

Auswertung von Satellitendaten für Aufgaben der Landesplanung und des Umweltschutzes in der Region München

Johannes Braedt

1. Satellitendaten als neue Informationsquelle

Erdb Beobachtungssatelliten stellen heute vor allem für großräumige Analysen der Umweltsituation und ihrer Veränderung eine vielseitige und vergleichsweise kostengünstige Informationsquelle dar. Nicht zuletzt die verstärkte Berücksichtigung von Umweltbelangen in der Regional- und Landesplanung erfordert flächendeckende Informationen zur Umweltentwicklung, die in ihrer Aktualität und Objektivität den seit Jahrzehnten verfügbaren sozio-ökonomischen Statistiken mindestens vergleichbar sein sollten. Besonders wichtig ist dabei eine flächendeckende Fortschreibung in regelmäßigen Intervallen als unabdingbare Voraussetzung für Trendanalysen und Risikoabschätzungen. Bereits im 2. Raumordnungsbericht der Bayerischen Staatsregierung für den Zeitraum 1972/73 finden sich Auswertungen von Bilddaten des 1972 gestarteten ersten Erdb beobachtungssatelliten ERTS-1 der NASA. An diesen ganz frühen Ergebnissen der Fernerkundung mit Satelliten lassen sich die charakteristischen Eigenschaften dieser neuen Informationsquelle schon erkennen:

- Satellitenbilder stehen ohne zusätzlichen Digitalisierungsaufwand in computerlesbarer Form zur Verfügung und eignen sich daher besonders gut zur Integration in computergestützte Geo-Informationssysteme.

- Die Umlaufbahnen der Erdb beobachtungssatelliten gestatten eine regelmäßige Aktualisierung der aufgezeichneten Bilddaten, was für die Beobachtung von Umweltveränderungen und regionalen Entwicklungstrends große Vorteile bringt.

Die Infrarotsensoren von Erdb beobachtungssatelliten können auch Umweltphänomene abbilden, die für das menschliche Auge unsichtbar oder nur schwer erkennbar sind, wie z. B. die Temperaturen an der Erdoberfläche oder die Vitalität von Wäldern.

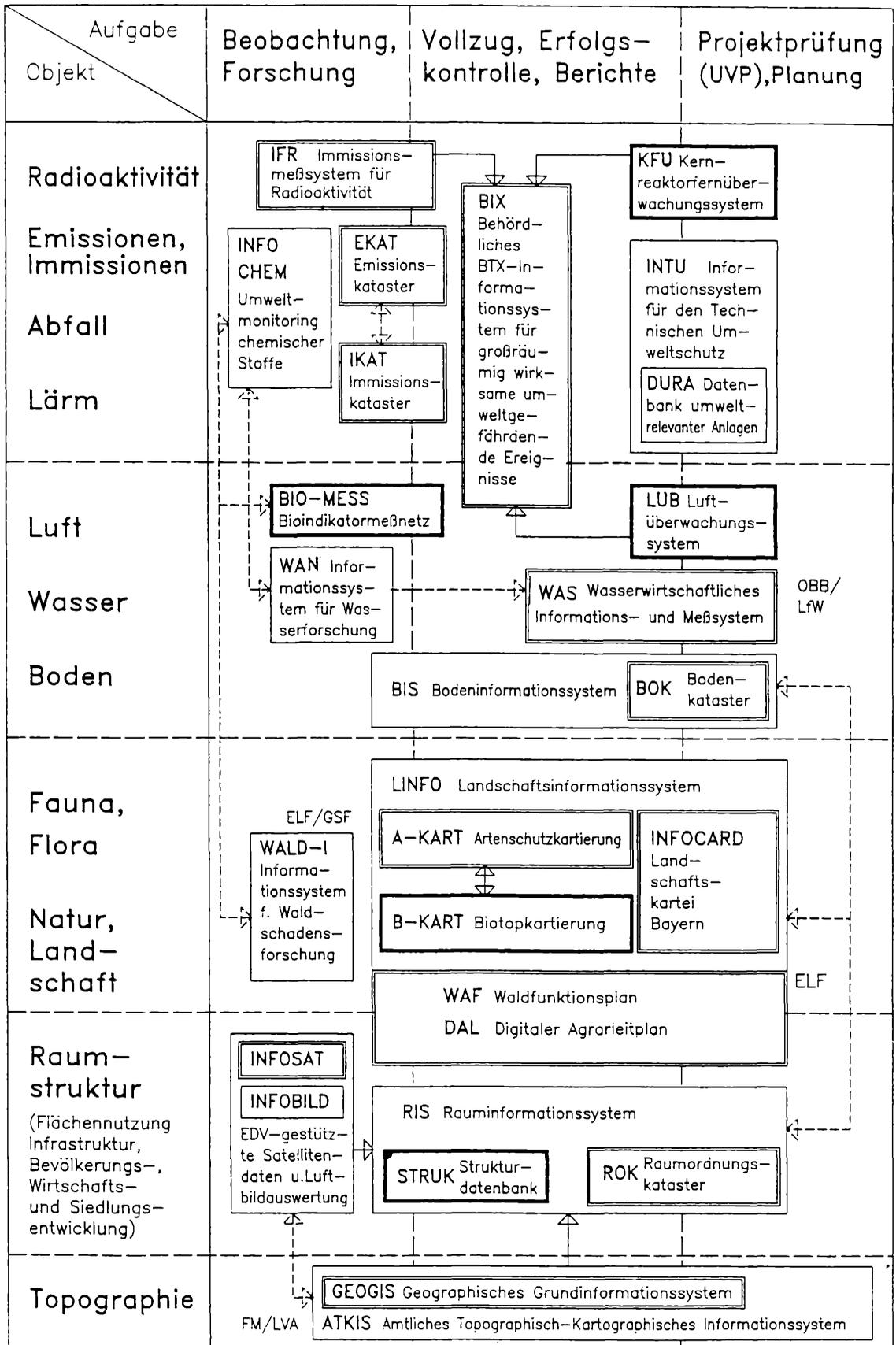
Satellitenbilder sind in der Regel Computerausdrucke von Bilddaten, die aus etwa 700 bis 800 Kilometern Höhe zu den Bodenempfangsstationen gefunkt werden. Während man sich Anfang der siebziger Jahre bei der Ausgabe der auf Magnetband gespeicherten Satellitenbilder meist noch mit



Satellitendatenauswertung von 1973; Südlicher Starnberger See mit angrenzenden Wäldern (W=Wasser; T=Waldgebiete)

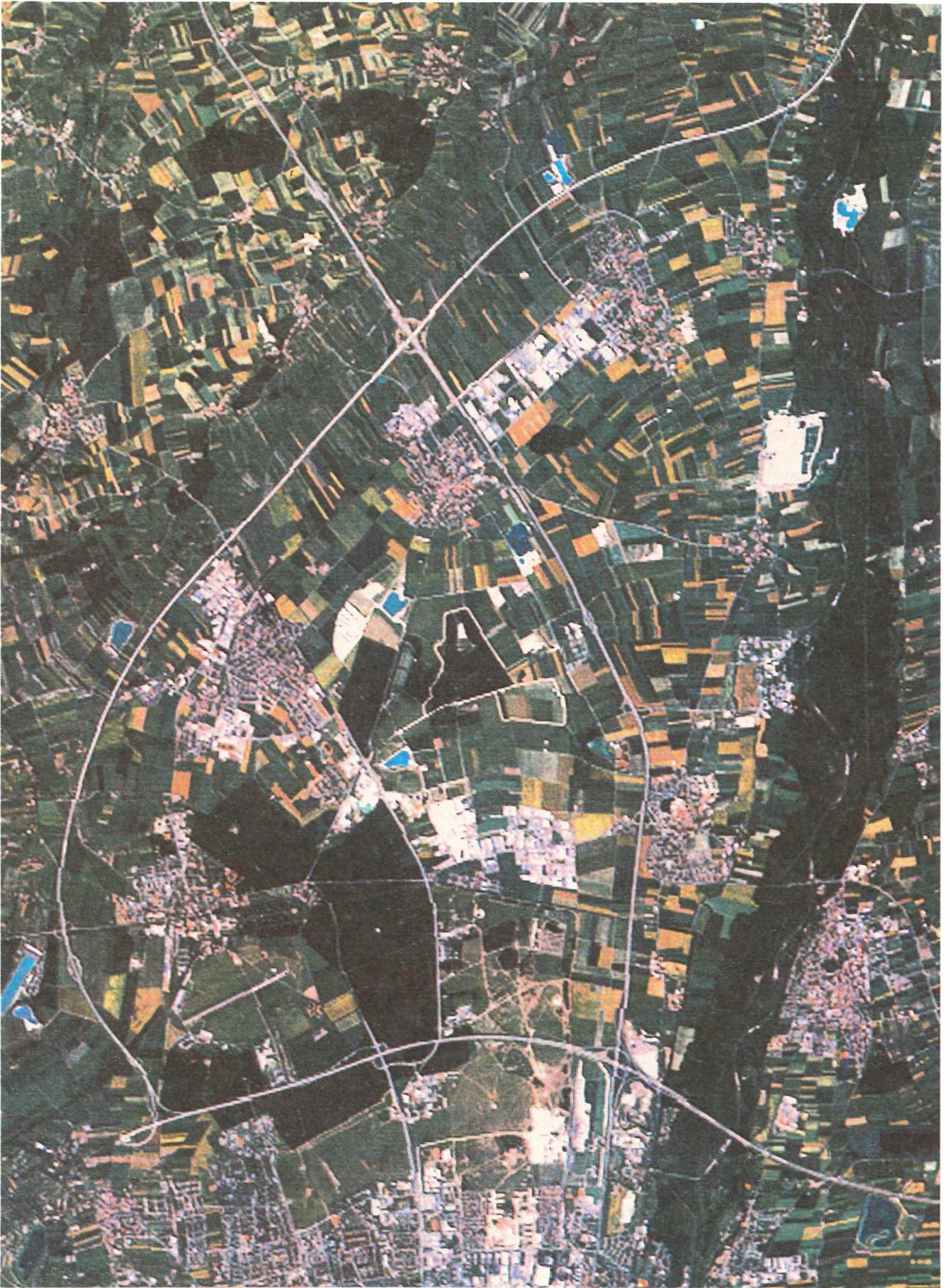
Abbildung 1

KOMPONENTEN EINES UMFASSENDEN UMWELTKONTROLLSYSTEMS



vollständig realisiert
 teilweise realisiert
 geplant

Abbildung 2



Der Münchner Norden im Satellitenbild

Aus den Datenaufzeichnungen des in 705 km Höhe kreisenden Erdbeobachtungssatelliten Landsat 5/Thematic Mapper läßt sich ein guter Überblick über die Flächennutzungs- und Siedlungsstruktur gewinnen.

dem Schnelldrucker behelfen mußte, steht heute eine breite Palette hochauflösender Farbbildschirme und Zeichenautomaten hierfür zur Verfügung. Mit Hilfe computergesteuerter Kathoden-, Laser- oder Tintenstrahlen entstehen auf Bildschirm, Film oder Papier luftbildähnliche Darstellungen der Erdoberfläche. Parallel zur Verbesserung der Auswertungs- und Darstellungsmethoden wurde in den vergangenen eineinhalb Jahrzehnten auch die Aufnahmetechnik der Beobachtungssatelliten wesentlich verbessert.

2. Pilotprojekt für die Region München

Der Start der LANDSAT-Satelliten 4 und 5 mit dem neuen Aufnahmesystem „Thematic Mapper“, dessen Daten 1984 erstmals verfügbar wurden, gab den Anstoß zu einem Pilotprojekt des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen, dessen Ergebnisse im Band 42 der Reihe „Materialien“ veröffentlicht wurden.

Mit den hier entwickelten, erprobten und am Beispiel der Planungsregion München demonstrierten Methoden der digitalen Bildverarbeitung können insbesondere folgende für Landesplanung und Umweltschutz wichtigen Informationen regelmäßig und flächendeckend beschafft werden:

- Ein für Aufgaben der Raumordnung und Landesplanung in der Regel ausreichend genaues **Bild der aktuellen Flächennutzungs- und Siedlungsstruktur** als Grundlage für

- die großräumige Bilanzierung von gewidmeter und tatsächlicher Flächennutzung sowie die überschlägige Ermittlung des Ausschöpfungsgrades bestehenden Baurechts
- die Ermittlung des aktuellen Umfangs und Zustands von Abgrabungsflächen (z. B. Trocken- und Naßabbau von Kies, Stand der Rekultivierung)
- einen regionalen Überblick über den aktuellen Stand der Siedlungsentwicklung und den Baufortschritt von Großprojekten sowie über großräumige, landwirtschaftliche Flächennutzungsmuster und deren Veränderung (z. B. Wald, Grünland, Ackerbauflächen)

- Kartierungen regionaler Unterschiede der **Oberflächentemperatur** für unterschiedliche Jahres- und Tageszeiten (Beobachtungsintervall: alle 16 Tage, 10.00 Uhr vormittags und 10.00 Uhr nachts), u. a. zur Identifikation von Kaltluftgebieten und starken Temperaturkontrasten (Entstehungsursache von Flurwinden, Luftzirkulation) als wichtige Informationsgrundlage für

- die Begründung von Bannwaldausweisungen und regionalen Grünzügen
- die Entwicklung von Konzepten für die Siedlungsentwicklung, u. a. für die Überprüfung und Weiterentwicklung des Entwicklungsachsensystems
- die Beurteilung der Umweltverträglichkeit von beabsichtigten Bauleitplanänderungen und überörtlich raumbedeutsamen Vorhaben

- Farbkodierte Darstellungen der **Vitalität von Laubvegetation und Nadelwald**, ausgehend von der gemessenen Intensität der von Pflanzen reflektierten Infrarotwellen, als ein Hilfsmittel für

- die Abgrenzung von Räumen unterschiedlicher Umweltbelastung und -belastbarkeit

- die Früherkennung und Grobabschätzung von Waldschäden
- die Erarbeitung und Begründung landesplanerischer Konzepte für die Umlenkung von Wachstumsimpulsen aus belasteten in weniger belastete Räume
- die Entwicklung und Begründung fachübergreifender Sanierungsprogramme für besonders belastete Gebiete

Auftragnehmer der Pilotstudie war die Gesellschaft für Angewandte Fernerkundung (GAF), München, die mittels digitaler Bildverarbeitung aus den LANDSAT-Daten für die Region München u. a. die im folgenden näher erläuterten Bilder hergestellt hat.

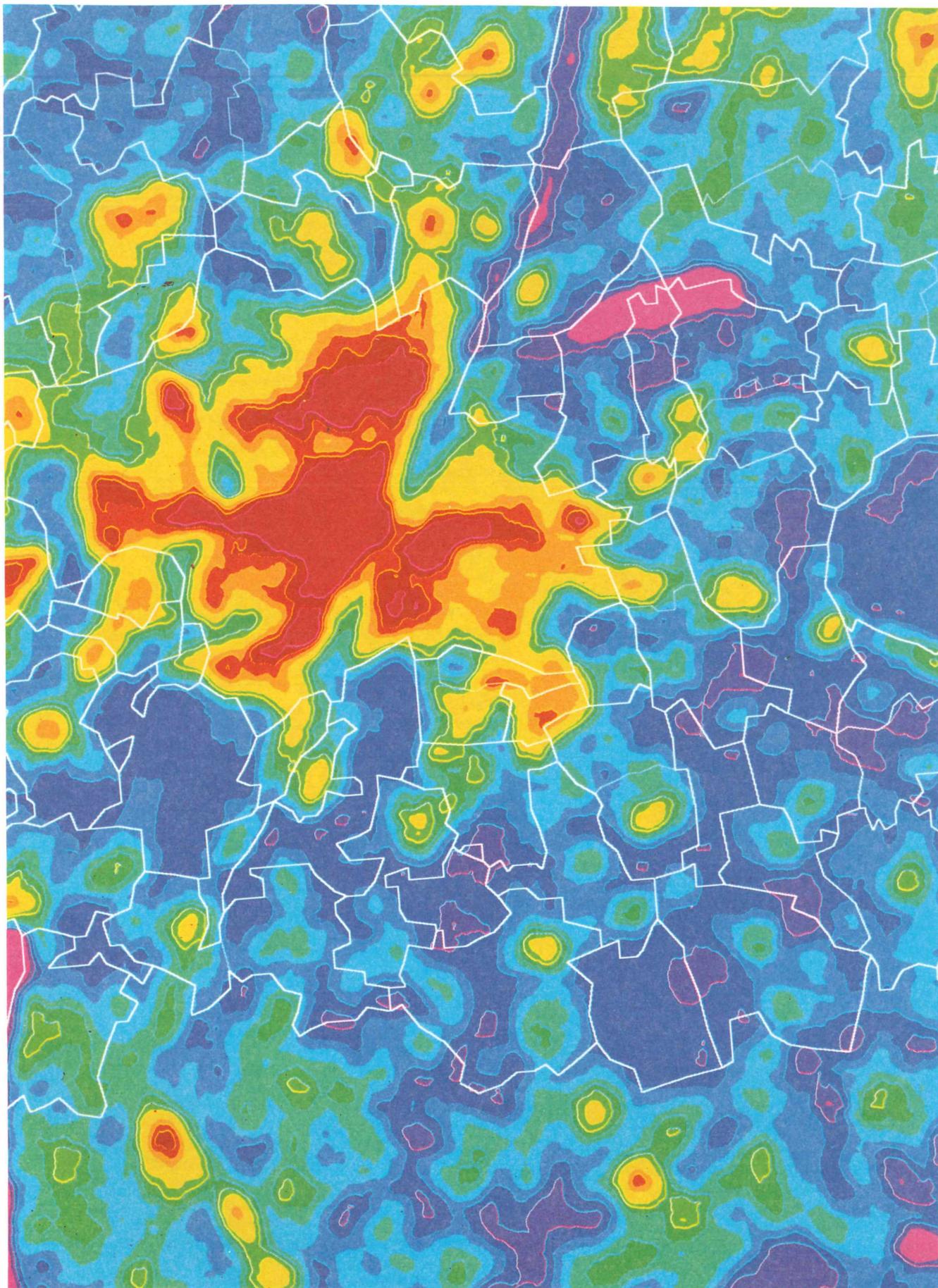
3. Naturfarbenbilder

Satellitenbilder in Naturfarbendarstellung wie die LANDSAT-Aufnahme des Münchner Nordens entstehen auf ähnliche Weise wie Farbfernsehbilder. Drei Sensoren des Aufnahmesystems „Thematic Mapper“, eines sog. Multispektralscanners, registrieren von der Erdoberfläche reflektierte oder ausgesandte Lichtwellen in dem für das menschliche Auge sichtbaren Bereich des elektromagnetischen Wellenspektrums. Vereinfacht gesagt, registriert Sensor 1 die Intensität des blauen, Sensor 2 des grünen und Sensor 3 des roten Lichts. Auf dem Monitor des Bildverarbeitungssystems oder auf einem angeschlossenen Zeichenautomaten wird durch Mischung roter, grüner und blauer Punkte die zur Naturfarbendarstellung nötige Farbvielfalt wiederhergestellt.

Bei Bildern des amerikanischen Erdbeobachtungssystems LANDSAT 5/TM entspricht ein Bildpunkt einem Quadrat von 30 x 30 Metern auf der Erdoberfläche. Der französische Satellit SPOT liefert in panchromatischer Grautondarstellung Bilder mit einer Auflösung von 10 x 10 Metern, auf denen einzelne Gebäude gut zu erkennen sind. Die mit einer Kamera von Zeiss, Jena, ausgerüsteten russischen Satelliten der KOSMOS-Baureihe liefern belichtete 2-Schichten-Farbfilm mit einer Auflösung, die etwa bei 5 Metern liegt. Ein KOSMOS-Bild wird derzeit als Informationsgrundlage für ökologische Planungen und Programme des Landkreises Miesbach verwendet. Für das begonnene Hagpflegeprogramm war die Identifizierbarkeit einzelner Hecken wichtig.

4. Infrarotaufnahmen

Von den 4 Infrarotsensoren des Thematic Mapper werden Lichtwellen registriert, die das menschliche Auge nicht sieht. Im Bereich des thermalen Infrarot aufgezeichnete Meßdaten waren das Ausgangsmaterial für das Temperaturbild der Region München. Dargestellt sind die Unterschiede der Oberflächentemperaturen an einem Julivormittag des Jahres 1984. Bei den rotgefärbten, warmen Gebieten handelt es sich in der Regel um Flächen mit hoher Siedlungsdichte. Zu den besonders kühlen, blauviolett gekennzeichneten Arealen gehören neben Wäldern und Gewässern auch Teile der Wiesenflächen südlich des Speichersees in der rechten oberen Bildhälfte. Bei solchen kühlen Wiesen handelt es sich häufig um ökologisch wertvolle Feuchtgebiete.



Kaltluftentstehungsgebiete im Südosten Münchens

Der Thermalsensor des Erdbeobachtungssatelliten Landsat 5/Thematic Mapper liefert ein aufschlußreiches Bild der Oberflächentemperaturen (rot = warm; blau = kalt).

INFORMATIONSSYSTEM FÜR RAUMORDNUNG UND UMWELTSCHUTZ

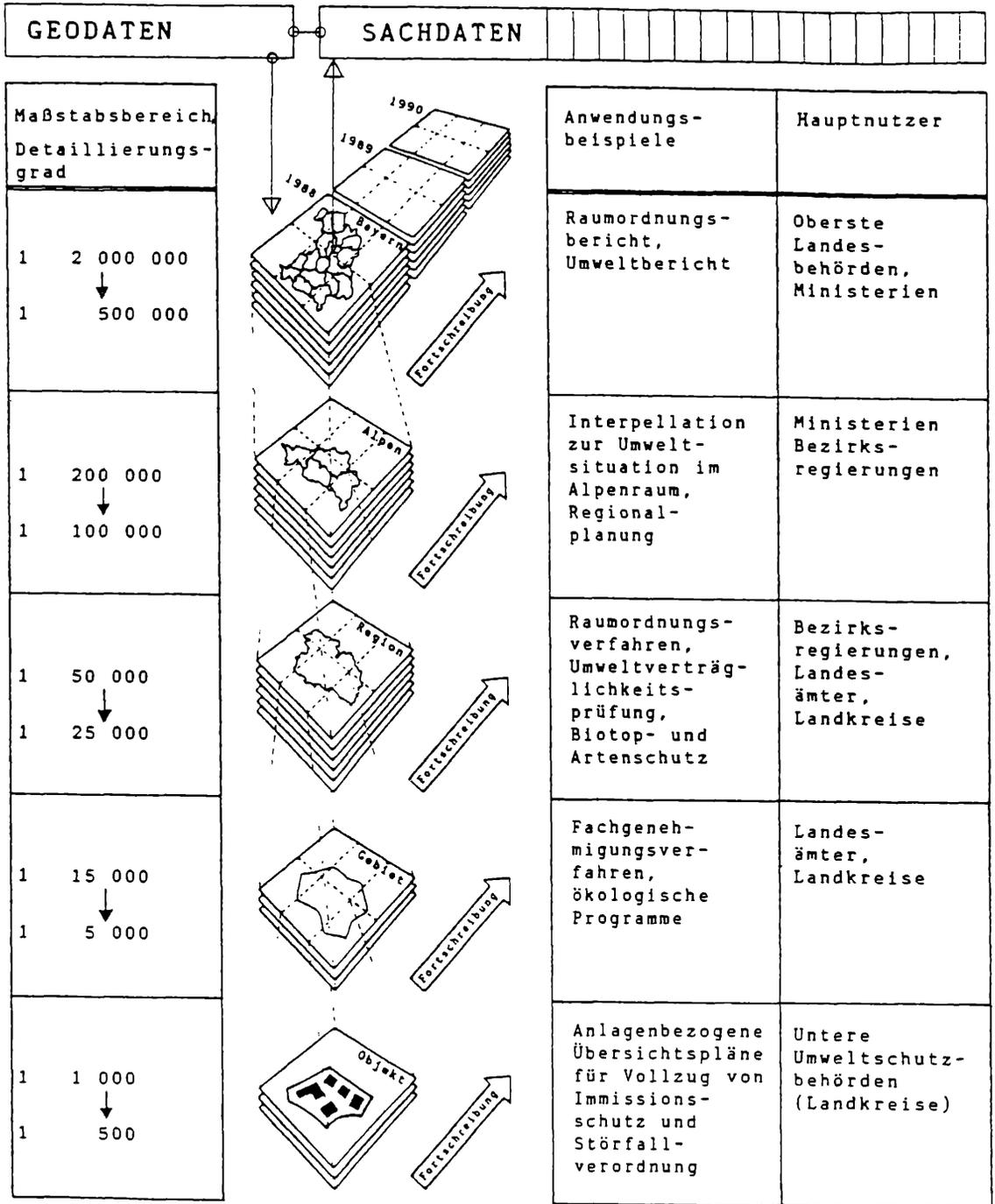
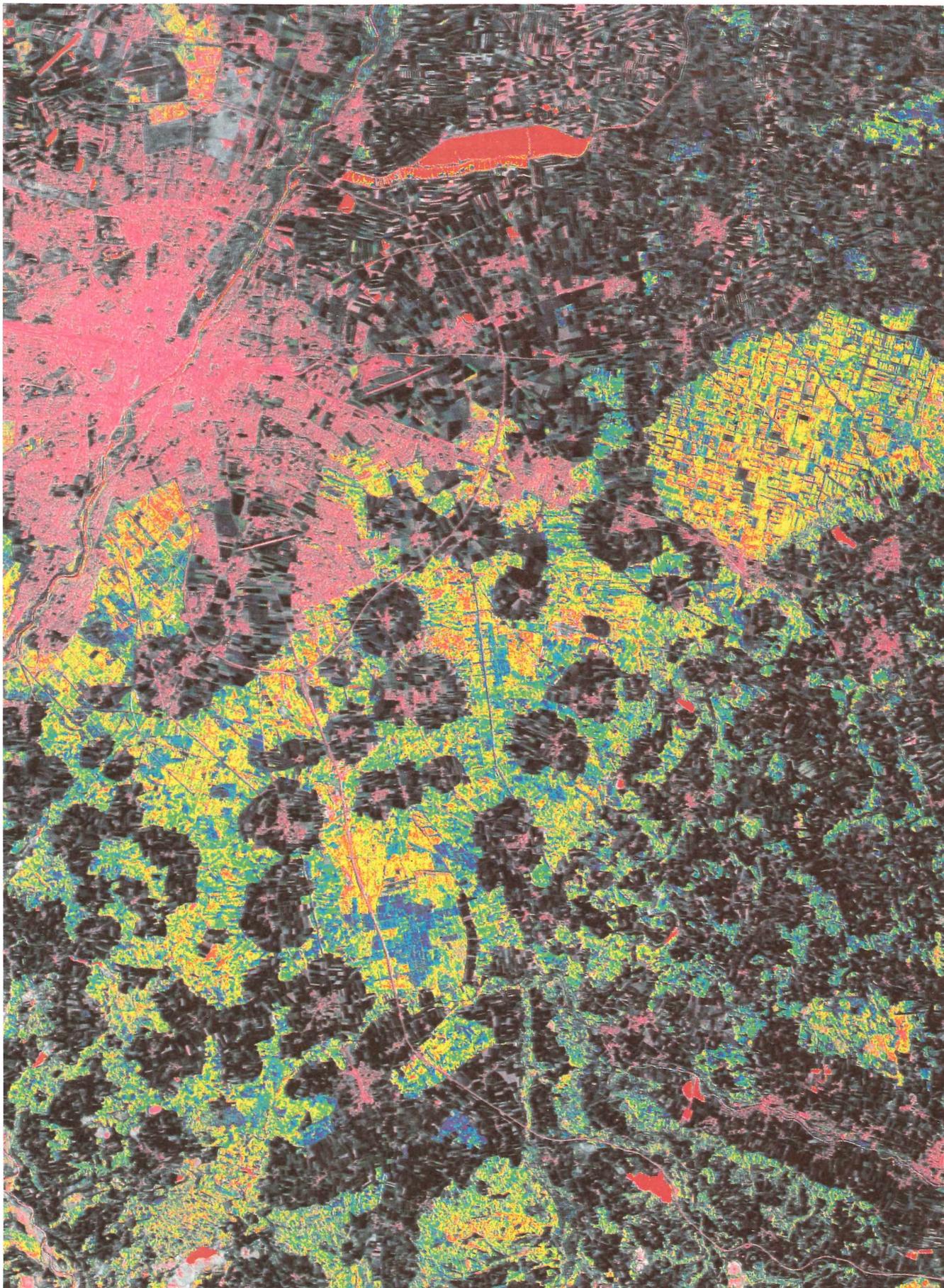


Abbildung 3

Starke Temperaturkontraste zwischen warmen Siedlungsflächen und kühlen Wald- oder Wiesenflächen können vor allem bei Inversionswetterlagen und Windstille für die mikroklimatischen Verhältnisse im Raum München sehr wichtig sein, wenn sie dazu beitragen, ein Mindestmaß an Luftzirkulation aufrecht zu erhalten und dadurch auch den Abtransport von Luftschadstoffen zu erleichtern. Die Erhaltung stadtnaher Wälder ist für die Regionalplanung in Bayern zu einem vorrangigen Ziel geworden.

Bei der Auswertung von Satellitendaten kommt es darauf an, aus der schwer überschaubaren Datenflut diejenigen Informationen herauszufiltern, die für eine bestimmte Aufgabe wesentlich sind. Dies

kann z. B. durch gezielte Kontrastverstärkung, aber auch durch Generalisierung und Aggregation des Datenmaterials erreicht werden. Das Temperaturbild der Region München zeigt eine generalisierte Darstellung der Aufzeichnungen des Thermalsensors. Rund 50 Mio. Bildpunkte einer Satellitenszene wurden mit einem Filterprogramm zu Temperaturzonen zusammengefaßt, die zwar nicht mehr jedes einzelne Bildelement, dafür aber wesentliche Strukturmerkmale der Region um so deutlicher erkennen lassen. Gut sichtbar ist der Kranz von Kaltluftentstehungsgebieten, der München umgibt. Im Süden der Stadt sorgen Nadelwälder für Kühlung, im Nordosten schließen sich der Speichersee mit großen Feuchtwiesengebieten und die Isarauen



Vitalitätsanalyse der Nadelwälder im Südosten Münchens

Infrarotsensoren des Erdbeobachtungssatelliten Landsat 5/Thematic Mapper können wertvolle Hinweise auf den Gesundheitszustand größerer homogener Vegetationsflächen geben (blau = höchster Vitalitätsgrad, meist Neuaufforstungen; gelb und rot = verminderte Vitalität).

an. Im Westen Münchens ist der Kaltluftgürtel wesentlich stärker von Siedlungsflächen durchbrochen als im Südosten.

Infrarotluftbilder haben als Hilfsmittel bei der Analyse von Waldschäden in den vergangenen Jahren große Bedeutung erlangt. Auch die Infrarotsensoren des Thematic-Mapper-Systems können zur Identifikation von Vegetationsschäden genutzt werden, sofern es sich um großflächige Schädigungen handelt. Sie messen das von Blättern reflektierte Infrarotlicht. Gesunde Blätter reflektieren bis zu 70% der einfallenden Lichtwellen im Bereich des nahen Infrarot. Bei verminderter Vitalität nimmt die Fähigkeit der Blätter, Infrarotlicht zu reflektieren, stark ab.

Da das Lichtreflexionsvermögen von Blattoberflächen nicht nur vitalitätsbedingte sondern auch artenspezifische Unterscheide aufweist, eignet sich die hier verwendete Auswertungsmethode am besten für die Vitalitätsanalyse von Monokulturen, wie z. B. die Fichtenwälder im Umland Münchens. Der relativ große Anteil an Waldflächen mit verringerter Vitalität im Südosten Münchens dürfte zum einen auf die ungünstigeren Standortvoraussetzungen der Münchner Schotterebene, zum anderen auf Schadstofftransporte aus dem Verdichtungsraum infolge vorherrschender nordwestlicher Winde zurückzuführen sein.

5. Integration in ein Geo-Informationssystem

Viele Satellitendatenauswertungen erfordern zusätzliche Informationen aus anderen Datenquellen. Vor allem die Zusammenschau vielfältiger Daten Grundlagen zur Umweltsituation und Raumstruktur, wie sie etwa bei der Durchführung von Raumordnungsverfahren und von Umweltverträglichkeitsprüfungen gefordert ist, wird durch ein raumbezogenes Informationssystem wesentlich er-

leichtert. In Vollzug der Regierungserklärung vom 10. 12. 1986 arbeitet das Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen am Aufbau eines „umfassenden Systems zur Umweltkontrolle“. Dabei geht es nicht zuletzt darum, einen reibungslosen Datentransfer zwischen den im eigenen Geschäftsbereich bereits bestehenden Teilinformationssystemen zu gewährleisten und die Voraussetzungen für einen raschen Austausch umweltrelevanter Daten zwischen unterschiedlichen Ressorts und Verwaltungsebenen zu verbessern. Die Integration von Satellitenbildern und aufgerasterten (gescannten) Luftbildern oder Karten in ein Geo-Informationssystem ist nur mit Programmsystemen möglich, die eine integrierte Datenhaltung und -verarbeitung von Vektor- und Rasterdaten gestatten. Mit dem Prototyp eines solchen „Hybriden Grafischen Systems“ werden im Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen zur Zeit erste Erfahrungen gesammelt. Es wäre gewiß einfacher, in Ruhe abzuwarten, bis ausgereifte und erprobte Softwaresysteme auf den Markt kommen, doch bei der Beschaffung von Informationsgrundlagen, die helfen sollen, Umweltrisiken so früh wie möglich zu erkennen, um vorbeugende Umweltschutzmaßnahmen zu ermöglichen, handelt es sich ja fast immer um einen Wettlauf mit der Zeit.

Anschrift des Verfassers:

Min.rat Johannes Braedt
Bayer. Staatsministerium für
Landesentwicklung und Umweltfragen
Postfach 81 01 40
8000 München 81

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Laufener Spezialbeiträge und Laufener Seminarbeiträge \(LSB\)](#)

Jahr/Year: 1990

Band/Volume: [1_1990](#)

Autor(en)/Author(s): Braedt Johannes

Artikel/Article: [Auswertung von Satellitendaten für Aufgaben der Landesplanung und des Umweltschutzes in der Region München 75-82](#)