

Tagungsbeitrag zu: Jahrestagung der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft
Kommission V

Titel der Tagung:

Horizonte des Bodens

Veranstalter: DBG

Termin und Ort der Tagung:

2. – 7. September 2017, Göttingen

Berichte der DBG (nicht begutachtete
online Publikation)

<http://www.dbges.de>

soil2data: Konzept für ein mobiles Feldlabor zur Nährstoffanalytik

Stefan Hinck ¹, Andreas Möller ², Daniel Mentrup ³, Elena Najdenko ⁴, Frank Lorenz ⁴, Tino Mosler ⁵, Heinrich Tesch ⁵, Walter Nietfeld ⁶, Christian Scholz ¹, Vadim Tsukor ¹, Arno Ruckelshausen ¹

Zusammenfassung

Für eine Optimierung des Düngemittleinsatzes in der Pflanzenproduktion sind Kenntnisse über den kleinräumigen Nährstoffstatus einer Ackerfläche eine wesentliche Voraussetzung für eine Entscheidungsgrundlage bei der Düngung. Ein mobiles Feldlabor eröffnet die Möglichkeit eine parallele Bodenbeprobung und Bodennährstoffanalyse direkt auf dem Feld durchzuführen. Neben den Vorteilen einer schnellen Datenverfügbarkeit und dem entfallenden Bodenmaterialtransport zum Labor, bildet es eine zukünftige Grundlage für neue Anwendungsoptionen, z.B. eine hohe Beprobungsdichte oder eine dynamische Anpassung der Bodenbeprobung bzw. Beprobungslinie während der Arbeit auf dem Feld. Eine innovative Schlüsselkompo-

nente ist dabei das NUTRI-STAT ISFET-Sensormodul. Dieses ist speziell für die Bodennährstoff-Analytik entwickelt und für das Projekt soil2data für die Phosphor-Messung weiterentwickelt worden.

Schlüsselwörter: Konzept mobiles Feldlabor, ISFET-Sensormodul, Boden-Nährstoffanalyse, soil2data, Bodenbeprobung, Lab on a chip

Einleitung

Kenntnisse über den kleinräumigen Nährstoffstatus einer Fläche in Verbindung mit weiteren produktionsrelevanten Informationen – z.B. Ertragserwartung – bestimmen maßgeblich den Ressourceneinsatz im Pflanzenbau, in diesem Fall der Düngung. Diese sind somit eine wesentliche Informations- beziehungsweise Entscheidungsgrundlage für den Landwirt zur stetigen Optimierung des Betriebsmitteleinsatzes in der Pflanzenproduktion, auch im Hinblick auf ökonomische und ökologische Aspekte. (z.B. Wagner u. Marz, 2017; Hinck u. Kielhorn, 2011)

Bisherige Verfahren zur Bodennährstoffbestimmung haben unter anderem aufgrund des Transportprozesses der Bodenproben vom Feld in das Labor eine Wartezeit von bis zu mehreren Wochen bis das Ergebnis dem Landwirt vorliegt. Weiter bietet die herkömmliche Vorgehensweise keine Optionen für eine Online-Verifizierung der Messresultate oder einen flexiblen Messeinsatz beziehungsweise eine dynamische Anpassung der Entnahmeorte während der Bodenprobenentnahme.

Konzept: Mobiles Feldlabor „soil2data“

Ziel des Projektes soil2data“ ist es, ein mobiles Feldlabor zu entwickeln, welches während der Überfahrt auf dem Feld eine Mischbodenprobe sammeln, diese analysiert und dabei das Bodenmaterial auf dem Acker belässt sowie das Ergebnis zu einer externen Datenplattform (Cloud) sendet, um es dem Landwirt zur Verfügung zu stellen (s. Abb. 1). Abbildung 2 zeigt das Gesamtkonzept mit den verschiedenen technischen Prozessebenen. Die Hauptkomponenten sind:

¹Hochschule Osnabrück, Postfach 1940, 49009

Osnabrück; E-Mail: s.hinck@hs-osnabrueck.de

² ANEDO Ltd., Hülsemeyerstr. 35, 49406 Eydelstedt

³ iotec GmbH, Albert-Einstein-Str.1, 49076 Osnabrück

⁴ LUFA Nord-West, Jägerstr. 23-27, 26121 Oldenburg

⁵ MMM tech support GmbH & Co. KG, Weigandufer 18, 12059 Berlin

⁶ Bodenprobetechnik Nietfeld GmbH, Robert-Bosch-Str. 15, 49610 Quakenbrück

- das Trägerfahrzeug
- das Mechatronik-Modul mit Probennehmer und Bodenaufbereitung sowie
- die Sensoreinheit mit dem ISFET-Sensormodul.

Das mobile Feldlabor kann in verschiedene Trägerfahrzeuge eingebaut werden. Dabei kann zwischen personengebundenen und autonomen Trägerfahrzeugen unterschieden werden. Die Bodenprobenentnahme kann im Stop-and-Go- oder im On-The-Go-Probeentnahmebetrieb erfolgen.

Die drei obengenannten Hauptkomponenten bilden die Gesamtsystemplattform. Auf dieser Ebene erfolgt die Bedienung des Systems mit Hilfe eines Terminals (die sogenannte Mensch-Maschine-Schnittstelle). Mit Hilfe des lokalen Datenmanagements werden verschiedene Datenebenen, z.B. Beprobungsplan und Navigation miteinander kombiniert. Weiter müssen die Analyseergebnisse mit einer GPS-Position verortet und abgespeichert werden. Dieses gilt ebenso, wenn auf dem Trägerfahrzeug mehrere unterschiedliche Sensorsysteme zum Einsatz kommen. Letztendlich sind die Messergebnisse an eine externe Datenplattform zu senden und dort zu speichern, so dass die Daten dem Landwirt zur Verfügung stehen.

Bei der Gestaltung des eigentlichen verfahrenstechnischen Prozesses der „Bodenprobeentnahme und -untersuchung“ erfolgt die Orientierung an der herkömmlichen Vorgehensweise. Dieser Prozess kann vereinfacht in folgende Teilprozessschritte unterteilt werden:

1. Planung der Bodenprobeentnahme, ggf. auf Grundlage eines Beprobungsplanes
 2. eine Mischbodenprobe wird auf dem Acker gesammelt und die Probe wird in das Labor verfrachtet,
 3. u. 4. physikalische und chemische Probenaufbereitung,
 5. anschließend erfolgt die Analyse,
 6. Ergebnisdokumentation und
 7. die Ergebnisübermittlung an den Landwirt.
- (s. Abb. 3)

Diese Prozessschritte sind nach den technischen Gegebenheiten des mobilen Feldlabors zu adaptieren und zu modifizieren. Es

sind vorbereitende Prozessschritte notwendig, z.B. die Planung von Beprobungslinien. Der eigentliche Prozess der Bodenprobenentnahme und -untersuchung findet auf dem Acker statt. Abschließend werden die Ergebnisse an eine externe Datenplattform übermittelt und stehen dem Landwirt zur Verfügung und können für weitere Auswertungen verwendet werden (s. Abb. 4).

Vorteile des mobilen Feldlabors „soil2data“

Die Vorteile sind zum Einen, dass die Bodenanalyse direkt auf dem Feld erfolgt. Damit ist kein Bodenmaterialtransport zu einem Labor nötig, und es besteht dort kein „Entsorgungsbedarf“ für das Bodenmaterial. Weiter steht das Analyseergebnis schnell zur Verfügung. Dies eröffnet die Möglichkeit, den derzeitigen Nährstoffstatus für anschließende geplante Düngemaßnahmen, z.B. im Frühjahr zu berücksichtigen.

Zum Anderen ist das zukünftige Potential des mobilen Feldlabors in einem sehr flexiblen Messeinsatz begründet. So bietet ein mobiles Feldlabor die Perspektive die Beprobungsdichte zu erhöhen, von der Messung einer Mischbodenprobe hin zur Messung eines einzelnen Einstiches. Damit eröffnet sich die Option eine Fläche in Kleinstflächen zu unterteilen. Weiter können Übergangsbereiche zwischen Teilflächen oder Kleinstflächen sehr dicht beprobt werden, um eine Grenze zwischen Teilflächen relativ genau zu beschreiben. Eine Wiederholung der Messung, z.B. jährlich bis wöchentlich oder sogar täglich ermöglicht eine Darstellung der Nährstoffdynamik über Zeitreihen.

Ein weiterer innovativer Ansatz ist die dynamische Anpassung der Bodenbeprobung. Hiermit ist eine Anpassung der Beprobungslinie während der Beprobung gemeint. Wird z.B. während der Beprobung erkannt, dass die momentan bearbeitete Messreihe einer Beprobungslinie stark schwankende Messergebnisse aufweist, so besteht zukünftig die Perspektive diese Beprobungslinie neu aufzuteilen oder die einzelnen Ergebnisse anhand der GPS-Positionen neu zu sortieren. Dieses setzt allerdings voraus, dass jeder einzelne Einstich analysiert wird. Gleichmaßen besteht die Option, aktuelle Messergebnisse mit vorliegenden Messresultaten zu

vergleichen, um ggf. bei starken Abweichungen die Beprobung zu wiederholen oder den Bereich mit Hilfe einer neu generierten Beprobungslinie ein weiteres Mal zu beproben.

Insbesondere bei einer hohen Beprobungsdichte, bei kurzen Beprobungs-Zeitintervallen oder der dynamischen Anpassung der Bodenbeprobung bietet es sich an, das mobile Feldlabor in Kombination mit einem autonomen Trägerfahrzeug einzusetzen. Bei diesen beschriebenen Einsatzkonstellationen ist die wirtschaftliche Einsatzwürdigkeit von autonomen Fahrzeugen im Vergleich zu personen gebundenen Fahrzeugen höher (Scholz, 2016; Scholz, 2015).

Hauptkomponente „ISFET-Sensormodul“

Zur Analyse der Bodenextraktion wird ein NUTRI-STAT ISFET-Sensormodul (Lab on a chip) eingesetzt. Es weist eine äußerst kompakte Bauweise auf (s. Abb. 5). Das ISFET-Sensormodul wurde speziell für die Bodennährstoff-Analytik entworfen. Für das soil2data-Projekt ist die Phosphormessung weiterentwickelt worden.

Das NUTRI-STAT ISFET-Sensormodul erfasst:

- H_2PO_4^-
- K^+
- NO_3^- und
- pH-Wert sowie
- Temperatur und EC-Wert in einer wässrigen Messlösung.

Fazit

Ein mobiles Feldlabor eröffnet das Potential sehr flexible und dynamische Messungen direkt auf dem Feld durchzuführen. Die Vorteile sind neben einer schnellen Analyseergebnisse-Verfügbarkeit, auch die erweiterten Anwendungsbereiche. Dieses sind z.B. die Beprobung von Kleinstflächen, die Wiederho-

lung der Messung in relativen kurzen Zeiträumen oder eine dynamische Anpassung der Bodenbeprobung.

Das NUTRI-STAT ISFET-Sensormodul wird als eine Schlüsselkomponente angesehen. Es wurde speziell für die Bodennährstoff-Analytik entworfen und für das Projekt soil2data ist die Phosphormessung weiterentwickelt worden.

Literatur

Hinck, S. und Kielhorn, A. (2011): Entscheidungsunterstützung – können Daten und Informationstechnik helfen?. In: LAND-TECHNIK für Profis 2011, Tagungsband, S. 103 – 114, Hrsg.: VDI Wissensforum GmbH, Düsseldorf.

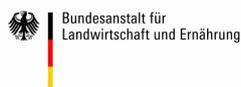
Scholz, C., Ferhadbegovic, B., Hinck, S., Litfin, T., Ruckelshausen, A. (2016): Modellbasierte Wirtschaftlichkeitsanalyse zur Bestimmung von Bodenparametern durch die Verwendung des autonomen Feldroboters BoniRob, S. 185 – 188, in Proceedings der 36. Jahrestagung der GIL vom 22. - 23.02.2016 in Osnabrück, Hrsg.: A. Ruckelshausen, A. Meyer-Aurich, T. Rath, G. Recke & B. Theuvsen, Gesellschaft für Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft

Scholz, Christian (2015): Wirtschaftlichkeitsanalyse zur Feldroboterbasierten-Bodenparameter-Bestimmung. Hochschule Osnabrück, Masterthesis.

Wagner, P. und Marz, M. (2017): Precision Farming - Langzeitversuche mit Grunddüngungsstrategien, S. 157 – 160, in Proceedings der 37. Jahrestagung der GIL vom 06. - 07.03.2017 in Dresden, Hrsg.: Arno Ruckelshausen, Andreas Meyer-Aurich, Wolfgang Lentz, Brigitte Theuvsen, Gesellschaft für Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft

Die Förderung des Vorhabens „soil2data“ erfolgt aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) aufgrund eines Beschlusses des deutschen Bundestages. Die Projektträgerschaft erfolgt über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) im Rahmen des Programms zur Innovationsförderung.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Mobiles Feldlabor mit Probennehmer und Sensorik

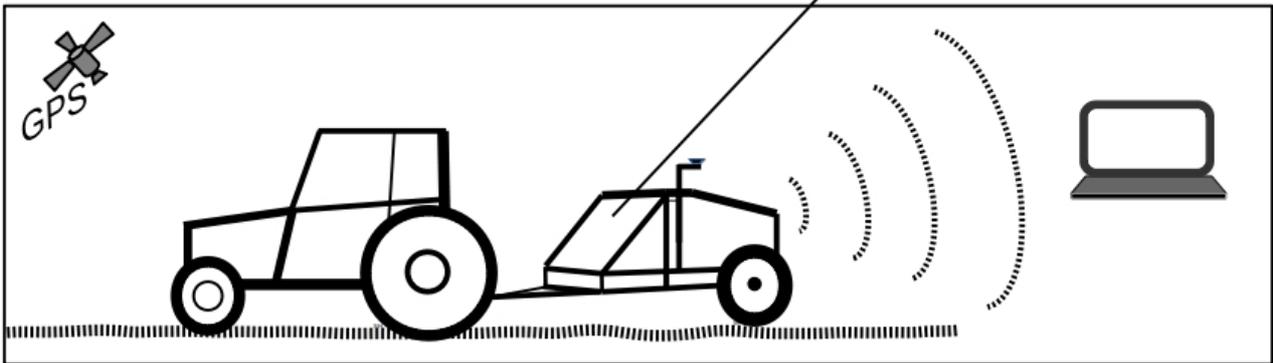
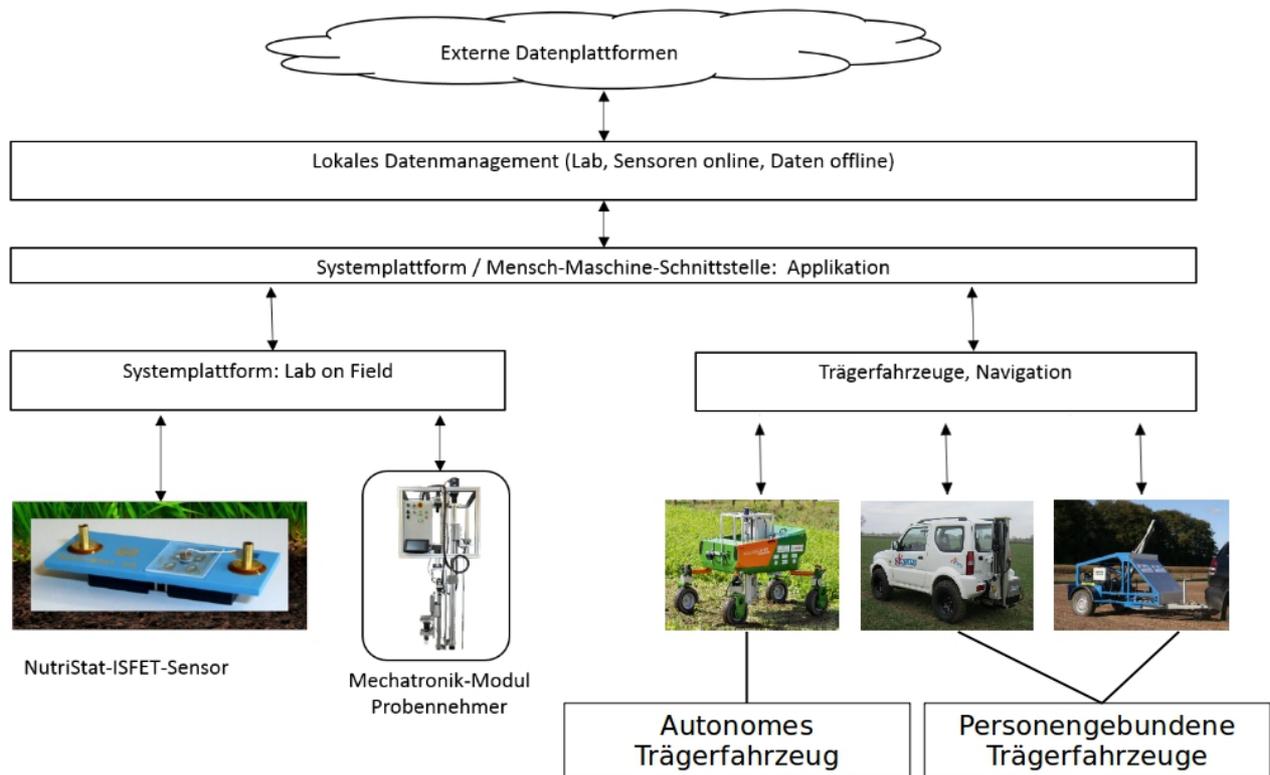


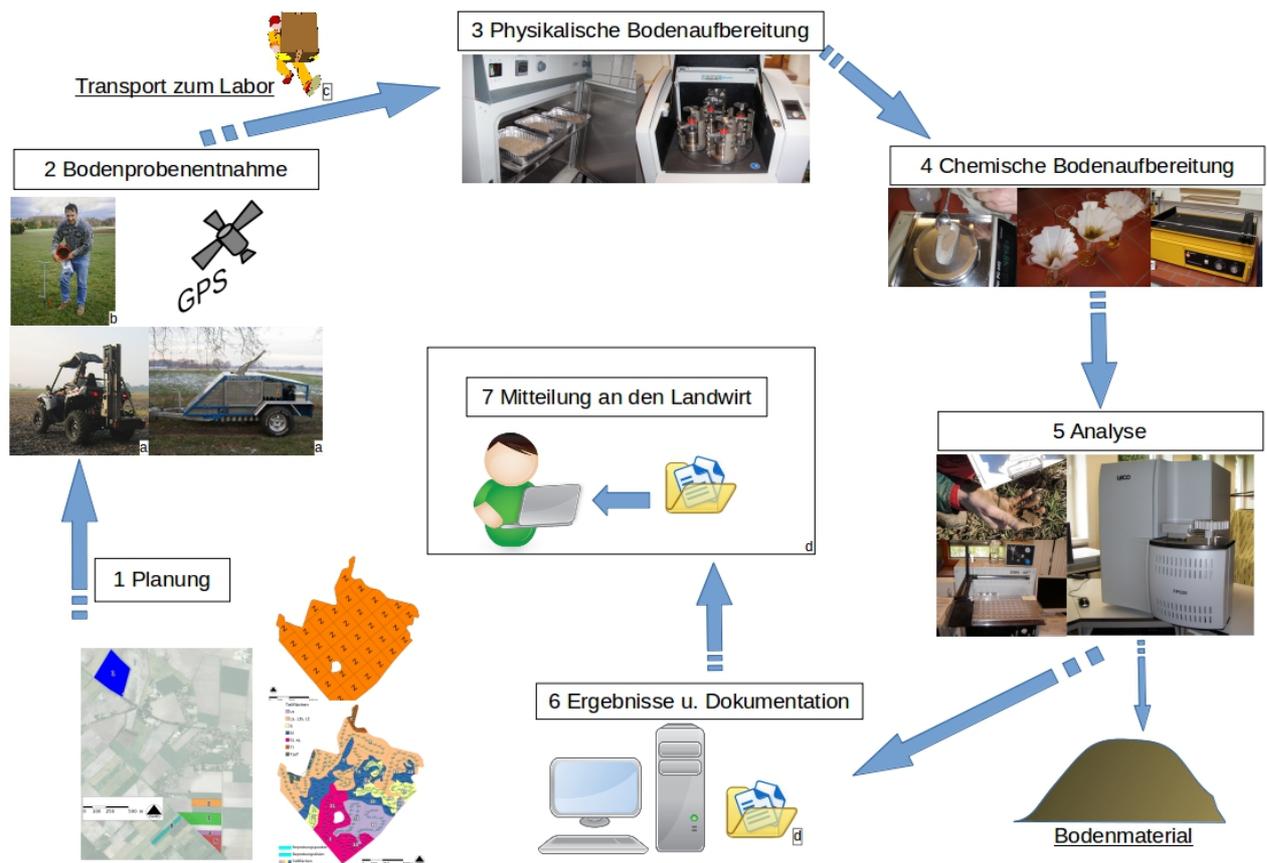
Abb. 1: Skizzierte Anwendung des mobilen Feldlabors

Gesamtkonzept:



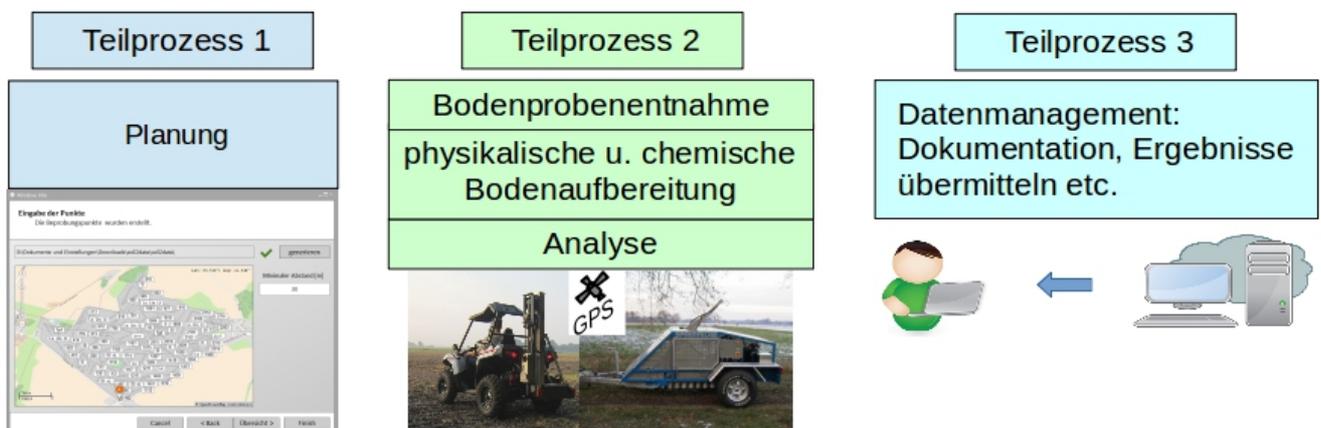
(Bildquellen: Bodenprobetechnik Nietfeld GmbH (<http://www.bodenprobetechnik.de>) und Hochschule Osnabrück)

Abb. 2: Gesamtkonzept für ein mobiles Feldlabor



(Bildquellen: a) Bodenprobetechnik Nietfeld GmbH (<http://www.bodenprobetechnik.de>); b) Dr. Eugen Lehle (wikipedia.de); c) francesco_rollandin (openclipart.org); d) Clipart OpenOffice und eigene Abbildungen)

Abb. 3: Vereinfachter Prozessablauf der herkömmlichen Bodenprobeentnahme und -untersuchung als Konzeptgrundlage für ein mobiles Feldlabor



(Bildquellen: iotec GmbH; Bodenprobetechnik Nietfeld GmbH (<http://www.bodenprobetechnik.de>) und Clipart OpenOffice)

Abb. 4: Simplifizierter Prozessablauf des mobilen Feldlabors



(Bildquelle: Hochschule Osnabrück)

Abb. 5: NUTRI-STAT ISFET-Sensormodul im Größenvergleich mit einer 1 Cent-Münze, Maße des ISFET-Sensormoduls mit Stecksocket (B x T x H): 33 x 17 x 10 mm