

Untersuchungen zur Segmentierung von Satellitenbilddaten für die Extraktion von GIS-Objekten

KRISTIN LEUKERT¹

Zusammenfassung: Objektbasierte Verfahren bieten besonders für hochaufgelöste Bilddaten neue Möglichkeiten der Objektextraktion, da neben spektralen Merkmalen auch zusätzliche Informationen über Form, Größe und Kontext in die Klassifikation eingebracht werden können. Grundlage der objektbasierten Verfahren bildet die Segmentierung der Bilddaten.

Der Segmentierungsalgorithmus der Bildanalysesoftware eCognition wird vorgestellt und dessen Wirkungsweise an Hand von Untersuchungen mit künstlichen Bildern demonstriert. Die Übertragbarkeit von Segmentierungsparametern für bestimmte Objektklassen in IKONOS-Bildern wird an Hand von Beispielen verdeutlicht. Ziel der Untersuchungen ist es, für ein operationelles System geeignete Segmentierungsparameter zur Extraktion von bestimmten Objektarten in verschiedenen Sensordaten bereitzustellen.

1 Einleitung

Die Erfassung und Aktualisierung von GIS-Daten ist eine zeitaufwändige und kostenintensive Aufgabe. Im Bereich der Fernerkundung und Bildverarbeitung werden deshalb neue Verfahren entwickelt, um diese Aufgabe möglichst automatisiert zu lösen. Hochaufgelöste, kommerziell erhältliche Bilddaten, wie zum Beispiel IKONOS-Daten (<http://www.spaceimaging.com>) in Auflösungen von 1m panchromatisch und 4m multispektral bieten sich zur Objektextraktion von GIS-Daten an. Klassische pixelbasierte Verfahren, wie die überwachte Multispektralklassifikation, liefern für hochaufgelöste Bilddaten zumeist schlechte Ergebnisse. Objektbasierte Verfahren, die vor der Klassifikation Pixel zu Bildobjekten bzw. Segmenten zusammenfassen, bieten vielfältige Möglichkeiten auch Kontext oder andere zusätzliche Informationen, wie vorhandene GIS-Daten, bei der Klassifikation zu berücksichtigen. Beispiele zur Nutzung von GIS-Daten für die Objektextraktion sind in LEUKERT (2002) beschrieben.

2 Segmentierung in eCognition

Ein recht junges Produkt auf dem Gebiet der objektbasierten Klassifikation bietet die Firma Definiens Imaging (<http://www.definiens-imaging.com>) mit der Bildanalysesoftware eCognition an.

Zu Beginn einer Klassifikation mit eCognition werden die Bilddaten segmentiert, um ein hierarchisches Netz von Bildobjekten aufzubauen. Die daraus resultierenden Bildobjekte „kennen“ ihre Nachbarn und sind Gegenstand der nachfolgenden Klassifizierung. Über eine Wissensbasis, welche die Eigenschaften der gewünschten Objektklassen als Fuzzy-Zugehörigkeitsfunktionen beschreibt, wird die Klassifizierung gesteuert. Die Beschreibungen der Objektklassen können neben spektralen Merkmalen auch Form und Größencharakteristika, Kontext und Texturinformationen enthalten. Innerhalb der Wissensbasis, die als Klassenhierarchie aufgebaut ist, können Merkmale/Eigenschaften von einer Elternklasse vererbt und Gruppen von Klassen semantisch zusammengefasst werden. Zusätzliche Daten wie GIS Lay-

¹ Dipl.-Ing. Kristin Leukert, Arbeitsgemeinschaft GIS, Universität der Bundeswehr München, 85577 Neubiberg, e-mail: kristin.leukert@unibw-muenchen.de

er oder Digitale Oberflächenmodelle (DOM) können einfach in die Klassifikation integriert werden.

Die Software eCognition verwendet mit der „Multiresolution Segmentation“ ein neues, patentiertes Segmentationsverfahren, das unter Berücksichtigung lokaler Kontraste eine weitgehend wissensfreie Extraktion von homogenen Bildobjektprimitiven in einer beliebigen Auflösung ermöglicht. Das Segmentationsverfahren bedient sich einer *Region Merging* Technik: Zu Beginn repräsentiert jedes einzelne Pixel ein Bildobjekt oder eine Region. Schrittweise wird dann jeweils ein Paar von Bildobjekten zu einem größeren Objekt zusammengefügt (*Merging*). Die Entscheidung für das *Merging* beruht auf lokalen Homogenitätskriterien, welche die Ähnlichkeit von angrenzenden Bildobjekten beschreiben. Ein kleines „*least degree of fitting*“ erlaubt weniger Verschmelzungen als ein größeres. Folglich wird die Größe der resultierenden Bildobjekte mit dem Wert des „*least degree of fitting*“ wachsen. Aufgrund dieser Eigenschaft wird der Parameter *Scale Parameter* genannt. Der *Scale Parameter* ist ein abstrakter Wert, der die maximal mögliche Änderung der Homogenität, die beim *Mergen* zweier Objekte entsteht, festlegt. Er steht indirekt in Beziehung mit der Größe der gebildeten Objekte. Bei einem gegebenen *Scale Parameter* ist die Homogenität bzw. Heterogenität direkt linear abhängig von der Objektgröße. Folglich erhält man in einem heterogenen Bild kleinere Objekte als in einem weniger heterogenen Bild bei gleichem *Scale Parameter* (BAATZ & SCHÄPE, 2000).

Abbildung 1 zeigt das Dialogfenster der „Multiresolution Segmentation“ von eCognition. Neben der Gewichtung der einzelnen Kanäle können Werte für den *Scale Parameter* sowie die Gewichtung der Farb- und Formhomogenität festgelegt werden.

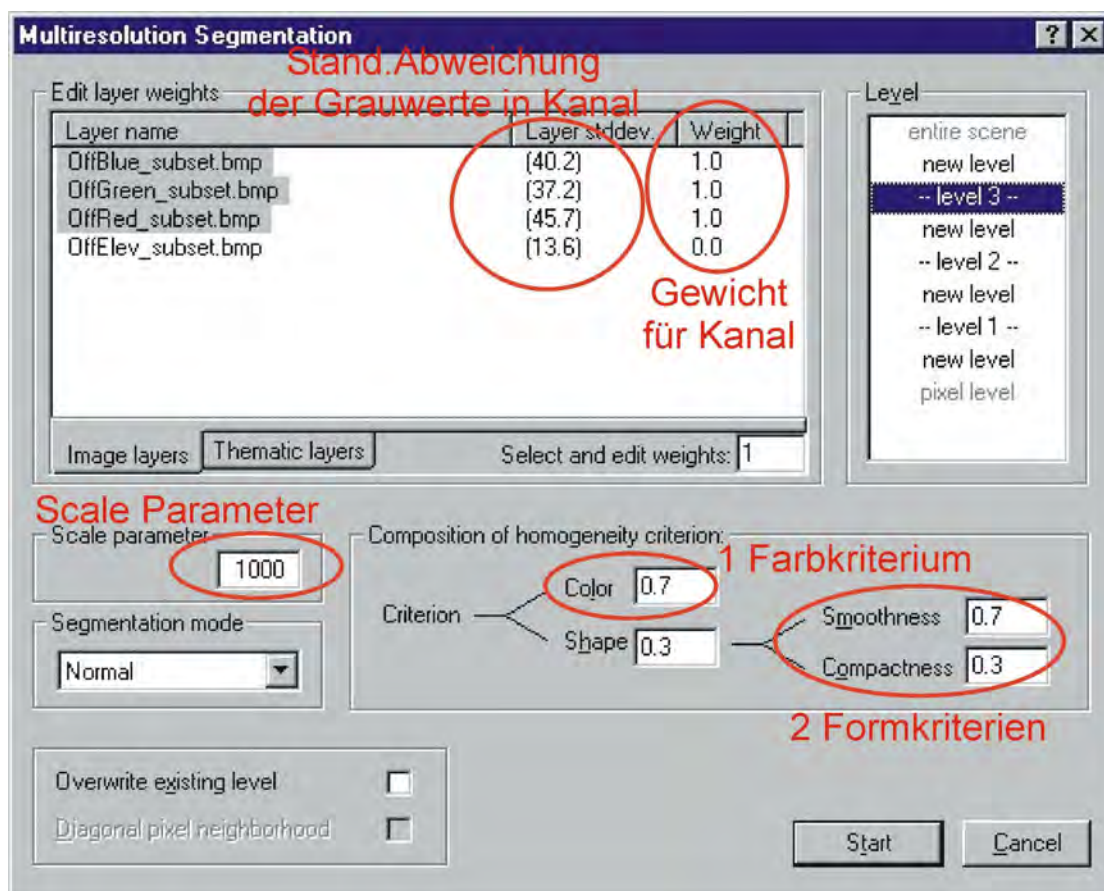


Abb. 1: Dialogfenster "Multiresolution Segmentation" in eCognition 2.1

Dem Operator werden in eCognition Standardwerte für die Segmentationsparameter vorgegeben. Je nach verwendeten Bilddaten und Zielklassen führen jedoch andere Parameter zu einem besseren Ergebnis. Bislang muss der Operator zeitaufwändig nach dem „Try and Error“-Prinzip geeignete Segmentationsparameter herausfinden. Im Hinblick auf ein operationelles System zur Extraktion von GIS-Daten ist jedoch die Vorgabe zweckmäßiger, Parameter für bestimmte Arten von Bilddaten und Zielklassen vorzugeben. Hierzu werden im Folgenden Untersuchungen zur Segmentierung in eCognition vorgestellt.

Die nächsten Kapitel beschreiben Untersuchungen zur Segmentierung in eCognition. Vorab werden künstliche Bilder verwendet, um die verschiedenen Einflüsse der Segmentierungsparameter transparenter zu verdeutlichen (Kap. 3). In Kapitel 4 werden IKONOS-Satellitenbilddaten zur Segmentierung von Objektklassen verwendet sowie die Übertragbarkeit der Segmentierungsparameter getestet.

3 Segmentierung von künstlichen Bildern

Die Einflüsse des *Scale Parameters* und der Farb- und Formheterogenität sollen mit künstlichen Bildern anschaulich verdeutlicht werden. Abbildung 2 zeigt ein solches monochromes Testbild mit 8 Objekten, die unterschiedliche Grauwerte, Größen und zum Teil auch verschiedene Formen aufweisen.



Abbildung 2: Testbild 1

Die erste Untersuchung ist eine Segmentierung des Testbildes nur basierend auf der Farbheterogenität. Der Einfluss der Form ist durch das Gewicht 0 bei *Shape* (siehe Abb. 1) unwirksam. Für verschiedene *Scale Parameter* werden jeweils die Anzahl der gebildeten Bildobjekte notiert (Tab. 1 und Abb. 3). In einer zweiten Untersuchung werden die Standardparameter von eCognition verwendet (Color 0,8 / Shape 0,2: Smoothness 0,9 und Compactness 0,1), so dass neben der Farb- auch die Formheterogenität die Segmentierung beeinflusst. Die Untersuchungen zeigen, dass bei einer Segmentierung mit Form und Farbe bei kleinen *Scale Parametern* deutlich mehr Objekte segmentiert werden, um kompaktere und glattere Segmente zu realisieren. Bei der Segmentierung mit Form und Farbe werden daher auch homogene Flächen in mehrere Segmente geteilt (Abb. 4). Bei sehr großen *Scale Parametern* ist die Anzahl der gebildeten Objekte in beiden Segmentierungen (mit und ohne Formgewichtung) vergleichbar.

Untersuchungen mit heterogenen Testbildern zeigen ebenfalls deutlich den Zusammenhang zwischen *Scale Parameter* und Objektgröße. Mit steigendem *Scale Parameter* nimmt die

Tab. 1: Segmentierung mit und ohne Formgewichtung

Scale Parameter	Segmentierung ohne Form (Color 1, Form 0)	Segmentierung mit Form (Color 0,8, Form 0,2 (0,9; 0,1))
	Anzahl segmentierte Objekte	Anzahl segmentierte Objekte
1	8	1390
10	8	36
50	8	12
100	8	9
300	7	7
400	6	5
1000	1	1

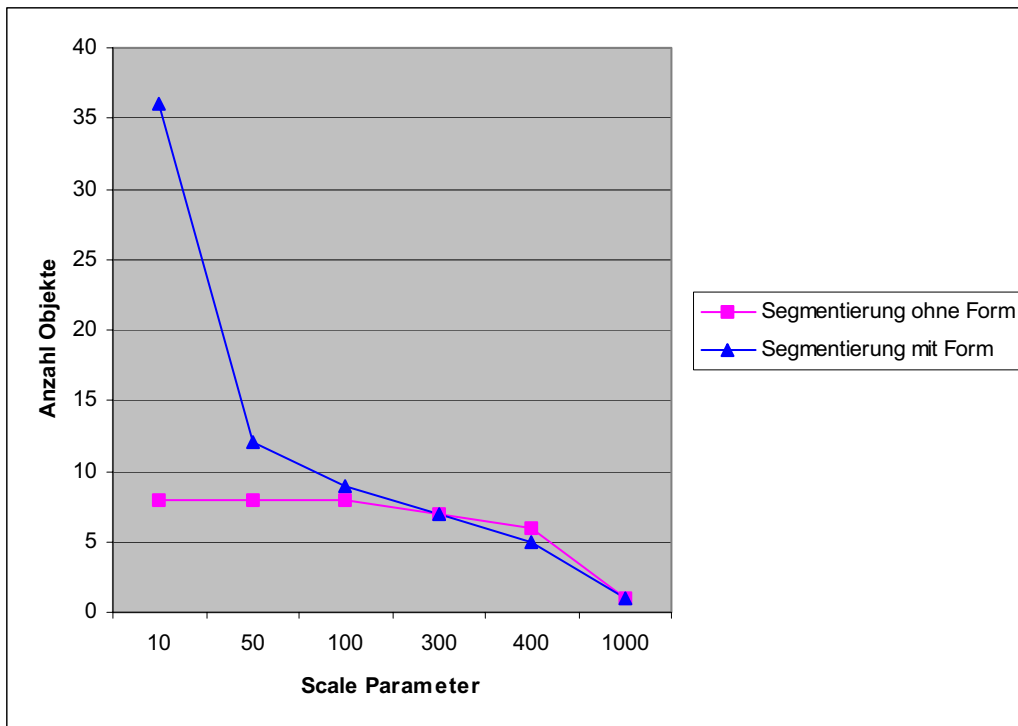


Abbildung 3: Diagramm - Segmentierung mit und ohne Formgewichtung
(Scale Parameter 1 zwecks Übersichtlichkeit weggelassen)

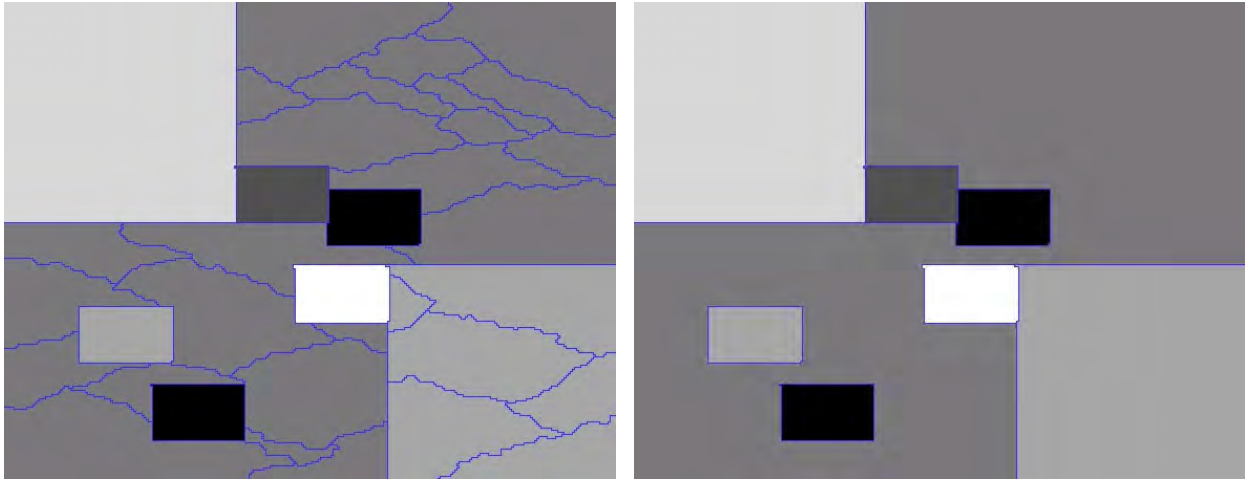


Abbildung 4: links: Segmentierung mit Form, rechts: Segmentierung ohne Form (*Scale Parameter* 10)

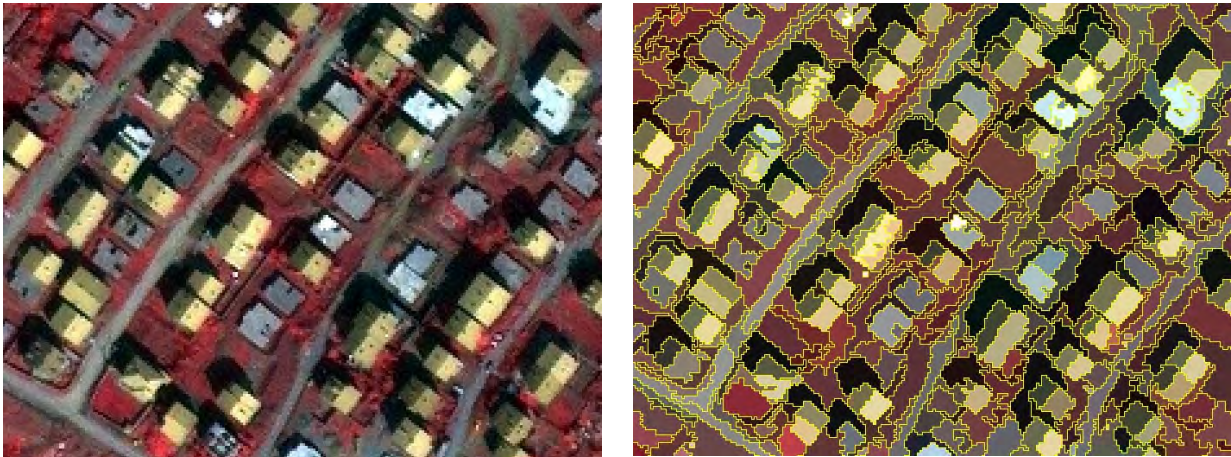


Abbildung 5: links: Einzelhäuser in IKONOS, rechts: Segmentierung

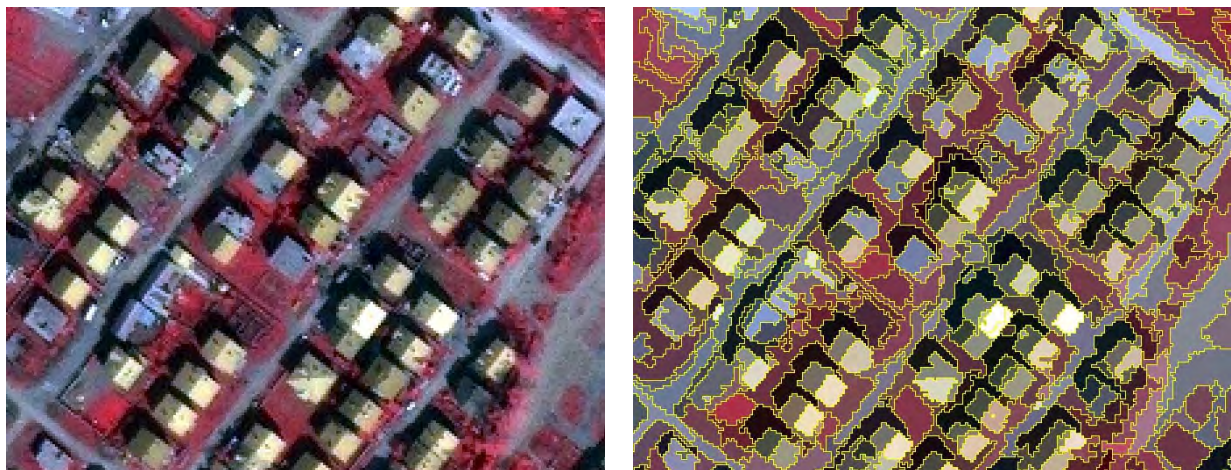


Abbildung 6: links: Einzelhäuser in IKONOS (zweiter Ausschnitt), rechts: Segmentierung

Größe der gebildeten Bildobjekte zu. Daher ist es in eCognition zum Beispiel möglich einen heterogenen Bereich, wie eine Siedlung in einem hochaufgelösten Bild, in ein großes Bildobjekt (großer *Scale Parameter*) oder in viele kleine Bildobjekte (kleiner *Scale Parameter*) zu

segmentieren. Ähnliche Untersuchungen zur Segmentierung in eCognition unter Verwendung von natürlichen Bildern beschreiben LANG (2002) und HOFFMANN (2001).

4 Segmentierung von topographischen Objekten

Die Untersuchungen zur Segmentierung von topographischen Objekten werden mit IKONOS-Daten vorgenommen. Aus einer IKONOS-Szene werden kleine Testgebiete ausgeschnitten, welche überwiegend nur die jeweilige zu segmentierende Objektklasse beinhalten. Anhand von zwei ausgewählten Objektklassen werden die Schwierigkeiten und Probleme aufgezeigt, die bei der Bestimmung von Standardparametern für die Segmentierung topographischer Objekte auftreten.

4.1 Segmentierung von Einzelhäusern

Häuser und Straßen zählen zu den sogenannten „man-made“ Objekten. Diese von Menschenhand erschaffenen Objekte zeichnen sich durch eine Ähnlichkeit in der geometrischen Form und Größe aus. Einfache Einzelhäuser besitzen meist eine rechteckige Form mit einem Dach bzw. zwei Dachhälften (Flachdach bzw. Satteldach) und liegen innerhalb bestimmter Größenmaße. Die spektrale Erscheinungsform kann je nach Dachmaterial und Sonnenstand erheblich variieren.

In einem ersten Testgebiet, das einen Ausschnitt aus einer Einzelhausbebauung zeigt (Abb. 5 links) wird durch iteratives Verändern der Segmentierungsparameter eine für die Extraktion von Dachhälften geeignete Segmentierung erzeugt. In Abbildung 5 rechts ist der segmentierte IKONOS-Bildausschnitt dargestellt. Diese Segmentierungsparameter werden auf einen zweiten Bildausschnitt übertragen. Aufgrund der ähnlichen Objekte in den beiden Ausschnitten führt die Übernahme der Parameter zu einer guten Segmentierung von Dachhälften (Abb. 6). In diesem Beispiel können die Segmentierungsparameter ohne Anpassung auf den zweiten Bildausschnitt übernommen werden.

4.2 Segmentierung von landwirtschaftlicher Fläche

Landwirtschaftliche Flächen besitzen naturgemäß vielfältige Erscheinungsformen auf Grund von unterschiedlichem Bewuchs, Bedeckungsgrad und verschiedenen Texturen. Die Größe und Gestalt der landwirtschaftlichen Nutzflächen können zwischen unterschiedlichen Regionen und auch innerhalb desselben Gebiets stark differieren. Die Festlegung von geeigneten Segmentationsparametern für eine bestimmte Objektart und einen Sensortyp (z.B. IKONOS, Landsat, ...) wird dadurch erschwert.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Objektbasierte Verfahren bieten besonders für hochaufgelöste Bilddaten neue Möglichkeiten der Objektextraktion, da neben spektralen Merkmalen auch zusätzliche Informationen über Form, Größe und Kontext in die Klassifikation eingebracht werden können. Grundlage der objektbasierten Verfahren bildet die Segmentierung der Bilddaten. Bislang müssen in der Software eCognition die Segmentierungsparameter experimentell bestimmt werden. Für ein

operationelles System zur Extraktion von GIS-Daten ist das Ziel, für bestimmte Objektarten und Sensoren geeignete Parameter zur Verfügung zu haben.

In Kapitel 2 wird der Segmentierungsalgorithmus von eCognition vorgestellt, dessen Wirkungsweise in Kapitel 3 an Hand von künstlichen Bildern demonstriert wird. Die Übertragbarkeit von Segmentierungsparametern für bestimmte Objektklassen in IKONOS-Bildern wird im vierten Kapitel an Hand von Beispielen verdeutlicht. Es zeigt sich, dass auf Grund der vielfältigen Erscheinungsformen bei natürlichen Objekten, wie landwirtschaftliche Fläche, die Übertragung von Segmentierungsparametern nicht ohne Anpassung erfolgen kann.

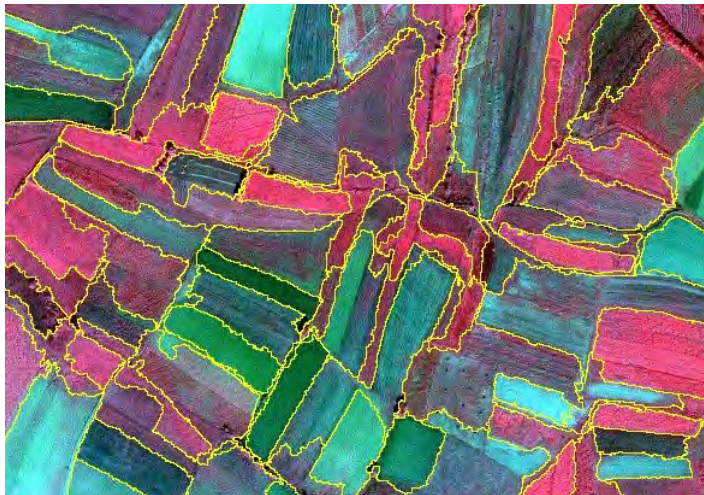


Abbildung 7: Segmentierung von landwirtschaftl. Fläche

Abbildung 7 zeigt die Segmentierung der landwirtschaftlichen Flächen in einem ersten Testgebiet. Die Grenzen zwischen den Feldern sind größtenteils gut erfasst. Der zweite Ausschnitt aus der IKONOS-Szene (Abb. 8) wurde mit denselben Parametern segmentiert. Insgesamt sind die Felder in diesem Gebiet kleiner, so dass ein kleinerer *Scale Parameter* geeigneter wäre. Zum Teil sind die Feldgrenzen nicht korrekt segmentiert.

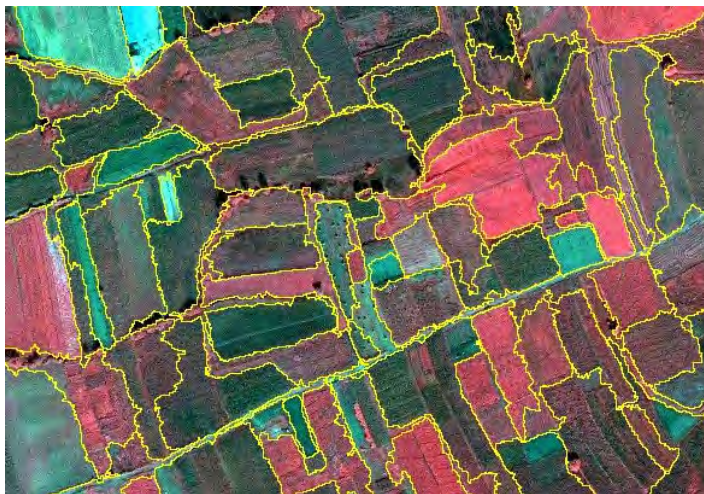


Abbildung 8: Segmentierung von landwirtschaftl. Fläche (zweiter Ausschnitt)

Dieses Beispiel der Übertragung von Segmentierungsparametern zeigt die Schwierigkeiten auf, die bei der Extraktion von natürlichen Objekten auftreten. Auf Grund der Vielfalt der Objekte können die Parameter nicht ohne Anpassung übertragen werden.

Zukünftige Arbeiten werden sich vertieft mit dem Segmentierungsalgorithmus von eCognition beschäftigen. Es wird untersucht werden, ob sich geeignete Segmentierungsparameter aus dem Algorithmus herleiten lassen.

6 Danksagung

Die hier vorgestellten Arbeiten laufen im Rahmen eines vom Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung (BWB) und vom Amt für Militärisches Geowesen (AMilGeo) geförderten Projektes. Wir bedanken uns für die gute Zusammenarbeit und insbesondere dem AMilGeo für die Bereitstellung der IKONOS-Daten im Testgebiet Kosovo.

7 Literaturverzeichnis

- BAATZ, M.; SCHÄPE, A., 2000: Multiresolution Segmentation – an optimization approach for high quality multi-scale image segmentation. In: Strobl, Blaschke, Griesebner (Hrsg.): Angewandte Geographische Informationsverarbeitung XII, Salzburg 2000, Wichmann Verlag Heidelberg, 2000, S. 12-23.
- HOFFMANN, A., 2001: Neue Ansätze zur Auswertung und Klassifizierung von sehr hochauflösenden Daten: Methoden der Segmentierung, der hierarchischen Klassifizierung und der per-Parcel-Methode mit Daten der Digitalen Kamera HRSC-A und ihre Anwendbarkeit für die Aktualisierung topographischer Karten. Dissertation, Humboldt-Universität zu Berlin, 2001, <http://edoc.hu-berlin.de/dissertationen/hoffmann-andrea-2001-05-10/PDF/Hoffmann.pdf>
- LANG, S., 2002: Zur Anwendung des Holarchiekonzeptes bei der Generierung regionalisierter Segmentierungsebenen in höchst-auflösenden Bilddaten. In: Thomas Blaschke (Hrsg.): Fernerkundung und GIS, Neue Sensoren – innovative Methoden, Wichmann Verlag Heidelberg, 2002, S. 24-32.
- LEUKERT, K., 2002: Verwendung von GIS-Daten für die Objektextraktion. In: Thomas Blaschke (Hrsg.): Fernerkundung und GIS, Neue Sensoren – innovative Methoden, Wichmann Verlag Heidelberg, 2002, S. 132-140.