

**Zeitschrift:** Plan : Zeitschrift für Planen, Energie, Kommunalwesen und Umwelttechnik = revue suisse d'urbanisme  
**Herausgeber:** Schweizerische Vereinigung für Landesplanung  
**Band:** 32 (1975)  
**Heft:** 9

**Artikel:** Fernerkundung mit Infrarot-Luftbildaufnahmen  
**Autor:** Ihlenfeld, Jörg  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-782401>

### **Nutzungsbedingungen**

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

### **Conditions d'utilisation**

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

### **Terms of use**

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

**Download PDF:** 23.07.2025

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

# Fernerkundung mit Infrarot-Luftbildaufnahmen

Von Jörg Ihlenfeld, Mitglied der ARFU, Arbeitsgemeinschaft für Fernerkundung und Umweltplanung, Bern

Für die Planungsinstanzen, seien es die kantonalen oder kommunalen Planungsämter, die Orts-, Regional- und Stadtplaner, die Verkehrs- und Landschaftsplaner, wird aus den Arbeitsbereichen Umweltschutz, Landschaftsschutz und Landschaftspflege in Grossräumen oder sogar in sogenannten Entwicklungsländern in Zukunft wahrscheinlich eine Zunahme der Probleme und ihrer Kompliziertheit resultieren. Diesem Mehr an Arbeit wird ein relatives Weniger an Arbeitskräften, Zeit und Geld zur Verfügung stehen, was die Planer zwingen wird, nach neueren und rationelleren Wegen für die Planungsarbeit zu suchen.

Eine erste Vereinfachung des Planungsprozesses könnte erreicht werden, wenn die Planungsunterlagen auf dem neuesten Stand und nicht Jahre alt wäre. Ausserdem sollten die Daten über Geologie, Geographie, Bebauung, Verkehr, Bewuchs, Grundwasserstand, Luftströmung usw. als Kartenmaterial vorliegen und nicht mühsam aus Statistiken und Textbänden herausgesucht werden müssen.

Durch die Infrarottechnik erfuhr die Fernerkundung in vielen Bereichen eine wesentliche Erweiterung und Ergänzung.

### Was ist Fernerkundung?

Unter Fernerkundung (remote sensing of environment) versteht man die Gesamtheit der Bild- und Datenaufnahmen im sichtbaren und unsichtbaren Bereich des elektromagnetischen Spektrums. Was dem menschlichen Auge als Licht sichtbar erscheint, ist in Wirklichkeit nur ein winzig kleiner Ausschnitt aus dem gesamten elektromagnetischen Spektrum, das von den extrem kurzen, kosmischen Strahlen bis zu den längsten Radiowellen reicht. Das sichtbare Licht umfasst lediglich Wellenlängen von 400 bis 700 Millionstelmillimeter – weniger als eine Oktave

in dem um dreissig oder mehr Grössenordnungen weiteren Bereich des gesamten elektromagnetischen Spektrums. Im schmalen Band der Lichtwellen sieht unser Auge von Violett über Blau, Grün, Gelb und Orange bis Rot zahllose Farbabstufungen, von denen jede einer ganz bestimmten Wellenlänge entspricht.

Kürzere Wellenlängen als 400 (Ultraviolett) und länger als 700 Millionstelmillimeter (Infrarot) sind für den Menschen unsichtbar. Das Auge registriert Dunkelheit. Nicht so beispielsweise der fotografische Film. Schon die Emulsionen normaler Schwarzweiss- und Farbfilm zeigen gegenüber dem Auge ausgeprägte Empfindlichkeit für Ultraviolettstrahlung auf, ein Zustand, dem auch der ernsthafte Fotoamateur dadurch Rechnung trägt, dass er bei Gebirgswanderungen über 2000 Meter Filter vor das Aufnahmeobjektiv schraubt, die die relativ starke Ultravioletteinwirkung auf dem Film etwas zurückerdämmen.

Die auf der langwelligen Seite des sichtbaren Spektrums anschliessende Infrarotstrahlung dagegen hat auf gewöhnliche Filme keinen Einfluss. Indessen lassen sich eigens dafür empfindliche Emulsionen herstellen, die

zumindest die dem sichtbaren Licht nahe benachbarte Infrarotstrahlung (sogenanntes «nahes Infrarot») zu registrieren vermögen.

So kann allein schon die konventionelle fotografische Technik die menschliche Wahrnehmungsfähigkeit auf normalerweise unsichtbare Nachbargebiete des sichtbaren Spektrums ausdehnen. Wir werden sehen, wo wir von Natur aus blind sind. Mit grösserem technischem Aufwand, komplizierteren apparativen Einrichtungen gelingt es jedoch, beidseits des Lichtspektrums fernliegende Wellenbereiche dem menschlichen Wahrnehmungsvermögen zugänglich zu machen.

Jenseits des Ultravioletts schliesst sich erst die Röntgen- und dann die noch kurzweiligere Gammastrahlung an. Auf das Infrarot folgen die Mikrowellen (Radar) und schliesslich die Radiowellen.

Dieser gesamte Bereich des elektromagnetischen Spektrums wird heute für die militärische Informationsbeschaffung in vielfältiger Weise ausgenutzt. Zivile Anwendungsmöglichkeiten sind daraus hervorgegangen. Einen besonders faszinierenden Komplex jedoch bilden jene zahlreichen technischen Entwicklungen, die die im Infrarotbereich liegende Strahlung nutzen.

Im NIR (Nahinfrarot) haben die meisten Gegenstände andere, für sie charakteristische Reflexionseigenschaften als im sichtbaren Licht. Besonders auffällig ist dabei der sogenannte Chlorophylleffekt. Gesunde chlorophyllhaltende Pflanzen reflektieren das Sonnenlicht zu 5 % im violetten und blauen Bereich, etwa 10 % im grünen, etwa 5 % im orangen und roten Bereich, aber allein im NIR (Nahinfrarot) zwischen 60 und 80%! (Wobei sich die

Prozentangaben nur auf die Menge des reflektierten Lichtes beziehen).

Durch die unterschiedliche Zellstruktur der einzelnen Pflanzengattungen und der damit verbundenen Reflexionseigenschaften kann Laubwald vom Nadelwald und Wiesen auf Aufklärungsbildern aus grosser Höhe (Satelliten) klar unterschieden werden. Aufgrund dieser Erkenntnisse hat sich gezeigt, dass die Infrarottechnik bei der Datenbeschaffung, der Forschung und Planung grosse Dienste erweisen kann.

## Beispiel der Stadt Bern

Dies sei gezeigt am Beispiel der Infrarot-Luftbildaufnahmen der Stadt Bern. Im Auftrag der Planungsdirection der Stadt Bern (Stadtgärtnerei) haben wir

im Sommer 1974 das Gemeindegebiet (72 km<sup>2</sup>) überflogen und mit einem Netz von Luftbildaufnahmen überdeckt.

Sinn und Zweck dieses Auftrages: Erstellen eines Grünkatasters für die Zonenplanung und Gesundheitsüberwachung der Bäume.

### Technische Daten:

Flughöhe 1000 m über Grund

Flugrichtung Nord-Süd

Flugzeit 9. Juli, 7. und 13. August

10.00–13.30 Uhr

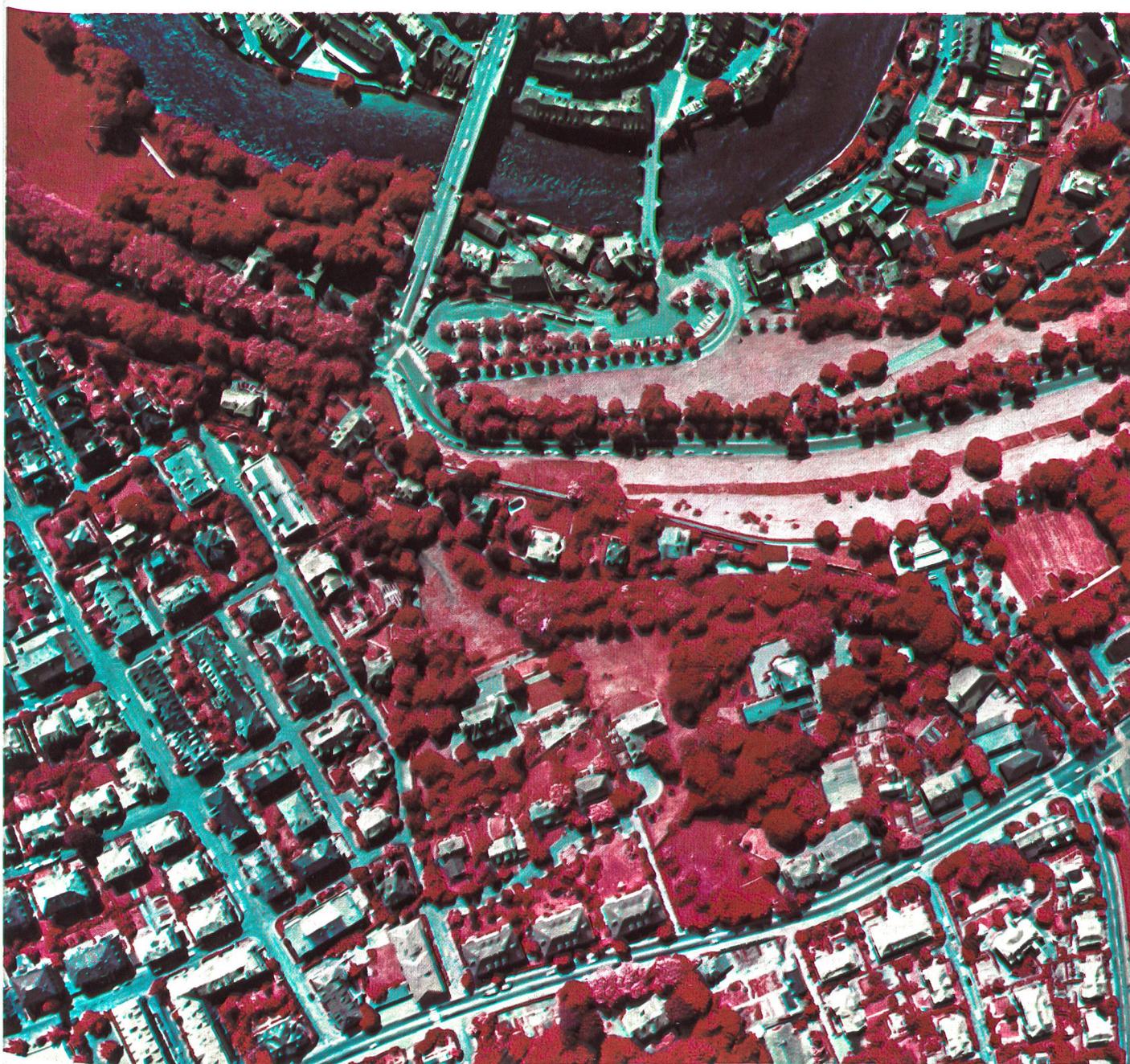
Überdeckte Fläche pro Aufnahme 0,5

km<sup>2</sup>

Filmmaterial NIR-Falschfarbfilm

Die NIR-Luftbildaufnahmen der Altstadt Bern mit der Nydeggbrücke und dem Bärengraben lässt deutlich die vorhandenen Vegetationsflächen und Baumbestände erkennen. Selbst die kleinsten Grünflächen und Bäume in den Hinterhöfen der Altstadt treten durch die intensive Rotfärbung in Erscheinung.

Der unterschiedliche Zellaufbau unter den verschiedenen Pflanzenarten und die damit zusammenhängenden Reflexionseigenschaften (Abstufungen in den Rottönen), tragen dazu bei, dass eine Auswertung der Baumbestimmung erfolgen kann. Unter Beizug von fotogrammetrischen Analoggeräten ist eine Auswertung der Baumart, Grösse und Kronendurchmesser bis zu 90 %



möglich. Auch kranke Bäume können im Frühstadium, die an Ort und Stelle einen völlig gesunden Eindruck machen, erkannt werden. Der Zellzerfall und der damit verbundene Chlorophyllabbau verändert die Reflexionseigenschaften im Infrarotbereich. Die Diagnose muss jedoch am Standort erfolgen.

Eine sinnvolle Gesundheitsüberwachung des vorhandenen Baumbestandes ist nur dann von Erfolg gekrönt, wenn diese Aufnahmen periodisch wiederholt werden. Denn auch durch den Vergleich mit Aufnahmen vorhergehender Jahre können Angaben über eine eventuell abnehmende Vitalität der Bäume gemacht werden.

Vitalitätsverlust kann die Folge eines

schleichenden Krankheitsprozesses sein, aber nur zu oft sind Strassenverbreiterungen, höhere Verkehrsbelastungen, Kanalisierungen, Werkleitungen, Grundwasserabsenkungen oder andere Bauaktivitäten die Ursache.

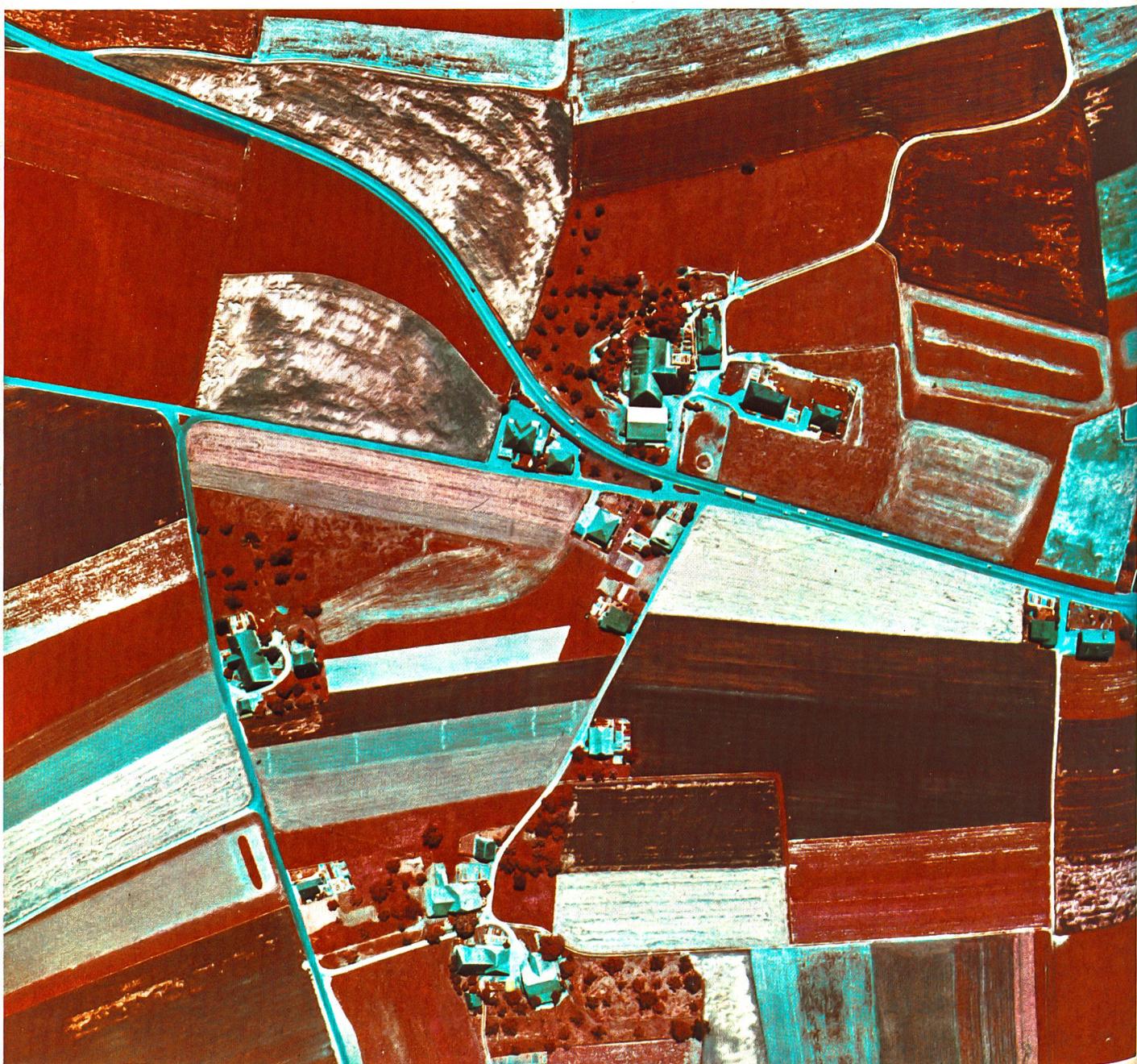
Die Infrarot-Luftbildtechnik ist für die Gartenbauämter nahezu die einzige Methode, zu einer richtigen Berichterstattung zu gelangen, wenn es sich um die Erhaltung des Grünbestandes handelt, vor allem deshalb, weil sich ein grosses Potential auf privaten Grundstücken befindet.

Dem Landschafts-, Orts- und Regionalplaner liefern diese Luftbilder eine grosse Auswahl an Daten für das Landschaftsinventar, Ausgangslage jeder

umweltbewussten Orts-, Regional- und Landschaftsplanung.

Die NIR-Luftaufnahme, Ausschnitt Frauenkappelen/Bern, ein Landwirtschaftsgebiet mit intensivem Ackerbau, lässt den Wert dieser Datenbeschaffung eindeutig erkennen.

Deutlich tritt der Unterschied zwischen Getreidefeldern (rot bis hellrosa) und saftiggrünen Kunstwiesen sowie Kartoffel-, Runkelrüben- und Maisfeldern (in verschiedenen Rottönen) hervor. Innerhalb der Getreidefelder kann das Ausmass der Windwurfschäden festgestellt werden. Genausogut lassen sich Obstbäume von Zierbäumen unterscheiden. Bei dem Luftbildausschnitt Bremgartenwald Bern sind deutlich die Unterschiede zwischen Laubbäumen



(hellrot) und Nadelbäumen (dunkelrot), Jungholz und älteren Baumbeständen sowie nicht kultivierte Flächen erkennbar. Geschädigte Baumkulturen können durch NIR-Aufnahmen eruiert werden. Eine Auswertung betr. Baumart, Grösse und Holztrag pro Hektare ist mit fotogrammetrischen NIR-Aufnahmen möglich.

Die aufgrund solcher Luftaufnahmen gewonnenen Daten werden je nach Anforderung in Katasterpläne eingetragen oder kategorisch manuell, semiautomatisch und automatisch interpretiert.

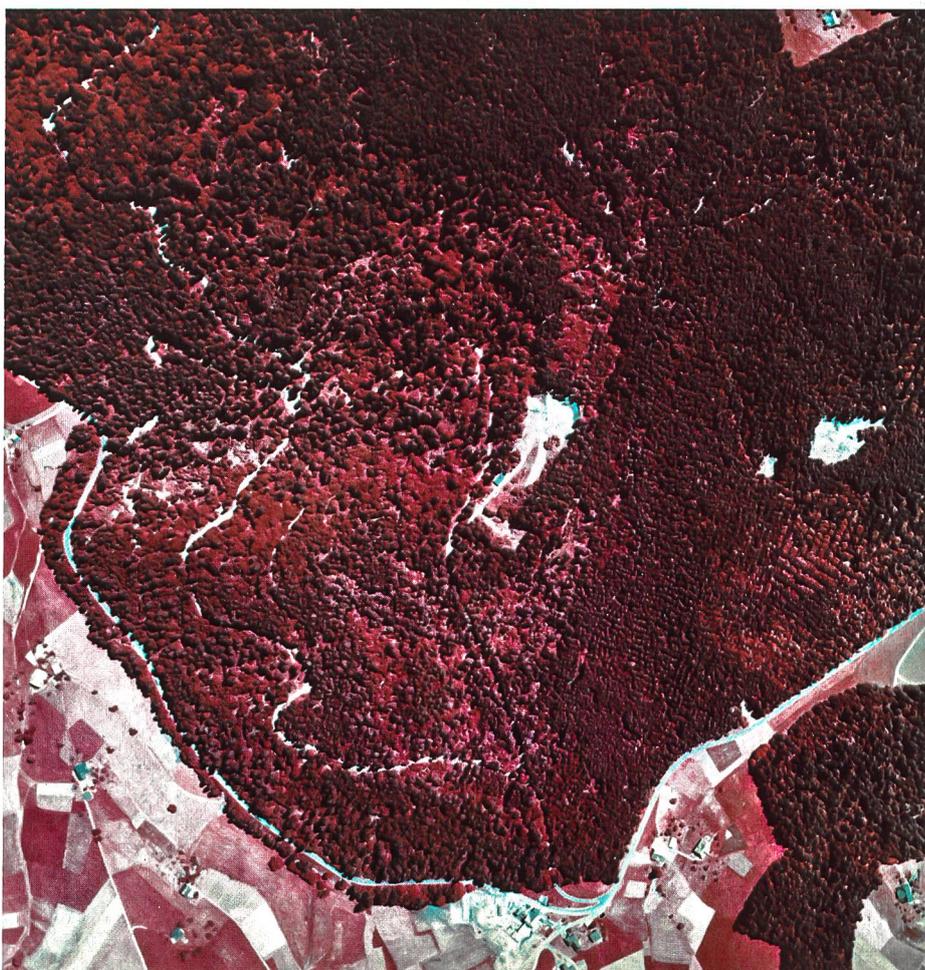
### Umfassende und genaue Daten

Zusammenfassend möchte ich feststellen, dass mit Hilfe der Fernerkundung und Fotogrammetrie sich rasch umfassende und genaue Daten für die Forschung und Planung unserer Umwelt erfassen und auswerten lassen.

Die Umweltplanung befasst sich mit den vielfältigen Massnahmen, die eine Verbesserung unseres Lebensraumes zum Ziel haben. Sie soll eine sinnvolle Bewirtschaftung der natürlichen Ressourcen und technischen Anlagen ermöglichen und die nachteiligen Folgen von Eingriffen in das komplexe ökologische System verhindern. Aus der Vielfalt der möglichen Anwendungsgebiete für Fernerkundung und Umweltplanung möchte ich noch folgende Beispiele herausgreifen:

- Orts-, Stadt- und Landschaftsplanung
- Archäologie und Denkmalpflege
- Geologie, Hydrologie, Glaziologie
- Land- und Forstwirtschaft, Kulturtechnik
- Energie-, Industrie- und Verkehrsanlagen
- Umweltschutz, Abluft, Abfall, Abwasser

Grundlegend ist zu sagen, dass das Luftbild, besonders das farbige, auch heute noch die grösste Informationsdichte pro Flächeneinheit bietet und somit eine optimale Information hat. In einer Zeit, in der auf immer grössere Bezugseinheiten zurückgegriffen werden muss und in der der Mensch in einer Flut von Behauptungen, deren Wahrheitsgehalt nicht bewiesen wird, fast ertrinkt, ist das eigene Nachdenken und Forschen mit zuverlässigem Quellenmaterial, wie es die Sensoren der Fernerkundung bieten, ein entscheidendes Gegengewicht gegen unkontrollierte, nicht belegbare Aussagen. Dabei sind Bilder und Messdaten der Fernerkundung eine von administrativen Bezugseinheiten unabhängige lokale und überregionale Information,



die gerade bei schwierigen Fragen der Umweltforschung, Umweltplanung und -überwachung benötigt wird.

### Was ist die ARFU?

Unsere Arbeitsgemeinschaft, die aus drei spezialisierten Firmen gemäss Organigramm 1974 zusammengeslossen wurde, befasst sich mit der Fernerkundung und Umweltplanung.

### Organigramm

Unsere Tätigkeit auf diesem Sektor umfasst:

### Fernerkundung (remote sensing)

- Datenaufnahmen: Terrestrische und Luftfotoaufnahmen, Multispektralaufnahmen, Scanner
- Datenverarbeitung: Fotolabor, Bildverstärkung, Density silcing, EDV
- Datenauswertung: Fotogrammetrische Analoggeräte, Bildinterpretation
- Dateninterpretation: Manuell, semiautomatisch, automatisch

### Umweltplanung

- Bestandesaufnahmen: Auswertung, Katalogisierung, Plandarstellung
- Planung und Projektierung: Ortsplanung, Landschaftsplanung, Verkehrsplanung, Infrastrukturanlagen, Umweltschutztechnik

