©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Carinthia II	177./97. Jahrgang	S. 417–429	Klagenfurt 1987

Die Infrarot-Farborthofotokarte als Hilfsmittel der Vegetationskartierung – Möglichkeiten und Grenzen an Beispielen aus den Hohen Tauern

Von Martin SEGER und Helmut HARTL

Mit 8 Abbildungen

Zusammenfassung: Mit der Infrarot-Farborthofotokarte liegt ein Medium vor, welches die Vorzüge von Karte, Luftbild und Infrarotfotografie vereint.

Die Identifikation von Vegetationseinheiten in diesem Medium ist in Abhängigkeit von den luftbildsichtbaren Merkmalen nur auf unterschiedlichem Niveau der Vegetationsdifferenzierung möglich.

Die unterscheidbaren Vegetationseinheiten können nach ihrer räumlichen Ausdehnung erfaßt und abgegrenzt werden, was eine bedeutende Hilfestellung für die pflanzensoziologische Feldarbeit bedeutet.

Raumlage und Gestalt der unterscheidbaren Vegetationseinheiten weisen enge Bezüge zur geomorphologischen Geländedifferenzierung und zu Bodenwasserverhältnissen auf, wodurch die Karte eher die geoökologische und nutzungsbedingte Differenzierung der Vegetationsdecke widerspiegelt als konkrete Assoziationen.

Die Nutzbarkeit der Karte für Zwecke der Vegetationsdifferenzierung wird neben dem Vorteil der Abgrenzbarkeit und Verortung im angewandten Bereich gesehen, wo Fragen der Biotopkartierung und andere Probleme der Landschaftsplanung auftreten. Die Karte kann sowohl als Grundlage zur Erkennung und Ausgrenzung bestimmter, z. B. geoökologischer, Raumeinheiten dienen wie auch, mit einer entsprechenden Legende versehen, als Fotokarte Verwendung finden.

PROBLEMSTELLUNG

Für das Gebiet des Nationalparks Hohe Tauern liegt ein neuartiges fotokartografisches Produkt vor, die Infrarot-Farborthofotokarte. Sie wurde im Auftrag des vormaligen Bundesministeriums für Gesundheit und Umweltschutz im Maßstab der Österreichischen Luftbildkarte 1:10.000 erstellt. Weil in diesem Kartenwerk die Verschiedenartigkeit der Vegetation durch unterschiedliche Rottöne sehr differenziert und zudem lagerichtig wiedergegeben wird, liegt der Versuch nahe, dieses Karten-

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

material auch für die Vegetationskartierung zu verwenden. Die Klärung der Frage, welche Vegetationseinheiten beim gegebenen Maßstab zu unterscheiden sind, ist Gegenstand der vorliegenden Studie.

Die Möglichkeiten und Grenzen der visuellen Bildinterpretation werden aufgezeigt. Eine andere Anwendung der Fernerkundungsdaten für die Vegetationsdifferenzierung, nämlich jene der digitalen Bildverarbeitung, wurde für ein kleines Gebiet in den Hohen Tauern von HEISELMAYER et al. (1982) vorgestellt. Unter den herkömmlichen pflanzensoziologischen Kartierungen aus jüngster Zeit sind insbesondere HARTL (1978) und SCHIECHTL-STERN (1985) zu nennen.

MERKMALE DER INFRAROT-FARBORTHOFOTOKARTE

Die Infrarot-Farborthofotokarte vereint wesentliche Vorteile der Karte und des Luftbildes. Die ungeneralisierte Darstellung des Luftbildes erbringt eine optimale Vielfalt an Detailinformationen, wobei die Grenze der Auflösung vornehmlich durch den Aufnahmemaßstab (1:30.000) und die Unschärfe bei der Umbildung zum Orthofoto gegeben ist. Die Grenze der erkennbaren Details liegt bei Objekten mit einer Fläche von etwa 3–5 m^2, was stets auch von der luftbildsichtbaren Gestalt des Objektes und vom Kontrast zur Umgebung abhängig ist. Natürlich hat die Luftbildkarte auch Nachteile. So fehlt die Höheninformation der topografischen Karte ebenso wie das Namensgut. Aus diesem Grund existiert neben dem Orthofoto im gleichen Blattschnitt und Maßstab ein Höhenschichtenplan. Auch die Abhängigkeit von der Beleuchtung des Geländes durch das Sonnenlicht bringt Nachteile im Vergleich zur herkömmlichen Karte mit sich: einerseits durch die dunklen und nicht differenzierbaren Schlagschatten und zum anderen durch die relative Beleuchtungssituation, die in jedem Bild durch Mitlicht- und Gegenlichtbereiche gekennzeichnet ist. Insbesondere diese zweifache Differenzierung der Beleuchtung ist bei der inhaltlichen Bildinterpretation zu berücksichtigen.

Die Merkmale der Karte liegen in der längen- und flächentreuen Darstellung des abgebildeten Landschaftsausschnittes. Das Luftbild ist wie eine Karte zu verwenden, die abgebildeten Objekte sind geometrisch korrekt wiedergegeben. Das wird durch die Umbildung der zentralperspektivischen Fotografie zum parallelperspektivischen Orthofoto erreicht, wobei mittels eines Geländemodells und eines Stereofotopaares die zentralperspektivische Bildpunktverschiebung lagerichtig korrigiert wird. Im Gegensatz zu den topografischen Karten mit Gradabteilung und in Polyederprojektion ist die Luftbildkarte im Blattschnitt des rechtwinkeligen Gauß-Krüger-Netzes angelegt. Im Zusammenhang mit den definierten Eckpunkten der Karte kann somit jeder Punkt koordinatenmäßig erfaßt werden. Dies ist insbesondere für die computerkartografische Verarbeitung

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

des Bildinhaltes von Bedeutung. Die Farborthofotokarte ist in analoger wie auch in digitalisierter Form als Teil eines mehrschichtigen Landinformationssystems zu sehen. Andere existierende Informationsschichten sind der erwähnte Höhenlinienplan und ein Plan der Parzellengrenzen. Durch die Verknüpfung des Bildinhaltes (auch der Vegetationseinheiten) mit den Parzellengrenzen können für jede Besitzeinheit die Landoberflächenklassen nach Lage und Flächenanteil bestimmt werden. Das ist speziell für Planungsfragen im Bereich des Nationalparkes von großem Wert.

Der Fernerkundungsaspekt der Orthofotokarte schließlich liegt in der Verwendung des Infrarot-Luftbildfarbfilmes. Dieser zur Vegetationsdifferenzierung seit langem gebräuchliche Luftbildfilm (Kodak Aerochrome Infrared 2443) ist in seiner Cyanfarbschicht auch im Nahen Infrarot (0,7–0,9 μm Wellenlänge) empfindlich. In diesem Spektralbereich reflektiert vitale Vegetation das einfallende Sonnenlicht wesentlich stärker als im sichtbaren Bereich des Spektrums. Die Cyanschicht des Farbumkehrfilmes wird dadurch fotochemisch verändert und bei der Filmentwicklung entfernt. Die Vegetation wird daher durch die beiden anderen Farbschichten, Magenta und Gelb, dargestellt, was im Colordia bei Durchlicht rote Farbtöne zur Folge hat. Die Rottöne variieren in Abhängigkeit vom Deckungsgrad, von der Dichte und vom dreidimensionalen Aufbau der Vegetation. Dies ist die Grundlage der angestrebten Vegetationsdifferenzierung.

Die Grundzüge der Fernerkundung wurden in dieser Reihe bereits früher erläutert (SEGER-MANDL, 1982).

ASPEKTE DER WISSENSCHAFTLICHEN BILDINTERPRETATION

Die Bildinterpretation ist ein komplexer Prozeß, bei dem die Wahrnehmung bestimmter Bildinhalte mit verschiedenartigem Vorwissen so verknüpft wird, daß daraus eine Erkennung (Identifizierung) und Benennung von Bildelementen erfolgen. Das Wechselspiel zwischen Wahrnehmung, Vorwissen und Identifizierung ist meist schwer nachzuvollziehen. Es wiederholt sich zudem häufig mehrmals, wobei unter Einbeziehung von zusätzlichen Informationen Fehldeutungen reduziert werden können und eine eindeutige Identifikation erzielt werden kann. Vielfach erscheint die Identifikation eines Bildinhaltes evident, weil das vorhandene Zusatzwissen, das in den Identifikationsprozeß mit eingeht, nicht bewußt wird. In der Folge werden methodische Aspekte der Interpretation diskutiert.

Evidenz der Erkennung vordergründiger Bildinhalte

Das Wechselspiel zwischen dem Wahrnehmen und dem Identifizieren von Bildeinheiten setzt in der Regel dort ein, wo die Erkennung des Bildinhaltes evident ist. Wer zum Beispiel weiß, daß Nadelwald in dunklen

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Farbtönen und Wiesen- und Rasenflächen in verschiedenen Rottönen dargestellt werden, erkennt diese auch im Bild und hat damit bereits den ersten Interpretationsschritt getan. Auch andere Bildinhalte, so die lineare Struktur von Gewässern oder die charakteristischen Schatten der Baumkronen des Laubwaldes, können als evident angesehen werden. Orientiert man sich im Luftbild anhand einer topografischen Karte, dann sind auch die Auflösung der Rasenvegetation mit zunehmender Höhe, ihr Fehlen auf bewegtem Schutt und in Wildbachrinnen etc. ohne weiteres verständlich. Für eine weiterführende und differenziertere Interpretation ist aber ein methodisches Vorgehen unerläßlich.

Übereinstimmung von Bildinhaltsklassen und Vegetationsklassen als Ziel der Bildinterpretation

Wird die Erkennung von Vegetationseinheiten als Problemstellung einer Bildinterpretation definiert, so muß zugleich feststehen, welchen unterschiedlichen Vegetationstypen (Objektklassen) nachgefragt wird. In der Vegetationskunde sind dies zumeist pflanzensoziologisch gefaßte Einheiten. Die im Untersuchungsraum potentiell vorhandenen Vegetationsklassen stellen somit die Objekte dar, die nach Möglichkeit über Merkmale des Bildes zu identifizieren sind. Es wird vorweggenommen, daß dieses Ziel nicht immer erreicht wird. In diesem Fall muß auf einfachere, „gröbere" Vegetationseinheiten als jene der Pflanzensoziologie, etwa auf Formationen, zurückgegriffen werden.

Auch der Inhalt des Infrarot-Farbluftbildes wird nach Objektklassen typisiert. Ihre Merkmale werden primär durch den Farbwert und den Schwärzungsanteil, daneben durch die „Rauhigkeit" oder Textur innerhalb des Farbareals festgelegt. Damit werden Klassen von Fotoarealen definiert und abgegrenzt. Das Ziel der Interpretation ist das Zusammenführen der Fotoarealklassen mit den Vegetationsklassen. Dies ist dann möglich, wenn die phänotypischen Merkmale der Vegetationseinheiten nach Objektgröße und nach Farb- und Texturmerkmalen so beschaffen sind, daß sie zugleich im Luftbild erkannt werden können (Fig. 1). Meist sind aber auch verschiedene Zusatzinformationen, so etwa die Merkmale der Raumlage, notwendig.

Lagemerkmale und andere Zusatzinformationen als Hilfsmittel der Identifikation

Sowohl die Vegetationsklassen wie auch die Bildinhaltsklassen stellen den inhaltlichen Aspekt der Interpretationsobjekte dar. Daneben verfügen beide Klassensysteme über raumbezogene Merkmale, die für die Identifikation des Bildinhaltes herangezogen werden (Abb. 2). Den Vegetationseinheiten sind unterschiedliche standortökologische Merkmale zuzuordnen, insbesondere solche des Bodenwasserhaushalts, der Höhenstufung und des Bodenchemismus. Die Raummerkmale im Luftbild beziehen sich

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

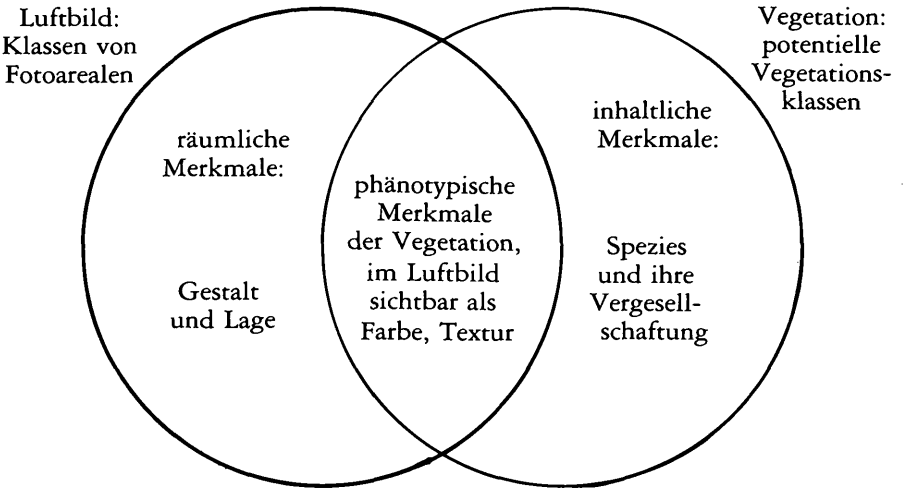


Abb. 1: Luftbildsichtbare Merkmale von Vegetationsklassen als Kriterium der Identifikation von Bildinhaltsklassen

auf die Gestalt (Größe, Form, dreidimensionaler Aufbau der Vegetation) sowie auf die relief- und geoökologische Situation, was vielfach eine Identifizierung der Vegetationsklasse ermöglicht. Durch die Lagemerkmale der Vegetationseinheiten können manchmal auch gleichartige, nach ihrer Raumlage aber verschiedenartige Fotoarealklassen voneinander getrennt werden. Die geoökologischen Zusatzinformationen stammen aus topografischen und thematischen Karten sowie aus der vegetationskundlichen Literatur. Sie stellen das Expertenwissen dar, welches das jeweilige Fachgebiet in den Interpretationsprozeß einbringt. Neben diesem sind es auch Fakten über anthropogene Eingriffe und Nutzungen, die bei der Identifikation eine Rolle spielen (Mähwiesen, Beweidung).

Abb. 2: Inhaltliche und räumliche Aspekte als Merkmalsgruppen bei der Bildinterpretation

	Analyse des Bildinhaltes	Erwartungshorizont: Vegetationseinheiten
inhaltliche Aspekte der Interpretation	Klassen von Bildarealen	Klassen von Vegetationseinheiten
räumliche Aspekte der Interpretation	Lage- und Gestaltmerkmale der Bildareale	(geoökologische) Lagemerkmale der Vegetationseinheiten

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Identifikation als Wechselspiel zwischen induktivem und deduktivem Vorgehen

Die Identifikation von Bildinhalten kann grundsätzlich entweder die Bildinhaltsklassen als gegeben annehmen und die zugehörigen Vegetationseinheiten definieren (empirisch-analytisches Vorgehen, „von unten nach oben") oder umgekehrt die Vegetationsklassen als Grundlage des Identifikationsprozesses ansehen (deduktives Vorgehen, „von oben nach unten"). Im letzteren Fall kann das Modell der Vegetationsklassen als Inhalt der Hypothese gelten, dessen Identifikationsmöglichkeit geprüft wird. Diese ist überall dort nicht möglich, wo die Merkmale der namengebenden Bezeichnungen der Vegetationseinheiten (Assoziationsbegriffe) im Luftbild nicht erkannt werden können. Die Vegetationsklassifizierung muß daher modifiziert und den luftbildsichtbaren Merkmalen angepaßt werden. Hier setzt die induktiv-empirische Analyse ein, die in Verbindung mit Geländearbeit die im Bild unterscheidbaren Fotoareale identifiziert. Dabei wurde festgestellt, daß das Infrarot-Farbluftbild innerhalb einer pflanzensoziologischen Assoziation fallweise auch Gebiete verschiedenen Deckungsgrades unterscheiden kann und damit eine detailliertere Darstellung gibt, als dies durch eine terrestrische Kartierung erreicht würde. In diesem Falle führt auch das empirische Vorgehen nicht zum Ziel, und luftbildsichtbare Differenzierungen müssen vegetationskundlich-begrifflich zusammengefaßt werden.

Mit diesen Ausführungen soll verdeutlicht werden, daß die wechselseitige Identifikation von Bildinhaltsklassen und Vegetationsklassen eine Modifizierung beider Systeme bedingt, was durch das Wechselspiel von deduktivem und induktivem Vorgehen erreicht wird.

Darstellungs- und Maßstabsfragen

Bis jetzt wurde unterstellt, daß die Bildinhaltsklassen als Fotoareale erfaßt und als solche auch immer abgrenzbar und darstellbar sind. Häufig aber sind bestimmte Farbflächen so klein oder so sehr mit anderen Farbarealen gemengt, daß eine kartografische Erfassung nicht möglich ist. In diesem Falle müssen unterschiedliche, aber benachbarte Farbareale zu einem räumlich größeren Komplex vereinigt werden. Das hat zur Folge, daß auch in der zugehörigen Benennung der Vegetationseinheit ein entsprechender Begriff verwendet wird, der die kleinräumige Verschränkung unterschiedlicher Assoziationen zum Ausdruck bringt. In diesem Falle kommt ein umfassender Vegetationsbegriff nicht wegen mangelnder Identifizierungsmöglichkeit, sondern wegen der maßstabsbedingt notwendigen Generalisierung zur Anwendung.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

DIE PRAXIS DER BILDINTERPRETATION

Der Erwartungshorizont: das Modell der Vegetationseinheiten

Die Bildinterpretation nach Vegetationseinheiten hat einen konkreten Erwartungshorizont, ein apriorisches Ziel. Es sind dies die soziologischen Einheiten, die in Abhängigkeit von den Höhenstufen, den Bodenwasserverhältnissen, dem Bodenchemismus und dem Bewirtschaftungsgrad im Untersuchungsgebiet zu erwarten sind. Die angeführten klimatischen (Höhenstufen) und edaphischen Merkmale geben Standorteigenschaften an, die, im Luftbild sichtbar oder aus anderen Quellen gewonnen, die Identifikation der Farbareale des Luftbildes erleichtern. Von vornherein war es klar, daß die Identifikation von Vegetationseinheiten nur dort gelingt, wo diese durch luftbildsichtbare Merkmale erfaßt werden kann. Wo das nicht der Fall ist, muß man sich mit der Bezeichnung der Formation begnügen. Der Erwartungshorizont hat auch eine räumliche Komponente, die die Abgrenzbarkeit der Vegetationseinheiten betrifft.

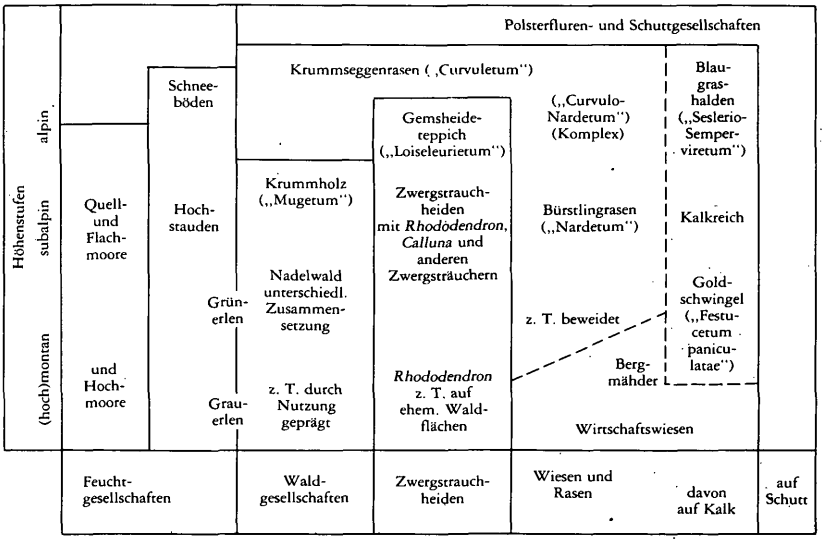


Abb. 3: Schema der wesentlichen Vegetationseinheiten als Erwartungshorizont bei der Bildinterpretation

Die Bildanalyse: Fotoareale nach Bild- und Lagemerkmalen

Bei der Bildanalyse (vgl. auch ESTES, J. E., 1983) werden (1) Farb- und Texturmerkmale, (2) Gestalt und Fläche und (3) Lagemerkmale von Bildteilen beachtet. Als erster Schritt werden die im Bild flächenhaft auftretenden Farbtöne aufgelistet. Sie sind durch F a r b w e r t und G r a u t o n definiert und werden als Fotoareale bezeichnet. Dem Ziel der Vege-

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

tationsdifferenzierung entsprechend, wird eine Rotreihe vom fast schwarzen Dunkelrot über kräftiges Rot zu hellroten bis weißlichen Farbtönen gebildet. Daneben treten Rottöne mit bläulichem und mit gelblichem Farbton auf. Häufig sind die Farbareale nicht flächenhaft-reinfarbig, sondern durch eine innere Feinstruktur oder Textur, die durch Grauwerte oder durch andere Farben gebildet wird, gekennzeichnet. Durch die Texturmerkmale wird die Zahl der unterscheidbaren Fotoareale erheblich gesteigert. Sie spielen insbesondere bei der Unterscheidung von Wiesen und Buschwerk, von unterschiedlichen Zwergstrauchheiden und bei der Erkennung des kleinräumigen Wandels der Vegetation (z. B. Reliefvielfalt oder Weideauslese) eine Rolle. Die derart definierten Klassen der Fotoareale können gegeneinander abgegrenzt und als Karte der bildsichtbaren Vegetationsdifferenzierung dargestellt werden. Dabei spielen die erwähnten Maßstabsfragen der Darstellung insofern eine Rolle, als kleinräumige Areale zu größeren Aggregaten zusammengefaßt werden.

Gestalt und Lagemerkmale als Zusatzmerkmale der Fotoareale

Sowohl in der Detailvielfalt des Bildes wie auch als ausgegrenzte Fotoareale haben die Bildelemente eine vielfach charakteristische Gestalt sowohl nach ihrer Größe wie auch nach ihrem Grundriß. Diese Merkmale gehen in den Identifikationsprozeß ebenso ein wie die Lageeigenschaften der Fotoareale. Die Lage gibt Aufschluß über die standortökologischen Verhältnisse und ist damit ein Kriterium der Differentialdiagnose bei der Identifikation von Vegetationseinheiten.

Luftbildsichtbare Vegetationseinheiten und ihre Merkmale

Die vegetationskundliche Bezeichnung der Fotoareale ist als Grobansprache und auf dem Niveau der Formationen meist evident. Weiterführende Identifikationen erfordern eine genauere Analyse oder die Verifikation im Gelände. Einige wesentliche Farbdifferenzierungen werden in der Folge vorgestellt (vgl. auch Farbtafel).

Eine dichte und gleichmäßig hohe, vitale Vegetationsdecke ohne besondere dreidimensionale Differenzierung (z. B. Grasflächen) ergibt einen kräftigen Rotton. Dieser wird umso blasser, je geringer der Deckungsgrad ist. Auch Mahd oder intensive Beweidung ergeben vergleichsweise fahlere Farbtöne. Das Kronendach von Laubgehölzen dagegen erscheint ebenfalls in leuchtendem Rot, ist aber durch die Textur der Schatten von Rasenflächen zu unterscheiden.

Mit zunehmender Bodenfeuchte wird der Rotton von einem blaugrauen Farbton überlagert. Gewässer erscheinen schwarz und offene Flächen in bläulichgrauen Farbtönen. Die dunkelgrünen Nadelblätter der Koniferen, aber auch die Blätter von Zwergsträuchern kommen im Vergleich dazu auch im Infrarotbild durch wesentlich dunklere Farbtöne zum Ausdruck, wobei Zwergsträucher durch bräunlichrote Farbtöne hervortreten. Mit dem dreidimensionalen Aufbau der Vegetation, etwa bei Nadelgehölzen,

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

steigt auch der Anteil beschatteter Flächen innerhalb dieses Bestandes. Daher erscheint der Nadelwald in wenig differenzierten, dunkelrotschwärzlichen Farbtönen. Nur bei guter Beleuchtung (Sonnenhang) können Lärchen als hellrote Baumkronen differenziert werden. Die Variation der Farbtöne verschiedenartiger Vegetation in Abhängigkeit von Exposition und unterschiedlicher Beleuchtung wie auch in Abhängigkeit von Mit- und Gegenlicht wird hier jedoch nicht weiter erörtert.

Unter Verwendung der bildsichtbaren Merkmale und der Zusatzinformation kann eine Reihe von Vegetationseinheiten von eingeschulten Bildinterpreten mit hinreichender Sicherheit erkannt und gegebenenfalls ausgegrenzt werden. Diese Vegetationseinheiten sind zusammen mit den wichtigsten Identifikationskriterien in Tab. 1 festgehalten.

Dabei zeigt sich, daß die Vegetationseinheiten zum Teil als Assoziationen (Grau- u. Grünerlengebüsch, Latschenkrummholz, Alpenrosengebüsch/ Rhododendro-Vaccinietum extrasylvaticum nardetosum), zum Teil als zusammengefaßte Einheiten (z. B. Verbände, etwa Besenheiden-Bestände, Nadelwald, Flach- und Hangmoore) erfaßt werden können. In anderen Fällen, insbesondere bei Rasen und Wiesen, ist nur die Formation zu fassen.

Am Beispiel der Rasen und Wiesen wird der Gegensatz zwischen luftbildsichtbaren Vegetationsmerkmalen und pflanzensoziologischer Vegetationstypisierung besonders deutlich. Das Luftbild vermag sehr feine Differenzierungen der Rasendecke nach dem Deckungsgrad wie auch nach der Beimischung von Zwergsträuchern zu erfassen und abgrenzbar darzustellen. Es versagt jedoch dort, wo aus unterschiedlichen Gras- und Krautschichtarten eine gleichartig dichte (der Biomasse nach gleiche) Vegetationsdecke gebildet wird.

Einige der angeführten Vegetationseinheiten sind in der Farbtafel, die einen Eindruck von der Qualität der Infrarot-Farborthofotokarte vermittelt, enthalten und dort auch entsprechend gekennzeichnet.

©Naturwissenschaftliche Universität Wien, download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 1: Merkmale unterschiedlicher Vegetationseinheiten in der Infrarot-Farborthofotokarte

Vegetationseinheit	Farbmerkmale	Texturmerkmale	Lage- und Gestaltmerkmale
Gehölze			
Fichten-Hochwald (inkl./oder auch Zirben)	braunrot bis dunkelrot-schwärzlich	Wipfelpartien meist farbig, dazwischen dunkle Schatten, deutliche Textur	
mit Lärchen	mit hellroten Kronen (Lärche)	wie oben	
montaner Laub-Nadel-Mischwald	mit kräftig roten Kronen (Laubbäume)	wie oben	talnahe Wälder
Grünerlenbusch	scharlachrot (kräftiges Rot im Bild)	fein„noppige" Textur durch einzelne Büsche	Hanglage
Grauerlenwald	wie oben	ähnlich wie oben, z. T. etwas gröber	Tallage, flußnahe Standorte
Latschen-Krummholz	schwarz	keine	meist oberhalb der Baumgrenze, meist kleinflächig
Zwergstrauchheiden			
beweidete Alpenrosenbestände (Rhododendro-Vaccinietum extrasylvaticum nardetosum)	rotbraun	„wolkige" Textur durch „Gassen" zwischen Rhododendronsträuchern	gegen Rasenflächen meist lappig und klar abgesetzt
Besenheide-Teppiche mit Krähen- und Rauschbeeren etc.	rotbraun mit Graustich	keine bzw. nur durch Geländeunterschiede	vielfach auf seichtgründigen Standorten und Kuppen
mit Dominanz von Gemsheide (*Loiseleuria procumbens*)	wie oben	keine	meist kleinflächig, exponiert
Grundwasserbeeinflußte Vegetation			
Schneeböden	kräftig rot bis schwarz	keine	Mulden und Rinnen der Hochregion, vielfach langgestreckt bis vernetzt
Hangmoore, Quellmoore	rot mit blaugrauem Stich	in Abhängigkeit vom Gewässernetz	Hanglage mit Gewässerverlauf
Flachmoore	kräftig rot, blaugrau bei Randzone zum Gewässer	wie oben	ebene Lage, mit abfließendem Gewässer
Rasen und Wirtschaftswiesen			
dichte, hochwüchsige Rasen und Wiesen	kräftig rot (scharlachrot)	keine	„frische" Standorte
oder Standorte mit kräftiger Krautschicht (auch Hochstaudenfluren)	kräftig rot	in Abhängigkeit vom Gelände	frische bis feuchte Standorte, in Mulden und Rinnen
Wirtschaftswiesen nach dem Schnitt	hellere, gelblich-weißliche Rottöne	keine oder in Abhängigkeit vom Gelände	in tieferen Lagen, scharf abgegrenzt
Weiden	hellere Rottöne	mit dunkler roter Textur (unregelmäßige Abweidung)	an Weidezäunen scharf abgegrenzt
alpine Rasen, meist von geringer Höhe und abnehmendem Deckungsgrad Nardetum-Komplex Curvuletum-Komplex Seslerio-Semperviretum	helle Rottöne	in Abhängigkeit vom Feinrelief	in Hang- oder Kuppenlage, vielfach wechselfeucht auf Silikat, unter 2300 m auf Silikat, über 2300 m auf Kalk
vermengt mit Zwergsträuchern	hellere Rottöne mit bräunlichem Farbstich	keine	unscharf begrenzt, auf Kuppen und Rücken

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Das Resultat: Stufen der Identifikation in Abhängigkeit von der Luftbildsichtbarkeit der Objekte

Vergleicht man die luftbildsichtbaren Vegetationseinheiten mit dem Modell pflanzensoziologischer Assoziationen, dann sind folgende Sachverhalte festzuhalten:

a) Abgestufte Ansprechbarkeit von Vegetationseinheiten

Die Erkennbarkeit von Assoziationen ist dann gegeben, wenn die namengebenden Charakterarten aus bestimmten Gründen auch im Luftbild sichtbar sind (Abb. 4). Ist dies nicht eindeutig, sondern nur generell der Fall (wie etwa bei Zwergstrauchheiden), dann ist die damit erfaßte Vegetation einer höheren und allgemeiner gefaßten pflanzensoziologischen Einheit zuzuordnen. Wenn schließlich Charakterarten überhaupt nicht zu identifizieren sind, verbleibt als Aussagelevel nur jener der Formationsansprache.

Abb. 4: Unterschiedliche luftbildsichtbare Vegetationseinheiten in Abhängigkeit von der Gestalt ihrer Charakterarten

luftbildsichtbare und abgrenzbare Fotomusterklassen nach Farb- u. Texturmerkmalen etc.	als Formation ansprechbar			Rasen und Wiesen unterschiedlicher Standorte und Nutzungszustände
	als Assoziationskomplex ansprechbar		Beweidete Alpenrosenbestände, Besenheidebestände, Feuchtgesellschaften, Waldgesellschaften, Schneeböden	–
	als Assoziation ansprechbar	Grünerlengebüsch, Grauerlenwald, Latschen-Krummholz	–	–
		Spezies identifizierbar	Speziesgruppe identifizierbar	ohne luftbildsichtbare Arten
		luftbildsichtbare Merkmale von Charakterarten		

b) Räumliche Differenzierung versus inhaltliche Differenzierung

Die nur bedingte Verwendbarkeit der Bildinhalte der Farborthofotokarte für die Identifikation von pflanzensoziologisch gefaßten Vegetationseinheiten sollte nicht zu sehr verwundern. Sie liegt in den grundlegend unterschiedlichen Parametern der luftbildfotografischen Klassen und der vegetationskundlichen Klassen (Bildareale nach Interpretationsparametern versus Assoziationen nach Artenkombination) begründet.

Die Auflösung des Bildes ist für die Identifikation vieler pflanzensoziologischer Vegetationseinheiten zu grob, zeigt dafür aber sehr detailliert geoökologische und Biomasse-Differenzierungen der Vegetation an.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

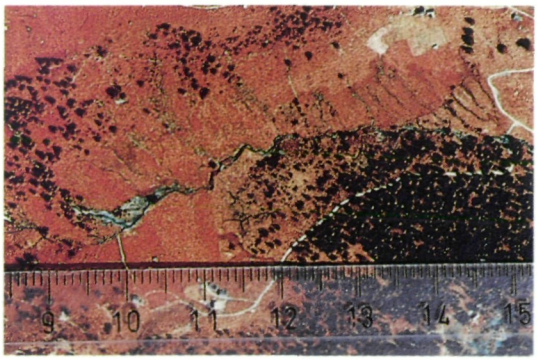
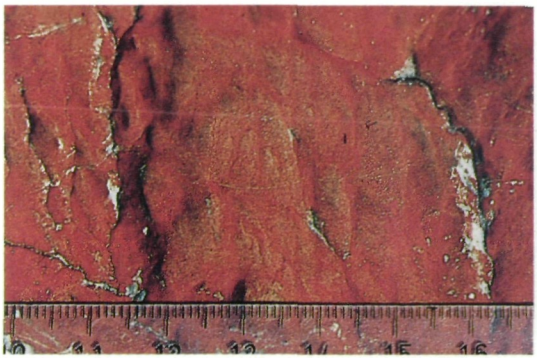
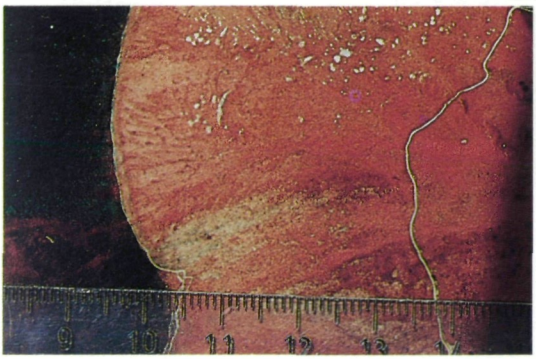


Abb. 5 a–d
Ausschnitte aus Farbinfrarot-Orthofotokarten, Originalmaßstab 1:10.000, Unschärfen durch Rasterung

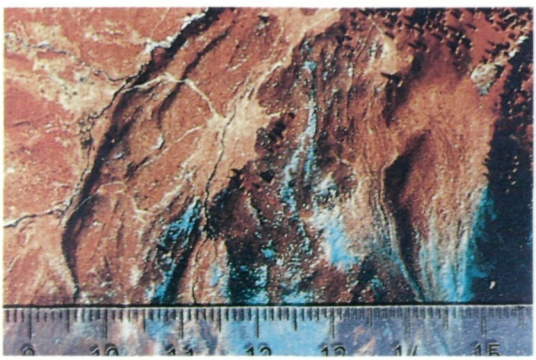
a. Almbereich mit Mähwiesen (blaßrosa, rechts oben) und Quellaustritten (unmittelbar darüber). Koppelgrenzen durch geradlinige Verläufe der Weidezäune und verschieden intensive Rottöne erkennbar, abflußloser Hochmoorbereich (Bildmitte)



b. Kuppen- und Felsriedellandschaft (durch Glazialerosion und selektive Petrovarianz geschaffen) im Kristallin. Kuppen bräunlich-rot: „Nardetum"-mit „Callunetum"-Arten, seichtgründig und zur Austrocknung neigend. Dazwischen Tälchen und Dellen mit günstigeren Wasserverhältnissen, kräftiges Rot einer dichteren „Nardetum"-Decke.



c. Abhängigkeit der Intensität der Rasendecke von den Bodenverhältnissen: von der Kammlinie im linken Bildteil (links davon beschatteter, dunkler Bereich) führen (heute fossile) Solifluktionszungen hangabwärts, nach rechts. In diesem Bereich geringer Bodenmächtigkeit dominiert ein Curvulo-Nardetum-Komplex (auf Kalkglimmerschiefer), während die kräftigen Rottöne in etwas tieferer Lage Goldschwingelrasen darstellen. Braunrote Farbtöne: Zwergstrauchheiden.



d. Zwischen einzeln stehenden Bäumen (lockerer Fichten-Lärchenwald) (helle Punkte mit Schattenwurf nach links oben) zeigen braunrote Farbtöne die Verbreitung von Rhododendreten an. Diese setzen sich auch gegen die Weideflächen (Nardetum, hellrot bis rosa) gut ab. Schutthalden und -decken erscheinen hellblau.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

LITERATUR

ESTES, J. E., E. HAJIC u. L. TINNEY (1983): Fundamentals of Image Analysis: Analysis of Visible and Infrared Data. – American Soc. of Photogrammetry (Hrsg.): Manual of Remote Sensing, S. 987ff.

HARTL, H. (1978): Vegetationskunde der Großfragant (Hohe Tauern). – Carinthia II, Klagenfurt, 168./88.:339–367.

HEISELMAYER, P., W. SCHNEIDER u. H. PLANK (1982): Vegetationsmerkmale und Luftbildauswertung am Beispiel der Umgebung des Glockner-Hauses im Glocknergebiet. – Carinthia II, Klagenfurt, 172./92.:225–240.

SEGER, M., u. P. MANDL (1981): Fernerkundung: ein Forschungsschwerpunkt am Institut für Geographie der Universität Klagenfurt. – Carinthia II, Klagenfurt, 171./91.: 475–490.

SCHIECHTL, H., u. R. STERN (1985): Die aktuelle Vegetation der Hohen Tauern. Vegetationskarten Matrei i. Osttirol und Großglockner 1:25.000 mit Erläuterungen. – Universitätsverlag Wagner, Innsbruck.

Anschriften der Verfasser: o. Univ.-Prof. Dr. Martin SEGER, Institut für Geographie der Universität für Bildungswissenschaften, A-9020 Klagenfurt; ao. Univ.-Prof. Dr. Helmut HARTL, Seegasse 100, A-9020 Klagenfurt.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Carinthia II

Jahr/Year: 1987

Band/Volume: 177_97

Autor(en)/Author(s): Seger Martin, Hartl Helmut

Artikel/Article: Die Infrarot-Farborthofotokarte als Hilfsmittel der Vegetationskartierung-Möglichkeiten und Grenzen an Beispielen aus den Hohen Tauern 417-429