
1

1. *Einführung*

In diesem Kapitel werden Motivation, Methoden, Hypothesen und Gliederung der Arbeit erläutert.

1.1. Motivation

Weltweit unterliegen die Städte einem raschen Wandel. Während die meisten Städte stark wachsen, schrumpfen einige Städte in Deutschland und Frankreich. So hat Bremerhaven seit 1993 etwa 12000 Einwohner verloren¹. Noch dramatischer ist die Situation in ostdeutschen Städten² und in Berlin, wo Plattenbauten abgerissen werden, da es nicht möglich ist, diese zu vermieten und daher auch eine Instandhaltung nicht in Frage kommt. Ähnliche Entwicklungen waren auch in verschiedenen französischen Großstädten zu beobachten.

Unter Verwendung von Fernerkundungs- und anderen Daten können positive Entwicklungen in urbanen Räumen gefördert und negative Erscheinungen gemindert werden, da Klassifizierungen die Bestandsaufnahme beschleunigen können und damit die zukünftige Planung erleichtern.³ Von besonderem Interesse sind hier auch Versiegelungsgrad, Vegetation, Vegetationszustand und Siedlungsstruktur.

Vor diesem Hintergrund steigt nicht nur der Bedarf nach multispektral und geometrisch hochauflösenden Bilddaten, sondern auch nach zuverlässigen generischen Algorithmen zur digitalen, automatisierten Klassifizierung, um das in den Daten enthaltenen Informationspotential voll ausnutzen zu können und weiter verwertbare und aktuelle Geodaten zu erhalten. Diese Geodaten finden ihre Anwendung überwiegend in den Bereichen Navigation, ortsbezogene Dienste, Telekommunikation, Umweltmanagement und Planung.⁴

Einfache pixelorientierte, multispektrale Klassifizierungen liefern bei dieser Fragestellung kaum verwertbare Ergebnisse, da die Heterogenität der hochauflösenden Bilddaten eine deutlich höhere Anzahl von Klassen erfordert. So kann Bebauung in einzelne sich spektral unterscheidende Objekte z. B. Schornsteine, Dachflächen oder ähnliches unterteilt werden.⁵

Aufgrund veränderlicher Parameter, wie etwa des Sonnenstandes während eines Befliegungstages, der Datenakquisition an mehreren Befliegungstagen und daraus resultierenden unterschiedlichen spektralen Eigen-

¹ Die Einwohnerstatistik der Stadt Bremerhaven (2007): Statistik auf der Homepage, <http://www.meinestadt.de/bremerhaven/statistik?Bereich=Menschen%2C+Stadt+%26+Umwelt>

² Landesbetrieb für Datenverarbeitung und Statistik Land Brandenburg (2006): Bevölkerungsprognose für den Zeitraum 2005-2030, Potsdam, S. 10.

³ Heineberg, H. (2001): Stadtgeographie, Paderborn, S. 12.

⁴ Leukert, K. (2005): Übertragbarkeit der objektbasierten Analyse bei der Gewinnung von GIS Daten aus Satellitenbildern mittlerer Auflösung. Diss., Univ. d. Bundeswehr, München, S. 1.

⁵ Hoffmann, A. (2001): Neue Ansätze zur Auswertung und Klassifizierung von sehr hochauflösenden Daten. Diss., Humboldt-Univ., Berlin, S. 7ff.

schaften der Bilddaten war eine automatisierte, durchgehende, großflächige, stabile und zuverlässige

1.2. Methode

Für diese Arbeit wird eine objektbasierte Klassifizierungssoftware der Firma Definiens eingesetzt. Erste Versuche mit Definiens Professional 5.0 zeigten stabile Ergebnisse. Später wurde auf Definiens Developer zurückgegriffen, da diese im Funktionsumfang erweiterte Software es erlaubt, die entwickelten Regelsätze auf andere Kacheln oder Projekte zu übertragen und zusätzlich ein *tiling and stitching*-Werkzeug beinhaltet, welches ein Kacheln von sehr großen Datensätzen komfortabel ermöglicht.

Im Unterschied zu pixelbasierten Klassifizierungsalgorithmen werden mehrere Pixel zu Objekten zusammengefasst. Dieser Vorgang wird üblicherweise als Segmentierung bezeichnet.⁶ Die automatisierte Klassifizierung eines größeren Stadtgebietes erfordert, dass die Klassifikationsalgorithmen leicht an die unterschiedlichen Aufnahmezeitpunkte und multispektralen Eigenschaften angepasst werden können. Hierzu werden die Klassifikationsalgorithmen an die einzelnen Flugstreifen unter Verwendung von Definiens Architect und Developer adaptiert. Trotz der bekannten und gut dokumentierten Probleme dieser Software handelt es sich um das beste zurzeit verfügbare

Klassifizierung ganzer Ballungsräume bisher kaum möglich.

Mittel.⁷ Der Ansatz, Daten zu mosaikieren und Protokolle der Mosaikierung in der Klassifizierung zu verwenden, wird hier nicht verfolgt.

Fehler in der Klassifizierung werden durch die konsequente Nutzung von Sekundärinformationen, besonders durch den Einsatz verschiedener Oberflächenmodelle, vermieden. So werden sowohl Robustheit als auch Zuverlässigkeit der Klassifizierung hochauflösender Daten in urbanen Räumen gesteigert.

Die Oberflächenmodelle aus HRSC-AX und einer LIDAR-Befliegung 2005 wurden im Rahmen einer Voruntersuchung miteinander verglichen und auf Genauigkeit und Zuverlässigkeit überprüft.

Weiterhin wird geprüft, inwieweit sich normierte Oberflächenmodelle⁸ eignen, um Klassifizierungen zu stabilisieren und die Unterscheidbarkeit der Klassen zuverlässig zu erhöhen.

⁶ Definiens (2006): Definiens Professional 5.0, User Guide. München, S.22.

⁷ Leser, C. (2002): Operationelle Biotoptypenklassifizierung mit HRSC-A Daten-Probleme und Lösungsansätze. In: Blaschke, Th. (Hg.): GIS und Fernerkundung: Neue Sensoren - Innovative Methoden. Heidelberg, S. 88ff.

⁸ Siehe hierzu Stefan Mayer (2003): Automatisierte Objekterkennung zur Interpretation hochauflösender Bilddaten in der Erdfernerkundung. Diss., Humboldt-Univ., Berlin.

Die objektbasierte Klassifizierung mit Definiens Professional 5.0 ist ein zweistufiges Verfahren. In einem ersten Schritt der Segmentierung werden sinnvolle Objekte erzeugt, die in einem zweiten Schritt dann klassifiziert werden. Die Segmentierung wird dreimal getestet, um das optimale Ergebnis zu erzielen. Im ersten Versuch werden HRSC Bilddaten ohne das Oberflächenmodell verwendet, im zweiten Test HRSC Bilddaten und Oberflächenmodell und

1.3. Hypothese

Hochauflösende Bilddaten können automatisiert klassifiziert werden. Objektbasierte Klassifizierungsalgorithmen sind ein geeignetes Werkzeug, um komplexe und heterogene urbane Räume zu klassifizieren. Ein Oberflächenmodell ist in städtischen Bereichen unverzichtbar für eine erfolgreiche Klassifizierung. Entschei-

im dritten Test HRSC-Bilddaten und *LIDAR*-Oberflächenmodell.

Die Klassifizierung der so gewonnenen Objekte wird unter Einbeziehung von HRSC-Bilddaten und *LIDAR*-Daten erzeugt. Die Ergebnisse werden visuell und unter Verwendung der ALK statistisch analysiert und visuell überprüft. Die Klassifizierungsergebnisse werden dazu in ein GIS überführt.

dend für die Qualität der Klassifizierung ist die Zuverlässigkeit und Genauigkeit des Oberflächenmodells. Zur Überprüfung einer Klassifizierung eignet sich die ALK. Umgekehrt kann die Klassifizierung eingesetzt werden, um bestimmte aus der Luft sichtbare Bestände von Gebäuden in der ALK zu ergänzen.

1.4. Gliederung der Arbeit

Die Arbeit gliedert sich in sieben Teile. In den ersten zwei Teilen werden die Aufnahmesysteme HRSC und LIDAR sowie die Datenaufnahme und -prozessierung beschrieben. Dabei wird auf sensortypische Probleme der Aufnahmesysteme selbst und die Eigenschaften der Daten eingegangen. In Kap. 3 werden zwei Oberflächenmodelle, das der HRSC und das eines LIDAR verglichen. Kap. 4, 5 und 6 sind der eigentliche Schwerpunkt der Arbeit. Hier wird die objektbasierte Bildanalyse im

Allgemeinen und speziell in Bezug auf HRSC Daten untersucht. Besondere Berücksichtigung erfahren hier die verschiedenen Oberflächenmodelle und ihr Einfluss auf die Segmentierungsergebnisse. Es werden Anwendungsbeispiele gezeigt und untersucht. In Kapitel 7 sind eine Zusammenfassung der Ergebnisse und ein Ausblick besonders in Bezug auf neue Sensoren und Daten zu finden. Alle englischen Ausdrücke sind *kursiv* geschrieben.