

Methoden der Fernerkundung im Precision Farming – der Einfluss der räumlichen Auflösung

Kerstin Voß

Arbeitsgruppe Fernerkundung, Geographisches Institut
Rheinische Friedrich Wilhelms Universität Bonn
Meckenheimer Allee 166
D- 53115 Bonn
Kerstin @rsrg.uni-bonn.de

Abstract: Fernerkundungsdaten erlangen bei der Informationsgewinnung für den Prozess des Precision Farming zunehmend an Bedeutung. Es stellt sich die Frage, welchen Einfluss hat die räumliche Auflösung der Fernerkundungsdaten auf die Erkennbarkeit von teilschlagspezifischen Pflanzenschäden. Die Ergebnisse zeigen, dass mit Landschaftsstrukturmaßen der Einfluss der Skalierung auf die Erkennbarkeit von verschiedenen Stressfaktoren in landwirtschaftlichen Flächen beschrieben werden und ein Schwellenwert der räumlichen Auflösung ermittelt werden kann, ab dem teilflächenspezifische Pflanzenschäden nicht mehr korrekt erfasst werden können.

1 Einleitung

Die Definition des Begriffes „Precision Farming“ weist explizit auf die Integration der Informationstechnologie innerhalb der landwirtschaftlichen Produktion hin. „*Precision agriculture is a management strategy that use information technologies to bring data from multiple sources to bear on decisions associated with crop production*“ [DC97]. Zur Umsetzung der Präzisionslandwirtschaft sind genaue Kenntnisse über den Zustand der landwirtschaftlichen Flächen auf der Teilschlagebene erforderlich. Bei der Erfassung der teilschlagspezifischen Informationen gewinnt der Einsatz von Fernerkundungsdaten zunehmend an Bedeutung. In Hinblick auf eine stärkere Integration von Fernerkundungsdaten im Bereich Precision Farming stellt sich die Frage, welchen Einfluss die Skalierung auf die Erkennbarkeit von teilschlagspezifischen Pflanzenschäden ausübt.

2 Untersuchungsgebiet und Versuchsbeschreibung

Die Grundlage der Studie bildet ein Winterweizenversuch mit einer Größe von 5,22 ha. Die Fläche wurde in zwölf Parzellen mit je einer Größe von 44,85 x 45 m aufgeteilt. Zur Unterscheidung von gesunden und geschädigten Teilflächen wurde ein zweifaktorieller Versuch angelegt. Der erste Faktor bezieht sich auf die Stickstoffversorgung, der zweite Faktor auf die Fungizidbehandlung, so dass sich vier unterschiedliche Behandlungsfor-

men ergeben: 1. Stickstoffbehandlung betriebsüblich / Fungizidbehandlung betriebsüblich, 2. Stickstoffbehandlung betriebsüblich / Fungizidbehandlung reduziert, 3. Stickstoffbehandlung reduziert / Fungizidbehandlung betriebsüblich und 4. Stickstoffbehandlung reduziert / Fungizidbehandlung reduziert.

3 Methode

Um den Einfluss der räumlichen Auflösung auf die Erkennbarkeit von teilschlagspezifischen Pflanzenschäden quantitativ bewerten zu können, waren drei aufeinander aufbauende methodische Schritte notwendig:

a) *Veränderung der räumlichen Auflösungen zur Erzeugung einer geeigneten Datengrundlage:* Zur Analyse des Einflusses der Skalierung auf die Erkennbarkeit der teilschlagspezifischen Pflanzenschäden wurden, auf der Grundlage einer hochauflösenden QuickBird-2 Szene, über das Resampling Verfahren „Cubic Convolution“ [LK00] synthetische räumliche Auflösungen generiert. Erzeugt wurde ein kontinuierlicher Datensatz, der räumliche Auflösungen von 1 m bis 30 m umfasst.

b) *Klassifizierung der Daten zur digitalen Erfassung der Pflanzenschäden:* Zur digitalen Erfassung, der im Bild vorhandenen Pflanzenschäden, wurden sowohl das Ausgangsbild als auch die synthetischen Bilder einer überwachten „Maximum Likelihood“ Klassifikation mit sechs Klassen unterzogen. Abbildung 1 zeigt, dass die Genauigkeit der Klassifikation mit der räumlichen Auflösung abnimmt.

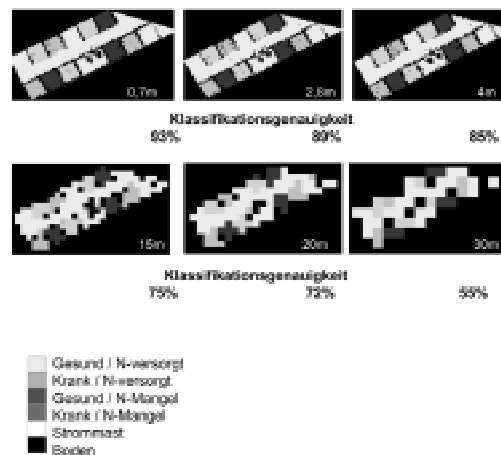


Abb. 1: Darstellung der Ergebnisse der Maximum Likelihood Klassifikation auf der Grundlage unterschiedlich aufgelöster Daten – räumlicher Bezug: Versuchsschlag (räumliche Auflösung variiert zwischen 0,7 m und 30 m)

c) Berechnung der Landschaftsstrukturmaße zur Bewertung des Einflusses der Skalierung auf die Erkennbarkeit von teilschlagspezifischen Pflanzenschäden: Um den Einfluss

der räumlichen Auflösung auf die Erkennbarkeit von teilschlagspezifischen Pflanzenschäden quantitativ bewerten zu können, wurden auf der Grundlage der klassifizierten Daten verschiedene Landschaftsstrukturmaße (LSM) berechnet. LSM werden als quantitative Indizes zur Beschreibung der Struktur und des Musters einer Landschaft definiert und bieten somit die Möglichkeit Veränderungen der räumlichen Struktur mit der Veränderung der räumlichen Auflösung quantitativ zu beschreiben [MM94]. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die berechneten LSM.

<i>Name</i>	<i>Wertebereich</i>
Percentage of Landscape (PLAND)	$0 < \text{PLAND} \leq 100$
Number of Patches (NP)	$\text{NP} \geq 1$
Total Edge (TE)	$\text{TE} \geq 0$
Area-Weighted Mean-Shape-Index (AWMSI)	$1 \leq \text{AWMSI} \leq 2$
Patch Richness (PR)	$\text{PR} \geq 1$
Euclidean Nearest-Neighbor Distance (ENN)	$\text{ENN} > 0$
Contagion (CONTAG)	$0 < \text{CONTAG} \leq 100$

Tab. 1: Überblick über die verwendeten Landschaftsstrukturmaße (LSM) zur Analyse von Rasterbildern (Verwendet nach FRAGSTATS)

4 Bewertung des Einflusses der Skalierung auf die Erkennbarkeit von teilschlagspezifischen Pflanzenschäden

Im Folgenden werden die LSM in Hinblick auf ihre Veränderung mit der räumlichen Auflösung interpretiert. Die erzielten Ergebnisse beziehen sich auf den unter 2 beschriebenen Winterweizenversuch und stehen in enger Beziehung zur Patchgröße der Schadpatches. Die Veränderung der LSM Werte fällt zwischen der räumlichen Auflösung von 0,7m und 15m besonders deutlich aus, so dass in diesem Wertebereich mit einem signifikanten Informationsverlust zu rechnen. Die Auswertung des LSM „PLAND“ zeigt, dass die Flächenanteile der geschädigten Landbedeckungsklassen bis zu einer räumlichen Auflösung von 5 m relativ konstant bleiben. Ab einer räumlichen Auflösung von 6 m weisen alle drei Landnutzungsklassen deutliche Schwankungen der prozentualen Flächenanteile auf, so dass die Flächenanteile der drei Landbedeckungsklassen nicht mehr korrekt erfasst werden. Ebenfalls weisen die LSM „NP“ und „TE“ zwischen 1 m und 5 m räumlichen Auflösung eine deutliche Abnahme ihrer Werte auf. Aufgrund der Verringerung der räumlichen Auflösung und der daraus resultierenden Aggregation der Pixel, können nicht mehr alle Patches erfasst werden. Dies erklärt ebenfalls den Rückgang der „TE- Werte“, da die Kantenlänge mit der Anzahl der Patches korreliert. Die Trennbarkeit der drei unterschiedlichen Landbedeckungsklassen auf der Grundlage ihrer unterschiedlichen Formkomplexität ist bis zu einer räumlichen Auflösung von 5 m möglich. Bei einer weiteren Verringerung der räumlichen Auflösung nähern sich die

„AWMSI – Werte“ einander an, da die Formkomplexität mehr und mehr durch die Pixelgröße bestimmt wird (vgl. Abbildung 2).

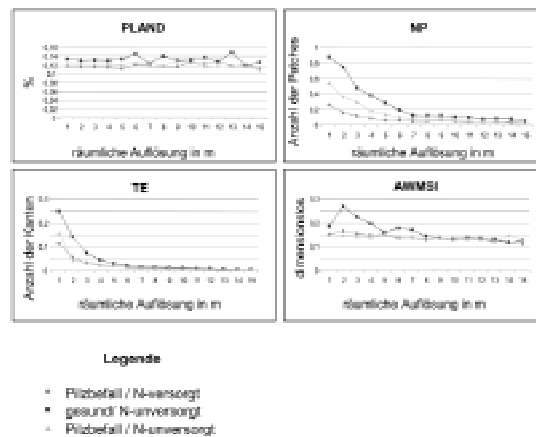


Abb. 2: Veränderung der Landschaftsstrukturmaße (LSM) mit Veränderung der räumlichen Auflösung – Klassenebene - (Zur graphischen Darstellung wurden die verschiedenen Werte der LSM auf den Wertebereich von 0 bis 1 normiert)

5 Fazit und Ausblick

Die Ergebnisse zeigen, dass der Informationsgehalt über die Struktur der landwirtschaftlichen Fläche mit der Verringerung der räumlichen Auflösung abnimmt. Zur Erfassung der kleinräumigen Unterschiede sind extrem hohe räumliche Auflösungen notwendig. Durch die Analyse wird deutlich, dass zur Differenzierung, der in der Versuchsanlage vorkommenden teilschlagspezifischen Pflanzenschäden, räumliche Auflösungen von bis zu 6 m notwendig sind.

Danksagung

Die Studie ist im Rahmen des DFG-Graduiertenkollegs *"Einsatz von Informationstechniken zur Präzisierung des Pflanzenschutzes auf landwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Flächen"* entstanden.

Literaturverzeichnis

- [DC97] Dixon J.; M. McCann: Precision Agriculture in the 21st century. Geospatial and information technologies in crop management. Washington D.C., 1997.
- [LK00] LILLESAND, T.M.; R.W. KIEFER: Remote Sensing and image interpretation. New York, 2000.
- [MM94] MCGARIGAL, K.; B. MARKS : FRAGSTATS – Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Dolores, 1994.