

Karl Wild, Manfred Schurig und Gerhard Rödel, Freising

## Bodenbeprobung

### Automatisierung mit GPS-Unterstützung und Nitrat-N-Schnellbestimmung

**Zur Gewinnung von Bodenproben mit einer geringen Menge an Bodenmaterial wurde ein neues, leichtes Entnahmegesetz, dessen Kernstück ein Schraubenbohrer ist, entwickelt. Das Entnahmegesetz kann relativ leicht an eine Reihe verschiedenster Fahrzeuge angebaue werden. Das Trägerfahrzeug selbst wurde mit einer GPS-Anlage ausgestattet, so daß die Beprobungsorte registriert und gezielt angefahren werden können. Um bereits vor Ort die Bestimmung des Nitrat-N-Gehaltes in den gezogenen Proben durchführen zu können, wurde ein Schnellanalyseverfahren in das System integriert.**

In den vergangenen Jahren konzentrierte man sich bei der Bodenbeprobung darauf, die Probenziehung zu mechanisieren, um die Arbeitsschwere zu reduzieren und die Schlagkraft zu erhöhen. Mit überwiegend hydraulisch betriebenen Geräten, die an Fahrzeuge angebaue werden, kann nun eine Arbeitskraft ohne große Anstrengung Proben ziehen und bequem von einem Beprobungspunkt zum nächsten gelangen.

Ungelöst blieb das Problem der großen Menge an Bodenmaterial, die pro Einstich gewonnen wird. Zur Analyse werden etwa 100 bis 200 g benötigt. Die Mischprobe, die auf dem Acker zustandekommt, umfaßt aber 1 bis 2 kg. Das Überschußmaterial belastet das Untersuchungsverfahren und erhöht die Kosten der Analyse.

Nachteilig ist auch die zeitliche Verzögerung zwischen der Probeentnahme und dem Vorliegen der Untersuchungsergebnisse mit der Düngempfehlung aus dem Labor.

Da diese neuen und teilweise auch teureren Geräte zur Bodenbeprobung nicht mehr durch den Landwirt, sondern oft durch ortsunkundige Lohnunternehmer oder Ringwarte betrieben werden,

*Dipl.-Ing. agr. Karl Wild ist wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik, Dr. Manfred Schurig ist Betriebsleiter dieser Forschungseinrichtung und Dipl.-Ing. (FH) Gerhard Rödel ist dort Leiter der Konstruktion, Vöttinger Str. 36, 85354 Freising.*

*Die Arbeiten wurden vom Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten gefördert.*

muß der Landwirt exakte Anweisungen zum Auffinden seiner Schläge geben oder bei der Beprobung ungewollterweise mit dabei sein.

Für eine lokale Düngempfehlung sind ebenfalls Ortsangaben erforderlich: Zur Ermittlung der kleinräumigen Variabilität der Bodennährstoffe als Ausgangsgröße müssen von jedem Beprobungsort die Koordinaten bekannt sein.

Aufgrund der obengenannten Situation bei der Bodenbeprobung wurde an der Landtechnik Weihenstephan ein neues System erarbeitet. Im Vordergrund stand dabei die Stickstoffbestimmung aus den Tiefen 0 bis 30 und 30 bis 60 cm. Das Ziel war die Entwicklung eines kostengünstigen Gerätes zur Entnahme kleiner Probenmengen, das relativ leicht an verschiedenartige Fahrzeuge angebaue werden kann, die Einbindung eines Positionierungs- und Navigationssystems zur Registrierung und zum Anfahren der Beprobungsorte sowie die schnelle Analyse der Bodenprobe auf dem Feld. Die Arbeiten wurden im Hinblick auf eine Steigerung des Automatisierungsgrades zur Entlastung der Arbeitskraft und zur Erhöhung der Leistung durchgeführt.

#### Gewinnung der Bodenprobe

Das neue Bodenprobeentnahmegesetz „BPEG 60“ basiert auf einem Bohrwerk-

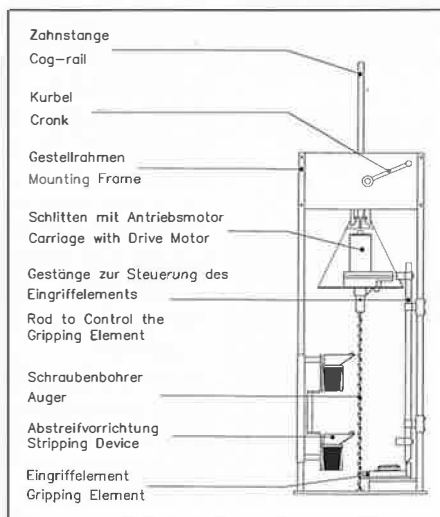


Bild 1: Schematische Darstellung des Bodenprobeentnahmegesetzes „BPEG 60“

Fig. 1: Scheme representation of soil sampling implement „BPEG 60“



Bild 2: Bodenbeprobungsgesetz angebaue an einen PKW

Fig. 2: Soil sampling implement attached to a car

zeug mit einem Durchmesser von 10 mm (Bild 1). Der Schraubenbohrer wird mit einem Elektromotor angetrieben, wobei die Spannungsversorgung über die 12 V – Anlage des Trägerfahrzeugs erfolgt. Für einen konstanten Vorschub des Schraubenbohrers, der unabhängig von Bodenfestigkeit und Viskosität ist, wurde beim BPEG 60 für den Schraubenbohrer eine Zwangsführung konstruiert. Am Fuße des Gestellrahmens greifen zwei Finger in die schraubenförmige Nut des Schraubenbohrers und stellen beim Eindrehen eine Wirkverbindung her, die einem Gewindeeingriff vergleichbar ist.

Sobald der Schraubenbohrer ganz eingedreht ist, werden die Finger der Zwangsführung über ein Steuergesetz automatisch zurückgezogen. Mit einer mechanischen Hilfe wird der Bohrer aus dem Boden gezogen. Das Probenmaterial sitzt in den Gängen des Bohrers. Durch eine vertikale Anordnung von zwei Abstreifern können in einem Arbeitsgang Bodenproben aus zwei Schichttiefen aus dem Schraubenbohrer gelöst werden, wobei der obere Abstreifer die Probe von 0 bis 30 cm und der untere die Probe von 30 bis 60 cm loslöst und in getrennte Behälter füllt. Das Ansetzen der Abstreifeinrichtung übernimmt die Bedienperson durch ein schnelles Einschwenken. Das Loslösen der Probe selbst läuft automatisch ab. Dieser Vorgang kann deshalb bei der Fahrt zum nächsten Beprobungsort ablaufen, wodurch erheblich an Zeit eingespart wird.

Das Gewicht einer Probe beträgt rund 10 g; zehn bis 15 Bohrungen ergeben ei-

ne Mischprobe von 100 bis 200 g, also die Menge, die zur Analyse benötigt wird.

Aufgrund der leichten Rahmenbauweise ist die Montage des Bodenbeprobungsgerätes an eine Reihe verschiedenster Trägerfahrzeuge relativ leicht möglich. Neben Spezialfahrzeugen kommen für eine schnelle und effektive Beprobung vor allem geländetaugliche Pkws in Frage. Die Anbringung an ein derartiges Auto erfolgt mit Hilfe eines handelsüblichen Dachgepäckträgers seitlich hinter der Fahrertür (Bild 2). Durch diese einfache Montage und ein Gewicht von weniger als 30 kg kann das Gerät in kürzester Zeit zum Transport auf öffentlichen Straßen abgenommen und auf einen Dachgepäckträger oder in den Kofferraum gelegt werden. Für diese Lösung ist keine besondere Straßenzulassung erforderlich. Das Beprobungsgerät kann auch innen im Fahrzeug installiert werden. Dazu wird der Beifahrersitz entfernt und ein Loch in die Bodenplatte geschritten.

Durch die seitliche Installation am Auto ist die Bedienung und Beprobung auch vom Fahrersitz aus möglich. Auf dem Acker schwenkt der Probenzieher das Gerät zu sich her, so daß alle Bedienhebel in Greifnähe rücken.

In Vergleichstests mit anderen Beprobungsgeräten bei unterschiedlichen Bodenarten und verschiedenen Einsatzbedingungen wurden mit dem BPEG 60 sehr gute Ergebnisse erreicht.

### Auffinden und Registrierung der Beprobungsorte

Zur Positionsermittlung und zur Navigation wird das Satellitennavigationssystem GPS (Global Positioning System) im differentiellen Modus (DGPS) eingesetzt. Aufgrund der Navigationsanforderungen er-

folgt die DGPS-Positionskorrektur in Echtzeit, wobei die Korrektursignale von einer Feststation per Langwelle empfangen werden. Am Bildschirm des Bordrechners werden alle wichtigen Positionierungs- und Navigationsinformationen dargestellt (Bild 3). Eine digitale Flurkarte, auf der die augenblickliche Fahrzeugposition durch ein Kreuz dargestellt ist, weist dem Beprober den Weg zum richtigen Schlag. Ist der zu untersuchende Schlag auf der Flurkarte noch nicht enthalten, werden zuerst durch Umfahren die Schlaggrenzen ermittelt und die Fläche errechnet. Zur Unterstützung der Beprobung kann das Programm den Schlag in eine wählbare Anzahl von Parzellen einteilen, in denen jeweils eine Probe gezogen werden soll. Durch die Bildschirmdarstellung kann der Fahrer die einzelnen Beprobungspunkte gezielt ansteuern. Die Koordinaten der Orte, an denen eine Probe gezogen wird, werden abgespeichert, so daß bei späteren Beprobungen die selben Orte wieder angefahren werden können.

### Nitratstickstoffbestimmung

Schnelle Verfügbarkeit und Ausschluß zusätzlicher Einflußfaktoren werden durch die Analyse der Proben vor Ort erreicht. Dazu dient ein mobiles Labor, das in einen kleinen tragbaren Koffer integriert ist. Aufgrund der geringen Menge pro Bodenprobe kann die gesamte Probe in Calciumchloridlösung aufgelöst und filtriert werden. In das Filtrat werden Teststäbchen getaucht, deren Verfärbung anschließend mit einem Reflektometer ermittelt wird. Der Verfärbungswert führt schließlich zum Nitratstickstoffgehalt. Vergleichsmessungen haben gezeigt, daß dieses Analyseverfahren ähnlich genaue

Werte liefert wie die gegenwärtig übliche Laboruntersuchung.

### Fazit

Durch diese Entwicklung der Landtechnik Weihenstephan, bestehend aus den Komponenten Bodenbeprobungsgerät, GPS-Ortung/Navigation und Schnellanalyse von Nitrat-N wird die Bodenbeprobung erheblich verbessert. Das entwickelte Bodenprobeentnahmegerät ermöglicht die Gewinnung von Proben mit wenig Material. Es kann ohne viel Aufwand an verschiedenste Fahrzeugtypen angebaut werden und ist kostengünstiger als die meisten anderen Systeme. Mit Hilfe von GPS können Beprobungsorte gezielt angefahren und registriert werden. Dadurch wird eine wesentliche Voraussetzung für eine lokale Düngeempfehlung erfüllt. Durch die Vor-Ort-Analyse des Bodenmaterials, die durch die geringe Menge an Material pro Probe ermöglicht wird, stehen die Ergebnisse der Beprobung dem Landwirt ohne zeitliche Verzögerung zur Verfügung.

### Literatur

- [1] Schurig, M. und G. Rödel: Bodenuntersuchung schnell und einfach. Landtechnik 49 (1994), H. 2, S. 94-95
- [2] Wild, K., G. Rödel und M. Schurig: Bodenbeprobung mit Bohrschnecke, GPS-Ortung und Schnellbestimmung von Nitratstickstoff. VDI-Berichte 1297, Tagung Landtechnik, Berlin, 10./11. Okt. 1996. Düsseldorf: VDI-Verlag 1996, S. 181-184
- [3] Muhr, T., H. Auernhammer, M. Demmel und K. Wild: Inventory of fields and soils with DGPS and GIS for precision farming. ASAE Paper 94-1583 (1994)

### Schlüsselwörter

Bodenbeprobung, Nitrat-N-Schnellbestimmung, GPS-Ortung

### Keywords

Soil sampling, quick analysis of nitrate-N, GPS

## NEUE BÜCHER

### Saatbettbereitung

Versuchsergebnisse und die sich ergebenden Empfehlungen sind im neuen FAT-Bericht Nr. 484 enthalten. Bestellungen: FAT-Bibliothek, CH-8356 Tänikon, Tel.: ++(0 52) 3683131, Fax: (052) 3651190; Preis auf Anfrage  
Ein feines Saatbett entspricht dem Idealbild einer „ordentlichen“ Bodenbearbeitung und sichert einen hohen Feldaufgang. Eine zu intensive Bearbeitung fördert aber die Verschlammung und die Erosion und verursacht einen unnötigen Treibstoff- und Werkzeugverschleiß. Eine dreijährige Versuchsserie mit Winterweizen ergab, daß mit einem feinen Saatbett wohl ein höherer Feldaufgang, aber kein besserer Ertrag erzielt wird. Mit dem neu entwickelten „Fünflibertest“ kann der Praktiker die richtige Saatbettfeinheit schätzen.

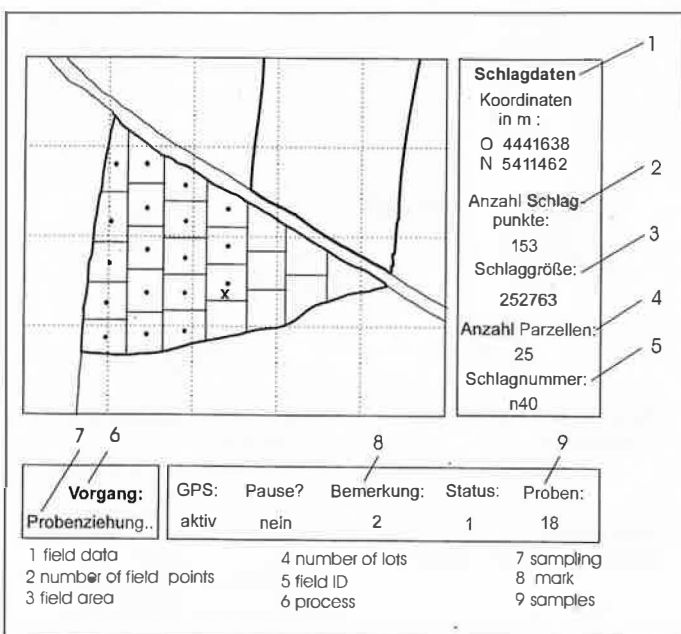


Bild 3: Darstellung der Schlag- und Ortungsinformationen am Computerbildschirm bei der Bodenbeprobung

Fig. 3: Representation of field and positioning information at the computer screen during soil sampling