© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

Sauteria 8, 1996 | Vorgetragen: Symposium "Biotopkartierung im Alpenraum", 1994 | 163 - 170

# EINSATZMÖGLICHKEITEN VON FARBINFRAROTBILDERN UND ANALYTISCHEN STEREOAUSWERTEGERÄTEN

## The use of Colour-Infrared photos and analytical stereoplotters

von

**Harald MAUSER**

Schlagwörter: Farbinfrarotluftbild, analytisches Stereoauswertegerät, Interpretation.

Key words: Colour-Infrared aerial photos, analytical stereoplotter, interpretation.

Zusammenfassung: Die Einsatzmöglichkeiten von Farbinfrarotluftbilder und analytischen Stereoauswertegeräten bei vegetationsbezogenen Erhebungen werden dargestellt. Es werden die Anforderungen an Inventuren, die Vor- und Nachteile des Luftbildes und die Vorgangsweise bei der Gewinnung von thematischen und geometrischen Informationen beschrieben.

Summary: The use of CIR-photos and analytical stereoplotters is discussed. The requirements of inventories, the advantages of aerial photos and the procedures of sampling of thematic and geometric data in aerial photos is described.

## 1. Einleitung

Seit 10-15 Jahren werden, vor allem in den deutschsprachigen Alpenländern vermehrt Farbinfrarotluftbilder als Informationsquelle bei umweltrelevanten Erhebungen eingesetzt. Ein wichtiger Auslöser für diese Entwicklung war die Waldschadensdiskussion, die Mitte der 80er Jahre ihren Höhepunkt erlebte. In den letzten Jahren gewinnt die Schutzwaldproblematik zunehmend an Bedeutung für die Durchführung großflächiger Farbinfrarotbefliegungen. Aus diesen aktuellen Umweltdokumenten werden direkt geometrische und thematische Informationen gewonnen. In diese Periode der

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

vermehrten Bearbeitung von Farbinfrarotluftbilder im Zuge von Umwelterhebungen fällt auch die zunehmende Verfügbarkeit moderner Kameras, neuer Generationen photogrammetrischer Auswertegeräte und geographischer Informationssysteme.

## 2. Anforderungen an die Erhebung

Soll der Einsatz von Luftbildern erfolgreich verlaufen, darf nicht vom fertigen Luftbild, sondern muß vom Erhebungsziel ausgegangen werden. Damit sind auch immer Anforderungen verknüpft, denen die Erhebungsmethodik gerecht werden muß. Ich möchte einige dieser Anforderungen herausgreifen.

### 2.1. Genauigkeiten

Die Zielsetzungen einer Erhebung sind Grundlage für die Festlegung der zu erfassenden Merkmale und deren Abstufung. Auch die thematischen und metrischen Genauigkeitsanforderungen sind im Hinblick auf dieses Ziel festzulegen.

### 2.2. Nachvollziehbarkeit

Die Nachvollziehbarkeit von Erhebungen und daraus abgeleiteten Aussagen ist zum einen notwendig, weil eine kritische Öffentlichkeit "Daumen mal Pi-Schätzung" unter Berufung auf den Götterblick des Experten nicht mehr akzeptiert. Zum zweiten ist Nachvollziehbarkeit bei der Feststellung von Veränderungen mit Hilfe von Wiederholungsinventuren erforderlich. Beim Ergebnisvergleich sind nachvollziehbare Informationen über die Genauigkeit der verschieden alten Erhebungen notwendig, um über tatsächliche Veränderungen entscheiden zu können.

### 2.3. Flächendeckung

Die Notwendigkeit der flächendeckenden Erhebung ergibt sich aus dem kleinflächigen Wechsel, den Naturmerkmale aufweisen. Dieser muß bei vielen Aufgabenstellungen zwingend berücksichtigt werden, sodaß stichprobenweise Erhebungen ausscheiden.

### 2.4. Wirtschaftlichkeit

Die geforderte nachvollziehbare Planung ist in der Regel mit höherem Aufwand verbunden. Dem steht aber die höhere Planungsqualität und die verbesserte Basis für Wiederholungsinventuren gegenüber, die auch bei Wirtschaftlichkeitsüberlegungen zu berücksichtigen sind.

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

## 3. Bewertung des Luftbildes

Im Lichte dieser und einer Reihe weiterer Anforderungen sind die Einsatzmöglichkeiten des Luftbildes zu beurteilen. Dabei wird unter dem Begriff „Luftbild" eine Senkrechtaufnahme aus einem Flugzeug verstanden. Eingesetzt werden eine Meßkamera und Farbinfrarotfilm.

Die Forderung nach einem Farbinfrarotfilm ist das Ergebnis der Besonderheiten im Energiespektrum der Rückstrahlung von Vegetation. Im sichtbaren Bereich des Lichtes reflektiert Vegetation nur wenig der auftreffenden Energie mit einem relativen Maximum in jenem Wellenlängenbereich, den wir als „Grün" bezeichnen. Im Bereich des „Nahen Infrarot", der direkt an den sichtbaren Bereich anschließt, wird ein Mehrfaches an Energie remittiert. Daher steht ein viel größerer Bereich für die Differenzierung von Vegetationsarten und -zuständen zur Verfügung. Das Nahe Infrarot hat nichts mit Wärmestrahlung zu tun. Diese liegt in einem Wellenlängenbereich, der um mehr als eine Zehnerpotenz weiter im Langwelligen liegt.

Im folgenden wird eine kurze Bewertung der Möglichkeiten derartiger Luftbilder durchgeführt.

### 3.1. Flächendeckung und Detaillierung

In Luftbildern können Inventurobjekte mit großer räumlicher Ausdehnung vollständig erfaßt werden. Aufgrund der Qualität der Kameras und der Auflösung der Filme können dabei, in Abhängigkeit vom Aufnahmemaßstab, Details bis in den Zentimeterbereich erkannt werden. Für Umwelterhebungen kann die geforderte Merkmalserkennbarkeit im makroskopischen Bereich sichergestellt werden.

### 3.2. Gleichzeitigkeit und Lagegenauigkeit

Die vollständige Erfassung größerer Untersuchungsgebiete ist in einem sehr kurzen Zeitraum, faßt gleichzeitig, möglich. Allerdings muß die Wettersituation einen Bildflug zulassen. Luftbilder können aufgrund der Überdeckungen stereoskopisch, d.h. räumlich betrachtet und dreidimensional ausgewertet werden. Beim Einsatz von modernen analytischen Stereoauswertegeräten können Messungen im Landeskoordinatensystem durchgeführt und dabei Genauigkeiten im Dezimeter- bzw. Zentimeterbereich erreicht werden. Im GIS ist mit Hilfe dieser Koordinaten die lagebezogene Weiterverarbeitung möglich.

### 3.3. Nachvollziehbarkeit und Dokumentation

Luftbildsichtbare Sachverhalte zum Zeitpunkt der Aufnahme können photographisch belegt und damit außer Streit gestellt werden. Darüberhin-

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

aus besteht die Möglichkeit, ältere Luftbilder zu einem späteren Zeitpunkt nach neuen Gesichtspunkten auszuwerten.

3.4. Mehrfachnutzung

In einem Luftbild ist eine Vielzahl von Informationen über die Landoberfläche, insbesondere die Vegetation enthalten. Diese kann von mehreren Anwendern ohne gegenseitige Behinderung bearbeitet werden. Die Mehrfachnutzung dieser aktuellen Umweltdokumente bringt allen Beteiligten wirtschaftliche Vorteile.

3.5. Wetterrisiko

Die Anforderungen des Farbinfrarotfilmes bezüglich Belichtungsverhältnisse und Vegetationszustand sind in der Regel sehr hoch, sodaß nur wenige geeignete Flugtage zur Verfügung stehen. Das kann bedeuten, daß ein Bildflug in einem Jahr nicht zustande kommt und daher das ganze Projekt verschoben werden muß.

3.6. Vorarbeiten und Aufwand

Notwendig ist ein Bildflug und die absolute Orientierung der Luftbilder. Auf der anderen Seite stehen die Ergebnisse dieser Vorarbeiten für alle weiteren Bearbeitungen zur Verfügung und können kostenmäßig aufgeteilt werden.

3.7. Abschattung

Gerade in einem Gebirgsland ist immer mit dem Auftreten von Schattenflächen zu rechnen. Der Anteil von nicht bearbeitbaren Schattenflächen liegt normalerweise zwischen 0 und 5% der gesamten Projektsfläche.

Wie die Erfahrung gezeigt hat, sind Wirtschaftlichkeitsüberlegungen nur für die jeweilige Aufgabenstellung unter Berücksichtigung der spezifischen Rahmenbedingungen möglich. Neben der Steigerung der Planungsintensität und vermehrter Möglichkeiten der Datenanalyse ist in der Regel eine Reduktion der Personaleinsatzes bei gleicher Erhebungsdichte zu erwarten.

## 4. Luftbildbearbeitung

Die Bearbeitung der Luftbilder läßt sich in zwei Teile gliedern, in die thematische Interpretation, die der Erfassung von Attributen dient und in die photogrammetrische Auswertung zur Erfassung von geometrischen Informationen.

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

## 5. Interpretationsschlüssel

Eine wichtige Tätigkeit bei der Luftbildinterpretation ist die Erstellung und Anwendung eines ausreichend detaillierten Interpretationsschlüssels. Dieser stellt die Verbindung zwischen den Erscheinungen in der Natur und den im Luftbild sichtbaren Merkmalen dar. Er ist die Voraussetzung, um in den Luftbildern die gewünschten Merkmale bzw. Objekte erkennen und dabei eine hohe Ergebnisqualität erzielen zu können. Zur Entwicklung eines derartigen Schlüssels sind Felderhebungen notwendig, bei denen Referenzdaten gewonnen und mit den Abbildungen im Luftbild verglichen werden. Die Erfahrung hat die Notwendigkeit gezeigt, daß jene Personen, die Luftbilder interpretieren sollen, auch selbst die Felderhebungen durchführen müssen. Nur dann können sie den unmittelbaren Bezug zwischen Natur und Luftbild herstellen.

Hervorheben möchte ich, daß in den letzten 10 Jahren bei der Interpretation und damit auch bei der Erstellung von Interpretationsschlüsseln die Bedeutung von Strukturmerkmalen stark gestiegen ist. Diese können bei stereoskopischer Betrachtung sehr gut erkannt werden. Es hat sich sehr oft gezeigt, daß die Farbmerkmale im Farbinfrarotluftbild von vielen Einflüssen und nicht nur vom Objektzustand abhängig sind. Gleiche Farbe im Luftbild bedeutet daher nicht notwendigerweise gleiches Objekt, genausowenig wie unterschiedliche Farbe notwendigerweise unterschiedliches Objekt bedeutet. Die Beurteilungssicherheit wird durch die Verwendung beider Merkmalsgruppen, Farbe, und Struktur sehr stark erhöht. Das bedeutet aber, daß heute Luftbildinterpretation nach dem Stand der Technik zwingend die steroskopische Betrachtung verlangt.

## 6. Interpretation

Der eigentliche Vorgang der Interpretation wird auf der Grundlage des Interpretationsschlüssels und der Erfahrung des Interpreten durchgeführt. Infolge der Vielfalt der Aufgabenstellungen gibt es eine ganze Reihe unterschiedlicher Interpretationsverfahren. Eines der am häufigsten verwendeten Verfahren ist die Abgrenzung von homogenen Teilflächen und eine Beschreibung dieser Flächen anhand des festgelegten Merkmalkataloges.

## 7. Photogrammetrische Auswertung

Die Ergebnisse der thematischen Interpretation von Luftbildern müssen auch bezüglich ihrer Geometrie, also Lage, Form und Ausdehnung erfaßt werden. Nur dann können diese in einem GIS verarbeitet werden oder mit anderen lagebezogenen Daten verknüpft werden. Dazu bedient man

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

sich vorhandener Methoden der Photogrammetrie, der Luftbildmessung. Mit Hilfe von Stereoluftbildauswertegeräten können die geometrischen Eigenschaften von Objekten im Landeskoordinatensystem mit hoher Genauigkeit erfaßt und digital zur Verfügung gestellt werden. Dabei werden heute faßt ausschließlich analytische Stereoplotter eingesetzt. Das sind moderne Zweibildauswertegeräte, bei denen der Zusammenhang zwischen Objekt- und den Bildpunkten mit einem digitalen Prozeßrechner hergestellt wird, der im Gerät integriert ist. Diese digitale Steuerung bietet eine Reihe von Vorteilen, deren wichtigster der digitale Datenfluß ist.

Der digitale Datenfluß kann vom Rechner in das Luftbildmodell und umgekehrt erfolgen. Der Weg vom Rechner ins Modell wird immer dann beschritten, wenn koordinativ bekannte Punkte im Stereomodell automatisch aufgesucht werden. Dies ist beim Anfahren von Paßpunkten, beim Aufsuchen von Gitterpunkten eines Stichprobennetzes oder beim Wiederauffinden von früher lagegenau gemessenen Objekten, beispielsweise Probebäumen einer Waldzustandserhebung der Fall. Alle diese Punkte können im Stereomodell automatisch angefahren werden, das heißt, die Meßmarke ist räumlich richtig auf den gewünschten Punkt aufgesetzt. Der Weg vom Modell in den Rechner wird bei der Erhebung neuer dreidimensionaler Lageinformationen beschritten. Zu jedem koordinativ erhobenen Objekt (Punkt oder Linie oder Fläche) können eine große Anzahl von Attributen digital erfaßt werden. Insgesamt hat die Rechnersteuerung eine große Zeitersparnis, die Vorlage aller Daten in digitaler Form sowie die sofortige Verfügbarkeit absoluter Landeskoordinaten zur Folge.

Für viele Geräte sind Zusatzausrüstungen verfügbar, beispielsweise ein Diskussionstubus oder eine digitale Einspiegelung. Ein Diskussionstubus ermöglicht die gleichzeitige stereoskopische Betrachtung desselben Luftbildmodelles durch zwei Personen. Diese Einrichtung ist gerade bei der Interpretation von thematischen Informationen, die oft durch nicht ausschaltbare subjektive Einflüsse belastet sind, von großer Bedeutung. Die effektive Schulung, Kontrolle und laufende Abstimmung mehrerer Personen eines Erhebungsteams wird damit erst möglich.

Mit einer Einspiegelungsvorrichtung können digital vorliegende metrische und thematische Informationen in den Strahlengang der Betrachtungsoptik lagerichtig eingebracht werden. Diese Spiegelung kann monokular oder stereoskopisch erfolgen. Der Auswerter kann diese bereits vorhandenen Informationen bei der laufenden Bearbeitung sofort verwenden. Beispielsweise sieht er, welche Teile eines Modelles er bereits bearbeitet hat, er kann sich bei Flächenerfassungen leichter orientieren und die Zuordnung

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

von Attributen laufend überprüfen. Bei Wiederholungsinventuren können die Ergebnisse der Erstaufnahme im neuen Bildmaterial eingespiegelt werden. Der Bearbeiter sieht dann sofort die tatsächlichen Veränderungen.

## 8. Ausblick

Bis jetzt habe ich Einsatzmöglichkeiten des Luftbildes vorgestellt, die seit langem in der Praxis verwendet werden und operationell verfügbar sind. Zur Zeit gibt es aber auch eine Reihe von Entwicklungen, die noch am Beginn ihres Einsatzes in den von mir angesprochenen Aufgaben stehen.

### 8.1. Monoplotting

Bei diesem Verfahren zur Erfassung von geometrischen Informationen wird das Strahlenbündel eines Bildes mit einem digitalen Geländemodell verschnitten. Die einfache Gerätekonfiguration erlaubt eine kostengünstigere Auswertung als die Stereophotogrammetrie, bei allerdings deutlich höheren Ungenauigkeiten im Bereich von 5-20 m und mehr. Bei der Bewertung dieses Verfahrens müssen auch die Probleme bei Wiederholungsinventuren zur Feststellung von Veränderungen infolge der größeren Ungenauigkeiten berücksichtigt werden.

### 8.2. Digitale Photogrammetrie

Dabei werden Luftbilder mit Scannern digitalisiert und im Auswertegerät bearbeitet. Diese Methode bietet den Vorteil, daß eine Reihe von Arbeitsschritten automatisch ablaufen können. Allerdings verursacht die große Datenmenge Speicherprobleme und macht daher gröberes Scannen notwendig.

### 8.3. Digitale Bildverarbeitung von Satellitendaten

Für die Erfassung von umweltrelevanten Informationen werden seit langem Satellitendaten verwendet und mit Methoden der digitalen Bildverarbeitung verarbeitet. Allerdings läßt die geringe metrische Auflösung der zivilen Satelliten und die starke Differenzierung der alpinen Landschaft einen Einsatz nur bei Fragestellungen mit geringen Genauigkeitsansprüchen zu. Außerdem ist die Beschränkung auf die Farbinformation zu bedenken. Für die automatische Klassifikation von Strukturen bei komplexen Objekten ist derzeit kein praxisreifes Verfahren in Sicht.

## 9. Interdisziplinäre Kooperation

Die operationelle Einsetzbarkeit der Luftbildbearbeitung für die Durchführung umweltrelevanter Erhebungen mit vorhandenen Methoden wurde

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

mehrfach nachgewiesen. Eine bestmögliche Erreichung der Zielsetzungen für die Erhebung und im weiteren für die übergeordnete Aufgabenstellung ist nur dann möglich, wenn von Beginn an eine Zusammenarbeit zwischen allen betroffenen Disziplinen praktiziert wird. Die Festlegung des Erhebungskataloges und der Methodik muß durch jene Stellen, die Erhebungsergebnisse umsetzen sollen, zusammen mit den Verantwortlichen für die Durchführung der Erhebung (terrestrisch, Luftbildinterpretation, Photogrammetrie) und der nachfolgenden Datenverarbeitung (GIS, Statistik) in gemeinsamer Diskussion erfolgen. Während der Erhebungsphase ist eine laufende Kommunikation notwendig, um auf Abweichungen zwischen Planung und Tatsachen in der Natur im Sinne der Zielsetzungen reagieren zu können. Nur wenn sich alle Beteiligten als Partner in diesem interdisziplinären Arbeitsprozeß verhalten, kann diese Zusammenarbeit auf Dauer erfolgreich sein.

Anschrift des Verfassers:
Dipl.-Ing. Harald MAUSER
Umweltdata GesmbH.
Rudolfsplatz 3/9, A-1010 Wien

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Sauteria-Schriftenreihe f. systematische Botanik, Floristik u. Geobotanik

Jahr/Year: 1996

Band/Volume: 8

Autor(en)/Author(s): Mauser Harald

Artikel/Article: Einsatzmöglichkeiten von Farbinfrarotbildern und analytischen Stereoauswertegeräten 163-170