

Biotoptypenkartierung aus der Luft

(Aerial mapping of biotope types)

von HANS-CHRISTOPH TIELBAAR, Münster

Zusammenfassung: Landschaftsplanung ist ein wichtiges Instrument zur Bestimmung der Belange von Naturschutz und Landespflege. Zur Gewinnung flächen-deckender Grundlagendaten werden Luftbildbefliegungen für Interpretationszwecke durchgeführt; zur Verwendung kommen dabei Color-Infrarotfilme. In solchen Luftbildern wird die Vegetation bereits sehr differenziert abgebildet. Auf der Grundlage der vor Ort festgestellten Biotopstruktur wird ein Interpretationsschlüssel erstellt, der eine Auswertung der Luftbilder großer Landschaftsräume ermöglicht. In diese Interpretation fließen vorhandene Datenkollektive biologischer oder auch geologischer bzw. bodenkundlicher Art ein. Die gesamten Datenkollektive der Luftbilder dienen zur Erstellung thematischer Karten und können zudem in Geo-Informationssysteme (GIS) einfließen, die eine noch weitergehende Analyse ermöglichen.

Summary: Landscape planning is a very important instrument for determination of nature protection and landscape cultivation purposes. For production of surface covering basic data aerial photo flights for interpretation purposes are carried out using color-infrared-films. In such aerial photos the vegetation is already figured highly differentiated. On the basis of the biotope structure received on the spot an interpretation key is set up which allows an evaluation of aerial photos from large districts. This interpretation covers also existing biological, geological and soil data. All data of aerial photos serve for development of special maps and may flow into Geo-information-systems (GIS) which allow a still more extensive analysis.

1. Einführung

Die Naturschutzgesetze in Deutschland weisen die Landschaftsplanung als wichtiges Planungsinstrument zur Bestimmung der Belange von Naturschutz und Landespflege aus. Die Fachgesetze sehen dafür einen gesamtträumlichen Planungsan-

satz vor. Auch für weitere Fachplanungen im besiedelten und unbesiedelten Bereich sind gesamtäumliche, flächendeckende Planungen erforderlich. Dieses Planungskonzept verursacht jedoch in der Praxis erhebliche Probleme. Sie werden im wesentlichen durch eine unzureichende Datenbasis verursacht, die der jeweiligen Planung zugrunde liegt.

Um den Forderungen nach Einbeziehung aktueller, flächendeckender Grundlegendaten nachzukommen, werden seit den siebziger Jahren Befliegungen mit Luftbildfilmen für Interpretationszwecke durchgeführt. Bildflüge zusammenhängender Gebiete mit Color-Infrarot-Film wurden anfänglich nur vereinzelt vorgenommen (ELSCHER, TIELBAAR 1988). Gegenwärtig ist die Informationsgewinnung anhand von Farbluftbildern eine Standardmethode. So haben sich die neuen Bundesländer entschlossen, ihre Territorien flächendeckend in 1: 10.000 mit Color-Infrarot-Film befliegen zu lassen. Folglich besitzen sie bessere und aktuellere Planungsgrundlagen als die meisten der alten Länder. Dort gibt es für die Stadtstaaten Berlin, Bremen, Hamburg, für das kleine Saarland und für Schleswig-Holstein Befliegungen, welche die Länder mit homogenem Luftbildmaterial zur Kartierung Naturschutz-relevanter Thematiken versorgen.

Inwieweit Luftbilder, insbesondere Color-Infrarot- (CIR-)Luftbilder, in der Lage sind, die notwendige Datengrundlage für die genannten Aufgaben zu schaffen, wird im folgenden dargestellt.

2. Informationsbeschaffung

Flächendeckende Gebietsdokumentation mit Luftbildern und anschließende thematische Interpretation stellen eine Methode zur Erfassung und Bewertung von Landschaftsausschnitten aus der Vogelperspektive dar. Dazu werden aus speziellen Flugzeugen Senkrechtbilder unter Benutzung eines Filmmaterials hergestellt, das Vegetationen sehr differenziert abbildet. Mit geeigneten Geräten können die Luftbilder räumlich betrachtet und die Informationen in Karten übertragen werden. Den letzten Schritt der Auswertung stellt die Einarbeitung der Ergebnisse in ein Geo-Informationssystem dar.

Die Anzahl der Thematiken, die mit Hilfe von Luftbildern kartiert werden sollen, nimmt zu: Versiegelungskartierungen, Vitalität von Wald-, Park- und Straßenbäumen, Erkennung von Altlasten-Verdachtsflächen, Stadtbiotopkartierungen, Umweltverträglichkeitsstudien und Grünflächenkataster sind Auszüge aus der Palette möglicher Anwendungen.

2.1 Technische Grundlagen

Der gängige Bildflugmaßstab für Biotopkartierungen im außerstädtischen Bereich ist in Deutschland 1: 10.000. Für spezielle Anwendungen werden vereinzelt sowohl kleinere als auch größere Maßstäbe eingesetzt. Flüge für Stadtbiotopkartierungen werden durchweg im Maßstab 1:5.000 durchgeführt.

Üblicherweise erfolgt eine Befliegung in parallelen Flugstreifen, die ein Gebiet lückenlos abdecken. Sinnvolle Befliegungsrichtung ist von West nach Ost bzw. in umgekehrter Richtung. Die Überlappung eines Luftbildes mit dem Nachbarbild in Flugrichtung beträgt meist 60%; bei parallelen Flugstreifen beträgt sie ca. 30%. Dank der hohen Überlagerung in Flugrichtung (Längsüberdeckung) ist es mit Hilfe von Stereoskopen möglich, diesen Bereich räumlich (stereoskopisch) zu betrachten.

Das Format der Luftbilder beträgt 23 x 23 cm. Nicht nur für die Anwendung der Biotoptypen-Kartierung hat sich seit über 15 Jahren der Color-Infrarot-Film bewährt. Der wegen seiner ungewöhnlichen Farbwiedergabe auch „Falschfarbenfilm“ genannte Datenträger besitzt gegenüber normalen Farbfilmen verschiedene Vorteile:

- hohes Auflösungsvermögen
- deutliche Erkennbarkeit von Vegetationsschäden
- bessere Dunstdurchdringung
- bessere Hervorhebung von Bodenfeuchte-Unterschieden
- hervorragende Differenzierung von Vegetationsarten und -typen.

Der CIR-Film ist ein Dreischichtfilm, der im Bereich des sichtbaren und nahen infraroten Lichtes (400-900 nm) sensibilisiert ist. Der Wellenlängenbereich von 700-900 nm ist für das menschliche Auge ohne dieses Hilfsmittel unsichtbar. Jedoch gerade hier werden bis zu 90% der einfallenden Strahlung von lebender Vegetation reflektiert. Dies steht im Gegensatz zum Reflexionsverhalten von Pflanzen im sichtbaren Bereich, das 30% nicht überschreitet. Wärmeinformation (Thermal-Infrarot) wird im genannten Spektralbereich nicht wiedergegeben!

Neben technischen Faktoren (HANSA LUFTBILD 1990; LILLESAND, KIEFER 1994) wird die Wiedergabe von Vegetation auf CIR-Luftbildern vom phänologischen Zustand der Pflanzen ebenso beeinflusst wie von der Stellung der Blattoberfläche, der vertikalen Gliederung der Bestandsoberfläche und der Artenzusammensetzung eines Bestandes. Außerdem beeinflussen Vitalität und Sonnenstand zum Aufnahmezeitpunkt die Wiedergabe.

Da nahe infrarote Strahlung nur bei direkt einfallendem Sonnenlicht reflektiert wird, kommen in Mitteleuropa als bester Befliegungszeitraum die Monate Ju-

ni bis August in Frage, wenn der Sonnenstand am höchsten und die Vegetation am besten entwickelt ist. Neben wolkenlosem Himmel und Sonnenständen von mehr als 45° werden dunstfreie Wetterlagen benötigt. In der Praxis ergeben sich daraus ca. 17 Tage im Jahr, die alle Voraussetzungen erfüllen.

2.2 Interpretationsschlüssel

Nachdem die Luftbildfilme entwickelt sind, beginnen die Auswertungsarbeiten. Dazu werden anhand der Luftbilder Objekte ausgewählt, um sie zur Erstellung eines „Interpretationsschlüssels“ wenige Tage nach der Befliegung im Gelände zu beschreiben und zu dokumentieren. Welche Objekte begutachtet werden, ist abhängig von der gewünschten Kartiergenauigkeit, der zu benutzenden Legende, vom Kartiermaßstab, der Erfahrung der Luftbildinterpreten und vom Bearbeitungsgebiet.

An jedem Standort werden die Lage des Biotops im Luftbild markiert, terrestrische Fotos aufgenommen und eine Beschreibung des Objektes mit einer Klassifizierung gemäß der Legende vorgenommen. Alle Angaben dienen der Verknüpfung zwischen Luftbild- und Bodenansicht.

„Der Interpretationsschlüssel ist eine systematische Zusammenstellung von charakteristischen Merkmalen der in den Luftbildern zu interpretierenden Objekte. Dies kann eine Sammlung von erläuternden Bildbeispielen sein, die eine ähnliche Funktion hat wie die Zeichenerklärung einer Karte“ (KÖTHE, KOMP 1985). Interpretationsschlüssel ermöglichen den Interpreten die Einarbeitung und sorgen für die Nachvollzieh- und Überprüfbarkeit der Ergebnisse.

Jahreszeitlich bedingte Veränderungen der Vegetation zwischen dem Bildflugzeitpunkt und dem Tag der Geländearbeit erfordern, dass Schlüssel unmittelbar nach dem Bildflug hergestellt werden.

3. Luftbildeinsatz zur Biotoptypenkartierung

Luftbilder können für jeden Kartenmaßstab eingesetzt werden. Ebenso können sie für punktuelle und für großflächige Kartierungen benutzt werden. In der Praxis machen sich Luftbild-gestützte Auswertungen mit einer Fläche unter 1 km² aufgrund der Flugkosten jedoch nicht bezahlt; eine Ausnahme besteht, wenn die Luftbilder auch zur Dokumentation des Landschaftszustandes (vor Gericht) verwendet werden. Für großflächige Anwendungen gibt es keine Begrenzung, ab der Satellitendaten vorzuziehen sind.

Bei der Wahl des Maßstabs sollte aus kostensenkenden Gründen berücksichtigt werden, dass Bildflug- und Kartenmaßstab eine identische Maßstabzahl aufweisen. Ansonsten ist erhöhter Aufwand nötig, um die Übertragung der Kartiererergebnisse aus den Luftbildern in topographische Karten zu gewährleisten. Bei unterschiedlichen Maßstäben empfiehlt es sich, darauf zu achten, dass der Kartenmaßstab größer als der Luftbildmaßstab ist. Versuche des Autors haben ergeben, dass es in strukturreichen Landschaften möglich ist, auf Maßstabunterschiede vom Faktor fünf (Luftbild 1: 12.500, Karte 1:2.500) problemlos zu überbrücken und Karten mit dichten Informationen zu füllen.

Methodenbedingt können aus Luftbildern schlecht Pflanzen oder Biotope erfasst werden, sondern Biotoptypen und Landschaftsstrukturen. Deswegen ist es empfehlenswert, vorhanden floristische und faunistische Daten einzubeziehen. Darüber hinaus sind Zusatzinformationen z.B. über die Geologie hilfreich. Neben dem Interpretationsschlüssel geben zusätzliche Geländekartierungen Aufschluss bei Problemen. Erfahrungsgemäß werden 5-15% einer Interpretation für Geländearbeiten angesetzt. „Die thematische Auswertung von Luftbildern versteht sich also als kombinierte Methode aus

- der gerätegestützten Auswertearbeit am Bildmaterial
- den Luftbild-begleitenden Feldvergleichsarbeiten
- der Auswertung weiterer Unterlagen von Bedeutung“ (KÖTHER, KOMP 1985).

3.1 Methode der thematischen Luftbildauswertung

Die thematische Luftbildauswertung unterscheidet sich grundlegend von der photogrammetrischen Messung. Während die Photogrammetrie nach dem „wo“ fragt, möchte der Luftbildinterpret etwas über den Zustand „was“ wissen. Dazu werden Luftbilder räumlich mit Hilfe von Spiegel- oder Zoomstereoskopen betrachtet.

Die Genauigkeit der Kartierungen wird von Art und Maßstab der Luftbilder, von Aufbau und Komplexität des Geländes sowie von der Erfahrung des Interpreten und seinen Geländekontrollen beeinflusst.

Die Ergebnisse der Luftbildinterpretation werden in einer Manuskriptkarte als Deckfolie zur topographischen Karte niedergelegt und anschließend digitalisiert oder direkt mit einem digitalen Interpretationsgerät ausgewertet. Aufgrund der großen Datenmenge - die Luftbild-gestützte Stadtbiotopkartierung Dresden 1:5.000 ergab auf 225 km² rund 26.000 Flächen-, Linien- und Punktelemente - ist es notwendig, die Daten digital zu erfassen. Bestens dazu geeignet sind Geo-Informationssysteme (GIS), die neben Lageinformationen auch Sachinformationen verarbeiten können, die zum Teil nicht aus Luftbildern stammt. Die mittels GIS er-

fassten Befunde können mit anderen Daten verschnitten und zur Ausgabe neuer Themakarten genutzt werden, oder sie lassen die Fragestellungen zu „Wieviele Kilometer eines Flusses werden von Maisäckern begrenzt?“ oder „Wo liegen Altlasten-Verdachtsflächen unter Gebieten mit Wohnnutzung?“

4. Erfahrungen mit der Luftbild-gestützten Biotoptypenkartierung

4.1 Stadtbiotopkartierung

Stadtbiotopkartierungen werden seit längerem durchgeführt. Allgemein ist die Information über Naturschutz-relevante Themen in Städten dünn gesät. Faunistische und floristische Kartierungen liegen häufig nur selektiv vor. Angaben über Biotopverbundsysteme existieren zum Teil überhaupt nicht.

Die Einführung der Landschaftsplanung auch für besiedelte Gebiete setzt die Beschaffung solcher Informationen voraus.

Nicht nur für die Landschaftsplanung werden CIR-Luftbilder genutzt, sondern auch für

- die Ausweisung bzw. Vorbereitung der Ausweisung von Schutzgebieten
- die Beratung anderer Fachbehörden (z.B. bei der Planung von Neubaugebieten)
- die Erfassung von Ordnungswidrigkeiten (z.B. Kontrolle der Baumschutzsatzung)
- die Kartierung des Versiegelungsgrades.

Weitere Einsatzbereiche wie Baumkataster und Waldzustandserfassung sind aus einem Bildflug bei guter Planung möglich.

Luftbild- und Kartenmaßstäbe von 1:5.000 sind Standard für Stadtbiotopkartierungen. Die Flächenfalle ist dabei unter 1/4 Hektar (= 10 x 10 mm in der Karte) angesiedelt; eine Flächenfalle ist die kleinste noch zu kartierende Flächengröße. Die zum Einsatz kommenden Legenden sind mit 200 Legendenpunkten, die auch kombinierbar sind, überaus differenziert und werden allen Anforderungen der Fachämter gerecht. Fehlerquoten seitens der Interpretation liegen besser als 3%, wobei es in der Literatur (z.B. HAHN 1989) und in der Praxis Diskussionen darüber gibt, was überhaupt ein „Fehler“ ist.

4.3 Biotoptypenkartierung im unbesiedelten Bereich

Allgemein wird als Luftbild- und Kartenmaßstab 1:10.000 gewählt. Für Fehlerquoten und Flächenfallen gilt das bereits zur Stadtbiotopkartierung gesagte (LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ SACHSEN-ANHALT 1992). Es ist aber sinnvoll, lineare Elemente wie Hecken unabhängig von ihrer Breite als Strichsignatur ab einer Län-

ge von 100 m in der Realität zu erfassen. Punktförmige Elemente wie Einzelbäume und Kleingewässer sollten auf jeden Fall größenunabhängig kartiert werden (LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ SACHSEN-ANHALT 1992).

„Eine besondere Bedeutung besitzt die Verfügbarkeit der Luftbilder für die Anfertigung von Fachplänen des Naturschutzes. Hierfür ist die flächendeckende Kartierung der aus den Bildern erkennbaren Biotoptypen und der unterschiedlichen Nutzungstypen erforderlich“ (MINISTERIUM FÜR UMWELT UND NATURSCHUTZ DES LANDES SACHSEN-ANHALT 1994). So werden in Sachsen-Anhalt Luftbilder zur Erstellung von Landschafts- und Landschaftsrahmenplänen, bei der Ausweisung von Schutzgebieten sowie bei der Planung von Biosphären-Reservaten, Naturparks und weiteren Schutzgebietskategorien benutzt. Arten- und Biotopschutzprogramme, Landschafts- und Immissionsschutzprogramme sowie weitere Fachplanungen haben von dem Bildmaterial profitiert. Daneben nutzen Städte, Kreise, Planungsbüros und Großforschungseinrichtungen (UMWELTFORSCHUNGSZENTRUM LEIPZIG) die Fotos.

Gerade bei Kartierungen dieser Flächengrößen ist es notwendig, die Daten digital zu erfassen, um keinen „Datenfriedhof“ zu erzeugen.

6. Literatur

ALBERTZ, J. (1991): Grundlage der Interpretation von Luft- und Satellitenbildern. Darmstadt.

ARBEITSGEMEINSCHAFT „NATURSCHUTZ IN DEN NEUEN BUNDESLÄNDERN“ der Landesanstalten/-ämter für Naturschutz und Landschaftspflege und des Instituts für Landschaftsforschung und Naturschutz (1990): Konzeption Colorinfrarot-Bildflug und Biotop- und Nutzungstypenkartierung. Hrsg.: Landesamt für Naturschutz und Landschaftspflege Schleswig-Holstein.

DIES (1993): Flächendeckende Biotopkartierung im besiedelten Bereich als Grundlage einer ökologisch bzw. am Naturschutz orientierten Planung; in: Natur und Landschaft 68 (10), 491ff.

BIERHALS, E. (1988): CIR-Luftbilder für die flächendeckende Biotopkartierung; in: Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen 5.

ELSCHER, T. und H. CHR. TIELBAAR (1988): Einsatz von Color-Infrarot-Luftbildern in der Landschaftsplanung. in Landschaft + Stadt 20, (1), 26ff.

HAHN, H.-J. (1989): Vegetationskundliche Interpretation von CIR-Luftbildern der Insel Baltrum; in: SR des Institutes für Landschaftspflege und Naturschutz am Fachbereich Landespflege der Universität Hannover, Arbeitsmaterialien 10.

HANSA LUFTBILD (1987): Luftbilder in der Landschaftsplanung; in: Informationen über Photogrammetrie und Erderkundung, Nr. 26/April 1987, ff.

DIES. (1990): CIR-Luftbilder - Hansa Luftbild optimiert die Farbwiedergabe von Infrarotfilmen; in: Informationen über Photogrammetrie und Erderkundung, Nr. 32 / April 1990, 4.

KÖTHE, K. UND K.U. KOMP (1985): Thematische Luftbildauswertung. Ökologische Beurteilung von Umwelteffekten bei der Planung neuer Strecken; in: Eisenbahntechnische Rundschau (5), 365 ff.

LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ SACHSEN-ANHALT (1992): Katalog der Biotoptypen und Nutzungstypen für die CIR-luftbildgestützte Biotoptypen- und Nutzungstypenkartierung im Land Sachsen-Anhalt; in: Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt 1992 - Heft 4.

LILLESAND, T.M. und R.W. KIEFER (1994): Remote sensing and image interpretation. 3rd edition.

MINISTERIUM FÜR UMWELT UND NATURSCHUTZ DES LANDES SACHSEN-ANHALT (1994): Umweltbericht 1993 des Landes Sachsen-Anhalt. Magdeburg.

SCHMIDT, S (1994): Erfahrungen und Ergebnisse der Stadtbiotopkartierung in Dresden. Vortrag zur 15. Jahrestagung „Biotopkartierung im besiedelten Bereich“ 1994 in Erfurt.

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Geogr. Hans-Christoph Tielbaar
Hansa Luftbild GmbH
Umweltdaten und Landschaftsplanung
Elbestraße 5
48145 Münster