionen mit untereinander korrelieren Prädiktoren birgt die Gefahr der Fehlinterpretation. Bei den vorliegenden Berechnungen wurden deshalb die Werte der unabhängigen Variablen mittels Hauptkomponentenanalyse in Komponenten transformiert. Aus den Komponenten wurde anschließend das Regressionsmodell erstellt. Angegeben ist jeweils das korrigierte R^2 . Die Bestimmung der relativen Wichtigkeit der Prädiktoren erfolgte aus den standardisierten Beta-Koeffizienten. Wegen der korrelieren Prädiktoren bedeutet eine Nichtinbeziehung einer oder mehrerer unabhängiger Variablen in die Regression allerdings nicht, dass diese für die Zielvariable keine Aussagekraft haben.

III. Ergebnisse und Diskussion

Die multiplen Regressionen (Tab. 1, Abb. 1 und 2) beider Untersuchungsansätze (Labormessungen und Feldaufnahmen) liefern im wesentlichen ähnliche Einflussfaktoren auf die scheinbare elektrische Leitfähigkeit (Tongehalt, Wassergehalt sowie Leitfähigkeit der Bodenlösung bzw. Kationenaustauschkapazität). Zu einem vergleichbaren Ergebnis kamen AUERSWALD et al. (2001). Kationenaustauschkapazität und max. Leitfähigkeit sind mit $R^2=0,75$ deutlich miteinander korreliert. Mit großer Wahrscheinlichkeit sind beide Variablen in ihrem Einfluss gegeneinander austauschbar.

Unter Feldbedingungen ist die Modellierung allerdings weniger streng, vermutlich ist dies bedingt durch die komplexe Signalverteilung mit zunehmender Tiefe.

Bei diesen Regressionen handelt es sich um die ersten multiplen Berechnungen von Freilanduntersuchungsergebnissen für die Standorte in Scheyern.

Bei den Untersuchungen an Stechzylindern dominiert der Einfluss des Tongehaltes (bezogen auf Feinboden), während die übrigen Variablen zusammen den relativen Beitrag von Ton erreichen. Tongehalt, Wassergehalt sowie Kationenaustauschkapazität wirken positiv auf die Leitfähigkeit, hingegen führt der Sandanteil zu einer Reduktion.

In der Bedeutung sowie der Rangfolge zeigen die Freilanderhebungen ein abweichendes Bild. Auffallend ist die dominierende Rolle der Leitfähigkeit der Bodenlösung. Einzelberechnungen zwischen ECv und den Prädiktoren machen dies noch deutlicher (ECv - Ton: $R^2=0,45$, ECv - Wassergehalt: $R^2=0,35$, ECv - Bodenlösung: $R^2=0,55$).

In ihrer relativen Wichtigkeit sind Ton- als auch Wassergehalt recht ähnlich. Die Betrachtung der Wertekonstellation des H-Modus (s. Tab. 1) ergibt nahezu die gleichen Ergebnisse.

Die Bedeutung der Leitfähigkeit der Bodenlösung ist von großer Wichtigkeit für die Übertragung derartiger Modelle auf andere Standorte, denn bei gegebenem Ton- und Wassergehalt kann die aktuelle Leitfähigkeit der Bodenlösung (z. B. infolge von langjährigen Düngungsmaßnahmen) die ECa beeinflussen. Dieser Befund wird auch bei einem Vergleich der ECa-Werte bei den Freilandmessungen zwischen den ökologisch und integriert bewirtschafteten Flächen deutlich. Letztere zeigen einen signifikant höheren Betrag.

Tab. 1: Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse der multiplen Regressionsberechnungen

| Laboruntersuchungen Prädiktoren | n=2599 | standardisierte Beta-Koeffizienten | Korrigiertes R ² Signifikanz |
|--|---|---------------------------------------|---|
| Tongehalt (Feinboden) Sandgehalt (Gesamtboden) quadriert Wassergehalt [volumetrisch] Kationenaustauschkapazität quadriert | [g*g ⁻¹] [g*g ⁻¹] [m ³ *m ⁻³] [mol*kg ⁻¹] | 0,87 0,34 0,28 0,21 | 0,79 *** |
| Feldaufnahmen Prädiktoren für EM38-Messungen im V-Modus | n=49 | standardisierte Beta-Koeffizienten | Korrigiertes R ² Signifikanz |
| Leitfähigkeit Bodenlösung Tongehalt (Gesamtboden) quadriert Wassergehalt [volumetrisch] | [mS*m ⁻¹] [g*g ⁻¹] [m ³ *m ⁻³] | 0,52 0,23 0,21 | 0,63 *** |
| Prädiktoren für EM38-Messungen im H-Modus | | standardisierte Beta-Koeffizienten | Korrigiertes R ² Signifikanz |
| Leitfähigkeit Bodenlösung Wassergehalt [volumetrisch] Tongehalt (Gesamtboden) | [mS*m ⁻¹] [m ³ *m ⁻³] [g*g ⁻¹] | 0,56 0,27 0,21 | 0,66 *** |

Die Abbildung 2 zeigt allerdings noch einige durch die Simulation unzureichend erfasste Variabilitäten. Die besonders hohen ECa-Werte bei mittleren bis hohen Wassergehalten sind auf den Flächen A16, A4 und W3 zu finden und zwar im Bereich von Muldenröhren mit fehlenden bzw. geringmächtigen quartären Sedimenten. Demgegenüber treten niedrige ECa-Beträge bei mittleren Wassergehalten vermehrt in Bereichen mit eher flachen und mehr oder weniger mächtigen quartären Sedimenten auf (Teilflächen auf den Schlägen A18, A11 und W6).

Sowohl die ECa-Messungen von Durlesser als auch Aufnahmen vom Lehrstuhl für Pflanzenernährung in Zusammenarbeit mit der AG Sommer/Zipprich (GSF) im Früh-

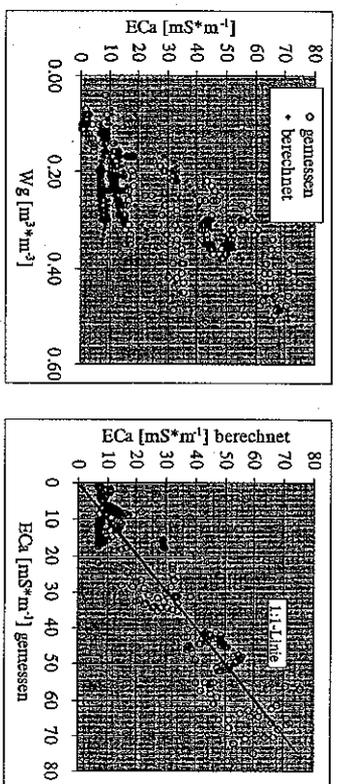


Abb. 1: Gemessene und simulierte elektrische Leitfähigkeiten in Abhängigkeit vom Wassergehalt bei den Sechszylinderproben

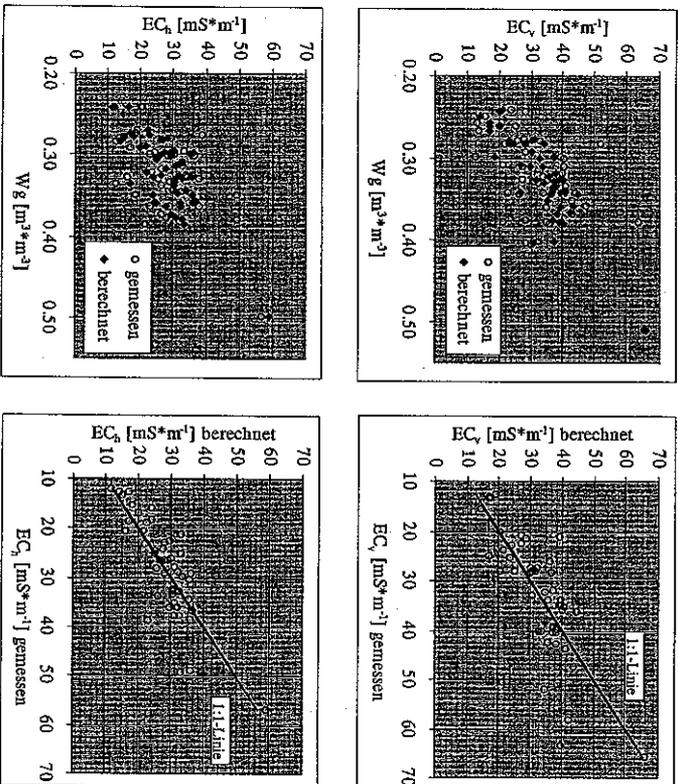


Abb. 2: Gemessene und simulierte scheinbare elektrische Leitfähigkeiten (ECa) für den V- und H-Modus in Abhängigkeit vom Wassergehalt bei den Freilanduntersuchungen

Jahr 2001 bei dem die Schläge F5, A3, A4, A5, A7, A15, W2, W18, W19, W20 erfasst wurden, bestätigen diese Leitfähigkeitsbeiträge.

IV. Schlussfolgerung und Ausblick

Die Regressionsberechnungen haben bisher die Einflussfaktoren „Tongehalt“, „aktueller Wassergehalt“ und „Leitfähigkeit der Bodenlösung bzw. Kationenaustauschkapazität“ identifiziert.

Es wird zu klären sein, ob der Einsatz des Messgerätes „Sigma-Probe“ zur Messung der Leitfähigkeit der Bodenlösung ein Ersatz für die zeitaufwendig zu bestimmende Kationenaustauschkapazität und EC_{max} ist.

Der verbleibende nicht erklärte Varianzbeitrag von ca. 35 % bei der Berechnung der Freilanderhebungen sowie rd. 20 % bei den Stechzylinderdaten zeigt jedoch, dass wesentliche Einflussfaktoren bisher unberücksichtigt blieben. Nach den o.g. Befunden erscheint es sinnvoll, zukünftig weitere Erhebungen wie „Reifeanalyse“, „geologisches Ausgangssubstrat“ als auch das Vorhandensein von Sedimenten und deren Mächtigkeit mit in die Berechnungen aufzunehmen.

V. Publikationen

V.1 Verwendete Literatur

SIMON, S. (2000): Einfluss der Bodeneigenschaften auf die elektrische Leitfähigkeit von Bodenproben. Diplomarbeit am Lehrstuhl für Bodenkunde, TU München, unveröffentlicht.

V.2 Eigene Literatur

AUBERSWALD, K., SIMON, S. and STANJEK, H. (2001): Influence of soil properties on electrical conductivity under humid water regimes. *Soil Science* 166, 382-390.

DURRESSER, H. (1999): Bestimmung der Variation bodenphysikalischer Parameter in Raum und Zeit mit elektromagnetischen Induktionsverfahren. Diss. TU München, FAM-Bericht 35, Shaker-Verlag, Aachen.

NEUDECKER, E., SCHMIDHALTER, U., SPERL, C. and SELIGE, TH. (2001): Site-specific soil mapping by Electromagnetic Induction. In "Proceedings of the 3rd European Conference on Precision Agriculture". Montpellier. (Eds. G. Grenier and S. Blackmore) 271-276.

SCHMIDHALTER, U., ZINTEL, A. AND NEUDECKER, E. (2001): Calibration of electromagnetic Inductionmeasurements to survey the spatial variability of soils. In "Proceedings of the 3rd European Conference on Precision Agriculture". Montpellier. (Eds. G. Grenier and S. Blackmore) 479-484.

| | |
|---|---|
| FORSCHUNGSVERBUND AGRARÖKOSYSTEME MÜNCHEN JAHRESBERICHT 2001 | |
| Teilprojekte: LT2 und LQ3 | Kurztitel: Technik und Qualität |
| Thema: | Umsetzung der Teilschlagtechnik und Erfassung der Qualität von teilschlagvariierten Applikationen |
| Antragsteller: | Dr. M. Demmel, Prof. Dr. H. Auerhammer |
| Mitarbeiter: | Dipl.-Ing.(FH), M.Sc. M. Ebrl (LT2) Dipl.-Ing. W. Stempfhuber, Dr. W. Maurer (LQ3) |
| Institution: | TUM, Fachgebiet Technik im Pflanzenbau TUM, Lehrstuhl für Geodäsie |
| I. | Einleitung und Fragestellung |
| II. | Material und Methoden II.1 Referenzmesssystem II.2 Ertragsermittlung Mähwerk |
| III. | Ergebnisse und Diskussion |
| IV. | Schlussfolgerung und Ausblick |
| V. | Publikationen V.1 Verwendete Literatur V.2 Eigene Publikationen |