

Zeitschrift: Regio Basiliensis : Basler Zeitschrift für Geographie
Herausgeber: Geographisch-Ethnologische Gesellschaft Basel ; Geographisches Institut der Universität Basel
Band: 26 (1985)
Heft: 2

Artikel: Luftaufnahmen als Hilfsmittel für Landnutzungskartierungen
Autor: Trachsler, Heinz
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1088786>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 18.04.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

LUFTAUFNAHMEN ALS HILFSMITTEL FÜR LANDNUTZUNGSKARTIERUNGEN

HEINZ TRACHSLER

1 Einleitung

Der Einsatz von Luftbildern in verschiedensten erdwissenschaftlichen Disziplinen kann heute auf eine lange Tradition zurückblicken. Bereits Ende der 30er und in den 40er Jahren hat sich *C. Troll* (vgl. z.B. *Troll* 1939, 1943) ausführlich mit dem Einsatz von Luftbildern in der geographischen Forschung befasst. In der Schweiz hat *T. Hagen* bereits 1950 einen grundlegenden Aufsatz zum Thema Luftbildinterpretation verfasst. Am Geographischen Institut der Universität Zürich sind nach 1960 eine Reihe von Dissertationen entstanden, die sich mit methodischen Fragen der Luftbildinterpretation befassten (vgl. z. B. *Steiner* 1960, *Haefner* 1963, *Maurer* 1965, *Baumberger* 1969, *Schödler* 1973, *Trachsler* 1974). In der BRD sind im gleichen Zeitraum eine Reihe von Arbeiten über Einsatzmöglichkeiten von Luftaufnahmen in der von der Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung herausgegebenen Reihe "Landeskundliche Luftbildinterpretation im Mitteleuropäischen Raum" veröffentlicht worden (vgl. z. B. *Schmidt-Kräpelin* 1966).

Nachdem das methodische Instrumentarium seitens der Luftbildinterpretation weitgehend vorhanden war, liess ein Einsatz in der Praxis, insbesondere für Landnutzungskartierungen, in der Schweiz jedoch längere Zeit auf sich warten. In der Forstwirtschaft wurden Luftbilder bereits ab ca. 1960 vereinzelt für die Erstellung forstlicher Bestandeskartierungen eingesetzt und sind seither zu einem operationellen Hilfsmittel geworden. Routinemässig wurden Luftbilder später dann auch als Grundlage für die landwirtschaftliche Bodeneignungskarte der Schweiz 1 : 300 000 und die Bodeneignungskarte der Schweiz 1 : 200 000 angewendet. Erst 1984 kam es dann anlässlich der beim Bundesamt für Statistik angelaufenen Erhebungen für die Erneuerung der Eidgenössischen Arealstatistik zu einem systematischen Einsatz von Luftbildern für eine grossräumige Landnutzungserhebung (vgl. *Kölbl* 1982, *Meyer* 1982, *Trachsler* 1982).

Es erscheint in diesem Zusammenhang gerechtfertigt, einige Gedanken zur Anwendung von Luftaufnahmen für Landnutzungserhebungen zu äussern. Der vorliegende Aufsatz erhebt allerdings nicht den Anspruch, in erster Linie neue Erkenntnisse zu vermitteln, er möchte vielmehr, ausgehend von verschiedenen bereits älteren Veröffentlichungen, wieder einmal auf ein für Geowissenschaftler und Planer vielseitig nutzbares Hilfsmittel hinweisen.

2 Zum Begriff Luftbildinterpretation

Es hat sich eingebürgert, im Gegensatz zur *Photogrammetrie*, d.h. der messtechnischen Auswertung von Luftbildern, für die thematische Deutung und Kartierung des Bildinhaltes von *Luftbildinterpretation* zu sprechen. Genau genommen kann dieser Vorgang jedoch unterteilt werden in zwei Schritte, einerseits das Erkennen oder Identifizieren, andererseits das eigentliche Interpretieren (vgl. *Albertz 1975*) – wobei diese beiden Vorgänge allerdings nicht immer eindeutig voneinander getrennt werden können.

– Erkennen:

Betrachten wir ein Luftbild, z.B. im Masstab 1 : 25 000, so erkennen wir darauf verschiedene Objekte wie Gebäude, Strassen, Seen, Wälder etc. Wieviele solche Objekte identifiziert werden können, hängt im wesentlichen von den *Erfahrungen* ab, die der Betrachter mitbringt. Erkennen ist in hohem Masse von den Fähigkeiten und Vorkenntnissen des Bearbeiters abhängig. Dies wird z.B. deutlich, wenn wir statt einer Aufnahme aus einer vertrauten Umgebung ein Bild eines unbekanntes Gebietes betrachten. Dabei können unter Umständen nur sehr beschränkte Aussagen gemacht werden.

– Interpretieren:

Aufbauend auf dem Erkennen, führt das Interpretieren einen Schritt weiter. Aufgrund der wahrnehmbaren Objekte und Merkmale werden gewisse Rückschlüsse auf nicht Erkennbares gezogen. Der Beobachter versucht beispielsweise, Fragen nach den Zusammenhängen zwischen einzelnen Naturfaktoren oder nach der Entstehung einer Landschaft zu beantworten. So können z.B. aufgrund der im Luftbild ersichtlichen landwirtschaftlichen Nutzung und Bodenbedeckung Rückschlüsse auf das Klima gezogen werden, oder aufgrund der Nutzung und der Topographie werden Aussagen über die Böden gemacht. Auch hier wird wiederum deutlich, dass auch dieser Vorgang sehr stark von den Vorkenntnissen des Bearbeiters abhängt, insbesondere auch über das zu bearbeitende Gebiet. *Schneider* schreibt im einzigen heute verfügbaren deutschsprachigen Lehrbuch zur Luftbildinterpretation in diesem Zusammenhang folgendes:

“Nicht direkt aus dem Luftbild identifizierbare Erscheinungen müssen durch eine systematische Analyse des Bildinhaltes, durch das Studium der Beziehungen, Abhängigkeiten und Wechselwirkungen interpretiert werden. Die Interpretation ist demzufolge im wesentlichen ein Denkvorgang, der erfahrene Auswerter mit einem umfassenden Wissen über die Natur und die Kultur des abgebildeten Erdausschnittes sowie mit Kombinationsvermögen erfordert.“ (*Schneider 1974*, S. 3).

Aus den bisherigen Erläuterungen wird deutlich, dass die Kenntnisse und Fähigkeiten des Bearbeiters eine wichtige Voraussetzung bilden und den Erfolg einer Luftbildinterpretation wesentlich beeinflussen. Insbesondere muss er Kenntnisse haben über das reale Erscheinungsbild und die Beschaffenheit der aufgrund der Luftbilder zu identifizierenden Objekte. So lässt sich ohne Vorkenntnisse über die Art und das Erscheinungsbild landwirtschaftlicher Anbauprodukte im ländlichen Raum keine Bodennutzungserhebung durchführen. Aus dem bisher gesagten wird auch klar, dass es keine “Universal-Interpreten” gibt. Luftbildinterpretation ist keine eigene Wissenschaft, sondern eine Arbeitstechnik, die von Fachleuten in verschiedensten Bereichen eingesetzt werden kann. Die geologische Luftbildinterpretation verlangt eindeutig andere Voraussetzungen als eine Waldschadenkartierung mit Infrarot-Farbaufnahmen. Neben den fachspezifischen Voraus-

setzungen, die der Bearbeiter mitbringen muss, braucht er selbstverständlich gewisse theoretische Grundkenntnisse über die wichtigsten Eigenschaften und die Herstellung von Luftbildern. Gerade der Geograph verfügt dank seiner breit angelegten Grundausbildung über gute Voraussetzungen für die Interpretation von Luftbildern. Dies bedingt allerdings, dass er sich zusätzlich auch die nötigen theoretischen Grundkenntnisse und Arbeitstechniken im Bereich des Luftbildwesens aneignet.

3 Zur Bedeutung von Luftbildern für Landnutzungskartierungen

Es würde den Rahmen dieses Aufsatzes sprengen, ausführlich auf Sinn und Bedeutung von Landnutzungskartierungen einzutreten (vgl. *Trachsler* und *Elsasser* 1976 und 1983). Im Zusammenhang mit dem Bundesgesetz über die Raumplanung, das als wesentliches Ziel eine "haushälterische Nutzung" des Bodens fordert, haben derartige Erhebungen noch an Bedeutung gewonnen. Aktuelle Angaben über die gegenwärtige Nutzung sowie über ihre Veränderung im Laufe der Zeit stellen dazu eine unabdingbare Grundlage dar.

Luftbilder verfügen über eine Reihe von Eigenschaften, die sie zu einem wertvollen Hilfsmittel für die rationelle Durchführung von Landnutzungserhebungen machen. Aus zeitlichen Gründen stehen Feldkartierungen für umfangreichere Erhebungen kaum zur Diskussion.

- Durch die Herstellung von Luftaufnahmen können auch ausgedehnte Gebiete zu einem genau definierten Zeitpunkt bildhaft erfasst werden. Dabei resultiert ein objektives Bild, mit allen vom Aufnahmestandort aus erkennbaren Einzelheiten. Durch die Wahl des Bildmassstabes kann der Informationsgehalt je nach Aufgabenstellung gesteuert werden (grossmassstäbliche Detailaufnahmen, kleinmassstäbliche Übersichtsaufnahmen).
- Luftbilder können bei entsprechender Aufnahmedisposition mittels eines Stereoskopes räumlich betrachtet werden. Der Bearbeiter verfügt über ein dreidimensionales, bildhaftes Geländemodell.
- Durch wiederholte Befliegungen können Veränderungen in der Landschaft im Sinne einer kontinuierlichen Raumbewachung erfasst werden. Aktuelle Beispiele dazu wären: Brachlandentwicklung im Alpenraum, Verminderung der landwirtschaftlichen Nutzfläche, Änderungen im Erscheinungsbild der Kulturlandschaft. Ältere Luftbilder stellen zudem wertvolle Grundlagen dar für die Rekonstruktion ehemaliger, heute nicht mehr ersichtlicher Zustände.

Insgesamt gesehen bilden Luftbilder eine sehr aussagekräftige Grundlage von hohem Informationsgehalt. Im Gegensatz zur Karte handelt es sich dabei um eine naturgetreue Momentaufnahme, die nicht generalisiert und abstrahiert ist, allerdings auch über keine Legende verfügt wie eine Karte.

Die bildhafte Darstellung der Erdoberfläche erlaubt primär einmal das Stadium der formalen Aspekte einer Landschaft. Sie ermöglicht eine Unterteilung in Flächen, die bezüglich bestimmter Kriterien einheitlich oder ähnlich beschaffen sind. Aussagen über den Inhalt

und die Funktion dieser Flächen können jedoch oft nicht ausschliesslich mit Hilfe des Luftbildes gemacht werden, sondern bedürfen ergänzender Geländeerhebungen. So kann der Förster z.B. unterschiedliche Waldbestände aufgrund des Bildes gegeneinander abgrenzen. Detaillierte Angaben über die Art und die Beschaffenheit dieser Flächen muss er sich jedoch durch ergänzende Geländeerhebungen beschaffen. Durch den Beizug des Luftbildes kann der gesamte Arbeitsaufwand jedoch erheblich verkürzt werden. Der Bodenkundler kann mit dem Luftbild einen grossen Teil von bodenkundlich relevanten Grenzen ermitteln, indem er vorerst einmal eine detaillierte Reliefanalyse unter dem Stereoskop durchführt. Den bodenkundlichen Inhalt dieser Flächen muss er jedoch mit Hilfe von zusätzlichen Geländeerhebungen ermitteln (vgl. *Frei et al. 1980, S.15-19; Vink 1962*).

Eigentliche Luftbildinterpretation wird also stets, wenn sie sich nicht auf blosses "Luftbildlesen" beschränkt, mit zusätzlichen Geländeerhebungen verbunden sein.

4 Methodisches Vorgehen – dargestellt am Beispiel einer Landnutzungserhebung

4 1 Möglicher Arbeitsablauf

Es wurde bereits darauf hingewiesen, dass Luftbilder in verschiedensten Disziplinen zum Einsatz kommen. Je nach Problemstellung wird dabei der Arbeitsablauf unterschiedlich sein. Am Beispiel einer Landnutzungserhebung wird nachfolgend ein mögliches Vorgehen erläutert. Dabei wird von der Annahme ausgegangen, dass von einem grösseren, den Bearbeitern weitgehend unbekanntem Gebiet eine Landnutzungskarte erstellt werden soll und dass geeignete Luftbilder vorhanden sind. Der vorgeschlagene Arbeitsablauf ist in Abb. 1 dargestellt:

- a) Aufgrund der Luftbilder werden Testflächen ausgeschieden, die repräsentativ sind für das zu bearbeitende Gebiet und in denen die wichtigsten Nutzungskategorien vorkommen.
- b) In diesen Testflächen vergleicht der Bearbeiter das Erscheinungsbild im Gelände mit der Abbildung in der Luftaufnahme und versucht, charakteristische Erkennungsmerkmale für die einzelnen Nutzungskategorien zu finden, dazu kommen z.B. in Frage (vgl. auch *Steiner 1962; Albertz 1975*):

– Helligkeit einer Fläche

Die Helligkeit einer Fläche (d.h. die Schwärzung im panchromatischen Luftbild resp. die Farbtonung und -sättigung im farbigen Luftbild) hängt vor allem von den Reflexionseigenschaften der Objektoberflächen ab; daneben spielen auch die photographische Verarbeitung, die atmosphärischen Bedingungen, die Geländebeleuchtung etc. eine Rolle. Wichtig für die Identifizierung von Objekten sind nicht einzelne Grautonwerte, sondern vor allem die im Luftbild vorkommenden *Grautonunterschiede*. Aufgrund von Grautonmessungen allein kann allerdings noch keine Nutzungsklassifikation durchgeführt werden, können doch verschiedene Nutzungstypen in gleichen Grautönen abgebildet werden. Bsp.: frisch geschnittene Wiese und abgeerntetes Getreidefeld.

Abb. 1 Arbeitsablauf für eine Landnutzungerhebung mit Hilfe von Luftaufnahmen.

– *Form und Grösse von Objekten*

Wichtig im Luftbild sind vor allem die Grundrissformen, sie können z.B. charakteristische Muster bilden. Grösse und Form von einzelnen Anbauparzellen können auch Hinweise auf deren Nutzung vermitteln.

– *Textur von Oberflächen*

Texturen ergeben sich aus Variationen des Grautones innerhalb von Landnutzungseinheiten. Im allgemeinen können dabei einzelne Texturkomponenten (Linien, Streifen, Punkte, Flecken etc.) von einem mehr oder weniger gleichmässig getönten Untergrund unterschieden werden. Die Texturen gehen

auf verschiedene Ursachen zurück, vor allem etwa auf kleinräumige Veränderungen von Lokalfaktoren (z.B. Feuchtigkeitsgehalt des Bodens), auf die Art der Pflanzen (z.B. hell blühende Pflanzen in Wiesen) oder auf die Art der Kultivierung und Nutzung (z.B. Ackerfurchen, Saatreihen, Mähstreifen, Getreidepuppen) (Steiner 1960, S. 29). Derartige Texturen sind sehr stark vom jeweiligen Bildmassstab und der Jahreszeit abhängig.

– *Schlagschatten*

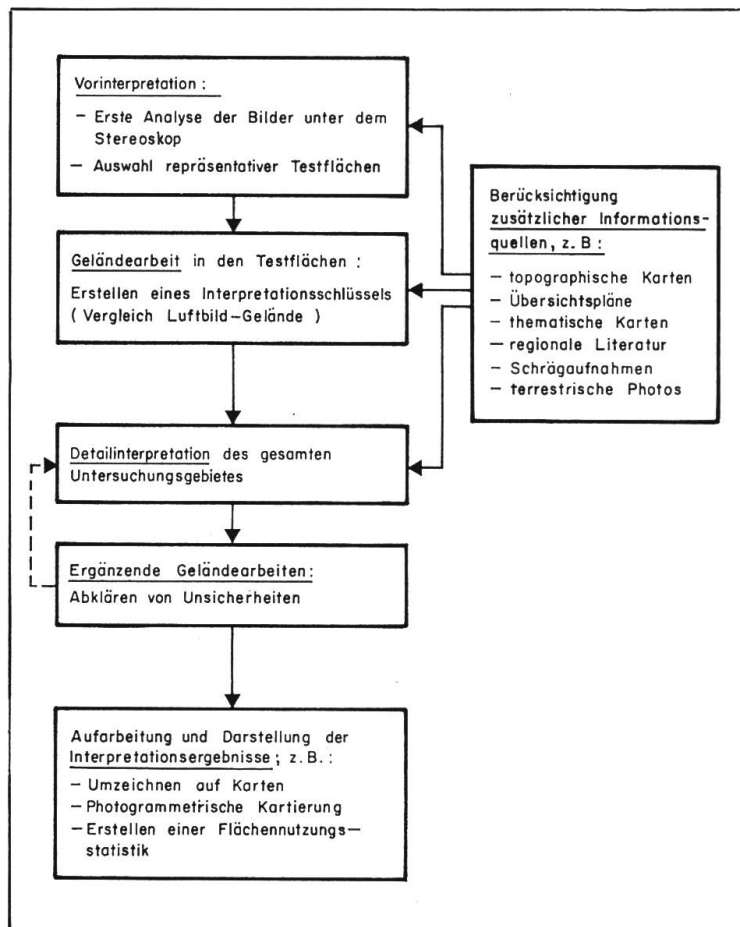
Je nach Sonnenstand können Schlagschatten entstehen, die zum Erkennen von Objekten beitragen, z.B. bei Gebäuden, Masten, Bäumen, entlang von Getreidefeldern etc. Schatten liefern auch bei monokularer Betrachtung der Bilder einen Eindruck über die dritte Dimension von Objekten. Schattierungen tragen auch wesentlich bei zum Erkennen von Oberflächenformen.

– *Muster, die von einzelnen Objekten gebildet werden*

Je nach der Anordnung von verschiedenen Objekten im Luftbild können charakteristische Muster entstehen, z.B.:

- Netz von Entwässerungsgräben
- typische Grundrissmuster ländlicher und städtischer Siedlungen
- Parzellierung in intensiv genutzten Ackerbaugebieten
- Gebiete mit starker Verbreitung des Feldobstbaues
- Rebpzellen.

Das durch die Anbauparzellen gebildete Muster vermittelt auch Hinweise auf die Reliefverhältnisse.



– *Stereoskopischer Effekt*

Die Betrachtung unter dem Stereoskop ermöglicht die Wahrnehmung von Wuchshöhen, der höhenmässigen Ausdehnung von Gebäuden und Bäumen sowie von Reliefunterschieden. Eine entscheidende Rolle spielt der stereoskopische Eindruck bei der forstlichen Luftbildinterpretation sowie beim Arbeiten in überbauten Gebieten; allgemein gilt, dass eine Interpretation im Stereomodell leichter durchgeführt werden kann und eine bessere Beurteilung des Bildinhaltes erlaubt als das Arbeiten mit Einzelbildern.

- c) Aufgrund der bei diesem Luftbild-Feldvergleich erworbenen Kenntnisse sollte der Bearbeiter in der Lage sein, ein Gebiet mit gleichen oder ähnlichen Voraussetzungen wie das untersuchte Testgebiet zu bearbeiten. Wichtig ist, dass ein derartiger Vergleich möglichst rasch nach der Befliegung erfolgen kann, bevor grössere Veränderungen stattgefunden haben.

Selbstverständlich erscheint es sinnvoll, soweit möglich zusätzliche Informationen in Form von thematischen Karten oder Berichten in den Interpretationsvorgang einfließen zu lassen.

- d) In einem letzten Schritt werden, sofern notwendig, stichprobenweise Geländearbeiten durchgeführt, um Schwierigkeiten, die bei der Bearbeitung aufgetreten sind, zu eliminieren.

Dieser Arbeitsablauf bildet ein Grundmuster, das sich auch bei verschiedenen praktischen Untersuchungen bewährt hat. Je nach den Vorkenntnissen des Bearbeiters über das Arbeitsgebiet und die dort vorliegenden Nutzungsverhältnisse sowie dem gewünschten Detaillierungsgrad der Erhebung, der mit dem Luftbild erzielt werden soll, kann dieser Arbeitsablauf auch verkürzt werden. So können im Extremfall die ersten beiden Schritte weggelassen werden.

4.2 *Interpretationsschlüssel*

Die für das Erkennen der einzelnen Nutzungskategorien ausschlaggebenden Identifikationskriterien können in Form eines *Interpretations- oder Photoschlüssels* dargestellt werden. Es handelt sich dabei um eine systematische und umfassende Zusammenstellung aller wichtigen, im Luftbild erkennbaren Abbildungsmerkmale von verschiedenen Objekten und Sachverhalten. Meistens geschieht dies in Form von charakteristischen Luftbildausschnitten. Die Verwendung von Stereogrammen hat dabei den Vorteil, dass diese mit einem Taschenstereoskop räumlich betrachtet werden können. Diese Bildausschnitte werden ergänzt durch Beschreibungen und allenfalls terrestrische Aufnahmen. Ein solcher Photoschlüssel hat im Prinzip die gleiche Aufgabe wie die Legende einer Karte. Während jedoch eine Legende für die topographischen Karten 1 : 25 000 für das ganze Land Gültigkeit haben, ist ein Photoschlüssel verschiedenen Einschränkungen unterworfen:

- er ist *regional begrenzt* und hat nur Gültigkeit für Gebiete mit gleichen natur- und kulturgeographischen Voraussetzungen. So wird ein für intensiv ackerbaulich genutzte Gebiete im Mittelland erstellter Photoschlüssel für die Bearbeitung von Bildern aus dem Tessin nicht weiterhelfen.

- der Schlüssel hat Gültigkeit für den jeweiligen *Aufnahmezeitpunkt* der Luftbilder. Mit zunehmender zeitlicher Abweichung von diesem Zeitpunkt wird sich auch das Erscheinungsbild der landwirtschaftlichen Kulturen und der Vegetation im Luftbild verändern.
- der Schlüssel gilt für den jeweiligen *Bildmassstab* resp. einen gewissen Massstabbereich. Ein Photoschlüssel für Aufnahmen 1 : 10 000, der für die ackerbauliche Nutzung charakteristische Texturen zeigt, wird für Luftbilder 1 : 50 000 nicht mehr verwendbar sein, da diese Texturen nicht mehr in Erscheinung treten.

Wie ist nun die Bedeutung derartiger Interpretationsschlüssel für die Auswertung der Luftbilder einzuschätzen? Ein Photoschlüssel dient sicher in erster Linie einmal dem Bearbeiter selber, indem er ihn zwingt, sich über die vorkommenden Nutzungstypen und deren Abbildungsmerkmale Klarheit zu verschaffen. Er sollte ihm auch helfen, Gebiete mit gleichen oder ähnlichen Nutzungsverhältnissen zu bearbeiten. Die Erstellung eines Schlüssels ist sicher nicht zwingend, der Interpret kann sich auch lediglich auf seine Erfahrungen bei der vorgängigen Geländearbeit abstützen (vgl. 4 1 b/c).

Insgesamt darf die Bedeutung von Interpretationsschlüsseln nicht überschätzt werden. Ein fundierter, gut illustrierter Schlüssel kann sicher dazu beitragen, die Auswertung der Bilder zu objektivieren, er ist insbesondere ein Hilfsmittel für die Identifizierung von Objekten resp. Nutzungsarten. Er wird sich vor allem dann als sinnvoll erweisen, wenn mehrere Interpreten mit der Bearbeitung betraut sind, er kann dann zu einer einheitlichen Klassierung der Nutzungen beitragen. Auch wenn nur zeitlich begrenzte Geländeinsätze möglich sind, z.B. in Entwicklungsländern, kann ein Schlüssel gute Dienste leisten für die nachfolgende Luftbildinterpretation. Zu beachten ist, dass es kaum möglich ist, den gesamten Bildinhalt objektiv und eindeutig zu "verschlüsseln". Im Gegensatz zu einer thematischen Karte, wo jede Nutzungskategorie eine einheitliche Signatur besitzt, kann das Erscheinungsbild dieser Nutzungsart im Luftbild immer noch beträchtlichen Variationen unterworfen sein (z.B. Wiesland mit unterschiedlichen Wuchshöhen, Weideflächen mit unterschiedlich intensiver Nutzung etc.).

Ein guter Interpretationsschlüssel kann sicher dazu beitragen, dass auch ein mit dem Untersuchungsgebiet nicht vertrauter Bearbeiter die Bilder bis zu einem gewissen Grad auswerten kann. Er sollte jedoch keinesfalls dazu verleiten, die Auswertung unqualifizierten Hilfskräften zu überlassen.

Weitere Hinweise auf verschiedene Arten von Luftbildschlüsseln finden sich bei *Schneider* (1974, S. 174 f.), *Steiner* hat sich bereits 1962 intensiv mit diesen Fragen befasst. Ein Beispiel für einen Interpretationsschlüssel, der im Hinblick auf eine gesamtschweizerische Landnutzungserhebung erarbeitet wurde, findet sich bei *Trachsler* (1974). Anhand charakteristischer Stereogramme werden die wichtigsten Nutzungsformen veranschaulicht.

4.3 Bildmassstab und Aufnahmezeitpunkt

Die Aussagekraft der Luftbilder hängt in erster Linie vom Bildmassstab, von der Filmart und vom Zeitpunkt der Befliegung ab. Bei einer grossräumigen Landnutzungserhebung wird man versuchen, einen möglichst kleinen Bildmassstab zu verwenden. Dadurch kann pro Bild eine grosse Fläche erfasst und die Kosten für die Bildbeschaffung können tief gehalten werden. Allerdings muss der Massstab trotzdem gross genug sein, damit eine sichere Erfassung der einzelnen Nutzungsarten gewährleistet ist. Für die Nachführung der schweizerischen Landeskarten werden vom Bundesamt für Landestopographie z.B. für die ganze Schweiz Schwarzweiss-Luftbilder im Massstab 1 : 25 000 hergestellt. Diese Aufnahmen werden zur Zeit auch für die Erneuerung der Eidg. Arealstatistik eingesetzt und gestatten bereits eine recht detaillierte Erfassung der Bodennutzung (vgl. Abb. 2).

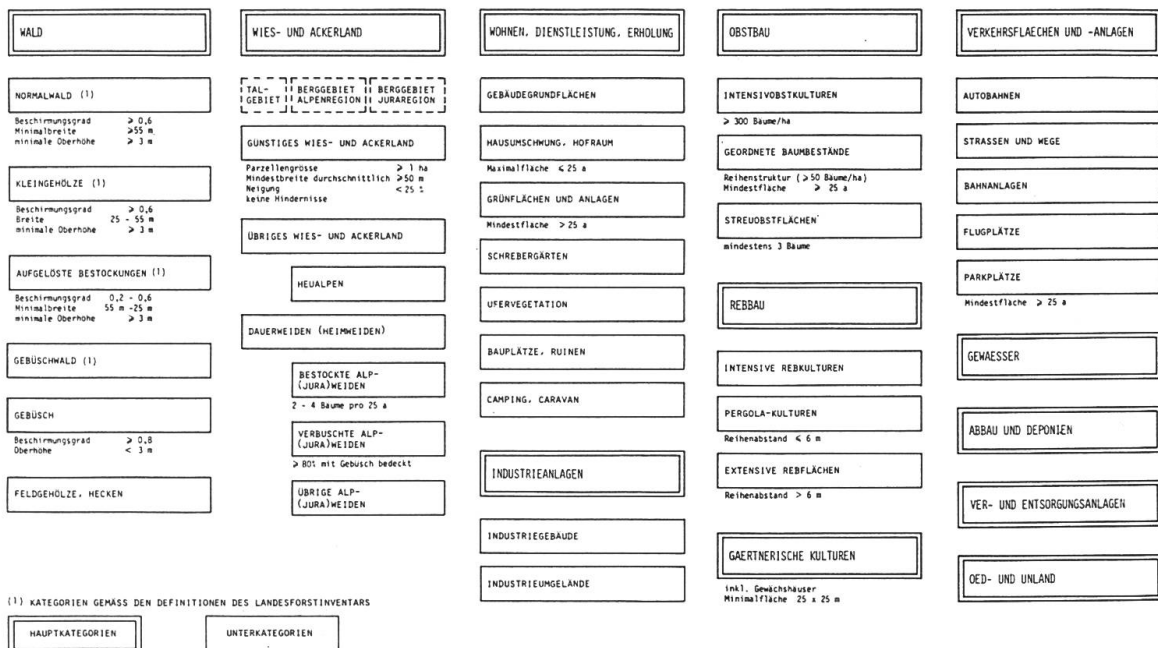


Abb. 2 Informationsgehalt von panchromatischen Luftaufnahmen 1 : 25 000. Dieser Kategorienkatalog wurde bei einem umfangreichen Versuch über die Erneuerung der Eidgenössischen Arealstatistik mit Hilfe von Luftaufnahmen eingesetzt (Trachsler et al. 1981). Er wird mit gewissen Modifikationen auch für die zur Zeit beim Bundesamt für Statistik laufenden routinemässigen Landnutzungserhebungen eingesetzt. Ein erfahrener Interpret sollte in der Lage sein, diese Nutzungskategorien weitgehend auf den vom Bundesamt für Landestopographie hergestellten Schwarzweiss-Aufnahmen 1 : 25 000 abzugrenzen.

Wichtig für die Bestimmung der einzelnen Nutzungsarten ist auch der Zeitpunkt der Befliegung, ist doch das Erscheinungsbild landwirtschaftlicher Kulturen im Laufe des Jahres charakteristischen Änderungen unterworfen. Im Hinblick auf eine Landnutzungskartierung ist insbesondere zu beachten, dass die Aufnahmen nicht vor Beginn der Belaubung erstellt werden. Die Ausscheidung von Gebüschwäldern, Gebüsch, Feldgehölzen und Hecken, Intensivobstflächen und Reben ist sonst kaum möglich.

Soll eine Differenzierung von Wies- und Ackerland durchgeführt werden, erfolgt die Befliegung am besten kurz vor dem Einsatz der Heuernte (vgl. *Steiner* 1960). Eine genaue Planung des Aufnahmezeitpunktes ist insbesondere wichtig für die Kartierung von Baum- und Vegetationsschäden mit Infrarot-Farbbildern wie sie im Rahmen des Projektes SANASILVA 1984 in verschiedenen Kantonen durchgeführt wurde.

5 Darstellung der Interpretationsergebnisse

Die bisherigen Ausführungen haben sich auf die Methodik der Luftbildinterpretation beschränkt. Luftbildinterpretation stellt jedoch in den wenigsten Fällen einen isolierten, in sich abgeschlossener Arbeitsprozess dar, sondern bildet meistens Bestandteil einer ganzen Verarbeitungskette. Damit die Interpretationsergebnisse z.B. im Rahmen eines grösseren Projektes weiter verarbeitet werden können, genügt es kaum, lediglich aufgrund des Luftbildes eine Interpretationsskizze zu erstellen, sondern die Ergebnisse müssen entsprechend aufbereitet werden. Darunter ist z.B. folgendes zu verstehen:

- Erstellen von thematischen Karten
- Ableiten von statistischen Angaben (z.B. Landnutzungsstatistik)
- Speichern der Daten im Rahmen eines EDV-gestützten geographischen Informationssystems.

Dazu sind wiederum verschiedene Arbeitstechniken verfügbar, die auch dem Geographen zumindest in den Grundzügen bekannt sein sollten. Sie reichen von der einfachen visuellen Umzeichnung der Interpretationsergebnisse auf bestehende Karten bis zum Einsatz hochpräziser, EDV-gestützter photogrammetrischer Kartiersysteme. Ein kurzer Überblick über die wichtigsten Möglichkeiten der lagerichtigen Kartierung und Quantifizierung von Interpretationsergebnissen finden sich bei *Trachsler* (1980).

RÉSUMÉ

Quoique la photographie aérienne soit connue dans les sciences de la nature depuis les années 30, elle est utilisée en Suisse en dehors de la photogrammétrie que depuis 1960 environ; elle sert de base pour les cartes pédologiques, les cartes d'utilisation du sol, les inventaires et l'état des forêts (Etude Sanasilva).

L'avantage de la photo aérienne consiste dans le fait qu'elle donne une image fidèle d'un bout de paysage à un moment précis; avec le stéréoscope, le paysage peut être examiné dans son volume. Cependant l'interprétation de la vue aérienne exige une connaissance approfondie de la matière qu'on veut analyser. C'est ainsi, par exemple, qu'une vue aérienne sur l'extension des dégâts forestiers devrait être interprétée par un spécialiste forestier. Pour montrer ce qu'une interprétation exige, l'article cite, à titre d'exemple, pour une cartographie d'utilisation du sol, les divers indices nécessaires, comme l'ensoleillement, la taille des objets, la nature du sol etc.

Il est important de remarquer, qu'à la différence des cartes, il n'existe pas une légende unique valable pour photos aériennes; l'interprétation de chaque type de vue aérienne exige une clé particulière.

Résumé: *D. Opferkuch*

Traduction: *P. Meyer*

LITERATUR

- Albertz, J.* (1975): Über die Methode der Luftbildinterpretation. — Symposium Erderkundung, DFVLR.DGP, Köln-Porz, 47-56
- Baumberger, K.* (1969): Klassifikation von landwirtschaftlichen Kulturen auf Farb- und Schwarzweissluftbildern mit Hilfe von Densitometermessungen und Computer. — Diss. Univ. Zürich
- Dodt, J.* (1968): Zur Didaktik der geographischen Luftbildauswertung. In: Bildmessung und Luftbildwesen, 3, 170-177
- Finke, H.* und *von Poswick, M.* (1981): Luftbildauswertung und Stadtplanung. — = Veröffentlichungen der Forschungsgemeinschaft Bauen und Wohnen, Stuttgart
- Frei, E.* u.a. (1980): Bodeneignungskarte der Schweiz Masstab 1 : 200 000. In: Grundlagen für die Raumplanung, Bern, 15-19
- Haefner, H.* (1963): Vegetation und Wirtschaft der oberen subalpinen und alpinen Stufe im Luftbild. — Diss. Univ. Zürich
- Hagen, T.* (1950): Wissenschaftliche Luftbildinterpretation — ein methodischer Versuch. In: Geographica Helvetica, 4, 209-276
- Kellersmann, H.* und *Tost, R.* (1977): Luftbildinterpretation — Flächennutzungskartierung, Grundlage eines städtebaulichen Informationssystems. In: Vermessungen und Raumordnung, 7, 374-388
- Kölbl, O.* (1976): Photogrammetrische Bestandeskartierung mit automatisierter Flächenberechnung. — Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Berichte, Nr. 147, 49-81
- Kölbl, O.* und *Trachsler, H.* (1978): Grossräumige Landnutzungserhebungen mittels stichprobenweisen Auswertungen von Luftbildern. — DISP, Nr. 51, 36-50
- Kölbl, O.* (1982): Stichprobenweise Luftbildauswertung zur Erneuerung der Arealstatistik: Geometrische Aspekte und Genauigkeitsanalyse. In: Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik, 10, 317-322
- Kurth, A.* und *Rhody, B.* (1962): Die Anwendung des Luftbildes im schweizerischen Forstwesen. — Schweizerische Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Mitteilungen, Bd. 38
- Maurer, H.* (1965): Untersuchungen zur Unterscheidbarkeit landwirtschaftlicher Kulturen im farbigen Luftbild am Beispiel der Landnutzung im nordostschweizerischen Raum. — Diss. Univ. Zürich
- Meienberg, P.* (1966): Die Landnutzungskartierung nach Pan-, Infrarot- und Farbluftbildern. — Münchner Studien zur Sozial- und Wirtschaftsgeographie
- Meyer, B.* (1982): Arealstatistik — Rückblick und Ausblick. In: Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik, 10, 310-317
- Schmidt-Kraepelin, E.* (1966): Luftbildinterpretation in der Agrarlandschaft. In: Landeskundliche Luftbildinterpretation im mitteleuropäischen Raum, H. 7
- Schneider, S.* (1974): Luftbild und Luftbildinterpretation. In: Lehrbuch der allgemeinen Geographie, Bd. XI, Berlin
- Schneider, S.* (1984): Angewandte Fernerkundung: Methoden und Beispiele. — Akademie für Raumforschung und Landesplanung, Hannover
- Schoedler, J.* (1973): Landnutzungsinterpretation mit Hilfe farbiger Luftbilder im Unterwallis. — Diss. Univ. Zürich
- Steiner, D.* (1960): Die Jahreszeit als Faktor bei der Landnutzungsinterpretation auf panchromatischen Luftbildern. — Diss. Univ. Zürich
- Steiner, D.* (1962): Zur Technik und Methodik der Landnutzungsinterpretation von Luftbildern. In: Berichte zur deutschen Landeskunde, H. 1, 99-126
- Trachsler, H.* (1974): Luftbild und Orthophoto als Datenquelle für geographische Informationssysteme — dargestellt am Beispiel einer gesamtschweizerischen Landnutzungserhebung. — Diss. Univ. Zürich
- Trachsler, H.* und *Elsasser, H.* (1976): Zur Bedeutung von Landnutzungskartierungen für die Raumplanung. — DISP, Nr. 43, 13-16

- Trachsler, H.* (1980): Grundlagen und Beispiele für die Anwendung von Luftaufnahmen in der Raumplanung. – ORL-Bericht Nr. 41
- Trachsler, H.* u.a. (1981): Stichprobenweise Auswertung von Luftaufnahmen für die Erneuerung der Eidgenössischen Arealstatistik, Bericht über einen Versuch in verschiedenen Testgebieten in der Schweiz. – = Arbeitsdokumente für die schweizerische Statistik, H. 5, Bern
- Trachsler, H.* (1982): Stichprobenweise Luftbildauswertung zur Erneuerung der Arealstatistik: Bildinterpretation und Erfassung der Landnutzung. In: Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik, 10, 323-330
- Trachsler, H.* und *Elsasser, H.* (1983): Landnutzungsveränderungen in der Schweiz. In: Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik, 2, 29-34
- Troll, C.* (1939): Luftbildplan und ökologische Bodenforschung. In: Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, 241-298
- Troll, C.* (1942): Methoden der Luftbildforschung. – = Sitzungsberichte europ. Geographen, Würzburg, 121-146
- Troll, C.* (1943): Fortschritte der wissenschaftlichen Luftbildforschung. In: Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde, 277-311
- Vink, A.P.* (1962): Die Bodenkartierung mit Hilfe der Luftbildinterpretation unter europäischen Verhältnissen. In: Berichte zur deutschen Landeskunde, 29, 1

