

Editorial: Zwei Jahrzehnte Entwicklung der angewandten Fernerkundung

KLAUS-ULRICH KOMP, Münster

1 Ausgangslage

Die Satellitenfernerkundung unterschied sich in der zweiten Hälfte der achtziger Jahre im Hinblick auf ihre operationellen Anwendungen deutlich von photogrammetrischen Methoden. Ihre oft noch experimentellen Pilotanwendungen litten unter deutlichen Sprüngen in der Bodenauflösung zwischen flugzeuggetragenen Kamera-Film-Systemen einerseits und satellitengetragenen Scanner-Systemen andererseits. In Mitteleuropa, wo die Stadt- und Umweltverwaltungen über Karten aus Luftaufnahmen in Maßstäben 1:5.000 und größer verfügten, konnte man mit Pixelgrößen zwischen 10 m und 28 m praktisch keine Nutzer finden. So erschien es nur natürlich, dass bei Gründung der EFTAS (Entwicklungsprojekte – Fernerkundung – Technologietransfer – Angewandte Ökologie – Systemberatung) im Jahre 1988 der Fokus eindeutig auf Anwendungen in Entwicklungsländern und für regionale Übersichtskartierungen lag.

Trotzdem wurde damals von Kartographen und Geographen die Erdbeobachtung mit Satelliten als „zweite Entschleierung der Erde“ apostrophiert, weil man die Fläche nicht mehr vom Punktuellen her begreifen musste. Man konnte jetzt die gesamte Fläche sehen, klassifizieren, messen und beurteilen. Somit war eine neue Qualität in der Erdbeobachtung eröffnet, die zunächst den großflächigen Überblick erlaubte. Anschließend generierte sie mit neuen Sensoren und feineren Auflösungen auch neue Fragestellungen, z. B. Meeressalgenblüte oder tropische Biomassenermittlung.

2 Anwendungen für Entwicklungsländer

Die Ergebnisse der Landbedeckungsklassifizierungen in tropischen und subtropischen Ländern waren weitgehend geprägt durch bestimmte Anforderungen der damaligen Politik, wie z. B. das Tropenwaldaktionsprogramm der Bundesregierung oder die gebietsweise Erneuerung der Vegetationskartierungen der FAO (Food and Agricultural Organisation) der Vereinten Nationen. Das größte Projekt der noch jungen EFTAS zu dieser Zeit war der Fernerkundungsbeitrag zu einem umfassenden Managementprojekt natürlicher Ressourcen in der Republik Bénin in Westafrika. Neben der Institutionenförderung und der Schulung von Fachkräften umfasste das Projekt die Konzeption und Realisierung einer landesweiten Vegetationskartierung im Maßstab 1:100.000. Grundlage war zum ersten Mal die Satellitenbilddauswertung, ergänzt durch vegetationskundliche Geländeaufnahmen. Als Erfolgsbarometer kann man die Tatsache werten, dass, obwohl mit Ende der deutschen Projektförderung nur 20 der 46 Blätter fertig gedruckt waren, schon nach zwei weiteren Jahren die Erfolgsmeldung der landesweiten vollständigen Deckung aus Cotonou kam.

Zu den thematisch interessanten Projekten gehörte auch eine Studie für die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW), die in drei Provinzen Syriens landwirtschaftliche und bodenkundliche Kartierungen unter Zuhilfenahme von Fernerkundungs- und GIS-Techniken erforderte. Die Studie lieferte der KfW neben dem Ackerflächenpotential insbesondere Entscheidungsgrundlagen für die Investition in eine mechanische Entsteinung größerer Flächen mit Ackerbaupotential.

Westafrika wird vom Senegal bis zum Niger von einem großen Bogen der präkambrischen geologischen Formation des „Birrimien“ durchzogen, das aufgrund seiner Entstehungsgeschichte im Erdaltertum viele versprengte Goldvorkommen enthält. Deren Primärlagerstätten galt es zu erkunden. Die Satellitendatenaufbereitung wurde zunächst darauf ausgerichtet, zirkuläre Strukturen durch die Bildverarbeitung hervortreten zu lassen. Sie weisen auf heute eingegrumpfte Intrusivkörper mit sehr langsamer Erkaltung im Erdaltertum hin und können eine spezifische Sortierung edler Mineralien aufweisen. Typischerweise können sie neben Gold auch Zirkonium, Kupfer, Nickel und andere industriell interessante Vorkommen enthalten. Diese Arbeiten der EFTAS, die den Rohstoffgeologen vor Ort die Richtung für vielversprechende Bohrungen und Analysen vorgaben, haben Mitte der neunziger Jahre durch den fallenden Goldpreis ein jähes Ende erfahren – solange, bis steigende Rohstoffpreise die Investitionen in die Erkundung neuer Lagerstätten in politisch ruhigen Regionen wieder interessant machen werden.

Seit mehreren Jahren trägt die EFTAS zu einem GMES (Global Monitoring for Environment and Security) Service Element bei, bei dem die GIS- und Fernerkundungskomponenten für die Ernährungssicherung Afrikas weiter entwickelt und angewendet werden. In dem nachfolgenden Beitrag von C. HAUB et al. mit dem Titel *Crop Mapping Services for the Sudanese Government in Frame of the ESA GSE "Global Monitoring for Food Security"* werden die Aspekte der Kombination unterschiedlicher Satellitenauflösungen und agronomischer Stichproben für die Regierungsberatung näher erläutert.

Neben diesen aktuellen Arbeiten ist die EFTAS derzeit in Westafrika im Rahmen der Projektserie der Millennium Challenge Corporation der Vereinigten Staaten tätig, die zum Ziel hat, die Armut der ländlichen Bereiche Afrikas dadurch zu bekämpfen, dass die Zugangsrechte zum Boden sowohl juristisch als auch in der dörflichen Rezeption neu geregelt werden. Die EFTAS stellt derzeit für 12% der Landesfläche der

Republik Bénin Orthophotokarten 1:5.000 aus QuickBird Daten als Grundlage für die örtliche Verhandlung und Abgrenzung von Bodenordnungsplänen in den ersten 60 Pilotdörfern. So kehrt die Firma nach einem Jahrzehnt in ein früheres Projektland zurück. Gleichzeitig wird dort eine Neuausrichtung der Fernerkundungsanwendung entsprechend der weiter entwickelten Satelliten- und GIS-Technik vollzogen.

3 Unterstützung beim Aufbau der Mobilfunknetze

Bereits 1990 hatte die Firma Mannesmann ihrer erfolgreichen Bewerbung um die zweite Mobilfunklizenz in Deutschland eine von EFTAS erstellte Übersicht der Landnutzung in den neuen Bundesländern beigefügt. Damit war eine neue Serie operationeller Anwendungen der Satellitenfernerkundung geboren, die international unter der Bezeichnung Telecom-Clutter vielen Firmen ein neues Arbeitsfeld eröffnete. Zunächst nutzten überwiegend Autotelefone die D1- und D2-Netze, für die die Landnutzung nach Landsat-TM Daten ausreichte, um die Dämpfung der Funksignale zu prognostizieren und damit die Planung der Antennenstandorte vorzunehmen. Danach führte der Boom der immer kleiner und strahlungsärmer werdenden Mobiltelefone dazu, dass an die Netzplaner und auch an die Fernerkundler neue Anforderungen gestellt wurden. Einerseits erforderte die innerstädtische Nutzung durch Fußgänger die Berücksichtigung der dreidimensionalen Stadtgestalt, und andererseits erforderten geringere Sendeleistungen der Geräte eine Verdichtung und Neubewertung der Antennenstandorte. Für die Verdichtungszonen wurden photogrammetrische Methoden eingesetzt, und die Nachführung der 2D-Bereiche wurde weiter verfeinert und geschieht derzeit mit SPOT-Daten.

4 Die Entwicklung der MARS-Projekte

In der europäischen Entwicklung der Fernerkundungsanwendungen gab es seit Beginn

der neunziger Jahre den Begriff „MARS“, der nicht den roten Planeten, sondern das „Monitoring of Agriculture by Remote Sensing“ bezeichnete. Es handelt sich um eine Programmserie der Europäischen Kommission, die bis heute in Europa die einzige operationelle Anwendung der Fernerkundung mit gesetzlich vorgeschriebener jährlicher Wiederholung ist.

Im Jahr 1994 kamen dann die ersten Umsetzungen der neuen EG-Verordnungen zur Flächenbeihilfe zum Tragen, die eine Kontrolle der Subventionsanträge mit Hilfe der Satellitenfernerkundung erforderten. Die große Kompetenz der Agraringenieure der EFTAS sowie die Entwicklung eines eigenen Qualitätsmanagementsystems haben die Firma zu einem wichtigen Ansprechpartner bei der nationalen Umsetzung der Brüsseler Vorgaben werden lassen. Die Anfänge der von der Kommission vorgegebenen Methodik waren zunächst durch die Übernahme der amerikanischen Vorbilder gekennzeichnet, die für große industrielle Landwirtschaftsflächen auf Landsat-TM Daten basierten. Gleichzeitig versuchten die Vertreter französischer Interessen erfolgreich, die Anforderungen auf die Daten der SPOT-Satelliten hin zu präzisieren. So verwundert es nicht, dass die Stichprobenzonen für die europäische Agrarkontrolle einen Kreisdurchmesser von 50 km aufweisen, der mit Sicherheit von einer trapezförmigen SPOT-Szene von 60 km × 60 km gedeckt werden kann. In den 15 Jahren der Agrarkontrolle sind die Methoden laufend verfeinert worden, nicht zuletzt durch den Druck, mit den gestiegenen Anforderungen der europäischen Verordnungen Schritt zu halten. Die Messtoleranzen wurden mit den verfügbaren Satellitensensoren immer weiter reduziert und erfordern heute Luft- oder Satellitenaufnahmen mit Bodenauflösungen von einem Meter oder weniger. Gleichzeitig wurde seitens der Kommission die Einführung digitaler Parzelleninformationssysteme gefordert und anfangs auch gefördert. Für Mitgliedsstaaten wie Portugal oder Belgien war es relativ leicht, einen auf Orthophotos basierenden Neueinstieg zu finden. Leider hat die Rolle einiger AdV-Vertreter mit dem

Hinweis auf das deutsche Kataster diese Entwicklung hierzulande gebremst. So blieb Deutschland nichts anderes übrig, als erst verspätet auf orthophotogestützte Parzelleninformationssysteme einzuschwenken, nachdem die Übergangsbeihilfen dafür bereits seit Jahren ausgelaufen waren. Die EFTAS hat durch ihre Innovationskraft diesen Prozess in verschiedenen Bundesländern positiv begleitet: seit 2002 die Konzeption und Realisierung des landwirtschaftlichen GIS-Systems von Hessen, die Erstellung des Feldblockkatasters von Schleswig-Holstein und die vorbereitenden GIS-Arbeiten für Nordrhein-Westfalen. Neben den technischen Entwicklungen führten auch politische Neubewertungen der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) zu neuen Anforderungen für die Fernerkundung. Standen in den 90er Jahren zunächst die Stilllegungen und die Bestimmung von Feldfrüchten unterschiedlicher Beihilfehöhe im Vordergrund, so überwiegen inzwischen die Erfüllung der sog. „Cross Compliance“ Vorschriften. Diese haben auf die Vorgehensweise bei der Auswertung der Satelliten- und Luftbilddaten großen Einfluss. Der Beitrag von C. BÜKER & P. DITZ zur *Fernerkundungskontrolle von europäischen Agrarbeihilfen für Acker- und Futteranbauflächen* gibt einen aktuellen Überblick zur Entwicklung der Verwaltungsanforderungen und deren technisch-organisatorischer Umsetzung.

5 Umweltmonitoring und Landbedeckungserhebungen

Die ersten Nutzerkreise in Europa, die in den 90er Jahren die damaligen Möglichkeiten der Satellitenfernerkundung zu schätzen begannen, waren die für Natur- und Umweltschutz zuständigen Fachverwaltungen. Auch wegen ihrer methodischen Vorreiterrolle sind die bayerischen und schleswig-holsteinischen Landesämter hervorzuheben, für die Übersichtskartierungen der Landbedeckung, Seeufer- oder Biotopflächenmonitoring durchgeführt wurden. Ebenso realisiert die EFTAS aktuell auch in Schleswig-Holstein federführend die erste Folgekartierung zum Flora Fauna Habitat (FFH) Mo-

onitoring. Auch hier kommen Impulse und gesetzliche Anforderungen zunehmend von der Europäischen Kommission in Form von Berichtspflichten, die die Mitgliedsstaaten in nationales Recht umzusetzen haben. Seit Beginn der 90er Jahre ist die EFTAS mit Kartierungen aus Satellitenbildern nach den Vorgaben des CORINE-Land-Cover (CLC) Programms der Europäischen Umweltagentur beteiligt, so auch derzeit bei der laufenden Aktualisierung des CLC 2006.

Die verschiedenen nationalen und europäischen Berichtspflichten, denen sich das Bundesumweltministerium ausgesetzt sieht, haben 2005 zur Implementierung eines Forschungs- und Entwicklungs- (F&E) Projektes mit dem Akronym DeCOVER geführt. Unter Federführung der EFTAS entwickeln zehn Partner aus Industrie und Hochschule ein Konzept, um mit innovativer Satellitentechnik Synergiepotentiale zu entwickeln, damit für mehrere Berichtspflichten sich räumliche Ergebnisse ableiten lassen. Der Beitrag von O. BÜSCHER et al. zum *Einsatz von Change Detection Methoden zur Fortführung von DeCOVER Objektarten* gibt einen aktuellen Überblick über den erreichten Forschungsstand.

Eine spezielle Anwendung von Landbedeckungskartierungen stellt die Herstellung von wasserwirtschaftlichen Planungsunterlagen dar. Zum einen dienen sie dem vorbeugenden Hochwasserschutz im weitesten Sinne. Die EFTAS hat zwischen 2000 und 2003 in Nachfolge des Oderhochwassers von 1997 mit Hilfe von Radaraufnahmen unterschiedlicher Polarisierung Untersuchungen zum Standfestigkeitsrisiko von Flussdeichen durchgeführt. Dieses F&E Projekt SediSAR konnte im Gelände nicht mehr erkennbare alluviale Altarmsysteme nachweisen, die eine Unterströmung der Flussdeiche begünstigen konnten. Mit stärkerem operationellem Bezug sind später photogrammetrische Auswertungen der Bühnenköpfe und Fluthindernisse im mittleren Verlauf der Elbe durchgeführt worden. Für die Niederlande wurden für sämtliche große Flussysteme über 3 Jahre die Aktualisierungskartierung der Vegetationsstrukturen und Strömungshindernisse als GIS-Bestand realisiert.

Für die Siedlungswasserwirtschaft stellt die weiter wachsende Flächenversiegelung ein Risiko für das Aufnahmevermögen der bestehenden Abwasserkanäle dar. Der Beitrag von W. VAUPEL & H. RÖßMANN mit dem Titel *Siedlungswasserwirtschaftliche Management- und Planungsunterlagen erhalten mehr Sicherheit durch photogrammetrische Methoden* erläutert auch die Anforderungen aus Sicht der verantwortlichen Wasserwirtschaftsverbände.

6 Neue Qualitäten durch Überschneidungen der Satellitenfernerkundung mit digitalen Luftbildsensoren

Die Projekte Anfang der 90er Jahre mit flugzeuggetragenen Sensoren, wie zum Beispiel dem programmierbaren Spektralsensor CASI, stellten wegen ihrer geometrischen Defizite eine große Herausforderung an die Georeferenzierung dar. Die EFTAS hat solche Daten für Umweltmonitoring-Projekte eingesetzt, bei denen die Zuordnung der Strahldichte zu spektralen Objekteigenschaften ökologisch bedeutsamer Flächen im Vordergrund stand. Dagegen konnten die analogen Ergebnisse von Luftaufnahmen keine quantitative Zuordnung bieten, allerdings eine geometrische Präzision, die mit den Zeilensensoren nicht erreichbar war. Inzwischen weisen digitale Sensoren in Satelliten nicht nur Stereofähigkeit, sondern auch Bodenauflösungen im Dezimeterbereich auf. Ebenso sind verschiedene Typen digitaler photogrammetrischer Luftbildkamern im Einsatz, die neben der klassischen photogrammetrischen Messung jetzt auch die Übertragung der Klassifizierungs- und Bildanalysemethoden aus der Fernerkundung in den Luftbildbereich ermöglichen.

Dadurch werden neue Anwendungsbereiche in weiteren Maßstabebenen erschlossen. Als ein Beispiel sei auf das F&E Projekt REFINA verwiesen, das den Einsatz von GIS- und Fernerkundungsmethoden zur Ermittlung städtischer Reserveflächen für eine Nachverdichtung und Umnutzung untersucht. Der Artikel von A. KLINK et al. mit

dem Titel *Semiautomatische Luftbilddauswertung zur Erfassung von Siedlungs- und Verkehrsflächen als Unterstützung des nachhaltigen Flächenmanagements* stellt einen Methodenbaustein dar, der die Reduktion der Flächeninanspruchnahme entsprechend den raumordnerischen Zielen unterstützen kann.

7 Ausblick

Die derzeit verfügbare Vielfalt von Sensoren erlaubt die zweckentsprechende Mischung verschiedener Sensoren sowohl für multitemporale Anwendungen als auch für Multi-Sensor-Anwendungen. Damit ist ein Stand erreicht, bei dem nicht mehr die Technik die Anwendung, sondern der Nutzer oder der Kunde vom zu erreichenden Ergebnis her den Methodenmix der Fernerkundung bestimmen kann. Die Durchdringung der flugzeuggetragenen Photogrammetrie mit digitalen Sensoren hoher geometrischer Qualität lässt die Anwendung von Auswertalgorithmen der Fernerkundung auch im großmaßstäbigen Bereich zu.

Der Versuch, die Entwicklung der Fernerkundung in Deutschland in gewisse Phasen einzuteilen, zeigt, dass diese nicht ohne zeitliche Überschneidungen und nicht ohne Wiederholungen auftreten. Dieses lässt den Schluss zu, dass es sich weniger um aufeinander folgende Phasen handelt, als um wiederkehrende Zyklen, die die gesamte Fernerkundungswirtschaft betreffen, aber nur jeweils unterschiedlich stark aufgegriffen wer-

den können. Es ist daher zu hoffen, dass sich die Zyklen der jeweiligen Aufgabengebiete so gegeneinander verschieben, dass sie der gesamten Erdbeobachtungs- und GIS-Wirtschaft einerseits immer weitere Impulse zur Prozessoptimierung aber andererseits auch Auslastung geben können.

Die weitere Zukunft ist dadurch gekennzeichnet, dass mit der ubiquitären Verfügbarkeit gleicher Softwarepakete im operationellen Bereich die Differenzen zwischen verschiedenen Anwendern schwinden. Die Dienstleistungsfirmen treten somit mit gleichen Voraussetzungen der Werkzeuge an. Die Unterschiede zeigen sich immer mehr in der Innovationskraft und in der Balance zwischen operationellen Anwendungen und F&E Aktivitäten. Dies gewährleistet Firmen in internationaler Konkurrenz die einzig mögliche Zukunftssicherung.

Für die Möglichkeit der Mitgestaltung dieses Schwerpunktheftes und die Aufnahme der vorgenannten Artikel in die PFG sage ich der DGPF und dem Schriftleiterteam unter Leitung von Prof. HELMUT MAYER meinen herzlichen Dank. Insbesondere möchte ich die freundschaftliche Zusammenarbeit mit den Kollegen vom IPI Hannover und ihrem Leiter Prof. CHRISTIAN HEIPKE bei der Konzeption und Realisierung des gemeinsamen Schwerpunktheftes dankend hervorheben.

Dr. KLAUS-ULRICH KOMP,
e-mail: Klaus.Komp@eftas.com