

OPERATIONALISIERUNG DER FERNERKUNDUNG FÜR DIE LANDESUMWELT-VERWALTUNG

- Zwischen Wunsch und Wirklichkeit -

Dr. Ulrich Lange
Landesamt für Umweltschutz des Landes Sachsen-Anhalt
Dezernat 6.1
Reideburger Straße 47
06116 Halle (Saale)
e-mail: lange@lau.mu.lsa-net.de

Am Beispiel Sachsen-Anhalts soll nachfolgend geschildert werden, dass der Weg vom „Wunsch“ zur „Wirklichkeit“ bezüglich der Nutzung von Fernerkundungsdaten zwar bereits besritten aber dennoch sehr hürdenreich ist. Es soll aufgezeigt werden, welche Hemmnisse zu überwinden waren und noch zu überwinden sind und welche Voraussetzungen geschaffen werden müssen, um bei den potentiellen Nutzern Bedürfnisse für einen dauerhaften Einsatz zu wecken.

1. Begriffe und Erläuterungen

Gerade in der Fernerkundung werden zahlreiche Begriffe mit sehr enger Bedeutung verwendet. Als Nichtfernerkundler halte ich es deshalb für erforderlich, bestimmte, von mir zu verwendende Begriffe entsprechend meinem Verständnis zu erläutern. Zuvor erlauben sie mir aber bitte einige Ausführungen zu meiner Person zu machen, da ich glaube, dass diese zum Verständnis meines Vortrages notwendig sind.

Ich bin kein Fernerkundler sondern vertrete als Biologe den Naturschutz in einer Landesbehörde, dem Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt. In dieser bin ich für Grundsatzfragen des Naturschutzes zuständig, darunter für das Fachinformationssystem Naturschutz (FIS-N). Aufgabe des FIS-N ist es u.a. Standards durch die Erstellung landesweit einheitlich einzusetzender Software zur Bearbeitung von Naturschutzfachfragen zu schaffen. Darunter fällt auch die Nutzung und Auswertung von klassischen Luftbildern. In diesem Aufgabenfeld haben meine Mitarbeiter und ich sehr viel mit den Nutzern unserer Softwarekomponenten, vorhandenen Luftbildern und den daraus ermittelten Biotop- und Nutzungstypen als einer Datenebene zu tun. Somit maße ich mir an, die Interessen und Anforderungen der Nutzerseite zu kennen und interpretieren zu können.

Ergänzend zum Verständnis meiner Person möchte ich darauf hinweisen, dass ich es als Bestandteil der Bearbeitung von Grundsatzfragen ansehe, neuen Techniken und Technologien den Weg hin zum Nutzer zu bahnen. Ausdruck dessen ist die Tatsache, dass bereits zwei Forschungsprojekte zur Nutzung von Satellitenbildern bei uns liefen bzw. noch laufen.

Operationalisierung

Im Duden findet sich zum Begriff „operationalisieren“ die Erläuterung: „durch Angabe der Verfahren präzisieren“. Sofern man nicht bereits eine gefestigte eigene Vorstellung zum Sachverhalt hat, wird einem dieser Hinweis kaum weiterhelfen. Nach meiner Vorstellung möchte ich unter Operationalisierung die Anwendbarkeit von Spezialwissen

und die Nutzbarkeit spezieller Daten und Unterlagen durch Nichtspezialisten verstehen. Dafür aber bedarf es einer methodisch nachvollziehbaren Transformation dieses Spezialwissens, um es praxisnah einsetzen zu können. Vereinfacht läßt sich der Begriff Operationalisierung wohl am ehesten mit Nutzbarmachung für die Allgemeinheit umschreiben.

Fernerkundungsdaten

Unter Fernerkundung möchte ich allgemein alle Bilder und Daten verstehen, die die Erdoberfläche aus der Höhe abbilden. Vordergründig nach satelliten- oder flugzeuggestützten Aufnahmeverfahren zu unterscheiden halte ich für die Begriffsdefinition für entbehrlich, da letztlich auch der Nutzer nur nach Inhalten und für ihn nützliche Hilfsmittel entscheidet. Somit werden nachfolgend sowohl Luft- als auch Satellitenbilder als Fernerkundungsprodukte Gegenstand meines Vortrages sein.

Als nicht unwichtig erscheint mir der ergänzende Hinweis darauf, dass die vom Nutzer gewünschten Informationen der Fernerkundung ganz unterschiedlichen Charakters sein können. Sie reichen von Originaldaten bzw -bildern bis hin zu durch Auswertungen aufbereiteten Daten (z.B. CORINE).

2. Der Nutzer

2.1 Wodurch zeichnet sich der Nutzer aus, wer ist er, über welche Erfahrungen verfügt er?

Der von mir hier zu beschreibende Nutzer ist derjenige, der in der Umweltverwaltung, bzw. weiterreichend im öffentlichen Dienst tätig ist. Damit will ich die in Forschung und Lehre bzw. in Instituten ansässigen Nutzer keineswegs ausklammern. Sie sind aber eher diejenigen, die, basierend auf ihrem Fachwissen zur Operationalisierung beitragen, die die Operationalisierung für andere Nutzer ermöglichen. Bereits daraus verdeutlicht sich, dass der von mir zu betrachtende Nutzer grundsätzlich über kein Fachwissen zur Anwendung der Fernerkundung verfügt. Er kann sich aber sehr wohl Erfahrungen angeeignet haben, wobei diese Erfahrungen in erster Linie auf der Verwendung von Luftbildern beruhen. Die Nutzung dieser Luftbilder erfolgt meist spontan, d.h. man überpüft mal schnell und ausschließlich visuell einen Sachverhalt. Die systematische Nutzung von Fernerkundungsdaten stellt dagegen die Ausnahme dar und ist nur in wenigen Fachämtern von der Aufgabenstruktur her etabliert. Aber auch in diesen Fällen ist mir nicht bekannt, dass dafür Personalstellen gezielt mit ausgebildeten Fernerkundlern besetzt sind.

Nicht unerwähnt soll die Tatsache bleiben, dass, unter gegebenen sachlichen Bezügen, der Einsatz von Fernerkundungsdaten nur dann wirklich Raum greifen kann, wenn dies durch dafür motivierte Personen gefördert wird. Das persönliche Engagement stellt somit einen ganz wesentlichen Faktor für den Einsatz und die Nutzung von Fernerkundungsprodukten dar.

2.2 Welcher Bedarf an Fernerkundungsdaten/-produkten besteht beim Nutzer?

Zweifelsohne ist der tatsächliche Bedarf erfahrungsabhängig. Erfahrungen bestehen, wie bereits weiter oben ausgeführt, hinsichtlich der Verwendung klassischer Luftbilder,

die in der Maßstabsspanne von 1 : 10 000 bis hin zu 1 : 25 000 und kleiner aufgenommen worden sind. Solche Bilder, die von den Landesvermessungsämtern vertrieben werden oder durch gesondert beauftragte Befliegungen zu erhalten sind, können, einmal beschafft, umfassend verwendet werden.

Diese Verwendungen reichen von der einfachen Ansicht, der Bewertung von Natur und Landschaft, der Abgrenzung von Geländeteilen bis hin zu gezielten Auswertungen wie beispielsweise der Interpretation nach Biotop- und Nutzungstypen. In der nachfolgenden Tabelle, die in Zusammenarbeit mit Vertretern der genannten Einrichtungen erarbeitet wurde, sind zahlreiche fachspezifische Nutzungen aufgeführt.

| Fachämter des Landes Sachsen-Anhalt (Auswahl) | Nutzungen |
|--|--|
| Landesamt für Straßenbau | Optimierung von Trassenvarianten, Untersuchung von Suchräumen für Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen, Erfolgskontrolle von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen |
| Landesamt für Geologie und Bergwesen | Geologie (Kartierung: Sedimente, Tektonik); Bodengeologie (Kartierung: Bodenart, -typ, -nutzung, -erosion); Ingenieurgeologie (Kartierung, Monitoring von Gefährdungsgebieten: Senkungen, Erdfälle); Bergwesen und Rohstoffe (Monitoring von Abbauflächen: Kontrolle Abbau, Rekultivierung) |
| Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau | Anbaukontrolle (InVeKos), Agrarstrukturelle Entwicklungsplanung, Flurbereinigungsverfahren, Beratungs- und Planungsgrundlage für Bodenbewirtschaftung, Erosionsschutz, Wirkungsindikation von Fördermaßnahmen, Feinplanung der Grünlandbewirtschaftung |
| Forstliche Landesanstalt | Waldbiotopkartierung, Erfassung von Waldschäden, Forsteinrichtungen, Forstliche Rahmenplanung, Waldfunktionskartierung, Stellungnahmen |
| Landesamt für Umweltschutz | Landschaftsplanung und Landschaftsmonitoring, Veränderungsnachweise, ökologisches Verbundsystem, Dokumentationsaufgaben, Eingriffsregelung, Management von Schutzgebieten (besonders Natura 2000 mit Monitoring und Berichtspflichten, Grundlage für die Erfassung der Lebensraumtypen), Berichtspflichten im Rahmen weiterer internationaler Konventionen und Abkommen, Arten- und Biotopschutzprogramme, Biotopkartierung, Vertragsnaturschutz, Stellungnahmen, Gewässermorphologie, Wasser-rahmenrichtlinie, Hochwasserschutz |

Somit bleibt festzuhalten, dass sich der Bedarf an Fernerkundungsprodukten bislang auf klassische Luftbilder und daraus abgeleiteten Daten und Informationen konzentriert.

Ein tatsächlicher Bedarf an Satellitenbilddaten kann nicht festgestellt werden. Als Ausnahme erfolgt hier wohl nur in Einzelfällen die Verwendung abgeleiteter Informationen, was sich aber fast ausschließlich auf die CORINE-Daten beschränkt.

2.3 Welche Aufgaben lassen sich angesichts bestehender Anforderungen tatsächlich mit Satellitenbilddaten lösen?

Zunächst seien die Anforderungen als Kernsätze der Nutzer formuliert, die sich aus den Aufgaben (vgl. Tabelle) ableiten:

- „Ich will gegenüber meiner bisherigen Arbeitsweise keinen Informationsverlust durch den alternativen Einsatz von Satellitenbilddaten erleiden.“
- „Mir nützt der Satellitenbildeinsatz nur dann etwas, wenn ich nicht hinterher noch mit herkömmlichen Arbeitsmethoden Nachbereitungsaufwand betreiben muss.“
- „Der Einsatz von Satellitenbilddaten bringt mir nur Vorteile, wenn ich sie regional (kleinräumig) für Monitoringaufgaben verwenden kann.“

Allein diese Sätze zeigen, dass die potentiellen Nutzer zunächst keine Bereitschaft erkennen lassen, ihre Aufgaben mit den angebotenen Satellitenbilddaten zu lösen. Schließlich würde das in nicht unerheblichem Ausmaß bedeuten, bestehende Arbeitsaufgaben an eine Methodik anzupassen, was für viele Fälle anforderungsbedingt nicht möglich sein wird.

Bleibt die Frage danach, ob und wo Satellitenbilddaten tatsächlich schon heute sinnvoll eingesetzt werden können. Dabei dürfte sich das „ob“ bereits erübrigen, denn schließlich würden wir bei Verneinung keine Forschungsprojekte initiieren und begleiten. Als Einsatzgebiete sehen wir beim derzeitigen Stand der Technik vor allem großräumige Veränderungsnachweise, die Zustandsbewertung der Vegetationsdecke und wir sind davon überzeugt, dass Satellitenbilddaten auch ein Hilfsmittel für visuelle Betrachtungen und nachfolgende Bewertungen sein können.

3. Der Anbieter

Über das breite Segment der Anbieter klassischer Luftbilder muss hier nicht berichtet werden. Schon eher ist darauf hinzuweisen, dass in diesem Zusammenhang auch die Vielzahl der Ingenieurbüros gesehen werden muss, die sich mit der Auswertung eben dieser Bilder im Auftrage durch Behörden beschäftigen. Hervorzuheben ist in jedem Falle, dass diese Angebote vom Dienstleistungsgedanken beherrscht sind und als etablierte Verfahren gelten müssen.

Anders stellt sich die Situation bei der Erstellung und beim Vertrieb von Satellitenbildern dar. Hier scheint der Dienstleistungsgedanke (noch) nicht im Vordergrund zu stehen, vielmehr befinden wir uns noch immer in einer Phase der Technologieentwicklung auf Forschungsebene. Die ständige Weiter- und Neuentwicklung von Sensoren bestätigt dies. Trotzdem ist eine Entwicklung des Dienstleistungscharakters zu erkennen, was sich auch aus dem Umstand ableiten lässt, dass sich zunehmend private Anbieter auf den Markt drängen. Dieser Trend setzte aber erst ein, als es gelang, Bilddaten mit höherer Auflösung anzubieten.

Inwieweit sich die Anbieterseite mit den Bedürfnissen des Marktes auseinandergesetzt hat soll hier nicht näher diskutiert werden. Aus eigener Erfahrung lässt sich aber der Eindruck nicht verdrängen, dass zumindest in der Vergangenheit erst die Fernerkundungsprodukte entwickelt worden sind und nachfolgend Aufgaben gesucht wurden, die sich unter Zuhilfenahme dieser Bilder lösen ließen.

4. Der Konflikt

Wie sich unschwer aus der Beschreibung von Nutzer und Anbieter erkennen lässt, besteht beim Einsatz von Fernerkundungsdaten ein Konflikt nur hinsichtlich der Nutzung von Satellitenbilddaten. Die entscheidenden Konfliktpunkte sollen hier herausgestellt werden.

Nutzerseitig:

- Vorurteile und fehlende Akzeptanz
- eingeschränkte Nutzbarkeit für die bestehende Aufgabenpalette
- fehlende Fachkenntnisse der Fernerkundung
- technische Probleme (Netzanbindung, unzureichende Hard- und Software)
- Schwierigkeiten beim Umgang mit digitalen Bilddaten
- Schwierigkeit bei der Datenbeschaffung (fehlende Haushaltsmittel; Sprachbarriere; Entscheidung für die „richtigen“ Daten u.a.)

Anbieterseitig:

- mangelnde Einbindung potentieller Nutzer bei der Produktentwicklung
- Schwierigkeiten, vorhandene Daten zum Nutzer zu bringen
- fehlende Nutzer
- fehlende Freizügigkeit bei der Nutzung von Satellitenbilddaten
- große räumliche Distanz zum Nutzer

Außerdem soll nicht unerwähnt bleiben, dass es für einen effektiven Einsatz von Satellitenbilddaten auch einer belastbaren Klassifizierungssoftware bedarf. Derzeit verfügbare Lösungen, die zweifelsohne bereits äußerst anspruchsvoll sind, sind in den meisten Fällen noch nicht in der Lage, die Nutzeranforderungen zu erfüllen.

5. Der Lösungsansatz

Nach dem bisher Vorgetragenen müsste eigentlich großer Pessimismus aufgekommen sein. Ich würde aber kaum hier vor ihnen stehen, wenn ich nicht auch Positives berichten könnte. So erwähnte ich bereits eingangs, dass ich es als meine Aufgabe ansehe, Nutzern den technologischen Fortschritt zugänglich zu machen. Bezogen auf den Einsatz von Satellitenbilddaten bedeutet dies, die oben geschilderten Konflikte so weit wie möglich zu überwinden. Dies führte gemeinsam mit den zu beteiligenden Partnern zur Formulierung des Forschungsthemas „Operationalisierung von Fernerkundungsdaten für die Umweltverwaltung des Landes Sachsen-Anhalt (OFULSA)“.

Zielstellung des Projektes, das jeweils hälftig vom DLR gefördert und vom Umweltministerium des Landes Sachsen-Anhalt finanziert wurde, war und ist es, ein Werkzeug zu schaffen, das auch einem „Nichtfernerkundler“ den Zugang zu Satellitenbilddaten ermöglicht. Dabei liegt der Schwerpunkt der Nutzung zweifelsohne bei der visuellen Interpretation, dennoch werden auch Verfahrensschritte zur Anwendung automatischer Klassifizierungsverfahren integriert. Dem Programmierer wird es mit dieser Software, die im Grundmodul eine ArcView-Erweiterung darstellt, ermöglicht, Fernerkundungsprodukte einzulesen und zu bearbeiten.

Wesentlicher Programminhalt ist eine umfassende Interpretationshilfe. So haben die Projektteilnehmer¹ in mühevoller Kleinarbeit die Erkennbarkeit von Biotop- und Nutzungstypen aus Fernerkundungsprodukten getestet und in Katalogen beschrieben. Anhand tausender Bildbeispiele mit den darin dargestellten untersuchten Flächen und zugehörigen Informationen kann sich nun auch der ungeübte Nutzer orientieren, um so schnell zu eigenen Interpretationsergebnissen zu kommen. Die bereits weiter oben angeführte „spontane Bildnutzung“ soll auf diesem Wege entscheidend befördert werden.

Darüber hinaus besitzt die OFULSA-Software, die jetzt prototypisch vorliegt und im laufenden Jahr zur Anwendungsreife gebracht werden wird, zahlreiche Komfortmerkmale, die dem späteren Nutzer äußerst hilfreich sein werden. Dazu gehören objekt- und raumbezogene Suchfunktionen nach Bildbeispielen, die gleichzeitige Betrachtbarkeit mehrerer Bildbeispiele, umfassende Abfragemöglichkeiten zur Beschreibung der Bildbeispiele, die Visualisierung der Bildbeispiele, die beispielhafte Darstellung von Veränderungsnachweisen, die Verknüpfung von Views und viele andere. Sofern nutzerseitig der ImageAnalyst verfügbar ist, besteht auch die Möglichkeit der Erstellung eigener Fernerkundungsprodukte. Die letztgenannte Funktionalität wird aber nur in Ausnahmefällen zur Anwendung kommen.

Nicht zuletzt möchte ich darauf verweisen, dass im Programm bereits eine Möglichkeit geschaffen worden ist, bei einem potentiellen Dienstleister Fernerkundungsprodukte zu bestellen. Wer dieser Dienstleister einmal sein kann und ob die Bestellroutine dann on- oder offline erfolgen wird, ist derzeit noch offen.

Das Forschungsprojekt, das zur Jahresmitte seinen Abschluss findet, könnte zu einer wirklichen Operationalisierung von Fernerkundungsdaten führen. Die Voraussetzungen dafür halten wir, soweit sie durch uns gestaltbar waren, für gut. So hatten wir sehr gute Fachleute als Projektpartner und befanden uns projektbegleitend ständig im Dialog mit den späteren Nutzern, so dass sich auch deren Anforderungen im Projektergebnis wiederfinden.

Zum Verständnis unserer Herangehensweise und unserer Zielvorstellungen möchte ich an dieser Stelle darauf hinweisen, dass wir natürlich nicht alle Angestellten und Beamten der öffentlichen Verwaltungen zu Fernerkundlern machen wollen. Vielmehr war und ist es unsere Intention, denen, die bereits heute mit klassischen Luftbildern arbeiten oder arbeiten sollten, auch einen Zugang zur Nutzung von Satellitenbilddaten zu ermöglichen. Damit wollen wir die bisher überwiegend forschungsseitige Satellitenbildnutzung durchbrechen und praxisnahe Anwendungen gestatten.

Selbstverständlich ist uns bewusst, dass unsere Nutzerzielgruppe dabei auf Grenzen der Verwendbarkeit von Satellitenbilddaten stoßen wird. In dieser Phase haben sie dann aber bereits Erfahrungen im Umgang mit diesen Daten und können so gezielter ihre Fragestellungen formulieren und in Rückkopplung von den eigentlichen Fachleuten, den ausgebildeten Fernerkundlern, bearbeiten lassen.

¹ Büro für Umweltplanung Dr. Friedhelm Michael; Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH, Sektion Angewandte Landschaftsökologie; Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Institut für Geographie, Abt. Kartographie und Geofernerkundung; Gesellschaft für Informationstechnologie mbH; Technische Universität Berlin, Institut für Landschaftsentwicklung; Hochschule Anhalt, Abteilung Dessau, Fachbereich Vermessungswesen; Delphi InformationsManagement GmbH

6. Die Umsetzung

Als Vertreter der Nutzerseite haben wir, wie wir glauben, durch die Schaffung eines geeigneten Werkzeuges einen entscheidenden Schritt für den operationellen Einsatz von Satellitenbilddaten geleistet. Die tatsächliche Nutzung dieser Daten lässt sich aber nicht vorschreiben. Sie muss vom potentiellen Nutzer gewünscht sein. Dieser wird sich aber in seinen Ansprüchen nicht allein von einer komfortablen Softwarelösung allein leiten lassen. Erfolgreiches Arbeiten mit solchen Daten wird erst möglich sein, wenn diese auch unkompliziert und kostengünstig verfügbar sein werden.

Folgende begrenzende Faktoren müssen in Zusammenarbeit von Anbieter- und Nutzerseite gelöst werden, um einen echten Durchbruch für eine operationelle Anwendung von Satellitenbilddaten zu erreichen:

Etablierung eines Dienstleisters als Datengeber mit Beratungsfunktion

Ein solcher Dienstleister muss in räumlicher Nähe des Nutzers als Ansprechpartner präsent sein. Über ihn müssen auch kurzfristig die jeweils benötigten Daten, zumeist in vorverarbeiteter Form, bezogen werden können. Er sollte auch als der Fernerkundler agieren, der dann als Fachmann anzusprechen sein wird, wenn der Nutzer durch ihn nicht zu bewältigende Spezialfragen zu bearbeiten hat. Ein solcher Dienstleister könnte in eine geeignete Verwaltung, z.B. beim Landesvermessungsamt integriert werden, kann aber auch privatwirtschaftlich betrieben werden.

Unkomplizierte Verfügbarkeit von Daten

Der Vorteil von Satellitenbilddaten liegt, begründet durch hohe Wiederholraten bei der Aufnahme, in ihrer Aktualität. Nur wenn diese Daten auch schnell zum Nutzer gelangen, kann dieser Vorteil effektiv ausgenutzt werden. Dieser Datenfluss sollte demzufolge nicht durch langatmige und bürokratische Hemmnisse (Haushaltsplanung, Mittelfreigabe u.a.) verzögert werden. Dies lässt sich aber nur erreichen, wenn der Dienstleister entsprechende inhaltlich vordefinierte Produkte abrufbereit vorhält und zu einer unkomplizierten Datenweitergabe berechtigt ist.

Finanzierung

Satellitenbilddaten operationell einzusetzen heißt, sie den Tagesaufgaben entsprechend zur Verfügung zu haben. Die einzelne Behörde wird sich jedoch niemals einen Datenvorrat zulegen. Vielmehr wird zur Lösung vieler Aufgaben eine einfache Visualisierung genügen. Diese muss bezahlbar sein! Es sollten Überlegungen dahingehend angestellt werden, die Datenverfügbarkeit über pauschale Beiträge zu sichern. Diese könnten dann als wiederkehrende Größen in die laufenden Haushalte eingegliedert werden.

Klassifizierungsverfahren

Zur Beantwortung zahlreicher Fragestellungen werden Klassifizierungsverfahren anzuwenden sein. Auch wenn mittlerweile bereits gute Produkte auf dem Markt sind, sind noch erhebliche Anstrengungen vorzunehmen, um den Ansprüchen der Nutzer, insbesondere bei der Klassifizierung hochauflösender Daten, genügen zu können. Die Bereitstellung einer verbesserten Klassifizierungssoftware allein wird aber die Probleme

nicht lösen helfen, wenn diese für die Nutzer unbezahlbar ist. Es sollte im Interesse des Anbieters liegen, eine solche Software zur Verfügung zu stellen.

Schulung

Auch die Schulung der potentiellen Nutzer sei als Problem benannt, das aber am unkompliziertesten gelöst werden kann. Möglicherweise könnte zu solchen Schulungen und Weiterbildungen der zu etablierende Dienstleister verpflichtet werden.

7. Ausblick

In Sachsen-Anhalt existieren, wie ich denke, sehr gute Bedingungen um den praktischen Einsatz von Satellitenbilddaten nutzbringend voranzutreiben. Das beruht einerseits auf den bereits vorhandenen Erfahrungen aus der Verwendung klassischer Luftbilder als auch auf der Mitwirkung zahlreicher potentieller Nutzer bei der Entwicklung der OFULSA-Software. Bedingung für einen erfolgreichen Einsatz ist aber die Lösung der im vorgenannten Abschnitt benannten Probleme.

Bestandteil eines Ausblicks muss es auch sein, sich mit den technologischen Entwicklungen innerhalb der Fernerkundung auseinanderzusetzen. Als sehr interessante Neuerung sehe ich den Einsatz von flugzeuggetragenen Digitalkameras an. Hier scheint sich eine Entwicklung zu vollziehen, die zumindest von den zu erstellenden Produkten eine Annäherung satelliten- und flugzeuggestützt aufgenommener und hochaufgelöster Daten erkennen lässt. Welche Daten langfristig einmal zur Nutzung kommen werden, wird durch das Preis-/Leistungsverhältnis entschieden werden. In diese Betrachtung wird neben den Erstellungskosten und Kaufpreisen auch der Umfang und die Auswirkungen von Nutzungsrechten eine wesentliche Rolle spielen.