

Automatische Fortführung von ATKIS-DLM 25

Volker Walter

In diesem Arbeitbericht wird in Kurzform der Stand der Arbeiten in dem Projekt „Nutzung von MOMS-02-PRIRODA-Daten zur Fortführung von ATKIS“ vorgestellt. Das Projekt ist von der DLR gefördert und wird in Zusammenarbeit mit dem Landesvermessungsamt Nordrhein-Westfalen durchgeführt. Ziel des Projektes ist die Entwicklung und Implementierung von Verfahren zur vollautomatischen Fortführung von ATKIS-DLM25-Daten. Nach einer Darstellung des verwendeten Verfahrens werden die erzielten Ergebnisse präsentiert. Da MOMS-2P-Daten am Anfang des Projektes nicht zur Verfügung standen, wurde auf andere Datenquellen ausgewichen. Anhand von Beispielen werden die Ergebnisse für die unterschiedlichen Datensätze aufgezeigt.

1 Ansatz zur automatischen Fortführung

Der Ansatz zur vollautomatischen Fortführung von ATKIS lässt sich im wesentlichen in zwei Schritte aufteilen (siehe Abbildung 1). Im ersten Schritt werden die Fernerkundungsdaten pixelweise klassifiziert. Hierzu wird ein überwachter Maximum Likelihood Ansatz gewählt. Um die Pixel in verschiedene Landnutzungsklassen einteilen zu können, wird eine Beschreibung der typischen spektralen und textuellen Charakteristiken der unterschiedlichen Objektklassen benötigt.

Bei der üblichen Vorgehensweise werden diese Charakteristiken aus Trainingsgebieten abgeleitet, welche interaktiv am Bildschirm digitalisiert werden. Dieser interaktive Eingriff ist jedoch nicht gewünscht, da ein vollautomatisches Verfahren entwickelt werden soll. Aus diesem Grund werden die Trainingsgebiete automatisch aus dem ATKIS-Datenbestand abgeleitet. Weiterhin werden aus den multispektralen Kanälen verschiedene Texturkanäle prozessiert, die als zusätzliche Eingabekanäle für die Klassifikation verwendet werden.

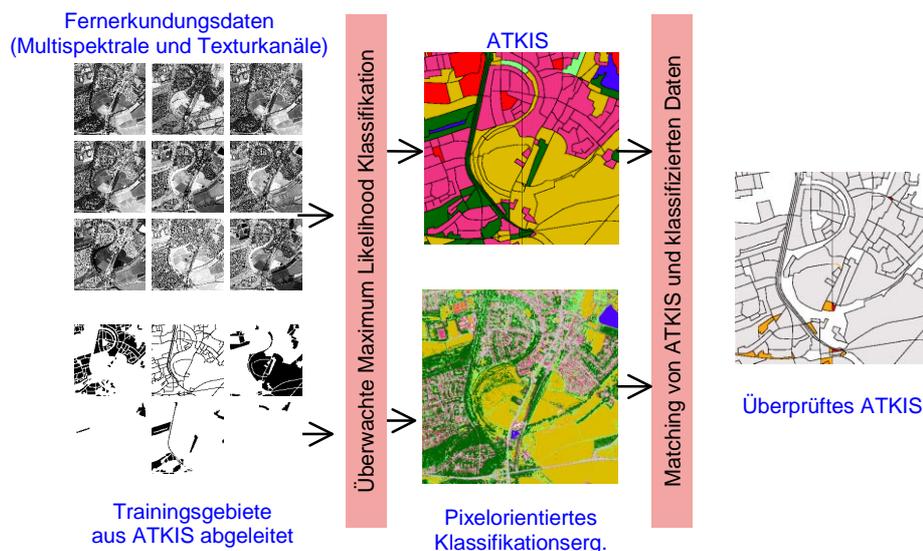


Abbildung 1: Vollautomatischer Ansatz zur Fortführung von ATKIS

Im zweiten Schritt wird dann das pixelorientierte Klassifikationsergebnis objektweise mit dem ATKIS-Datenbestand verglichen, um so alle Objekte zu finden, bei denen eine Änderung stattgefunden hat.

2 Multispektrale Klassifikation

Aufgabe der multispektralen Klassifikation ist es, jedes Pixel aufgrund seiner spektralen und textuellen Eigenschaften in unterschiedliche Landnutzungsklassen einzuteilen. Abbildung 2 zeigt beispielhaft ein Klassifikationsergebnis einer DPA-Aufnahme, die auf eine Bodenpixelgröße von 2 Metern resampled wurde.

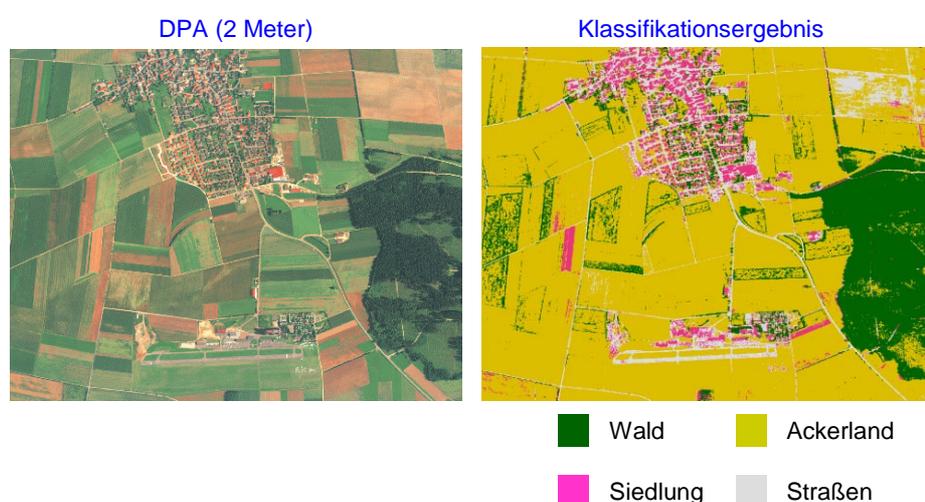


Abbildung 2: Klassifikationsergebnis

Im verwendeten Ansatz wird zwischen den Landnutzungsklassen *Wald*, *Ackerland*, *Siedlung*, *Straßen* und *Gewässer* unterschieden. Waldflächen und Wasserflächen lassen sich sehr gut und homogen detektieren. In Ackerflächen kann es teilweise zu Fehlklassifikationen kommen, falls stark sichtbare Bearbeitungsstrukturen im Acker vorhanden sind. Die Klassifizierung von Siedlungen erfolgt in niedrig aufgelösten Daten als homogene Flächen, während bei höher aufgelösten Daten Siedlungsgebiete sich durch unterschiedliche Klassen (abhängig davon, was die jeweiligen Pixel tatsächlich repräsentieren) darstellen.

3 Matching der Daten

Alle ATKIS-Objekte werden in die drei Klassen *sicher gefunden*, *teilweise gefunden* und *nicht gefunden* eingeteilt. Die Entscheidung für diese Einteilung erfolgt durch eine objektweise Untersuchung des Klassifikationsergebnisses. Für jedes Objekt wird der Prozentsatz der Pixel ermittelt, welche genauso klassifiziert wurden wie das Objekt erfaßt wurde. Ebenfalls wird ein Homogenitätsparameter berechnet, der angibt ob sich die richtig klassifizierte Pixel homogen im Objekt verteilen.

Abbildung 3 zeigt eine Übersichtsdarstellung eines Matchingergebnisses für die Landnutzungsklassen *Acker*, *Siedlung* und *Wald*. Objekte, die sicher im Bild gefunden wurden, sind grau dargestellt, Objekte, die nur teilweise gefunden wurden, sind in orange dargestellt und Objekte, die überhaupt nicht gefunden wurden, sind in rot dargestellt.

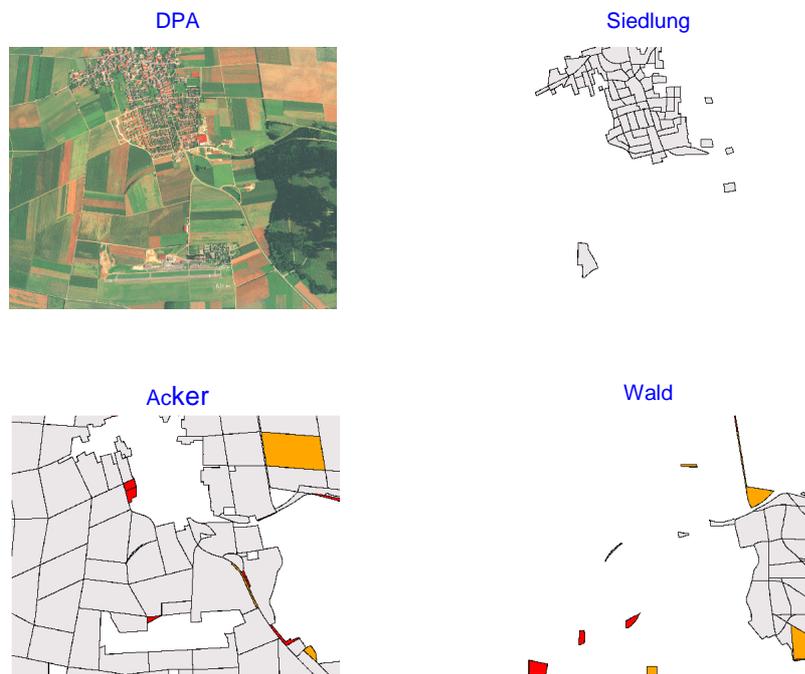


Abbildung 3: Übersicht über Matchingergebnis

In Abbildung 4 ist ein detailliertes Beispiel für die Situation gegeben, daß Objekte nicht gefunden werden können. In der DPA-Aufnahme kann ein Neubaugebiet erkannt werden, welches in ATKIS als Ackerfläche erfaßt ist. Die Klassifikation wurde mit auf 2 Meter resam-pelten Eingabedaten durchgeführt. Die Struktur der Gebäude und Straßen läßt sich deutlich

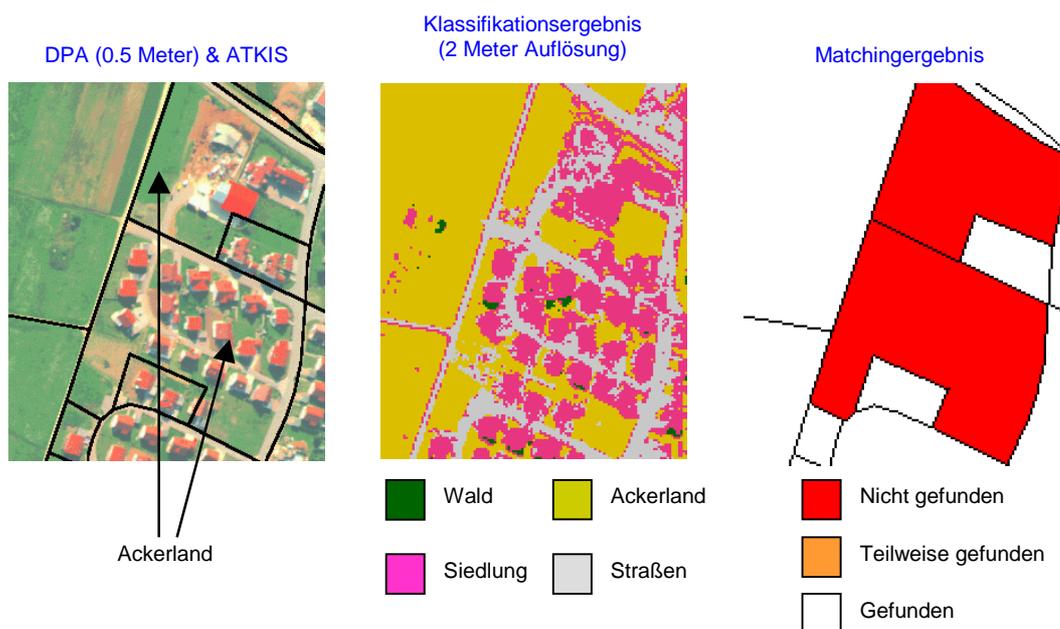


Abbildung 4: Nicht gefundene Objekte

im Klassifikationsergebnis erkennen. Das Matching kommt zum Resultat, daß sich in den beiden ATKIS-Objekten zuwenig Pixel befinden, die als Ackerland klassifiziert wurden, und markiert die Objekte als *nicht gefunden*.

Abbildung 5 zeigt ein Beispiel für Objekte, die nur teilweise gefunden werden können. In der DPA-Aufnahme ist ein Gebiet zu erkennen, welches in ATKIS komplett als Waldfläche erfaßt wurde. In einem Teil dieser Fläche befinden sich jedoch nur sehr wenige und teilweise überhaupt keine Bäume. Dies reflektiert sich im Klassifikationsergebnis. In den Bereichen, in denen sich keine Bäume befinden, werden die Pixel nicht als Wald sondern als Ackerfläche klassifiziert. Das Matching kommt zum Resultat, daß die Objekte nur teilweise gefunden werden können, da sich zwar die als Wald klassifizierten Pixel homogen im Objekt verteilen, jedoch zuwenig sind, um von einem sicheren Matching ausgehen zu können.

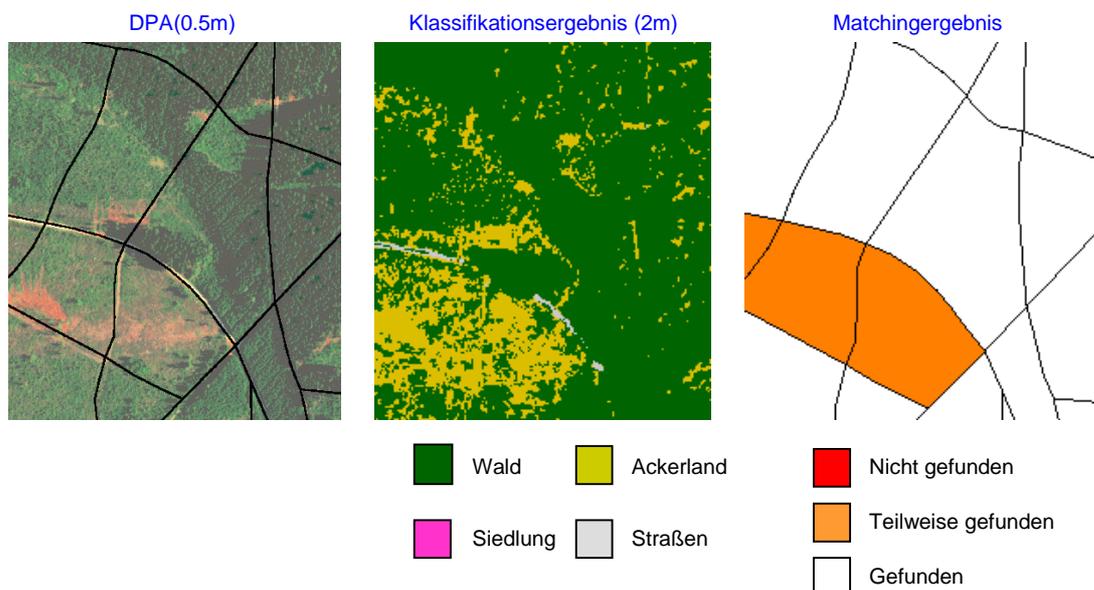


Abbildung 5: Teilweise gefundene Objekte

Für das Matching von linienhaften Objekten wird ein erweiterter Ansatz benötigt. Der Grund hierfür ist, daß linienhafte Objekte aufgrund ihrer schmalen Form aus sehr vielen Mischpixeln bestehen, die zu Fehlklassifikationen führen können. Daher wird zuerst eine Vorverarbeitung des Klassifikationsergebnisses durchgeführt. Abbildung 6 zeigt die hierzu implementierte Bearbeitungskette. Ziel ist es, das pixelorientierte Klassifikationsergebnis in eine vektororientierte Darstellung umzuwandeln, die der Darstellung von linienhaften Objekten in der ATKIS-Datenbank entspricht.

Nach der Vorverarbeitung wird das eigentliche Matching für die linienhaften Objekte durchgeführt. Hierzu werden wiederum alle Objekte in die Klassen *nicht gefunden*, *teilweise gefunden* und *gefunden* aufgeteilt. Die Aufteilung erfolgt abhängig des Prozentsatzes der extrahierten Vektorelemente, die sich in einem Puffer um das ATKIS-Objekt befinden. Abbildung 7 zeigt eine Übersicht über das Matchingergebnis eines ATKIS-Straßennetzes

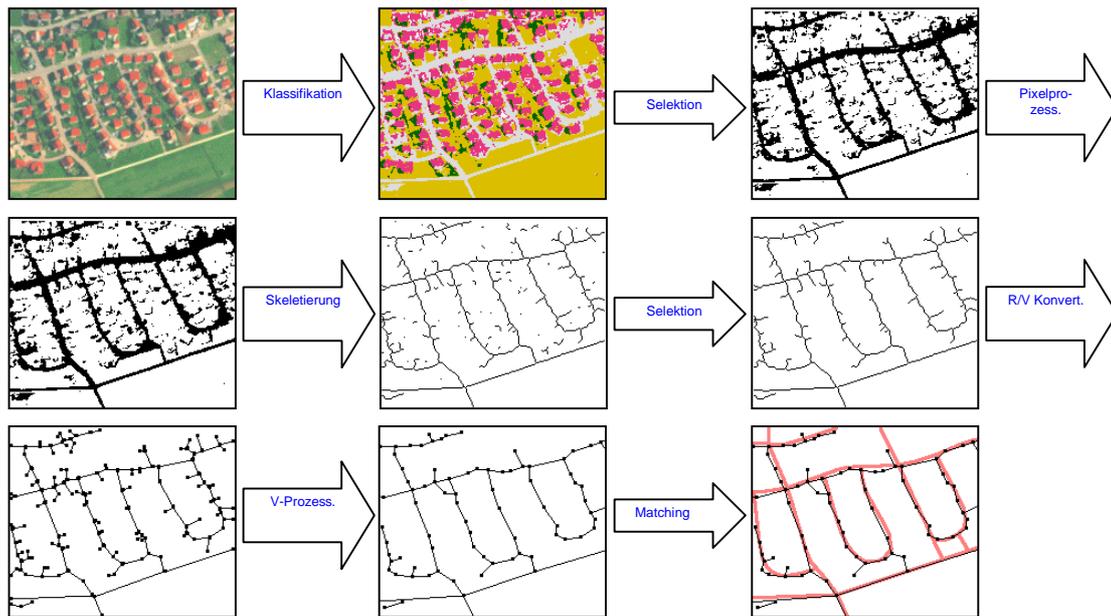


Abbildung 6: Vorverarbeitung des Klassifikationsergebnisses



Abbildung 7: Matching eines ATKIS-Straßennetzes

Abbildung 8 zeigt an einem Beispiel drei ATKIS-Objekte, die durch das Verfahren nicht gefunden werden konnten. Bei den zwei kleineren Objekten im mittleren Bildbereich kann festgestellt werden, daß sich in der DPA-Aufnahme keinerlei Strukturen befinden die darauf hindeuten, daß sich an dieser Stelle eine Straße befindet. Bei dem größeren ATKIS-Objekt, wel-

ches ebenfalls nicht gefunden wurde, kann in der DPA-Aufnahme ein Weg gesehen werden. Dieser Weg ist jedoch sehr schmal und in dem für die Klassifikation verwendeten Datensatz mit 2 Meter Auflösung kaum noch zu erkennen. Das Hauptproblem ist jedoch, daß es sich hierbei um einen unasphaltierten Weg handelt. Wege dieser Art werden häufig als Ackerflächen klassifiziert und sind für eine automatische Fortführung nicht geeignet.

Weiterhin kann in dem Beispiel gesehen werden, daß das Verfahren auch in der Lage ist, neu gebaute Straßen, welche noch nicht in ATKIS erfaßt sind, zu detektieren. Am linken und rechten Rand des Siedlungsbereiches befinden sich jeweils Straßen, die nicht in ATKIS erfaßt sind, jedoch vom Verfahren detektiert worden sind. Dies ist an den im Matchingergebnis eingezeichneten Vektorelementen zu erkennen.



Abbildung 8: Nicht gefundene Objekte

4 Softwarepaket

Das beschriebene Verfahren wurde in einem Softwarepaket unter UNIX und X11 Windows implementiert. Abbildung 9 zeigt eine Auswahl verschiedener Fenster der Oberfläche. Das Programmpaket ermöglicht es, interaktiv sämtliche Parameter des Verfahrens zu ändern und als Projekt abzuspeichern. Weiterhin steht eine Visualisierungskomponente zur Verfügung, die es ermöglicht, die Ergebnisse am Bildschirm darzustellen und zu untersuchen.

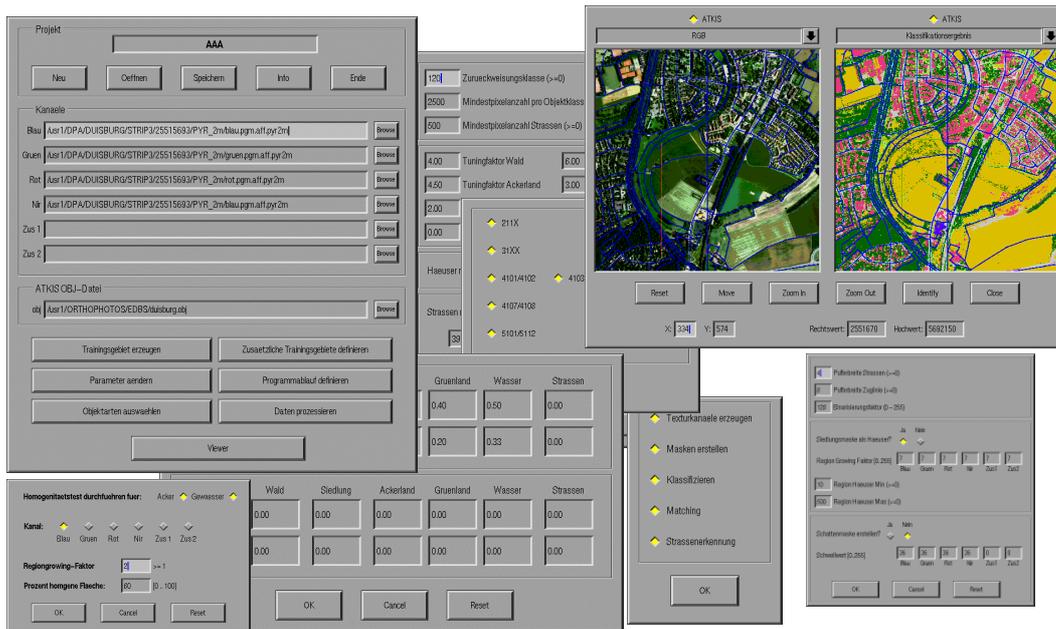


Abbildung 9: Interaktive Programmoberfläche

Das Programmpaket wurde so gestaltet, daß es möglich ist, Fernerkundungsdaten von unterschiedlichsten Sensoren als Eingabedaten zu nutzen. Daher war es möglich nicht nur MOMS-2P-Daten zu verwenden, sondern es konnten ebenso andere Datensätze auf ihr Potential zur Fortführung von ATKIS-DLM25 untersucht werden.

5 Test mit IRS-1C Daten

Abbildung 10 zeigt ein Klassifikationsergebnis bei der Verwendung von Daten des indischen Satelliten IRS-1C, welcher eine geometrische Auflösung von 25 Metern und eine radiometrische Auflösung von 7 Bit bei den multispektralen Kanälen aufweist. Da nur Daten im grünen, roten und nahen Infrarot Bereich aufgezeichnet werden, ist eine Darstellung der Daten als rgb-Bilder nicht möglich. Zur besseren Möglichkeit der Interpretation ist eine DPA-Aufnahme des gleichen Gebietes dargestellt.

Aufgrund der niedrigen Auflösung ist eine Interpretation der Daten durch einen Operateur sehr schwierig. Im Klassifikationsergebnis kann jedoch gesehen werden, daß teilweise sogar Strukturen, die nur ein Pixel groß sind, richtig klassifiziert werden. Problematisch ist hier jedoch die Weiterverarbeitung der Ergebnisse. Wird eines der Objekte vom Matchingansatz als *nicht gefunden* markiert, so ist die endgültige Entscheidung durch einen Operateur, ob es sich in diesem Fall tatsächlich um eine Fortführung handelt, sehr schwierig, wenn er nur IRS-1C-Daten zur Verfügung hat.

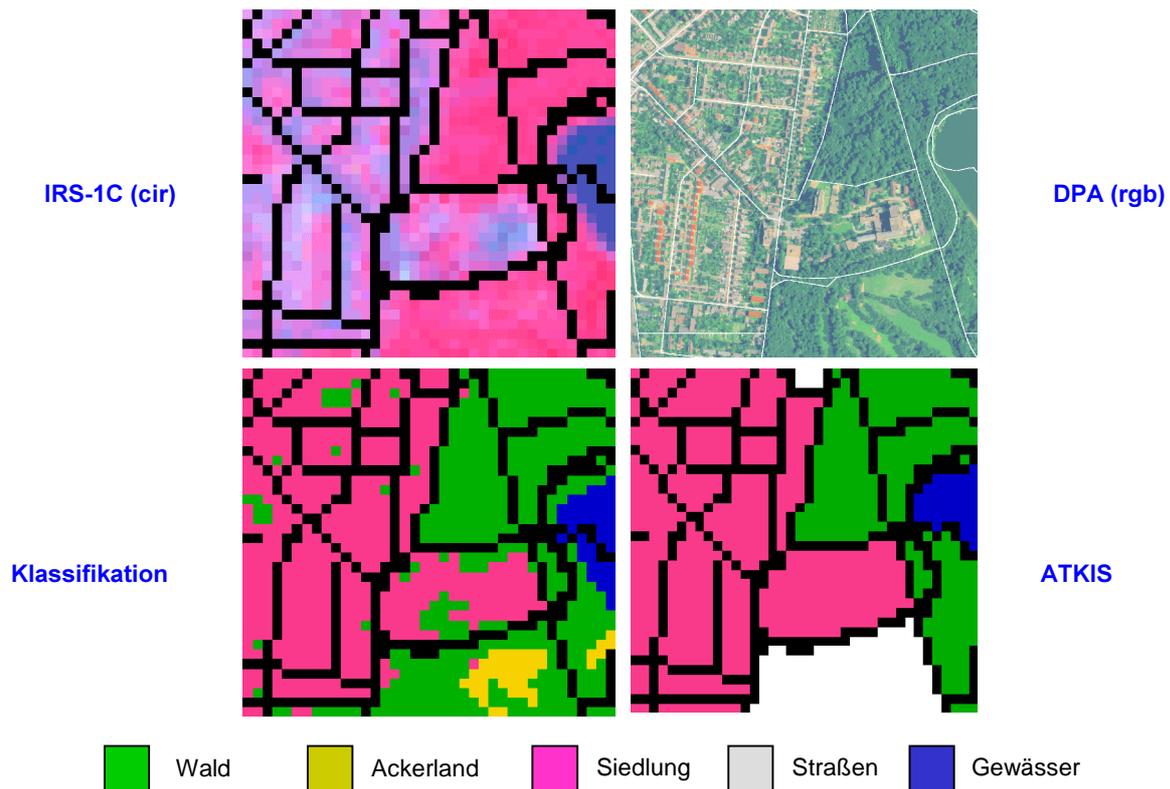


Abbildung 10: Klassifikation IRS-1C-Aufnahme (Beispiel 1)

Noch deutlicher kann dieses Problem in Abbildung 11 gesehen werden. Das Testgebiet besteht komplett aus Ackerland mit einem kleinen Bauernhof in der Mitte des Bildes. Obwohl die IRS-1C-Aufnahme im Ackerland eine hohe spektrale Varianz aufweist, wird dieses als homogenes Gebiet klassifiziert. Ebenso werden die Strukturen des Bauernhof sehr gut erkannt. Wird jedoch das Siedlungsobjekt als *nicht gefunden* markiert (da es nur eine geringe Anzahl von als Siedlung klassifizierten Pixeln enthält) ist der Informationsgehalt der IRS-1C-Aufnahme nicht ausreichend, um die Situation entsprechend interpretieren zu können.

6 Test mit MOMS-02-PRIRODA-Daten

Abbildung 12 zeigt eine Übersichtsdarstellung des Ausschnittes der MOMS-Szene (Mode C), welche für die Untersuchung genutzt wurde. Zum Teil ist hier ebenfalls eine pixelgenaue Klassifikation möglich. Dies kann insbesondere am Fluß und den Grenzen zwischen Ackerland und Waldfläche im unteren linken Bereiches des Bildes gesehen werden.

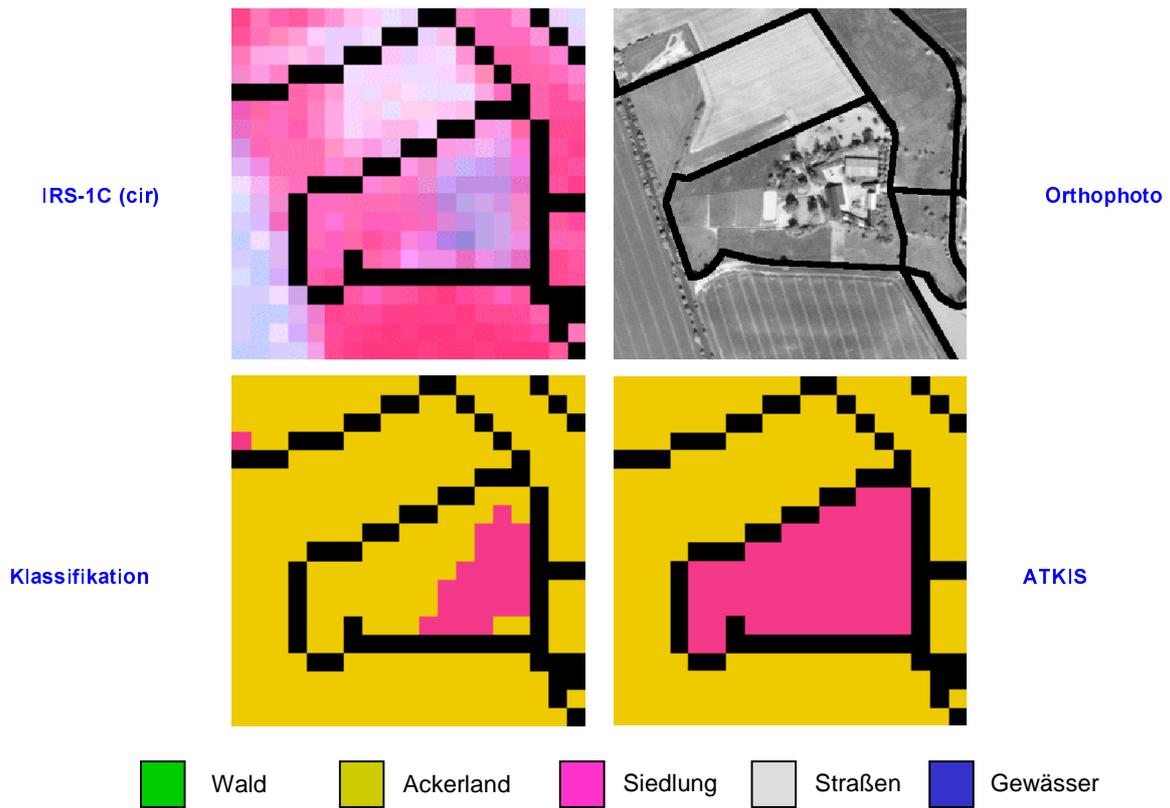


Abbildung 11: Klassifikation IRS-1C-Aufnahme (Beispiel 2)

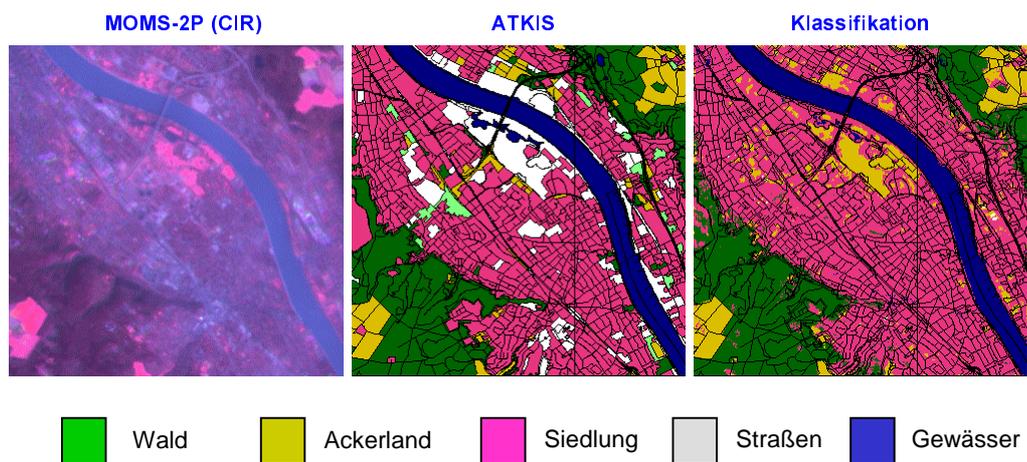


Abbildung 12: Klassifikation MOMS-2P-Daten (Übersicht)

Im Ausschnitt in Abbildung 13 kann jedoch gesehen werden, daß teilweise Probleme bei der Klassifikation auftreten. Zum Vergleich ist ein rgb-Orthophoto desselben Gebietes dargestellt. Bei der Unterscheidung der Landnutzungsklassen Siedlung und Wald treten insbesondere an den Grenzen zwischen diesen beiden Klassen Fehlklassifikation auf.

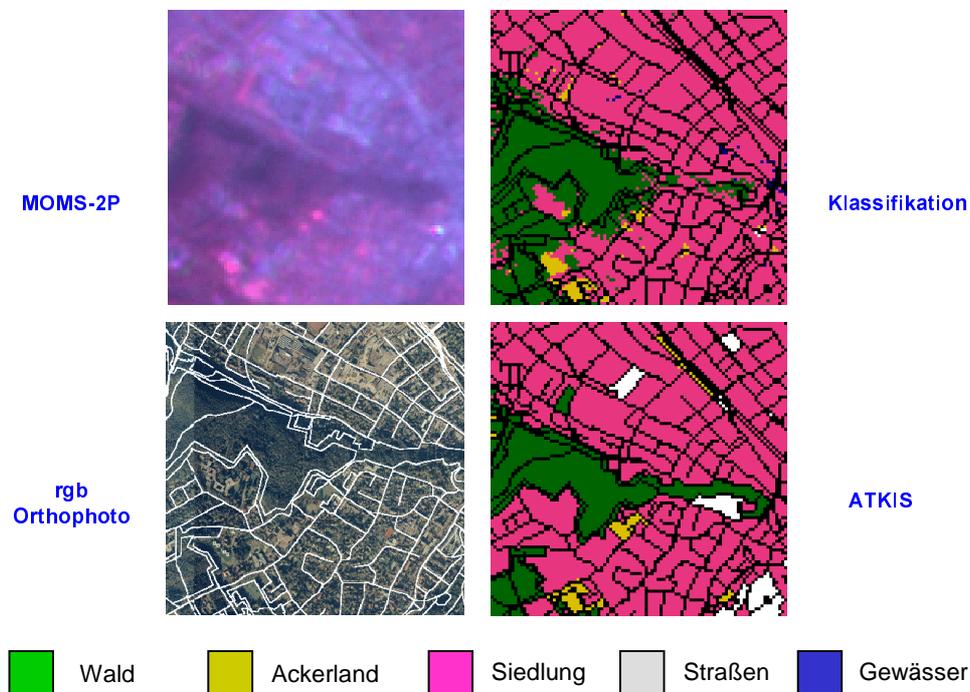


Abbildung 13: Klassifikation MOMS-2P-Daten

Das schlechte Klassifikationsergebnis läßt sich mit dem geringen Kontrast der Aufnahme erklären. Abbildung 14 zeigt einen Histogrammvergleich der unterschiedlichen Kanäle der IRS-1C-Aufnahme (welche bereits weiter oben dargestellt wurde) und der vorliegenden MOMS-2P-Aufnahme. Es kann gesehen werden, daß die MOMS-2P-Aufnahme in allen Kanälen eine Grauwertdynamik von deutlich weniger als 100 unterschiedlichen Grauwerten aufweist. Dies ist der Grund dafür, daß die Auswertungen der IRS-1C-Aufnahmen zu besseren Ergebnissen führen, da hier (trotz einer schlechteren technischen Spezifikation der Kamera bzgl. radiometrischer und geometrischer Auflösung) wesentlich kontrastreichere Aufnahmen vorlagen.

7 Test mit Laserdaten

Da das Programmpaket so implementiert wurde, daß keinerlei Einschränkungen bezüglich der Eingabedaten bestehen, können auch Laserdaten als zusätzliche Informationsquelle für die Klassifikation genutzt werden. Abbildung 15 zeigt das Klassifikationsergebnis eines rgb-Orthophotos (resampled auf 2 Meter) ohne bzw. mit Laserdaten als zusätzlicher Kanal. Insbesondere die Klassen Straßen und Häuser lassen sich bei der Hinzunahme von Laserdaten wesentlich besser unterscheiden.

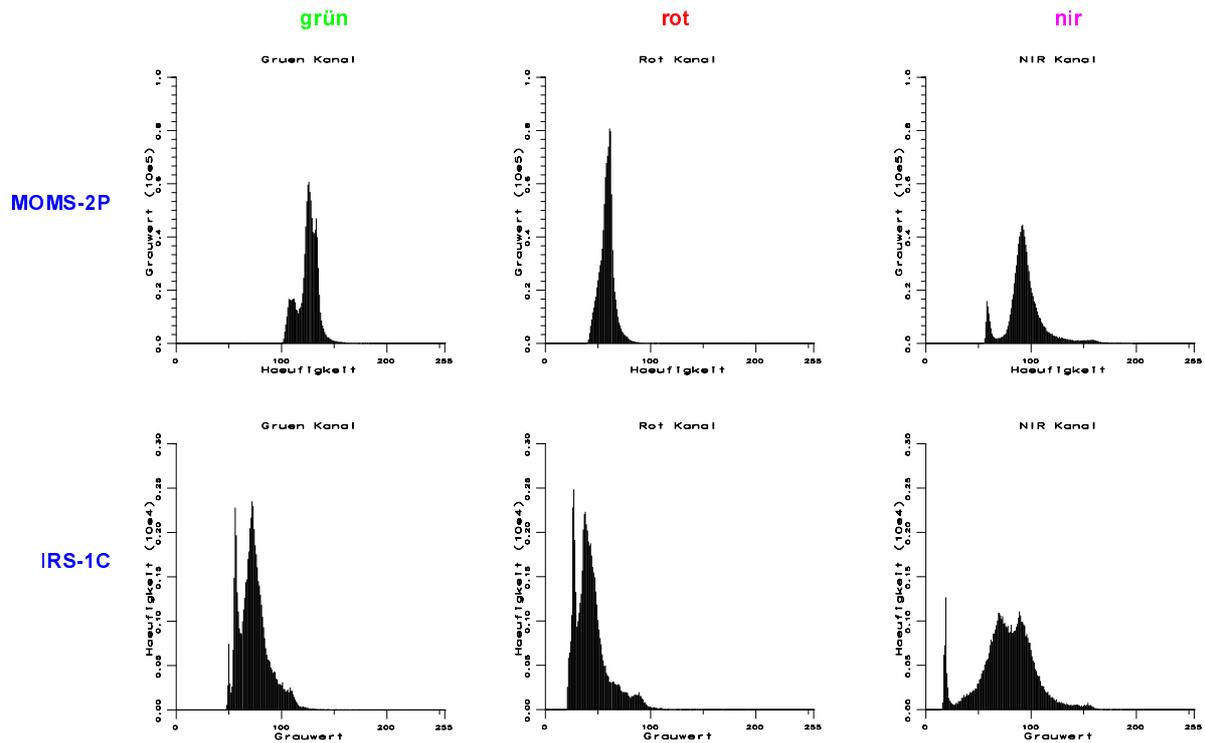


Abbildung 14: Histogrammvergleich MOMS-2P- und IRS 1C-Aufnahme



Abbildung 15: Klassifikation mit Laserdaten

8 Zusammenfassung

Das in diesem Projekt entwickelte Verfahren zur automatischen Fortführung von ATKIS-DLM25-Daten zeigt vielversprechende Ergebnisse. Die entwickelte Software ist in der Lage Daten von unterschiedlichen Sensoren zu verarbeiten. Dadurch ist es möglich unterschiedlichste Datensätze auf ihr Potential zur automatischen Fortführung von ATKIS zu untersuchen.

Da zu Projektbeginn keine MOMS-Daten zur Verfügung standen, wurden zuerst IRS-1C-Daten und später DPA-Daten als Ersatz genutzt. Das Hauptproblem bei den IRS-1C-Daten ist die schlechte visuelle Interpretierbarkeit. Dies liegt zum einen an der niedrigen radiometrischen und geometrischen Auflösung und zum anderen an der Tatsache, daß kein blauer Kanal zur Verfügung steht, um rgb-Bilder zu erzeugen. Dies führt dazu, daß die Ergebnisse der automatischen Fortführung nur sehr schlecht von einem Operateur überprüft werden können.

Dagegen hat die MOMS-Kamera eine höhere geometrische und radiometrische Auflösung und ist in der Lage Daten in vier spektralen Kanälen aufzuzeichnen (Mode B). Dies müßte zu deutlich besseren Ergebnissen führen. Unglücklicherweise weist jedoch die für den Test verwendete Aufnahme einen extrem niedrigen Kontrast auf. Dies ist auf die äußeren Aufnahmebedingungen zurückzuführen und nicht auf technische Probleme, da Aufnahmen von anderen Gebieten (z.B. Kapstadt, Südafrika) zeigen, daß mit der MOMS-Kamera Bilder mit einer sehr hohen radiometrischen Qualität aufgezeichnet werden können.

Anhand der DPA-Daten konnte aufgezeigt werden, daß das Verfahren ebenso für Daten mit einer höheren Auflösung anwendbar ist. Dies ist insbesondere im Hinblick auf zukünftige Satellitengeneration von besonderem Interesse, da die entwickelte Software ebenso für solche Systeme eingesetzt werden kann.

Durch den Umstand, daß die MOMS-Aufnahme erst sehr spät zur Verfügung stand und durch die Tatsache, daß die Daten eine nur geringe radiometrische Qualität besitzen, stehen jedoch endgültige Aussagen zur Brauchbarkeit von MOMS-Daten zur Fortführung von ATKIS-DLM25 noch aus.