

# Detektion von Ackerschlagobjekten aus Fernerkundungsdaten als Bezugseinheiten der Bodenerosionsbewertung

Markus Möller<sup>a</sup>

## 1. EINLEITUNG

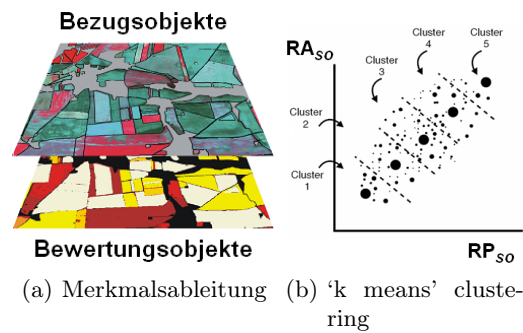
Die landwirtschaftliche Nutzfläche ist in Ackerschläge gegliedert, deren schlagsspezifische Geometrien das Prozessgeschehen lateraler Stoffflüsse maßgeblich beeinflussen (Takken et al., 2001). Ackerschläge unterliegen einem raum-zeitlichen Wandel, der u.a. von der Zuwegung und dem jährlichen Fruchtartenwechsel abhängig ist (Dietzel et al., 2000).

Eine Vielzahl von Ansätzen der automatisierten Detektion von Ackerschlägen basieren auf der Anwendung von Segmentierungsalgorithmen auf Fernerkundungsdaten (vgl. Möller, 2006). In die meisten Segmentierungsalgorithmen sind Einstellungsparameter bzw. ‘Stellschrauben’ zur Anpassung der Segmentierungsergebnisse an definierte Zielobjekte enthalten. Die ‘Eichung’ der Stellschrauben wird allerdings zumeist subjektiv vorgenommen, was auf das Fehlen eines allgemein anwendbaren Validierungsalgorithmus für Segmentierungsergebnisse zurückzuführen ist.

Der folgende Beitrag verfolgt das Ziel, eine allgemein anwendbare Validierungsprozedur zu entwickeln, um Segmentierungsergebnisse unterschiedlicher Parametereinstellungen vergleichbar bewerten zu können. Als Segmentierungsalgorithmus wird der im Programm eCognition implementierte FNE-Algorithmus verwendet (Benz et al., 2004). Die Untersuchungen werden am Beispiel eines multi-temporalen Satellitenbild-Ausschnittes\* mit den drei Aufnahmetermen 30.04., 03.07. (Landsat 5 TM) und 13.09. (Landsat 7 ETM+) durchgeführt. In die Segmentierung gehen alle 15 Multispektral-Kanäle ein.

## 2. METHODIK

Die Validierungsprozedur wird entsprechend Abbildung 1 ausgeführt. Die *Merkmalsableitung* setzt zunächst die Verfügbarkeit von Referenz- und Bewertungsobjekten voraus. Erstere können durch Zufallsstichproben lokalisiert und ‘on screen’ digitalisiert werden (Möller, 2006). Letztere ergeben sich aus der Anwendung des Segmentierungsalgorithmus unter Verwendung von verschiedenen Parametereinstellungen. Dazu gehören beim FNE-Algorithmus die Objektheterogenität  $H$  sowie die Formparameter  $w_{shape}$  und  $w_{compact}$  (Benz et al., 2004). Die Objektheterogenität  $H$  bezieht sich auf den primären Spektralraum. Je größer  $H$  ist, desto heterogener sind die resultierenden Objekte. Die Formheterogenität  $w_{shape}$  ergibt sich dagegen aus dem Gleichgewicht zwischen der Kompaktheit  $w_{compact}$  und Gleichmäßigkeit  $w_{smooth}$  eines Objektes. Je kompakter ein Objekt bzw. je höher  $w_{compact}$  ist, desto mehr tendiert das Segmentierungsergebnis zu einem Kreis als Ausdruck maximaler Kompaktheit.



(a) Merkmalsableitung (b) ‘k means’ clustering

$\bar{K}$	1	2	3	4	5
$A_{C_i}$	80	10	5	3	2
$RA_{SO}$	0,9	0,6	0,2	0,1	0,1
$RP_{SO}$	0,1	0,2	0,4	0,6	0,9

$$VI = \frac{\sum_{i=1}^n (K_i \times A_{C_i})}{n}$$

(c) Vergleichsindex

**Abb. 1:** Fließschema zur Validierung von Segmentierungsergebnissen.

Vor der eigentlichen Merkmalsberechnung müssen zwei Objektebenen erzeugt werden. Die obere Ebene enthält die Bezugsobjekte (Segmentierungsergebnisse ODER Referenzinformationen). Die untere Ebene ‘Bewertungsobjekte’ resultiert aus der Verschneidung von Segmentierungsergebnis UND Referenzinformation. Dadurch können hierarchische Attribute zur Kennzeichnung von topologischen und geometrischen Objektdifferenzen abgeleitet werden. Hier bilden die Attribute  $RA_{SO}$  und  $RP_{SO}$  die Grundlage der Objektvalidierung. Während  $RA_{SO}$  den Vergleich einzelner Objekte hinsichtlich der topologischen Objektbeziehungen ‘Zugehörigkeit’ und ‘Überlappung’ erlaubt (de Bruin et al., 1999), werden mit  $RP_{SO}$  geometrische Objektdifferenzen durch den Vergleich von Objektmittelpunkten ausgedrückt. Hohe  $RA_{SO}$ -Werte stehen dabei für einen hohen räumlichen Übereinstimmungsgrad der relativen Flächeninhalte. Niedrige  $RP_{SO}$ -Werte sind dagegen Ausdruck einer geringen Abweichung der Objektmittelpunkte. Treffen beide Bedingungen zu, besteht ein hoher Übereinstimmungsgrad zwischen Bezugs- und Bewertungsobjekt. Die Berechnung der Attribute wird in zwei Richtungen durchgeführt. Einerseits fungieren die Referenzpolygone als Bezugsobjekte, andererseits sind es die Segmentierungsergebnisse.

Die Berechnung des *Vergleichsindex* VI zielt auf die Ableitung einer optimalen Parametereinstellung für die Detektion von Ackerschlägen und ist ein auf qualitative Bewertungskategorien bezogenes Maß (Deumlich & Thiere, 1996) (Gl. (1)). Neben den Flächenanteilen der Kategorien  $A_{C_i}$  innerhalb von Bezugseinheiten (z.B. Ackerschläge) gehen die Abstufungen der Bewertungskategorien (z.B. hoch = 5 ... niedrig = 1) als Wichtungsfaktor  $C_i$  in die Gleichung mit ein. Aufgrund einer nicht vorhandenen Bewertungsmatrix erfolgt die Überführung der kontinuierlichen  $RP_{SO}$ - und  $RA_{SO}$ -Werte in qualitative

<sup>a</sup>terrasys.info geodata service, Paracelsusstraße 6, 06114 Halle/Saale, E-mail: markus.moeller@terrasys.info, url: <http://www.terrasys.info>, Telefon: 0341/2835801

\*Quelle: Eurimage (<http://www.eurimage.com>)

Klassen durch eine statistische ‘*k means*’-Gruppierung. Der Vorteil dieser Vorgehensweise besteht in der automatisierten Berücksichtigung des zweidimensionalen Merkmalsraumes.

$$VI = \frac{\sum_{i=1}^n (C_i \times A_{C_i})}{n} \quad \text{mit } VI \in [0,100] \quad (1)$$

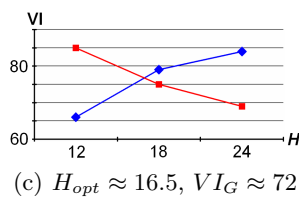
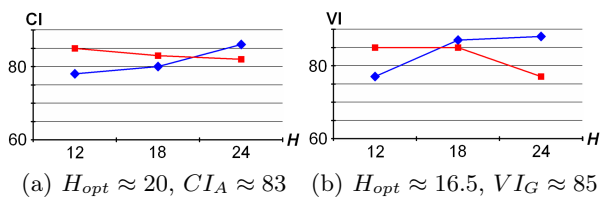
### 3. ERGEBNISSE

Aus Tabelle 1 gehen die Parametereinstellungen der drei Segmentierungsvarianten hervor. Die insgesamt neun Segmentierungen unterscheiden sich hinsichtlich ihres Heterogenitätsgrades  $H$  und der Parameter  $w_{shape}$  und  $w_{compt}$  (Abb. 3).

**Tab. 1:** Parametereinstellungen dreier Segmentierungsvarianten

Parameter	L1	L2	L3
$w_{shape}$	0.2	0.2	0.5
$w_{compt}$	0.1	0.5	0.9
$H$	12; 18; 24		

In Abbildung 2 ist für jede Variante und jeweils beide Segmentierungsrichtungen der Zusammenhang zwischen Vergleichsindex und Heterogenitätsparameter graphisch dargestellt. Die Schnittpunkte der resultierenden Graphen repräsentieren für jede Segmentierungsvariante den optimalen Heterogenitätsparameter  $H_{opt}$  und die Segmentierungsgüte  $VI_G$  (Maximum = 100). Danach erweist sich Parameterstellung L2 bei einem Heterogenitätsparameter von  $H_{opt} = 16,5$  und einem  $VI_G$ -Wert von 85 als die günstigste Variante. Das schlechteste Ergebnis zeigt mit  $VI_G = 72$  die Variante L3 (Abb. 3(g-i) bzw. 2(c)), die durch hohe  $w_{compt}$ - bzw.  $w_{shape}$ -Werte gekennzeichnet ist.

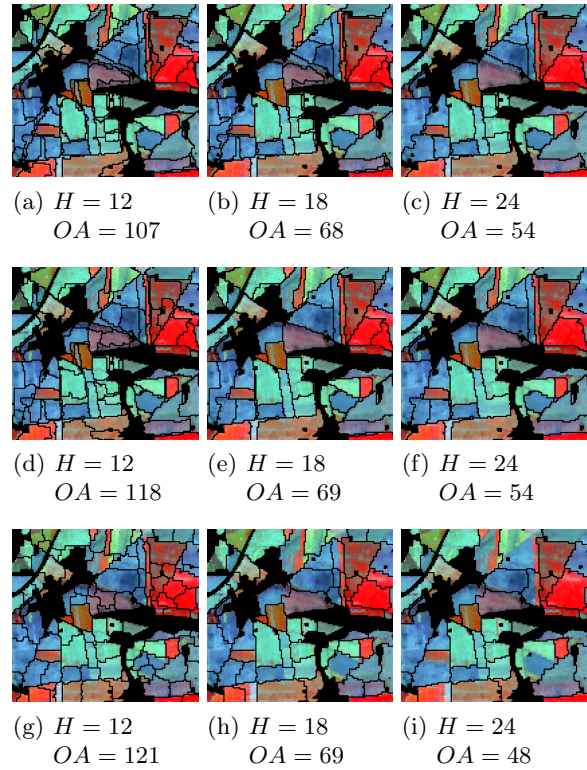


- ◆ Attributberechnung in Richtung Segmentierungsergebnis
- Attributberechnung in Richtung Segmentierungsergebnis

**Abb. 2:** Bestimmung der Segmentierungsgüte  $VI_G$  und des optimalen Heterogenitätsparameters  $H_{opt}$  der Segmentierungsvarianten L1 (a), L2 (b) und L3 (c)

### 4. ZUSAMMENFASSUNG

Die Anwendung von Segmentierungsverfahren auf digitale Fernerkundungsdaten (Satelliten- und/oder Luftbil-



**Abb. 3:** Auswirkungen der Parametereinstellungen L1 (a-c), L2 (d-f) und L3 (g-i) auf Segmentierungsergebnisse und Objektanzahl OA (vgl. Tab. 1)

der) ermöglicht die automatisierte Detektion von Acker Schlagstrukturen. Dadurch kann auf Anforderungen aktueller Schlaginformationen (bspw. im Rahmen von Modellierungen lateraler Stoffflüsse) reagiert und der manuelle Digitalisierungsaufwand minimiert werden.

Voraussetzung einer effizienten Anwendung von Segmentierungsalgorithmen ist deren Validierung auf der Basis von topologischen und geometrischen Objekteigenschaften. Dadurch kann der Einfluss der Parametereinstellungen des jeweiligen Segmentierungsalgorithmus auf die Segmentierungsergebnisse kontrolliert werden. Eine Verbesserung der Segmentierungsergebnisse kann durch die Einbeziehung existierender Grenzen (z.B. Feldblockstrukturen) erreicht werden.

### Literatur

- Benz, U. C., Hofmann, P., Willhauck, G., Lingenfelder, I., & Heynen, M. (2004). Multi-resolution, object-oriented fuzzy analysis of remote sensing data for gis-ready information. *Journal of Photogrammetry & Remote Sensing*, 58, 239–258.
- de Bruin, S., Wielemaker, W., & Molenaar, M. (1999). Formalisation of soil-landscape knowledge through interactive hierarchical disaggregation. *Geoderma*, 91, 151–172.
- Deumlich, D. & Thiere, J. (1996). Einschätzung der potentiellen Wassererosionsgefährdung für Gemeinden und Regionen der Bundesländer Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg, Sachsen-Anhalt und der Freistaaten Thüringen und Sachsen. *Archiv Acker-, Pflanzenbau, Bodenkunde*, 40, 335–343.
- Dietzel, H., Diemann, R., Jacobs, R., & Otto, R. (2000). Schlaggröße und Schlagform in Ackerbaugebieten der neuen Bundesländer. *Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung*, 41, 68–73.
- Möller, M. (2006). *Hierarchische Landschaftsbewertung am Beispiel der Bodenerosion*. PhD thesis, Universität Tübingen, Tübingen. im Begutachtungsprozess.
- Takken, I., Govers, G., Jetten, V., Nachtergaele, J., Steegen, A., & Poesen, J. (2001). Effects of tillage on runoff and erosion patterns. *Soil and Tillage Research*, 31(1-2), 55–60.