

Tagungsbeitrag zu:

Jahrestagung der DBG, Kommission V

Titel der Tagung:

Böden - Lebensgrundlage und
Verantwortung

Veranstalter:

DBG

Termin und Ort der Tagung:

7.-12. September 2013, Rostock

Berichte der DBG (nicht begutachtete
Online-Publikation); <http://www.dbges.de>

**Möglichkeiten und Grenzen der
landwirtschaftlichen Interpretation von
Reliefparametern aus digitalen Gelände-
modellen für die GPS-gestützte Land-
wirtschaft**

E.S. Dobers^a, M. Bock^b

^a ag-geodata, Nikolausberger Weg 63, D-37073
Göttingen, Germany, info@ag-geodata.de

^b Scilands GmbH, Goetheallee 11; D-37073
Göttingen, welcome@scilands.de

Zusammenfassung

Precision farming needs precise site information with regard to production potential and indications for optimized management. Besides other data sources (e.g. yield mapping, soil maps), elevation information and topographical derivations are not used very often. We studied the usability of RTK-GPS measurements (cm accuracy) for a 50 ha field to (a) derive a digital elevation model (DEM), and (b) to estimate relative yield potential for some parameters derived from the DEM. Results were compared with actual yield and soil map information, using the transferable belief model (TBM). Processing of RTK-GPS data yielded plausible terrain structures and the interpretation of topographical features as yield zones in general was spatially similar to existing data layers. The TBM allowed for spatially explicit visualization of conflicting hypotheses, what helps improving data sources and/or interpretation schemes.

Schlüsselworte: DEM, RTK-GPS, *Precision Farming*, Reliefanalyse, *Topographical Position Index*, *Transferable Belief Model*, Ertragskartierung, Bodenschätzung

Einleitung und Problemstellung

Die Gewinnung landwirtschaftlich relevanter Informationen für den Einsatz in der Standort-spezifischen Landbewirtschaftung (GPS-Ackerbau, Precision Farming) nutzt unterschiedliche Datenquellen, wie z.B. Bodenkarten, Ertragsdaten, Informationen der Fernerkundung, elektrische Leitfähigkeit, Sensordaten, Höhenmodelle, etc. Aus diesen Datenquellen werden Karten abgeleitet, die eine Effizienzsteigerung der eingesetzten Ressourcen (z.B. Dünger, Saatgut) sowie eine Vermeidung von Umweltproblemen (z.B. Überdüngung) ermöglichen sollen.

Viele Betriebe setzten mittlerweile Fahrspur-Leitsysteme auf RTK-GPS-Basis ein, welche eine zentimetergenaue Positionierung erlauben. Dabei fallen, sozusagen als Nebenprodukt, auch hochgenaue Höheninformationen an, die für die Erstellung von digitalen Geländemodellen (DGM) und im weiteren als Datenbasis für Standortkarten genutzt werden können.

Der Beitrag stellt Möglichkeiten und Schwierigkeiten vor, die bei der Nutzung von RTK-GPS-Daten für die DGM-Erstellung und -Auswertung sowie bei der weiteren Interpretation in landwirtschaftlichem Kontext auftreten können.

Material und Methoden

Für ein 50 ha großes Feld eines landwirtschaftlichen Betriebes in der Sandlöss-Region Südbrandenburgs lagen RTK-GPS-Höhendaten der Aussaat 2012 vor (Spurabstand 9m, 29.700 Punkte). Des weiteren standen GPS-Ertragsdaten (Ernte 2008) und die Karte der Bodenschätzung zur Verfügung.

Die Höhendaten wurden aufbereitet, offensichtliche Fehler beseitigt und in der Software-Umgebung SAGA ein 8m-Raster-Höhenmodell interpoliert (*Multilevel B-spline* & multidirektionale Lee-Filterung). Im GIS erfolgte eine DGM-Auswertung durch die Ermittlung der Steigung sowie die Ableitung des *Topographical Position Index (TPI)* nach Weiss (2001). Der Radius für die Berechnungen betrug 32m und die *TPI*-Ergebnisse wurden standardisiert und in Anlehnung an Weiss (2001) in 7 Klassen unterteilt. Anschließend erfolgte eine Kombination mit den vier Steigungsklassen

0-1%, 1-2%, 2-4% und >4% und eine anschließende 3x3 Modalfilterung. Aus den Ergebnissen der DGM-Auswertung, der Ertragskartierung und Bodenschätzungsdaten wurden relative Ertragskarten mit jeweils 8 Klassen abgeleitet (Abb. 1).

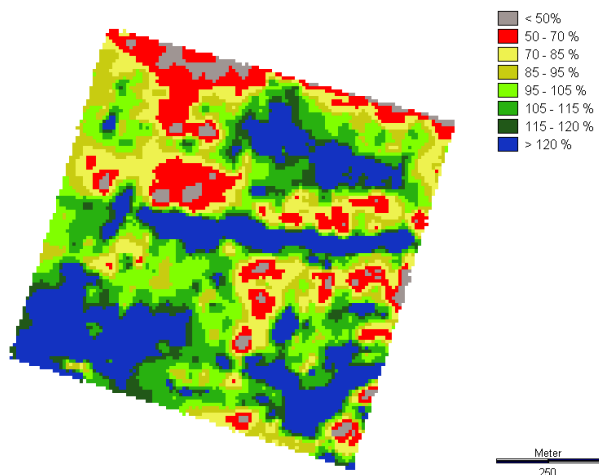


Abb. 1: Übersetzung der Ertragskarte des Erntejahres 2008 in Klassen des Relativertrags. Der Feldmittelwert gilt als 100%-Referenz. Die Klasse 1 bedeutet sehr geringer (<50%), die Klasse 8 sehr hoher Ertrag (>120%). Die Übersetzung der *TPI*/Steigungs-Kombination in relative Erträge wurde mit sich überschneidenden Klassen angelegt, um die noch bestehende Unsicherheit in der landwirtschaftlichen Einstufung dieser Datenquelle im Hinblick auf Erträge zu repräsentieren (siehe Tab. 1).

Tab. 1: Interpretationsschema für die Übersetzung der *TPI*/Steigungsklassen in Relativertragsklassen

		Steigungsklasse			
		0-1%	1-2%	2-4%	>4%
Ridge	7	1-2	1-2	1-2	1-2
	6	1-3	1-3	1-3	1-3
<i>TPI</i> -Klasse	5	3-5	3-5	3-5	1-3
	4	1-8	1-8	1-8	1-3
	3	5-6	5-6	5-6	1-3
	2	6-7	6-7	6-7	6-7
Valley	1	7-8	7-8	7-8	7-8

So lässt sich z.B. der Eintrag "7-8" für Pixel in *Valley*-Position mit einem standardisierten und klassifizierten *TPI* von 1 übersetzen, dass aufgrund der DGM-Auswertung erwartet wird, in solchen Geländepositionen die Relativertragsklassen 7 oder 8 zu finden. Dies entspricht Erträgen von 115-120% (7) bzw. >120% (8) des Feldmittelwertes – und dies unabhängig von der berechneten Steigung des DGM-Pixels. Steigungen von mehr als 4% in diesen Geländepositionen treten sehr selten auf und sind als *artefacte*

zu werten. Dagegen kann für die *TPI*-Klasse 4 (entspricht "ebenen Positionen") konkretere Schätzung der Relativerträge erfolgen – alle Klassen von 1 (<50%) bis 8 (>120%) sind aufgrund des Reliefs zu erwarten.

Anschließend erfolgt eine Kombination der Daten mit Hilfe des *Transferable Belief Models (TBM)*, einer Interpretation der *Dempster-Shafer-Theorie* (Smets & Kennes 1994, Dobers 2008), welche multiple Hypothesen(mengen) für Objekte erlaubt und Unschärfe und Unsicherheit in Wissensbeständen repräsentieren kann.

Ergebnisse und Diskussion

Nach Beseitigung offensichtlich fehlerhaft aufgezeichneter Höhendaten und einer leichten geometrischer Korrektur der Punkte in Fahrtrichtung konnte ein plausibles DGM interpoliert werden. Es traten kleinräumige Strukturen deutlich hervor, welche auf bislang verfügbaren Geländemodellen für diese Region aus Maßstabsgründen nicht erkennbar sind (Abb. 2). Die Geländehöhe fällt von etwa 108 m im Südwesten auf knapp 94 m im Nordosten ab. Zusätzlich sind zwei größere Rinnensysteme in Gefällerrichtung zu erkennen.

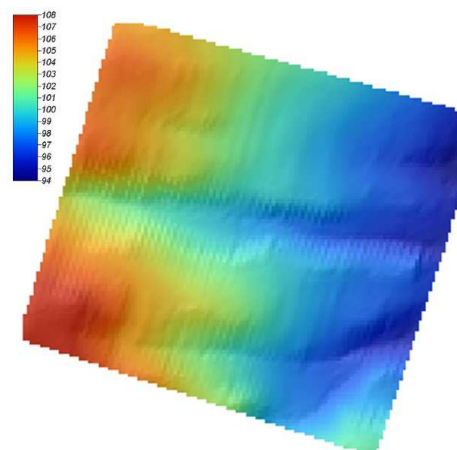


Abb. 2: Interpoliertes Höhenmodell aus den RTK-GPS-Daten des 50 ha Feldes (Einheit: Meter)

Die *TBM*-gestützte Kombination der Ertrags- und Bodenschätzungsdaten ergab aufgrund der eingestellten Gewichtung die räumlichen Muster der Ertragskarte. In einem zweiten Arbeitsschritt wurde die aktualisierte Ertragsschätzung aus Ertrags- und Bodenschätzungskarte mit den Relativerträgen aus der DGM-Interpretation verschnitten (Abb. 3). Die durch das *TBM*

berechneten *weights of conflict* (WOC) zwischen den Datenquellen zeigt die Abb. 4.

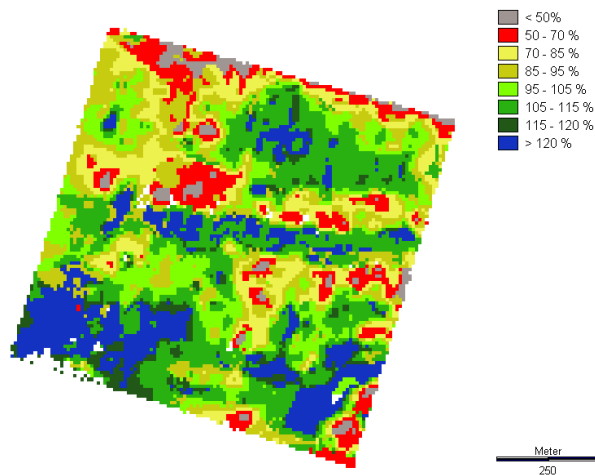


Abb. 3: Klasse des Relativertrages nach Kombination von Ertragskarte, Bodenkarte und DGM-Auswertung mittels *TBM* (vgl. Abb. 1)

Es fällt auf, dass es einzelne Areale im Südwesten und Norden auf dem Feld gibt, in denen die ansonsten grundsätzlich gute Übereinstimmung hinsichtlich der Relativertragsschätzung aus Ertragskarten und Bodenkarte sowie der Auswertung des DGM (*TPI/Steigung*) nicht zutrifft. Zudem wird aufgrund der visuellen Sichtung der Ergebniskarte erkennbar, dass das verwendete Übersetzungsschema für die DGM-Auswertung in Relativerträge (Tab. 1) zu konservativ ist. Das Ertragsgeschehen wird auf den Geringertragsstandorten zu hoch, auf den Hohertragsstandorten zu gering eingestuft ist.

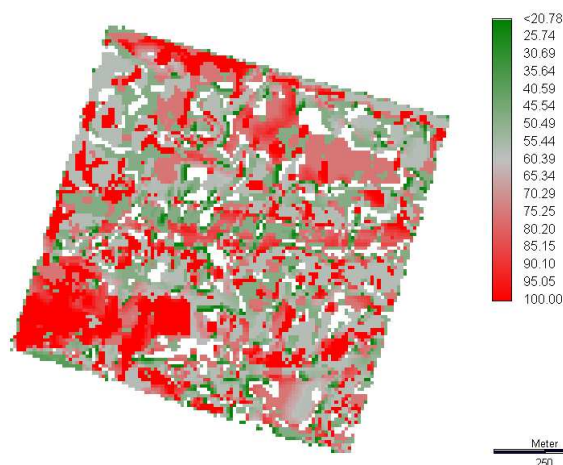


Abb. 4: Karte der *weights of conflict* für die *TBM*-Kombination von Ertragskarte, Bodenkarte und DGM-Auswertung hinsichtlich Klasse des Relativertrages (vgl. Abb. 3)

Die Karte der *WOC* erlaubt es, bestehende Wissenslücken oder stark voneinander

abweichende Einschätzungen räumlich explizit darzustellen, um in diesen Bereichen dann gezielte Ursachenforschung zu betreiben oder lokale Modifikationen der Interpretationsschemen vorzunehmen.

Fazit

Die Auswertung von RTK-GPS-Daten aus landwirtschaftlichen Praxisbetrieben und eine DGM-Erstellung aus diesen sind nach gezielter Fehlerbereinigung problemlos möglich. Die Ableitung und Kombination von Reliefparametern wie z.B. des *TPI* und der Steigung zeigt zusammenhängende Areale, die unter Verwendung von weiteren Ertrags- und Bodeninformationen auch inhaltlich plausibel sind. Für die Übersetzung der Muster in landwirtschaftliche Standort-Informationen zeigt das *Transferable Belief Model* großes Potenzial.

Literatur

- Dobers, E.S. 2008:** Generation of new soil information by combination of data sources of different content and scale using GIS and belief structures. Raporty PIB 12: 31-44.
- Smets, P., Kennes, R. 1994:** The transferable belief model. Artificial Intelligence 66: 191-234.
- Weiss, A. 2001:** Topographic Position and Landforms Analysis. Poster presentation, ESRI User Conference, San Diego, CA.