

Datenfluss bei der Applikation der Bodenbeprobung mit dem mobilen Feldlabor „soil2data“

Vadim Riedel¹, Andreas Möller², Matthias Terhaag³, Thomas Meyer³, Daniel Mentrup⁴, Hendrik Kerksen⁴, Elena Najdenko⁵, Frank Lorenz⁵, Tino Mosler⁶, Heinrich Tesch⁶, Walter Peters⁷, Stefan Hinck¹ und Arno Ruckelshausen¹

Abstract: Die Digitalisierung des Bodenbeprobungsverfahrens mit einer automatisierten Generierung einer Düngeempfehlung auf Grundlage der analysierten Bodennährstoffgehalte – direkt nach Beendigung der Bodenbeprobung auf dem Acker – ist ein übergeordnetes Ziel bei der Nutzung des mobilen Feldlabors „soil2data“. Neben den Bodennährstoffanalyse-Ergebnissen sind für die Umsetzung einer automatisierten generierten Düngeempfehlung weitere Informationen notwendig. Die Quellen dieser Informationen haben einen unterschiedlichen Ursprung. Es sind Daten aus verschiedenen Quellen vom Bewirtschafter, von Dienstleistern und vom mobilen Feldlabor, welche miteinander verknüpft und synchronisiert werden müssen. Für einen automatisierten Prozessablauf zur Generierung einer Düngeempfehlung ist die Datenorganisation eine essenzielle Voraussetzung. Die Grundlage der Empfehlung sind die Tabellenwerke der offiziellen Düngeempfehlung, die bei den für die Düngung zuständigen Behörden der Bundesländer vorliegen. In dieser Publikation werden die notwendigen Daten und der Prozessdatenfluss für die Bodenbeprobung und Düngeempfehlung-Generierung beschrieben und grafisch dargestellt.

Keywords: mobiles Feldlabor soil2data, Bodennährstoffanalyse, Digitalisierung Bodenbeprobung, automatisch generierte Düngeempfehlung, Prozessdaten

1 Einleitung

Für ein optimiertes und effektives Düngemanagement im Pflanzenbau sind Informationen über den – teilflächenspezifischen – Bodennährstoffstatus eine wichtige Berechnungsgröße, neben weiteren Einflussgrößen wie z. B. das – teilflächenspezifische – Ertragspotenzial [HMK13] oder die Bodenart [LWK22]. Gegenwärtig werden bei der Bodennährstoffanalyse die Bodenbeprobung und Nährstoffanalysen in zwei getrennten Verfahren durchgeführt: 1. Bodenprobenahme auf dem Feld und 2. Analyse im Labor. Von der Beprobung bis zum Vorliegen der Analyseergebnisse können bis zu mehrere Wochen vergehen. Somit liegen die Ergebnisse nicht zeitnah zum Düngezeitpunkt vor. Mit dem mobilen Feldlabor soil2data (Forschungsprojekt „soil2data“) ist die Möglichkeit

1 Hochschule Osnabrück, Postfach 1940, 49009 Osnabrück, v.riedel@hs-osnabrueck.de

2 ADVES GmbH & Co. KG, Eschstraße 23, 49424 Goldenstedt-Lutten, a.moeller@adves.one,

3 ANEDO GmbH, Hülsmeierstraße 35, 49406 Eydelstedt, m.terhaag@anedo.de,

4 iotec GmbH, Albert-Einstein-Straße 30, 49076 Osnabrück, hendrik.kerssen@iotec-gmbh.de,

5 LUFÄ Nord-West, Jägerstraße 23-27, 26121 Oldenburg, frank.lorenz@lufa-nord-west.de,

6 MMM tech support GmbH & Co. KG, Weigandufer 18, 12059 Berlin, tino@mmm-tech.de,

7 Bodenprobetechnik Peters GmbH, Bahnhofstraße 36, 49635 Badbergen, peters@bodenprobetechnik.de,

geschaffen worden, die Bodenproben direkt auf dem Acker zu sammeln, aufzubereiten und zu analysieren [Ts19]. Damit eröffnet sich die Option, das Bodenbeprobungsverfahren zu digitalisieren und eine Düngeempfehlung automatisiert zu generieren. Dieses setzt ein spezifisches Datenmanagement mit definierten Eingangsdaten und Prozessschritten voraus. Im laufenden Projekt „prototypes4soil2data“ wird unter anderem ein Datenmanagement für eine automatisch generierte Düngeempfehlung entwickelt und umgesetzt. Der Aufbau des mobilen Feldlabors aus dem Forschungsprojekt „soil2data“ ist zu einem modularen Aufbau weiterentwickelt worden. Entsprechend sind auch im Datenmanagement die Schnittstellen zwischen den einzelnen Modulen zu implementieren.

Um die Bodennährstoffanalyse direkt auf dem Acker durchführen zu können, ist ein Konzept entwickelt worden [Hi22; Hi18]. Es sind die einzelnen Prozessschritte der beiden Hauptarbeitsprozesse „1. Bodenproben auf dem Acker sammeln“ und „2. Nährstoffanalyse im Labor“ analysiert und in Teilprozessschritte unterteilt worden. Das modular aufgebaute Feldlabor „soil2data“ (s. Abb. 1) besteht aus 5 verschiedenen, aufgaben-spezifisierten Applikationsmodulen (App): app2field, field2soil, app2liquid, liquid2data und data2app [Ri22]. Dabei ist jedes einzelne Modul als eigenständige App in der Lage, die spezifizierte Einzelaufgabe autark zu erfüllen, d.h. jedes Modul kann einzeln unabhängig vom Gesamtaufbau genutzt werden. Allerdings wird die volle Funktionalität durch das Gesamtkonzept erreicht. Für die Umsetzung der automatisierten Düngeempfehlung sind mehrere unterschiedliche Eingangsdaten und Messdaten notwendig. Die Eingangsdaten kommen aus verschiedenen Quellen, z. B. vom Bewirtschafter, von Dienstleistern und vom mobilen Feldlabor, und sind miteinander zu verknüpfen.



Abb. 1: Mobiles Feldlabor „soil2data“

2 Material und Methode

Die Datengrundlage, Datenquellen und Datenströme des mobilen Feldlabors sind für ein gesamtheitliches Datenmanagement analysiert worden. Die Schnittstellen für die einzelnen Module mit deren Eingangs- und Ausgangsgrößen sind zu definieren und im Gesamtsystem zu integrieren. Die erforderlichen Daten für die automatisierte Generierung der Düngeempfehlung sind zu definieren, zu verknüpfen und ggf. im Prozessablauf zu synchronisieren. Erforderlich sind folgende Daten: Flächeninformationen (Name, Lage etc.), ggf. Teilflächen, Bodenart, Humusgehalt, Bodenfeuchte, angebaute Kultur und Ertragsersparnis sowie die Analyseergebnisse des Bodens. Es ist ein Softwaremodul notwendig, um die zuvor kurz skizzierten Aufgaben eines Datenmanagements im Gesamtsystem auszuführen. Dieses Modul übernimmt das Datenmanagement mit Schnittstellen für externe und interne Datenflüsse. Des Weiteren gilt es ebenso externe und interne Daten zu verknüpfen und zu synchronisieren.

3 Ergebnisse und Diskussion

Abbildung 2 zeigt den Datenfluss bei der Applikation der Bodenbeprobung mit dem mobilen Feldlabor „soil2data“. Das Modul data2app mit der Komponente „data hub“ ist konzipiert für das spezifische Datenmanagement des mobilen Feldlabors „soil2data“. Es können externe Bewirtschaftungsdaten als Eingangsdaten in den Prozess integriert und für die entsprechenden Teilprozessschritte bereitgestellt werden. Für die Generierung der Düngeempfehlung werden externe Informationen über die Flächen, ggf. Teilflächen, Bodenart, Humusgehalt, Bodenfeuchte, angebaute Kultur und Ertragsersparnis benötigt.

Die Flächenangaben sind notwendig, um die Analyseergebnisse und die Düngeempfehlungen Flächen oder Teilflächen zuordnen zu können. Die Angaben über Bodenart, Humusgehalt, angebaute Kultur und Ertragsersparnis sind notwendige Daten für die Erstellung der Düngerempfehlung, da die Düngemenge eine Abhängigkeit zu diesen Kriterien aufweist. Diese Informationen werden im weiteren Prozessablauf mit den vom mobilen Feldlabor erhobenen Analyseergebnissen verknüpft. Die Datengrundlage für eine Düngeempfehlung stellt der Projektpartner LUFA Nord-West mit der LUFA-Plattform (<https://kundenportal.lufa-nord-west.de/>) bereit. Ein Datenabruf zur Bewertung der vorliegenden Analyseergebnissen mit den dazugehörigen Informationen wird vorgenommen. Als Ergebnis sendet die LUFA-Plattform die Düngeempfehlung an das Modul „data2app“ bzw. über den „data hub“ an die/den LandwirtIn mit den Analyseergebnissen zurück. Im Rahmen des laufenden Projekts erfolgt die Anbindung an die LUFA-Plattform, darüber hinaus besteht die Möglichkeit, weitere externe Datenquellen bzw. Plattformen an die data2app mit dem data hub anzubinden.

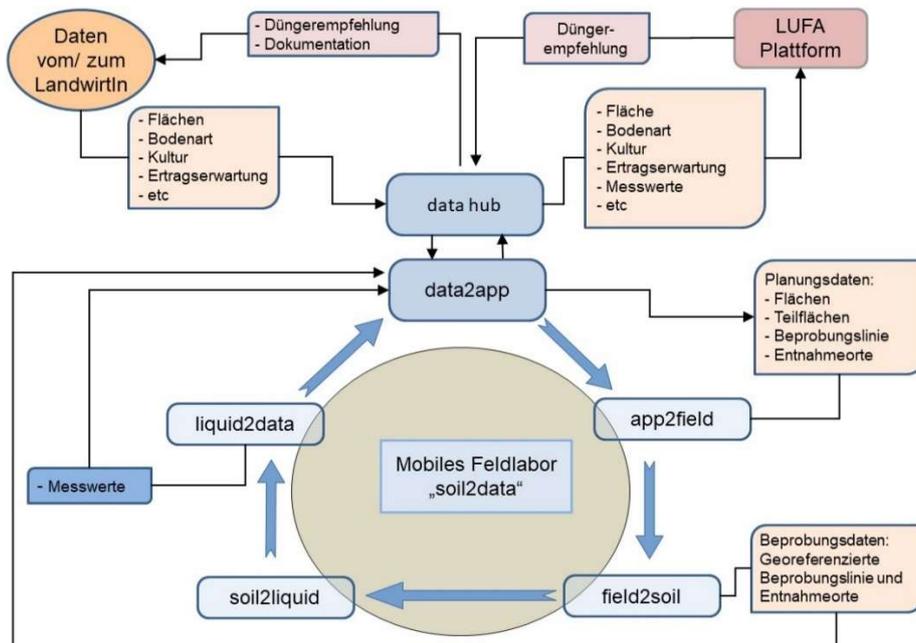


Abb. 2: Datenflussmodell bei der Nutzung des mobilen Feldlabor „soil2data“, der untere Kreis symbolisiert das mobile Feldlabor mit den 4 Apps mit dem Datenfluss während der Bodenbehebung, im oberen Bildbereich wird der Datenfluss der externen Daten zum Feldlabor, der Datenfluss vom Feldlabor zur LUFA-Plattform und der Datenfluss von der LUFA-Plattform zum Landwirt über die data2app mit dem data hub skizziert

Für den Arbeitsprozessablauf Bodenbehebung und Analyse werden unterschiedliche Informationen für die eigentliche Durchführung der Bodenbehebung benötigt. Es werden unter anderem Planungsdaten für die eigentliche Bodenbehebung über die zu beprobenden Flächen und ggf. über eine Unterteilung in Teilflächen sowie über das Vorliegen von Beprobungslinien und Entnahmeorte benötigt. Die Planungsdaten werden an das mobile Feldlabor gesendet und für die Nutzung mit Hilfe des Moduls „app2field“ visuell bereitgestellt. Diese flächenbezogenen Informationen helfen dem/der FahrerIn sich räumlich zu orientieren, z. B. zur visuellen Navigation zur Fläche sowie während der Behebung als Orientierung innerhalb der Fläche. Bei der Behebung werden die Entnahmeorte während der Bodenprobenmaterialentnahme georeferenziert von dem Modul „field2soil“ in Kombination mit dem Modul „app2field“ gespeichert. Ebenso wird die Behebungsspur vom ersten bis letzten Entnahmeort einer Mischbodenprobe aufgezeichnet und gespeichert. Beide Informationen – Entnahmeorte und gefahrene Behebungsspur – stehen für eine spätere Dokumentation und zukünftige Weiternutzung zur Verfügung.

Nach Beendigung des Sammelns des Bodenprobenmaterials wird das Bodenmaterial an das Modul „soil2liquid“ für die Bodenaufbereitung weitergeleitet. Für ein korrektes Mischungsverhältnis von Extraktionsmenge und Bodenprobenmenge muss die Menge an Bodenprobenmaterial bekannt sein. Anhand der Anzahl der durchgeführten Einstiche kann eine Ableitung des vorliegenden Bodenprobenmaterials vorgenommen werden. Die getätigte Einstichanzahl wird vom Modul „field2soil“ an das Modul „soil2liquid“ übermittelt.

Die Bodenaufbereitung ist an den LUFA-Standard zur Bodenaufbereitung angelehnt und erfolgt zweistufig. Nach jeweils der ersten bzw. zweiten Aufbereitungsphase erfolgt die Übergabe der Bodensuspension mit der Information erste bzw. zweite Aufbereitungsstufe an das Modul „liquid2data“. Nach Beendigung der zweiten Aufbereitungsphase bzw. der Analyse dieser Suspension werden die Analyseergebnisse vom Modul „liquid2data“ an das Modul „data2app“ übermittelt. Für den Arbeitsprozessablauf Bodenbeprobung und Analyse ist die aktuelle Beprobung beendet und eine neue Beprobung kann starten.

Die erhobenen Bodenanalyseergebnisse werden – wie oben erwähnt – mit den zusätzlichen Informationen verknüpft und an die LUFA-Plattform für die Generierung der Düngeempfehlung gesendet. Neben der Düngeempfehlung und den Analyseergebnissen erhält der/die LandwirtIn eine Dokumentation über die Beprobung. Ebenso werden die Beprobungsspur mit den Entnahmeorten gespeichert und können für Dokumentationszwecke sowie für zukünftige Bodenbeprobungen oder Wiederholungsmessungen genutzt werden.

4 Zusammenfassung

Das mobile Feldlabor „soil2data“ kombiniert die Arbeitsprozesse „Bodenbeprobung“ und „Bodenanalyse“ auf dem Acker. Die volle Funktionalität des mobilen Feldlabors wird durch Kombination aller Module erreicht. Doch kann jedes Modul als eigenständiges Modul unabhängig vom Gesamtaufbau genutzt werden. Im Vergleich zu anderen bestehenden Systemen zur Nährstoffanalyse auf dem Feld [Hi22; Hi18] bietet das mobile Feldlabor insbesondere durch die Generierung der Düngeempfehlung einen deutlichen Mehrwert für die AnwenderInnen.

Es wird eine Bodenprobe gesammelt und direkt auf dem Acker analysiert. Die Analyseergebnisse werden mit Hilfe des Moduls „data2app“ mit dem „data hub“ zur LUFA-Plattform gesendet und der Boden verbleibt auf dem Acker. Unmittelbar nach dem Ende der Beprobung wird automatisiert eine Düngeempfehlung generiert. Der Prozess „Bodenbeprobung“ wird mit der Anwendung des mobilen Feldlabors „soil2data“ digitalisiert. Die automatisch generierte Düngeempfehlung und die Analyseergebnisse lassen sich in nachfolgende Arbeitsprozesse integrieren. Mit der Nutzung des mobilen Feldlabors ergeben sich weitere neue Anwendungsoptionen, z. B. die Verifizierung der aktuellen Analyseergebnisse mit vorliegenden Ergebnissen und ggf. eine sofortige Wiederholung der Beprobung bei unklaren Ergebnissen. Weiter eröffnet das mobile

Feldlabor das Potenzial, sehr flexible und dynamische Messungen durchzuführen, z. B. die Beprobungsdichte aufgrund von aktuellen Ergebnissen zu erhöhen.

Förderhinweis: Das Projekt prototypes4soil2data wird vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) und der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) gefördert.

Literaturverzeichnis

- [Hi22] Hinck, S., Möller, A., Terhaag, M., Mentrup, D., Kerksen, H., Najdenko, E., Lorenz, F., Mosler, T., Tesch, H., Peters, W., Nietfeld, W., Riedel, V., Ruckelshausen, A.: Analyse-to-go on the field: prototypes4soil2data. Präsentation auf dem 22nd World Congress of Soil Science (WCSS 2022), Glasgow, Schottland, im Druck, 2022.
- [Hi18] Hinck, S., Möller, A., Mentrup, D., Najdenko, E., Lorenz, F., Mosler, T., Tesch, H., Nietfeld, W., Scholz, C., Tsukor, V., Ruckelshausen, A.: soil2data: Concept for a mobile field laboratory for nutrient analysis. Proceedings of the 14th ICPA (unpaginated cd-rom). Montreal, Canada, 2018.
- [HMK13] Hinck, S., Mueller, K., Emeis, N.: Part Field Management: Comparison of EC-value, soil texture, nutrient content and biomass in two selected fields. In Proceedings of the 3rd Global Workshop on Proximal Soil Sensing, Potsdam, "Bornimer Agrartechnische Berichte", Heft 82, S. 270-277, 2013.
- [LWK22] Düngeempfehlung Grundnährstoffe der Landwirtschaftskammer Niedersachsen, <https://www.lwk-niedersachsen.de/services/download.cfm?file=22858>, letzter Aufruf: 27.10.2022.
- [Ri22] Riedel, V., Möller, A., Terhaag, M., Mentrup, D., Kerksen, H., Najdenko, E., Lorenz, F., Mosler, T., Tesch, H., Peters, W., Nietfeld, W., Hinck, S., Ruckelshausen, A.: Prototypes4soil2data: Modular designed mobile field laboratory for standardized soil nutrient analysis directly on the field. In Proceedings 20th International Commission of Agricultural and Biosystems Engineering (CIGR 2022), Kyoto, Japan, im Druck, 2022.
- [Ts19] Tsukor, V., Hinck, S., Nietfeld, W., Lorenz, F., Najdenko, E., Möller, A., Mentrup, D., Mosler, T., Ruckelshausen, A.: Automated mobile field laboratory for on-the-go soil-nutrient analysis with the ISFET multi-sensor module. In Proceedings 77th International Conference on Agricultural Engineering (AgEng 2019), VDI-Reports 2361, Düsseldorf, Germany, S. 377-382, 2019.