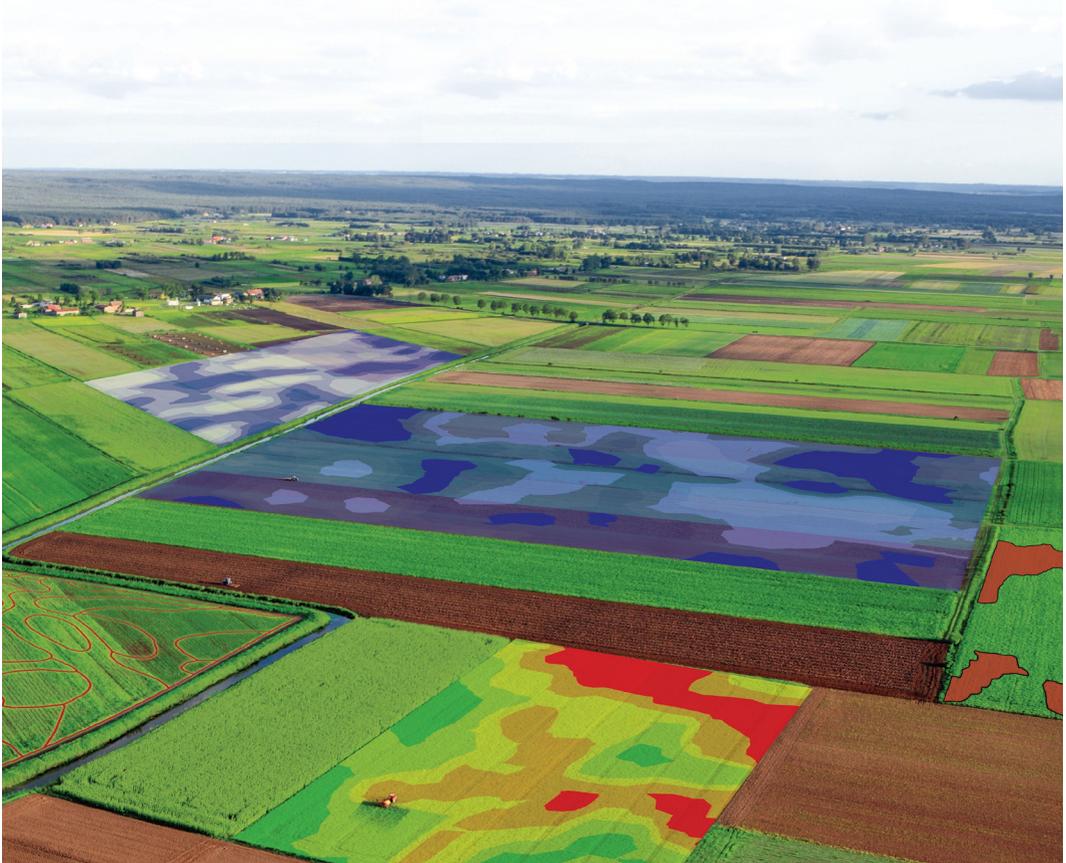


Precision Farming

Bodeneigenschaften erfassen

S. Hinck, F. Kloepper, G. Schuchmann

KTBL-Heft 111



Fachliche Begleitung

KTBL-Arbeitsgruppe „Precision Farming“

Dr.-Ing. Detlef Ehlert (Vorsitz) | Jürgen Goldmann | Volker Jäger | Prof. Dr. Wolfgang Kath-Petersen | Herbert Lisso | Heinrich Müller | Dr. Susanne Otter-Nacke | Broder Preuß-Driessen | Prof. Dr. Arno Ruckelshausen | Carl-Wolter Waydelin

Die Anschriften der Mitwirkenden sind im Anhang aufgeführt.

Die Informationen der vorliegenden Publikation wurden vom KTBL und den Autoren nach dem derzeitigen Stand des Wissens zusammengestellt. Das KTBL und die Autoren übernehmen jedoch keine Haftung für die bereitgestellten Informationen, deren Aktualität, inhaltliche Richtigkeit, Vollständigkeit oder Qualität.

© KTBL 2016

Herausgeber und Vertrieb

Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL)
Bartningstraße 49 | 64289 Darmstadt
Telefon 06151 7001-0 | Fax 06151 7001-123
E-Mail ktbl@ktbl.de | www.ktbl.de

Herausgegeben mit Förderung des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

Alle Rechte vorbehalten. Die Verwendung von Texten und Bildern, auch auszugsweise, ist ohne Zustimmung des KTBL urheberrechtswidrig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigung, Übersetzung, Mikroverfilmung sowie die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Redaktion

Dr. Florian Kloepfer | KTBL, Darmstadt

Satz

Serviceteam Herstellung | KTBL, Darmstadt

Titelfoto

© Veris Technologies

Druck und Bindung

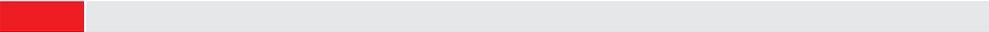
Silber Druck oHG | Niestetal

Printed in Germany

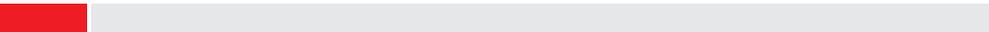
ISBN 978-3-945088-18-0

Inhalt

1	Einleitung	5
2	Bodeneigenschaften – Bedeutung und Beschreibung.	5
2.1	Bedeutung von Bodeneigenschaften für den Pflanzenbau	5
2.2	Bodenart, Korngrößen und Speicherfähigkeit des Bodens	6
3	Bodeneigenschaften – Datenmaterial und Erfassung	15
3.1	Ertragsdaten	17
3.2	Spezialkarten.	17
3.3	Bodenschätzung	17
3.4	Bodenbeprobung.	19
3.5	Luft- und Satellitenbilder	20
3.6	Sensormessungen in der Fläche.	20
3.7	Feldbodenkundliche Kartierung.	23
3.8	Kombinierte Verfahren	23
3.9	Hofbodenkarte.	25
4	Probenahme- und Auswerteverfahren für die Erstellung von Nährstoffverteilungskarten	26
4.1	Probenahme – Punkt- oder Flächenbeprobung	26
4.2	Kartenerstellung – Zuweisung oder Interpolation . .	27
5	Technik für die Erfassung von Bodeneigenschaften (Auswahl)	28
5.1	Maschinelle Entnahme von Bodenproben	28
5.2	Messung der elektrischen Leitfähigkeit	30
5.3	Messung des pH-Wertes mit dem Veris MSP	34
5.4	Messung des Humusgehaltes mit dem Veris MSP NIR-Spektrometer	36
5.5	Messung der Bodenleitfähigkeit und des Eindringwiderstandes mit dem Veris P4000 VIS-NIR-EC-Force Probe	36



6	Kostenvergleich.....	38
6.1	Arbeitszeitbedarf	38
6.2	Maschinenkosten.....	40
6.3	Arbeiterledigungskosten.....	44
7	Erfahrungen aus der Praxis.....	44
8	Schlussbetrachtung.....	50
	Literatur.....	51
	Anhang	
	Mitwirkende.....	53



1 Einleitung

Als „Precision Farming“ bezeichnet man die ortsgenaue Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Nutzflächen. Ziel ist u. a. die Unterschiede des Bodens und der Ertragsfähigkeit innerhalb eines Feldes zu berücksichtigen. Das heißt, der Schlag wird nicht mehr als eine Fläche mit gleichen Eigenschaften betrachtet, sondern in kleinräumige Flächen unterteilt. Ortung und Navigation mithilfe von Satelliten ermöglichen mit entsprechend ausgestatteten Maschinen eine auf die Eigenschaften dieser Teilflächen abgestimmte Bewirtschaftung.

Voraussetzung ist die räumlich differenzierte Erfassung der Eigenschaften des Bodens. Nur so läßt sich das Ertragsniveau abschätzen sowie die Maßnahmen und Applikationen optimal anpassen. Idealerweise kann der Landwirt seine langjährige Erfahrung mit den erfassten Standortinformationen kombinieren und so z. B. auf witterungsbedingte Besonderheiten reagieren.

In diesem Heft werden verschiedene Methoden zur Erfassung von Bodeneigenschaften und ausgewählte Geräte vorgestellt sowie Kosten und Arbeitszeitbedarf betrachtet.

2 Bodeneigenschaften – Bedeutung und Beschreibung

2.1 Bedeutung von Bodeneigenschaften für den Pflanzenbau

Zur Erschließung der Bodenvorräte muss die Pflanze den Boden durchwurzeln. Eine wichtige Bodeneigenschaft ist die Bodenart. Diese beschreibt die Korngrößenzusammensetzung. Mithilfe der Bodenart können Durchwurzelungstiefe, pflanzenverfügbares Bodenwasser und Nährstoffspeicherfähigkeit abgeschätzt werden. Der Bodentyp beschreibt darüber hinaus den Boden in seiner Gesamtheit und die Abfolge der Bodenschichten. Die Durchwurzelungstiefe – auch effektive Durchwurzelungstiefe genannt – ist von mehreren Bodeneigenschaften und -parametern abhängig. Es bestehen natürliche und anthropogene Einflussfaktoren.

Auf fast jeder Acker- oder Grünlandfläche sind auch kleinräumige Unterschiede vorhanden. Bodenarten und -typen, die Gründigkeit und andere pflanzenbaulich relevante Bodenparameter können sich innerhalb weniger Meter zum Teil sehr stark ändern. Häufig lassen sich Ertragsunterschiede bzw. Unterschiede im

wurden. Am Übergang von benachbarten Teilflächen können jedoch sprunghafte Veränderungen der Laborwerte auftreten. Diese sind aber bei einer unterschiedlichen Bodenart zu erwarten und entsprechend zu berücksichtigen.

Durch die Interpolation werden Werte für nicht untersuchte Orte anhand einer Berechnung geschätzt. Als Interpolationsmethode wird das „Kriging“ empfohlen, dabei wird die räumliche Abhängigkeit der vorliegenden Werte berücksichtigt, d.h. unter anderem wird der Abstand der einzelnen Punktwerte berücksichtigt. Für ein sinnvolles und damit aussagekräftiges Kriging bedarf es einer Mindestanzahl an Werten. Des Weiteren ist zu beachten, dass die Laborergebnisse Mittelwerte der einzelnen Einstiche darstellen und somit eine Fläche beschreiben. Eine Zuweisung des Mittelwertes zu einzelnen oder mehreren Einstichorten innerhalb der Teilfläche zur Erhöhung der Anzahl von Einzelwerten für die Interpolation, um so die geostatistischen Voraussetzungen zu erfüllen, ist nicht zulässig. Wird eine Fläche in kleinen Rastern mit einer Größe von 1 bis 3 Hektar beprobt, kann bei sehr großen Flächen ein Kriging dennoch anwendbar sein.

Das Kriging erzeugt einen kontinuierlichen Übergang zwischen benachbarten Teilflächen, aber es stellt sich die Frage, ob dieser zwischen zwei Teilflächen zu erwarten ist, wenn sich z.B. die Bodenart deutlich verändert.

5 Technik für die Erfassung von Bodeneigenschaften (Auswahl)

5.1 Maschinelle Entnahme von Bodenproben

Es gibt verschiedene Geräte zur maschinellen Entnahme von Bodenproben. Dabei unterscheiden sich die Systeme der jeweiligen Hersteller u.a. durch das Entnahmeprinzip. Es gibt drückende (Abb. 4), schlagende (Abb. 5), stechende (Abb. 6) und bohrende (Abb. 7) Systeme. Bei einer Entnahme von Bodenproben aus der Krume ohne Tiefenbereichseparierung weist das drückende System durch seine Entnahmeschnelligkeit einen großen Vorteil auf. Werden Bodenproben aus verschiedenen Tiefen entnommen, so ist darauf zu achten, dass sich das Bodenmaterial während des Eindringvorgangs des Bohrstocks nicht in den Boden verschleppt (Schmidt 1997). Dieses gewährleisten sehr gut die bohrenden und schlagenden Systeme. Relativ unempfindlich gegenüber Steinen und mit einer guten Eindringung in sehr feste, trockene Böden sind die schlagenden Systeme. Wird Bodenmaterial aus un-

unterschiedlichen Tiefen entnommen, so muss das System beim Heraufziehen des Bohrstocks das Bodenmaterial entsprechend der vorgegebenen Tiefenbereiche sauber in die vorgesehenen Behälter separieren. Ist die Beprobung einer Teilfläche abgeschlossen, so ist das Bodenprobenmaterial aus dem Sammelbehälter zu entnehmen. Bei einigen Geräten können die Behälter für die Tiefenseparation als Magazin für mehrere Teilflächen genutzt werden. Eine Entnahme aus verschiedenen Tiefen ist dann nicht mehr möglich. Die Bodenbeprobungsgeräte werden an Schlepper, Quad, geländegängigen Pkw, speziellen Fahrzeuge oder Anhänger montiert. Teilweise sind Zusatzaggregate für eine ausreichende Strom- oder hydraulische Ölversorgung notwendig. Darüber hinaus wird teilweise serienmäßig oder optional eine Sicherung vor Bohrstockbruch durch Steine angeboten. Für einen besseren Komfort bei der Überwachung des Entnahmeprozesses werden Kamera-Monitor-Systeme empfohlen.

Die Bodenprobeentnahme erfolgt (mit einer Ausnahme) bei allen Systemen im Stillstand. Zurzeit ist ein Anhängersystem (Abb. 6) auf dem Markt, welches während der Fahrt die Bodenproben bis zur Krumentiefe entnehmen kann. Dieses System hat ein Behältermagazin, sodass nicht nach jeder vollendeten Teilfläche für die Behälterleerung gestoppt werden muss. Dabei sind Fahrgeschwindigkeiten von 15 bis 18 km/h möglich.



Abb. 4: Bodenbeprobungsgerät: Wintex 1000, Entnahmeprinzip: hydraulisch drückend (Quelle: Wintex Agro)



Abb. 5: Bodenbeprobungsgerät: Duoprobe 60 in einen Pick-up integriert; Entnahmeprinzip: schlagend (Quelle: Nietfeld GmbH)



Abb. 6: Bodenbeprobungsgerät: Speedprob gezogen vom Geländewagen; Entnahmeprinzip: stechend (Quelle: Nietfeld GmbH)

6 Kostenvergleich

6.1 Arbeitszeitbedarf

Arbeitszeitbedarf im Vergleich

Der Arbeitszeitbedarf und die Flächenleistung der Geräte zur Ermittlung der Bodeneigenschaften schwanken erheblich. Tabelle 9 zeigt die Rüstzeit am Hof und am Feld sowie die Wegezeit. Weiterhin sind in der Tabelle die Gesamtarbeitszeit, die Ausführungszeit und die Flächenleistung zu sehen. Sie beziehen sich auf die Arbeit auf einem 20-ha-Standardschlag, einer Halbtagsdauer von acht Stunden und einer Verlustzeit in Höhe von 3 Prozent der Grundzeit. Die Berechnung des Arbeitszeitbedarfs und der Kosten der Verfahren erfolgt entsprechend dem Zeitschema des KTBL.

Tab. 9: Zeitbedarf und Flächenleistung bei verschiedenen Verfahren der Bodeninformationserfassung auf einem 20-ha-Schlag (Halbtagsdauer 8 h, Verlustzeit 3 %)

Verfahren		Gesamt	Arbeitszeitbedarf				Flächenleistung
			Rüstzeit		Wegezeit	Ausführungszeit	
Maschinenkombination	Nr.	min/ha	am Hof	am Feld	Hof – Feld (2 x)	min/ha	ha/h
			min		min		
Profi 60/90 mit Fahrspuraufzeichnung; Traktor	1	2,72	9,5	11,6	13,0	1,8	33,3
Profi 60/90 mit Fahrspuraufzeichnung; Pick-up	2	2,83	40,3	11,6	7,4	1,8	33,3
EM38-MK2; Pick-up	3	4,69	7,2	20,5	7,4	3,2	18,8
Veris 3100; Pick-up							
Ohne Verladung	4	4,19	7,0	13,9	7,4	3,2	18,8
Mit Verladung	5	4,88	7,6	27,5	7,4	3,2	18,8
Veris P4000; Pick-up							
Ohne Verladung	6	5,80	6,9	14,7	7,4	4,6	13,0
Mit Verladung	7	6,44	7,6	28,4	7,4	4,6	13,0

Entnahme von Bodenproben mit dem Gerät Profi 60/90

Es wurden zwei Verfahrensvarianten untersucht. Das Gerät kann an einem Traktor angebaut werden oder an einem Geländefahrzeug montiert bzw. mit einem Pick-up transportiert werden. In beiden Varianten erfolgt eine Fahrspuraufzeichnung mit GPS.

Die Grundzeit bei der Bodenbeprobung wird von den folgenden Parametern bestimmt:

- Fahrgeschwindigkeit vom Feldrand bis zum ersten Einstich
- Fahrgeschwindigkeit zwischen den Einstichstellen
- Anzahl der Einstichstellen
- Dauer für die Entnahme der Einzelproben
- Dauer für die Entleerung der Magazinbehälter
- Fahrgeschwindigkeit von der letzten Einstichstelle zurück zum Feldrand

Für die Kalkulation wurde ein 20-ha-Schlag mit vier Teilflächen (A, B, C, D) zugrunde gelegt. Von jeder Teilfläche wurde eine Mischprobe mit jeweils 20 Einstichen genommen. Das Muster der Probenahme ist der Abbildung 18 zu entnehmen.

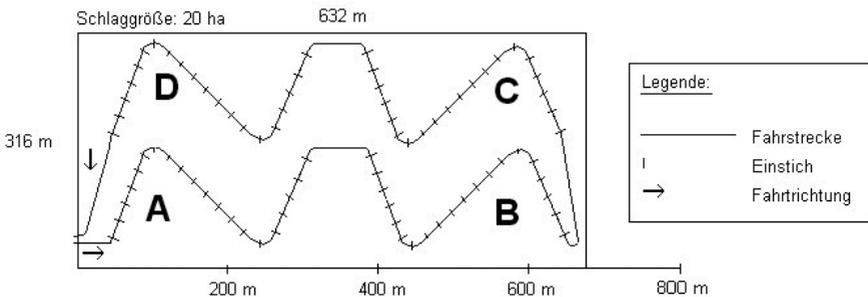


Abb. 18: Fahrspur bei der Entnahme von Bodenproben auf einem 20-ha-Schlag mit vier gleich großen Teilflächen

Wird der Pick-up als Grundfahrzeug verwendet, so ist die Gesamtarbeitszeit pro Hektar etwas höher, da durch die Montage des Adaptergestelles auf der Ladefläche das Rüsten am Hof länger dauert, und daher in der verbleibenden Zeit weniger Fläche bearbeitet werden kann. Die Ausführungszeit liegt bei der Boden-