

Online oder offline auf den Bestand schauen

Grenzen und Potenziale teilflächenspezifischer Mineraldüngung

Eine erfolgreiche Düngestrategie ist essenziell für die Ertrags- und Qualitätsbildung von landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Auf heterogenen Schlägen besteht ein teilflächenspezifischer unterschiedlicher Bedarf an die Nährstoffversorgung. Durch eine einheitliche Düngung können einige Bereiche des Feldes mit Stickstoff unter- und andere überversorgt werden. Die Folge ist eine ineffizientere Ausnutzung der vorhandenen Ressourcen. Besonders in Roten Gebieten kann das Ertrags- und Qualitätseinbußen zur Folge haben – kurzum, es kostet den Landwirt Geld.



Die teilflächenspezifische Mineraldüngung beschäftigt sich im Rahmen des Precision Farming mit der kleinflächig unterschiedlichen Bewirtschaftung innerhalb größerer Schlageinheiten.

Fotos: Poth

Landtechnikhersteller und Startups arbeiten an unterschiedlichen Strategien, um eine bessere Verteilung von Mineraldünger, in Form einer teilflächenspezifischen Bewirtschaftung, vornehmen zu können. Das wirft die berechtigten Fragen auf, ob sich der Einsatz einer solchen Technik lohnt und welche dieser Techniken sich für den Einsatz auf dem eigenen Betrieb eignen.

Zu diesem Thema veranstaltete die TH Bingen, Kooperationspartner im Forschungsprojekt Experimentierfeld (EF SW) im Dezember 2023 einen Online-Informationsabend mit dem Thema „Grenzen und Potenziale der teilflächenspezifischen Mineraldüngung“. Referenten waren Tobias Füge, praktizierender Landwirt aus dem Donnersbergkreis, und Matthias Eichelseder, Experte im Bereich Precision Farming. Neben Prof. Dr. Thomas Rademacher und Prof. Dr. Clemens Wollny, Leiter des Projekts an der TH, nahmen Studierende und Landwirte/Win-

zer aus ganz Rheinland-Pfalz sowie Vertreter der Officialberatung der DLR an der Veranstaltung teil. Das Verbundprojekt hat das Ziel, die Digitalisierung in der Landwirtschaft voranzutreiben.

Selbst kleine Flächen zeigen unterschiedliche Ertragszonen

Die teilflächenspezifische Mineraldüngung wird den Anwendungsmethoden des Precision Farmings zugeordnet. Precision Farming beschäftigt sich mit der kleinflächig unterschiedlichen Bewirtschaftung innerhalb großer Schlageinheiten. Die Verteilung des Düngers richtet sich dabei nach den, durch die Heterogenität verursachten, unterschiedlichen Nährstoffbedürfnissen der Pflanzen in den unterschiedlichen Ertragszonen.

Für die Heterogenität auf den Feldern gibt es verschiedene Ursachen. In den letzten Jahren war in vielen Regionen, durch ausbleibende Niederschlä-

ge zur Hauptvegetationsperiode, die nutzbare Feldkapazität (nFk) des Bodens ein entscheidender Faktor für die Ertragsbildung der Kulturpflanzen. Die nutzbare Feldkapazität beschreibt den Anteil an pflanzenverfügbarem Wasser, den ein Boden maximal speichern kann und wird maßgeblich von der Bodenart beeinflusst. Tonreiche Böden speichern mehr Wasser als sandige Böden und können somit die Pflanzen in Trockenperioden länger versorgen. Die höchsten nFk weisen Schluffböden auf.

Ertragszonen sind nicht jedes Jahr gleich

Aber nicht nur die Wasserversorgung, auch Bodentypen und Bodenart, wenn das Korngrößenspektrum (S, U, T) gemeint ist, spielen eine Rolle; ebenso können der Nährstoffgehalt und das -nachlieferungspotenzial sowie potenzielle Schadverdichtungen teilflächenspezifische Unterschiede auf den Feldern verursachen. Selbst kleine Schläge können eine große Heterogenität aufweisen.

Eine durch die Heterogenität bedingte Herausforderung ist, dass sie sich nicht in allen Anbaujahren und Kulturen gleich äußert. Durch unterschiedliche Witterungen können in zwei aufeinanderfolgenden Anbaujahren komplett gegensätzliche Ertragskarten entstehen. Zudem kann eine natürliche Verschiebung der Ertragszonen stattfinden. Daher ist es wichtig, die unterschiedlichen Faktoren und Kombinationswirkungen zu kennen, die eine Heterogenität innerhalb eines Schlags bewirken, um daraus aussagekräftige Erkenntnisse zu gewinnen. Das bildet insbesondere bei dem Offline-Verfahren der teilflächenspezifischen Düngung die Grundlage, da hierbei ausschließlich mit erhobenen Daten aus der Vergangenheit gearbeitet wird.

Offline-Verfahren orientiert sich an historischen Daten

Bei dem sogenannten Offline-Verfahren wird eine Applikationskarte basierend auf historischen Daten generiert. Für ihre Erstellung bieten verschiedene Anbieter Internetportale und Apps an, die sich in ihren Funktionen und Komplexität teils stark voneinander unterscheiden. Als Einsteiger sollte man eine möglichst kompakte Anwendung nutzen, die bereits einige gesammelte Basisinformationen zur Verfügung stellt und die Erstellung von Applikationskarten durch ein Funktionsmenü erleichtert. Bei der Auswahl des Portals muss auch die Kompatibilität zur Einspeisung bereits erhobener

Daten und den später verwendeten Maschinen berücksichtigt werden.

Für die Erstellung von Applikationskarten können verschiedene Informationen herangezogen werden. Die einfachste Form ist die Generierung auf Datengrundlage von Biomassekarten. Die Basisinformationen liefern hierfür zumeist Aufnahmen des Vegetationsindex (NDVI-Index) durch einen der beiden Sentinel-2-Satelliten. Die Sentinel-2-Satelliten sind Teil des Copernicus-Programms der Europäischen Weltraumorganisation (ESA) und nehmen beim Umkreisen der Erde Bilder mit einem 10 m x 10 m großen Raster auf. Hierbei ist zu beachten, dass Portale, die ein kleineres Raster anbieten, mit einer Interpolation der Aufnahmen der Sentinel-2-Satelliten oder anderen Aufnahmen arbeiten.

Als Alternative bietet sich die Ermittlung des Vegetationsindex über Drohnenaufnahmen mit einer Multispektralkamera oder die direkte Nutzung langjähriger Biomassekarten an, die von dem Betreiber des Portals zur Verfügung gestellt werden. In einigen Portalen ist es zudem möglich, viele verschiedene Biomassekarten automa-

tisch zu einer Applikationskarte zu kombinieren.

Satellitendaten und weitere Datenquellen

Als weitere Datenquelle können Ertragskarten dienen. Diese werden bei der Ernte über den Mähdrescher oder Feldhäcksler erstellt. Die Ertragskarten verschiedener Anbaujahre und Kulturen können miteinander verschnitten und dabei unterschiedlich stark gewichtet werden. Für eine hohe Aussagekraft sollten jedoch die Ertragskarten von mindestens drei Anbaujahren der gleichen Kulturart verwendet werden, da die Vergleichbarkeit von unterschiedlichen Kulturen durch Witterungseinflüsse nicht immer gegeben ist. Beispielsweise ist es nicht ratsam, die Ertragskarte von Mais eines feuchten Anbaujahres mit der Ertragskarte von Weizen in einem trockenen Anbaujahr zu kombinieren.

Neben dem NDVI-Index und Ertragskarten gibt es viele weitere Daten, die sich zur Erstellung einer Applikationskarte eignen. Dazu zählen Bodenkarten mit Informationen über die

Wasser- und Nährstoffversorgung, Bodenarten oder die Messung der Bodenleitfähigkeit, die eine Korrelation zur Bodenbeschaffenheit aufweist. Die Nährstoffe auf dem Schlag können über eine systematische Beprobung des Bodens ermittelt werden. Grundsätzlich ist es für die Genauigkeit von Applikationskarten ratsam, mehr als eine Datenquelle bei der Generierung zu berücksichtigen.

Düngeniveau für einzelne Zonen festlegen

Parallel zu dem Einarbeiten von Daten muss das Düngeniveau für die unterschiedlichen Zonen der Applikationskarte ausgewiesen werden. Für Einsteiger ist es hilfreich, die angestrebte Düngermenge kleinflächig nicht zu unterschiedlich zu verteilen, sondern den Schlag in bis zu fünf verschiedenen Zonen einzuteilen. Anschließend kann das Düngeniveau für die einzelnen Zonen festgesetzt werden.

Dafür gibt es zwei Strategien. Die einfache Variante ist eine festgeschriebene Durchschnittsmenge auf die Zonen bedarfsgerecht zu verteilen. Als

Nimm die Zukunft in die Hand.

EINS
MIT GETREIDE.

**Premium-
produkt
zum fairen
Preis**

Pflanzenschutzmittel vorsichtig verwenden.
Vor Verwendung stets Etikett und Produktinformation
lesen. Warnhinweise und -symbole beachten.

Univoq™

Inatreq™ active

FUNGIZID

Der neue Wirkstoff gegen Krankheiten im Getreide

- Beeindruckende Wirkung gegen alle relevanten Krankheiten im Getreide
- Höchste Wirksamkeit gegen Septoria inkl. resistenter Stämme
- Zukunftsweisende i-Q4 Formulierung für höchste Anwenderzufriedenheit

**Univoq™
ZAHLTAG**

**Univoq kaufen,
Rechnung hochladen
und gewinnen!**

Alle Infos hier:



Alternative können für die Zonen individuelle Düngeniveaus festgelegt werden, dabei ist jedoch der ermittelte Grenzbedarf der Düngbedarfsermittlung zu berücksichtigen. Im Anschluss wird die fertige Applikationskarte in das passende Datenformat umgewandelt und auf das Bedienterminal im Traktor übertragen.

Online-Verfahren orientiert sich am aktuellen Bestand

Beim Online-Verfahren wird das Düngeniveau direkt an den aktuellen Nährstoffbedarf des Bestandes angepasst. Mit einem aktiven oder passiven Pflanzensensor wird die Lichtreflektion des Pflanzenbestandes erfasst. Für die Messung mit dem aktiven Pflanzensensor wird der Sensorkopf in einem bestimmten Abstand senkrecht zum Bestand geführt. Eine im Sensorkopf integrierte Lichtquelle bestrahlt dabei den Pflanzenbestand mit Lichtwellen aus dem nahinfraroten bis infraroten Bereich.

Durch die integrierte Lichtquelle kann der aktive Sensor auch bei Dunkelheit eingesetzt werden und unterscheidet sich somit vom passiven Pflanzensensor, der sich nur für den Einsatz



Im Online-Verfahren werden Bestandsdaten direkt bei der Überfahrt gewonnen.

bei Tageslicht eignet. Die Sensoren zur Messung der Lichtreflektion des Pflanzenbestandes werden beim passiven Pflanzensensor an den Rückspiegeln angebracht. Zusätzlich benötigt das System noch einen Lichtsensor auf dem Dach des Traktors, um die Intensität der Sonneneinstrahlung zu erfassen.

Sensoren erfassen Biomasse und Stickstoffgehalt

Mit beiden Systemen können zwei unterschiedliche Vegetationsindizes bestimmt werden. Zum einen wird die vorhandene Biomasse in ähnlicher Form wie der NDVI-Index bestimmt. Der zweite Index, ist der sogenannte Stickstoffversorgungs-Index. Dieser ermöglicht einen direkten Rückschluss auf das Chlorophyll im Pflanzenbestand. Abhängig vom aktuellen Wachstumsstadium wird mit dem Biomasse- oder dem Stickstoffversorgungs-Index gearbeitet.

Mit dem N-Versorgungs-Index kann der aktuelle Stickstoffbedarf der Pflanzen für das Feld mit einer Regelkurve ermittelt werden. Die Düngung wird nach einer Linearverteilung einer festgelegten Durchschnittsmenge oder dem direkt ermittelten Stickstoffbedarf vorgenommen. Die Strategie der linearen Verteilung einer festgelegten Durchschnittsmenge eignet sich in roten Gebieten besser als die Düngung nach dem Stickstoffbedarf der Pflanzen, da der berechnete tatsächliche Stickstoffbedarf der Pflanzen zumeist höher als die, um 20 Prozent reduzierte, kalkulierte Düngermenge ist.

Einige Hersteller des Online-Verfahrens bieten zudem Systeme an, die mit Kartenmaterial kombiniert werden können. Die Karte kann Informationen zur Bodenart und dem Ertragspotenzial enthalten. Das System kalkuliert im Anschluss den Stickstoffbedarf der Pflanzen mit unterschiedlichen Regelkurven für die einzelnen Ertrags- oder Bodenzonen des Schlages.

Weitere Einsatzgebiete des Online-Verfahrens

Die Technik des Online-Verfahrens kann neben der Düngung auch noch für weitere Einsatzbereiche verwendet werden. Eine Verwendungsmöglichkeit ist die Kombination mit dem Einsatz von Wachstumsreglern. Über die Sensoren wird die unterschiedliche Entwicklung der Pflanzen erfasst und die Menge der eingesetzten Wachstumsregler anschließend daran angepasst.

Durch den Einsatz des Online-Verfahrens konnten die Wachstumsregler in einem von Matthias Eichelseder begleiteten Versuch somit nicht nur besser verteilt, sondern auch Applikationsmittel eingespart werden. Durch die gleichmäßigere Bestandsentwicklung konnten in den beiden Versuchskulturen Weizen und Kartoffeln zudem leicht höhere Erträge erzielt werden.

Praxis-Erfahrungen auch im Roten Gebiet

Tobias Füge hat direkte Erfahrung mit der teilflächenspezifischen Mine-

Auf einen Blick

Landwirtschaftliche Flächen können durch schlagspezifische Bodenunterschiede von einer großen Heterogenität geprägt sein. Das hat unterschiedliche Nährstoffbedürfnisse der Pflanzen zur Folge. Eine Abhilfe kann eine teilflächenspezifische Düngung schaffen. Diese kann mittels dem Offline- und Online-Verfahren realisiert werden.

Das Offline-Verfahren ist deutlich kostengünstiger und die Nutzung des Biomasseindex eignet sich insbesondere für die Startdüngung im Frühjahr. Das Online Verfahren hat zwar höhere Investitionskosten, spart aber Zeit gegenüber aufwändigen Applikationskarten ein. Zudem wird nach dem tatsächlichen Pflanzenbedarf gedüngt und auch in späteren Entwicklungsstadien können Bestandesunterschiede exakt detektiert werden.

Trotzdem dienen beide Verfahren nur der Optimierung der Kulturführung, wodurch Ertrags- und Qualitätssteigerungen von 2 bis 10 Prozent möglich sind. Noch größere Vorteile sind in Einzelfällen möglich, aber selten.

Poth

raldung auf seinem landwirtschaftlichen Betrieb gesammelt. In einer Betriebsgemeinschaft mit eigener Biogasanlage ist er an der Bewirtschaftung von insgesamt 600 ha beteiligt, wovon etwa 80 Prozent der Flächen zu den roten Gebieten zählen. Der Jahresniederschlag bewegt sich am Betriebsstandort im Donnersbergkreis um 550 mm.

Seit dem Jahr 2012 werden in dem Betrieb Techniken der teilflächenspezifischen Düngung eingesetzt. Zunächst verwendete man eine frühere Version der Düngetechnik des Online-Verfahrens, allerdings konnte der damalige Stand der Technik nicht überzeugen, da die Systeme häufig zu einer Überschreitung der Grenzwerte der Bedarfsermittlung und nicht zu einer Einsparung von Düngemitteln führten. Der Mehraufwand spiegelte sich zudem nicht in den monetären Leistungen, in Form von Erträgen und Inhaltsstoffen, wider. Außerdem bemängelte Füge die damals noch sehr zeitaufwändige Inbetriebnahme vor den Einsätzen. Aus diesem Grund war die Betriebsgemeinschaft auf das Offline-Verfahren mittels Applikationskarten aus Satellitendaten umgestiegen.

Für die Erstellung von Applikationskarten nutzt Füge zwei Ansätze: Für die zeitsparende Generierung setzt er auf ein Portal, mit dessen Hilfe er verschiedene Biomassekarten automatisch zu einer mehrzonigen Applikationskarte verschneiden kann. Für die Erstellung von eigenen Karten arbeitet der Betriebsleiter hingegen mit dem Q-GIS-System.

Zur Generierung von zusätzlichen Daten führte er unter anderem schon Messungen der elektrischen Leitfähigkeit durch und ermittelte die unterschiedlichen Bodenarten sowie die Wasserhaltefähigkeit auf seinen Schlägen. Diese Daten führt er anschließend manuell zu einer eigenen Applikationskarte zusammen. Im Gegensatz zur Nutzung von Portalen ist dieser Ansatz jedoch um einiges komplizierter und erfordert neben dem Fachwissen einen höheren Zeitaufwand. Für Flächen in den roten Gebieten nutzt Füge die Applikationskarten, um durch Einteilung in unterschiedliche

Bedarfszonen die Durchschnittsmenge um 20 Prozent zu reduzieren.

Potenziale und Grenzen des Verfahrens

Das Online- und Offline-Verfahren weisen jeweils individuelle Vorzüge, aber auch limitierende Aspekte auf. Beide Maßnahmen sind für ihren Erfolg stark von der Witterung abhängig und ihre Wirkung ist insbesondere erst ab Schlaggrößen ab einem Hektar sichtbar. Bei ausbleibenden Niederschlägen sinkt die Effizienz des gedüngten Stickstoffs ab.

In der Anschaffung ist das Offline-Verfahren mit dem Abonnement eines Portals wesentlich kostengünstiger als die Technik des Online-Verfahrens. Applikationskarten aus Biomassekarten sind zudem schnell erstellt. Die Verwendung des NDVI-Indexes aus Satellitenaufnahmen weist jedoch Schwächen auf. Zum einen kann die Genauigkeit bei kleinen Schlägen durch Randeinflüsse drastisch reduziert werden. Ein weiteres Problem ist die voranschreitende Vegetation. Ab dem Schossen bedeckt die angebaute Kulturpflanze häufig fast vollständig den Boden und der NDVI-Index weist für den Schlag keine Vegetationsunterschiede mehr auf.

„Offline“ funktioniert gut zu Vegetationsbeginn

Für die Verwendung von Satellitenbildern werden zudem gerade zur Hauptvegetation sehr aktuelle Aufnahmen benötigt. Diese können durch ungünstige Witterungsbedingungen und der Häufigkeit des Überflugs durch den Satelliten nicht immer zur Verfügung stehen. Die Verwendung von älteren Satellitenaufnahmen verschlechtert dabei die Aussagekraft des Biomasse-Indexes. Eine Abhilfe hierbei können Drohnenaufnahmen schaffen.

Die Verwendung von Applikationskarten auf Basis des NDVI-Indexes ist jedoch eine gute Grundlage für die Startdüngung zu Vegetationsbeginn im Frühjahr. Die Erstellung von komplexeren Applikationskarten mit der Berücksichtigung mehrerer

Daten für eine höhere Erfolgswahrscheinlichkeit ist dagegen um einiges zeitaufwändiger und bedarf einiges an Erfahrung.

„Online“ funktioniert bis hin zur Qualitätsdüngung

Die Techniken des Online-Verfahrens weisen im Gegensatz zum Offline-Ansatz den Vorzug durch direkte Messungen im Bestand auf, mit dem der tatsächliche Nährstoffbedarf der Pflanzen erfasst werden kann. Im Gegensatz dazu arbeiten Applikationskarten ausschließlich mit historischen Daten. Zudem benötigt der Online-Ansatz einen deutlich geringeren Zeitaufwand. Mit der Messung der Lichtreflektion im nahinfraroten bis infraroten Bereich kann zudem der Unterschied im Nährstoffbedarf der Pflanzen selbst bei fortgeschrittener Vegetation erfasst werden. Damit eignet sich das Online-Verfahren auch für eine Düngung zum

Schossen und eine spätere Qualitätsdüngung.

Trotzdem ist zu beachten: Egal ob bei der Düngung auf Applikationskarten oder Echtzeit-Messungen im Bestand gesetzt wird, beide Verfahren dienen lediglich der Optimierung der Bestandesführung. Diese äußern sich in einem homogenen Bestand oder einer besseren Nährstoffausnutzung, die im Idealfall den Ertrag und die Qualität verbessern. Es sind jedoch keine nennenswerten Ertragssteigerungen im Bereich mehrerer Tonnen zu erwarten, da der Ertrag zumeist von anderen Faktoren, wie der Wasserverfügbarkeit limitiert wird. Weitere Informationen zu dem Verbundprojekt „Förderung des branchenübergreifenden und überbetrieblichen Datenmanagements zur Unterstützung landwirtschaftlicher Wertschöpfungs-systeme“ gibt es im Internet unter <https://ef-sw.de>.

Sven Poth, TH Bingen



UNSER
SCHWER-
PUNKT

IN AUSGABE NR. 22

DLG-FELDTAGE

- >> Besucher-Informationen
- >> Themenschwerpunkte
- >> Veranstaltungen auf der Messe (Specials, Foren usw.)

Ihre Anzeige im redaktionellen Umfeld.
Jetzt exklusive Platzierung sichern.

Erscheinungstermin: Fr., 31.05.2024

Anzeigenschluss: Fr., 24.05.2024

Anzeigenkontakt:

☎ 06172/7106-151

anzeigen@lv-hessen.de

LANDWIRTSCHAFTLICHES
**WOCHEN
BLATT**

HESSENBAUER | PFÄLZER BAUER | DER LANDROTE