©Bundesforschungszentrum für Wald, Wien, download unter www.zobodat.at

FERNERKUNDUNG UND ARCHÄOLOGIE

Lothar BECKEL

Abteilung Satellitenkartographie des Institutes für Kartographie
der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien

IDN 14,771

Fernerkundung und Archäologie

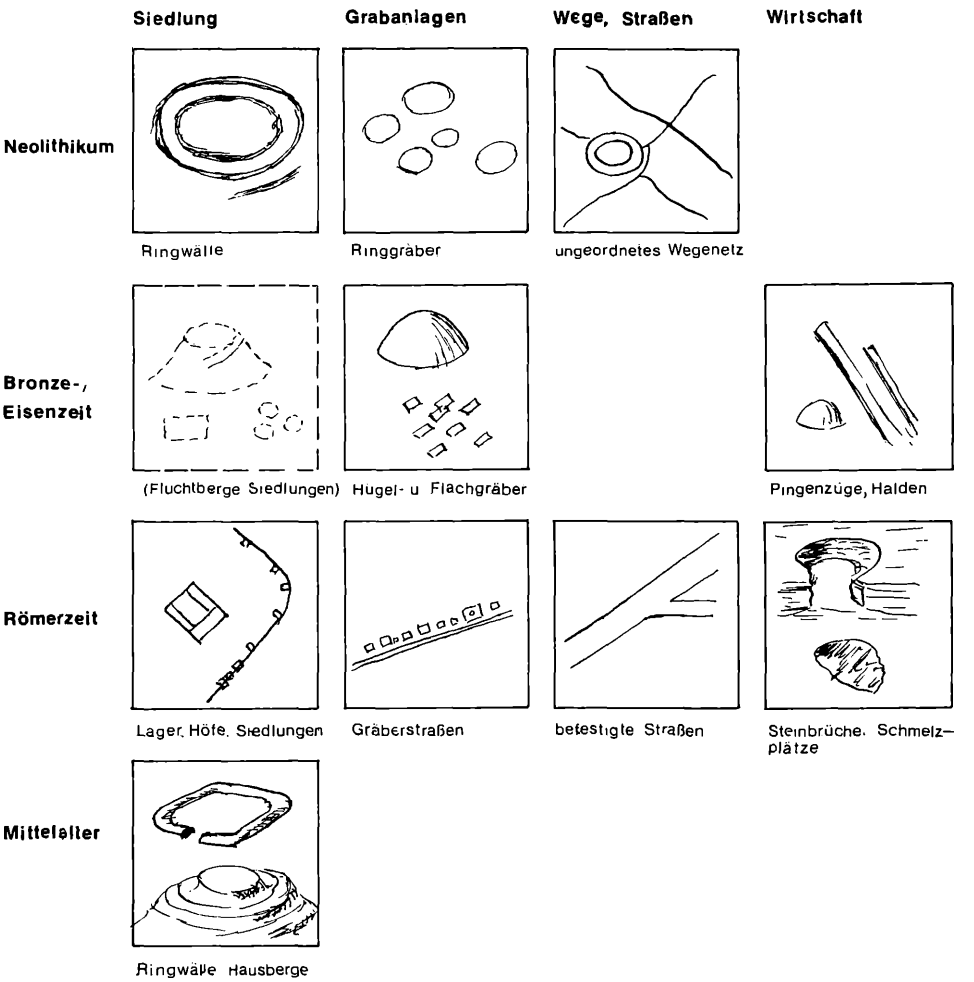
Mit den Methoden der Fernerkundung hat die Archäologie ein vorzügliches Hilfsinstrument an der Hand zur systematischen Suche nach ur- und frühgeschichtlichen Überresten menschlicher Tätigkeit und Besiedelung. Vieles, das vom Boden aus den Blicken verborgen bleibt, ist vom erhöhten Standpunkt aus dem Flugzeug unter günstigen Bedingungen oft sehr rasch und leicht zu erkennen. Dazu kommen moderne Bild- und Datenaufnahmegeräte, verbunden mit rechnergestützten Auswertungsgeräten, die der Archäologie sehr nützen können.

Im wesentlichen geht es bei der Suche nach ärchäologischen Beständen mit Hilfe der Fernerkundung darum, frühere künstliche Veränderungen in der Landschaft zu erkennen. Jede Tätigkeit des Menschen auf der Erdoberfläche - sei es die Bewirtschaftung des Bodens, der Abbau und die Verhüttung von Bodenschätzen, die Anlage von Siedlungsplätzen oder von Straßen - verändert das natürliche Landschaftsgefüge. Die Spuren bleiben Jahrhunderte, ja selbst Jahrtausende erhalten. Ihr Erkennen setzt voraus, daß man über die einzelnen Phänomene und deren Physiognomie Klarheit gewonnen hat. Aus diesem Wissen kann man dann im Gelände aus allen nicht zur Naturlandschaft gehörenden Punkten und Linien, den sich daraus ergebenden Strukturen, aus Flächen und deren Texturen und aus topographischen Geländeveränderungen oft auf das Vorhandensein archäologischer Überreste schließen.

Die sich ergebenden Muster stehen im Einklang mit der jeweiligen Epoche, ihrer Wirtschaftsstufe und den verwendeten Technologien. Vereinfacht sind sie in tieferstehender Übersicht 1 für die Hauptepochen nach Musterarten, wie sie sich aus der Luft präsentieren, zusammengefaßt. Nicht alle Bereiche können dabei gleichmäßig abgedeckt werden. Klar erkennbar sind vor allem Siedlungsreste und Grabanlagen sowie Spuren des Bergbaues. Es ist jedoch kaum möglich Wirtschaftsspuren aus dem Neolithikum zu finden. Jene aus dem Mittelalter dagegen wirken vielfach heute noch landschaftsbestimmend, wie zum Beispiel Flurformen der Landwirtschaft (Waldhufenfluren im Mühlviertel), oder sie sind bereits dokumentarisch belegt und können daher aus unserem "Suchbereich" herausfallen. Das Wegnetz ist nur in wenigen Fällen aus der Luft einer bestimmten Zeit zuzuordnen, wie etwa die Pfade im unmittelbaren Umkreis um neolithische Siedlungsplätze oder befestigte römische Straßen. Alle übrigen sind entweder nicht eindeutig anzusprechen oder werden, weil sie noch immer in Benützung sind, nicht erkannt.

©Bundesforschungszentrum für Wald, Wien, download unter www.zobodat.at

Muster von Bodendenkmälern, Archäologische Objekte



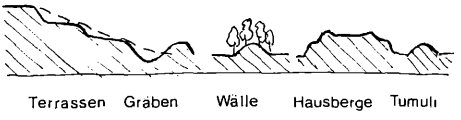
Übersicht 1

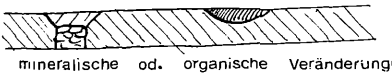
©Bundesforschungszentrum für Wald, Wien, download unter www.zobodat.at

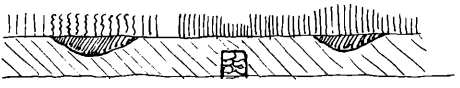
ERKENNBARKEIT VON BODENDENKMÄLERN AUS DER LUFT:

Günstigste Aufnahmezeit

	F	S	H	W
1. DIREKT ERKENNBAR				
● durch Mauerreste				*
● durch Reliefveränderungen				
2. INDIREKT bzw. unter bestimmten BEDINGUNGEN ERKENNBAR				
● durch Bodenverfärbungen				
● durch Temperatur- und Feuchtigkeitsunterschiede	*		*	*
● durch Vegetationsunterschiede, abhängig von Vegetationsart und Witterungsverlauf während Wachstums- und Reifeperiode u. Lage	*	*		
● durch Beleuchtungsverhältnisse, abhängig von Sonneneinfallswinkel und Azimuth				*
● durch Neuschnee oder Reif			*	

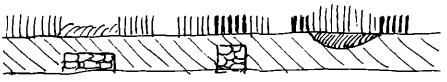


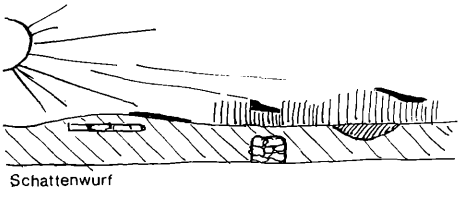


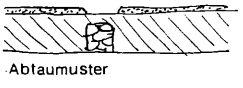


Indikatoren

gute	schlechte
Hafer	Grünland
Gerste	Mais
Roggen	Hackfrüchte
Weizen	Laubwald
	Nadelwald







Übersicht 2

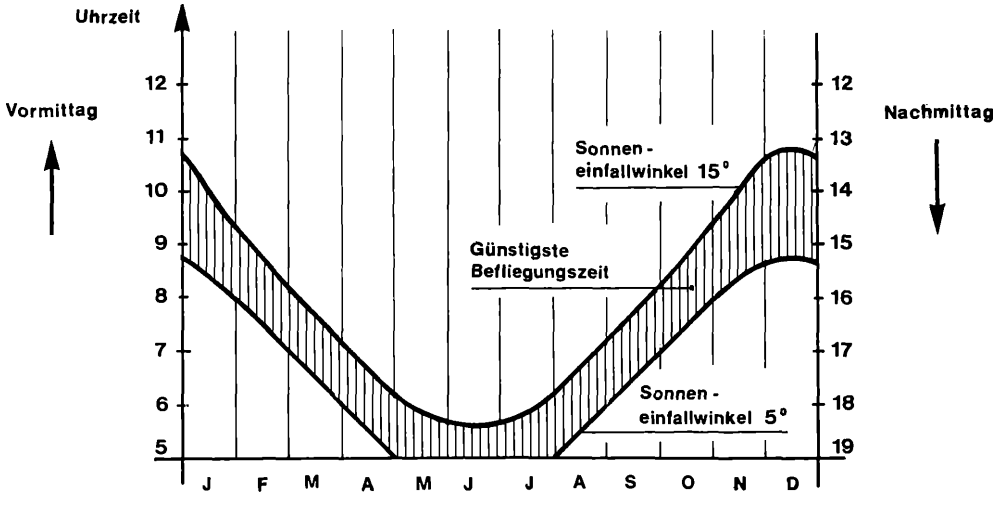
©Bundesforschungszentrum für Wald, Wien, download unter www.zobodat.at

Erkennbarkeit von Bodendenkmälern aus der Luft (Übersicht 2):

Je nach Art des Bodendenkmales ergeben sich unterschiedliche Möglichkeiten ihrer Erkennbarkeit aus der Luft:

1. direkt sichtbare Bodendenkmäler wie Mauerreste, Ringwälle, Hügelgräber, Terrassen;
2. indirekt oder unter bestimmmten Bedingungen sichtbare Bodendenkmäler, wie sie sich durch alle künstlichen Veränderungen des Bodens, seiner Zusammensetzung (mineralische oder organische Anreicherung durch Mauerwerk bzw. Humus), Färbung (z.B. durch Mörtel, Feuerplätze, Feuchtigkeitsunterschiede), Änderung der physikalischen Eigenschaften (Feuchtigkeitsunterschiede, Temperatur, Dielektrizitätskonstante), ergeben. Weisen solcherart gestörte Böden Vegetationsbedeckung auf, kann sich dies auf Pflanzenart, Wuchshöhe und Dichte (positive und negative Bewuchsmerkmale) und Reifegrad auswirken und damit sichtbar werden. Die Ausbildung dieser Bewuchsmerkmale hängt jedoch darüber hinaus vom jeweiligen Klimabereich und dem Witterungsverlauf während der Wachstums- und Reifeperiode, aber auch von der Lage (Höhe und Exposition) des jeweiligen Geländes ab.

Innerhalb der Vegetation kann man gute und schlechte Indikatorpflanzen unterscheiden. Zu den guten zählen vor allem die Getreidearten Hafer, Gerste, Roggen und Weizen, zu den schlechten Grünland, Mais, Hackfrüchte, Laub- und Nadelwald. Maßgebend ist die Empfindlichkeit der Pflanzen gegenüber Feuchtigkeitsunterschieden und die von oben sichtbare Textur der jeweiligen Flächen. Beim Wald hängt es davon ab, ob es sich um Laub- oder Nadelwald (blattabwerfend, Tief- oder Flachwurzler) handelt. Laubabwerfender Wald bietet die Möglichkeit, Reliefunterschiede in den Wintermonaten zu erkennen.



Skizze 1: Günstige Befliegungszeiten zum Auffinden von Schattenmarken im ebenen Gelände. Im Berg- und Hügelland sind zudem Exposition und Hangneigung zu berücksichtigen.

©Bundesforschungszentrum für Wald, Wien, download unter www.zobodat.at

Unterschiedliche Bodentemperaturen können im Spätherbst oder Frühwinter zu Abtaumustern bei Reif oder schwachen Neuschneefällen führen.

Durch flache Reliefänderungen, die nicht wie jene unter Punkt 1 genannten direkt sichtbar werden, oder durch Unterschiede in der Wuchshöhe können sich bei tiefstehender Sonne und entsprechendem Azimut Schattenmuster über Bodendenkmälern ergeben. Der hiefür günstigste Sonneneinfallwinkel liegt zwischen 5 und 15 Grad. Die durch die Jahreszeiten bedingten tageszeitlichen Verschiebungen des Sonnenstandes und der damit gegebenen günstigsten Flugzeiten sind in der vorstehenden Skizze 1 dargestellt.

Die Aufnahmemethoden

Die Erfassung der genannten Phänomene kann auf verschiedene Weise erfolgen:

1. Schrägaufnahmen mit normalen Handkameras. (Siehe die Abb. 1-5). Sie haben den Nachteil, daß sie zunächst nicht ausmeßbar sind, da ihnen kein einheitlicher Maßstab innewohnt. Am Institut für Photogrammetrie der Technischen Universität Wien wurden jedoch Verfahren entwickelt, die es erlauben, bei Vorhandensein einer genügenden Zahl von Paßpunkten diese Bilder zu entzerren.
2. Senkrechtaufnahmen mit Reihenmeßkameras, die photogrammetrisch ausgewertet werden können. Sie bieten die beste Grundlage zur Anfertigung von Plänen, sind in der Herstellung jedoch teuer und vom Zeitfaktor her oft schwierig.
   Bei beiden Methoden kann Schwarz-Weiß, Farb- oder Infrarotfalschfarbfilm verwendet werden, wobei der Letztere vor allem im Frühjahr und Frühsommer die besten Ergebnisse bringt.
3. Der Einsatz multispektraler Scanner zur Herstellung digitaler Daten. Die Aufnahmebereiche erstrecken sich hier vom ultravioletten Bereich bis zum thermalen Infrarot. Der sichtbare Teil des Spektrums bringt jedoch gegenüber den Infrarotfalschfarbenaufnahmen keine verbesserten Ergebnisse. Er kann nur jene Erscheinungen aufzeichnen, die auch mit freiem Auge sichtbar sind. Im Thermalbereich hingegen, wo die Oberflächentemperatur der Erde bzw. der Vegetation abgebildet wird, sind zusätzliche Informationen zu erwarten, wenn der Wärmehaushalt durch archäologische Gegebenheiten im Boden verändert ist.
4. Aufnahmen mit aktiven Mikrowellensystemen (Side Looking Radar). Radarwellen durchdringen zum Teil die Vegetation und können bis zu ihrer halben Wellenlänge in den Boden eindringen, bevor sie reflektiert werden. Von Seiten des Verfassers liegen mit diesem System noch keine Erfahrungen vor. Einer kürzlich in den USA veröffentlichten Nachricht zufolge, hat man im Tiefland von Guatemala auf vom Flugzeug aus aufgenommenen Radarbildern umfangreiche Bewässerungsanlagen der Maja aus der Zeit zwischen 25o v. Chr. und 9oo n. Chr. entdeckt.

Die Auswertung archäologischer Fernerkundungsaufnahmen

Die Auswertung der normalen Fotos erfolgt üblicherweise durch visuelle Interpretation bzw. durch Luftbildumzeichnung. Scanneraufnahmen können erfolgversprechend nur auf interaktiven, digitalen Bildverarbeitungssystemen ausgewertet werden. Sie erlauben es, die Daten der einzelnen spektralen Kanäle zu Farbmischbildern in Echt- oder Falschfarben oder Ratiobildern zu verarbeiten. Im Bild interpretierte Aussagen können durch Farbkodierung leichter erkennbar gemacht werden, außerdem sind weitreichende Bildmanipulationen möglich, mit deren Hilfe schwache Kontraste verstärkt, ergebnisstörende Texturen ausgeschaltet, Kanten (wie sie sich in Bewuchsmerkmalen

©Bundesforschungszentrum für Wald, Wien, download unter www.zobodat.at

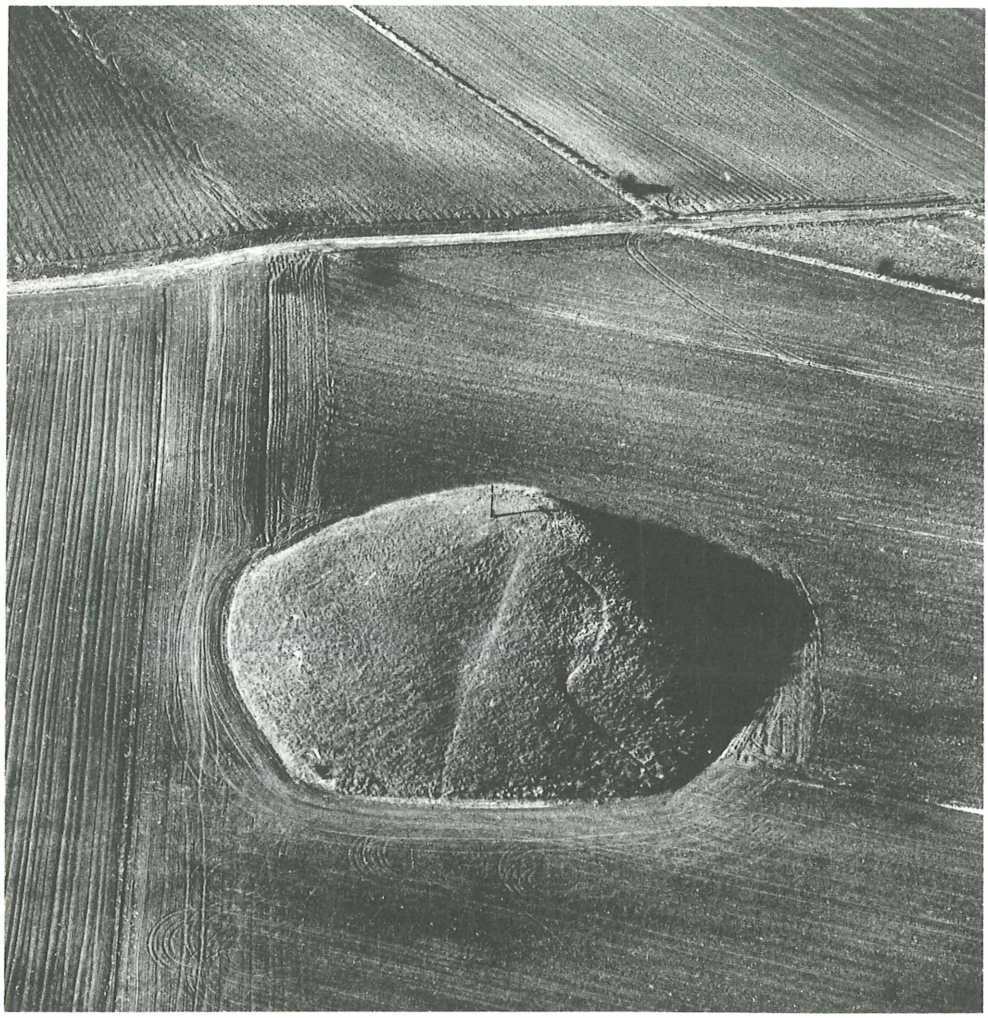


Abb. 1): "Direkt sichtbare archäologische Stätte". Österreichs größtes Hügelgrab bei Groß-Mugl.

©Bundesforschungszentrum für Wald, Wien, download unter www.zobodat.at

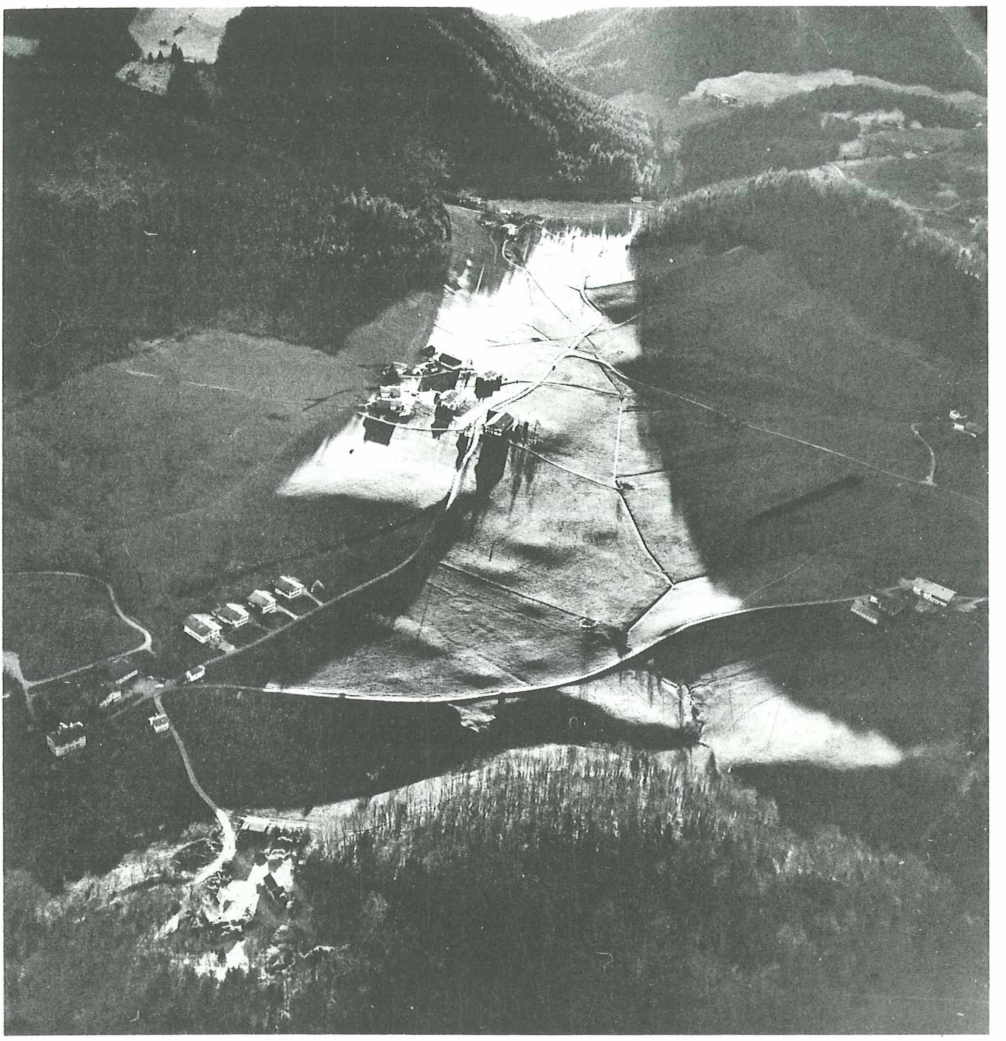


Abb. 2): "Schattenmarken": Hallstattliche Bergbauhalden am Dürrnberg.

©Bundesforschungszentrum für Wald, Wien, download unter www.zobodat.at

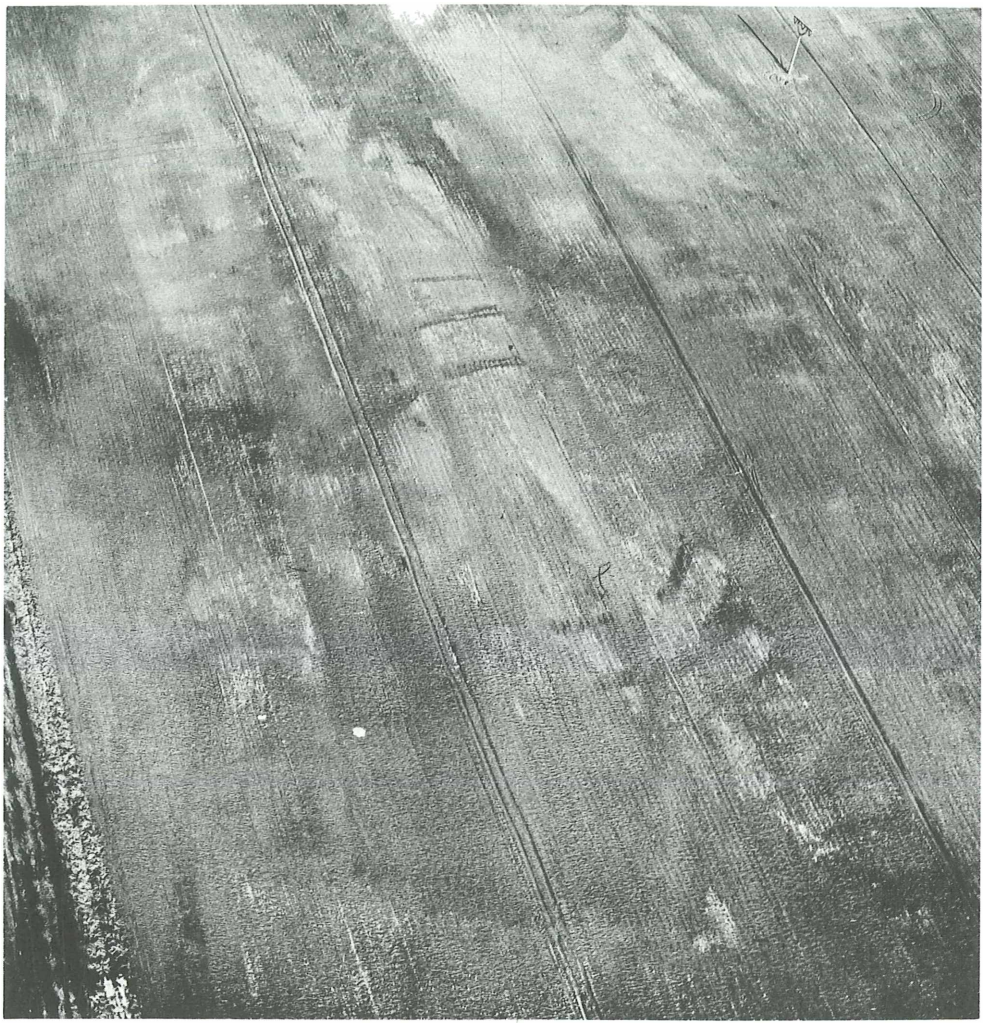


Abb. 3): "Bodenmarken": Neolithische Ringanlage (Innendurchmesser 5o m, Ringabstand 1o m) im Weinviertel.

©Bundesforschungszentrum für Wald, Wien, download unter www.zobodat.at

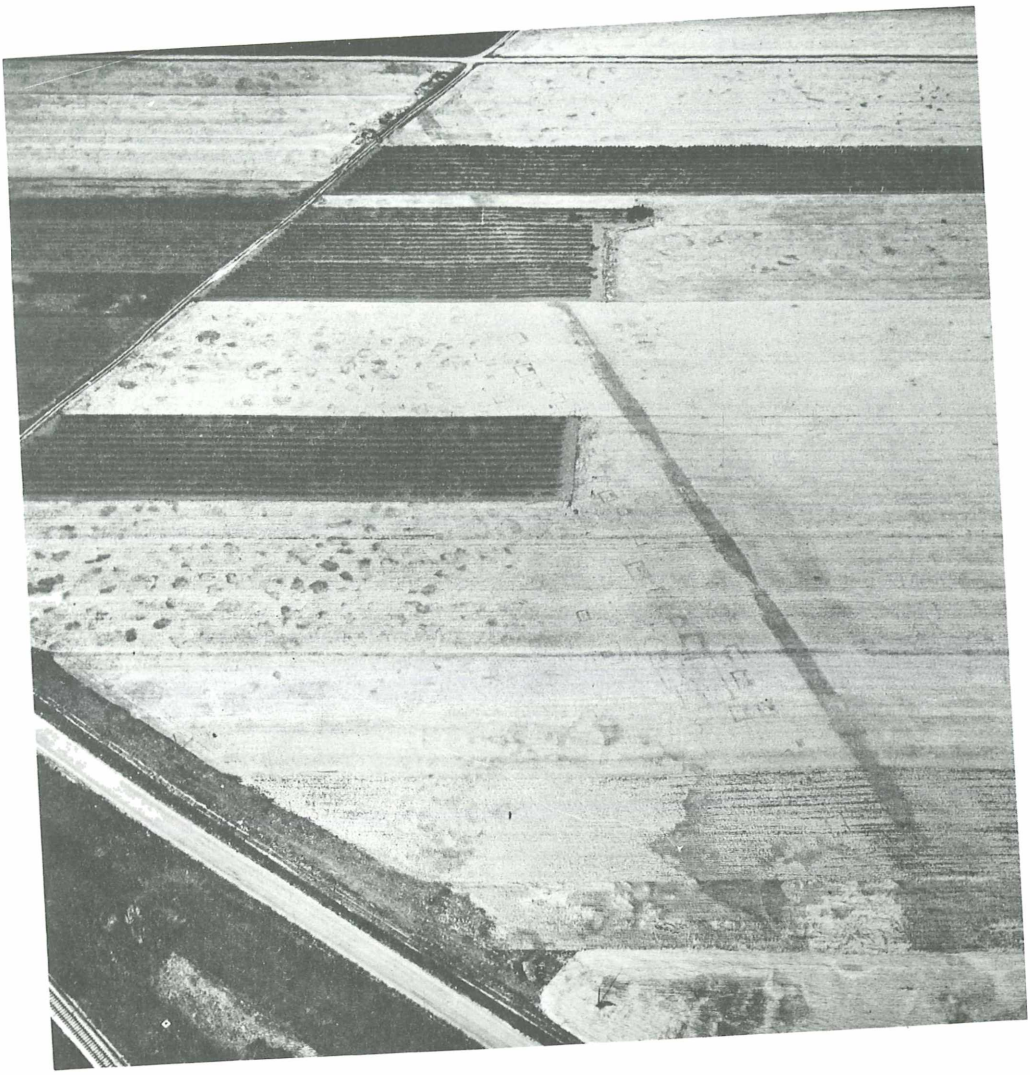


Abb. 4): "Vegetationsmarken": Römische Gräberstraße bei Carnuntum.

©Bundesforschungszentrum für Wald, Wien, download unter www.zobodat.at

Abb. 5): "Vegetationsmarken": Teil der römischen Stadt Virunum.

©Bundesforschungszentrum für Wald, Wien, download unter www.zobodat.at

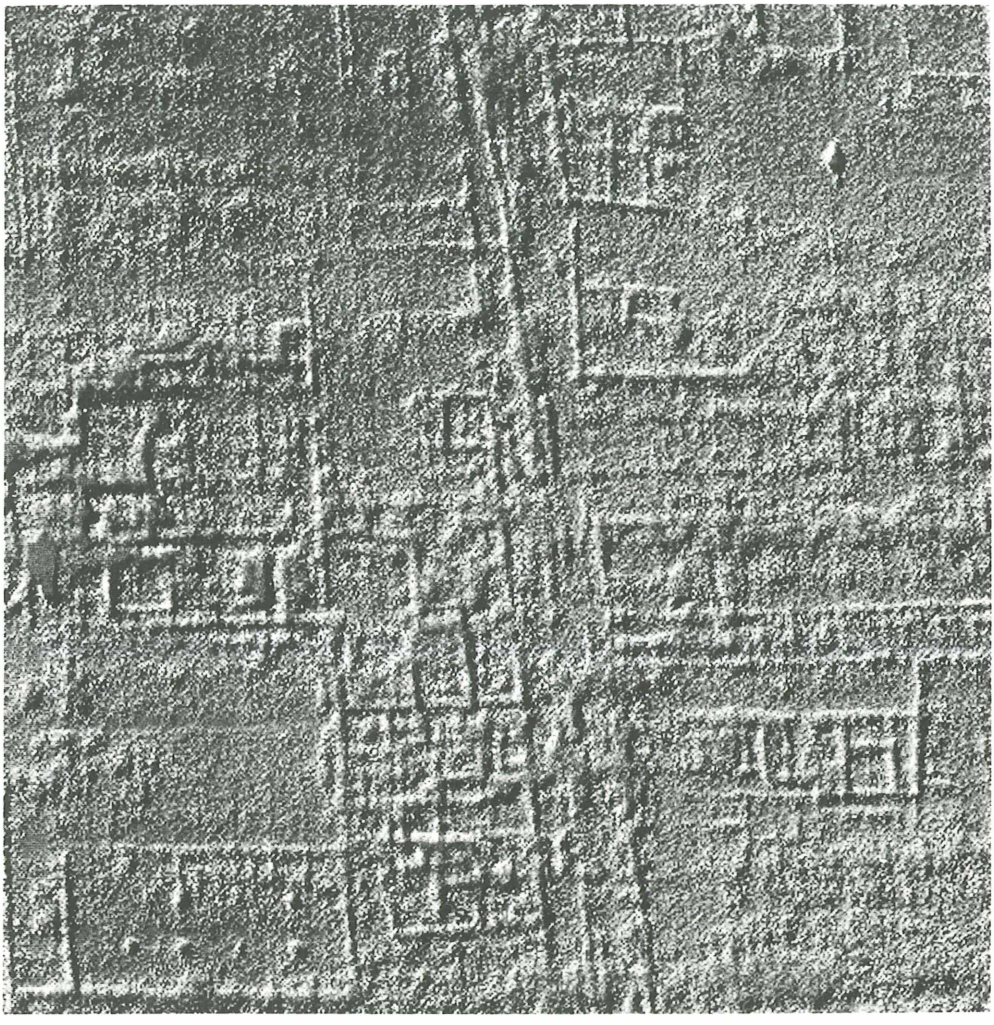


Abb. 6): "Computerbearbeitetes Detail aus Bild 5": Pseudoplastische Darstellung der "Vegetationsmarken".

©Bundesforschungszentrum für Wald, Wien, download unter www.zobodat.at

zeigen) verschärft oder pseudoplastisch darstellbar sind (Abb. 6). Die Interpretationsergebnisse können dadurch bedeutend verbessert werden. Diese Manipulationen sind auch an Normalfotos als Ausgangsmaterial möglich; die Voraussetzung für diese Interpretationsarbeiten ist jedoch auch hier, daß der Interpret mit den möglichen Phänomenen wohl vertraut ist.

Die Möglichkeiten der Luftbildarchäologie in Österreich

Betrachtet man Österreich unter den ausgeführten Überlegungen, so ergibt sich, daß nicht alle Teile des Landes in gleicher Weise für archäologische Entdeckungen aus dem Flugzeug geeignet sind.

Einerseits ist dafür die unterschiedliche Verteilung der früheren Siedlungsräume maßgebend, zum anderen begünstigt oder verhindert die Landesnatur die Entdeckung entsprechender Spuren aus der Luft.

Die Hauptsiedlungsräume des Neolithikums bis herauf zur Latenezeit liegen in den klimatisch wesentlich günstigeren Gebieten des Weinviertels und des Wiener Beckens sowie dem Alpenvorland, das verglichen mit den ersteren jedoch eine wesentlich geringere Siedlungsdichte aufweist. Erst mit dem Einsatz des Bergbaues und der großräumigeren Handelsverflechtung im Metallikum wurden auch einzelne Gebiete in den Alpen dichter besiedelt. Schließlich folgt die römische Besiedelung mit der Donau als Nordgrenze und später die mittelalterliche Landnahme, die sich über das ganze Bundesgebiet erstreckt.

Wie ausführlich besprochen, hängt die Möglichkeit der Entdeckung früher Spuren aus der Luft von vielen Gegebenheiten ab: Boden, Vegetation, Höhenlage, Hangneigung, Exposition sowie Klima bzw. Witterung. Aus diesen Faktoren zusammen mit der Siedlungsverteilung ergeben sich in Österreich 3 Zonen unerschiedlicher Eignung für archäologische Entdeckungen aus der Luft:

Zone 1:

Das östliche Flach- und Hügelland, südliche Tal- und Beckenlagen.

Sehr gute Ergebnisse sind in den relativ "dicht" besiedelten Gebieten des Flach- und Hügellandes im Bereich des pannonisch beeinflußten Klimas (Jahresniederschlag 600 mm) des östlichen Donauraumes, des Weinviertels und des Wiener Beckens zu erwarten, in denen heute vorwiegend Ackerbau betrieben wird, der die am leichtesten aufzufindenden Bewuchsmerkmale liefert. Ähnlich gute Bedingungen finden sich in den verhältnismäßig sommertrockenen mediterran beeinflußten Tal- und Beckenlagen im Süden Österreichs, doch wird die Arbeit aus der Luft hier duch die weitgehende Umstellung der Landwirtschaft von Getreideanbau auf Maisanbau stark beeinträchtigt.

Zone 2:

Nördliches Alpenvorland und Voralpenrand.

Schwieriger wird das Auffinden archäologischer Bodendenkmäler in dem vom feuchtatlantischen Klima beeinflußten westlichen Donauraum und dem nördlichen Alpenvorland bzw. in den relativ feuchten Voralpenregionen, wo der Getreideanbau des Alpenvorlandes von Grünwirtschaft abgelöst wird. In diesen Räumen sind nur bei langanhaltenden Trockenperioden Ergebnisse zu erwarten.

Zone 3:

Alpiner Raum

Die schwierigsten Verhältnisse und die schlechtesten Ergebnisse finden sich im alpinen Raum. Das Vorherrschen von Grünwirtschaft und ausgedehntem Waldland aufgrund der hohen klimatischen Feuchtigkeit im Gebirge, langanhaltende Schneedecken und schließlich die "komplizierten" Beleuchtungsverhältnisse durch unterschiedliche Hanglage und Exposition, und nicht zuletzt Geländeveränderungen durch Naturereignisse in historischer Zeit erschweren den Einsatz der Fernerkundungsarbeit sehr. Hier kann sie nur im Verein mit Überlegungen hinsichtlich Siedlungsgunst oder -ungunst und dem Ausfindig-

©Bundesforschungszentrum für Wald, Wien, download unter www.zobodat.at

machen entsprechender Räume aufgrund von Bodenfunden (Bergbau, Verkehrswege) wirksam werden.

Luftaufnahmen: Beckel, L., freigegeben vom BM.f.LV. mit Zl.: 4o34 RAbt. B/73 und 13.o8o:141 - 1.6./8o

Literatur:

Beckel, L. und Vorbeck, E., 1973: Carnuntum - Rom an der Donau. Otto Müller Verlag Salzburg, 2. Auflage.

Bundesdenkmalamt, Wien, 1974: Schätze im Boden.

Schneider, S., 1974: Luftbild und Luftbildinterpretation, Verlag Walter de Gruyter, Berlin-New York.

Scollar, I., 1965:Archäologie aus der Luft, Rheinland-Verlag, Düsseldorf.

Troll, C., 1966: Luftbildforschung und Landeskundliche Forschung, Heft 12 der Schriftenreihe für Forschung und Praxis, Franz Steiner Verlag GmbH, Wiesbaden.

U.S. Seasat System Photographs Mayan Canals, September 1 198o, in: Aviation Week & Space Technology, Seite 227.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mitteilungen der forstlichen Bundes-Versuchsanstalt Wien

Jahr/Year: 1981

Band/Volume: 135_1981

Autor(en)/Author(s): Beckel Lothar

Artikel/Article: Fernerkundung und Archäologie 147-159