



Teilflächenspezifische Stickstoffdüngung anhand von Bodenkarten

Merkblattreihe «Mehrwert von Bodeninformationen für die Landwirtschaft»

Ausgangslage

Um die Ertragssicherheit auf landwirtschaftlich genutzten Flächen langfristig zu gewährleisten, müssen die mit der Ernte vom Feld weggeführten Nährstoffe wieder den Böden zugeführt werden. Insbesondere Stickstoff ist für das Pflanzenwachstum wichtig. Im besten Fall wird die Menge an Stickstoff gedüngt, die von den Pflanzen für ein optimales Wachstum benötigt wird. Zu geringe Düngermengen können zu unnötigen Ertragseinbußen führen. Zu hohe Düngermengen erzeugen überflüssige Kosten und verschärfen die Gefahr für eine Verlagerung von Stickstoff in die Oberflächengewässer oder ins Grundwasser, was zu ökologischen Problemen führen kann.

In der Realität sind die Wachstumsbedingungen auf landwirtschaftlichen Flächen nicht einheitlich. Selbst innerhalb von Ackerparzellen können die Bedingungen erheblich variieren, die Pflanzen wachsen unterschiedlich und nehmen auch unterschiedliche Mengen an Stickstoff auf. Um die Stickstoffdüngung zu optimieren, sollten diese kleinräumigen Unterschiede innerhalb von Parzellen berücksichtigt werden.

Eine gezielte Düngung verschiedener Bereiche innerhalb von Parzellen kann mit einer teilflächenspezifischen Düngung erfolgen. Dabei werden vorab Applikationskarten erstellt, in denen die spezifischen Düngermengen für jede Teilfläche festgehalten sind. Es gibt verschiedene Möglichkeiten zur Bestimmung dieser Düngermengen. Wenn Ertragskartierungen vorliegen und damit die räumliche Verteilung der Ernterträge bekannt ist, lässt sich daraus der Stickstoffverbrauch abschätzen und die Düngermenge anpassen.

Bodenkarten mit einer hohen Auflösung stellen ebenfalls wertvolle Grundlagen dar. Sie weisen bodenbezogene Faktoren aus, die die Stickstoffverfügbarkeit beeinflussen. Aus Bodenkarten können spezifische Themenkarten erstellt werden, die eine gezielte Anpassung der Düngung für Teilflächen ermöglichen. Solche Karten liegen in der Schweiz bisher nicht flächendeckend vor, es existieren allerdings Projekte, in denen hochaufgelöste Bodenkarten mit kosteneffizienten Methoden erstellt werden.

Im Folgenden zeigen wir anhand eines Fallbeispiels, wie eine Applikationskarte zur Optimierung der Stickstoffdüngung innerhalb von Parzelle mit Hilfe hochaufgelöster Bodenkarten erstellt werden kann.



Wie kann man die Stickstoffdüngung innerhalb von Parzellen optimieren?

Fallbeispiel

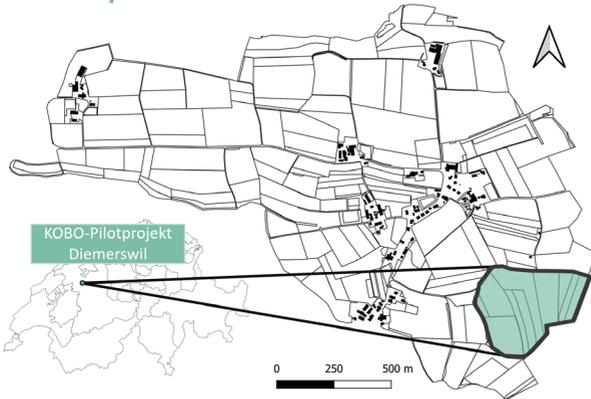


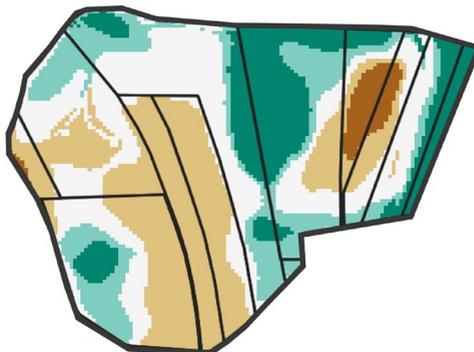
Abbildung 1: Das Kompetenzzentrum Boden (KOBO) hat in der Region Diemerswil im Kanton Bern ein Pilotprojekt durchgeführt. Auf insgesamt etwa 185 ha vorwiegend landwirtschaftlich genutzten Böden wurden Methoden zur Bodenkartierung getestet sowie Boden- und Themenkarten in einer Auflösung von 4x4 m erstellt. Für das Fallbeispiel wurde ein kleines Gebiet (grün markiert) innerhalb des Projektperimeters ausgewählt. Weitere Informationen zu dem Pilotprojekt und der Erstellung der Bodenkarten sind in Petter et al. (2025) verfügbar.

In diesem fiktiven Fallbeispiel möchte eine Landwirtin in der Region Diemerswil (BE) ihre Stickstoffdüngung optimieren und dabei Unterschiede innerhalb ihrer Parzellen berücksichtigen (Abb. 1). Sie hat ihren Düngerstreuer umgerüstet und ist in der Lage, die Düngermenge automatisch anhand von Applikationskarten zu steuern.

Mit der Nmin-Methode und der Methode der korrigierten Norm liegen ihr für die Schweiz zwei Methoden zur standortangepassten Düngedarfsermittlung vor, die als gleich leistungsfähig eingestuft werden (Sinaj et al. 2017). Die Nmin-Methode beruht auf der Messung des aktuell im Boden vorhandenen mineralischen Stickstoffs und berechnet daraus die erforderliche Düngermenge. Bei der Methode der korrigierten Norm handelt es sich um eine Schätzmethode, in der eine Referenzdüngermenge aufgrund von Boden-, Klima- und Anbaubedingungen korrigiert wird.

Die Klima- und Anbaubedingungen sind der Landwirtin gut bekannt, zusätzlich liegen ihr hochaufgelöste Bodenkarten vor, die Unterschiede auch innerhalb von Parzellen abbilden. Diese Karten stammen aus einem in der Region durchgeführten Kartierprojekt (Abb. 1). Sie entscheidet sich daher für die Methode der korrigierten Norm.

Bei dieser Methode wird zunächst die Referenzmenge an Stickstoff (=Düngernorm), die für alle wichtigen Ackerkulturen verfügbar ist, aus einer Tabelle abgelesen. Die Düngernorm entspricht der Menge, die in einer Standardsituation auf einem normal mit Stickstoff versorgten Boden aufgebracht werden muss, um den in der Schweiz durchschnittlich zu erwartenden Ertrag zu erreichen (Sinaj et al. 2017). Bei Abweichungen von der Standardsituation wird die Norm nach oben oder unten korrigiert. Dabei werden sieben Korrekturfaktoren angewendet.



Korrekturfaktor Boden
abhängig vom Ton- und Humusgehalt
(in kg N/ha)

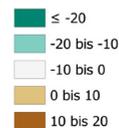


Abbildung 2: Darstellung des Korrekturfaktors Boden der Methode der korrigierten Norm auf den Parzellen des Fallbeispiels.

Diese berücksichtigen einen höheren oder niedrigeren angestrebten **Ertrag**, den Einfluss der **Vorfrucht** und ihrer Einarbeitung in den Boden, den vorab mit **organischen Düngern** ausgebrachten Stickstoff, den Einfluss von wiederholtem **Hacken** auf die Mineralisierung der organischen Substanz (OS), den Effekt von **Regen** auf Stickstoffverluste durch Auswaschung während Winter und Frühling, die Auswirkungen der **Witterung im Frühling** auf die Mineralisierung der OS, sowie den Einfluss des **Humus- und Tongehalts des Bodens** auf die Mineralisierung der OS.

Den Einfluss der ersten sechs Faktoren kann die Landwirtin für ihr Gebiet bzw. ihre einzelnen Parzellen problemlos bestimmen und die entsprechenden Korrekturfaktoren anhand von Tabellen ablesen (Sinaj et al. 2017). Den Einfluss des Bodens kann sie über eine hochaufgelöste Themenkarte aus der Bodenkartierung ermitteln, in der die bodenbedingten Korrekturfaktoren dargestellt sind (Abb. 2, für mehr Details siehe Petter et al. 2025).

Die zur Erstellung der Karte verwendete Methode beurteilt die potenzielle Nachlieferung von Stickstoff aus der organischen Substanz des Bodens und berücksichtigt dabei die Auswirkungen von Tongehalt und OS auf die Mineralisierung. Stick-

stoff ist im Boden in verschiedenen Formen vorhanden. Je nach Form ist er mehr oder weniger pflanzenverfügbar. Die Tonteilchen im Boden können Stickstoff in Form von Ammonium (NH_4^+) austauschbar binden und damit pflanzenverfügbar speichern. Ausserdem stabilisiert der Tonanteil den Humus, wodurch der Humusabbau gehemmt wird. Verschiedene Bodenprozesse tragen dazu bei, dass organisch gebundener Stickstoff zu Nitrat (NO_3^-) mineralisiert und damit ebenfalls pflanzenverfügbar wird. Diese Prozesse im Boden hängen von verschiedenen Faktoren ab, die stark vom Gehalt der OS im Boden beeinflusst werden.

Der Karte ist zu entnehmen, dass die empfohlenen Korrekturmengen in dem Gebiet auch innerhalb von Parzellen variieren (Abb. 2). In einigen Teilflächen sollte die Düngermenge um mehr als 20 kg/ha vermindert, in anderen um bis zu 20 kg/ha erhöht werden. Bei einer gleichmässigen Düngung mit der Düngungsnorm würden die Parzellen teilweise über- oder unterdüngt werden. Eine teilflächenspezifische Anwendung erscheint hier dementsprechend sinnvoll. Die Landwirtin verwendet die Bodenkarte daher als Grundlage für ihre Applikationskarte.

Mehrwert von Bodenkarten

Die teilflächenspezifische Stickstoffdüngung auf Basis von hochaufgelösten Bodenkarten reduziert Verluste von Düngemitteln, da die Dosierung an die spezifischen Bodeneigenschaften und Kulturbedürfnisse der einzelnen Teilflächen angepasst wird. Dies trägt nicht nur zur Kostenreduktion bei, sondern minimiert auch die Auswirkungen auf die Umwelt durch Stickstoffverluste, insbesondere in Bezug auf die Grundwasserbelastung oder atmosphärische Verluste. Gleichzeitig werden die ertragsstarken Flächen gefördert und damit die

Stickstoffverwertung verbessert. Die präzise Dosierung trägt dazu bei, dass der Stickstoff dort verfügbar ist, wo er benötigt wird, was die gleichmässige Reifung der Pflanzen unterstützt. Dabei reduzieren sich in der Regel ebenfalls Ernteverluste und es kommt allenfalls zu niedrigeren Trocknungskosten. Die Homogenisierung des Ernteguts trägt zur Steigerung der Effizienz und Wirtschaftlichkeit bei.

Teilflächenspezifische
Stickstoffdüngung

Vermeidung von Über-
und Underdüngung

Steigerung der Effizienz
und Wirtschaftlichkeit

Blick über den Tellerrand

– Kosten der teilflächenspezifischen Düngung

Die teilflächenspezifische Düngung erfordert zusätzliche Investitionen, z.B. für Instrumente, Maschinen oder Software. Es existieren verschiedene Lösungen, die eine vollautomatisierte, GPS-gesteuerte Düngung ermöglichen. Für kleinere Betriebe können diese Lösungen unwirtschaftlich sein. Daneben gibt es aber manuelle oder halbautomatisierte Lösungen, die einen Teil des Düngeprozesses anpassen und so eine teilflächenspezifische Düngung unterstützen. Hier existieren bereits kostengünstige Lösungen für kleinere Betriebe.

– Grundlagenkarten

Weitere Karten können als Grundlage für die räumliche Anpassung der Stickstoffdüngung verwendet werden. Dazu gehören beispielsweise Fernerkundungskarten (Satellitenkarten) oder Ertragskarten, aus denen sich Informationen zur

Stickstoffverteilung im Boden oder zum Zustand und Wachstum der Kulturen ableiten lassen. Im optimalen Fall werden Informationen aus verschiedenen Karten zu einer Applikationskarte kombiniert.

– Anwendungsmöglichkeiten der Bodenkarten

Neben der hier präsentierten Methode wird seitens Agroscope die Nmin-Methode in der Schweiz empfohlen. Bei dieser Methode wird der im Boden vorhandene, leicht pflanzenverfügbare Stickstoff (Nmin) vor der Düngung gemessen und als Basis für die teilflächenspezifische Düngung verwendet. Die Nmin-Werte können allerdings ebenfalls erheblich innerhalb einer Parzelle variieren. Mit einer auf Bodeninformationen gestützten Beprobung lassen sich aussagekräftigere Karten erzeugen. Weitere Informationen dazu sind in einem separaten Merkblatt zu finden (Kellermann et al. 2025).

Literaturverzeichnis

- Kellermann L, Burgos S, Liebisch F, Tanner S. (2025). Mehrwert von Bodeninformationen für die Landwirtschaft. Merkblatt «Bodenkarten für die Erstellung von Mischproben innerhalb des Ökologischen Leistungsnachweises», Herausgeberin: BFH-HAFL, CH-3052 Zollikofen, verfügbar unter www.bfh.ch/hafl/boden
- Petter G, Greiner L, Schorro A., Kellermann L, Liebisch F. (2025). Mehrwert von Bodeninformationen für die Landwirtschaft: Einführung in die Merkblattreihe. KOBO-Merkblatt. BFH-HAFL, CH-3052 Zollikofen-Bern, verfügbar unter <https://ccsols.ch/de/downloadcenter/>
- Sinaj S., Charles R., Baux A., Dupuis B., Hillbrunner J., Levy L., Pellet D., Blanchet G., Jeangros B. (2017). Grundlagen für die Düngung landwirtschaftlicher Kulturen in der Schweiz (GRUD). Kapitel 8 Düngung von Ackerkulturen. Agroscope; Nyon und Zürich, verfügbar unter www.agroscope.admin.ch

Impressum

Autor:innen: Gunnar Petter^a, Lucie Greiner^a, Frank Liebisch^b, Alessia Schorro^a

Erscheinungsjahr: 2025

Herausgeberschaft: ^aKompetenzzentrum Boden (KOBO), ccsols.ch.

Das KOBO arbeitet im Auftrag der drei Bundesämter BAFU (Bundesamt für Umwelt), BLW (Bundesamt für Landwirtschaft) und ARE (Bundesamt für Raumentwicklung) und ist an der Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften (HAFL) der Berner Fachhochschule (BFH) in Zollikofen angesiedelt.

Mitherausgeberschaft: ^bAgroscope, Agrarökologie und Umwelt, Gruppe Gewässerschutz und Stoffflüsse.

Empfohlene Zitierweise: Petter G., Greiner L., Liebisch F., Schorro A. (2025). Mehrwert von Bodeninformationen für die Landwirtschaft: Teilflächenspezifische Stickstoffdüngung anhand von Bodenkarten. KOBO-Merkblatt. BFH-HAFL, CH-3052 Zollikofen-Bern, verfügbar unter <https://ccsols.ch/de/downloadcenter/>

Copyright: Gemäss untenstehendem Creative Commons-Lizenzsymbol ist die nicht-kommerzielle Vervielfältigung erwünscht, jedoch mit Quellenangabe und einem Belegexemplar an den Herausgeber. Die Weitergabe erfolgt nur unter gleichen Lizenzbedingungen.



KOBO
CCSols
CCSuolo

Kompetenzzentrum Boden
Centre de compétences sur les sols
Centro di competenze per il suolo



Berner Fachhochschule
Hochschule für Agrar-, Forst- und
Lebensmittelwissenschaften HAFL



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DEFR
Agroscope