


Spot Farming – ein digitaler Lösungsansatz für eine kleinskalige und nachhaltige Intensivierung der Landwirtschaft

Johanna Schröder ¹, Dieter von Hörsten¹, Daniel Herrmann¹ und Jens Karl Wegener¹


Abstract: Die Folgen des Klimawandels auf die Landwirtschaft sind bereits spürbar. Gleichzeitig trägt der Agrarsektor als Emittent von Treibhausgasen zum Klimawandel bei. Um eine steigende Weltbevölkerung sicher ernähren zu können und gleichzeitig die Treibhausgasemissionen zu verringern und die Belastbarkeit der Landwirtschaft gegenüber den Klimawandelfolgen zu steigern, bedarf es einer nachhaltigen Effizienzsteigerung der Produktionssysteme: Als Lösungsansatz führt das Precision Farming bereits zu einer Steigerung der Produktivität bei gleichzeitiger Reduzierung des Ressourceneinsatzes. Der Spot-Farming-Ansatz geht einen Schritt weiter und stellt die einzelne Pflanze in den Mittelpunkt. Dabei wird der heterogene Acker auf Grundlage der Standorteigenschaften in homogene Teilbereiche eingeteilt, in denen diverse Fruchtfolgen angebaut werden. In dieser Arbeit werden die Voraussetzungen zur Umsetzung des Spot-Farming-Ansatzes beschrieben. Mit Hilfe einer umfassenden Daten- und Literaturrecherche konnten die Grundlagen zur Einteilung der homogenen Teilbereiche geschaffen und erste Spotkarten für Beispielflächen erstellt werden.

Keywords: Spot Farming, Geodaten, Precision Farming, Robotik, Zonenkarte

1 Einleitung

Der Klimawandel stellt die Landwirtschaft vor enorme Herausforderungen. Zum einen ist eine Reduktion der Emission von Treibhausgasen im Agrarsektor notwendig, gleichzeitig bedarf es einer Anpassung der Produktionssysteme an die bereits spürbaren Klimawandelfolgen [In18] und einer Sicherstellung der Nahrungsmittelproduktion für eine stetig wachsende Weltbevölkerung [Fo17]. Hieraus geht die Notwendigkeit hervor, die landwirtschaftlichen Technologien anzupassen, um eine nachhaltige Effizienzsteigerung der Produktionssysteme zu erlangen [NFT18].

Ein Ansatz zur Umsetzung dieser Forderung, der bereits seit einigen Jahren Anwendung findet, ist das Precision Farming. Dies erlaubt eine Steigerung der Produktivität und gleichzeitig einen verminderten Ressourceneinsatz von Agrarchemikalien, Wasser und Saatgut [NFT18]. Der bereits in [WHU18] und [We19] beschriebene Spot-Farming-Ansatz geht einen Schritt weiter: Bei dieser Bewirtschaftungsform wird die einzelne Pflanze mit ihren Bedürfnissen in den Mittelpunkt gestellt und soll durch optimale Nutzung der Standorteigenschaften eine höhere Belastungsfähigkeit gegenüber der Umwelt und den

¹ Julius Kühn-Institut, Institut für Anwendungstechnik im Pflanzenschutz, Messeweg 11/12, 38104 Braunschweig, johanna.schroeder@julius-kuehn.de,  dieter.von-hoersten@julius-kuehn.de, daniel.herrmann@julius-kuehn.de, jens-karl.wegener@julius-kuehn.de

Folgen des Klimawandels erlangen. Das übergeordnete Ziel ist es, einen Lösungsansatz zur nachhaltigen Intensivierung der Landwirtschaft bei gleichzeitiger Reduzierung des Ressourceneinsatzes zu entwickeln. Im Spot Farming soll der heterogene Acker auf Grundlage der gegebenen Standortbedingungen in kleinere, homogene Teilbereiche („Spots“) eingeteilt werden, in denen diverse Fruchtfolgen und Kulturen angebaut werden. Die Spots sollen mittels Robotertechnik einzelpflanzenspezifisch bewirtschaftet werden [We19]. Ziel dieser Arbeit ist es, die Grundlagen für die Umsetzung des bisher experimentellen Spot-Farming-Ansatzes zu schaffen. Dazu werden Geoinformationsdaten sowie umfassende Literaturrecherchen genutzt, um den Anspruch an die benötigten Daten zu bestimmen und die praktische Umsetzbarkeit zu evaluieren.

2 Methodik

2.1 Datenevaluation

Die auserwählten Daten wurden anhand von Beispielflächen ausgewertet und bewertet. Zu diesem Zweck wurden mehrere Beispielflächen, die in unterschiedlichen Regionen Niedersachsens gelegen sind, ausgewählt. Großlandschaftlich sind die Beispielflächen dem Zentraleuropäischen Mittelgebirgs-/bzw. Stufenland sowie der Norddeutschen Tiefebene zuzuordnen. Die Landschaften sind sowohl offene, ackergeprägte Landschaften als auch gehölz- bzw. waldreiche Kulturlandschaften [Bu15].

Im ersten Schritt der Datenauswahl wurde evaluiert, welche Anforderungen an die zugrundeliegenden Daten bestehen und wie es um die Verfügbarkeit dieser steht. Dabei wurde zunächst überprüft, welche Daten für die Klassifikation dieser kleinskaligen Bereiche notwendig sind. Es wurden Geodaten herangezogen, da mit diesen lokale Standorteigenschaften dargestellt werden können. In einer ersten Sondierung wurden zunächst Daten und Indikatoren festgelegt, die für die Umsetzung relevant und verfügbar sein könnten. Für die Umsetzung des Spot Farmings müssen die Daten in einer hohen Auflösung vorliegen, da nur dadurch eine Einteilung und Darstellung möglich ist. Es wurden frei verfügbare sowie kostenpflichtige Daten behördlicher Institutionen (Bundes- und Landesämter) sowie nicht-behördliche, frei verfügbare (z. B. Sentinel-Daten) und nicht frei bzw. öffentlich zugängliche Daten (z. B. Ertragskartierungsdaten) überprüft.

2.2 Datenauswertung und Erstellung der Spotkarten

Zunächst wurden die frei verfügbaren Geodaten herangezogen und auf ihre Eignung für die Umsetzung des Spot Farmings überprüft. Nach einer Vorsondierung aller frei verfügbaren Geodaten wurde eine Datenauswahl aufgrund der Auflösung zur weiteren Überprüfung getroffen. Weiterhin wurden Geodaten, die nicht frei verfügbar oder nur kostenpflichtig verfügbar waren, herangezogen, da deren Auflösung höher ist. Zunächst wurde

die Skalierung der Daten auf ihre Eignung zur Einteilung der Spots visuell überprüft. Zeigte sich bereits in diesem Schritt, dass der Datensatz nicht ausreichend skaliert war, wurde dieser verworfen. Bei geeigneter Skalierung, sodass kleinere Bereiche abgebildet werden können, wurden weitere Auswertungsschritte vorgenommen. Die in den Datensätzen enthaltenen Parameter wurden dargestellt und auf ihre Nutzbarkeit überprüft. Dabei wurde zum einen die generelle Eignung, aber auch die Belastbarkeit der Daten durch Zuhilfenahme von Recherchearbeiten näher betrachtet. Aus den verfügbaren Parametern wurde eine Auswahl getroffen, die für das weitere Vorgehen die Grundlage bildeten. Die Daten wurden in QGIS (Version 3.16.0) verarbeitet: Die Bodendaten wurden zunächst verschnitten und zusammengefasst. Die Rasterdaten wurden gefiltert (kategorisiert) und in Shape-Dateien umgewandelt. Die aus dem DGM10 entnommenen Daten zur Hangneigung und Ausrichtung der Flächen wurden weiterverarbeitet und unter Anlehnung an [Ho] das Energieangebot auf den untersuchten Flächen abgeleitet. Abschließend wurden relevante Parameter und Bereiche dargestellt und die einzelnen Layer visuell überlagert, sodass in einem manuellen Erstellungsprozess die Spotkarten für die ausgewählten Beispielflächen erzeugt werden konnten.

3 Ergebnisse

Nach Überprüfung der vorausgewählten Geodaten wurden Ertragskartierungsdaten [Ju20] und die aus den Sentinel-2a gewonnenen NDVI-Daten [Eu20] nicht als Grundlage zur Erstellung der Spotkarten verwendet. Zwar waren diese von der Auflösung ausreichend skaliert, jedoch aus Gründen der Beständigkeit und Beeinflussbarkeit ungeeignet. Diese beiden Datengrundlagen sind stark durch externe Faktoren beeinflusst, bspw. durch die vorherrschenden Witterungsbedingungen während der Vegetationsperiode, aber auch durch die Bewirtschaftungsmaßnahmen (z. B. Bewässerung, Düngung), und variieren aufgrund dessen teilweise stark über die Jahre. Des Weiteren können die Ertragskartierungsdaten durch technische Fehler oder Bedienungsfehler verfälscht werden.

Als Grundlage für die Erstellung der Spotkarten wurden die folgenden Datensätze und Parameter ausgewählt: Bodenschätzungskarte im Maßstab 1 : 5.000 (Parameter: Bodenart) [La15], Bodenkarte im Maßstab 1 : 50.000 (Parameter: Bodentyp) [La17], Digitales Geländemodell im 10-m-Raster (Parameter: Energieangebot) und Daten zum Oberflächenabflussrisiko (Parameter: Erosionsgefahr) [GB20]. Die final ausgewählten Daten und Parameter sind über einen langen Zeitraum als beständig anzusehen. So verändert sich weder die Topografie einer Landschaft über einen geologisch gesehen sehr kurzen Zeitraum, noch schreitet die Pedogenese so stark voran, dass neue Bodenarten und -typen entstehen. Aufgrund der verwendeten Datengrundlage, aus denen das Erosionsrisiko abgeleitet wurde [GB20], gilt für die hier verwendeten Runoff-Daten ebenso eine hohe Beständigkeit. Diese hohe Beständigkeit der Daten bildet eine solide Grundlage für die Einteilung der Spots.

Auf der gewählten Grundlage wurden die Spotkarten für die ausgewählten Beispielflächen erstellt. Für eine der Flächen, westlich der Stadt Göttingen im Sollingvorland gelegen, ist ein Vergleich der aktuellen Situation mit der Flächeneinteilung in einer möglichen Spot-Farming-Bewirtschaftung dargestellt (vgl. Abb. 1). Die Ergebnisse der erstellten Spotkarten wurden verglichen. Durch den Vergleich der Spotkarten der in unterschiedlichen Landschaftsstrukturen Niedersachsens gelegenen Beispielflächen konnte gezeigt werden, dass die einzelnen Datensätze eine unterschiedlich starke Rolle bei der Einteilung der Spots in den untersuchten Regionen spielen. So ist die Topografie (hier betrachtet: Energieangebot) im Allgemeinen nur in Regionen mit ausgeprägtem Relief von Relevanz. In Regionen, die vergleichsweise eben sind, finden die Daten folglich kaum bis keine Bedeutung. Ähnlich verhalten sich die Runoff-Daten. Auch hier sind es vor allem die steileren Lagen, die eine Wassererosion bedingen, weshalb auch diese Daten in weniger reliefreichen Regionen eine untergeordnete Rolle spielen. Es zeigt sich, dass einzig die Bodendaten für alle untersuchten Landschaftsstrukturen von gleicher Relevanz für die Einteilung der Spots waren. Somit kann durch die Ergebnisse der Datenevaluation gezeigt werden, dass die Bodeneigenschaften der wichtigste Standortparameter für die Einteilung der Spots sind. Aus den bisherigen Ergebnissen konnten jedoch noch keine Erkenntnisse darüber gewonnen werden, wie klein ein Spot minimal sein darf, damit eine Bewirtschaftung aus technischer und ökonomischer Sicht möglich und sinnvoll ist.

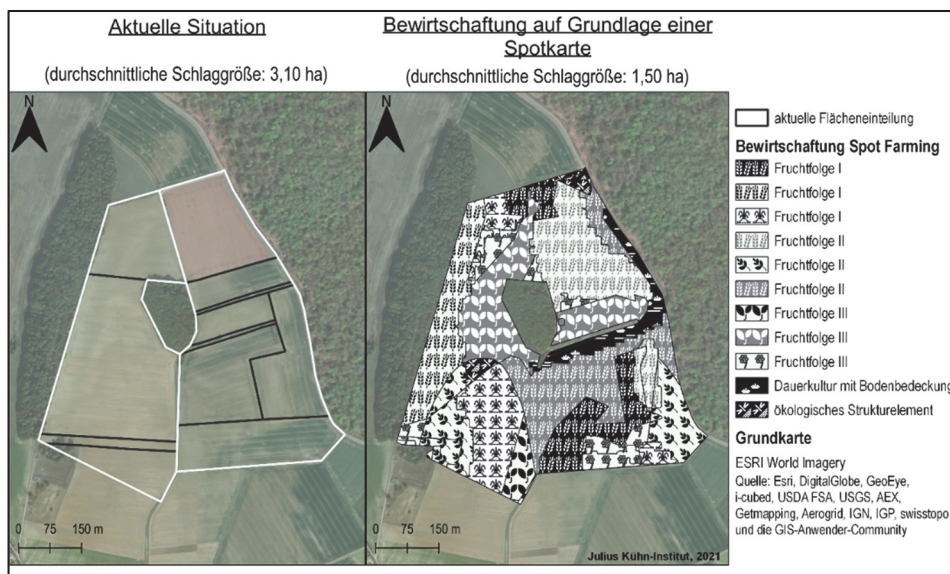


Abb. 1: Spot-Bewirtschaftung für eine Beispielfläche: Vergleich der aktuellen Schlageinteilung (links) und einer möglichen Einteilung nach dem Spot-Farming-Ansatz (rechts)

4 Diskussion und Schlussfolgerung

Die umfassenden Recherchearbeiten zur Verfügbarkeit geeigneter Geodaten zeigten, dass die Zugänglichkeit hochauflösender Geodaten schwierig ist, da diese in der Regel nicht frei zugänglich sind. Ein Großteil der hochauflösenden Geodaten sind einzig kostenpflichtig (z. B. über Bundes- und Landesbehörden) zugänglich oder nicht öffentlich verfügbar, da die Daten privat (z. B. durch den Landwirt/die Landwirtin) oder durch ein Unternehmen erhoben wurden. Zwar stehen frei zugängliche Geodaten zur Verfügung, jedoch sind diese in den untersuchten Fällen aufgrund der zu geringen Auflösung nicht für die Verwendung im Spot Farming geeignet. Dennoch zeigte sich, dass auf Grundlage der verfügbaren bzw. zur Verfügung gestellten Geodaten die Spots in einer ausreichenden Skalierung dargestellt werden können. Jedoch können sehr kleinskalige Bereiche, bspw. Senken, nicht dargestellt werden. Somit sind die ersten Voraussetzungen für die Umsetzung des Spot Farming geschaffen. Nun gilt es, den Kartenerstellungsprozess zu optimieren und zu automatisieren und weitere relevante Parameter miteinzubeziehen. Bisher wurden lediglich die grundlegenden Standortinformationen berücksichtigt, nun muss dieser komplexe Sachverhalt um weitere Kenngrößen erweitert werden. Insgesamt zeigt sich ein großer Erweiterungsbedarf der geschaffenen Grundlage, um den Spot-Farming-Ansatz der praktischen Umsetzbarkeit näher zu bringen.

Literaturverzeichnis

- [Fo17] FAO; IFAD; UNICEF; WFP; WHO: The State of Food Security and Nutrition in the World 2017. Building resilience for peace and food security. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 2017.
- [In18] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC): Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. In Masson-Delmotte, V.; Zhai, P.; Pörtner, H.-O.; Roberts, D.; Skea, J.; Shukla, P.R.; Pirani, A.; Moufouma-Okia, W.; Péan, C.; Pidcock, R.; Connors, S.; Matthews, J.B.R.; Chen, Y.; Zhou, X.; Gomis, M.I.; Lonnoy, E.; Maycock, T.; Tignor, M.; Waterfield T. (eds.), In Press, 2018.
- [Ho] Hoppmann, Dieter: Die direkte Sonneneinstrahlung. Online verfügbar <https://www.hlnug.de/static/medien/boden/fisbo/wbsa/texte/2-1-strahlung.pdf>, aufgerufen am 29.10.2021.
- [NFT18] Njoroge, Bryan Mungai; Fei, Thang Ka; Thiruchelvam, Vinesh: A Research Review of Precision Farming Techniques and Technology. Journal of Applied Technology and Innovation (JATI), 1 (2), S. 22-30, 2018.
- [WHU18] Wegener, Jens Karl; von Hörsten, Dieter; Urso, Lisa-Marie: Mit Spot Farming zur nachhaltigen Intensivierung in der Pflanzenproduktion. 28. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung, Braunschweig, 2018.

- [We19] Wegener, Jens Karl; Urso, Lisa-Marie; von Hörsten, Dieter; Hegewald, Hannes; Minßen, Till-Fabian; Schattenberg, Jan; Gauß, Cord-Christan; de Witte, Thomas; Nieberg, Hiltrud; Isermeyer, Folkhard; Frerichs, Ludwig; Backhaus, Georg F.: Spot farming – an alternative for future plant production. *Journal für Kulturpflanzen*, 71 (4). S 70-89, 2019.
- [Bu18] GeoBasis-DE/Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG): Digitales Geländemodell Gitterweite 10 m (DG105). Verfügbar unter <http://gdz.bkg.bund.de/index.php/default/digitales-gelandemodell-gitterweite-10-m-dgm10.html>, aufgerufen am 29.10.2021, Leipzig, 2018.
- [Bu15] Bundesamt für Naturschutz (BfN); GeoBasis-DE/Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG); EuroGeographics; Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH): Landschaften in Deutschland – Kartendienst: Der interaktive Kartendienst Landschaften. Verfügbar unter <https://geodienste.bfn.de/landschaften?lang=de.>, aufgerufen am 29.10.2021, 2015.
- [Eu20] European Space Agency (ESA): Sentinel-2 Imagery. Verfügbar unter <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/?zoom=10&lat=41.9&lng=12.5&themeId=DEFAULT-THEME&toTime=2021-10-27T08%3A06%3A13.974Z>, aufgerufen am 26.10.2021, 2020.
- [GB20] Geoinformationsdienst Rosdorf; Bayer Agrar Deutschland: Gewässerschutzberater. Weitere Informationen unter <https://www.geoinformationsdienst.de/gid/agribusiness/gewaesserschutzberater/gewaesserschutzberater-details>, abgerufen am 29.10.2021, 2020.
- [Ju20] Julius Kühn-Institut: Ertragskartierungsdaten der Versuchsfelder Sickinge. Unveröffentlicht, 2020.
- [La15] Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG): Klassenzeichen der Bodenschätzung von Niedersachsen 1:5.000 (BS5). Verfügbar unter https://www.lbeg.niedersachsen.de/karten_daten_publicationen/karten_daten/boden/bodenkarten/bodenschaetzungskarte_15000/bodenschaetzungskarte-von-niedersachsen-im-mastab-1--5-000-bs5-681.html, aufgerufen am 26.10.2021. Hannover, 2015.
- [La17] Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG): Bodenkarte von Niedersachsen in Maßstab 1:50.000 (BK50N). Verfügbar unter https://www.lbeg.niedersachsen.de/karten_daten_publicationen/karten_daten/boden/bodenkarten/bodenkarte_150000/bodenkarte-1-50-000-bk50-655.html, aufgerufen am 26.10.2021, Hannover, 2017.