

## Nutzungsmöglichkeiten neuer hochauflösender Satellitenbilddaten für die Raumplanung

*Gotthard MEINEL, Regin LIPPOLD, Maik NETZBAND*

(Dr.-Ing. Gotthard MEINEL, e-mail: [Gotthard.Meinel@POP3.tu-dresden.de](mailto:Gotthard.Meinel@POP3.tu-dresden.de); Regin LIPPOLD; Maik NETZBAND;  
Institut für ökologische Raumentwicklung, e.V. Dresden, Weberplatz 1, D-01217 Dresden)

### 1. NEUE HERAUSFORDERUNGEN FÜR DIE RAUMPLANUNG

Die Globalisierung stellt die Raumplanung vor neue Herausforderungen. In immer kürzeren Zeiträumen sind immer komplexere Zusammenhänge immer aktueller zu erfassen. Der internationale Wettbewerb wird härter und ruft zunehmend auch die Konkurrenz von Kommunen und Regionen auf der Suche nach finanzstarken Investoren hervor. Das führt oft selbst für raumbedeutsame Projekte zu Planungen unter hohem Zeitdruck. Ein Beispiel hierfür ist die Ansiedlung von Unternehmen der Mikroelektronik, die ihre extrem teuren und flächenintensiven Fablines (Fertigungslinien) in kürzesten Zeiten planen und realisieren müssen. Weitere neue Aufgaben erwachsen der Planung aus der Forderung nach Nachhaltigkeit. Diese erfordert sowohl die genaue Analyse der Raumwirkung geplanter Maßnahmen als auch die Realisierung von Ausgleichregelungen. Hierzu sind u.a. hochaktuelle Informationen zur Topographie erforderlich.

Auch steigen die Anforderungen an die Datenqualität (Lagetreue und Datenattributierung). Dies folgt sowohl aus der Präzisierung planerischer und begleitender Fragestellungen als auch aus den Anforderungen der Informationsverarbeitung. Letztlich steigen auch die Ansprüche an eine überzeugende Visualisierung der Planungen. Eine solche wird sowohl für die politische Durchsetzung als auch die Bürgerbeteiligung im Rahmen der öffentlichen Auslegung in der Zukunft immer entscheidender werden.

Während sich die Verarbeitungswerkzeuge der Daten in den letzten Jahren in Form der Geoinformationssysteme stetig weiterentwickelt haben, ist immer noch ein großes Defizit an Methoden zur kostengünstigen, aktuellen Erhebung der Bestandssituation zu beklagen. So fehlt es zum Beispiel der Regionalplanung an hochaktuellen Kartierungen der bebauten Fläche (Planungsmaßstab 1 : 100.000), der Landschaftsplanung an Grundlagendaten für die Ermittlung der Biodiversität und ihrer Veränderung (BMU, 1994), der Stadtplanung an Gebäudehöhenmodellen und hochaktuellen Realnutzungskartierungen. Diese Datendefizite könnten in Zukunft durch die Entwicklung des Satellitenbildmarktes behoben werden.

### 2. SATELLITENBILDPRODUKTE IN DER RAUMPLANUNG - EIN BLICK ZURÜCK

Die ersten bescheidenen Anfänge des Einsatzes von Satellitenbildern in der Raumplanung begannen 1975 mit der Prozessierung erster Bilddaten des amerikanischen Satelliten Landsat-2 (Quiel, 1980, Schneider, 1979). Die Bodenauflösung der MSS-Daten von 80 m führte zu Datenprodukten im Maßstäben von 1 : 1 000.000 bis 1 : 250.000. Die aus den Satellitenbilddaten abgeleiteten Datenprodukte, insbesondere Landnutzungsklassifikationen entstanden meist im Rahmen von Forschungsaufträgen, die den Nutzen der neuen Daten für die Raumplanung untersuchten. Die geringe räumliche Auflösung führte zu einer extrem hohen Zahl von Mischpixeln (insbesondere in den kleinräumigen städtischen Gebieten) und damit häufig zu uneindeutigen Ergebnissen. Auch die geringe spektrale Auflösung (nur 4 Kanäle, kein sichtbares blau, kein kurzwelliges Infrarot, kein Thermalkanal) verhinderte einen tiefgegliederten Klassifikationsschlüssel und eine zufriedenstellende Klassifikationsgüte. So wurden die ersten Landnutzungsklassifikationen seitens der Planungspraxis sehr kritisch beurteilt und fanden kaum Verwendung.

Erst die verbesserte geometrische Auflösung der Landsat-Thematic-Mapper-Satellitenreihe (Landsat 4 ab 1982 und Landsat 5 ab 1984) mit 30m Bodenauflösung und die des ersten SPOT-Satelliten (Start 1986, 20 m Bodenauflösung) im Zusammenhang mit leistungsfähigeren Klassifikationsverfahren führten zu ersten Daten mit unmittelbarem Nutzen in der Raumplanung. Es konnten Flächennutzungsklassifikationen mit ca. 10-15 Klassen, einer mittleren Klassifikationsgüte von 85 - 90 % im Maßstab 1 : 100.000 erstellt werden. Auch visuelle Bildprodukte, insbesondere Kombinationsprodukte aus multispektralen Daten (die eine gute Differenzierung von Vegetationsflächen zulassen) und panchromatischen Daten (die besser die strukturellen Informationen darstellen) fanden erste Anwendung in der Raumplanung.

Von einem Durchbruch der Anwendung von Satellitenbilddaten in der Raumplanung kann jedoch bis heute nicht gesprochen werden. Sowohl die Ergebnisse als auch der Stand der Verfahrensoperationalisierung sind für die Raumplanung noch nicht überzeugend. Gründe hierfür sind in der für viele Planungsebenen immer

noch unzureichenden räumlichen Auflösung, der begrenzten Klassifikationsgüte sowie in einem relativ wenig differenzierten und mehr der Bodenbedeckung als der Flächennutzung entlehnten Klassifikationsschlüssel zu suchen.

### 3. ENTWICKLUNG DES SATELLITENBILDMARKTES - EIN BLICK NACH VORN

Bis 1996 muß quasi eine Stagnation der Entwicklung des Satellitenbildmarktes konstatiert werden. Einzig die photographischen Bilder der russischen Kameras KWR1000 und KVR1000 der Kosmosserie, die ab Beginn der 90er Jahre angeboten wurden, waren bedingt durch ihre geometrische Auflösung von 1 - 2 m eine echte Neuheit. Leider konnte für den Vertrieb des Datenmaterials keine gesicherte Datendistribution aufgebaut werden. Auch die kontinuierliche Datenaufzeichnung konnte bedingt durch Finanzierungsprobleme des russischen Weltraumprogramms nicht gesichert werden. Damit waren zwei elementare Voraussetzungen für einen operationellen Einsatz des Bildmaterials in der Raumplanung nicht gegeben.

Für große Flächenländer mit noch relativ am Anfang stehender kartographischer Landesaufnahme wie Indien ist die Satellitenfernerkundung von höchster Bedeutung. So wurde frühzeitig von der indischen Regierung ein eigenes ehrgeiziges Weltraumprogramm aufgelegt, daß mit dem Satellit IRS-1A seit 1989 Bilder aufzeichnet und die Datenprodukte weltweit anbietet. Inzwischen sind die Weiterentwicklungen IRS-1C und IRS-1D im Orbit und deren Datenprodukte verfügbar. Diese sind, wie später gezeigt wird, ausgezeichnet für die Raumplanung verwendbar.

Die satellitengestützte Fernerkundung entwickelt sich mit rasanter Geschwindigkeit. Das ist neben dem Innovationsschub im Bereich der Sensorik, der Telematik und der informationsverarbeitenden Technik (Prozessoren, Speicher usw.) letztlich auch auf das Ende des kalten Krieges zurückzuführen. Früher allein der Verteidigung vorbehaltene Technik drängt zur Anwendung und Vermarktung im zivilen Anwendungsbereich. Die zu beobachtende Kommerzialisierung der Erdfernerkundung führt zu einer weiteren Beschleunigung der Entwicklung und - als unmittelbarer Vorteil für den Anwender - zu einer verbesserten Nutzungsfreundlichkeit der Satellitenbilddaten.

Allein in den USA werden in den kommenden zwei Jahren vier neue kommerzielle Anbieter Bildprodukte mit einer geometrischen Auflösung zwischen einem und fünf Meter auf den Markt bringen. Tabelle 1 gibt eine Übersicht der neuen Satellitensysteme (nach Jürgens, 1996).

Firma System	Earth Watch "Early Bird"		Earth Watch "Quick Bird"		Orbital Sciences "Orb-View 3"		Space Imaging	
Flughöhe (km)	470		470		470		680	
Repetitionrate	20 Tage (max)		20 Tage (max)		16 Tage (max)		14 Tage (max)	
Aufnahmemodi	PAN	MS	Pan	MS	Pan	MS	Pan	MS
Geometrische Auflösung (Nadir)	3 m	15 m	0,82 m	3,28 m	1-2 m	8 m	1 m	4 m
Streifenbreite	3 km	15 km	22 km		8 km		11 km	
Wiederholrate	1,5 - 2,5 Tage		1,5 - 2,5 Tage		< 3 Tage		1 - 3 Tage	

Tab. 1: Neue kommerzielle hochauflösende Satellitensensoren

PAN = panchromatisch; MS = Multispektral

Mit diesen Daten ist auch ein deutlicher Qualitätssprung in der Datenvermarktung geplant. Bildrecherche, Auswahl- und Kauf werden durchs Internet vereinfacht, flexibilisiert und wesentlich zeitlich verkürzt. Durch die neuen Systeme wird es in Zukunft auch möglich sein, Daten auf Bestellung zu erhalten, indem der Sensor auf ein vorher gewähltes Gebiet ausgerichtet wird. Die Lieferzeiten (Aufnahme bis Auslieferung) werden sich extrem verkürzen (< 2 Tage), und nicht zuletzt werden die Produktpreise weiter sinken.

#### 4. SATELLITENBILD VERSUS LUFTBILD

Das Satellitenbild bedingt gegenüber einem Luftbild mit gleicher Auflösung viele Vorteile. Die wesentlichsten sind seine größere Flächendeckung und seine geringere Bildverzerrung. Die größere Flächendeckung erübrigt die aufwendige Einzelverarbeitung der Luftbilder und den notwendigen Mosaikierungsprozess. Die kleineren Bildverzerrungen sind Folge des kleineren Blickwinkels durch die Sicht aus einigen hundert Kilometern Höhe. Dies führt zu einem geringeren Entzerrungsaufwand und letztlich auch zu kleineren Bildfehlern durch Verdeckungen usw..

Dazu kommen noch eine Reihe weiterer Vorteile, die für den praktischen Bildeinsatz von enormer Bedeutung sind. So muß keine aufwendige und teure Befliegung über Spezialfirmen organisiert werden. Der Bildkauf ist auch retrospektiv möglich und die Kosten pro Flächeneinheit sind wesentlich geringer. Nicht zuletzt ist auch die unmittelbare digitale Aufzeichnung der Bilddaten als Vorteil zu werten. Eine solche wird sich aber sicherlich auch in Zukunft durch DPA-Kameras (Digital Photogrammetry Assembly) in der Luftbildbefliegung durchsetzen.

Ein derzeitiger Nachteil der Satellitenbildtechnik, die langen Repititionszeiten von ca. 24 Tagen, die im Zusammenhang mit den für die optischen Aufnahmeverfahren notwendigen meteorologischen Bedingungen zu relativ wenigen (oft zu wenigen!) auswertbaren Aufnahmen pro Jahr führen, wird in Zukunft durch angestrebte Repititionszeiten von 1-3 Tagen behoben werden (siehe Tab. 1).

#### 5. SATELLITENBILDVERARBEITUNG - STAND UND FORSCHUNGSBEDARF

Satellitenbilder müssen unabhängig von ihrer Verwendung umfangreichen Vorverarbeitungsschritten unterworfen werden. Die Vorverarbeitung beginnt mit der Korrektur von Bildfehlern, die leider noch relativ häufig in Form von Punkt- oder Zeilenausfällen vorkommen. Während einzelne Zeilen oder Punkte problemlos durch Mittelwertbildung behoben werden können, ist der Ersatz z.B. eines Mehrzeilenausfalls ohne sichtbare Bildstörungen meist unmöglich. Hier muß die Fläche oft mit Daten eines anderen Bildsatzes gefüllt werden.

Ein weiterer Vorverarbeitungsschritt ist die Atmosphärenkorrektur. Diesem Bearbeitungsschritt wird in Zukunft bei der immer besseren Auflösung der Bilddaten hohe Bedeutung zukommen. Gerade Change Detection Methoden oder die Anwendung absoluter Spektralsignaturen für Flächennutzungsklassifikationen verlangen eine Atmosphärenkorrektur. Inzwischen stehen hier auch sehr leistungsfähige und für den operationellen Einsatz geeignete Programmpakete zur Verfügung, die auch in bergigem Gelände anwendbar sind (z.B. ATCOR3, Richter, 1997). Eingangparameter sind der vorwiegende Aerosol- und Feuchtetyp des Aufnahmegebietes, die Sichtweite, der Sonnenwinkel, die mittlere Geländehöhe und ein digitales Geländemodell. Eine Atmosphärenkorrektur ermöglicht teilweise auch noch die Verwendung von dunstigen Bildaufnahmen oder Bildteilen.

Die Probleme der Georeferenzierung, die die Voraussetzung für die spätere Kombination der Bilddaten mit anderen digitalen Datensätzen darstellt, sind weitestgehend gelöst. Die erzielten Genauigkeiten bei sorgfältiger Arbeit und in bewegtem Gelände unter Berücksichtigung eines Höhenmodells betragen ca. 0,5 Pixel und sind damit kaum zu verbessern. Entwicklungsbedürftig ist allerdings die Operationalisierung der Georeferenzierung die derzeit bei manueller Paßpunktsuche noch zeitaufwendig und kostenintensiv ist. Teilweise bieten die Datenprovider auch schon auf Bestellung entzerrt Bildprodukte an, was die Praktikabilität der Datenanwendung in der Raumplanung erhöht.

Aus der Fülle eigentlicher Bildverarbeitungsmöglichkeiten nach der Bildvorverarbeitung sollen hier nur zwei wesentliche herausgegriffen werden, die Erstellung von visuellen Bildprodukten in Kombination mit weiteren Geodaten bzw. die Flächennutzungsklassifikation. Erste verfolgt das Ziel, für eine bestimmte Interpretationsaufgabe optimale Bildprodukte zu erarbeiten. Entscheidender Einfluß kommt dabei der räumlichen Auflösung und der Farbwiedergabe zu. Eine hohe räumliche Auflösung kann durch Kombination hochauflösender panchromatischer Bilder mit multispektralen Datensätzen ohne Verlust der wichtigen Farbinformation für die Flächenbewertung erreicht werden. Wichtige Farbkomposite sind die Echtfarb- und die Infrarotdarstellung (letztere insbesondere für die Vegetationsbewertungen). Selbst bei Fehlen des blauen Kanals (wie z.B. bei den multispektralen IRS-1C-Daten) ist die Berechnung von Echtfarbprodukten möglich (u.a. Schumacher, 1997).

Für die Bewertung abgegrenzter Flächeneinheiten oder für deren Fortführung selbst ist die Einblendung vektorieller Datensätze notwendig. So ist z.B. die Abschätzung des Maßes der baulichen Nutzung innerhalb eines Baublocks visuell durch die Einblendung der Baublockgrenzen gut möglich. Andererseits können durch Bildinterpretation auch die Vektordatensätze selbst fortgeführt werden (z.B. Straßenmonitoring, Fortführung von ATKIS, Biotopkartierung).

Die Bestimmung der Realnutzung ist nach wie vor das wichtigste Aufgabenfeld der Fernerkundung für die Raumplanung. Neben der visuellen Bildinterpretation, mit der die höchste Genauigkeit erzielt wird, die allerdings auch sehr kostenintensiv ist, kommt der automatisierten Bildauswertung in Zukunft hohe Bedeutung zu. Das am häufigsten eingesetzte Verfahren, die multispektrale Klassifikation nutzt nur die spektralen Informationen der Satellitenbilddaten. Je höher aber die Auflösung des Datenmaterials ist, umso mehr Informationen sind in Struktur und Textur der einzelnen Objekte enthalten. Diese Informationen werden vom menschlichen Interpreten neben fundamentalem Geowissen genutzt. Strukturelle und textuelle Informationen sind auch das Potential für dringend nötige Verfahrensverbesserungen der Klassifikation. Denn die derzeit erzielte Klassifikationsgüte von durchschnittlich 80 - 90 % ist für viele Anwendungen in der Raumplanung dringend verbesserungswürdig.

Zwei prinzipiell unterschiedliche Wege zur Bildauswertung werden in der Forschung eingeschlagen. Die objektorientierte automatische Extraktion und Attributierung von Objekten (insbesondere Gebäude und Verkehrsflächen) setzt einzeln extrahiert Linien und Kanten (Objekteile) entsprechend eines zugrundeliegenden Modells zu komplexeren Objekten zusammen. Die Forschung auf diesem Gebiet steckt erst in den Anfängen und wird noch einige Jahre bis zu praxistauglichen Verarbeitungsprogrammen benötigen.

Daneben wird die multispektrale Klassifikation um wissenbasierte Elemente erweitert. So wird versucht Texturinformation, Geowissen oder andere vorhandene Datenquellen (z.B. ATKIS) in den Klassifikationsprozeß einzubinden. Auch die klassische Maximum-Likelihood-Klassifikation wird durch automatisierte statistische Aufbereitung der Trainingsgebiete (Verschmelzung oder Auftrennung) und die Berechnung mehrerer Zuordnungswahrscheinlichkeiten mit einer Nachklassifikation von unsicheren Bildpunkten durch Bewertung der Nachbarschaftsbeziehungen weiterentwickelt (Stieß, 1996)

## **6. LUFTBILDANWENDUNGEN IN DER RAUMPLANUNG**

Neben der Satellitenbilddatentechnik hat auch die Photogrammetrie in den letzten Jahren phantastische Fortschritte erzielt. So wird z.B. die Entwicklung der Reihenmeßkamera als technisch ausgereizt und weitestgehend abgeschlossen betrachtet. Hier liegt die Zukunft in der digitalen Zeilenbilderfassung durch CCD-Sensoren mit den Vorteilen einer volldigitalen Datenerfassung, radiometrischer Onlinekorrekturmöglichkeit, vollständiger Streifenaufnahme und einer Stereoaufnahmooption bei Verwendung von 3-Zeilensensoren (ein Nadir-, ein Vorwärts- und ein Rückwärtsblick). Nur in der räumlichen Auflösung ist das photographische dem digitalen Luftbild noch überlegen (Limitation der Packungsdichte der CCD-Sensoren).

Auch die Luftbildverarbeitung konnte teilweise automatisiert werden. So werden ganze Filmrollen automatisch eingescannt (z.B. SCAI von Zeiss) und eine digitale automatische Aerotriangulation durchgeführt (Blockvorbereitung, Messung und Blockausgleich). Manuelle Eingriffe sind nur noch zur Messung von Paßpunkten notwendig. Auch die Erstellung und Verifizierung von Höhenmodellen sowie die Erstellung von Orthobildern ist weitestgehend automatisch möglich.

Wenn auch dem Luftbild weiterhin Anwendungsbereiche bei großen und sehr großen Bildmaßstäben vorbehalten bleiben muß für die Zukunft eine schrittweise Ablösung von Aufgaben im mittelmaßstäbigen Bereich durch das Satellitenbild erwartet werden. Zu groß sind seine Vorzüge (Praktikabilität, Kosten). Darum soll hier die Rolle des Luftbildes als Informationsträger in der Raumplanung anhand praktischer Anwendungen aufgezählt werden (nach Schneider, 1984):

*Ableitung von flächenhaften Informationen für die Kommunal-, Regional- und Landesplanung*

- kleinräumige Gliederung von Gemeinden nach Planungsbezirken
- Bestimmung des Maßes der baulichen Nutzung
- Art der baulichen Nutzung für die Bauleitplanung
- Ortsplanung
- Stadtbildanalyse
- Realnutzungskartierung für die Regionalplanung
- Realnutzungskartierung für die Landschaftsrahmenplanung
- Bereitstellung von Daten für das Raumordnungskataster der Landesplanung

*Ableitung von Informationen für energie-, verkehrs- und wasserwirtschaftliche Planungen*

- Vermessung im Tagebau
- Rekultivierungsplanung von Braunkohlenbergbauen
- Raumordnungsverfahren für Autobahn und Bundesstraßenbau
- wasserwirtschaftliche Planung
- Schadensdokumentation
- Gewässerüberwachung

*Landschaftsökologische und lokalklimatologische Bestandsaufnahmen*

- Erfassung von Feldfruchtschäden
- Brachflächenkartierung
- Daten für Landschaftsinformationssystem
- Umweltverträglichkeitsstudien
- Anwendungen in Landschaftsplanung und -pflege
- Anwendungen für forstwirtschaftliche Planungen
- Erstellung städtischer Baumkataster einschließlich Baumschädenkartierungen
- Waldschadenskartierungen
- Erstellung von Klimafunktionskarten

Neben diesen Anwendungen sind auch noch weitere, neuere Aufgabenfelder abzudecken. Als Beispiele seien hier genannt die Erfassung und das Monitoring nationaler Straßennetze, die Feinplanung von Telekommunikationsnetzen, das Katastrophenmonitoring (Hochwasser, Waldbrände), Flächenstilllegungsprüfungen (EU Landwirtschaftsprogramm FEOGA) oder Versiegelungskartierungen (Meinel, 1996/97). All diese Anforderungen sind schon derzeit mit Satellitenbildtechnik erfüllbar.

## **7. DER INDISCHE ERDBEOBACHTUNGSSATELLIT IRS-1C**

Der Indian Remote Sensing Satellit (IRS-1C) wurde am 28.12.1995 gestartet und ist nach den Satelliten 1A (Start 1988) und 1B (Start 1991) der dritte und leistungsfähigste Erdbeobachtungssatellit des indischen Programms. IRS-1C sendet seit Sommer 1996 kontinuierlich Daten. Er ist mit drei Hauptinstrumenten ausgestattet. Die panchromatische Zeilenkamera (PAN) mit einer räumlichen Auflösung von 5,5,-5,8 m hat eine Streifenbreite von 70 km. Sie kann für die Aufnahme von Stereobildern bzw. die Erzielung einer hohen zeitlichen Abdeckung geschwenkt werden. Die multispektrale High Resolution Visible-Kamera (LISS-III) verfügt über vier spektrale Kanäle, je einem im sichtbaren Grün-, im Rot-, im nahen Infrarot- und im kurzwelligen Infrarotbereich. Die drei erstgenannten haben eine räumliche Auflösung von 23 m, der SWIR eine Auflösung von 70 m. Das dritte Hauptgerät, ein multispektraler Weitwinkelsensor, ist für großräumige Vegetationsuntersuchungen spezifiziert. Seine räumliche Auflösung beträgt 188 m und seine Streifenbreite 770 km bei einer Wiederholrate von 5 Tagen (Tab. 2).

	PAN		WiFS
Spektralbänder [ $\mu\text{m}$ ]	0,5-0,75	0,52-0,59 (Grün) 0,62-0,68 (Rot) 0,77-0,86 (NIR) 1,55-1,75 (SWIR)	0,62-0,68 (Rot) 0,77-0,86 (NIR)
räumliche Auflösung [m]	5,5-5,8	23,5 bzw. 70,8 (SWIR)	188
Streifenbreite [km]	70,5	142	770
radiometrische Auflösung	64 Graustufen (6 Bit)	128 Graustufen (7 Bit)	128 Graustufen (7 Bit)
Repetitionrate	24 Tage	24 Tage	5 Tage

Tab. 2: Parameter der IRS-1C-Sensoren

Am 29.09.97 erfolgte der Start des zum Satelliten IRS-1C baugleichen Zwillingsatelliten IRS-1D. Dieser wird derzeit für eine kontinuierliche Datenaufnahme vorbereitet. Er wird die Repititionszeit von derzeit 24 Tagen auf die Hälfte verkürzen und die operationelle Akquisitionsplanung erleichtern. Bezüglich der Datenverarbeitung wurde vom Datenprovider GAF/Euromap inzwischen ein Produktionssystem zur Erstellung von Orthobilddaten sowie zur Erstellung von Naturfarbprodukten eingerichtet.

## 8. ERSTE ERFAHRUNGEN UND ERGEBNISSE DER PROZESSIERUNG VON IRS-1C-SATELLITENDATEN

Im Rahmen eines von der Deutschen Forschungsgemeinschaft finanzierten Projekts zum Thema "Nutzungsmöglichkeiten neuester hochauflösender Satellitenbilddaten für die Raumplanung" wurde im November 97 mit der Prozessierung einer panchromatischen und einer multispektralen IRS-1C-Szene der Stadtregion Dresden begonnen.

Sehr einfach gestaltete sich die Recherche der Bilddaten über das Programm GISIS des Deutschen Fernerkundungsdatenzentrums (DFD). Es gestattet neben der Suche vorhandener Bilddaten und ihrer Eckwerte (Aufnahmedatum, Bewölkung, abgedeckte Flächen usw.) auch die Darstellung und den Download von Quicklooks der Größe 500\*500 Bildpunkte. Diese ermöglichen allerdings nur die Einschätzung der Bewölkung und eventuell vorhandener Dunstgebiete. Nicht eingeschätzt werden kann in der Darstellung im Maßstab 1 : 1 000.000 für die 140\*140 km großen multispektralen Bilddaten (LISS-III) und die im Maßstab 1 : 500.000 dargestellten panchromatischen Bilddaten (PAN) ob Bildfehler vorhanden sind.

Diese traten dann in den gekauften Bilddaten auch in Form von Blobs und Fehlstreifen auf. Der Sensor wird bei der Aufnahme von extrem hellen und glatten Oberflächen, insbesondere bei tiefen Sonnenständen übersteuert und benötigt einige Zeit bis zur Wiedergabe korrekter Reflexionswerte. Die Fehler sind teilweise nur schwer oder gar nicht behebbar. Für einen ca. 10 Bildzeilen breiten Fehlstreifen wurde vom Satellitenbildprovider (Euromap GmbH) großzügig ein Teil einer anderen panchromatischen Szene kostenlos zur Verfügung gestellt.

Die panchromatischen Bilddaten wurden anhand eingescannter topographischer Karten im Maßstab 1:25.000 mit einem Bildfehler von 0,6 Pixeln georeferenziert. Das multispektrale Bild wurde auf das panchromatische Bild entzerrt. Damit war eine hohe Lagegenauigkeit zwischen den beiden Bildprodukten gegeben, die zur Erstellung von Verschneidungsbildern notwendig ist.

Aus den beiden Datensätzen wurden durch eine IHS-Transformation ein Farbdatensatz mit 5 m Bodenauflösung errechnet. Dabei wurde sowohl eine Infrarotdarstellung als auch eine Darstellung in natürlichen Farben prozessiert. Anschließend wurden verschiedene vektorielle Datensätze wie die Grenzen der Baublöcke, eine Biotoptypenkartierung und ATKIS-Daten dem Farbkomposite überlagert. Diese Bildprodukte werden verschiedenen Planungsebenen zur Diskussion und einer intensiven Bewertung der Eignung als Datengrundlage für Planungsprozesse zur Verfügung gestellt. Die Bewertung erfolgt anhand eines Fragebogens. Diese Arbeiten stehen zum Zeitpunkt der Niederschrift erst am Anfang, so daß hier noch nicht über Ergebnisse berichtet werden kann.

Neben der Untersuchung der Dateneignung für visuelle Bildinterpretationen für Planungsprozesse sind folgende weitere Arbeiten im Rahmen des Forschungsprojekts geplant:

- Untersuchungen zur Differenzierung des Flächennutzungsschlüssels für visuelle Bildinterpretationen
- Grenzen der Flächennutzungsdifferenzierung für multispektrale Klassifikationen
- Ausführung einer Flächennutzungsklassifikation
- Ableitung von Versiegelungskarten
- Eignung von Satellitenbildprodukten für eine visuelle Interpretation zur Fortführung von ATKIS-Daten

## LITERATUR

- Euromap: Internes Arbeitspapier mit Informationen zum IRS-1C-Programm, Neustrelitz, 1996.
- Jürgens, C.: Neue Erdbeobachtungs-Satelliten liefern hochauflösende Bilddaten für GIS-Anwendungen, GIS 6/1996, Wichmann Verlag, Karlsruhe.
- Kramer, H.J.: Observation of the Earth and its Environment, Deutsches Fernerkundungsdatenzentrum, Springer-Verlag, Berlin, 1996.
- Meinel, G.; Netzband, M.: Erfassung und Bewertung des Versiegelungsgrades befestigter Flächen, Forschungsabschlußbericht zum gleichnamigen Forschungsprojekt, unveröffentlicht, Dresden, 12/1997.
- Meinel, G.; Knapp, C.; Gössel, J.; Buchroithner, M.F.; Prechtel, N.: Kartierung von Flächennutzungsänderungen mittels Landsat-TM-Daten - Methodische Untersuchungen im Raum Dresden, Zeitschrift für Photogrammetrie und Fernerkundung Heft 5/96, S.163 – 175.
- Meinel, G.; Netzband, M.: Erarbeitung von Übersichtskarten zur Versiegelungsintensität (Zwischenbericht zum gleichnamigen Forschungsprojekt), in UFZ-Berichte, Stadtökologische Forschungen Nr.7, Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle (Leipzig 1996), ISSN 0948-9452, S.V1 - V60.
- Meinel, G.; Netzband, M.: Bestimmung der Oberflächenversiegelung von Stadtgebieten auf Grundlage von ATM-Scannerdaten, Photogrammetrie-Fernerkundung-Geoinformationssysteme (PFG) 2/1997 S.93-102, E.Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- Meinel, G.; Knapp, C.; Tittel, E.-M. :Bestimmung von Flächennutzungsänderungen mittels Satellitenbilddaten - Methodische Untersuchungen am Beispiel der Stadt-Umland-Regionen Dresden und Leipzig, IÖR-Schriften, Heft 21, Dresden, 1997.
- Meinel, G., Netzband, M.: Erarbeitung von Übersichtskarten zur Versiegelungsintensität, Forschungsabschlußbericht zum gleichnamigen Forschungsprojekt, Dresden, 1996.
- Quiel, F.: Fernerkundung zur Beschaffung von Landschaftsdaten, Karlsruhe, 1980.
- Richter, R.: ATCOR3: Atmosphärische und topographische Korrektur multispektraler und panchromatische Bilddaten, Tagungsband des Geosystems User Group Meeting, Germering, 10/97.
- Satellitenfernerkundung für Umweltpolitik und -forschung, Bestandsaufnahme - Analyse - Perspektiven, in Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit und Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie, Bonn 12/1994.
- Schneider, S.: Zur Auswertung von Satellitenaufnahmen bei der Gewinnung von Flächennutzungsdaten für die räumliche Planung, Bildmessung und Luftbildwesen, S. 179-1982, 1979.
- Schneider, S.: Angewandte Fernerkundung - Methoden und Beispiele, Akademie für Raumforschung und Landesplanung, Hannover, 1984.
- Schumacher, V.: Produktentwicklung und Anwendungen von IRS-1C-Daten, Tagungsband der Geosystems Fachtagung 1997, Germering, 10/97.
- Stieß, M.; Christke, K.; Zielinski, H.: Erhebung aktueller Daten zur Entwässerungsfläche mittels Satellitenfernerkundung und Luftaufnahmen.