

1. Einführung

Der Bereich der planungsrelevanten Statistik ist seit einigen Jahren zu einem wichtigen Aufgabenschwerpunkt der Städtestatistik geworden. Anwendungsbezogen werden für die Zwecke der Stadtforschung und Stadtentwicklungsplanung alle quantifizierbaren Erscheinungen im Leben der Stadt festgehalten und analysiert. Das hierfür benötigte Datenmaterial stammt nicht nur aus den Erhebungen der amtlichen Statistik, sondern auch aus eigenen Befragungen und der sekundären Nutzung von Geschäftsstatistiken der Vollzugsverwaltung. Das ist notwendig, damit auch die Themen abgedeckt werden können, für die weder in sachlicher noch in räumlicher Gliederung ausreichendes Zahlenmaterial aus dem Bereich der Amtlichen Statistik angeboten werden kann. Trotzdem entstehen unvermeidbar Datenlücken, denn nicht jeder Untersuchungsgegenstand der Stadtentwicklungsplanung oder auch der objektbezogenen Planung kann mit Daten aus den genannten Quellen belegt werden. Neue Erhebungen für spezielle Zwecke kosten aber Zeit und Geld; auch ist die Bereitschaft der Ausfüllungspflichtigen nicht immer in dem notwendigen Maße gegeben, wenn kein zwingendes Zählungsgesetz wie bei Erhebungen aus dem Bereich der Amtlichen Statistik vorliegt. Aus diesen Gründen sind Totalerhebungen auf freiwilliger Basis außerordentlich problematisch, selten effektiv und fast immer teuer. Stichprobenerhebungen hingegen können oft nur unvollkommen den Datenbedarf der objektbezogenen oder in kleinen Teilräumen arbeitenden Planung abdecken.

Hier tritt nun die Luftbildinterpretation als eine Möglichkeit auf, Daten für jeden gewünschten Stadtraum gewissermaßen aus der Vogelschau zu erheben. In der Tat hat sie sich in den letzten Jahren als ein Mittel erwiesen, das nicht nur überschlägig, sondern mit Hilfe verfeinerter Methoden schon sehr exakt Datenlücken schließen, Strukturen erfassen und ihre Veränderungen durch Bildserien verfolgen kann. Die Erfahrungen mit diesem neuen Erkenntnis Hilfsmittel brachten bald zusätzliche Anwendungsbereiche, z. B. im Umweltschutz, und erschlossen der Grundlagenforschung Möglichkeiten, die auf keine andere Weise gegeben wären.

Die Luftbildauswertung ist heute die leistungsfähigste Methode zur schnellen Gewinnung planungs- und umweltrelevanter Interpretationen. Sie dient mehr als andere Medien der tiefgehenden Kenntnis von der gegenwärtigen Nutzung der Erdoberfläche bzw. großmaßstäblich von ausgewählten Teilen der Erdoberfläche und bildet damit die Voraussetzung für eine sinnvolle Planungsvorbereitung. Mit zunehmendem wirtschaftlichem Wachstum und einer dadurch ausgelösten erhöhten Bautätigkeit ist es vor allem in Ballungsräumen zu laufenden Veränderungen in der Bodennutzung und in der Oberflächengestalt gekommen, Karten verlieren deshalb in unserer Zeit rasch ihre Aktualität und damit ihre alleinige Bedeutung als Entscheidungsgrundlage. Sie müssen durch geeignete Luftbilder ergänzt und vielfach sogar ersetzt werden.

Das Luftbild, in den Städten schon aus seiner Anwendung innerhalb des Vermessungswesens bekannt und unentbehrlich geworden, fand zunehmend Beachtung auch in Stadtplanung und Statistik. Erste Untersuchungen in diesem Zusammenhang, z. B. durch Verkehrszählungen mit Hilfe von Luftbildern, wurden

im Statistischen Amt der Landeshauptstadt München bereits im Jahr 1969 unternommen. Da die Ergebnisse sehr positiv waren, entschloß sich die Landeshauptstadt, eine Luftbildausrüstung zu beschaffen, zumal ein geeigneter Fotomeister mit Erfahrungen und Kontakten auf dem Gebiet der Luftbildfotografie zur Verfügung stand.

Bildteil

Bild 15–22

Mit dem Vorhandensein einer entsprechenden Ausrüstung und durch die örtlich sich anbietenden Möglichkeiten, kurzfristig mit Hubschraubern oder mit angemieteten Propellermaschinen der ansässigen Flugdienste Befliegungen durchzuführen, erfuhr die Methode der Luftbildauswertung seither ständig neue Anwendungsimpulse. Luftbilder wurden bald unentbehrlich bei der Festlegung von Sanierungsgebieten, bei der statistischen Einteilung des Stadtgebietes in Erhebungsräume oder zur kleinräumlichen Gliederung, ferner im Zusammenhang mit der Dorfkernstudie und anderen Untersuchungen zum Stadtentwicklungsplan, bei der Prüfung von Leitungstrassen, bei der Ausschreibung städtebaulicher Wettbewerbe, um nur einige Beispiele zu nennen.

Neben den laufenden Arbeiten im eigenen Bereich wurden in zunehmendem Maße auch aus anderen Städten und Regionen Beiträge bekannt, die die Bedeutung der Luftbildinterpretation im Bereich kommunaler Stadtentwicklungsforschung unterstrichen. Da München jedoch die erste Stadt mit eigenen Einrichtungen auf dem Gebiet der Luftbildfotografie ist, soll in diesem Heft des Statistischen Informationsdienstes dargestellt werden, welche Möglichkeiten die Luftbildinterpretation heute für Planung und Statistik eröffnet.

In diesem Zusammenhang ist zu bemerken, daß die Leitung des Münchener Stadtentwicklungsreferates die Anwendung der Luftbildfotografie in besonderem Maße förderte. Daß die Ideen, die aus Planung und Statistik kamen, auch technisch umgesetzt werden konnten und die Luftbildinterpretation in München zum Erfolg geführt wurde, ist dem Fotomeister der Stadtbildstelle, Herrn Karl Schillinger, zu verdanken. Er hat über die Bearbeitung der einschlägigen Aufträge hinaus eigene Verfahren entwickelt und neue Formen des Geräteinsatzes erarbeitet. Viele Beispiele in diesem Beitrag zeigen das im einzelnen auf. Zuvor soll jedoch im nächsten Kapitel ein Entwicklungsüberblick gegeben werden.

2. Die Entwicklung von Luftbilderkundung und Luftbildinterpretation

Die Entwicklung des Luftbildwesens und insbesondere der Luftbildauswertung steht im engen Zusammenhang mit dem Fortschritt drei verschiedener Fachgebiete:

- der Luftfahrt und Raumfahrt,
- der Fotografie,
- der Bildmessung.

Die Luftbildfotografie ist dabei älter, als vielfach angenommen wird. Beginn und vorläufiger Höhepunkt oder, wenn man so will, die „Grenzmachen“ der Luftbildfotografie liegen etwas über 100 Jahre auseinander: In den letzten Dezembertagen des Jahres 1858 stieg der Franzose Gaspard Félix Tournachon (gen. Nadar) zum ersten erfolgreichen Luftbildflug auf. Allerdings handelte es sich dabei noch nicht um einen „Flug“ im heutigen Sinne, denn Nadar benutzte einen Ballon. Aus mehreren 100 Metern Höhe fotografierte er ein Dorf in der Nähe von Paris. Häuser und weitere Einzelheiten waren auf diesem Bild deutlich erkennbar. Seine Idee war schon etwas älter, denn bereits Monate vorher meldete er ein Patent über die Verwertung der Luftbildfotografie bei der Herstellung von Landkarten an. Das war der Beginn! Am Ende dieser Entwicklung schließlich – am 23. August 1966 – fotografierte der um den Mond kreisende Fotosatellit Lunar-Orbiter I zum ersten Mal unsere Erde aus großer Entfernung als Himmelskörper. Obgleich wir diese Bilder eines von Menschenhand geschaffenen technischen Roboters nur indirekt sehen konnten und erst rund 2 Jahre später Menschen aus dieser Distanz mit eigenen Augen dieses Erlebnis nachvollziehen und selbst Aufnahmen dieser Art machen konnten, stellte das erste Bild der Erde als Planet den vorläufigen Abschluß einer mehr als 100jährigen Entwicklung dar.

Wie die ersten Luftbilder, boten auch die aus kosmischen Entfernungen gemachten Aufnahmen unseres Planeten von vorneherein eine ganze Reihe von Auswertungsmöglichkeiten, wie sie heute, wo Weltraumflüge schon etwas Alltägliches geworden sind, im Rahmen der Meteorologie, der Satellitengeodäsie und in vielen anderen Anwendungsbereichen genutzt werden.

Kehren wir zur Erde zurück. Schon frühzeitig erkannte man viele Möglichkeiten und Vorzüge des Luftbildes. Im US-amerikanischen Bürgerkrieg wurden 1862 bei Ballonaufstiegen Luftbilder vom feindlichen Gebiet zur Information über das Gelände und die Truppenbewegungen aufgenommen. Auch in Europa war die militärische Erkundung bald ein Gebiet, das infolge der entsprechenden Anstrengungen, die die Menschheit leider immer verstärkt zunächst in diesem Bereich macht, eine Reihe von bahnbrechenden Anregungen und Fortschritten brachte. So entwickelte sich das Luftbild von einem Medium der militärischen Erkundung und der Vermessung immer mehr auch zu einem Forschungs- und Lehrmittel für Geografen. Bereits im Jahre 1910 wurden von einem Luftschiff aus Aufnahmen von Spitzbergen gemacht. Hier wie auch bei anderen nur mühsam zu erfassenden geografischen Gebieten konnte man mit Hilfe des Luftbildes einen entscheidenden Sprung nach vorne machen. Die folgenden Jahrzehnte brachten entscheidende Verbesserungen der Aufnahmetechnik und des Film-

materials. Der Gebrauch der Stereoskopie bei der Kartenherstellung wurde eingeführt. Die Bedeutung der Fotografie in der Raumfahrt nahm ihren Anfang im Grunde schon 1935, als vom US-Ballon „Explorer II“ in 22 km Höhe das erste, die Krümmung der Erde deutlich zeigende Luftbild aufgenommen wurde.

Der Anwendungsbereich der Luftbildfotografie dehnt sich immer stärker aus. Über ihre Anwendung in der Vermessung und der Geographie kamen Luftbilderkundungsverfahren in die Stadt- und Landesplanung. Auch Straßen- und Wasserbauer bedienten sich immer mehr dieses Mediums, Berufe, die heute kaum noch ohne Luftbilderkundung ausgeübt werden.

Es ist nicht Gegenstand dieses Beitrages, über die Gesamtentwicklung der Luftbildfotografie und all ihrer Möglichkeiten erschöpfend zu berichten. Hierüber gibt es bereits eine umfangreiche Literatur, aus der im Literaturverzeichnis ab Seite 89 einige der wichtigsten grundlegenden Veröffentlichungen genannt werden. Sinn dieser Arbeit ist es, speziell über die Anwendung der Luftbildfotografie im Bereich der Stadtentwicklungsplanung und Statistik das zusammenzutragen und zu erläutern, was aus Theorie und Praxis heute zur nutzbringenden Anwendung gelangt. Voraussetzung für die Darstellung und die richtige Interpretation der Beispiele des Bildteils sind die richtige Definition der Begriffe, die Kenntnis von den verschiedenen Arten der Luftbilder und gewisse technische Voraussetzungen.

3. Die verschiedenen Arten der Luftbilder und die technischen Voraussetzungen zu ihrer Aufnahme, Entwicklung und Auswertung im Planungsbereich

Die Definition des Luftbildes soll am Beginn der Darstellung der verschiedenen Arten stehen. Nach wissenschaftlicher Auffassung ist das Luftbild ein von einem Flugkörper aus aufgenommenes fotografisches Bild eines Teils der Erdoberfläche, meist aus mittleren Höhen fotografiert. Je nach Richtung der Aufnahmeachse zur Oberfläche der Erde wird unterschieden in Senkrechtaufnahmen und Schrägaufnahmen.

Senkrechtbilder werden meist mit Reihenmeßkamern in streifenartigen Verbänden bei einer gegenseitigen Bildüberdeckung von rund 60 % gewonnen. Senkrechtaufnahmen ergeben ein kartenähnliches Bild des Grundrisses und werden entzerrt und auf den gewünschten Maßstab gebracht, heute oft als Grundlage bei der Kartenherstellung verwandt. Höhenunterschiede, die auf den einzelnen Luftbildern nur am Schrägschatten zu erkennen sind, werden durch Bildpaare bzw. zwei Senkrechtbilder desselben Geländeabschnitts von benachbarten Aufnahmeorten aus aufgenommen, vermittelt eines Stereoskops in ein räumliches Modell des Geländes umgesetzt, in dem die Höhenunterschiede optisch auffallen, zumal sie auch in der Verkleinerung stark überhöht erscheinen.

Bild 3–6

Schrägbilder werden für viele Zwecke der Forschung, z. B. auf dem Gebiet der Geografie, der Stadtplanung, des Städtebaus, für Werbung und Industrie und schließlich sogar zur Postkartenherstellung meist mit anspruchsvollen optisch und vom Verschleiß her besonders ausgestatteten großformatigen Handkameras aufgenommen. Schrägbilder sind sehr plastisch und anschaulich. Die Höhenunterschiede im Gelände werden eindeutig erkannt.

Bild 1 u. 2

Die Auswertung von Schräg- und Senkrechtbildern besteht in ihrer einfachsten Form in einer systematischen Durchforschung und Deutung des Bildinhalts. Die sogenannte Luftbildinterpretation entwickelte sich zu einem wichtigen Hilfsmittel aller Zweige der Geowissenschaften im weitesten Sinne, angefangen von der Geografie und Geologie über Forstwirtschaft und Ingenieurbau, bis hin zur Landesplanung. Die Aufnahmeverfahren und technischen Ausrüstungen wurden während des zweiten Weltkrieges und in der Zeit danach außerordentlich gefördert, wobei neben wesentlichen Verbesserungen im Auflösungsvermögen der Optik die in jüngerer Zeit verwendeten Infracolorbilder den größten Fortschritt brachten. Infolge unterschiedlicher Reflektionen, die von den Aufnahmegegenständen ausgehen, ergeben sich Bildfärbungen, die von den natürlichen Farben auffällig abweichen (z. B. rot statt grün); man spricht dann von „Falschfarbbildern“. Vor allem in der vergleichenden Betrachtung zu farbtreuen Bildern erhält man zusätzliche Einzelheiten und, wie noch näher auszuführen ist, auch Aufschluß über die Qualität der Vegetation usw. Der Einsatz von Multibandkameras brachte in Verbindung mit der Multispektralfotografie noch weitere Innovationen, die zu einer wesentlichen Verbesserung der Detailinterpretation führten.

Soweit das Grundsätzliche. Bei der Behandlung des Anwendungsbereiches innerhalb der planungsrelevanten Statistik wird mit Beispielen noch näher auf die speziellen Probleme und Möglichkeiten bei der Auswertung eingegangen.

Kartografische Darstellungen lassen sich aus Einzelbildern, Bildpaaren oder Bildreihen ableiten, die senkrecht aufgenommen worden sind und Paßpunkte enthalten. Zusätzliche Informationen z. B. über Geschoßhöhen von Gebäuden usw. können Schrägbildern der entsprechenden Gebiete entnommen werden. Kartografische Darstellungen, die auf Luftbildfotografien basieren, können zeichnerisch, optisch aber heute auch schon mechanisch oder rechnerisch mit Hilfe der Verfahren der Fotografie ausgewertet werden.

Jedes einzelne Luftbild zeigt ein in geometrischer Hinsicht ähnliches Bild der Erdoberfläche nur dann, wenn das aufgenommene Gelände flach, also horizontal ist und die optische Achse der Kamera sich im Augenblick der Aufnahme im Erdlot befand. Ferner muß zur Einhaltung eines bestimmten Bildmaßstabs bei der Aufnahme eine entsprechende Flughöhe eingehalten werden. Wenn diese Voraussetzungen, die ideal beim sich rasch bewegenden Flugzeug nur sehr selten zutreffen, wenigstens näherungsweise erfüllt sind, kann man die Einzelbilder in einem sogenannten Entzerrungsgerät entzerren bzw. bereinigen. Weist das Aufnahmegelände große Höhenunterschiede auf, so muß die Entzerrung in einem zusätzlichen Orthofotogerät vorgenommen werden. Aus den entzerrten Luftbildern kann ein Luftbildplan zusammengesetzt werden.

Eine echte Geländedarstellung mit Höhenlinien erhält man mit Hilfe von Doppelbilddauswertegeräten, die den Bildpaaren in einem Arbeitsgang Grundriß und Höhenlinien entnehmen und mechanisch auf ein Zeichenblatt übertragen. Dieses Zeichenblatt wird durch kartografische Übertragung zur Karte ausgestaltet. Diese kartografische Übertragung läßt auch das entzerrte Luftbild zu einer Luftbildkarte werden, in die Kartenzeichen, Ortsnamen, Höhenangaben usw. in Schrift und Zahl eingetragen werden.

Die Verfahren der Fotogrammetrie oder Bildmessung können darüber hinaus Form, Größe oder Lage beliebiger Objekte auf der Erdoberfläche bestimmen. Damit verbunden ist eine Bildinterpretation, die gerade bei Luftbildverfahren von besonderer Bedeutung ist. In diesem Zusammenhang wäre auch noch die Fotogeologie zu nennen, die insbesondere Flächenstrukturen und andere komplexe Formen auf unzugänglichen Gebirgszügen aufdecken und untersuchen lassen kann. Ein weiteres interessantes Anwendungsgebiet ist die Luftbildarchäologie, die in der Literatur schon ausführlich behandelt wurde und durch Veränderungen im Bewuchs unter der Erdoberfläche liegende Strukturen aufzeigt. Die sog. positiven und negativen Bewuchsmerkmale von archäologischen Relikten ergeben sich durch die unter der Oberfläche herrschenden Unterschiede (z. B. ein verschütteter Graben mit hoher Bodenfeuchte und entsprechenden positiven Voraussetzungen für den Bewuchs oder eine nah an die Bodenoberfläche herantretende Mauer, die die Ansammlung von günstiger Bodenfeuchte und die Wurzelbildung beeinträchtigt). Die Fachliteratur gibt hierzu zahlreiche Beispiele, die, variiert durch besondere Wetterbedingungen, eine Fülle von Erkenntnissen zulassen.

Beschränken wir uns hier jedoch auf den engeren Anwendungsbereich innerhalb von Stadtplanung und Statistik, der heute selbst eine Vielzahl von Beispielen einschließt und damit Einsatzmöglichkeiten, insbesondere für die Luftbild-

schrägfotografie. Solche Luftbilder verschaffen dem Betrachter stets einen weiten, auf andere Weise nicht zu erhaltenden Überblick, sie erleichtern die Zuordnung einzelner Details zueinander. Luftbildaufnahmen sind deshalb auch geeignet, Laien besondere strukturelle Zusammenhänge zu erläutern. Auf interessante und aufschlußreiche Weise geben sie ihm die Möglichkeit, sich unzählig viele Einzelheiten, die nur aus der Vogelperspektive erkennbar sind, in Ruhe anzuschauen und „erkenntnisföndig“ zu werden bei der Wanderung mit den Augen über das Luftbild.

Hat man das unmittelbare Erlebnis des Blicks aus dem Flugzeug, so ist mehr oder weniger alles in Bewegung, wechseln die Eindröcke viel zu rasch, so daß man nur einen verhältnismäßig ungenauen Gesamteindruck behält. Luftbilder hingegen sind aufschlußreich, denn sie halten durch das unbestechliche Auge der Kamera in Sekundenbruchteilen eine Fülle von Einzelheiten fest, für die unser Auge einen längeren Zeitraum beanspruchen würde. Dabei ist das Luftbild nicht statisch, denn kurzfristige und auch längerfristige Veränderungen bzw. Entwicklungen lassen sich durch Zeitbildreihen festhalten, z. B. wenn man den Besuch eines Ausstellungsgeländes durch die Inanspruchnahme von Parkplätzen ermitteln will. In einem anderen Fall, wo es darum geht, die bauliche Entwicklung eines Stadtteils detailliert festzuhalten, werden Luftaufnahmen in halbjährlichen oder jährlichen Abständen hergestellt, und zwar aus gleicher Höhe und möglichst auch gleichen Aufnahmewinkeln.

Die Sanierungsstelle des Baureferates hat darüber hinaus nach besonderen Auswertungsbogen der Bauakten weitere Einzelheiten über im Luftbild erfaßte sanierungsbedürftige Gebäude in eine Luftbildkartei integriert.

Zur **Kameratechnik** ist zu sagen, daß man heute im Prinzip mit fast jeder Kamera Luftbildschrägaufnahmen herstellen kann. Nur entsprechen sie durch mangelndes Auflösungsvermögen meist nicht den notwendigen technischen Anforderungen, die an ein auswertbares Luftbild zu stellen sind. Diese speziellen Erfordernisse lassen sich am besten durch eine großformatige Kamera erfüllen, die ein möglichst großes Ausgangsformat hat, also schon vom Film her optimale Vergrößerungsmöglichkeiten – auch von Ausschnitten – bietet. Dieses fotografische Gerät muß nun den besonderen Arbeitsbedingungen der Luftbildfotografie entsprechen, d. h., man kann nicht wie sonst bei großformatigen Kameras Platten verwenden. Da nämlich Luftbildaufnahmen meist auch von der Witterung und der Beleuchtung abhängig sind, muß man bestrebt sein, bei jedem Anflug auf ein Objekt soviel Aufnahmen wie möglich hintereinander zu machen. Das bedeutet, daß man bei dem geforderten möglichst großen Aufnahmeformat eine Kameratechnik einsetzt, die die Verwendung einer Filmkassette erlaubt. Dieser Film muß – möglichst elektrisch – schnell transportiert werden, das erschütterungsfreie Auslösen sollte über einen elektrischen Verschlußauslöser erfolgen, und schließlich sollte der elektromotorische Filmtransport mit einer Saugkassette verbunden werden, die es ermöglicht, daß auch ein großformatig breiter Rollfilm im Augenblick der Aufnahme fest an die Kamerarückwand gesaugt wird, also in absoluter Planlage fixiert wird. Nur bei einer solchen Planlage läßt sich eine hohe optische Qualität auch auf das Fotomaterial umsetzen. Beim Weitertransportieren des Films tritt dagegen die Ansaugdruckluft aus den Düsen aus, der Film

wird von der Rückwand abgehoben und verkratzungsfrei sowie ohne Reibungswiderstand fortbewegt.

Eine weitere Forderung, die an das Aufnahmegerät gestellt werden muß, liegt in der schnellen und leichten Bedienbarkeit sowie besonders auch in der Handlichkeit. Die Kamera muß mit beiden Händen im Fahrtwind des u.U. offenen Flugzeugs oder im Hubschrauber bei geöffneter Kabinentür möglichst ruhig gehalten und auch mit Fliegerhandschuhen noch eingestellt bzw. bedient werden können. Möglichst viele Bedienungsvorgänge müssen automatisch oder zumindest unkompliziert und schnell auszuführen sein. Die Industrie bietet inzwischen auch für den zivilen Gebrauch solche Großformatluftbildkameras an. Wie bereits eingangs erwähnt, ist es deshalb durchaus möglich, daß auch eine Stadt, die in der Planung und in anderen Bereichen viel mit Luftbildern arbeitet, den kostspieligen Einkauf von Einzelluftbildern vermeiden kann. Hierzu muß bei der Stadtbildstelle oder einer anderen geeigneten Fachdienststelle eine entsprechende Ausrüstung bereitgehalten werden, die sogar (abgesehen von der Kamera, sie hat in der Regel ein fix-focus-Objektiv, das erst ab ca. 50 m Entfernung scharf zeichnet) auch für andere Arbeiten eingesetzt werden kann.

Die Kamera- und Laborausrüstung für Schrägluft- und nicht entzerrte Senkrechtaufnahmen, so wie sie in München mit großem Erfolg Verwendung findet, hat folgenden Umfang:

Bild

39 u. 40

Die Kamera Linhof Aerotechnika 4 x 5" mit Objektiv Aero Technika

Planar 1 : 3,5/135 mm und Tele-Arton 1 : 5,6/270 mm mit Rahmen- und Winkelsucher, Akku und Ladegerät sowie Anschlußmöglichkeit an das Bordnetz.

Im Labor Rotationsentwicklungsmaschine „Metorette“ von Fa. Meteor, mit Temperieranlage,

Linhof-Colorvergrößerer 9/12/4 x 5" für kondensorlose Vergrößerungen.

Agfaprint Color-System C 66 für schnelle Bildverarbeitung.

Zubehör wie Stanzen, Umwickelmaschinen, Filter usw. werden je nach Bedarf und Aufgabenstellung beschafft.

4. Luftbildarchive

Will man Luftbilder nicht nur aktuell für besondere Planungsmaßnahmen oder statistische Auszählungen verwenden, sondern immer wieder als Vergleichs- und Entwicklungsgrundlage heranziehen, ist es notwendig, Luftbildarchive aufzubauen. In der einfachsten Form kann ein solches Archiv aus festumrandeten, durchsichtigen Bildtaschen bestehen, in die die 9 x 12-Originaldias eingeschoben werden; der Bildrand dient der Beschriftung mit den wichtigsten Angaben wie Aufnahmedatum und Uhrzeit, Aufnahmeobjekt, Aufnahmewinkel, besondere Bemerkungen. Diese „Luftbildkarteikarten“ für das Archiv können entweder nach dem Aufnahmedatum oder in einer Einteilung nach Stadtteilen und gleichzeitig innerhalb des Stadtteils nach Objekt und Aufnahmedatum sortiert werden. Eine weitere Möglichkeit für den Aufbau einer Archivordnung liegt darin, nach Aufnahmeobjekten und Sachgebieten vorzugehen, also nach Bildern für den öffentlichen Verkehr, für den Individualverkehr, zur Gewerbestruktur, zum Denkmalschutz usw. zu sortieren. Günstig ist es, wenn ein solches Luftbildarchiv, damit nicht immer die Karteikarten mit den Originalen bewegt werden müssen, seinen Niederschlag in ebenso geordneten Katalogen mit kurzen Bildbeschreibungen und der Bildnummer finden. Daß neben der sachgerechten Nummerierung auch der Freigabevermerk auf jeder Karteikarte und u. U. auch im Katalog mit der entsprechenden Freigabenummer aufzuführen ist, ist bei dieser Materie selbstverständlich. Neben dem Archiv der Originale können auch – u. U. in einer anderen thematischen, zeitlichen oder sachlichen Ordnung Kopien in einheitlichen Größen, z. B. 18 x 24, in ein Parallelarchiv eingebracht werden.

Sehr bewährt hat sich die bei der Landeshauptstadt München eingeführte Ordnung eines Luftbildarchivs. Die Luftbildunikate werden in Archivmappen aufbewahrt, die Mappen sind mit Hängern in eine Hängekartei eingeordnet, deren einzelne Schubkästen an der Vorderfront den jeweiligen Ausschnitt der Stadtkarte zeigen, für den Luftbildunikate vorhanden sind. Die einzelnen Archivkästen sind nach Kompaßrichtungen geordnet. Auf die Archivmappen wird jeweils der Stadtbezirk, aus dem das oder die Motive stammen, eingetragen, das Aufnahmedatum, die Kennzeichnung der Filmart, die Katasternummer des aufgenommenen Gebietes (aus den Katasterkartenausschnitten auf den Karteikästen leicht auffindbar) sowie die Planquadratnummer der kleinräumigen Stadtgebietseinteilung nach dem Datenverarbeitungssystem KOMPAS. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, Lochkarten des üblichen Formats anzulegen, bei denen die ersten 50 Spalten für einzulochende Angaben freibleiben und von der 52. Spalte an Diaverkleinerungen der Luftbilder etwa im Format 38 x 52 mm integriert werden, und zwar so, daß sie in der Durchsicht als Diapositive betrachtet werden können. Eine maßstabgerechte Rückprojektion über Bildschirm ist möglich (im Baureferat, Gruppe Stadtplanung, der Landeshauptstadt München zur Zeit in den Maßstäben 1 : 100 und 1 : 200).

Große Luftbildarchive wie z. B. das Luftbildarchiv zur deutschen Landeskunde im Institut für Landeskunde in der Bundesanstalt für Landeskunde und Raumforschung hat ein besonderes Luftbildbegleitblatt aufgebaut, das neben den technischen Daten und dem Bildtitel der Eintragung von aus der Interpretation gewonnenen Informationen und ergänzenden Daten dient. Durch Randloch-

leitkarten wird bei umfangreichen Sammlungen das Auffinden spezieller Bilder erleichtert. In diese Randlochleitkarten kann gleichzeitig eine Kopie des entsprechenden Luftbildes integriert werden. In sehr großen Sammlungen, die auch umfangreiche Luftbildkarten und unzerschnittene Luftbildfilme umfassen, wird die Randlochkarte neuerdings durch die elektronische Bildaufnahme und Datenverarbeitung abgelöst. Solche Systeme sind jedoch sehr anspruchsvoll, ihr Einsatz ist bei dem hier beschriebenen Anwendungsgebiet noch nicht notwendig.

5. Remote-Sensing und andere neue weiterführende Verfahren

Bevor in den nächsten Kapiteln ausführlich auf die praxisbezogene Anwendung von Methoden der Luftbildinterpretation im Bereich der planungsrelevanten Statistik eingegangen wird, sollen diejenigen Verfahren wenigstens erwähnt werden, die mit Hilfe ganz neuartiger, zum Teil aus der Radartechnik stammenden Möglichkeiten, Geländeaufnahmen aus der Luft durchführen. Dazu gehören in erster Linie Verfahren, die unter dem Begriff „Remote-Sensing“ zusammengefaßt werden. Die vor allem in den USA sehr stürmisch vorangetriebene Entwicklung im Luftbildwesen der Nachkriegszeit schließt auch Aufnahmemethoden aus der Luft ein, die nicht mehr allein auf der direkten Fotografie beruhen. Der Begriff **Remote-Sensing** bedeutet Messung von Objekteigenschaften aus der Entfernung, d. h. ohne Berührung mit dem Objekt, im allgemeinen aus größeren Höhen vom Flugzeug, Ballon oder Satelliten aus. Hierfür wurden Geräte entwickelt, die nicht nur den bisher auswertbaren sichtbaren Teil des Spektrums, sondern auch die elektromagnetische Strahlung außerhalb des Sichtbaren aufnehmen.

Mit solchen Verfahren ist das Erkennen von Wärmekonzentrationen möglich, auch können Aufnahmen unabhängig von Tageslicht und Bewölkung gemacht werden.

Das „Remote-Sensing“ wird in den USA schon seit längerem angewandt, wobei diese Analysetechnik besonders in der Regionalforschung mit Erfolg eingesetzt wurde. In Europa hat dieses Verfahren nun auch in die Stadtplanung Einzug gehalten. Die Stadt Marseille bedient sich der Infrarotfotografie im Rahmen dieses Verfahrens, um Dichte und Alter von Gebäuden zu ermitteln und auch die Art ihrer Nutzung (gewerblich oder zu Wohnzwecken) festzustellen. Auch die Entwicklung im Zeitablauf versucht man durch entsprechende Aufnahmeserien zu erfassen. Das geht in der Regel jedoch nur in Kombination mit traditionellen Methoden der Datengewinnung. Ein separater Einsatz ist möglich, um Luftverschmutzungsgrade in Teilräumen festzustellen und Ökologie-Phänomene zu ermitteln, wie z. B. Landschaftskategorien, Leben und Gesundheit der Vegetation, Grundwasserspiegel usw.

Nach den Marseiller Erfahrungen sollen die Kosten des Einsatzes von Remote-Sensing-Verfahren nur ein Zwanzigstel der Summe betragen, die eingesetzt werden muß, wenn man erdgebunden nach traditionellen Methoden untersucht. Auch sollen die Ergebnisse wesentlich schneller (durchschnittlich in etwa einem Fünftel der Zeit) vorliegen wie bisher.

Kritisch wurde dem Einsatz der Infrarotfotografie im Bereich der Stadtforschung und Stadtplanung entgegengehalten, daß die Bewertung von Umweltbedingungen und ihre Skalierung zu kurz gekommen seien. Auch sind viele Stadtforscher der Meinung, daß die neue Methode für die Analyse größerer Teilräume (also etwa im Rahmen der Regionalplanung) besser geeignet sei als für die Analyse von Stadtentwicklungsprozessen, bei der häufig stärker und wesentlich kleinräumiger differenziert werden müsse, als es die Infrarotauswertung im

einzelnen zulasse. Allerdings gibt es hier auch Beispiele, wo Remote-Sensing-Verfahren in Verbindung mit Scanning-Methoden doch zu sehr dichten Ergebnissen geführt haben (siehe hierzu auch den 2. Raumordnungsbericht der Bayer. Staatsregierung, S. 273 ff. einschließlich der Darstellungen auf S. 276 und 277).

Die Nutzung der Infrarotstrahlung gehört ebenfalls in diesen Bereich. Die sog. Abtastgeräte, die vom Luftfahrzeug aus zur Geländeerkundung eingesetzt werden, nennt man Scanner. Besonders bekannt geworden und auch schon im Handel befindlich sind Infrarot-Scanner, die auf elektrisch-optischen oder elektrisch-optisch-mechanischen Systemen basieren. Das Aufnahmeverfahren besteht im Grundprinzip aus dem Empfang der Wärmestrahlen auf einem schnell rotierenden prismatischen Spiegel, von wo die Strahlen über Parabolspiegel, Detektor und Verstärker gelenkt und schließlich durch eine Lichtquelle, die auf die Strahlungsintensität reagiert, in Grautöne umgesetzt werden. Diese Grautöne werden dann auf einem Film festgehalten.

Infrarot-Scannerbilder lassen ganz ausgezeichnet die unterschiedliche Temperaturstrahlung von bebauten und nichtbebauten Stadtgebieten, von Wasserläufen und anderen planungsrelevanten Objekten erkennen. Die nächtliche Durchlüftung von Stadtgebieten durch Kaltluftströme wird sichtbar. Eine weitere Verbesserung wurde durch die Äquidensitometrie erreicht, die mit Hilfe ihres homogenen Verfahrens die Unterschiede in farbige Äquidensiten übersetzt. Auf dieses Verfahren der Äquidensitometrie wird später und im Bildteil noch ausführlich eingegangen, da es bereits seine Anwendung im Bereich der Stadtentwicklungsforschung und bei kommunalen Umweltschutzproblemen fand.

Wie unter Anwendung konventioneller und vor allem weiterführender Luftbildverfahren heute Raumforschung und Stadtplanung betrieben werden, zeigt u. a. sehr eindrucksvoll das Heft 58 der Schriftenreihe des Siedlungsverbands Ruhrkohlenbezirk – Luftaufnahmen II für Stadtplanung, Regionalplanung und Umweltschutz – in dem einige richtungsweisende Beiträge zusammengefaßt wurden (siehe auch das Literaturverzeichnis am Schluß dieses Beitrags). Die wichtigsten Verfahren, die dabei anwendungsbezogen geschildert wurden, sollen kurz erwähnt werden, denn sie zeigen den Weg von der konventionellen Luftbildinterpretation hin zu den in diesem Kapitel besonders behandelten weiterführenden Verfahren.

Im Beitrag „**Das Luftbild als Dokumentation über die Veränderung einer Stadtlandschaft**“ hat Dipl.-Ing. R. Wegener am Beispiel der Universität Bochum und ihres Umgebungsgeländes in einem Luftbildvergleich festgestellt, wie ein Gebiet, das Teile von Querenburg, Stiepel und Laer umfaßt, in der Entwicklung verändert wurde. Vom Zeitpunkt der Eingemeindung im Jahre 1929, über die baulichen Veränderungen in der ersten Nachkriegszeit (1952), wird in mehreren Schritten die wirtschaftliche Umstrukturierung des Gebietes durch Zechenstilllegungen und wachsende Universitätsbauten bis zu einer letzten Aufnahme aus dem Jahr 1974 erkennbar gemacht. Aber nicht nur diese Umstrukturierung und die neuen Bauwerke haben die Landschaft verändert, sondern ganz gravierend das kreuzungsfrei geführte Straßen- und Autobahnnetz. Während auf den früheren Luftbildern erst wenige Straßen und Wege das überwiegend landwirtschaftlich

genutzte Gebiet durchziehen und nur die noch angeschnittene Bahnlinie einen im Luftbild herausragenden Verkehrsweg darstellt, dominiert auf den letzten Bildern der Verkehr eindeutig. Deutlicher als jede erdgebundene Sicht zeigen hier alleine die Luftbilder, wie eine Landschaft verändert und zergliedert wurde.

Ähnliche Erkenntnisse lassen sich im übrigen auch aus einer Mannheimer Untersuchung entnehmen, die anhand von Luftbildern die Entwicklung der realen Nutzung über einen längeren Zeitraum aufzeigt. Dieses Beispiel einer umfassenden Flächennutzungserhebung mit Hilfe von Luftbildern und ihr Ausbau durch den Einsatz multispektraler Infrarotscanner wird in Kurzfassung im Heft 70 der Beiträge zur Statistik der Stadt Mannheim dargestellt.

Der Siedlungsverband Ruhrkohlenbezirk hat auch eine „**Auswertung von Luftbildern nach Kriterien der Baunutzungsverordnung**“ unternommen. Er begann schon frühzeitig für die Stadtlandschaft seines Verbandsgebietes erreichbares Luftbildmaterial für eine Flächennutzungserhebung auszuwerten. Das war vor allem überall dort notwendig, wo – wie bei den kleinen Randgemeinden – kein statistisches Material zu dieser Problemstellung vorlag. Ergänzende Sonderbefliegungen ermöglichten eine flächendeckende Flächennutzungsinterpretation nach 4 Gruppen:

- Grundstücksnutzung
- Grundstücksbeschreibung
- Gebäudenutzung
- Gebäudebeschreibung

Ein anderer Planungsbereich wird abgedeckt durch die „**Auswertung von Luftaufnahmen von Verteilung und Struktur des Erholungsverkehrsaufkommens**“. Am Beispiel des Naturparks „Hohe Mark“ haben Dipl.-Ing. Klaus Plücker und der Dipl.-Forstwirt Van Vuong vom Siedlungsverband Ruhrkohlenbezirk dargestellt, wie der Erholungsverkehr sich verteilt, auf welche Straßen und Ziele er sich konzentriert. Aus intensiven Luftbildstudien, die aus Befliegungen zu verschiedenen Zeiten (an Sonn- und Feiertagen und an Wochentagen) erfolgten, und zwar im Frühjahr am Anfang der Belaubung und bei entsprechender Ausflugsaktivität, konnten die Ziele für die Naherholung im Rahmen der Tageserholung sehr gut erfaßt werden. Terrestrische Erhebungen ergänzten die Luftbildauswertung durch Daten, die man, wie z. B. über die altersmäßige Struktur der Erholungssuchenden, dem Luftbild nicht so ohne weiteres entnehmen konnte. Auch die durchschnittliche Parkdauer und die Herkunft der Kraftfahrzeuge wurden terrestrisch festgestellt, obgleich hier Schrägluftbilder neuerdings eine bessere Lösung geben.

So wurden z. B. bei der Bundesgartenschau in Stuttgart im Jahr 1977 mehrere Befliegungen unternommen, bei denen nicht nur die Schwerpunkte des Besucherinteresses zu den verschiedenen Tageszeiten deutlich erkannt wurden, sondern auch die bevorzugten Parkplätze, wobei sogar die Auszählung der Fahrzeuge auf Wunsch nach Typen und infolge der Schrägaufnahmen auch nach Kennzeichen und damit Herkunftsort möglich waren.

Besonders wichtig im Sinne der Weiterentwicklung konventioneller Verfahren waren aber **Aufnahmen mit einer Multibandkamera und Auswertungen an einem additiven Farbmischgerät**. Dipl.-Ing. Henning Kellersmann und Ing. Günter Schwarz haben es unternommen darzustellen, wiederum an Beispielen aus dem Ruhrgebiet, welche Möglichkeiten die Multispektralfotografie bietet, wenn man in Städten und Stadtregionen den Gesundheitszustand der Wälder, den Anteil des innerstädtischen Grüns, die Anzahl der Kraftfahrzeuge in bestimmten Bereichen und detaillierte Grundstücksnutzungen in bebauten Gebieten erfassen will. Auch die Zusammensetzung der Abfallstoffe wilder Müllkippen und die stoffliche sowie thermische Verschmutzung der Oberflächengewässer läßt sich erkennen. Dabei sind die Luftbilder phänomenologisch immer in dem Sinn betrachtet worden, daß aus der Perspektive, gewissermaßen der dritten Dimension, eine Reihe von Einzelercheinungen und vor allem Zusammenhängen erkennbar werden, die mit anderen Mitteln oder von einem anderen Standpunkt aus nicht in dieser Weise wahrgenommen werden können.

In der Multispektralfotografie kann auf die Verwendung eines einzelnen, in der Emulsion festgelegten Farbfilms, verzichtet werden. In einer Spezialkamera, der sog. Multibandkamera, sind mehrere Objektive gleicher Bauart in einem Kamerahalter fest installiert. Vor die Objektive werden verschiedene Farbfilter geschaltet, zur Verwendung gelangt ein infrarotempfindlicher Schwarzweißfilm. Bei gleichzeitigem Auslösen wird dadurch der Film mit 4 Bildern vom gleichen Geländeausschnitt belichtet, d. h. der Gesamtteil des sichtbaren Lichts, einschließlich des fotografischen Infrarots, wird bei der Aufnahme in 4 spektrale Teile zerlegt.

Bei der Auswertung werden die Bilder des transparenten 4teiligen Diapositivs in einem Farbmischgerät wieder zu einem Bild vereinigt, und zwar dergestalt, daß die 4 Einzelbilder mit Lampen durchleuchtet über einen Spiegel zu einem Bild zusammengefaßt und auf eine Mattscheibe projiziert werden. In den Strahlengang können wahlweise verschiedenfarbige Filter eingeschaltet werden, jede Einzellampe kann darüber hinaus in der Beleuchtungsintensität stufenlos reguliert werden. So entsteht durch Bildüberlagerung (oder besser gesagt additive Bildmischung) verschiedener Bilder mit verschiedenen Filtern entweder ein Echtfarbenbild oder bei anderer Kombination ein Infrarotfalschfarbenbild usw.

Was kann man nun auf solchen Multibandaufnahmen zu den vorstehend erwähnten Fragestellungen erkennbar machen? Die natürliche Vegetation wird in ihren verschiedenen Gesundheitsgraden bzw. -schädigungen klar erkennbar, nämlich bei der Störung des leuchtend roten Farbtons im Falschfarbenbild. Strömungs- und Verschmutzungseigenheiten des Wassers werden ebenso sichtbar gemacht wie, je nach Untersuchungsabsicht, Gebäude oder Kraftfahrzeuge oder andere Merkmale hervorgegeben. Multispektralaufnahmen werden im übrigen auch von den amerikanischen ERTS-Satelliten aus etwa 900–1000 km Höhe gemacht. Mit dem eben beschriebenen Farbmischgerät lassen sich diese Aufnahmen durch Mischung der 4 Spektralbereiche zu einem natürlichen Farbbild addieren.

Unterschiedliche Beeinflussungen des Bodens und vor allem auch der Wasserflächen durch Temperaturunterschiede werden durch Infrarotwärmeaufnahmen sichtbar gemacht, sie gehören ebenfalls noch zum Bereich der vom Flugzeug aus durchgeführten Fernerkundungsverfahren, auch bekannt unter dem Begriff „Remote-Sensing of Environment“, die bereits im Vorstehenden erwähnt wurden. Noch zur Ergänzung und zum Unterschied gegenüber dem Multibandverfahren sei erwähnt, daß es beim Remote-Sensing darum geht, emittierte und reflektierte Strahlung im Infrarotbereich im Flugzeug mit Halbleiterdetektoren aufzunehmen und dann auf fotografischen Filmen abzubilden. Beispiele durch eine entsprechende Befliegung des Rheins, des Mains und anderer Flüsse zeigen, wo der natürliche Zustand des Wassers ohne künstliche Erwärmung aufhört und wo sowie mit welcher Intensität Wärmebelastung beginnt. Weiterhin wird die Erwärmung von bestimmten Teilen besiedelter Gebiete durch Industrie- oder Wohnnutzung (besonders im Winter) deutlich sichtbar gemacht. Bei Aufnahmen zu verschiedenen Tages- und Nachtzeiten wird darüber hinaus erkennbar, wo nächtliche Kaltluftströme ungehindert zu einer Luftverbesserung in dicht bebauten Stadtbereichen führen und wo u. U. durch Riegelwirkung von Hochhausbebauungen usw. diese Kaltluftströme abgeleitet werden.

6. Die Anwendung von Methoden der Luftbildinterpretation in Stadtentwicklungsplanung und Statistik

In der Einführung wurde bereits darauf hingewiesen, daß die planungsrelevante Statistik eine der Grundlagen für Untersuchungen zur Stadtentwicklungsplanung ist. Dieser Zweig der Kommunalstatistik muß sich deshalb auch raumbezogen orientieren. Der erste planungsrelevante Aufgabenkomplex – noch im engen statistischen Bereich – besteht darin, auf der Basis vorhandener regionaler Einteilungen des Stadtgebietes, die aus Gründen der langfristigen Vergleichsmöglichkeit nicht so ohne weiteres aufgegeben werden können, neue Feingliederungen und Unterteilungen zu schaffen. Hier sind die städtebaulichen Gegebenheiten zu beachten und zu einer kleinräumigen Gliederung auf topografischer Basis zu verarbeiten. Karten allein helfen dabei nicht weiter, denn sie spiegeln häufig nicht den aktuellen Stand wider, da sie insbesondere in neuen Stadtgebieten mit kontinuierlicher Bautätigkeit schnell veralten. Zum anderen läßt das abstrakte Kartenbild nicht immer die Unterscheidung heterogen strukturierter Bereiche zu. Anders das Luftbild, schon aus der Senkrechtaufnahme aus großer Höhe lassen sich die aktuellen Strukturen erkennen. Geht man ins großmaßstäbliche Detail, gelingen anhand der Senkrechtbilder wesentlich zutreffendere Aufgliederungen in Teilräume als aus manchen Kartenwerken. Unterstützt werden kann dieses Verfahren durch Schrägaufnahmen aus verschiedenen Blickrichtungen und Aufnahmewinkel, die u. a. die Gewerbeverteilung, die Baualtersstruktur und andere planungsrelevante Tatbestände deutlich erkennen lassen. Ein gutes Beispiel für die Möglichkeiten, Stadt- bzw. Planbezirke kartografisch mit einem entsprechenden Senkrechtluftbild zusammenzuführen, brachte kürzlich W. Matti in den Bremer Statistischen Monatsberichten, Heft 3/1978, S. 57.

Von besonderer Bedeutung werden Luftbilder in der Statistik, auch wenn es gilt, für partielle, besonders aber für Totalerhebungen, Teile eines Stadtgebietes oder die ganze Stadtfläche in Zählbezirke einzuteilen. Neben dem Adressenausdruck aus dem Einwohnerregister und der Straßenkarte ist das Luftbild dabei das wichtigste Hilfsmittel. Durch seinen Einsatz gelingt es erst, zusammenhängende Zählbezirke u. U. schon mit vergleichbarer Struktur zu bilden. Das ist besonders wichtig, wenn die Zählbezirke gleichzeitig kleinste Aufbereitungs- und Auswertungseinheit sein sollen. Auch dieser Einsatz wird fast zwingend in neu bebauten Stadtgebieten, über die es noch keine aktuellen Karten gibt.

In diesem Zusammenhang ist auch der Einsatz des Luftbildes bei der Festlegung von Sanierungsgebieten und der organisatorischen Vorbereitung von Erhebungen in solchen Gebieten zu nennen. Bevor jedoch weiter auf Einzelheiten eingegangen wird, sollen zunächst einmal die wichtigsten interdisziplinären Anwendungsbereiche des Luftbildes in Planung und Statistik zusammengefaßt aufgezeigt werden:

- Erkennbarmachung von Bereichen homogener Struktur zur Grenzfindung zwischen Stadtvierteln bzw. Planungsräumen aber auch zum Zwecke der Zählbezirkseinteilung bei Erhebungen (z. B. Sanierungserhebungen) für die Stadtplanung.

- Bestandsaufnahme und vergleichende Entwicklungserhebungen zur realen Nutzung aus der Luft, Kartierung der Veränderung in der Bodennutzung.
- Bestandsaufnahme und Verteilung räumlicher Merkmale, die für die Erfassung von Stadtstruktur und Stadtgestalt prägende Auswirkungen haben (z. B. große Universitätsgelände, ausgedehnte Bahnanlagen, Verkehrskreuze, Brücken usw.).
- Spezielle Bestandsaufnahmen zum Zwecke der Stadtsanierung und Stadterneuerung.
- Erhebung und Interpretation des Verkehrsnetzes und Auszählung seiner Belastung durch den fließenden und ruhenden Verkehr aus Senkrecht- und Schrägluftbildern, die – um die Auszählung zu erleichtern – in Planquadrate eingeteilt werden.
- Erfassung der Bevölkerungs- und Siedlungsstruktur in Neubaugebieten einschließlich der Auswertung im Hinblick auf eine sozialräumliche Gliederung.
- Erfassung der Veränderungen in der Wirtschafts- und Gewerbestruktur, Auswirkungen der Industrieexpansion auf die Flächeninanspruchnahme und vergleichende Untersuchungen über die Flächennutzung.
- Ermittlung von Luftverschmutzungsgraden und anderen Umweltbelastungen durch Infrarotfotografie, Äquidensitometrie und sog. „Thermoaufnahmen“.
- Gewässererkundung im weitesten Sinne, angefangen von der Verteilung privater und öffentlicher Freibadegelegenheiten bis hin zu Fluß- und Seeufern, die auf ihre Eignung zur Anlage von Badegeländen überprüft werden können.

Bild 27

Wie die vorstehende Zusammenstellung zeigt, geht es zunächst einmal darum, Bereiche homogener Struktur für die Zwecke der Planung und Statistik erkennbar zu machen. Geht es um kleine Teilräume, genügen die konventionellen Senkrecht- und Schrägaufnahmen. Soll ein Überblick über größere Gebiete der Stadt oder gar das ganze Stadtgebiet vermittelt werden, haben entzerrte und kontrollierte Luftbildaufnahmen im Maßstab von 1 : 5 000 oder 1 : 10 000 formatgebunden den Nachteil, daß sie bei größeren Stadtgebieten oder regionalen Verdichtungsräumen immer nur einen Ausschnitt darstellen. Will man auf der Grundlage solcher Luftbilder größere Räume zusammensetzen, so geschieht das in Form des Bildmosaiks, das in andere Maßstäbe (1 : 25 000, 1 : 50 000) umgesetzt werden kann. Auch wenn die topografischen Gegebenheiten und Oberflächenkonturen an den Rändern der quadratischen Ausschnitte genau zusammenpassen, ist meist die Belichtung oder Sonneneinstrahlung auf den einzelnen Bildern unterschiedlich. Nach allen Regeln der fotografischen Technik ganz exakt zusammenpassende Gesamtbilder einer Stadt sind selten.

**Bild
4 u. 8**

Bild 5

Bessere Ergebnisse erzielt man bei günstigen Wetterbedingungen mit Totalaufnahmen. Sie sind in der Regel aber sehr viel schwieriger zu erstellen, als man annimmt, da ein beauftragter Fotograf mit einer entsprechenden Luftbildausrüstung nicht bis zur erforderlichen Höhe aufsteigen kann, da einmal die maximale Gipfelhöhe der verwendeten Maschine meist nicht ausreicht und zum anderen in großen Höhen Beschränkungen für den allgemeinen Luftverkehr bestehen. Ei-

Bild 6

nen Ausweg bieten die auch aus dem militärischen Bereich bekannten Reihenluftbilder aus großen Höhen. Sie werden in der Regel von Spezialflugzeugen mit 180°-Optiken aufgenommen und bieten Bilder von Horizont zu Horizont. Dabei ist ein relativ breiter Streifen in der Bildmitte „plan“, während zu den Bildrändern hin in zunehmendem Maße Verzerrungen hingenommen werden müssen. Wählt man den richtigen Ausschnitt, so ist jedoch eine solche Totale von größerer Brillanz und als „einheitliche Momentaufnahme“ auch von größerer Aussagekraft als zusammengesetzte Übersichtsluftbilder. Zusammengefaßt haben Übersichtsbilder von größeren Stadtgebieten aus großer Höhe aufgenommen gegenüber solchen, die aus Einzelbildern zusammengesetzt wurden, folgende Vorteile:

- Die Schnittlinien, die infolge (wenn auch geringfügiger) Verzerrung nicht genau aneinanderstoßen, werden vermieden.
- Schattenrichtung, Belichtung und gegebenenfalls Besonnung sind einheitlich, das ganze Bild ist eine harmonische und voll zusammenpassende Gesamtdarstellung.
- Die Verzerrung bei einer 180°-Optik macht die räumlichen Zusammenhänge u. U. plastischer als ein zusammengestückeltes Bild. Planverzerrungen, wie sie immer vorkommen, wenn ein gekrümmtes Stück Erdoberfläche zweidimensional dargestellt wird, werden auf diese Weise sogar weitgehend vermieden.

Auch daß die Aufnahmen aus großen Höhen gemacht werden müssen, um ein größeres Gebiet abzudecken, ist bei der heutigen hohen Auflösungsqualität von Optik und Film kein Nachteil mehr.

Eine weitere Möglichkeit bieten heute Satellitenbilder, die aber in der Regel nur da Anwendung finden sollten, wo es um die einheitliche Darstellung großer Räume geht oder die Erkennbarmachung von besonderen Erscheinungen wie Luftverschmutzung über Ballungsräumen, Rauchfahnen der Industrie, Qualität der Grünzonen (Falschfarbenfotografie) oder das Raster weiträumiger Verkehrslinienverflechtung. Totalaufnahmen aus großen Höhen lassen, wenn sie zu ausgewählten Tages- und Jahreszeiten aufgenommen werden, gerade auf dem Gebiet des Verkehrs zahlreiche interessante Schlüsse zu. So kann man bis hin zum Satellitenbild bei frisch gefallenem Neuschnee nicht nur das Straßenraster, das durch Räumung und Verkehr recht bald aus der übrigen Schneedecke hervortritt, erkennen, sondern auch die Intensität der Nutzung durch die Verkehrsmittel feststellen oder die Etappen der Straßenräumung.

Über Siedlungen und technische Anlagen im Luftbild gibt es auch im Standardwerk der Luftbildfotografie von Sigfrid Schneider „Luftbild und Luftbildinterpretation“ ab Seite 377 eine Reihe von Beispielen. Der Autor geht zunächst auf das Erkennen frühgeschichtlicher Spuren im Luftbild ein und analysiert anschließend Verteilung und gegenseitige Beeinflussung von Siedlungen und technischen Anlagen. In ihrer Nähe schließlich wird auf ausgesprochen städtische Siedlungen eingegangen und anhand der Luftbilder aufgezeigt, welche Analysen Luftbilder zulassen, so u. a. das Erkennbarmachen des zonalen Aufbaus eines Stadtumlandkomplexes mit den verschiedenen Siedlungszonen unterschiedlicher Auflockerung.

Anhand von Beispielen wird aufgezeigt, wie ein Bauerndorf in den Einflußbereich der Industrie geriet und welche Umwandlungsprozesse, welcher Landschaftswandel damit verbunden war. Dieses Beispiel (Menden im Siegkreis) zeigt auch, wie dorffremde Wohnstrukturen durch Werkwohnungsbau entstehen, im Werkbereich liegende Sportplätze das Siedlungsbild verändern und schließlich, wie das Gewässernetz zur Gewinnung von industriellem Kesselwasser, zur Kühlung usw. genutzt wird.

In anderen Beispielen werden unterschiedliche Dorf- und Stadtstrukturen aus der Luft analysiert. Hierbei werden um einen historischen Kern gewachsene Stadtbilder in ihrer Struktur aus der Luft ebenso deutlich wie geplante Städte mit Rastergliederung, die dabei typische Neugründungen sind (z. B. Miami/Florida).

Am Beispiel großer Metropolen, wie London, zeigen geeignete Luftbilder, in welcher Weise die Regierungshauptstadt schon durch die Bebauung den politischen Willen des Staatswesens repräsentiert. Großzügig angelegte Regierungsviertel, Parlament, Ministerien, Hauptkirche usw. werden aus der Luft deutlich. An kleinmaßstäblichen Überweitwinkelaufnahmen städtisch bebauten Gebietes – Köln wurde hier als Beispiel genommen – ist selbst im Bildmaßstab 1 : 70 000 eine sehr genaue Interpretation der Flächennutzung und zum Teil auch des Flächenzustandes nach den wichtigsten Kategorien möglich. Zur Interpretation ist es notwendig, einen Interpretationsschlüssel zu bilden, der die wichtigsten Nutzungen symbolisiert durch Schlüsselzahlen, Buchstaben oder Farbgebungen enthält, wie z. B. Einzelhandel, Großhandel, Büros, Industriegelände, Kraftwerke, Wohnnutzung der verschiedenen Arten (z. B. Reihenbebauung oder einzeln stehende Häuser usw.), Gewässer, Grünflächen der verschiedenen Arten usw. All das kann noch je nach Bedarf untergliedert werden. Mit Hilfe der Schlüsselzahlen oder Buchstaben lassen sich dann auf der Basis eines Luftbildes Interpretationsskizzen bebauter Gebiete anfertigen. Hierfür gibt Schneider auf Seite 414 seines Buches ein gutes Beispiel.

Die **Erfassung der Siedlungsstruktur** über das Luftbild ist immer auch verbunden mit auswertenden Erkenntnissen über die Wirtschafts- und Gewerbestruktur und, wie im nächsten Kapitel noch aufzuzeigen ist, auch zur Sozialstruktur. In Kombination mit der Beobachtung und Auswertung verkehrlicher Erschließungen wird darüber hinaus erkennbar, welche Bedeutung Verkehrslinien beim Verstädterungsprozeß haben, also in welcher Weise gewerbliche und Wohnbebauung den Schienen- und Straßenverkehrswegen folgen bzw. sie begleiten. Auch hier sind Aufnahmen in größeren Zeitabständen zur Sichtbarmachung der Entwicklung über bestimmte Zeiträume von Vorteil.

**Bild 1,2
u. 15–20**

Will man bestimmte Oberflächengegebenheiten stärker sichtbar machen, so kann hierbei ein weiterverarbeitetes Farbluftbild die Basis sein. In einer Reihe von Auswertungsschritten gewinnt man sog. spektrale Informationen – in der Regel aus einem Farbdia des Mindestformats 9 x 12 cm (sie sind aber auch aus guten Farbnegativen größeren Formats möglich). Bei dem hier angewandten Verfahren filtert man die Farbaufnahmen aus bzw. reduziert durch Zwischenschaltung verschiedener Filter wie z. B. Blaufilter usw. Anhand besonderer Bei-

Bild 28–31 spiele im Bildteil wird gezeigt, welche Möglichkeiten schon ein dreifaches Ausfiltern bietet. Filtert man aus im

1. Kanal/blau; entsteht durch Fluoreszenz bei UV und blau ein klares Bild der Luftverschmutzung, die in der Mitte des Bildes über der Innenstadt als Dunstschleier deutlich wird

2. Kanal/grün; im mittleren Spektralbereich kommt durch gleichmäßige Dichte eine Schärfestruktur der Bebauung heraus, denn der langwellige wie der kurzwellige Spektralbereich sind ausgeschlossen, was eine gleiche Dichte über alle Entfernungen garantiert

3. Kanal/rot; hier tritt eine noch weitergehende Entschleierung ein, die bei Fernaufnahmen wichtig ist. Alle sehr fernliegenden Objekte im Schrägluftbild werden dabei besonders klar und strukturscharf.

Durch Nutzung der fotografischen Auswertungsmöglichkeiten im Bereich der spektralen Information kann man also aus einem normalen Übersichtsluftbild entweder gleichmäßige Strukturschärfe mit Hervorhebung der Bebauung und des Grüns erzielen oder aber die Luftverschmutzung erkennbar machen und noch eine Reihe weiterer Informationen zur Siedlungsstruktur gewinnen.

Die thematische Trennung von Gebieten verschiedener Bebauung, Siedlungsdichte usw. geschieht im übrigen auch durch das „SPACETEC“ genannte Verfahren der Fernerkundung. Es ermöglicht die Trennung der stadtstrukturellen Grundparameter wie Bebauung durch Häuser, Bahnanlagen, sonstige Verkehrsflächen, Grünflächen, Wasserflächen usw. Dieses Verfahren ermöglicht weiterhin Untersuchungen über komplexe urbane Parameter wie Wohnqualität, Besiedlungsdichte u. a.

**Bild
9 u. 10**

Die **Erhebung der Realnutzung** über das Luftbild hat sich in der letzten Zeit immer stärker durchgesetzt, zahlreiche Beispiele aus dem In- und Ausland beweisen das, und zwar nicht nur aus großen Städten, sondern z. B. auch für Stadtgebiete wie das von Kevelaer. Die Luftbilder ermöglichen Wohngrundstücke zu erkennen am Haustyp, an Balkonen, an der Fenstergliederung usw. und damit die deutliche Trennung von Gebäuden mit gewerblicher Nutzung. Auch Aussagen zur Bauausführung, zum Gebäudealter und zu sichtbaren Baumängeln sind auf dem Luftbild möglich. An Gebäudenutzungen kann neben der Nutzungsart Wohnen auch bei einer ausreichenden Anzahl von Schrägluftbildern aus verschiedenen Blickwinkeln noch unterschieden werden in Büros und Praxen, Banken, Gaststätten, Hotels, Geschäfte, Werkstätten, Industrieanlagen, Nebenanlagen, Tankstellen, Garagen usw.

Zur Grundstücksnutzung kann man, wie die bisherige Praxis der Luftbildinterpretation ergeben hat, unterscheiden in:

Wohnen,
Gewerbe,

Industrie,
landwirtschaftliche Hoffläche,
Bauflächen für den Gemeinbedarf,
Verkehrsflächen – Straßen, Schienen, Kanäle,
Ver- und Entsorgungsflächen,
Grünflächen,
Wasserflächen,
Aufschüttungs- und Abgrabungsflächen,
land- und forstwirtschaftliche Flächen,
Acker, Weiden und Wiesen, verschiedene Waldarten,
Ödland und Brachen.

In der Schweiz hat Dr. Heinz Trachsler im Rahmen eines Forschungsauftrages untersucht, wie mit Hilfe von Luftbildern Landnutzungsdaten für einen Informationsraster gewonnen werden können, der am Institut für Orts-, Regional- und Landesplanung (ORL) der ETH Zürich entwickelt wurde. Ein Kurzbeitrag aus diesen Untersuchungen wurde in Band 115 der Forschungs- und Sitzungsberichte der Akademie für Raumforschung und Landesplanung „Thematische Kartografie und Elektronische Datenverarbeitung“ ab Seite 123 veröffentlicht. Der Autor hat dabei besonders die Möglichkeit für die rasterweise Datenerfassung von Luftbildern untersucht sowie die Schaffung eines gesamtschweizerischen Interpretationsschlüssels erarbeitet. Ausgehend von einem Bildmaßstab, der nicht kleiner als 1 : 25 000 gewählt werden soll, ging es ihm darum, Identifikationskriterien (z. B. Textur, Grauton, Größe und Form, stereoskopische Erscheinungsform, assoziative Elemente) für das Erstellen der verschiedenen Oberflächenelemente im Luftbild in Form eines Informationsschlüssels zusammenzustellen. Die Interpretation nach einem Schlüssel, der allerdings örtlich und zeitlich begrenzt ist und immer wieder für neue oder nur in speziellen Gebieten vorkommende Nutzungsarten variiert bzw. ergänzt werden muß, bringt Ergebnisse, die so aufbereitet werden, daß sie ein Computer verarbeiten kann. In seinem Beitrag beschreibt Trachsler, wie er die Information für das ORL-Informationsraster gewinnt, überträgt und schließlich die Interpretationsergebnisse auf Orthophotos überträgt bzw. diese als Datenquelle nutzt. Dabei zeigt er verschiedene Lösungsmöglichkeiten auf.

Ein weiteres Beispiel, ebenfalls veröffentlicht im Band 115 im Forschungs- und Sitzungsbericht der Akademie für Raumforschung und Landesplanung, wird zu diesem Themenbereich von Prof. Dr. Karl Kraus, Wien, angeboten, der die Geländedatenbank und die Orthophotografie als Grundlage für die thematische Kartografie anhand von Beispielen vorstellt.

Unterstützt von einschlägigen Orthophotos (aus Zeitreihenflügen Innsbruck) und Stereoorthophotos (von Waidhofen in Österreich) wird das Prinzip der digitalgesteuerten Differentialumbildung aufgezeigt; allerdings sind diese Methoden der Orthophotografie und Stereoorthophotografie mehr eine Grundlage für die thematische Kartografie insbesondere bei Einbeziehung einer Geländedatenbank. Der Nutzen für die thematische Kartografie wird vom Autor in die folgenden drei Anwendungsbereiche gegliedert.

- Anstelle der originären Luftbilder können künftig Stereoothophotos zur Erhebung des Quellenmaterials herangezogen werden. Das Interpretationsergebnis erhält man verzerrungsfrei unmittelbar im Arbeitsmaßstab der zu erstellenden – vor allem großmaßstäbigen – thematischen Karte.
- Für die systematische Feldbegehung bieten sich künftig Orthophotos als Kartierungsunterlage an. Die Orthophotos können nämlich wesentlich einfacher als die bisher für die Kartierung verwendeten Katasterkarten und topografischen Karten evident gehalten werden.
- Das Orthophoto, das im Koordinatenrahmen des Landessystems anfällt, eignet sich auch als Arbeitsgrundlage für die von Prof. E. Arnberger sowohl während seiner Tätigkeit am Statistischen Zentralamt als auch in seinem jetzigen Wirkungsbereich am Geographischen Institut der Universität Wien mehrmals geforderte „koordinatengebundene“ Statistik. Zu diesem Zweck wird man die Adressen (z. B. Gebäude), die zu den einzelnen erhobenen statistischen Merkmalen gehören, auf dem Orthophoto bzw. Stereoothophoto lokalisieren und dann dem im Landeskoordinatensystem ausgelegten drei- oder vier- oder sechseckigen Gitternetz zuordnen.

Zur speziellen Bestandsaufnahme und **Verteilung räumlicher Merkmale** finden sich im Bildteil zahlreiche Beispiele. Mit diesem Thema hat sich unter dem Leit-
 titel „Luftbild und Planung“ die BAUWELT bereits im Jahr 1971 (Heft 1/2 des
 62. Jahrgangs) ausführlich befaßt. Dabei wird grundsätzlich festgestellt, daß man
 durch die Verwendung von Luftbildern aller Art Distanz und damit einen besse-
 ren Überblick gewinnen kann, vor allem was die Verteilung struktureller Merk-
 male, die den Raum prägen, angeht. Aus Senkrecht- und stereoskopischen Auf-
 nahmen wird das Untersuchungsgebiet sozusagen als abtastbares dreidimensio-
 nales Modell in das Planungsbüro versetzt. Schrägluftbilder, die kein unmittel-
 bar kartografisch auszuwertendes Material zu liefern in der Lage sind, haben ih-
 ren großen ergänzenden Wert dabei im Vermitteln plastischer Anschauung und
 auswertbarer Erkenntnisse über Struktur und Nutzung der aufgenommenen
 Gebiete.

In dem vorstehend erwähnten Doppelheft wird die Verwendung des Luftbildes
 bei Einzelplanungen anhand von Beispielen gewürdigt. Der Einsatz bei der
 Werksplanung wird beschrieben; hier geht es vor allem darum, daß zur Planung
 einer Werkserweiterung statt der bisher üblichen terrestrischen Vermessung die
 Luftbilddauswertung gewählt wurde, damit bei weit geringerem Zeitaufwand eine
 größere Genauigkeit erzielt werden konnte. Aus zwei sich zu 60 % überdecken-
 den Aufnahmen wurde ein Stereomodell hergestellt und im Ergebnis der Stereo-
 auswertung eine detaillierte Karte der Werksanlagen und des für die Erwei-
 terung vorgesehenen Geländes im Maßstab 1 : 500 mit 1 m Höhenlinien und Hö-
 henknoten auf 1 dm genau.

Ein weiteres Beispiel kommt aus dem Bereich der Ortssanierung und Hangbe-
 bauung. Dabei wurden Strukturuntersuchungen durch Fragebogenaktionen bei
 Bewohnern und im Gewerbe sowie bei Verkehrszählungen durch Luftbilder er-
 gänzt. Die Möglichkeiten der vorgeschlagenen Bebauung, die u. a. dazu dienen
 sollte, den Untersuchungsgemeinden ihren Status und Wohnwert zu verbessern,

wurden mit Hilfe von Luftbildauswerteverfahren untersucht und Lösungsvorschläge erarbeitet. Basis waren die montierten Bilder aus einer Hochbefliegung (Senkrechtaufnahmen). Anhand verschiedener Bildbeispiele wird gezeigt, wie im Aufnahmerandstreifen u. a. auch Uhrzeit, Abweichung von der Lotrechten und andere wichtige Daten festgehalten werden.

Weitere Beispiele sind aus einer Mittelstadt und aus einer Großstadt – wieder anhand von Senkrechtluftbildern – genommen worden, um einmal eine städtebauliche Bestandsaufnahme zu ermöglichen und zum anderen entscheidungsreife Wertvorstellungen über die notwendigen Vorbereitungen in der Flächennutzung herzuleiten; Nutzungsqualitäten lassen sich dabei aus dem Luftbild sehr gut herleiten.

In zunehmendem Maße werden Bestandsaufnahmen aus der Luft zum Zwecke der Stadtsanierung und Stadterneuerung durchgeführt. Beispiele verschiedener Art, die sowohl die Anwendung von Senkrecht- und Schrägluftbildern aufzeigen, sind sehr eindrucksvoll und zusammen mit ihrer Nutzung und Auswertung in der Veröffentlichung „Sanierung historischer Stadtkerne im Ausland“ enthalten, die 1975 in der Schriftenreihe „Stadtentwicklung“ des Bundesministers für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau erschienen ist. Aus der Fülle des dargebotenen Materials soll nur auf die holländischen Sanierungsbeispiele Maas-tricht und Deventer hingewiesen werden, wo das Schrägluftbild seinen Einsatz fand, und auf Como in Oberitalien, wo auf dem Luftbild der Citta murata die ersten Pläne der Bausubstanz, der geschützten Denkmäler und der Gebäude von bauhistorischem und ambientalem Wert entwickelt wurden.

Im Bereich der **Erfassung des Verkehrs** hat wie schon erwähnt das Luftbild ebenfalls schon große Dienste geleistet. Die statistische Erfassung des Straßenverkehrs in großen Städten ist nicht unproblematisch. Es gibt kaum eine Stadt, die nicht versucht hat, über Verkehrszählungen der verschiedensten Art den fließenden und den ruhenden Verkehr zu erfassen und die durch die Erfassung gewonnenen Erkenntnisse in Griff zu bekommen. Das kann auf verschiedene Weise geschehen, und zwar zunächst einmal durch Verkehrsstromzählungen, die in den Städten nicht nur von den Statistischen Ämtern, sondern vielfach auch von den Straßenbaubehörden durchgeführt werden. Zu Beginn der Erhebungen waren Verkehrszählungen mit Hilfe von Zählern üblich, die an wichtigen Ein- oder Ausfallstraßen standen und Strichlisten führten, bei denen u. U. auch noch nach Fahrzeugart unterschieden wurde. Eine andere Möglichkeit manuell durchgeführter Verkehrszählungen, die zusätzlich den Weg des Kraftfahrers durch die Stadt in etwa bestimmen läßt, besteht darin, die einzelnen Fahrzeuge anzuhalten, die Fahrer zu befragen oder ihnen Kontrollkarten mitzugeben, die an anderen Punkten beim Verlassen eines bestimmten Bereiches wieder abzugeben waren.

**Bild
11–14**

Zunehmende Verkehrsdichten und wachsende Ungenauigkeiten beim Führen der Strichlisten brachten es mit sich, daß man hier, wie in anderen urbanen Lebensbereichen auf automatische Verfahren auswich. Wie bei der Steuerung von Verkehrssignalanlagen führt man die Straßenverkehrszählungen etwa seit Mitte der 60er Jahre überwiegend mit besonderen Meßgeräten (Detektoren oder Sen-

soren) durch. Diese Geräte arbeiten nach verschiedenen physikalischen Prinzipien, wie z. B. mit Hilfe von Druckkontakten, pneumatischem Druck durch das Überfahren von Schlauchleitungen, Durchfahren von elektrischen bzw. magnetischen Feldern usw. Auch Infrarotstrahlen und Ultraschallfelder kamen bereits zur Anwendung. Die Meßwerte bzw. Zählwerte solcher Geräte werden an ein Schaltgerät oder an die Zentrale weitergeleitet. Von Vorteil ist dabei, daß solche Anlagen über längere Zeiten benutzt werden können, ohne einem mechanischen Verschleiß zu unterliegen und ohne von Witterungsverhältnissen beeinflusst zu werden. In dieser Hinsicht haben sich die jetzt vorwiegend verwendeten Schleifendetektoren sehr bewährt. In die Fahrbahn werden Schlitze für die Schleifen gefräst und wieder vergossen; Beschädigungen durch Lastkraftwagen oder Straßenreinigungsmaschinen sind damit unmöglich. Wird eine solche Schleife von einem Fahrzeug überfahren, so verändert sich die Schleifeninduktivität. Die Veränderung wird in einer Auswerteschaltung registriert und über einen Impuls an ein Relais weitergegeben. Die Schleife in der Fahrbahn wirkt nämlich wie eine Spule, während das Verkehrsmittel einen Eisenkern darstellt, der beim Überfahren eine Änderung des Feldes hervorruft.

Verkehrszählungen, die mit Hilfe solcher technischer Einrichtungen gemacht wurden, sind in den großen Städten fast immer auch statistisch analysiert worden. Ein Mangel dieser Analysen besteht darin, daß sie in den meisten Fällen den notwendigen Überblick, den Zusammenhang zwischen sich gegenseitig beeinflussenden Verkehrsbelastungen nicht hinreichend erkennen lassen. Daher wurden nicht nur Untersuchungen über den ruhenden Verkehr bzw. das Parkproblem in den Städten durch Zählungen mit Hilfe der Luftbildauswertung vorgenommen, sondern gleichzeitig auch der fließende Verkehr, Stauungen an ampelgeregelten Kreuzungen usw. aus der Luft festgehalten, erkannt und ausgewertet. Wie bei Verkehrsstromzählungen hat man zunächst auch den ruhenden Verkehr versucht, manuell, also über Zähler zu erfassen. Dabei konnte man die Anzahl der an den Straßenrändern bestimmter Straßen oder auf Parkplätzen abgestellten Fahrzeuge zählen und mit der Kapazität des Stellraumes vergleichen. Man konnte auch feststellen, wie viele Fahrzeuge in Park- oder Halteverboten standen und, wenn man die Zählung in gewissen Abständen innerhalb eines Tages wiederholte, wie oft ein „Umschlag“ erfolgte. Parkuhren und ihre Benutzung gaben weitere Anhaltspunkte. Trotzdem blieben diese Zählungen unbefriedigend, Zähler wurden mit der Zeit unzuverlässig, wenn sie nicht scharf kontrolliert wurden, und infolge des notwendigen Personaleinsatzes konnte immer nur an wenigen Stellen der ruhende Verkehr gezählt werden. In verstärktem Maße ging man deshalb dazu über, Verkehrszählungen aus der Luft, also mit Hilfe von Senkrecht- und Schrägluftbildern durchzuführen. Das brachte zunächst den entscheidenden Vorteil, daß man nicht nur die an Straßenrändern und auf öffentlichen Plätzen parkenden Fahrzeuge innerhalb einzelner Stadtquartiere durchzählen konnte, sondern auch sah, was in Innenhöfen privater Grundstücke, auf Parkplätzen innerhalb gewerblicher Betriebe usw. an Fahrzeugen unterkam, kurzum, alles was nicht unter „Dach“ stand, war mit Hilfe der Luftbildauswertung zu erfassen. Das ganze war jedoch stets eine Momentaufnahme, die man im Sommer allerdings nicht nur zu verschiedenen Tageszeiten, sondern auch in den frühen Abendstunden machen konnte, um die unterschiedliche Belastung der Parkflächen in einer Stadt festzustellen.

Um den „Umschlag“ auf bestimmten Plätzen oder an Straßenrändern in Griff zu bekommen, bedurfte es schon des Schrägluftbildes mit Spezialluftbildkameras hohen Auflösungsvermögens, das, aus verschiedenen Richtungen aufgenommen, Wagentypen und Kfz-Kennzeichen erkennen ließ. Sehr bald wurde deutlich, daß auf diesen Bildern auch der fließende Verkehr vom ruhenden Verkehr eindeutig zu trennen war. Über maßstabsgerechte Karten, die den Maßstäben der entzerrten Senkrechtluftbilder entsprachen, konnten beampelte Kreuzungen und andere verkehrsregelnde Einrichtungen eingetragen werden. Mit Hilfe von Planquadratrastern mit 200 m Maschenweite wurde dann je Planquadrat zu verschiedenen Tageszeiten nach der Luftbildauswertung in die Karten eingetragen, wieviel Fahrzeuge im öffentlichen Straßenraum und auf Plätzen abgestellt waren und wieviel Fahrzeuge in den gleichen Quadraten darüber hinaus dem fließenden Verkehr zugerechnet werden mußten. Die Analyse solcher Verkehrszählungen aus der Luft wurde anhand eines Beispiels aus dem Münchner Westend im Heft 4/1969 der „Münchener Statistik“, Seite 252 ff. veröffentlicht. Der Beitrag zeigt einen Luftbildausschnitt, wie er der Auswertung zugrunde lag, und die daraus hergeleiteten Auswertungs- bzw. Ergebniskarten.

Bild 4

Unschätzbare Dienste leistet das Luftbild auch bei der **Erfassung der Bevölkerungs- und Siedlungsstruktur** in Neubaugebieten, die noch nicht bei einem großen Zensus gezählt wurden. Oft sind solche Gebiete erst nach Totalerhebungen fertig und bezogen worden. Bei dem 10-Jahres-Rhythmus zwischen den großen Totalerfassungen der Volks-, Berufs- und Arbeitsstättenzählung würde u. U. ein zu langer Zeitraum vergehen, bis die Struktur eines solchen Gebietes festgehalten werden kann. Ausführliche Erhebungen vor Ort im Volkszählungscharakter durchzuführen verbietet sich jedoch meist aus rechtlichen und finanziellen Gründen. Auch hier hat sich gezeigt, daß das Luftbild entscheidende Hilfen bieten kann: Man nehme Luftbilder von Neubaugebieten, die bereits bei einer Totalerhebung erfaßt wurden und die ähnlich strukturiert sind wie das noch nicht erfaßte zuletzt bezogene Baugebiet. In der Kombination von Senkrecht- und Schrägluftbildern lassen sich nicht nur die Haus- sondern auch die Wohnungstypen und -größen für den kundigen Luftbildauswerter leicht erkennen. Aus den Bauakten kann man darüber hinaus die Finanzierung erfahren und damit die Miethöhen abschätzen bzw. recherchieren und dann aufgrund der bekannten Sozialstruktur im schon gezählten Gebiet im Luftbildvergleich mit den noch nicht gezählten Gebieten die soziale und Familienstruktur der Bewohner schätzen. Daß es sich hier um eine durchaus begründete Schätzung handelt, wurde bereits in einem Test nachgewiesen, wo die Stichproben bei Ortsbegehung ergaben, daß der Schätzfehler nicht höher ist als normale Zählungsfehler, die bei jeder Totalerhebung vorkommen.

Wie schon anhand der bisher gebrachten verschiedenen Beispiele zur Stadtstruktur verdeutlicht wurde, lassen sich vor allem aus Luftbildern, die in längeren zeitlichen Abständen aufgenommen wurden, auch die Veränderungen in der Wirtschafts- und Gewerbestruktur, die Auswirkungen industrieller Expansion usw. sehr gut erkennen. Ein Anliegen vieler Städte ist es dabei auch noch, Standorte für mögliche Gewerbeneuansiedlungen auszuweisen. Anhand eines vom Münchener Stadtentwicklungsreferat erarbeiteten Beispiels wird deutlich, wie sehr auch hierbei das Luftbild, und zwar sowohl Schräg- wie Senkrechtaufnah-

Bild 21

men, von Bedeutung sind. Wie der Anhang der Veröffentlichung „Gewerbe-standorte in München“, die im Mai 1976 vom Münchener Stadtentwicklungsreferat herausgegeben wurde, durch seinen zahlreichen Luftbilder zeigt, konnten hier nicht nur die räumlichen Zusammenhänge und Erschließungen der neuen Gewerbegebiete aufgezeigt werden, sondern die Gebiete selbst durch Schraffuren in die Luftbilder eingetragen und damit gekennzeichnet werden.

In ähnlicher Weise, wenn auch für andere Objekte, wurde das Luftbild bei der Planung von Flughäfen bzw. Flughafenerweiterungen eingesetzt, da hier die Bereiche, die durch Startbahnen usw. in Anspruch genommen wurden, mit allen Störungen in der Nachbarschaft deutlich zum Ausdruck kamen. Sehr früh wurde das Luftbild in Düsseldorf eingesetzt, nämlich, um nur zwei Beispiele zu nennen, bei der Untersuchung von 7 verschiedenen Geländen über den eventuellen Standort eines neuen zoologischen Gartens und im Rahmen der Anlage und Trassenführung der neuen Stadtautobahn einschließlich ihrer Rhein-Übergänge.

**Bild
32–37**

Zwei weitere bedeutende Beiträge, die die Luftbildfotografie im Bereich der Stadtentwicklungsforschung leisten kann, werden in den beiden nächsten Kapiteln behandelt, die ausführlich darstellen, wie durch die Luftbildinterpretation eine sozialräumliche Gliederung möglich ist und wie durch den Einsatz weiterführender Verfahren wertvolles Material zum Umweltschutz gewonnen werden kann; beides Anwendungsgebiete, die man früher mehr auf den Bereich der terrestrischen Erkundungen begrenzt sah.

7. Luftbildinterpretation und sozialräumliche Gliederung

Aus Luftbildern kann man nicht nur primäre Erkenntnisse gewinnen, sondern, wie im vorstehenden Kapitel schon angedeutet, auch weitergehende Schlüsse ziehen wie z. B. die früher nur mit konventionellen Mitteln mögliche Festlegung der sozialräumlichen Gliederung besiedelter Gebiete.

Badewitz hat anhand einer Beispielaufnahme aus dem Stadtgebiet Essen eine sozialräumliche Gliederung auf dem Wege stadtgeografischer Luftbildinterpretation versucht. Er wollte mit dieser Arbeit die bisherigen Wirkungsfelder stadtgeografischer Luftbildinterpretationen um ein neues und im Rahmen der Stadtentwicklungsforschung besonders wichtiges Gebiet erweitern.

Die bisherigen Anwendungsbereiche fanden sich in der

- Flächennutzung
- Funktionalen Gliederung
- Analyse geografischer Lagemomente
- Grundrißentwicklung

Als Beispiel wurde aus dem Stadtgebiet von Essen der Stadtbezirk Rüttenscheid mit den angrenzenden Gebieten benachbarter Stadtteile ausgewählt. Es handelt sich um einen Siedlungsring, mit relativ dichter Häuserblockbebauung, die sich im Zuge der Industrialisierung um den Kernbereich der Stadt Essen entwickelte. Die Lage des Auswahlgebietes zwischen dem Stadtkern einerseits und bevorzugten stadtrandgelegenen Wohngebieten andererseits läßt eine höhere Differenzierung im Hinblick auf Siedlungs- und Sozialstruktur erwarten, als in anderen Testgebieten, die in ersten Versuchen in der hier beschriebenen Richtung einbezogen waren.

Eine wichtige Voraussetzung besteht darin, daß aus der Siedlungsstruktur des untersuchten Raumes auch tatsächlich auf die Sozialstruktur seiner Bewohner geschlossen werden kann, denn nur die Siedlungsstruktur ist im Luftbild mit Sicherheit erkennbar. In Erweiterung könnte man in bestimmten Wohngebieten noch daran denken, von den geparkten Pkw-Typen her oder von der Bepflanzung der Gärten ausgehend, weitere Schlüsse zu ziehen. Das Problem, das sich Badewitz stellte, bestand zunächst darin, ob Siedlungsstruktur aus dem Luftbild ausreichend erfaßt und bewertet werden kann und wie u. U. diese Bewertung zu überprüfen ist. Sozialräumliche Gliederungsversuche mit Hilfe des Luftbildes oder der Begehung werden ja gerade dann unternommen, wenn die zeitliche Differenz zwischen Volkszählung und Untersuchungsjahr zu groß geworden ist, um noch Schlüsse ziehen zu können, oder wenn für dieses Gebiet überhaupt keine im Sinne der Aufgabenstellung verwendbare Aufbereitungen erfolgt sind.

Wie gut eine Siedlungsstruktur erfaßt werden kann, hängt nicht nur vom Bildmaßstab und der Bildqualität ab, sondern weitgehend auch von der Sorgfalt und den Kenntnissen des analysierenden Bearbeiters.

Bei der Bewertung der Siedlungsstruktur kommt es darauf an, zunächst einmal in sich homogene oder nahezu homogene Gebiete zu umreißen und sie gegen

andere Gebiete abzugrenzen, die sich in einem oder mehreren Merkmalen voneinander unterscheiden. Dabei sollten auch kleinere Unterschiede in der Siedlungsstruktur gesondert ausgewiesen werden, um durch Tests festzustellen, ob und in welchem Maße sich diese kleinen oder einzelnen Unterschiede noch in der Sozialstruktur der Bewohner widerspiegeln.

Bei der Ermittlung des Wohnwertes, der sehr schwierig zu messen ist, sollten nach Badewitz im wesentlichen zwei Faktorengruppen bestimmend sein: Die **erste Gruppe** leitet sich von **Zustand, Nutzung und Ausstattung** der Gebäude bzw. der dazugehörigen Grundstücke ab; dabei werden die Merkmale bewertet, die auf dem Luftbild unmittelbar oder mittelbar zu erfassen sind, z. B. Typ der Hauskonstruktion, Stellung (Abstand) des Hauses zu anderen Häusern, ungefähres Baualter, Größe und Geschößzahl, Balkone, Terrassen usw., Garagen, Anlage des Gartens (evtl. Schwimmbecken und Luxusziergarten), aber auch Schuppen und andere gewerbliche Einrichtungen, die den Wohnwert mindern können. Die **zweite Faktorengruppe** leitet sich her von der **Lage** innerhalb der Stadt oder des Stadtviertels und der **Nutzung der angrenzenden Grundstücke** sowie benachbarter Flächen.

Als Umgebungsmerkmale werden erfaßt: die Lage zu Grünflächen, Parks, Wäldern, Gewässern, Geschäftszentren, Hauptverkehrslinien aber auch Industrie- und Gewerbegebieten, Kleingärtenflächen, Ödland usw. Mit der Nähe zu Parks, Gewässern oder Geschäftszentren usw. steigt der Wohnwert, mit der Nähe zu Industrie- und Gewerbegebieten, Hauptverkehrslinien, Kleingärten, Ödland usw. fällt er. Analog hierzu sieht Badewitz eine Bewertung der Faktoren der ersten Gruppe, in der z. B. der Wohnwert des Faktors „Konstruktion des Hauses“ von der Gruppeneinheitskonstruktion normaler Miethäuser über das Reihnhaus und das Doppelhaus bis hin zum Einfamilienhaus stetig zunimmt.

Um den Wohnwert für die Erstellung einer sozialräumlichen Gliederung nutzbar zu machen, mußte von folgender Hypothese ausgegangen werden: Je höher der Wohnwert einer Wohnung ist, desto höher ist die Miete dieser Wohnung, und entsprechend höher muß auch das Einkommen des Bewohners sein und damit seine Stellung im Beruf. Mit dieser Annahme sind jedoch einige Voraussetzungen verbunden, die nicht immer gegeben sein müssen. So haben gut gelegene Gebäude des Sozialen Wohnungsbaus (diese Eigenschaft ist ja auf dem Luftbild nicht zu erkennen) einen höheren Wohnwert, als es durch die Stellung der Bewohner im Beruf zum Ausdruck kommt (bzw. umgekehrt). Bei größeren Siedlungen des Sozialen Wohnungsbaus, die im Luftbild gut umrissen werden können, ist aber aus anderen Unterlagen der Verwaltung die Finanzierung erkennbar und damit der Einbau von Korrekturfaktoren möglich.

Schwieriger ist es in den Fällen, in denen die Höhe der Miete, die ein Bewohner zu zahlen bereit ist, nicht direkt von der Höhe des Einkommens abhängig ist. Das ist überall da der Fall, wo ein hohes Familieneinkommen von mehreren Familienmitgliedern mit nur unteren beruflichen Stellungen den Haushalt insgesamt in die Lage versetzt, höhere Mietaufwendungen zu leisten. Aus solchen Gründen ist es immer wieder wichtig zu testen, was am besten anhand von kleinräumlich aufbereiteten Volkszählungsergebnissen möglich ist. Soweit ein Adressbuch mit Berufsangaben vorhanden ist, kann auch darauf zurückgegriffen werden. Um

Teilräume der Stadt vergleichen zu können, müssen dann Rangzahlen errechnet werden, die auf Durchschnittseinkommen der verschiedenen ausgezählten Berufsgruppen basieren. Badewitz schlägt vor, hierzu die Einkommensdurchschnitte der einzelnen Berufsgruppen zueinander in Beziehung zu setzen und die so erhaltenen Verhältniszahlen mit den Anteilen der jeweiligen Berufsgruppen zu multiplizieren. Die Summe der einzelnen Produkte ergibt dann die Rangzahl des betreffenden Raumes. Zu diesem Zwecke bildete Badewitz 12 Berufsgruppen, die er in einer Tabelle auf Seite 255 seiner Veröffentlichung *) mit dem jeweiligen Durchschnittseinkommen zusammenführte. Der Autor ist sich dabei darüber im klaren, daß angesichts der möglichen Fehlerquellen, die entweder in der Zugrundelegung des Einkommensdurchschnittswertes liegen oder in der unsicheren Zuteilung zu den einzelnen Berufsgruppen, die Einstufung mittels der errechneten Rangzahl kein absolut richtiges Ergebnis darstellt, sondern nur einen Versuch, die Ergebnisse der Luftbildinterpretation mit den verfügbaren Mitteln zu überprüfen, soweit nicht bessere, wie z. B. kleinräumlich zugeordnete Volkszählungsergebnisse jüngerer Datums vorliegen.

Nun zum Interpretationsgang im einzelnen: Für die Interpretation standen Reihenmeßbilder zur Verfügung, die mit Hilfe eines Spiegelstereoskops ausgewertet wurden. Um die Grenzfindung und Bewertung von Bereichen gleicher oder wenigstens vergleichbarer Siedlungsstruktur zu erleichtern, wurden parallel hierzu Flächennutzung, Verkehrsnetz und Gewerbe auf Karten dargestellt und dann auf ihre Bedeutung für den Wohnwert von Teilbereichen des Luftbildes hin interpretiert. Anhand von Beispielen über die Interpretation der Flächennutzung des Verkehrsnetzes, der Industrie- und Gewerbeflächen sollte auf die sozialräumliche Gliederung hingeführt werden. Es ist leicht zu verstehen, daß bei einem solchen anspruchsvollen Vorhaben das Reihenmeßbild ein wichtiges und grundlegendes Hilfsmittel ist, so wie es auch bei Badewitz zur Verwendung kommt. Hilfreich für die genauere Interpretation und weitere Auswertungsschritte sind ergänzende Schrägluftbilder zum Teil auch aus niedrigeren Höhen und verschiedenen Blick- bzw. Aufnahmerichtungen.

Zunächst zur Interpretation der **Flächennutzung**. Die Nähe zu Parks, Grünanlagen und Waldflächen hebt einerseits den Wohnwert benachbarter Areale, andererseits besteht jedoch die Möglichkeit, einige der nichtgenutzten Grünflächen im Zuge von Neubebaungsmaßnahmen verschwinden zu lassen, ohne daß das schon im Luftbild zum Ausdruck kommt. Trotzdem wird sich in solchen Fällen ein Attraktivitätsverlust ergeben, den man mit Hilfe des ergänzenden Studiums von Bebauungsplänen versuchen sollte, in Griff zu bekommen. Der Einfluß von Kleingärten auf die sozialökonomische Struktur eines bestimmten Wohngebietes – er kann Zeichen für eine relativ niedrige soziale Stufung sein – ist im ganzen nur durch eine sorgfältige Analyse des Gebäudebestandes einzelner Räume zu erreichen. Auch hier helfen Schrägluftbilder und Planungsunterlagen, die u. U. den künftigen Wegfall eines Kleingartengebietes und eine qualitativ hebewertige Ersatzbebauung vorsehen kann, wodurch der Wohnwert des gesamten Viertels u. U. angehoben wird.

*) D. Badewitz: „Sozialräumliche Gliederung als Ergebnis statistisch geografischer Luftbildinterpretation“, Bochum 1971.

Das **Verkehrsnetz** wird im allgemeinen auch im entzerrten Senkrechtluftbild außerordentlich deutlich. Die Dichte des Hauptverkehrsnetzes bringt einmal die gute Anbindung eines Wohngebietes an andere Aktivräume städtischen Lebens. Dadurch wird der Wohnwert gehoben. Dieser Vorteil überwiegt im allgemeinen den Nachteil des entstehenden Verkehrslärms, dem u. a. auch durch Ausweichen in den Hausblockinnenflächen zugewandten Teil der Wohnungen entgangen werden kann (Lage der Schlafzimmer usw. auf Schrägluftbildern zum Teil erkennbar). Sind es Verkehrsadern großer Leistungsfähigkeit mit Ring- oder Durchgangsverkehr (z. B. Verbindungsspangen zweier Autobahnen), die durch Wohngebiete führen, dann überwiegen selbstverständlich die Nachteile, und der Wohnwert sinkt. Wie Erfahrungen der letzten Jahre gezeigt haben, werden solche Wohnlagen von deutschen Bewohnern mehr und mehr aufgegeben und von ausländischen Arbeitnehmern in Anspruch genommen. Eisenbahnlinien und -anlagen wirken im allgemeinen nur dann störend, wenn Rangierverkehr oder Halte- und Anfahrtverkehr (S-Bahnhof) damit verbunden ist. Normaler Fahrbetrieb, vor allem, wenn er im Einschnitt verläuft, wird meist nicht als störend empfunden und nach der Auffassung von Badewitz mehr als Schutz vor Durchgangsverkehr denn als Verkehrshindernis aufgefaßt. Straßengrundrißmuster, die von der Normalsituation in der untersuchten Stadt abweichen, verweisen häufig auf eine Sonderstellung der ihnen zugeordneten Einheiten und verlangen eine intensive Schrägluftbildinterpretation.

Industrie und Gewerbe sind meist ein Hauptkriterium zur Feststellung des Wohnwertes benachbarter Wohngebiete und damit auch der sozialräumlichen Gliederung. Das galt besonders bei dem von Badewitz ausgewählten Beispiel des Essener Stadtbezirks Rüttenscheid, ein im ganzen gesehen homogener Raum. Groß- und Mittelbetriebe lassen sich im Luftbild klar unterscheiden und auch vom Kleingewerbe abgrenzen. Rauch und Staubbelästigung mit ihrer Wohnwertminderung lassen sich auf Luftbildern, vor allem solchen, die bei Inversionswetterlagen aufgenommen werden, deutlich erkennen. Soweit Gewerbe sich im Sinne von Einzelhandelsgeschäften und Dienstleistungsbetrieben abspielt, kann eine solche Nähe (z. B. relative Nähe zur Hauptgeschäftsstraße) sogar den Wohnwert und damit Mietpreis und Soziale Stellung erhöhen.

Aufgrund der im Vorstehenden geschilderten und gegliederten Beobachtungen kommt Badewitz dann zur sozialräumlichen Gliederung in Gruppen. Den Untersuchungsraum hat er in 67 Teilräume unterteilt und insgesamt 7 sozialräumliche Gliederungsgruppen gebildet. Die Gruppen sind folgende:

- I Räume mit starker Dominanz von Einzel- und Doppelhäusern in Einzelstellung von Gärten umgeben.
- II Räume mit Einzelhäusern in Reihensstellung und im Häuserblockverband, wobei nach den während der Interpretation gemachten Erfahrungen vier Untergruppen zu unterscheiden sind:
 - II/1 Räume mit starker Industrie- und Gewerbebebauung, auch in den Blockinnenflächen.
 - II/2 Räume mit vereinzelter Industrie- und Gewerbebebauung in den Blockinnenflächen.
 - II/3 Räume ohne Industrie- und Gewerbebebauung in den Innenflächen.

II/4 Räume, die Straßenabschnitte mit Vorgartenstreifen zeigen.

III Räume mit Gruppensiedlungen normaler Wohnbebauung oder Reihenhaussiedlungen in relativ hoher Dichte.

Diese Gruppengliederung paßt auf die Interpretation des Essener Stadtbezirks Rüttenscheid; sie muß naturgemäß für andere Stadträume und andere Stadtstrukturen abgewandelt werden. Man kann jedoch davon ausgehen, daß der höchste Wohnwert und die Spitzengruppe nach der sozialräumlichen Gliederung Einfamilien- bzw. Doppelhäusern in Einzelstellung zukommt, wobei sich auch ausgesprochene Villenviertel niedriger Bebauungsdichte mit einer Häufung von großen gärtnerischen Anlagen, Schwimmbädern usw. noch besonders ausweisen lassen, da sie im Luftbild leicht erkennbar sind. Die nächste Gruppe wären Reihenhaussiedlungen und moderne, gutgeschnittene Häuser im Häuserblockverband ohne Mischung mit Gewerbe. Darüber hinaus folgt eine ähnliche Bebauung mit Gewerbemischung, während am Schluß der Gliederung enge Mietskasernen in Vierteln hoher Bebauungsdichte bzw. schlecht überalterter Reihenhaussiedlungen zu stehen hätten. Als zusätzliches Kriterium wären dann die Momente der Lage und der Verkehrserschließung in eine kombinierte Interpretation hineinzubringen.

Badewitz kommt nach seinen Erfahrungen zu einer zusammenfassenden Darstellung der Ergebnisse, bei der er betont, daß es als erstes auf eine möglichst feine Untergliederung des zu untersuchenden Raumes ankommt. Dabei war es nicht immer zu vermeiden, daß in einigen Bereichen auch unterschiedliche Haustypen zusammenzufassen waren, die keine eindeutige Zuordnung der Bevölkerung zu einer bestimmten Sozialstrukturgruppe zuließ (wenn man nicht hausweise vorgehen wollte). Bei den meisten Arealen war aber nach der Abgrenzung das Kriterium einer einheitlichen Siedlungsstruktur gewährt. Die aus der Luftbildinterpretation gezogenen Schlüsse hinsichtlich der Sozialstruktur waren zutreffend, denn Stichproben in Teilgebieten dieser großen Räume hatten ergeben, daß es keine Unterschiede in der Sozialstruktur der Bewohner gebe und daher auch nicht die Gefahr einer Nivellierung durch hohe Zahlen in großen Teilgebieten bestand. Stichproben haben auch bestätigt, welches Gewicht die Beurteilung der Lage zum Einkaufs- und Dienstleistungszentrum oder zu landschaftlich bevorzugten Gebieten hat. Die Art der Bebauung und die Lagemerkmale waren für die Sozialstruktur ausschlaggebender als die im Testgebiet vorhandenen Industrie- oder Gewerbegebiete. Fehleinstufungen waren, wie eine Überprüfung der gesamten Untersuchung gezeigt hat, außerordentlich selten, sie können später leicht erfahrungskorrigiert werden. Man kann damit sagen, daß das Luftbild in zunehmendem Maße auch bei der Aufgabe, sozialräumliche Gliederungen von Stadtgebieten zu umreißen, mit Gewinn eingesetzt werden kann. Bei zunehmender Zählungsfeindlichkeit in unserer Gesellschaft wird ein verfeinertes Luftbildauswertesystem künftig an die Stelle mancher anderer Erhebungsart treten. Es kommt noch hinzu, daß Erhebungen mittels Feldbegehung und manueller Zählung durch Interviewer oder Zähler sehr personal- und damit kostenintensiv sind. Die Luftbildinterpretation ist im Verhältnis dazu nicht nur kostensparend, sondern oft auch zuverlässiger und leichter kontrollierbar. Das gilt besonders dort, wo „gepreßte“ Zähler nur unwillig ihre Arbeit verrichten.

8. Der Einsatz der Äquidensitometrie bei der planungsrelevanten Luftbilddauswertung sowie im Rahmen der Untersuchungen zum Umweltschutz

Die Versuche, im Zusammenhang mit geowissenschaftlichen Untersuchungen die Auswertung von Luftbildern der Erdoberfläche mit Hilfe von Äquidensiten zu verbessern, nahmen etwa zu Beginn dieses Jahrzehnts ihren Anfang. Dagegen hatte die Anwendung von Äquidensiten in der Physik und in der Astronomie schon seit längerem Eingang gefunden. Die Äquidensitometrie wird im Bereich dieser Wissenschaften eingesetzt zur Auswertung von Interferogrammen, von Röntgenaufnahmen und zur Fotometrie von Spektrallinien.

Zunächst eine Definition des Begriffes „Äquidensiten“. Es handelt sich um Kurven bzw. Linien oder Flächen gleicher Schwärzungsdichte oder Helligkeit. Äquidensiten dienen zur Veranschaulichung der Intensitätsverteilung sowie zur Lichtanalysierung mit Hilfe spezieller Äquidensitenfilme. Unter Anwendung digitaler Bildverarbeitung ist es möglich, einen bestimmten Schwärzungsbereich zu selektieren, damit werden sämtliche Grautöne innerhalb bestimmter Grenzen in einer sog. Äquidensite dargestellt. Luftbilder können nun je nach Größe des Schwärzungsumfanges in eine Anzahl solcher Äquidensiten zerlegt werden. Stufenweise kann man darüber hinaus auf der Basis von Äquidensiten solche zweiter, dritter und höherer Ordnung herstellen. Welche Bedeutung hat nun die bei der Luftbildinterpretation angewandte Äquidensitometrie im kommunalen Bereich? Hierzu nachfolgend ein von K. Schillinger bearbeitetes Beispiel aus der Münchener Praxis.

Bild 22

Im Norden der bayerischen Landeshauptstadt wird von der Deutschen Bundesbahn ein neuer Rangierbahnhof geplant. Gewerbliche Unternehmen und stärker belastete Verkehrswege verursachen schon heute Luftverschmutzungen in kritischem Maße. Die Stadtplaner suchen nach Möglichkeiten, den Verschmutzungsgrad optisch darzustellen. Unter Verwendung von Infrarot-Material (im Bereich zwischen ca. 700–900 nm keine Thermografie) hätte eine Differenzierung einzelner Wärmeabgaben der Schadstoffquellen (z. B. Schornsteine und/oder Pkw) erfaßt werden können, nicht aber die gesamte Luftverschmutzung. Deshalb mußte nach einer anderen Methode gesucht werden: Die spektrale Empfindlichkeit herkömmlicher Aufnahme-Materialien reicht bis weit in den UV-Bereich hinein. Aus dem speziellen Gebiet der UV-Fotografie (Fluoreszenz-Fotografie) ist bekannt, daß manche Gase oder Stoffe unter UV-Bestrahlung leuchten oder verfälscht reflektieren.

In der üblichen Aufnahmetechnik muß vermieden werden, daß UV-Strahlen, Sand, Staub, Rauch und Abgase bewußt einwirken. Diese Störfaktoren können aber mit der neuen Methode in Kauf genommen werden – egal, ob Farb- oder Schwarzweiß-Material verwendet wird –, in jedem Fall sind mit diesem erstklassigen Informationsträger genaue Daten über die tatsächliche Luftverschmutzung zu erhalten. Die Ergebnisse sind exakt und wiederholbar.

Während der vorliegenden Versuche wurde der Avichrome 4 x 5 von Agfa-Gevaert verwendet. In niederen bis mittleren Höhen zwischen 150–500 feet über dem Boden bringt er gute Ergebnisse. Da die Grundlage zur äquidensitometri-

schen Auswertung immer ein Schwarzweiß-Negativ sein sollte, wurde ein Zwischen-Negativ mit großem Kontrastumfang hergestellt. Zur genauen Grauwert-Bestimmung muß ein Stufenkeil (Graukeil) einbelichtet werden.

Im zweiten Arbeitsgang erfolgt dann die Trennung zwischen stärkster Verschmutzungsdichte und nachfolgenden Verteilungsdichten. Dieses Resultat ist als Dichteabstimmung erster Güte zu bezeichnen. Es hilft alle weiteren Ergebnisse ausreichend genau zu klassifizieren. Die Verwendung eines Äquidensiten-Rasters ermöglicht es, die unterschiedlichsten Dichtegrade der Aufnahme mit Symbolen zu versehen. Diese in kurzer Zeit erstellbare Äquidensitometrie ersetzt das langfristige und aufwendige Auswerten der Densitometrie. Mit Hilfe der Trennung unterschiedlicher Verschmutzungsgrade, die dann durch chromogenes Entwickeln in vorher bestimmte Farben und Abstufungen gebracht werden können, entsteht eine Interpretation, die auch jedem Laien verständlich ist. Das Beispiel im Bildteil zeigt dies deutlich.

Bild
32–36

9. Zusammenfassende Erkenntnisse und Ausblick

In den vorstehenden Kapiteln wurde dargestellt, wie sich die Luftbildfotografie entwickelte, welche Erkenntnisse generell aus Luftbildern der verschiedenen Arten gezogen werden können und in welcher Weise heute Luftbilder für die Planung und insbesondere auch die planungsrelevante Statistik unentbehrlich geworden sind. Darüber hinaus zeigt die Darstellung weiterführender Verfahren der Auswertung und der Entwicklungstechnik, daß nicht nur primär, sondern auch sekundär eine Reihe von Erkenntnissen gewonnen werden kann, die auf andere Weise nicht oder nur sehr viel kostspieliger zu erlangen wäre. Die Materie „Luftbildauswertung“ ist durch die vor allem in den letzten Jahren fast explosionsartige Entwicklung so umfangreich geworden, daß in den vorstehenden Ausführungen das Thema nicht erschöpfend behandelt werden konnte. Aufzuzeigen waren aber die wichtigsten Einsatzformen der Luftbildfotografie und Luftbildinterpretation im Bereich der planungsrelevanten Statistik. Grundlegende und weiterführende Literatur zum Problemkreis findet sich im Literaturverzeichnis ab Seite 89.

Die Luftbildfotografie ist ein visuelles Medium. Aus diesem Grunde kann sie nicht nur verbal beschrieben werden, sondern muß durch einen Bildteil (ab Seite 37) ergänzt werden. Dieser Bildteil, der fast ausschließlich Aufnahmen aus der Praxis der planungsrelevanten Statistik enthält, wurde so aufgebaut, daß er einige wichtige Einsatzbeispiele der Luftbildfotografie aufzeigt, angefangen von der Erfassung der Siedlungsstruktur über Beispiele aus Planung, Verkehr und Umweltschutz. Dort wo Bilder den Text ergänzen, wurde das bereits in den Marginalien des vorstehenden Beitrags hinweisgebend angezeigt; damit jedoch der Bildteil auch für sich verständlich bleibt und ein ständiges Rückblättern und Suchen nach den entsprechenden Textstellen vermieden wird, sind den einzelnen Bildern die notwendigen sachbezogenen Erläuterungen beigegeben.

Die bisher mit Luftbildern im Bereich der planungsrelevanten Statistik gemachten Erfahrungen lassen erkennen, daß diese Form der Datengewinnung und Erstellung von Strukturübersichten spezieller Art in Zukunft noch mehr an Bedeutung gewinnen wird. Dabei stehen vor allem die verschiedenen Bestandsaufnahmen räumlicher Merkmale, die für die Erfassung von Stadtstruktur und Stadtgestaltung geeignet sind, im Vordergrund. Weiterhin werden überschlägige Auszählungen von Bevölkerungs- und Siedlungsstrukturen, von Einrichtungen der Wirtschaft und des Gewerbes und zur Interpretation des Verkehrsnetzes, einschließlich seiner Belastung durch fließenden und ruhenden Verkehr, von Bedeutung sein.

Der Einsatz der Luftbildfotografie bei der Ermittlung von Luftverschmutzungsgraden und von anderen Umweltbelastungen wird eine immer größere Bedeutung innerhalb von Ballungsräumen erlangen. Zur Zeit laufen in München gerade in dieser Hinsicht einige wertvolle Testbefliegungen und Untersuchungen, über die zu gegebener Zeit noch speziell berichtet werden soll. Bei diesen vielseitigen Einsatzmöglichkeiten sind die Kosten für die Luftbildinterpretation relativ gering, vor allem im Vergleich zu den traditionellen Verfahren der Datenermittlung. Wenn städtische Dienststellen wie in München über eine eigene qualifi-

zierte technische Luftbildausrüstung verfügen, lassen sich diese Kosten noch weiter senken. Eine optimale Nutzung aktueller Befliegungen ist dann zu erreichen, wenn die kombinierte Verwendung von Luftbildern für verschiedene Zwecke möglich ist. Aus der Praxis hat sich ergeben, daß man ohnehin relativ feste Befliegungsintervalle einhalten soll, um auch den Wechsel in der strukturellen Entwicklung erfassen zu können. Dadurch und auf der Basis des nunmehr seit einigen Jahren immer dichter vorliegenden Vergleichsmaterials werden künftig Vergleichsstudien über Veränderungen in der Flächennutzung, der Siedlungsstruktur usw. erleichtert und von noch höherem Aussagewert sein.

Dr. Dh.

BILDTEIL

ABBILDUNGEN MIT ANWENDUNGSBEISPIELEN
AUS DER PLANUNGSRELEVANTEN
LUFTBILDINTERPRETATION.

Bild 1
und 2

Schrägluftbilder können hervorragend strukturelle und ästhetische Gestaltungsmittel des Städtebaus wiedergeben, sie sind übersichtlich und lassen Zusammenhänge erkennen, die in der zweidimensionalen Sicht von der Erdoberfläche her verlorengehen.

1

Wohnen, Arbeiten und Erholen in der Stadt von heute und morgen; ein Ausschnitt aus dem Münchener Olympiagelände, im Hintergrund links hinter dem Fernsehturm ein Teil der Olympiaanlage, rechts Produktion und Verwaltung der Firma BMW sowie Wohnbereiche. Im Vordergrund Grünanlagen und künstliche Seenplatte des Erholungsgeländes Olympiapark.

2

Der Kontrast zur neuen Stadt: Die gewachsene Mitte Münchens gegliedert um Marienplatz und Frauenkirche.



Bild 3
und 4 Senkrechtaufnahmen von Innenstadtgebieten, die für verschiedene Zwecke der Luftbildauswertung eingesetzt wurden, z. B. zur Auszählung von Gewerbeflächen sowie des ruhenden und fließenden Kraftfahrzeugverkehrs. Dabei wurde zur besseren Auszählung in einigen Fällen ein maßstäbliches Planquadratraster eingegeben.

3 *Die Hamburger City mit Binnen- und Außenalster. Die durch Wasserflächen und Verkehrsanlagen (Eisenbahn, Hauptbahnhof und Binnenhafenbecken am oberen Bildrand) vorgegebene strukturelle Gliederung wird deutlich. Auch die Höhe der Häuser ist durch Schattenwirkung und durch leichtes Abkippen vom Aufnahmenadir noch erkennbar. Nahes Erholungsgrün ist am Rand der Außenalster und vor allem in dem rechts unten sichtbaren Gelände des Ausstellungsparks „Planten und Blumen“ zu erkennen. Der Aufnahmemaßstab des Originaldias betrug übrigens 1 : 15 000 bei einem Format 23 x 23 cm und einer Flughöhe von 2300 m über Grund.*

4 *Ein Ausschnitt aus dem Münchener Westend, ein Gebiet mit starker Mischstruktur, in seiner Ausdehnung eingegrenzt von Bahnanlagen und durchzogen von Hauptverkehrsstraßen, beides Zäsuren, die verschiedene Stadtbereiche wirkungsvoll voneinander trennen. Diese Aufnahme fand u.a. bei der Auszählung des ruhenden und fließenden Kraftfahrzeugverkehrs Verwendung. Schon in der verkleinerten Wiedergabe sind die einzelnen Fahrzeuge deutlich zu erkennen.*



Bild 5

Aus entzerrten Senkrechtaufnahmen kann man größere Luftbildkarten oder Pläne zusammenstellen, die ausgedehnte Komplexe einer Stadtlandschaft erkennbar machen. Dieses Verfahren hat aber häufig Nachteile, die am Beispiel der Doppelstadt Mannheim/Ludwigshafen im nebenstehenden Bild aufgezeigt werden. Die unterschiedliche Besonnung während der verschiedenen Aufnahmen und andere Bildstörungen, die auch durch Entzerrung nicht zu beseitigen sind, kommen in diesem Bildbeispiel deutlich zum Ausdruck. Vor allem in den Hafenanlagen und im Rheinstrom links oben und bei den Industrieanlagen und dem alten Ludwigshafener Bahnhofs- und Innenstadtgelände links und in der Mitte des Bildes.

Das nächste Bild zeigt einen möglichen Ausweg bzw. eine Verbesserung.



Bild 6

Totalaufnahme Münchens, aufgenommen aus einer Höhe von etwa 35 000 Fuß (ca. 11 000 m). Die Aufnahme wurde mit einer von Horizont zu Horizont zeichnenden 180° Kombinationsoptik gemacht. Sehr eindrucksvoll und deutlich wird die Blockgliederung der Münchener Innenstadt erkennbar und die davon abweichende Struktur der Stadtrandgebiete. Zusammenhängende einheitliche Wohnkomplexe werden ebenso in ihrer Zuordnung und strukturellen Situation sichtbar wie Verkehrsanlagen (Eisenbahnlinien, Durchgangsstraßen, Brücken, Flughäfen usw.). Ihre über den verkehrlichen Effekt hinausgehende Bedeutung als gliederndes Strukturelement, teilweise aber auch als Zäsur zwischen zusammenhängenden Stadtgebieten, wird ebenso sichtbar wie die durchweg von Grünzügen begleitete Isar, die das Stadtgebiet in das größere West- und das kleinere Ostgebiet teilt. Rechts im Bild wird auch noch der in freier Landschaft verlaufende Autobahnumgehungerring erkennbar. Eine solche Totale zeigt gewissermaßen als Momentaufnahme die ganze Stadt und einen Teil ihres Umgebungsraums auf einen Blick. Dabei ist die Qualität des Ausgangsnegativs (10 x 17 cm) so hervorragend, daß Vergrößerungen noch abbildungsscharf bis etwa 5 m² Größe möglich sind.



Bild 7 Luftbilddokumentation von Baustellen innerhalb der Stadt mit Hilfe von
und 8 Senkrecht- und Schrägaufnahmen.

7 *Hier wird das Münchener Olympiagelände in einem frühen Bauzustand gezeigt. Der Fernsehturm (auffallend durch seine Schattenwirkung, die sogar die Bestimmung der Aufnahmezeit zulässt), ist bereits fertiggestellt, ebenso rechts daneben die Eissporthalle mit Freigelände, die eine Mehrzwecknutzung zulässt. Die große Olympiasporthalle, das Oval des Stadions und die Schwimmhalle in der linken Bildhälfte sind im Bau, zum Teil wurden erst die Erdbewegungen abgeschlossen. Am oberen Bildrand zieht sich die großzügige Straßenbaustelle des Georg-Brauchle-Rings, eines Teilstücks des Mittleren Rings, hin.*

8 *Ein Schrägluftbild hält dokumentarisch einen bestimmten Bauzustand und die dabei notwendige umleitende Verkehrsführung an der U-Bahn-Baustelle Mittlerer Ring in Ramersdorf fest.*



9

Ein altes gewachsenes Wohngebiet an der Isar gegenüber der Museumsinsel mit dem Deutschen Museum, etwa in der Bildmitte wird eine Großbaustelle sichtbar: Das Europäische Patentamt im Bauzustand Anfang November 1977, das südlich an den großen Baukörper des Bundespatentamtes anschließt. Der Kontrast zum stark gegliederten Baukomplex des Deutschen Museums aus einer ganz anderen städtebaulichen Epoche wird sichtbar, aber auch der Einschnitt in die vorhandene Wohnsubstanz.

10

„Modernes Wohnen“ in der Stadt in nur rund 4 km Luftlinie von der Münchener City entfernt. Es handelt sich um Wohn- bzw. Terrassenhäuser verschiedener Typen und Größen am Rand des Olympiageländes.



11 *Die Brücke als Straße am Beispiel der Nordbrücke Düsseldorf. Hier kommt im Luftbild besser als bei jeder anderen Wiedergabeart deutlich zum Ausdruck, welche Funktion eine solche Brücke hat und wie bei modernen Bauformen (schrägseilverspannte Zügelgurbrücke) die Brückenkonstruktion selbst hinter der dominierenden Straßenfunktion im Bild zurücktritt.*

12 *Am Beispiel der Donnersbergerbrücke wird erkennbar, wie hier eine Straße nicht einen Strom sondern die Einfahrtanlage der Eisenbahn in den Münchener Hauptbahnhof überquert. Der große Flächenanspruch großstädtischer Bahnanlagen wird ebenso deutlich wie die Breite der Straßenbrücke mit ihren Zufahrtssystemen aber auch die tageszeitlich bedingte Belastung in einer Fahrtrichtung (stadtauswärts nach Süden und Südwesten).*



13 *Der Flughafen München-Riem. Im Schrägluftbild wird auf einen Blick sichtbar, was heute einen Verkehrsflughafen ausmacht: Das Abfertigungsvorfeld mit den Rollbahnen und der Startbahn, das zentrale Abfertigungs- und Verwaltungsgebäude mit den anschließenden Gepäck- und Wartungshallen, vor allem aber auch im Vordergrund die großzügige straßenmäßige Anbindung und die heute erfreulich große Kapazität der Parkplätze.*

14 *Das Olympiaeinkaufszentrum als Subzentrum für ein größeres Wohngebiet mit Warenhäusern, Einzelhandelsgeschäften und vor allem Parkplätzen und Parkhäusern, umrahmt von großzügigen Erschließungsstraßen. Hier wird die Wechselbeziehung zwischen Einzelhandel, ruhendem und fließendem Verkehr sichtbar.*



Bild 15 und 16 Die Erfassung der Bausubstanz von Sanierungsgebieten mit Hilfe von Schrägluftbildern. Grundlage aller planungsrelevanter soziografischer Untersuchungen von Sanierungsgebieten sind Luftbilder, und zwar schon zur Abgrenzung solcher Stadträume und zur ersten Erfassung der Bausubstanz. Die beiden hier gezeigten Beispiele stehen für viele.

15 *Das Sanierungsgebiet Haidhausen, im Vordergrund das Gelände des Ostbahnhofs. Dichte Bebauung, die auch die Innenhöfe der Blöcke total erfasst, wechselt mit aufgelockerten Partien ab. Deutlich werden bereits sanierte und renovierte Häuser neben trostlosen Häuserzeilen erkennbar.*

16 *Sanierungsgebiet Westend, in der Bildmitte liegt der schwerpunktmäßige Siedlungsblock der dringend und nicht nur der Erneuerung und Verbesserung in der Ausstattung, sondern auch der Auflockerung bedarf.*



Bild 17
bis 20

Der Bedarf der Stadtplanung an Schrägluftbildern wächst laufend, und zwar nicht nur bei Sanierungsuntersuchungen, sondern auch bei der Planung von Naherholungsmöglichkeiten im Rahmen von Dorfkernstudien usw., wie die nächsten vier Bildbeispiele zeigen.

17

Schrägluftbild der Ludwigstraße/Leopoldstraße mit dem Siegestor. Nördlich des im Bild dominierenden Gebäudes der Kunstakademie wird der Schwabinger Leopoldpark sichtbar. Rechts oben ist noch ein Ausschnitt des nahegelegenen Englischen Gartens zu erkennen. Trotz der in Schwabing üblichen dichten Wohnbebauung sind Erholungsmöglichkeiten gegeben, die für die Naherholung positiv ergänzt werden durch den Leopoldpark, um dessen Erhaltung gerungen wird und der, wie schon das Luftbild zeigt, zur Auflockerung und Durchmischung eines solchen dichtbebauten Gebietes mit Grün eine wichtige Funktion hat.

18

Der Nikolaiplatz in Schwabing, ein Schrägluftbild zum Städtebauproblem „Seidelvilla“, aufgenommen eine Woche bevor ein Teil der Grünsubstanz und des Altbaus links vom Turm der Seidelvilla abgerissen wurde.



19

Ein Schrägluftbild zur Grünplanung; der Blick geht nach Westen über die Brienerstraße hinaus, weiter über den Karolinenplatz zum Königsplatz mit den Propyläen, die Nymphenburger Straße, wobei im Hintergrund das Hochhaus am Rotkreuzplatz und das Schloß Nymphenburg eben noch sichtbar sind. Diese Aufnahme wurde im Rahmen der Studie über innerstädtische Grünplanungen im Zusammenhang der Verbesserung der Situation um den Königsplatz gemacht.

20

Ein Schrägluftbild von Ramersdorf, das für die Münchener Dorfkernstudie gemacht wurde. Im Luftbild wird eindrucksvoll sichtbar, wie die alte, baugeschichtlich wertvolle Ramersdorfer Kirche im Mittelpunkt durch das stark ausgebauten Verkehrsnetz im Bereich des Mittleren Ringes mit der Einfahrt zur Autobahn Salzburg in eine Insellage geraten ist und von den Wohngebieten getrennt wurde. Erdgebundene Sicht bietet in keinem Falle eine solche totale Erfassung der Situation.



21 *Das Gewerbegebiet Moosach. Nach solchen Schrägluftbildern wurden die im Gewerbeatlas des Münchener Stadtentwicklungsreferates ausgewiesenen Gewerbegebiete ausgewählt und in Verbindung mit maßstabgetreuen Senkrechtaufnahmen gezeigt.*

22 *Im Schrägluftbild wird das Gelände im Münchener Norden gezeigt, auf dem die Bundesbahn den Großrangierbahnhof Nord zu bauen beabsichtigt – ein Planungsproblem von besonderer Brisanz. Der Blick von Ost nach West zeigt im Vordergrund vorhandene Anlagen, geländemäßig einmündend in das zum Ausbau vorgesehene und heute zum Teil noch baumbestandene Gebiet. Deutlich wahrnehmbar sind die in unmittelbarer Nähe gelegenen Einfamilienhausgebiete und die Großwohnanlage Lerchenauer See.*



23 *Dieses Schrägluftbild des Heizkraftwerkes Süd ist ein Beispiel dafür, wie lärm- und raucherzeugende Anlagen unmittelbar an dicht besiedelte Wohngebiete angrenzen. Erkennbar wird an den Isaranlagen das Heizkraftwerk Süd und dahinter die Rangiergeleise der Großmarkthalle mit einem rund um die Uhr gehenden Rangierbetrieb.*

24 *In den Wald- und Forstgebieten an der Isar bei Erding wird im Luftbild deutlich erkennbar, wie sich die Verlegung der Erdgasleitung ausgewirkt hat und wie sie auch nach zwei Jahren noch erkennbar ist. Weitere Beispiele zur Vegetationskontrolle zeigen aber, daß behutsam verlegte Leitungen nach einer Reihe von Jahren nicht mehr störend in Erscheinung treten, sondern nur auf Luftbildern und auch da nur mit Mühe zu sehen sind.*



- 25 *Ein Schrägluftbild, das aus größerer Höhe (3500 Fuß oder ca. 1100 m) aufgenommen wurde und im Vordergrund an der Schleife des Mittleren Rings das „1860er Stadion“ zeigt. Die Isar begleitend werden in der linken Hälfte die Flaucheranlagen sichtbar; sehr deutlich erkennbar durch seine hell leuchtenden Schwimmbecken, das Schyrenbad mit den dazugehörenden Sportflächen. Dem Verlauf der Isar folgend sieht man die Museumsinsel mit dem Deutschen Museum und schließlich am oberen Bildrand rechts der Isar die Grünanlagen um das Maximilianeum, den Friedensengel und rechts der Englische Garten. Auch die dichtbebaute Münchener Innenstadt einschließlich des Cityrings hat, wie hier deutlich wird, in meist noch fußläufiger Nähe ausgedehnte Grün- und Sportflächen.*
- 26 *Besser als aus flächendimensionaler Sicht zeigt das Luftbild großzügig angelegte Sportplätze, hier am Beispiel der Anlagen an der Salesianer-Anstalt und der St.-Wolfgang-Kirche in Haidhausen, die unmittelbar eingebettet in Wohngebieten liegen.*



Luftbilddokumentation von stadtnahen Erholungsgebieten, hier vom Paradies – Bade- und Erholungsgelände Possenhofen der Landeshauptstadt München am Starnberger See. Das Schrägluftbild zeigt sehr deutlich, wo die Ufer steil abfallen und wo – gewissermaßen in Schelfgebieten – eine sanfte Uferneigung familienfreundliche Badegelände zuläßt. Auch wird erkennbar, wo vom Ufer her die Anlage von Yachthäfen (Marina) besonders gut möglich ist (zum Beispiel in Possenhofen unmittelbar an der Anlegestelle der Staatlichen Seenschiffahrt). In der Nähe ist in der linken Bildhälfte das alte Possenhofener Schloß mit seinen Nebengebäuden erkennbar. Zwischen dem Erholungsgelände am Seeufer und dem Ort Pöcking (Mitte oben) sind die behutsam und in zweckmäßiger Entfernung vom Erholungsgelände gelegenen, umfangreichen Autoabstellplätze innerhalb des Waldgebietes zu sehen. Auch eine solche Situation läßt sich sowohl bei der Planung wie nach ihrer Ausführung geschlossen nur im Luftbild übersehen, wie das Beispiel zeigt.



Bild 28
bis 31

Ein gutes Farbluftbild 9 x 12 kann Basis sein für eine Reihe von Auswertungsschritten, die man durch spektrale Informationen gewinnt. Man filtert hierbei die Farbaufnahmen aus bzw. reduziert durch Zwischenschaltung verschiedener Filter, wie z.B. Blaufilter. Durch Nutzung dieser fotografischen Auswertungsmöglichkeiten im Bereich der spektralen Information kann man also aus einem normalen Übersichtsluftbild entweder gleichmäßige Struktur, eine scharfe Hervorhebung der Bebauung, des Grüns usw. erzielen oder aber die Luftverschmutzung erkennbar machen, um nur einige Anwendungsmöglichkeiten zu nennen. Hier ein aus vier Bildern bestehendes Auswertungsbeispiel:

28

Ein Farbluftbild der Münchener Innenstadt als Ausgangsbasis.

29

Ausfilterung des 1. Kanals (blau). Dabei entsteht durch Fluoreszenz bei UV und blau ein klares Bild der Luftverschmutzung, die in der Mitte des Bildes über der Innenstadt als Dunstschleier deutlich wird.



30 *Ausfilterung des 2. Kanals (grün). Im mittleren Spektralbereich kommt durch gleichmäßige Dichte eine Schärfestruktur der Bebauung heraus, denn der langwellige wie der kurzwellige Spektralbereich sind ausgeschlossen, was eine gleiche Dichte über alle Entfernungen garantiert.*

31 *Ausfilterung des 3. Kanals (rot). Hier tritt eine noch weiter gehende Entschleierung ein, die bei Fernaufnahmen wichtig ist. Alle sehr fern liegenden Objekte im Schrägluftbild werden dabei besonders klar und strukturscharf.*



Bild 32 Dieses Beispiel zeigt in einer Folge von 5 Bildern die Möglichkeiten, über
bis 36 äquidensitometrische Auswertung einer Schrägluftbildaufnahme
Luftverschmutzung erkennbar zu machen und ihre Quelle zu lokalisieren.

32 *Schrägluftbild des Münchener Olympiageländes.*



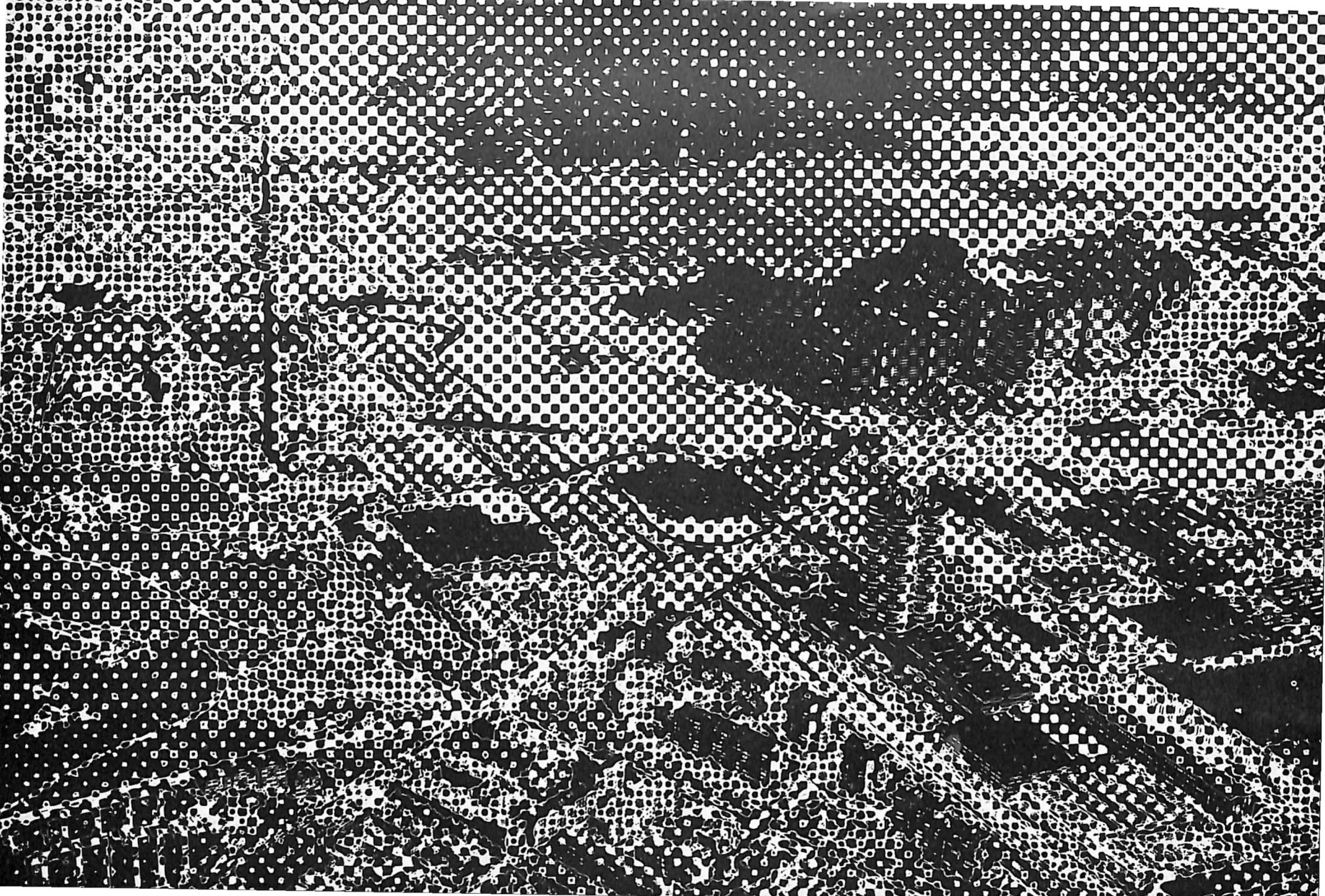
Homogene äquidensitometrische Auswertung des Schrägluftbildes in bestimmaren Falschfarben. Die Gesamtverschmutzung wird durch die Rotintensität im Gelände sichtbar, ein zentraler Verschmutzungskeil am oberen Bildrand rechts. Hier wird erkennbar, was aus der Originalaufnahme nicht an Informationen zu entnehmen ist.



Dasselbe Schrägluftbild von der Originalfarbaufnahme (Bild 32) in schwarzweiß reproduziert. Zur Ermittlung der Grauwertbestimmung wurde ein Stufenkeil (Graukeil) am unteren Bildrand einbelichtet. Im oberen Bildteil wird die Verschmutzung bereits als leichter Grauschleier erkennbar.



Durch die Verwendung eines Äquidensitenrasters wird es möglich, die unterschiedlichen Dichtegrade (Grauwerte) der Aufnahme (Bild 32 - 34) mit Symbolen zu versehen. Die Unterscheidung der einzelnen Verschmutzungsgrade wird durch dieses Mittel der Äquidensitometrie weiter verbessert.



Aus dem Graukeil wurden diejenigen Stufen ausgewertet, die speziell die Dichte der Verschmutzung im Bild sichtbar machen und die darüber hinaus auch einen Rückschluß auf ihre Quelle optisch zulassen.



Bild 37 Hier wird ein weiteres Beispiel gegeben, wie aus dem Luftbild Verschmutzungen und ihre Verursachung erkennbar werden. Am Stadtrand verbrennt ein Schrotthändler, der schrottreife Automobile aufkauft, Altreifen. Es ist deutlich zu sehen, wie aus der kleinen, fast punktförmigen Rauchquelle an einem sonst klaren Tag, der im Hintergrund die Alpen erkennen läßt, durch Inversion ein weiter Teil der Landschaft und der Stadt mit einem Rauchsleier, der nicht in die Höhe ausweichen kann, überdeckt wird.



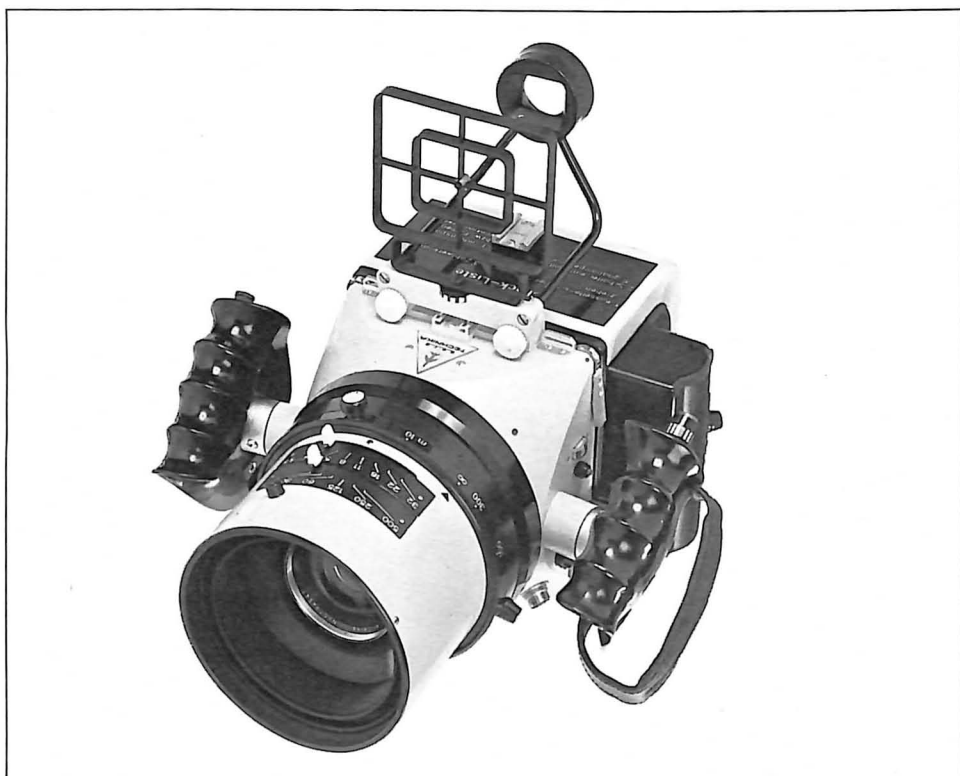
Bild 38 Die Einsatzmöglichkeit des Luftbildes bei der Dokumentation von Bränden, ihrer Bekämpfung und der Brandschäden.



Bild 39 Die Kameraausrüstung und ihr Zubehör, wie sie bei Luftbildaufnahmen für
und 40 planerische Zwecke zum Einsatz gelangt. Der überwiegende Teil der im
vorstehend gebrachten Bildbeispiele wurde mit dieser Kamera aufgenommen.

39 *Linhof Aero Technika 45 (9 x 12 cm/4 x 5 in.) Spezialkamera. Das Bild zeigt die Kamera für Freihandschräg- und -senkrechtluftbilder mit elektromotorischem Verschuß und Filmtransport sowie Ansaugkassette bzw. Vakuumdruckluftkassette. Die Kamera kann bei einer Spannung von 24 Volt an das Bordnetz angeschlossen werden oder durch einen Zusatzakku betrieben werden.*

40 *Das Kameragehäuse mit Kassette, optischem Sucher und Wechselobjektiven verschiedener Brennweiten.*



Bildautoren und Freigabenummern der Luftbildaufnahmen

Bild 3

Vermessungsamt der Freien und Hansestadt Hamburg, L.A.M. 700 357

Bild 4 und 7

Bayerischer Flugdienst Hans Bertram, Reg. v. Oberbayern, G 4/24 009

Bild 11

Dieter Storp Luftbild-Reportagen, Reg. Präs. Düsseldorf, D. ST. 58/1 103

Bild 27

Luftbild Max Prugger, Reg. v. Oberbayern, G 30/6 974

Alle übrigen Luftbilder

Karl H. Schillinger, Reg. v. Oberbayern, GS 300/3 844 (Bild 1), GS 300/6 901 (Bild 6) sowie die Sammelfreigabenummer GS 300/7 375

Bild 39 und 40

Werkfoto Linhof Präzisions-Kamera-Werke GmbH, München

Literaturverzeichnis

Bachem, Hans-Christian, „Infrarotwärmeaufnahmen“, in: „Luftaufnahmen II – Auswertungen für Stadtplanung, Regionalplanung, Umweltschutz“, Schriftenreihe des Siedlungsverbandes Ruhrkohlenbezirk, Essen, 1975

Badewitz, Dietrich, „Sozialräumliche Gliederung als Ergebnis stadtgeografischer Luftbildinterpretation“, in: „Bildmessung und Luftbildwesen“, 39. Jahrgang, Heft 6/1971

Dheus, Egon, „Geografische Bezugssysteme für regionale Daten“, 2. Auflage, Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart, 1972

Dheus, Egon, „Der ruhende Kraftfahrzeugverkehr im Münchener Westend – Erkenntnisse aus einer Luftbildteststudie“, in: Münchener Statistik, Jahrgang 1969, Seite 252 ff.

Dittrich, Gerhard, G.u.a. Fotogrammetrie bei Sanierungsmaßnahmen, in: „Die Stadt“, Studien des SIN-Städtebauinstituts, Nürnberg, 1975

Fehn, Hans/Beckel, Lothar, „Luftbildatlas Bayern – eine Landeskunde in 22 farbigen Luftaufnahmen“, Gemeinschaftsausgabe List-Verlag/Wichtholz-Verlag, 1973

Gibs, Helga, „Das Licht das aus dem Dunkel kommt – Datenerhebung durch Remote-Sensing“, in: „Wien aktuell“, herausgegeben vom Presse- und Informationsdienst der Stadt Wien, Heft 10/1976 (Seite 17 ff.)

Gierloff-Emden, H.-G. u. H. Schroeder-Lanz, „Luftbildauswertung Teil I – III“, Hochschultaschenbücher 358/358 a, 367/367 a und 368/368 a + b, Bibliographisches Institut Mannheim, 1970

Hirt, Fritz-Hellmut, „Untersuchungen über die Wärmebelastung des Rheins zwischen Krefeld und Wesel nach Infrarotwärmeaufnahmen“, in: „Luftaufnahmen II – Auswertungen für Stadtplanung, Regionalplanung, Umweltschutz“, Schriftenreihe des Siedlungsverbandes Ruhrkohlenbezirk, Essen, 1975

Hirt, Fritz-Hellmut, „Die Darstellung der Großstadtlandschaft Ruhrgebiet im Wärmebild“, in: „Luftaufnahmen II – Auswertungen für Stadtplanung, Regionalplanung, Umweltschutz“, Schriftenreihe des Siedlungsverbandes Ruhrkohlenbezirk, Essen, 1975

Karpf, Nikolaus (Herausgeber), „Technika-Handbuch“, Verlag Großbild-Technik GmbH, München, 1976

Kellersmann, H./Schwarz, G., „Aufnahmen mit einer Multibandkamera und Auswertungen an einem additiven Farbmischgerät“, in: „Luftaufnahmen II – Auswertungen für Stadtplanung, Regionalplanung, Umweltschutz“, Schriftenreihe des Siedlungsverbandes Ruhrkohlenbezirk, Essen, 1975

Kellersmann, H./Steinert E., „Auswertung von Luftbildern nach Kriterien der Baunutzungsverordnung“, in: „Luftaufnahmen II – Auswertungen für Stadtplanung, Regionalplanung, Umweltschutz“, Schriftenreihe des Siedlungsverbands Ruhrkohlenbezirk, Essen, 1975

Kraus, Karl, „Die Geländedatenbank und die Orthophotographie als Grundlage für thematische Kartographie“, in: Thematische Kartographie und Elektronische Datenverarbeitung, Forschungs- und Sitzungsbericht der Akademie für Raumforschung und Landesplanung, Band 115, Hannover, 1977

Plücker, K./Vuong, V., „Auswertung von Luftaufnahmen zur Analyse von Verteilung und Struktur des Erholungsverkehrsaufkommens“, in: „Luftaufnahmen II – Auswertungen für Stadtplanung, Regionalplanung, Umweltschutz“, Schriftenreihe des Siedlungsverbands Ruhrkohlenbezirk, Essen, 1975

Schillinger, Karl, „Äquidensitometrie“, in: „International Photo-Technik“, Heft 1/1978, Verlag Großbild-Technik GmbH, München

Schneider, Sigfrid, „Luftbild und Luftbildinterpretation“, in: Lehrbuch der Allgemeinen Geographie, Band XI, Walter de Gruyter, Berlin, New York, 1974

Trachsler, Heinz, „Luftbilder als Datenquelle für ein landesplanerisches Informationssystem“, in: Thematische Kartographie und Elektronische Datenverarbeitung, Forschungs- und Sitzungsberichte der Akademie für Raumforschung und Landesplanung, Band 115, Hannover, 1977

Verstappen, Herman Th., „Lufterkundung, Luftbildinterpretation und Raumordnung“, in: „Der Mensch und die Technik – technisch wissenschaftliche Blätter der SZ“, 11. Jahrgang 151. Ausgabe, München, 1969

Wegener, R., „Das Luftbild als Dokumentation über die Veränderung einer Stadtlandschaft“, in: „Luftaufnahmen II – Auswertungen für Stadtplanung, Regionalplanung, Umweltschutz“, Schriftenreihe des Siedlungsverbands Ruhrkohlenbezirk, Essen, 1975

Wieczorek, Ulrich, „Der Einsatz von Äquidensiten in der Luftbildinterpretation und bei der quantitativen Analyse von Texturen“, in: Münchener Geographische Abhandlungen im Selbstverlag des Geographischen Instituts der Universität München, 1972