

# IKONOS-Satellitenbilddaten – ein erster Erfahrungsbericht

GOTTHARD MEINEL, JOHANNES REDER; DRESDEN

## 1 Einführung

Im Rahmen eines von der Deutschen Forschungsgemeinschaft DFG geförderten Projekts zum Nutzen und zur Anwendung neuer hochauflösender Satellitenbilddaten in der Raumplanung wurden IKONOS-Daten für einen urban geprägten Raum (Stadtgebiet Dresden) und einen Naturraum (Nationalpark Sächsische Schweiz) prozessiert. Für die beiden Testgebiete wurden jeweils eine panchromatische und multispektrale IKONOS-Satellitenbildszene aufgezeichnet und untersucht. Die vorliegende Arbeit gibt grundlegende Informationen zum Sensor, zu den Bezugsmodalitäten sowie eine Einschätzung der Qualität der IKONOS-Daten.

## 2 Grundinformationen zum IKONOS-Sensor

Bereits Mitte der 90er Jahre wurden von privaten Firmen in den USA höchstaflösende Satellitensensorsysteme für das Jahr 1997 angekündigt (EarthWatch, Space Imaging, Orbimage) (Konecny 1996). Die Entwicklungen zogen sich dann aber doch wesentlich länger hin. Letztlich verhinderte auch der Verlust einiger Satelliten (EarlyBird1, IKONOS 1, QuickBird1), die nicht ihre geplante Umlaufbahn erreichten, eine frühere Verfügbarkeit höchstaflösender Satellitendaten. Erst mit dem Start von IKONOS 2 der Firma Space Imagine im September 1999 und einer nachfolgenden Abgleichphase begann im I. Quartal 2000 die operationelle Datenaufzeichnung des ersten kommerziellen Satelliten mit 1m-Bodenauflösung. Tabelle 1 zeigt die technische Spezifikation des IKONOS-2-Satelliten.

Die Daten für Mitteleuropa werden von Space Imaging Europe (SIE) in Athen empfangen. Derzeit werden Daten im Wesentlichen nur auf Bestellung aufgenommen, da diese bedingt durch die geringe Schwadbreite erst punktuell vorliegen. Die Repetitionsrate von IKONOS ohne Sensorschwenk beträgt 140 Tage. Durch Sensorschwenkung bis zu 26° reduziert sich die Repetitionsrate bis auf einen Tag, was allerdings mit Auflösungseinbußen bezahlt werden muss (statt 0,85 m bei Nadir nur noch 1,4 m bei 26°-Schwenk).

Tabelle 1: Technische Spezifikation von IKONOS 2 (aus [www.si-eu.com](http://www.si-eu.com))

Startdatum	24.09.99	
Geplante Betriebsdauer	5-7 Jahre	
Geometrische Auflösung	Panchromatisch multispektral	1 m 4 m
Spektralbänder	Panchromatisch multispektral	0,45-0,90 :m 0,45-0,52 :m (blau) 0,52-0,60 :m (grün) 0,63-0,69 :m (rot) 0,76-0,90 :m (NIR)
Schwadbreite	nominal	13 km
Szenengröße	Bildgröße Streifenabbildungen	11*11 km 11 km Streifen bis 1 000 km
Lagegenauigkeit	12 m horizontal, 10 m vertikal ohne Kontrollpunkte 2 m horizontal und 3 m vertikal mit Kontrollpunkten	
Orbitinformationen	Höhe Inklination Geschwindigkeit Äquatorüberflug max. Schwenkwinkel max. Schwenkzeit Repetitionszeit Umlaufzeit	681 km 98,1° 7 km/s 10:30 UTM 26° <50 s 3,2 Tage bei 1m-Auflösung <sup>1</sup> 1 Tag bei 2m-Auflösung <sup>1</sup> 98 Minuten, sonnensynchron

<sup>1</sup> in Abhängigkeit von geographischer Breite

### 3 Bezugsmodalitäten von IKONOS-Daten

Seit März 2000 sind IKONOS-Daten auch in Deutschland erhältlich. Der Datenbezug ist über die GAF/EUROMAP GmbH ([www.gaf.de](http://www.gaf.de)), Definiens AG ([www.definiens.com](http://www.definiens.com)) und die EFTAS GmbH ([www.eftas.com](http://www.eftas.com)) oder direkt bei SIE ([www.si-eu.com](http://www.si-eu.com)) möglich. Die Mindestbestellmenge hat sich für Bestellungen außerhalb der USA von anfänglich 2 000 \$ auf 3 000 \$ erhöht, die Mindestfläche beträgt 11\*11 km. Die Aufnahmegrenze muss nicht zwangsweise rechteckig geschnitten sein, auch irreguläre Begrenzungen sind möglich (Kreisflächen oder Polygone mit bis zu 300 Punkten!). Wenn z. B. nur die Fläche innerhalb definierter administrativer Grenzen aufgenommen werden soll, was einer häufigen Aufgabenstellung in der mittel- und großmaßstäbigen Raumbewertung entspricht, können daraus erhebliche Kosteneinsparungen resultieren.

Zur Bestellung einer Aufnahme ist ein 3-seitiges IKONOS-Bestellformular auszufüllen. Nach Registrierung der Bestellung ist eine nochmalige Bestätigung der Angaben durch den Datenbesteller erforderlich (Ausschluss von Übertragungsfehlern). Die wichtigsten Angaben der Bestellung sind die 4 Eckpunkte des gewünschten Aufnahmegebietes, ein Zeitfenster inner-

halb dessen die Aufnahme erfolgen soll, die Bitbreite (11 oder 8 Bit) und der gewünschte Produkttyp. Derzeit werden die Daten unter der Produktbezeichnung CARTERRA in den drei Produktformen 1m P (1m panchromatisch), 4m MS (4m multispektral) und 1m PSM (durch das panchromatische Bild geschärftes 3-kanaliges Naturfarb- oder Infrarotprodukt oder alle vier geschärften Einzelkanäle) angeboten. Tabelle 2 zeigt die Produktpalette, die Lagegenauigkeit der Daten und die derzeitigen Preise.

Tabelle 2: IKONOS-Produkte, Lagegenauigkeit und Preise<sup>2</sup> (Stand 12/2000)

Produkt	Produktname	Lagegenauigkeit (CE90/RMSE)	Preis [\$/km <sup>2</sup>
Geo	GEO	50 m	18
Orthorektifiziert	Reference	25,4 m / 11,8 m	36
	Map	12,2 m / 5,7 m	47
	Pro	10,2 m / 4,8 m	59
	Precision	4,1 m / 1,9 m	99
	Precision Plus	2 m / 0,9 m	?

<sup>2</sup> Die Preise für panchromatische und multispektrale Bilddaten sind identisch.

Für alle orthorektifizierten Produkte muss der Käufer ein digitales Geländemodell zur Verfügung stellen oder für dessen Erstellung zusätzlich zahlen. Das DGM muss für die Produkte Reference, Map, Pro und Precision eine horizontale Lagegenauigkeit von 25,4 m und eine vertikale von 11,5 m sowie für das Produkt Precision Plus von 12 m bzw. 3 m aufweisen. Angekündigt, aber noch nicht verfügbar, ist ein Produkt CARTERRA 3D, welches in Verbindung mit einem Höhenmodell interaktive Flüge über wählbaren Gebieten erlauben soll.

Seit kurzem ist auch der Bezug von Archivdaten möglich. Mindestfläche sind 25 km<sup>2</sup> bei den gleichen Kosten pro km<sup>2</sup> wie sie für die Erstaufzeichnung (18 \$ für PAN, 18 \$ für MS, 24 \$ für PSM mit 3 Kanälen und 29 \$ für PSM mit 4 Kanälen) gelten. Im Dezember 2000 wurden von Space Imaging Europe im Internet IKONOS-Archivdaten für 20 deutsche und 6 österreichische Städte angeboten ([www.si-eu.com](http://www.si-eu.com)).

Seitens Space Imaging wird eine Datenlieferzeit von weniger als 45 Tagen nach Bestellung eines Standardproduktes (GEO) und von weniger als 75 Tagen für orthorektifizierte Produkte angestrebt. Bei der Aufzeichnung der beiden untersuchten Szenen wurden wesentlich kürzere Zeiten realisiert (Tab. 3). Zwischen Öffnung des Aufnahmefensters und Aufnahmedatum lagen 8 bzw. 20 Tage, die Lieferzeit nach Aufnahme betrug noch einmal 5-6 Tage. Für alle Aufgaben außerhalb des Disastermonitorings sind diese Zeiten sehr akzeptabel und erfreulich kurz. Wichtiger als eine kurze Lieferzeit ist aber letztlich die Bildqualität, und diese hängt bei

Aufzeichnungen im visuellen Spektralbereich entscheidend von den atmosphärischen Aufnahmebedingungen ab.

Tabelle 3: Bestell- und Lieferzeiten der untersuchten IKONOS-Szenen

Gebietsabdeckung	Aufzeichnungsdatum	Lieferdatum	Zeit von Öffnung bis Aufnahme	Zeit von Aufnahme bis Lieferung
Dresden	04.06.00	09.06.00	20 Tage	5 Tage
Sächsische Schweiz	01.08.00	07.08.00	8 Tage	6 Tage

Standardmäßig müssen bei IKONOS-Bestellungen Bewölkungsgrade bis zu 20 %! akzeptiert werden (anfänglich nur 10 %). Werden geringere Bewölkungsgrade gewünscht, muss zu den ohnehin hohen Produktpreisen ein erheblicher Aufpreis bezahlt werden. In der Bildmitte der Dresdner Szene ist durch Bewölkung ein Informationsausfall von insgesamt 18 % der Gesamtfläche zu beklagen (11 % Totalausfall durch Wolken und 7 % nur beschränkt auswertbar durch Wolkenschatten) (Abb. 1).



Abb. 1:  
IKONOS-PAN-Szene von Dresden vom 04.06.00  
(@Space Imaging Europe SA)

Es muss vermutet werden, dass die Aufzeichnung zum frühesten möglichen Aufnahmetermin erfolgt, der bezüglich Bewölkungsgrad und Schwenkbereich die Standardbedingungen erfüllt. Wenn diese Vermutung zutrifft, stellt letztlich jede Bestellung immer ein sehr großes Risiko bezüglich Datenverlusten durch Bewölkung dar. Da es keine Quicklooks vor Datenkauf gibt, die über Umfang und Lage von Bewölkung innerhalb des Bildes informieren, kann die Szene für flächendeckende Auswerteaufgaben auch völlig unbrauchbar sein.

Die Szenen werden auf dem gewünschten Medium (CD-ROM, DAT, Exabyte) einschließlich eines Metadatenblattes in einem wählbaren Bildformat geliefert (GeoTIFF, TIFF, NITF, BIL, BIP, LAN, Sun Raster). Auch das einfachste Produkt CARTERRA GEO ist entzerrt unter Nutzung eines vordefinierten Ellipsoids (WGS84) und einer Kartenprojektion (z. B. UTM). Damit sind die Daten prinzipiell sofort in Geoinformationssystemen verwendungsfähig (GIS ready). Allerdings muss die Lagegenauigkeit der orbitentzerrten Daten kritisch betrachtet werden. (Kap. 5). Die Daten waren exakt auf die gewünschten Koordinaten zugeschnitten und deckten ein Fläche von 11,3\*11,0 km ab.

Das Metadatenblatt enthält neben den Eckkoordinaten, dem Referenzsystem und dem Sonnenstand die folgenden wichtigen Angaben:

*Tabelle 4: Wichtige Information der Szenenheader der zwei untersuchten Aufnahmen*

		<b>Szene Dresden</b>	<b>Szene Sächsische Schweiz</b>
Prozessierungslevel		Geo	Geo
Interpolationsmethode		Bicubic	Bicubic
Nominale GSD	Cross Scan	0,85 m	0,87 m
	Along Scan	0,86 m	0,90 m
Nominale Collection	Azimuth	149,1°	335,4°
	Elevation	76,8°	71,4°
Aufnahmedatum		04.06.2000	01.08.2000
Aufnahmezeit (Ortszeit)		10:50	11:05

Der Parameter „Nominal Collection Elevation“ stellt den Winkel zwischen der Verbindungslinie von Sensor und Szenenmittelpunkt und der Tangente durch den Szenenmittelpunkt auf die Erdoberfläche dar. Es gibt Hinweise von Space Imaging, dass der Sensorschwenkwinkel sich nicht unmittelbar aus der Ergänzung dieses Winkels zu 90°, sondern über eine Umrechnungstabelle ergibt (Tab. 5), die zu etwas kleineren Sensorschwenkwinkeln führt (Hinweise vom IKONOS-Datenlieferanten GAF GmbH).

*Tabelle 5: Zusammenhang zwischen dem Parameter „Nominal Collection Elevation“ und dem Sensorschwenkwinkel*

Nominal Collection Elevation	90°	85°	80°	75°	70°	65°	60°
Sensorschwenkwinkel	0°	4,52°	9,03°	13,52°	18,00°	22,45°	26,85°

## 4 Beurteilung der Bildprodukte

Die bestellten Bildprodukte wurden auf CD-ROM geliefert. Die CD enthält neben den Bilddaten selbst (TIF und TFW-File, bei multispektralen Bilddaten getrennt für jeden Kanal) ein Header- und ein Metadatenfile sowie die Lizenzbestimmungen. Dem Metadatenfile sind alle wichtigen Informationen wie Szenenlage, Sonnen- und Aufnahmeposition sowie Aufnahme-datum und -uhrzeit, Bodenauflösung und Prozessierungsschritte (Interpolationsmethode, Kartenprojektion, Ellipsoid, Grauwertstreckung) zu entnehmen. Die Szenen decken eine Fläche von 123,79 bzw. 122,75 km<sup>2</sup> ab. Jeweils ein sehr schmaler Saum am westlichen Bildrand im Süden war nicht mit Bildinformation belegt.

Die Qualität der Bilddaten muss mit sehr gut gewertet werden (Abb. 2). In den panchromatischen Bildern sind bei großem Kontrast durchaus die weißen Linien von Sportplatz-, Parkflächen- und Straßenmarkierungen sichtbar. In panchromatischen IKONOS-Bilddaten sind teilweise auch Schatten von Hochspannungsleitungen erkennbar (Kersten 2000). Im Vergleich zu einem digitalen Ortholuftbild mit 1m-Bodenauflösung zeigt sich allerdings die etwas bessere Detailerkennbarkeit im Luftbild. Eine Begründung für die unterschiedliche Detailsichtbarkeit bei gleicher digitaler Rasterweite liefert u. a. Thobald (2000).



Abb. 2: Detailsichtbarkeit von IKONOS-PAN (Fußballfeldmarkierungen bzw. Straßenmarkierungen) im Vergleich zu einem digitalen Luftbild (rechts) mit 1m geometrischer Auflösung (©Space Imaging Europe SA)

Die radiometrische Auflösung ist mit 11 Bit sehr hoch, insbesondere wenn man diese mit den 6-8 Bit radiometrischer Auflösung der bisherigen Sensoren vergleicht. Während die panchromatischen Bildprodukte standardmäßig einem Grauwertstretch (Dynamic Range Adjustment, DRA) unterzogen werden, kommen die multispektralen Daten standardmäßig ungestretcht zur Auslieferung. Die Histogramme der Dresdner Gesamtszene zeigt Abbildung 3.

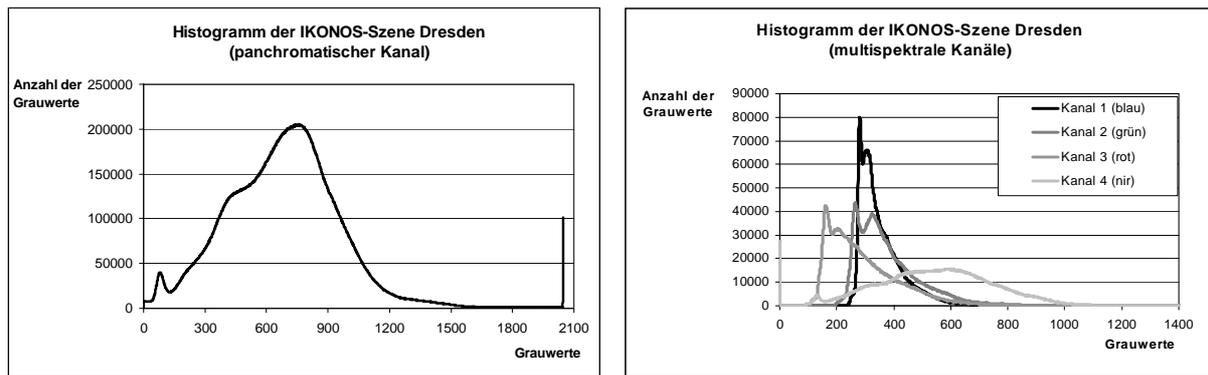


Abb. 3: Histogramm der Dresdner IKONOS-Szene (links-panchromatisch, rechts-multispektral)

Gebäudedächer, Hausfassaden, offene Böden und in wenigen Fällen auch Straßenflächen führten teilweise zu Übersteuerungspunkten (0,08 % der Fläche des panchromatischen Bildes), allerdings in keinem Fall zu nachfolgenden Streifenausfällen, wie diese z. B. bei IRS-1C-Daten vorkommen. Teilweise wurden aber in den panchromatischen Bilddaten um Übersteuerungspunkte auch Spots mit in N-S-Richtung langgestreckter Form und schwarzen Saum festgestellt (siehe Abb. 4).



Abb. 4:  
Typischer Bildfehler durch  
Sensorsättigung in panchro-  
matischen IKONOS-Daten  
(©Space Imaging Europe SA)

Wie die Histogramme der multispektralen Bilddaten zeigen, wird in den drei Kanälen des sichtbaren Spektrums nur das erste Drittel und im nahen Infrarot ca. die Hälfte der zur Verfügung stehenden Bandbreite ausgenutzt. In dem multispektralen Bilddatensatz waren so gut wie keine Übersteuerungspunkte zu detektieren.

Teilweise problematisch wirkt sich der Schrägblick des Sensors auf die Auswertbarkeit der Bilddaten aus. So ist bei der Dresdner Szene, die mit einem Blickwinkel von  $76,8^\circ$  ( $13^\circ$  Schwenkwinkel) aufgenommen wurde, die Kippung von Gebäuden deutlich zu sehen (Abb. 5). Damit kommt es sowohl bei der Klassifikation durch Abbildung von Fassaden im Bild als auch der Kartierung durch Kantenverdeckung zu Auswerteproblemen.

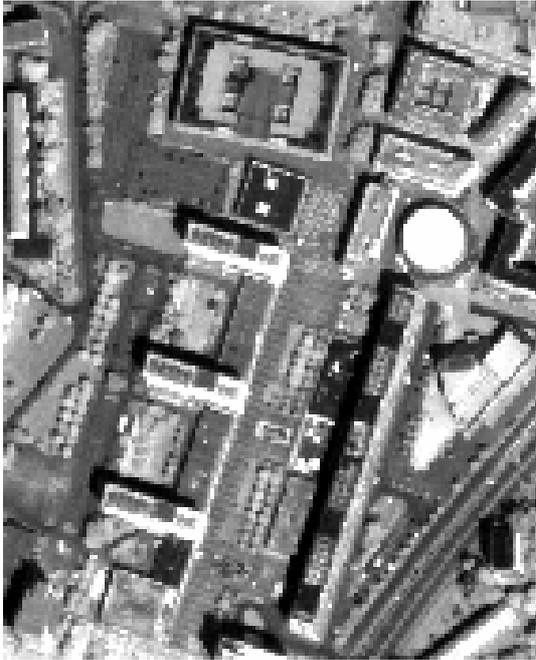


Abb. 5:  
*Gebäudekipfung durch Sensorschrägblick*  
(©Space Imaging Europe SA)

Durch die zeitgleiche Aufnahme von multispektralen und panchromatischen Bilddaten und die identischen Szeneneckkoordinaten ist eine Lage-Identität zwischen den panchromatischen und multispektralen Bilddaten gegeben, so dass die Berechnung eines Resolutionmerge sofort und in hoher Qualität bezüglich der Geometrie möglich ist (Abb. 6).



Abb. 6:  
*Bildfusion aus IKONOS-MS- und IKONOS-PAN-Daten durch Hauptkomponententransformation*  
(©Space Imaging Europe SA)

Die Lage der Spektralbänder entspricht der von den Kanälen 1-4 von Landsat TM. Durch die sehr breitbandige Auslegung des panchromatischen Bildkanals ergeben sich bei Anwendung von Standardverfahren der Bildfusion für die Erstellung von Naturfarbprodukten wenig leuch-

tende, eher düster wirkende Farben insbesondere im grünen Kanal. Derartige Effekte sind auch bei den Testbildern im Internet auffallend (Abb. 6).

Natürlich wird die Bildqualität neben der Aufnahmegeometrie auch vom Sonnenstand, den atmosphärischen Verhältnissen und dem Kontrast der aufgenommenen Fläche zum Aufnahmezeitpunkt beeinflusst. *Kudola* (2000) diskutiert den Beitrag dieser Einflüsse auf die Bildqualität und zeigt anhand eines IKONOS-Bildpaares, welches unter gleichen Aufnahmebedingungen am gleichen Tag aufgenommen wurde, den großen Einfluss der atmosphärischen Verhältnisse (Luftfeuchtigkeit, Dunst, Smog) auf den Bildkontrast.

## 5 Georeferenzierung von IKONOS-Daten

Das Produkte CARTERRA GEO ist auf ein vorwählbares Ellipsoid und eine Kartenprojektion nur orbitentzerrt. Ohne Berücksichtigung reliefbedingter Verzerrungen wird seitens Space Imaging ein mittlerer Lagefehler von <50 m für 90 % der Punkte (CE90) bzw. 23,6 m für 66,6 % der Punkte (RMSE) angegeben. In den beiden untersuchten Bildszenen wurden allerdings wesentlich größere mittlere Lagefehler ermittelt (Tab. 6).

Tabelle 6: Entzerrungsfehler der Dresdner CARTERRA-GEO-Szene sowie Fehler der daraus abgeleiteten Passpunktentzerrten Szene (keine Orthorektifizierung)

	Mittlerer Fehler [m]			Maximaler Fehler [m]		
	♠ <sub>x</sub>	♠ <sub>y</sub>	RMSE	x <sub>Max</sub>	y <sub>Max</sub>	RMSE <sub>Max</sub>
GEO	108	144	180	121,6	224,1	250,7
Passpunktentzerrte Szene	2,9	4,7	5,5	5,7	14,1	16,9

Danach ist eine mittlere Lageverschiebung von 108 m in westliche (x) und 144 m in südliche Richtung (y) in der Dresdner Szene (CARTERRA GEO) zu verzeichnen. Bei der Szene Sächsische Schweiz ergab sich ein ähnlicher Verschiebevektor. Auffallend ist, dass der maximale Lagefehler nur unwesentlich über dem mittleren liegt, was auf eine gute innere Lagetreue weist. Selbst wenn die Standardbedingungen bezüglich der Lagegenauigkeit eingehalten würden, erfordert die geometrische Auflösung (und letztlich der Preis) wohl in den allermeisten Anwendungsfällen eine höhere Lagegenauigkeit. Darum wird fast immer eine Passpunktentzerrung zur Verbesserung der Lagegenauigkeit notwendig sein.

Die IKONOS-Szene von Dresden wurde einer Passpunktentzerrung mit 31 gleichverteilten Punkten und einem Polynom 2. Ordnung unterzogen (♠<sub>x</sub> = 0,32 m, ♠<sub>y</sub> = 0,37 m,

RMSE = 0,49 m). Das Gelände innerhalb der Bildszene hat eine Höhe von 100-290 m. Als Referenz lag ein Orthophotomosaik aus dem Jahre 1999 mit 1m-Auflösung und einer mittleren Lagegenauigkeit von 0,5 m vor. Nach dem Resampling wurde die passpunktentzerrte Szene hinsichtlich ihrer Lagetreue anhand von 20 gleichverteilten Messpunkten kontrolliert (Tab. 6). Der mittlere Lagefehler wurde mit 2,9 m in x- und 4,7 m in y-Richtung bestimmt. Der maximale Fehler, gemessen an den Hängen eines steilen Taleinschnittes, lag hier jedoch mit 14,1 m in y-Richtung wesentlich höher als der mittlere, was auf die Nichtberücksichtigung des Reliefs zurückzuführen ist. Hier wäre also eine Orthorektifizierung notwendig.

Um nun abzuschätzen, wann eine Berücksichtigung des Reliefs bei der Passpunktentzerrung notwendig wäre, wurde der maximale Punktversatz in Abhängigkeit vom Sensorschwenkwinkel und dem Geländehöhenunterschied theoretisch berechnet (Tab. 7). Danach kann nur bei sehr geringen Sensorschwenkwinkeln auf eine Orthorektifizierung verzichtet werden, in den meisten Fällen jedoch wird eine Orthorektifizierung notwendig sein, um die preisintensiven Bildprodukte entsprechend in Wert zu setzen.

Tabelle 7: Maximaler Lagefehler in m in Abhängigkeit von Höhenunterschieden innerhalb der Bildfläche und dem Sensorschwenkwinkel

Höhenunterschied	Sensorschwenkwinkel					
	0°	5°	10°	15°	20°	26°
50 m	0,5	4,9	9,3	13,9	18,7	24,9
100 m	1,0	9,7	18,6	27,8	37,4	49,7
150 m	1,4	14,6	27,9	41,6	56,0	74,6
200 m	1,9	19,4	37,2	55,5	74,7	99,4

Da Space Imaging keinerlei Informationen zu dem Sensormodell und den Orbitparametern veröffentlicht, ist eine exakte Orthorektifizierung derzeit unmöglich. Dahinter muss die Strategie von Space Imaging vermutet werden, fertige Bildprodukte zu verkaufen und nicht nur Rohbilddaten. Somit sind derzeit nur Näherungslösungen möglich (Kersten 2000, Toutin 2000). Die Autoren erreichen eine mittlere Lagegenauigkeit der entzerrten Bilddaten von <2 m unter Verwendung hochgenauer Passpunkte (Lagegenauigkeit <1 m) und eines DGMs (5 bzw. 2 m Rasterweite, 0,5 m Höhengenaugigkeit).

Von der Firma ERDAS ist für die nächste Zeit ein Sensormodell angekündigt, welches auf den originalen Sensorparametern von Space Imaging beruht. Leider stand das Modell zum Zeitpunkt der Manuskriptverfassung noch nicht zur Verfügung. Stehen keine Modelle für eine Orthorektifizierung zur Verfügung, müssen die Bilddaten im notwendigen Präzisionslevel

gekauft werden. Spätestens dann aber sind die Produktpreise so hoch, dass sie nicht mit Preisen von Ortholufbilddaten konkurrieren können.

## **6 Lizenzbestimmungen**

Die Daten werden angeboten mit Einzelnutzer- (Company/Agency) oder Mehrfachnutzerlizenz (Corporation/Multi-Agency) unter den folgenden Bedingungen. Dem Einzelnutzer wird die interne Verwendung des Originalmediums auf maximal drei Stellen in einem Unternehmen oder einer öffentlichen Einrichtung einschließlich seiner/ihrer Außenstellen erlaubt. Die Mehrfachnutzerlizenz gestattet dagegen die unbeschränkte interne Verwendung des Originalmediums in einem Unternehmen und den Außenstellen oder bei bis zu 5 Stellen der bei Beschaffung genau zu benennenden öffentlichen Einrichtung.

Die Aufpreis für die Mehrfachnutzerlizenz beträgt je nach CARTERRA-Produkt zwischen 15 % und 17 % und ist damit vergleichsweise moderat gegenüber Mehrfachnutzerlizenzen anderer Satellitenbildvertreiber. Erlaubt ist die Georeferenzierung der Daten, die Anlage einer Kopie für Backup/Archivierung, der Bildausdruck im Rahmen einer wissenschaftlichen Arbeit und die interne Verwendung. Bei Bilddruck ist wie immer ein Lizenzvermerk notwendig. Verboten ist der Weitervertrieb oder Transfer in nicht autorisierter Art und Weise, das Verändern oder Entfernen des Copyrights oder des geschützten Geschäftszeichens. Das Erzeugen neuer Produkte im Rahmen von Value-added-Aktion ist ausgesprochen erwünscht, erfordert aber spezielle Verträge.

## **7 Zusammenfassung**

IKONOS-Bilddaten sind mit ihrer hohen geometrischen Auflösung hervorragend für Visualisierungen und Kartierungen bis in den Maßstabsbereich 1 : 5 000 geeignet. Die Bestellung ist schnell und einfach möglich. Sehr problematisch ist es, dass Bewölkungen bis zu 20 % akzeptiert werden müssen. Der Schrägblickwinkel, unter dem mehr oder weniger alle Aufnahmen gemacht werden, kann bei entsprechender Größe zu erheblichen Auswerteproblemen führen. Auch die Tatsache, dass derzeit keinerlei für eine Orthorektifizierung notwendige Systemdaten verfügbar sind, schränkt die Nutzbarkeit der Daten ein. Die Bildkosten für den einfachsten Produktlevel sind mit 18 \$/km<sup>2</sup> schon relativ hoch, vervielfachen sich aber noch einmal für orthorektifizierte Bildprodukte. Man kann nur hoffen, dass Space Imaging möglichst bald

Konkurrenz im All bekommt. Die Chancen dazu stehen mit den Missionen EROS-A1 (05.12.2000), QuickBird2 (Mitte 2001) und OrbView-3 (III/2001) sehr günstig.

### **Literatur**

*Kersten, Th.; Baltasavias, E.; Schwarz, M.; Leiss, I. (2000): IKONOS-2 CARTERRA GEO – Erste geometrische Genauigkeitsuntersuchungen in der Schweiz mit hochauflösenden Satellitendaten, Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik 8/2000, S. 490-497.*

*Konecny, G. (1996): Hochauflösende Fernerkundungssensoren für kartographische Anwendungen in den Entwicklungsländern, ZPF, 2/1996, S. 39-51.*

*Kudola, R. (2000): Setting Expectations Across the Range of Image Quality, Imaging Notes, Vol. 15/No. 3, S. 6-7.*

*Meinel, G.; Reder, J.; Neubert, M. (2000) : IKONOS-Satellitenbilddaten und ihre Klassifikation – ein erster Erfahrungsbericht, GUGM 2000, Germering.*

*Space Imaging Europe: [www.si-eu.com](http://www.si-eu.com)*

*Theobald, G. (2000): When Is a Meter a Meter?, Imaging Notes, Vol. 13, No. 2, S. 5.*

*Toutin, T.; Cheng, P. (2000): Demystification of IKONOS, EOM 7/2000, S. 17-21.*

### *Anschrift der Verfasser:*

*Dr.-Ing. Gotthard Meinel, Dipl.-Geogr. Johannes Reder, Institut für ökologische Raumentwicklung e. V., Dresden, Weberplatz 1, D-01217 Dresden, email: [G.Meinel@ioer.de](mailto:G.Meinel@ioer.de)*