

Detlef Ehlert und Horst Domsch, Potsdam-Bornim

Korrelationen zwischen Boden- und Pflanzenparametern

Eine Voraussetzung für die Einführung der teilflächenspezifischen Bewirtschaftung sind effektive Methoden zur ortsdifferenzierten Bestimmung von Boden- und Pflanzenparametern. Hierzu gehören Kenngrößen der Bodenfruchtbarkeit, die aktuelle Bestandesausbildung sowie der Ertrag. Gemessen und vergleichsweise bewertet werden deshalb die scheinbare elektrische Bodenleitfähigkeit mit dem EM-38, die Pflanzenmasse mit dem Pendelsensor sowie der Ertrag mit Mähdreschern auf Referenzflächen. Errechnete mittlere Bestimmtheitsmaße von weniger als 0,5 deuten auf nur begrenzte Korrelationen untereinander.

Dr.-Ing. Detlef Ehlert ist Leiter der Abteilung Technik im Pflanzenbau am Institut für Agrartechnik Bornim e. V., Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam (Wissenschaftlicher Direktor: Prof. Dr.-Ing. J. Zaske), e-mail: dehlert@atb-potsdam.de.

Dr.-Ing. Horst Domsch ist dort wissenschaftlicher Mitarbeiter.

Für die Unterstützung bei der Versuchsdurchführung und -auswertung wird den Mitarbeitern der Abteilung Technik im Pflanzenbau Dipl.-Ing. R. Adamek, Dipl.-Ing. H.-J. Horn und Dipl.-Ing. K. Grothe herzlich gedankt.

Schlüsselwörter

Teilflächenspezifische Bewirtschaftung, elektrische Bodenleitfähigkeit, Pendelsensor, Mähdrescher

Keywords

Site specific farming, electrical soil conductivity, pendulum-meter, combine harvester

Literaturhinweise sind unter LT 01318 über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/localliteratur.htm> abrufbar.

Die Ergebnisse der Bodenschätzung einschließlich späterer Ergänzungen bilden eine wertvolle Grundlage für Maßnahmen zur Boden- und Bestandesführung und somit auch für die praktische Umsetzung der teilflächenspezifischen Bewirtschaftung. Trotz offensichtlicher Zusammenhänge zwischen den Bodenwertzahlen und gemessenen Erträgen stimmen die exakten Grenzen der jeweiligen Bereiche nur bedingt überein [1]. In diesem Beitrag wird der Zusammenhang zwischen Mittelwerten der elektrischen Bodenleitfähigkeit, der gewachsenen Pflanzenmasse sowie des Kornertrages für Flächenelemente untersucht.

Für die Bestimmung der elektrischen Bodenleitfähigkeit wurde das berührungslos messende Gerät EM-38 der kanadischen Fa. Geonics im vorrangig vertikalen und teilweise horizontalen Messmodus verwendet. Auf diese Weise wird ein integraler Wert der elektrischen Bodenleitfähigkeit für eine Messtiefe von 1,5 m oder 0,75 m abgebildet (Bild 1).

Am Institut für Agrartechnik Bornim wurde ein Sensor zur indirekten Messung der Pflanzenmasse in stehenden Halmkulturen entwickelt [2]. Der Sensor ist ein physikalisches Pendel mit einer Abtastbreite von etwa 1 m, das mit konstanter Drehpunkthöhe fahzeuggestützt in den Regelspuren durch die Pflanzenbestände bewegt wird. In Abhängigkeit von der gewachsenen Pflanzenmasse wird der Pendelsensor ausgelenkt. Der entstehende Auslenkwinkel wird mittels Potentiometer erfasst und bildet die Grundlage für die Bestimmung der Pflanzenmasse.

Technische Lösungen zur Ertragskartierung in Mähdreschern sind als Kaufoption aller bedeutenden Mähdrescherhersteller auf



Bild 1: Gerät zur Messung der elektrischen Bodenleitfähigkeit (EM-38)

Fig. 1: Equipment for measuring electrical soil conductivity (EM-38)

dem Markt verfügbar. Sie wurden in der Fachliteratur bereits vorgestellt [3]. Im Rahmen der durchgeführten Untersuchungen kamen mit Ertragskartierungssystemen ausgerüstete Mähdrescher von Claas und New Holland zum Einsatz.

Versuchsdurchführung

Um die Beziehungen zwischen den betrachteten Merkmalen zu untersuchen, wurden in den vergangenen Jahren Daten in Landwirtschaftsbetrieben erfasst. Die Datendichte war nicht einheitlich, sondern fiel in Abhängigkeit von der Aufzeichnungsfrequenz und vom Abstand der Fahrspuren an. Der Abstand der Fahrspuren bei der Messung wur-

Tab. 1: Bestimmtheitsmaße der funktionellen Beziehungen zwischen elektrischer Leitfähigkeit und Pendelwinkel

Table 1: Goodness of fit for the functional relations between electrical conductivity and pendulum angle

Standort/ Schlag	Fruchtart Jahr	Raster (m)	Fläche (ha)	Bestimmtheitsmaß
Bornim/ Heineberg	Winterroggen 2000	12x12	6,2	0,41/0,55*
Bornim/ Heineberg	Winterweizen 2000	18x18	21,1	0,50/0,62*
Bornim/ Schneider- fichten	Winterroggen 2000	18x18	21,6** 24,7	0,22/0,33* 0,20/0,40
Niedergörs- dorf	Winterweizen 2000	18x18	26,4	0,15/0,17*
Gesamt			100	0,30/0,41*

* Werte ohne Ausreißer ** Messmodus horizontal

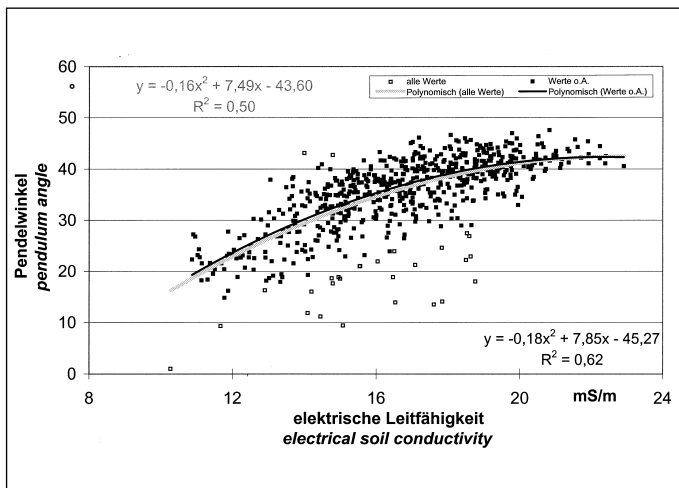


Bild 2: Beispiel einer relativ hohen Korrelation zwischen Meßwerten des Pendelsensors und der elektrischen Leitfähigkeit (Bornim/Heineberg 2000, WW)
 Fig. 2: Example for a good co-relation between measurement values of pendulum-meter and electrical soil conductivity

de beim Einsatz des EM-38 und dem Pendelsensor von den Regelspuren und beim Mährescher von der Arbeitsbreite bestimmt. Die Aufzeichnungsfrequenzen betragen für das Gerät EM-38 und den Pendelsensor 1 Hz.

Um die gewonnenen ortskorrelierten Daten miteinander verrechnen zu können, kam das geographische Informationssystem Arcview zur Anwendung. Die Flächen wurden in Rasterelemente unterteilt und aus den zu einem Rasterelement gehörenden Messwerten jedes Merkmals jeweils ein arithmetischer Mittelwert gebildet. Die gewählte Rasterung richtete sich nach dem Abstand der Regelspuren und nach der Fahrtrichtung. Rasterelemente, die über Werte nur eines oder keines Merkmals verfügten, wurden eliminiert. Um nicht lineare Beziehungen zwischen den Merkmalswerten in die Vergleiche einbeziehen zu können, wurden alle Regressionen mit einem Polynomansatz zweiten Grades gerechnet.

Ergebnisse

Elektrische Bodenleitfähigkeit – Pendelwinkel

Die funktionellen Beziehungen zwischen der elektrischen Bodenleitfähigkeit und dem Pendelwinkel weisen Bestimmtheitsmaße

zwischen 0,15 und 0,62 auf (Tab. 1, Bild 2). Grundsätzlich wird deutlich, dass es nicht das typische Bestimmtheitsmaß gibt. Offensichtlich wird der Grad der Übereinstimmung von den vorhandenen spezifischen Standortbedingungen beeinflusst.

Elektrische Bodenleitfähigkeit – Kornertrag

Die an drei Schlägen und in verschiedenen Jahren überprüften Beziehungen zwischen der elektrischen Bodenleitfähigkeit und dem Kornertrag weisen ebenfalls keine hohen Bestimmtheitsmaße auf (Tab. 2). Während die Bestimmtheitsmaße ohne Ausreißer für Winterweizen recht ausgeglichen sind, fällt der Körnermais mit 0,19 deutlich ab. In einer anderen Untersuchung waren wie bei Schlag Nr. 43 in Winterweizen ebenfalls über 50% der Variabilität des Ertrages durch die elektrische Bodenleitfähigkeit zu erklären [4].

Pendelwinkel – Kornertrag

Da im Getreideanbau häufig davon ausgegangen wird, dass Korn- und Strohanteile in einem annähernd festen Verhältnis zueinander stehen, sind auch hohe Korrelationen zwischen beiden Größen Pendelwinkel und Kornertrag zu erwarten.

Bei den Messgrößen Pendelwinkel und Ertrag auf einer Fläche von 77 ha wurden im

durchgeführten Vergleich die höchsten mittleren Bestimmtheitsmaße von 0,38 und 0,45 für die funktionellen Abhängigkeiten ermittelt (Tab. 3). Absolut gesehen ist auch hier von einer begrenzten Korrelation auszugehen. Bezieht man neuere teilflächenspezifisch ermittelte wissenschaftliche Ergebnisse ein, die ein ortsabhängiges Korn/Stroh-Verhältnis im Bereich von 0 bis 3 ausweisen [5], so kann daraus die verhältnismäßig geringe Korrelation durchaus erklärt werden.

Schlussfolgerungen

Bei der Bewertung der Versuchsergebnisse ist zu berücksichtigen, dass es sowohl objektive als auch im Messverfahren begründete Ursachen für die relativ geringe Bestimmtheit zwischen den Merkmalen gibt.

Die Werte der elektrischen Bodenleitfähigkeit kennzeichnen vorrangig den mittleren Bodenwasser- und den Tongehalt, wobei ein höherer Tongehalt meist auch einen höheren Wassergehalt bedingt. Mit zunehmendem Tongehalt steigt die potenzielle Ertragsfähigkeit des Standortes im Bereich zwischen den Sand- und den Lehmböden an. Im Bereich Lehm- / Tonböden charakterisiert ein steigender Tongehalt dagegen die Abnahme der potenziellen Ertragsfähigkeit. Im Bereich der Lehmböden ist kein gesicherter Zusammenhang zu erwarten.

30% des Messsignals der elektrischen Leitfähigkeit entstammen dem Bodenbereich unterhalb der offiziellen Messtiefe, so dass der für das Pflanzenwachstum entscheidende effektive Wurzelraum nicht mit dem durch die Bodenleitfähigkeit bewerteten Bodenraum identisch ist.

Die natürlichen Bodenbedingungen sind nur eine Einflussgröße für die aktuelle Pflanzenmasseausbildung. Suboptimale Wuchsbedingungen sowie Krankheiten und Schädlinge im Verlaufe eines Jahres beeinflussen das Pflanzenwachstum und führen zu deutlichen Abweichungen aktuell gemessener Pflanzenparameter von der potenziellen Ertragserwartung eines Standortes.

Auf Grund des Wirkens der genannten Einflüsse ist aus den Untersuchungsergebnissen zu schließen, dass unter den gegebenen Untersuchungsbedingungen die funktionellen Beziehungen zwischen den kleinräumig ermittelten Messwerten der elektrischen Bodenleitfähigkeit, des Pendelsensors und des Kornertrages nicht eng genug sind, um eine Größe durch die andere zu erklären.

Der Ersatz der Bodenwertzahlen durch Messwerte der elektrischen Bodenleitfähigkeit beim Untersuchen des Zusammenhangs zwischen Boden- und Pflanzenparametern führt zu höheren Korrelationen. Bestimmtheitsmaße über 0,5 werden aber auch nur auf einigen Schlägen erreicht.

Standort/ Schlag	Fruchtart/ Jahr	Raster (m)	Fläche (ha)	Bestimmtheitsmaß
Niedergörsdorf	Winterw./2000	18x18	26,5	0,22/0,32*
Golzow/ Nr. 48	Winterw./1995	18x18	15,1	0,28/0,35*
	Winterw./1996	18x18	15,7	0,31/0,33*
	Körnerm./1997	18x18	12,6	0,09/0,19*
	Winetw./1998	18x18	14,7	0,42/0,48*
	Winterw./1999	18x18	14,8	0,30/0,48*
Golzow/ Nr. 43**	Körnerm./1999	36x36	63,7	0,30/0,40*
	Winterw./2000	36x36	63,7	0,54/0,58*
gesamt			226,8	0,30/0,39*

* Werte ohne Ausreißer ** Messung von Lück et al.

Standort/ Schlag	Fruchtart/ Jahr	Raster (m)	Fläche (ha)	Bestimmtheitsmaß
Niedergörsdorf	Winterw./2000	18x18	26,4	0,44/0,52*
Golzow/Nr. 47	Winterw./1999	18x18	24,3	0,31/0,33
Golzow/Nr. 48	Winterw./1999	18x18	26,4	0,39/0,50*
gesamt			77,1	0,38/0,45*

* Werte ohne Ausreißer

Tab. 2: Bestimmtheitsmaße der funktionellen Beziehungen zwischen elektrischer Leitfähigkeit und Kornertrag

Table 2: Goodness of fit for the functional relations between electrical conductivity and yield

Tab. 3: Bestimmtheitsmaße der funktionellen Beziehungen zwischen Pendelwinkel und Kornertrag

Table 3: Goodness of fit for the functional relations between pendulum angle and yield