

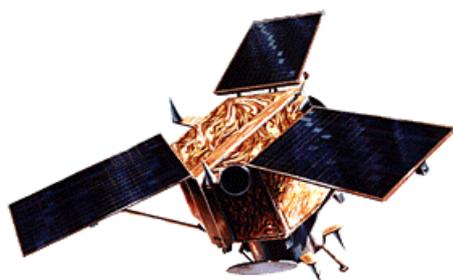
# Erste Erfahrungen mit 1-Meter Satellitendaten von IKONOS

Gerald MANSBERGER

(Dipl.-Ing. Gerald Mansberger, OFD – Österreichisches Fernerkundungs-Datenzentrum, Jakob-Haringer-Straße 1, A-5020 Salzburg,  
email:satdata@ofd.ac.at)

## 1 ALLGEMEINES

An der Schwelle zum neuen Jahrtausend beginnt mit der Aufnahme des operationellen Betriebs des Satelliten IKONOS auch für die Satellitenfernerkundung ein neues Zeitalter. Durch IKONOS können für zivile Anwender erstmals Aufnahmen von nahezu der gesamten Erdoberfläche mit einer Bodenauflösung von einem Meter zur Verfügung gestellt werden. Somit sind Satellitenbilder verwendbar, deren Detaillierbarkeit mit jener von Luftbildaufnahmen vergleichbar sind.



Der erfolgreiche Start des Satelliten IKONOS der amerikanischen Firma SPACE IMAGING beendete vorerst einen Wettlauf, der bis vor kurzem von einer Reihe schwerer Rückschläge gekennzeichnet war.

Bereits kurz nach dem Zerfall der Sowjetunion waren erste hochauflösende Satellitenaufnahmen verfügbar. Diese Aufnahmen stammen zumeist von russischen Spionagesatelliten, die durch die Öffnung der geheimen Archive zugänglich wurden. Hierbei handelt es sich primär um KFA 1000, KVR 1000 und KFA 3000 Aufnahmen, deren Auflösung zwischen einem und sieben Metern liegt. Im Gegensatz zur digitalen Datenerfassung und -übertragung bei IKONOS handelt es sich bei diesen russischen Satellitenbildern um fotografische Aufnahmen, die erst durch Scannen in digitale Form gebracht werden. Es wurden Versuche unternommen, die Aufnahme und den Vertrieb dieser Satellitenaufnahmen auf eine operationelle Basis zu stellen, doch zeigte die Erfahrung, daß man von diesem Ziel noch weit entfernt ist.

Das zunehmende Interesse an hochauflösenden Satellitenaufnahmen hat in den Vereinigten Staaten von Amerika zur Gründung von drei voneinander unabhängigen Konsortien geführt, deren Ziel die Entwicklung, der Bau und der kommerzielle Betrieb von hochauflösenden Satellitensystemen sowie der operationelle Vertrieb der Daten ist. Alle drei Konsortien müssen ihre Aktivitäten auf eine rein kommerzielle Basis zu stellen, da – im Gegensatz zu bisherigen Satellitensystemen – eine staatliche Unterstützung nicht mehr gewährt wird.

Neben Space Imaging planen noch zwei weitere amerikanischen Firmen den Start von Satelliten, deren Auflösung ebenso bei einem Meter liegen wird. Es handelt sich dabei um die Firmen ORBIMAGE (System OrbView) und EARTH WATCH (System QuickBird). Als Starttermin für ihre Satelliten wird das Jahr 2000 angepeilt.

Alle drei Konsortien begannen bereits frühzeitig mit dem Aufbau eines Vertriebsnetzes und mit der Ankündigung möglicher Starttermine. Technische Probleme machten immer wieder die Verschiebung der geplanten Starts notwendig. Als auch noch die Satelliten EARLY BIRD der Firma Earth Watch und IKONOS I von Space Imaging nach dem Start verloren gingen, war die Enttäuschung bei der bereits ungeduldig auf erste Bilder wartenden Nutzergemeinschaft groß und der Glaube an einen operationellen Betrieb von 1-Meter Satelliten geschwunden.

Umso größer war natürlich die Freude, als am 24. September 1999 der Start von IKONOS (ursprünglich als IKONOS II bezeichneter mit IKONOS I baugleicher Satellit) glückte und bereits wenige Tage später erste Aufnahmen empfangen werden konnten.

## 2 DAS IKONOS SATELLITENSYSTEM

IKONOS umkreist die Erde in auf einer nahezu kreisförmigen Umlaufbahn in einer durchschnittlichen Flughöhe von 618 km über der Erdoberfläche.

Wie die meisten derzeit operierenden Erdbeobachtungs-Satellitensysteme umrundet auch IKONOS die Erde auf einem sonnensynchronen, polnahen Orbit. Dadurch wird einerseits gewährleistet, daß jeder Punkt der Erde um ca. 10:30 Ortszeit überflogen wird und Aufnahmen eines Gebiets, welche an unterschiedlichen Tagen aufgenommen worden sind, vergleichbar sind. Durch die polnahe Umlaufbahn andererseits besteht die Möglichkeit, von nahezu der gesamten Erdoberfläche Bilder aufzunehmen.



*IKONOS – Ausschnitt einer panchromatischen Aufnahme von Rom (Kolosseum).*

An Bord von IKONOS befinden sich je ein panchromatischer Sensor mit einer Bodenauflösung von 1 Meter und ein multispektraler Sensor in vier Spektralbereichen mit einer Bodenauflösung von 4 Metern. Der Aufnahmestreifen besitzt eine Breite von 11 km. Die spektralen Aufnahmebereiche des panchromatischen und des multispektralen Sensors sind der folgenden Tabelle zu entnehmen:

Kanal	Spektralbereich	Wellenlänge (? m)
panchromatisch	Pan	0.45 – 0.90
1	Blau	0.45 - 0.52
2	Grün	0.52 – 0.60
3	Rot	0.63 - 0.69
4	Nahes Infrarot	0.76 - 0.90

Von beiden Sensoren können gleichzeitig Bilder aufgezeichnet werden. Somit ist es möglich, durch Datenfusion ein multispektrales Bild eines Interessensgebietes mit einer Detailerkennbarkeit von 1 Meter zu erzeugen.

Darüber hinaus sind die Sensoren voneinander unabhängig zu verschwenken. Als Neuerung im Vergleich zu bestehenden Satellitensystemen (SPOT, IRS) ist ein Kippen sowohl quer zur Flugrichtung (Cross-Track Tilt) als auch in Flugrichtung (In-Track Tilt) möglich. Durch ein seitliches

Verdrehen des panchromatischen Sensors bis zu einem Winkel von 26° zur Vertikalen ist es theoretisch möglich, z.B. von Wien (Geographische Breite ca. 48°10'N) alle drei Tage eine Aufnahme mit einer Bodenauflösung von einem Meter zu erhalten. Durch die Option, die Sensoren auch in Flugrichtung zu verschwenken, eröffnen sich weitere Vorteile. Einerseits ist es möglich, praktisch gleichzeitig von einem Interessensgebiet Stereoaufnahmen zu machen, welche etwa als Grundlage für die Erzeugung hochgenauer Digitaler Geländemodelle dienen können. Darüber hinaus können mit einem Überflug durch präzises Verschwenken der Sensoren auch Flächen abgedeckt werden, welche die Breite eines Aufnahmestreifens um ein Mehrfaches überschreiten.

Ein Netz von weltweit verteilten regionalen Aufnahmestationen, welche derzeit zum Teil noch im Entstehen sind, garantiert den Direktempfang der gesendeten Daten. Darüber hinaus besteht durch das Vorhandensein eines Onboard-Recorders auch die Möglichkeit, Daten von Gebieten zu erhalten, welche außerhalb des Empfangsbereiches der bestehenden Empfangsstationen liegen. Weite Teile Europas können derzeit durch eine Empfangsstation in Griechenland im Direktempfangmodus abgedeckt werden.

Alle regionalen Aufnahmestationen sind in der Lage, mit dem Satelliten zu kommunizieren und ihn für den Einzugsbereich der Empfangsstation zu programmieren. Durch die große Flexibilität des Systems Bodenstation-Satellit besteht die Möglichkeit, bis 10 Minuten vor Überflug die geplanten Programmierungen abzuändern, um etwa auf aktuelle Wetterinformationen Rücksicht zu nehmen.

### 3 PRODUKTE

Wie bereits oben erwähnt nimmt IKONOS während eines Überflugs eine relativ schmale Streifenbreite von 11 km auf. Aus diesem Grund ist vorerst eine flächenhafte Abdeckung der gesamten Erde nicht geplant. Aufgenommen wird im Allgemeinen nur kundendefinierte Interessensgebiete nach Bestellung.

Eine Vielzahl von Produkten steht zur Auswahl. Alle Produkte von Space Imaging werden unter der Produktbezeichnung CARTERRA zusammengefaßt. Grundsätzlich kann man zwischen Produkten unterscheiden, deren Systemkorrekturen entweder mit oder ohne Einbeziehung eines Digitalen Geländemodells durchgeführt werden. Die Produkte liegen bereits geokodiert unter Berücksichtigung von benutzerspezifischen Projektionsparametern vor und werden in allen gängigen Datenformaten geliefert.

- ?? CARTERRA Geo: Geometrisch korrigiertes Produkt, welches in einer Kartenprojektion vorliegt. Im Zuge des Rektifizierungsprozesses werden Verzerrungen korrigiert, welche durch die Aufnahmegeometrie entstehen.
- ?? CARTERRA Reference: Orthorektifizierte Aufnahme ohne Verwendung von Bodenpaßpunkten, welche für Herstellung von Bildkarten im Maßstab 1 : 50 000 ausgelegt ist. Die absolute Genauigkeit beträgt +/- 25 Meter.
- ?? CARTERRA Pro: Orthorektifizierte Aufnahme ohne Verwendung von Bodenpaßpunkten. Die Genauigkeitsansprüche genügen der Produktion von Bildkarten im Maßstab bis zu 1 : 12 000. Die absolute Genauigkeit beträgt +/- 10 Meter.
- ?? CARTERRA Precision: Orthorektifizierte Aufnahme unter Verwendung von zusätzlichen Bodenpaßpunkten. Die absolute Lagegenauigkeit beträgt +/- 4 Meter und ist ausreichend für Bildkarten bis zum Maßstab von 1 : 5 000.

Die Preise für die genannten Produkte reichen von US\$ 18,- je km<sup>2</sup> (CARTERRA Geo, panchromatisch) bis zu US\$ 99,- je km<sup>2</sup> (CARTERRA Precision, panchromatisch).

#### 4 AUSBLICK

Mit dem erfolgreichen Start von IKONOS liegen erstmals kommerzielle Satellitenbilder mit einer Bodenauflösung von 1m (panchromatisch) bzw. 4m (multispektral) vor. Da die Bilder bereits in digitaler Form und in einer vom Anwender definierten Kartenprojektion vorliegen, eignen sich die Datensätze hervorragend zur Integration in ein Geographisches Informationssystem (GIS).

Die Bilder können in diesem Fall etwa als Hintergrundinformation zur Visualisierung bestehender thematischer GIS-Ebenen dienen. Andererseits können die Bilder selbst als Grundlage für die Extraktion neuer Informationsebenen verwendet werden.

Für die neuen Satellitenaufnahmen ergeben sich damit eine Vielzahl von Anwendungsbereichen. Durch die Verfügbarkeit eines Infrarot-Kanals eignen sich die Aufnahmen unter anderem besonders für vegetationskundliche Aufgabenstellungen. Diese reichen von Anwendungen in der Forstwirtschaft wie z. B. der Erstellung neuer und Aktualisierung bestehender Forstkarten bis hin zum Hilfswerkzeug in der Landwirtschaft, einer Bewirtschaftungsmethode, welche unter dem Begriff „Precision Farming“ zusammengefaßt wird.

Darüber hinaus eignen sich die neuen Daten zur Erstellung und Aktualisierung Topographischer Karten. Durch die Möglichkeit, Aufnahmen rasch und in kurzen Wiederhol-Intervallen zu erhalten, werden hochauflösende Satellitenaufnahmen auch Einzug in das Umweltmonitoring sowie Katastrophenmanagement halten. Hilfstruppen bekommen damit ein Werkzeug in die Hand, mit dessen Hilfe sie sich bei Einsätzen in unbekanntem Gelände rasch einen Überblick über die Situation vor Ort machen können.

Doch auch für Anwendungen in der Stadt- und Regionalplanung bieten die Daten hochauflösender Satelliten neue Möglichkeiten. Sie eignen sich als Grundlage für stadtplanerische Maßnahmen, ebenso wie in Zukunft zur Analyse von städtebaulichen Änderungen. Neben einer realistischen 2D-Visualisierung durch Orthophotos kann in Kombination mit einem Digitalen Geländemodell auch dem steigenden Bedarf an 3D-Darstellungen und 3D-Animationen und -Simulationen (Virtual Reality) durch die Verwendung von echtfarbnahen Satellitendaten Rechnung getragen werden.

Mit den hochauflösenden Satellitenbilddaten besteht die Möglichkeit, die Vorteile der Satellitenbildfernerkundung (rasche Verfügbarkeit, hohe Wiederholraten, Vergleichbarkeit von Daten unterschiedlicher Aufnahmedaten, Kosteneffizienz) mit jenen der Luftbild-Orthophotos (hohe Auflösung) zu kombinieren. Wenn auch die Anwenderfreundlichkeit des Gesamtsystems und die Verwendbarkeit der Daten erst im praktischen Einsatz den Erwartungen gerecht werden muß, sollte mit IKONOS in jedem Fall eine wertvolle zusätzliche Datenquelle im Bereich der Fernerkundung verfügbar sein.