

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

POTENTIAL

Variable Bewässerungs- und Nitratdüngungsraten in Kartoffelfeldern; Berücksichtigung räumlicher Variationen

Förderkennzeichen: 2816ERA06W

Vorhabenlaufzeit: 04.2017 bis 03.2020

KURZDARSTELLUNG

Das Projekt POTENTIAL kombiniert innovative Messsensoren sowie -strategien mit existierenden Methoden, um die räumlich-zeitliche Verteilung von Stickstoff-(N) und Bewässerungsraten zu ermitteln mit dem übergeordneten Ziel, deren Einsatz zu reduzieren und optimieren. Der Einsatz von Elektro-magnetischen Mehrspulensystemen (EMI) zur großflächig-räumlichen Bodencharakterisierung soll dazu dienen, um mit den weiteren Projektpartnern ein Manual zu entwickeln, welches neben den klassischen agronomischen Empfehlungen für Düngung und Bewässerung auch die räumlich erhaltenen Informationen mit einbezieht.

VORHABENSCHWERPUNKT UND ERA-NET

POTENTIAL zielt darauf ab, den Wasserverbrauch und die Stickstoffbedüngung (N) zu optimieren und dadurch Verluste und Verunreinigungen von Frischwasserreserven zu reduzieren. In POTENTIAL werden innovative Messmethoden verwendet, welche die räumlich-zeitliche Veränderung von Wasser und N aufgrund variierender gemeinsamer Dosierungen auf Kartoffelfeldern auflösen. Daraus ergebend, soll die optimale Dosierung zum optimalen Zeitpunkt zugeschnitten auf die lokalen Bodenbedingungen ermittelt werden, wodurch eine effiziente Wasser- und N-zufuhr in europäischer Kartoffelkultivierung erreicht werden kann.

Um einen idealen Zeitpunkt für Bewässerung und Stickstoffdüngung zu terminieren, sollten die Bodeneigenschaften berücksichtigt werden. Diese können zwischen und aber auch innerhalb der Felder aufgrund von heterogener Bodenbildung, Topographie, Fruchtwechsel und Bodenbearbeitung stark variieren. Hier werden zur Bodencharakterisierung Elektro-magnetische Induktion (EMI) Systeme eingesetzt, welche die geoelektrischen Eigenschaften, die vom Bodenwassergehalt, der Textur, z.B. Tongehalt, und weiteren Bodeneigenschaften abhängen, erfassen. Ein EMI System misst diese Leitfähigkeiten nicht-invasiv. Die EMI Systeme werden auf Schlitzen montiert, welche wir mit einem Quad mit ca. 5 bis 8 km/h über die Felder ziehen. Ca. alle 20 bis 30 cm wird ein Messwert der scheinbaren elektrischen

Leitfähigkeit (ECa) mit genauen Positionsdaten, durch die Verbindung mit einem hochpräzisen GPS, aufgenommen. Basierend auf den EMI-ECa Karten, durch welche auf die laterale und vertikale Leitfähigkeitsverteilung geschlossen werden kann, werden Stellen für die Bodenbeprobung ausgewählt. Des Weiteren nutzen wir diese Informationen in einer Klassifizierungsanalyse, um Managementzonen innerhalb eines Feldes abzugrenzen. Ebenfalls, nutzen wir drohnenbasierte Pflanzenindex (normalized difference vegetation index, NDVI), welcher ein grün-Indikator, spricht ein Anzeiger für grüne Vegetationsbedeckung ist.

ERGEBNISSE

Managementzonenabgrenzung basierend auf EMI und NDVI Daten

Insgesamt sind 6 Felder mit EMI untersucht worden, auf welchen ebenfalls drohnengestützte NDVI Daten gewonnen sowie Bodenproben gezogen und analysiert wurden. Drei Felder wurden homogen vom Landwirt gemanagt. Auf drei Feldern wurden spezielle Bewässerungs- und Düngemittelapplikationen verwendet. Um Management Zonen abzugrenzen, nutzen wir die EMI- und NDVI Drohnen Daten, je einzeln und gemeinsam als Eingang in dem fuzzy c-means Cluster Algorithmus. Die folgende Abbildung 1 zeigt die Ergebnisse für zwei repräsentative Felder.

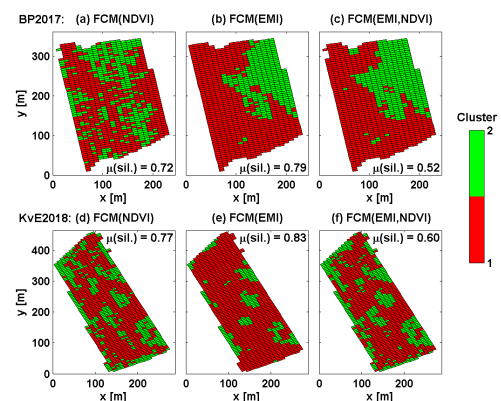


Abbildung 1: Abgrenzung von Managementzonen für zwei repräsentative Felder BP2017 (obere Reihe) und KvE2018 (untere Reihe). Der fuzzy c-means (FCM) Algorithmus nutzt als Eingangsdaten in (a) und (d) NDVI, in (b) und (e) EMI sowie in (c) und (f) die Kombination EMI und NDVI. Der Wert $\mu(\text{sil.})$ zeigt die Klassifizierungsstärke an und liegt zwischen 0 (sehr schwach) und 1 (sehr stark).

Tabelle 1: Mittelwerte und Standardabweichung der Boden- und Datenparametern in den Managementzonen (MZ). Die MZ sind abgegrenzt basierend auf den EMI Daten. *bedeutet, dass die Parameter statistisch signifikant sind.

Parameter	BP2017		KvE2018		BP2019	
	MZ1	MZ2	MZ1	MZ2	MZ1	MZ2
Trial plots	2, 3, 4, 8	5, 6	2, 3, 4, 6, 9, 10	5, 8	6, 9, 10, 11	2, 4, 5, 7, 12
Ton [%]	4.3 ± 1.4	3.9 ± 0.9	4.4 ± 0.9	5.0 ± 1.2	5.0 ± 0.5	5.3 ± 0.7
Schluff [%]	24.1 ± 7.2	20.0 ± 9.8	3.5 ± 0.4	3.1 ± 0.6	18.2 ± 3.7	19.1 ± 4.8
Sand [%]	70.3 ± 8.5	76.1 ± 10.7	92.1 ± 1.0	91.9 ± 1.8	76.8 ± 3.9	75.6 ± 4.7
ECa [mS/m]	4.2* ± 0.6	7.9* ± 1.3	2.1* ± 0.4	6.3* ± 3.5	3.3* ± 0.5	5.7* ± 0.8
NDVI [-]	0.82* ± 0.02	0.77* ± 0.02	0.43* ± 0.06	0.61* ± 0.01	0.36 ± 0.03	0.37 ± 0.02
Ernte [kg/ha]	59970 ± 5800	54440 ± 4860	47640 ± 3090	50740 ± 6130	58890 ± 12660	60260 ± 4780
Kartoffel [# /ha]	444440 ± 22460	427220 ± 25930	269810 ± 27010	277780 ± 9430	457500 * ± 40160	397780 * ± 30460
NO₃ rest [kg/ha]	24 ± 10	33 ± 6	133 * ± 33	73 * ± 19	79 * ± 18	107 * ± 25

Die Klassifizierung der räumlichen NDVI und EMI Daten auf dem Feld BP2017 zeigen verschiedene Muster. Bei diesem Feld war der zeitliche Abstand zwischen dem Drohnenflug und der Ernteeinbringung mehrere Wochen. Die Kartoffel stand während der Aufnahme der Drohnen Daten noch in voller Blüte. Des Weiteren maskierte die Bewirtschaftung (Bewässerung und Düngung) die Boden-Pflanzen-Interaktion. Auf dem Feld KvE2018 sind die Muster zwischen NDVI und EMI Daten ähnlicher. Die Drohnen Daten wurden recht nah dem Erntezeitpunkt aufgenommen. Hier wird die Boden-Pflanzen-Interaktion sehr deutlich. Wie für beide Felder ersichtlich, hat die kombinierte EMI-NDVI Analyse auf den untersuchten Feldern kaum einen Mehrwert im Vergleich zur Klassifizierung von den EMI-Daten. Hierzu kann der $\mu(\text{sil.})$ Wert herangezogen werden. Dies ist ein Indikator für die Klassifizierungsstärke und liegt zwischen 0 (sehr schwach) und 1 (sehr stark). Die Klassifizierung basierend auf den EMI-Daten zeigt den größten $\mu(\text{sil.})$, für NDVI, den Kleinsten und für die Kombination liegt dieser dazwischen.

Boden- und Erntecharakteristiken in den finalen Managementzonen

Die folgende Abbildung 2 zeigt die finalen Managementzonen, abgegrenzt basierend auf den EMI-Daten, für alle sechs Felder. Die obere Reihe zeigt die drei Felder, welche der Landwirt homogen bewirtschaftet hat. Die untere Reihe zeigt die Felder, auf denen spezielle Düngemittel- und Bewässerungsversuche gefahren wurden.

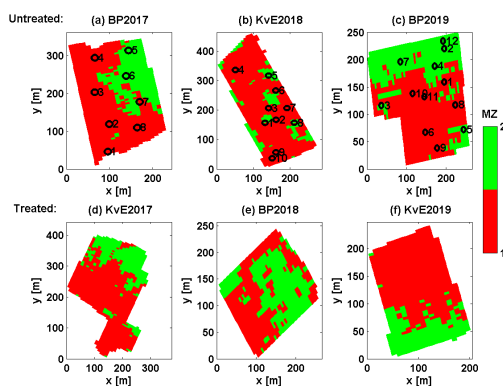


Abbildung 2: Finale Managementzonen aller sechs untersuchten Felder. Obere Reihe zeigt die homogen bewirtschafteten Felder (non-treated). Die untere Reihe zeigt die speziellen (treated) Felder, auf welchen Bewässerungs- und Düngemittelapplikationsversuche gefahren wurden.

Bis auf das Feld KvE2018 zeigen alle Felder zwei relativ große Zonen, welche potentiell für variable Bewässerungs- und Düngungsstrategien geeignet sind. Die nachfolgende Tabelle 1 zeigt die Daten- und Bodenparameter sowie Ernteinformationen in den abgegrenzten Zonen. Hier sind die Daten der drei homogen bewirtschafteten Felder verwendet, um eine Verfälschung durch die speziellen Versuche auszuschließen. Neben dem Mittelwert und der Standardabweichung aller Ergebnisse, wurden die Parameter ebenfalls auf statistische Signifikanz getestet.

Zusammengefasst, auf allen Feldern zeigen die Ergebnisse, dass die abgegrenzten Managementzonen unterschiedlich Boden- und Erntecharakteristiken aufweisen, obwohl das jeweilige Feld homogen bewirtschaftet wurde. Ein besonderes Augenmerk gilt auch den Nitratrückständen im Boden. Hier zeigt sich deutlich, dass die jeweiligen Zonen auch mit unterschiedlich bzw. variablen Düngemittelmengen hätten bewirtschaftet werden können.

FAZIT

Die Studie hat recht eindeutig gezeigt, dass es möglich ist, basierend auf Daten der elektromagnetischen Induktion (EMI) ein Feld in verschiedene Bereiche einzuteilen. Die abgegrenzten Bereiche zeigen unterschiedliche Boden- und Erntecharakteristiken.

Basierend auf der hier vorgestellten Analyse bzw. der hier gezeigten Methode können im Weiteren hoch aufgelöste Bodeninformationen gewonnen werden. Diese Informationen können zum Beispiel verwendet werden, um die Vorhersagbarkeit von Boden- und Pflanzenwechselwirkung unter verschiedenen Stressbedingungen in agronomischer Modellierung zu verbessern. Das Ziel ist die nachhaltige Landwirtschaft, wodurch die Modellierung hilft, Veränderungen im Nährstoffhaushalt abzuschätzen sowie die agrochemische Bewirtschaftung zu reduzieren.

PUBLIKATIONEN

Janssens, P., Reynaert, S., Piccard, I., Pauly, K., Garré, S., von Hebel, C., Dumont, G., van der Kruk, J., Neumann Andersen, M., Manevski, K., Peng, J., Korup, K., Kamp, J., Booi, J., 2020. Irrigation and nitrogen fertilization in potato; engage the spatial variation (POTENTIAL), Heverlee, Belgium. <http://www.wateripi.eu/joint-calls/joint-call-2016-works-2015/potential>

Projektbeteiligte:

Soil Service of Belgium, Flemish Institute for Technological Research, Université de Liège, Forschungszentrum Jülich, Aarhus University, FASTERHOLT Maskinfabrik, Wageningen Applied Plant Research

Kontakt:

Prof. Jan van der Kruk, +49 2461 61-4077, j.van.der.kruk@fz-juelich.de, Forschungszentrum Jülich GmbH – Institut für Bio- und Geowissenschaften