

Zeitschrift: Landtechnik Schweiz
Herausgeber: Landtechnik Schweiz
Band: 77 (2015)
Heft: 1

Artikel: Basis der sensorgestützten mineralischen Düngung
Autor: Hunger, Ruedi
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1082799>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 04.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Ziel der Sensordüngung ist das Ausbringen der optimalen Düngermenge, diese muss nicht mehr – kann auch weniger sein! (Bild: Fritzmeier, Bearbeitung: Hunger)



Basis der sensorgestützten mineralischen Düngung

Als ab Mitte des vergangenen Jahrhunderts leistungsfähigere Düngungstechnik eingesetzt wurde, ging die kleinräumige Anpassung der Düngermenge an die Bodenunterschiede verloren. Erst mit der teilflächenspezifischen Düngung – als Kernbestandteil von «precision farming» – rückte die kleinräumige Anpassung der Düngermenge wieder vermehrt ins Interesse von Wissenschaft und Praxis.

Ruedi Hunger

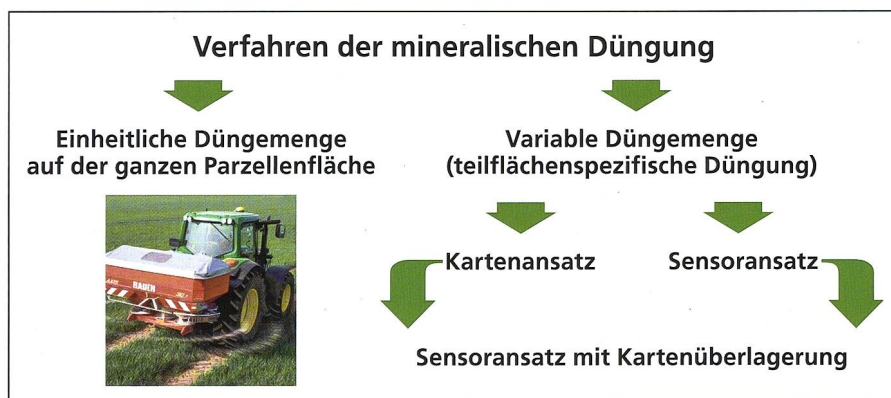
Als noch Handarbeit die Landwirtschaft prägte, kamen vorrangig Dünger aus der Tierhaltung und weniger mineralische Düngemittel zum Einsatz. Die damals zur Verfügung stehende Düngermenge konnte ohne zusätzlichen Aufwand manuell kleinräumig angepasst werden. Als Bemessungsgrundlage dienten auch damals die Bodenverhältnisse und der angestrebte Ertrag.

Heute wird beim Einsatz von Mineraldünger grundsätzlich unterschieden zwischen einheitlicher Düngermenge über die ganze Parzellenfläche und variabler (teilflächenspezifischer) Düngermenge. Wie Grafik 1 zeigt, kann die variable Düngung ihrerseits in den «Kartenansatz», den «Sensoransatz» sowie den «Sensoransatz mit Kartenüberlagerung» unterteilt werden. Obwohl in den Fach-

zeitschriften regelmässig und ausführlich über die variable Düngung berichtet und geschrieben wird, dominiert hinsichtlich der Anwendung weiterhin die schlag-einheitliche Düngung. Die teilflächenspezifische Düngung etabliert sich nur langsam und in kleinen Schritten.

Umsetzung des Kartenansatzes

Bei der Nutzung von Bodendaten stützt sich der «Kartenansatz» auf Bodenkarten, Bodenbeprobung und die elektrische Bodenleitfähigkeit. Auch Messungen der elektrischen Bodenleitfähigkeit dienen der Umsetzung des Kartenansatzes. Schliesslich gibt es von der amerikanischen Firma Veris technologies® ein Gerät zur Messung des pH-Wertes. Entsprechende Geräte wurden in Deutschland zur teilflächenspezifischen Kalkung von Böden bereits eingesetzt. Vom gleichen Lieferanten gibt es ein mobiles Fotospektrometer, mit dem der Kohlenstoffgehalt vor Ort gemessen werden kann. Da insbesondere Ertragskarten oft in aufeinander folgenden Jahren unterschiedliche Er-



Umsetzung des Kartenansatzes.



tragsmuster wiedergeben, erwarten Fachleute bei der kontinuierlichen Messung von Bodendaten wie pH-Wert und Kohlenstoffgehalt eine qualitative Steigerung für den bodengestützten Kartenansatz.

Aufgabe der Düngung

«Nährstoffe werden von den Pflanzen aus dem Boden oder der Luft aufgenommen. Bestimmte Nährstoffmengen werden dem Boden entzogen und verlassen in Form von pflanzlichen oder tierischen Produkten teilweise den Betrieb. Die Hauptaufgabe der Düngung besteht darin, Nährstoffkreisläufe weitgehend zu schliessen und die pflanzliche Produktion zu optimieren, ohne den Nährstoffvorrat des Bodens auszubeuten oder ihn unnötig zu erhöhen.» (Zitat GRUDAF 2009)

Bei der Nutzung von Pflanzendaten werden Ertragskartierungssysteme von Erntemaschinen genutzt. Voraussetzung für einen unverfälschten Einsatz der Ertragskartierung ist die laufende Kalibrierung. Weiter gibt es die Möglichkeit der sensorgestützten Biomassekartierung und schliesslich die Fernerkundung.

Grün, grüner, am grünsten

Pflanzen sind für unser Auge deshalb grün, weil sie den roten und den blauen Wellenlängenbereich des sichtbaren Lichtes stärker absorbieren als den grünen. Stickstoff ist ein wesentlicher Baustein für die Chlorophyll-Pigmente in den Pflanzenzellen, deshalb hängt die Intensität der Farbe Grün von der Stickstoffversorgung ab.



Während für die erste Frühjahrgabe zu wenig Pflanzenmasse vorhanden ist, eignet sich der Sensor für die zweite und die folgenden N-Gaben. (Bild: R. Elmer)

Begriffe

Kartenansatz.

Absätziges Verfahren mit ortsbezogenen Daten von Boden- oder Pflanzenparametern. Positionsbezogene Sollwerte werden mittels Datenträger oder Funk auf den Traktor übertragen und zur Maschinensteuerung abgerufen. Ein Positionssystem ist Voraussetzung.

Sensoransatz.

Sensoren ermöglichen es, aktuelle Boden- und Bestandesinformationen in Echtzeit zu erfassen und mittels Hard- und Softwarekomponenten ohne Zeitverzug in einen Sollwert zu übertragen. Die einfachste Realisierungsform benötigt kein Positionssystem. Für eine nachträgliche Kontrolle der durchgeführten Bewirtschaftungsmassnahmen ist es aber unabdingbar.

Sensoransatz mit Kartenüberlagerung.

Echtzeitsensoren sind mit hinterlegten Informationen aus georeferenzierten Karten verbunden. Die aktuellen Sensordaten können als Korrekturgrösse oder zur Bestätigung der Kartenwerte zur Bestimmung der Applikationsmenge dienen. Umgekehrt können Kartenwerte zur Bestätigung (oder Korrektur) der Echtzeitdaten verwendet werden.

NDVI.

Normalized Difference Vegetation Index: anerkannte internationale Kennzahl, welche den Biomasseaufwuchs beschreibt. NDVI lässt sich berechnen, wenn man die Lichtreflexion von zwei Wellenlängen misst (deutsch: normalisierter differenzierter Vegetationsindex). Eignet sich gut für das Mass der Pflanzenbedeckung einer Fläche, umstritten ist seine Eignung zur Bewertung der Stickstoffversorgung.

REIP.

Red Edge Inflection Point: Wendepunkt der reflektierten Lichtintensität am Übergang vom roten zum nahinfraroten Wellenbereich. Geringe Sortenabhängigkeit, erkennt Unterschiede auch bei guter Stickstoffversorgung.

Fluoreszenz.

Bewusstes Auslösen des Eigenleuchtens von Chlorophyll in der Pflanze durch Bestrahlung mit Licht. Aufgrund der charakteristischen Art und Weise der Reaktion auf Laserlichtbestrahlung des Chlorophylls lassen sich gute Aussagen zur Aktivität und zum Stickstoffgehalt machen. Muss aus Sicherheitsgründen sehr dicht über dem Pflanzenbestand geführt werden (Laser).

FORTSETZUNG DES ARTIKELS AUF SEITE 30

Umsetzung des Sensoransatzes

Beim Echtzeitsensoreinsatz dominieren eindeutig die Pflanzensensoren. Ein marktverfügbarer Bodensensor, der verschiedene Bodenparameter erfassen kann, stammt aus den USA.

Hinsichtlich der eingesetzten Messprinzipien dominiert bei den Pflanzensensoren das optoelektronische Messverfahren. Damit werden bestimmte Eigenschaften bezüglich Reflexionsverhaltens hauptsächlich im roten und nahen Infrarotbereich ermittelt. Für alle hier aufgeführten Sensoren gilt, dass bei keiner Lösung die gesamte Arbeitsbreite eines modernen Düngerstreuers messtechnisch erfasst wird.

Reflexionsoptische Messungen können von der Oberflächenbeschaffenheit des Pflanzenbestandes beeinflusst werden. Von Taubildung oder Regentropfen angefeuchtete Pflanzenoberflächen können das Messergebnis erheblich verfälschen.

Fazit:

Vom grösseren Angebot an technischen Lösungen für die teilflächenspezifische Düngung kann die Landwirtschaft als Folge der gestiegenen Konkurrenz unter den Anbietern profitieren. Eine Anschaffung kostet zwischen 14 000 € (sFr. 17 000.) und 45 000 € (sFr. 54 000.) und benötigt vor dem Kauf gründliche Abklärungen und detaillierte Wirtschaftlichkeitsberechnungen. Nach Möglichkeit ist eine Isobus-Einbindung zu nutzen. ■

Pflanzensensoren für die Echtzeitanwendung.

Einige Systeme sind hier mit Namen und Hersteller aufgeführt.

YARA N-Sensor® (Agri Con)

Auf dem Fahrzeugdach montiert, misst er links und rechts vom Fahrzeug fotospektrometrisch die N-Versorgung in Pflanzenbeständen. Nur bei Tageslicht einsetzbar. Für den Nachteinsatz wurde die Version Yara N-Sensor® ALS entwickelt. Dieser ist mit Xenon-Blitzlampen und Fotodioden ausgerüstet. Laut Agri Con wurden über 800 Stück verkauft.

Crop-Meter (II), (Claas Agrosystems)

Bisher einziger Sensor mit einem mechanischen Messprinzip. Gemessen wird der Auslenkwinkel eines Pendels, der durch den Biege widerstand (Masse) der oberirdischen Pflanzenteile entsteht. Das Messprinzip eignet sich für Gebiete mit Frühjahrstrockenheit, um damit unnötige Düngergaben zu vermeiden.

Crop-Sensor, (Claas Agrosystems)

Basiert auf dem optoelektronischen CropCircle-Sensor von Holland Scientific (USA). Künstliche Lichtquelle. Misst die Reflexionseigenschaften des Pflanzenbestandes und errechnet daraus den NDVI. Zwei kompakte Einzelsensoren, befestigt an zwei schwenkbaren Auslegern, Frontmontage.

CropSpec (Topcon)

Zwei auf dem Fahrzeugdach angebrachte Sensoren verwenden eine aktive Lichtquelle. Die Reflexionseigenschaften des Pflanzenbestandes werden im roten und nahen Infrarotbereich gemessen. Einsatz auch in der Nacht möglich.

MiniVeg N-Sensor (Fritzmeier Umwelttechnik)

Optischer Sensor, der mittels Laser-induzierter Fluoreszenz in zwei Wellenlängen den Chlorophyllgehalt des Pflanzenbestandes misst. Vier Messköpfe messen unmittelbar im Bereich der oberen Fahnenblätter, um daraus die Menge des Stickstoffdüngers bzw. Pflanzenschutzmittel zu ermitteln.

GreenSeeker®, (NtechIndustries USA; Land-Data Eurosoft)

Ein Einzelsensor (x 4) misst auf einer Fläche von 60 x 60 cm den normalisierten differenzierten Vegetationsindex (NDVI). Aktive Lichtquelle. Nachteinsatz möglich. Vier Einzelsensoren werden an einem klappbaren Rahmen über den Bestand geführt. Isobus-Einbindung vorgesehen.

ISARIA (Fritzmeier Umwelttechnik)

Sensorsystem mit zwei Einzelsensoren an schwenkbaren Auslegern. Die Reflexionsintensität des Pflanzenbestandes wird unter Verwendung einer künstlichen Lichtquelle in vier Wellenlängen gemessen. Einsatz nachts und bei schlechten Sichtverhältnissen möglich. Option mit Kartenüberlagerung (Map-Overlay) wird angeboten.



Sensorsysteme erfassen immer nur eine Teilfläche der Arbeitsbreite eines modernen Düngerstreuers. (Bild: Yara)