

# Neue Wege der Luftbildauswertung

Peter Paul Vértesalji



■1 Die römische Gutshofanlage bei Langenau. Mitte: Hauptgebäude; seitlich: Nebengebäude und Umfassungsmauer. Foto: O. Braasch, LDA, Nr. 7526/15, D 2171, 38 v. 21. 7. 1992.

Für die Landesarchäologie sind präventive, zerstörungsfreie Prospektionsmethoden von großer Bedeutung, da mit ihrer Hilfe bei der Bedrohung eines archäologischen Objektes die denkmalpflegerischen Entscheidungen wesentlich erleichtert werden. Neben den traditionellen Methoden werden in letzter Zeit in großem Umfang Luftbildarchäologie und Geophysik zur Prospektion eingesetzt. Der Autor – z. Z. in einem Pilotprojekt mit der Aufarbeitung und Auswertung des riesigen Bestandes an Luftbildern aus dem Regierungsbezirk Tübingen betraut – schildert, wie mit Hilfe moderner PC-Technik die Entzerrung der Luftbilder und die genaue Lokalisierung archäologischer Objekte ermöglicht werden. Dieses AERIAL genannte Programm zur Luftbildentzerrung wurde an der englischen Universität Bradford entwickelt. In Cambridge wurde der Autor zuerst mit dem Programm vertraut gemacht. Das Programm ist in FORTRAN geschrieben und mittlerweile bei der Version 4.13 bzw. 4.20 angelangt.

## Wie arbeitet das Programm AERIAL?

Mit Hilfe von vordefinierten Paßmarken auf einer Grundkarte (Flurkarten, Katasterplänen etc.) erlaubt es, eine einfache geometrische Entzerrung von Luftbildbefunden auf Fotos, die nicht senkrecht, in geradem Winkel,

sondern schräg aufgenommen worden sind, durchzuführen. Diese können dann, durch zusätzlich eingelesene Höhenlinienwerte, sog. DTM-Daten, weiter korrigiert und sodann mit dem Plotter ausgegeben werden. Dadurch können auch die Geländeunterschiede aus der betreffenden topographischen Umgebung mitbe-

rücksichtigt werden, was allerdings in der Praxis nur in seltenen Fällen möglich ist, da die notwendigen Grundkarten mit Höhenlinien in 1-m-Abstand nur gelegentlich beschafft werden können. Außerdem stellt das Programm eine Kartierungsfunktion zur Verfügung, mit der man beispielsweise eine archäologische Verbreitungskarte auf einer vorher digitalisierten, ‚blinden‘ Grundkarte mit bis zu 24 unterschiedlichen Symbolen bzw. Signaturen zeichnen kann.

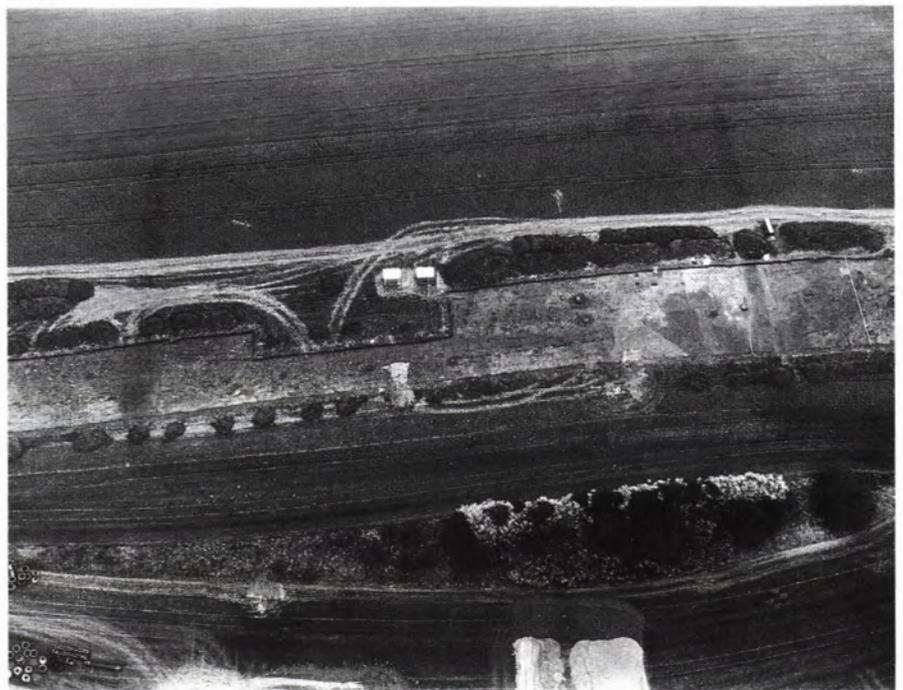
Die meisten archäologischen Luftbilder werden – wegen möglichst vieler formatfüllender Details – aus geringer Höhe in schrägem Winkel aufgenommen, ganz im Gegensatz zu den beinahe maßstabgerechten, fast senkrechten Aufnahmen aus großer Höhe des Landesvermessungsamtes, aus denen man, allerdings mit weitaus geringerem Aufwand, ebenfalls entzerrte sog. Orthofotos herzustellen pflegt. Solche Orthofotos sind ein Weg zu einer hochgradig objektiven Interpretation von Luftbildbefunden, der z. B. bei der Denkmalpflege in Bonn beschränkt worden ist. Es würde eine andersartige Vorgehensweise voraussetzen: Statt der mit der Maus der Digitalisieruvorrichtung einzeln eingegebenen, bereits interpretierten, vorwiegend linearen Figuren muß man das Luftbild mit einem Scanner einlesen, entzerren, seine Grauwerte zwecks Optimierung der sichtbaren Einzelheiten filtern und mit dem Laser- oder Thermoprinter ausdrucken. Der technische Aufwand für eine solche weitgehend objektive Darstellungsweise ist aber erheblich größer.

Nachfolgend werden drei mit dem AERIAL-Programm ausgewertete archäologische Objekte unterschiedlicher Zeitstellung vorgestellt.

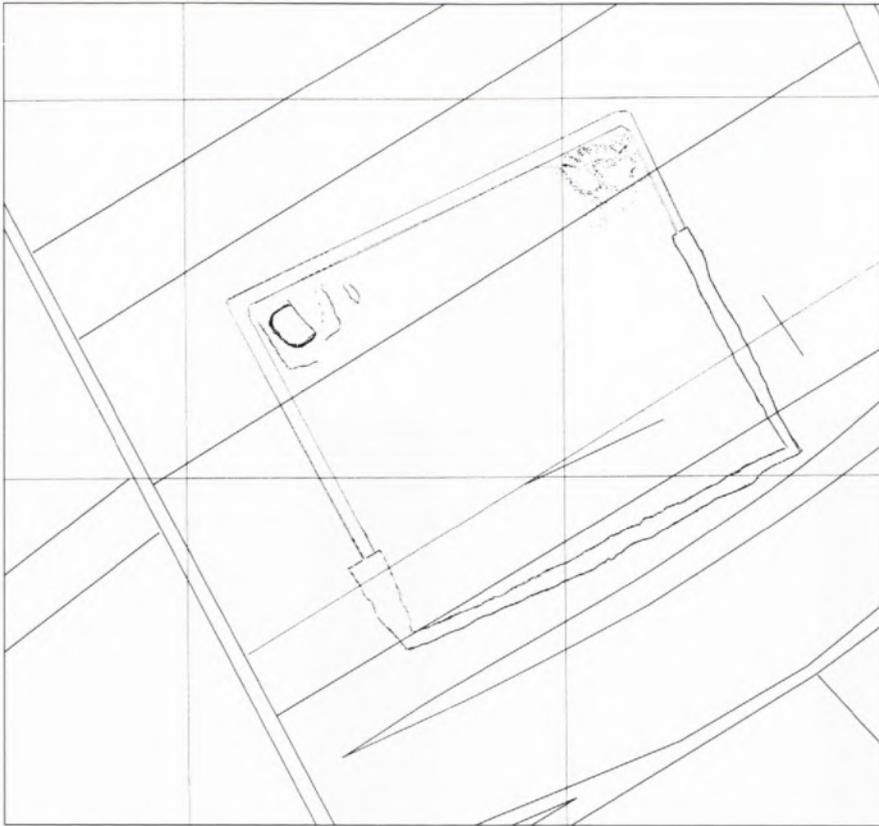
## Keltische Viereckschanze bei Riedlingen

Das erste Objekt ist die im Jahre 1989 von O. Braasch entdeckte keltische Viereckschanze im Gewann „Klinge“ bei Riedlingen, Kr. Biberach. Hier müssen seit drei Jahren Ausgrabungen durchgeführt werden, da das Gelände überbaut werden soll. Es besteht die Möglichkeit, an einem aktuellen Fall die Luftbildbefunde an den derzeit laufenden Untersuchungen – wie in einem Wechselspiel – permanent kontrollieren zu können. Eine solche Überprüfung ist z. B. gerade jetzt wieder, im April 1993, vorgenommen worden.

Die Flurkarte im Maßstab von 1:2500, das Luftbild (Abb. 2), ein Plan der bis 1991 durchgeführten Ausgrabungen und ein Bebauungsplan des Neubaugebietes mit Höhenlinien im Maßstab von 1:500 bildeten die Arbeitsunterlagen, aus denen die Daten für das Plotterbild (Abb. 3) gewonnen wurden. Durch das ‚Einhängen‘ der jeweiligen Grundkarte in das Gauß-Krüger-Koordinatensystem und Paßmarken an markanten Punkten im Gelände können Arbeitsvorlagen in unterschiedlichem Maßstab verwendet werden. Diese werden vom Programm in verschiedene Dateien abgelegt und erst in einem getrennten Arbeitsgang für den Bildschirm und das Plotterbild zusammengebracht. Eine wesentliche, bislang nur einma-



■ 2 Blick von Südwesten auf die Grabung in der keltischen Viereckschanze bei Riedlingen. Im Feld zeichnen sich die Gräben der Schanze als dunkle Streifen ab. Foto: O. Braasch, LDA, Nr. 7922/65 B, SW 1763, 6 v. 29. 4. 1991.



■ 3 Plotterausdruck der Befunde in der Viereckschanze bei Riedlingen nach den archäologischen Untersuchungen, den Luftbildern und den geophysikalischen Messungen. Stand 1992.

lige „DTM“-Korrektur der Lageplanzeichnung dieses in sanfter Hanglage befindlichen Objektes konnte anhand der meterweise erfolgten Höhenlinienangaben auf dem Bauungsplan des Neubaugebietes erzielt werden.

Ende 1992 war die ca. 105 x 116 m große Viereckschanze etwa zur Hälfte ausgegraben. Die breiteren, z. T. zackig geformten, doppelten Linien geben den südwestlichen Verlauf des bis zu 3 m tiefen Grabens im Grabungsbefund wieder. Die hier im Inneren befindlichen Gebäudespuren zeigten sich erst nach dem Abtragen des Ackerbodens und sind daher auf der Plotterzeichnung nicht sichtbar. Eine nennenswerte ‚Luftbildarchäologische‘ Hilfe wurde hingegen durch die Bestimmung der weiteren Ausdehnung der Anlage in nordöstlicher Richtung geleistet, wobei auch die größeren Gebäude in der Nord- und der Ostecke schemenhaft erkannt werden konnten. Dazwischen dürfte sich wohl der Zugang zu dieser Viereckschanze befinden. Den durchgehenden Graben überspannte sehr wahrscheinlich eine Brücke.

Es liegt auf der Hand, daß solche ganz schwachen Strukturen auf dem Luftbild nicht ausgemacht werden können. Außergewöhnliche Bedingungen müssen vorherrschen, damit auch so geringe Spuren sichtbar werden. Ein solcher Fall lag glücklicher-

weise für den Nordostteil der Riedlinger Viereckschanze im ungewöhnlich heißen Sommer 1991 und durch den dortigen Zuckerrübenanbau vor.

Im Bereich der beiden ‚Eckgebäude‘ wurde auch eine Prospektion mit dem Magnetometer durchgeführt, deren erste, vorläufige Ergebnisse eher kantige Bauten zeigen. Auf dem Luftbild waren nur schemenhafte, rundliche Baustrukturen zu erkennen; darüberhinaus bestand in der Nord-ecke zeitweilig sogar der Verdacht auf ein kreisgrabenähnliches Gebilde(!). Diese Unterschiede in den Befunden der beiden Prospektionsweisen lassen sich eventuell so erklären: Während das Luftbild nur die unterschiedlich verwitterte, oberste Deckschicht einer Ruine (mit dem darauf befindlichen Bewuchs und in einem bestimmten Aufnahmewinkel) zu zeigen vermag, deren Wände und Ecken übrigens durchaus abgerundet sein können, schaut man mit Hilfe der geophysikalischen Prospektion quasi auf den „ebenen Grundriß“ der ursprünglichen Anlage in der Tiefe. Um diese Fragen letztendlich zu klären, muß man aber die Ergebnisse abwarten, welche die Ausgrabungen in nächster Zeit erbringen werden.

Als Hauptergebnisse der bisherigen Arbeiten lassen sich folgende Punkte festhalten:

1. Die Entzerrung von archäologischen Luftbildern kann eine wesentli-

che, kostensparende Hilfe bei der Anlage von Ausgrabungen größerer Objekte, d. h. der genauen Lokalisierung von archäologischen Kulturdenkmälern und den diese betreffenden Planungsvorgängen leisten. In Riedlingen konnte zwar auch eine über die Viereckschanze hinausgehende Fläche aufgedeckt werden, doch kommen Fälle vor, bei denen nur noch kleinflächige Sondagen möglich sind. Dann wird der Durchschnittswert der aufgetretenen Abweichungen, die vom Programm für jede verwendete Geländemarke einzeln berechnet und im vorliegenden Fall durchschnittlich 91 cm betrug, große Bedeutung erlangen: Man kann dann die Schnitte ganz gezielt anlegen und erhebliche Zeit- und Kostenersparnisse erreichen. Das Grabungsergebnis von Riedlingen konnte die Luftbildbefunde vorerst „innerhalb des Meterbereichs“ bestätigen.

2. Man muß noch betonen, daß die verschiedenen Prospektionsverfahren unterschiedliche Teilergebnisse liefern können und sie daher „Hand-in-Hand“, einander ergänzend, angewendet werden sollten.

### Römischer Gutshof bei Langenau

Aus den zwischenzeitlich recht zahlreichen Auswertungen mit dem Luftbildentzerrungsprogramm, welche römerzeitliche Objekte im südlichen

Baden-Württemberg betreffen, sei hier stellvertretend die große Villa rustica (Abb. 1) in den Gewannen „Lützelösch“ und „Im hailen Winkel“ im Osten von Langenau, Alb-Donau-Kreis, vorgestellt. Das Plotterbild (Abb. 4) setzt sich aus den aus unterschiedlichen Himmelsrichtungen aufgenommenen und aus zwei mit dem AERIAL-Programm entsprechend „zueinandergedrehten“ Luftbildern sowie den topographischen Angaben der Flurkarte zusammen. Solche Drehungen sind nicht einfach durchzuführen. Wäre nicht die Aufnahme von O. Braasch so angefertigt worden, daß er erstens nach dem Kompaß fliegt, zweitens von jedem bedeutenderen Objekt in ca. 90-Grad-Abstand wenigstens vier verschiedene Aufnahmen macht, hätten die Bilder nicht zueinander „rotiert“ werden können.

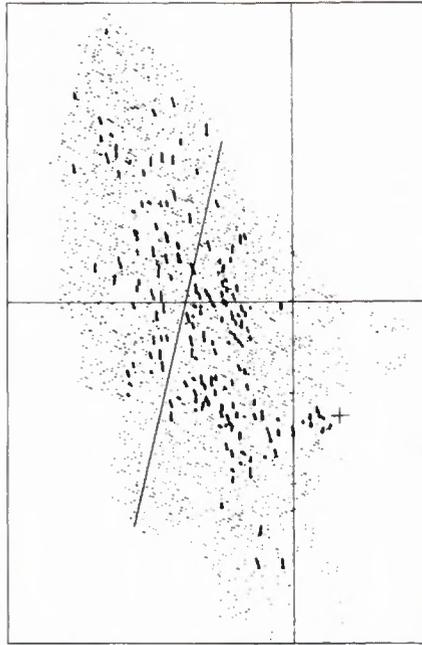
Dieser große Gutshof liegt in der Ebene des Langenauer Beckens, nahe des südlich sich dahinwindenden Flüsschens Nau, im Ackerland. Er ist nach den Angaben bei O. Paret seit dem Jahrzehnt zwischen 1883–1893 bekannt. Die Luftaufnahmen zeigen zu verschiedenen Jahreszeiten stark unterschiedliche Einzelbefunde, was durch den vergänglichen Charakter der Nebengebäude, z.T. wohl aus Holz, hervorgerufen zu sein scheint. Immerhin kann man von wenigstens sieben Nebengebäuden sprechen, von denen zwei an die Umfassungsmauer, im Nordwesten und – dreifach



■ 4 Plan der römischen Gutshofanlage bei Langenau, deren Lage mit Hilfe des Entzerrungsprogramms genau in die Flurkarte eingetragen werden konnte.



■ 5 Im Feld östlich von Altbierlingen zeichnen sich die Konturen der Gräber des alamannischen Friedhofes als dunklere Verfärbungen schwach ab. Foto: R. Gensheimer, LDA, Nr. 7724/52-20 vom 1. 7. 1986.



■ 6 Plotterausdruck des Friedhofes bei Altbierlingen. Schwarz: alamannische Gräber, meist O-W orientiert.

gegliedert – im Südosten angebaut sind. Diese erwecken den Eindruck von Remisen. Drei große ‚Scheunen‘ befinden sich nordwestlich, südwestlich und südöstlich vom Hauptgebäude. Die Verbindung der letzteren durch einen Mauerzug(?) an die nordöstliche Umfassungsmauer ist ungewiß. Zwei kleinere, verschieden untergliederte Nebengebäude im Nordwesten und im Nordosten könnten eventuell als Ställe bzw. Gestüben oder das nordwestliche gar als Kapelle angesprochen werden. Das Hauptgebäude zeigt eine klare Ausführung des in Südwestdeutschland häufigsten Eckkrisalitentyps der römischen Villae rusticae mit zwei apsidenförmigen Bädern des sog. Neckartaltyps an der Seite. Der Innenraum ist vielfach gegliedert und bis auf einige doppelte Mauern (Korridore?) gut zu erkennen.

Keine andere Denkmalgattung läßt sich durch Luftbilder und das Entzerrungsprogramm AERIAL in unserem Raum so gut kartieren und dokumentieren wie die römischen Gutshöfe. Sie bieten das beste Einsatzgebiet für dieses Programm. So könnte man damit in effizienter Weise sämtliche aus der Luft erkennbaren römischen Gutshöfe Baden-Württembergs kartieren, möglichst im Wegenetz der damaligen Straßenverbindungen und mit dem der Siedlungen, mit einer hervorragenden Genauigkeit von 1–2 m im Gauß-/Krüger-Koordinatennetz. Langwierigere Einmessungen im Gelände könnten deshalb in den meisten Fällen entfallen.

## Alamannisches Gräberfeld bei Altbierlingen

Das dritte Beispiel zeigt die graphische Umsetzung eines Luftbildes und der topographischen Einzelheiten aus der Flurkarte (Abb. 5 und 6). Es handelt sich um den alamannischen, merowingerzeitlichen Friedhof im Gewann „Schraie“ bei Altbierlingen, Alb-Donau-Kreis, von dem mindestens 15 Gräber schon um 1908 freigelegt worden sind. Dieser aus der früheren Literatur gut bekannte Friedhof wurde Mitte der 80er Jahre durch die Luftbildarchäologie sozusagen wiederentdeckt.

Der längliche Friedhof am östlichen Ortsrand von Altbierlingen weist heute eine Länge von ca. 90 m und eine maximale Breite von ca. 30 m auf. Wahrscheinlich hat er an einem alten Weg bzw. einer Straße gelegen. Die zumeist Ost-West orientierten Gräber belaufen sich auf über 130. Sie scheinen in bis zu 11 Gruppen, ‚Pulks‘, angeordnet zu sein, wenn die Trennung der dunklen, länglichen, strichförmigen Bodenverfärbungen der Gräber von denen der punktförmigen positiven Bewuchsmerkmale des umgebenden Rübenackers richtig durchgeführt worden ist. In diesem Falle könnte man davon ausgehen, daß die 11 z. T. ineinander übergehenden Gruppen von Gräbern auf ebenso viele Familien zurückgehen dürften, die ihre Toten in Familiengrablagen bestattet haben. Auf jeden Fall sind Überlagerungen in der Mitte des Grä-

berfeldes festzustellen, das außerdem von einer WNW-OSO verlaufenden Wasserleitung(?) durchschnitten wird. Andere Detailbilder vom Friedhof lassen übrigens auch Grablegen mit Kreisgraben erkennen. Diese konnten aber bislang wegen fehlender Paßmarken nicht in das hier gezeigte Bild eingefügt werden.

Auch bei diesem Bodendenkmal konnten also zusätzliche Informationen durch die Auswertung mit dem Programm AERIAL gewonnen werden. Die Definition der Größe eines Grabungsschutzgebietes oder der Lage eines geschützten Denkmals wird auf jeden Fall erleichtert. In England, insbesondere im Landstrich nördlich von Cambridge, hat man schon 20 auf 30 km, also 600 km<sup>2</sup> große Gebiete mit diesem Programm kartiert, aus vielen kleinen Teilergebnissen im dortigen Koordinatennetz. Nach drei, noch relativen groben Zeitstufen kann man dort schon ganze archäologische Landschaften in ihrem ehemaligen Zusammenhang betrachten.

Nicht auf das Konto dieses in ständiger Verbesserung befindlichen Computerprogramms geht die Tatsache, daß ein Teil der bisherigen archäologischen Luftbildaufnahmen in Baden-Württemberg für eine Entzerrung mit dem AERIAL sich nicht eignet: Auf der Suche nach möglichst optimalen, d.h. formatfüllenden ‚Großaufnahmen‘ mit der Kleinbildkamera hat man die auffälligen Geländemarken der näheren Umgebung oft außer acht gelassen. Diese müssen aber auf den Fotos möglichst rund um das Objekt herum sichtbar sein, um brauchbare Luftbildentzerrungen durchführen zu können. Mit größeren, eventuell mittelformatigen Aufnahmen könnte man sicherlich bessere Ergebnisse erzielen, aber auch die Kosten wären höher.

Der konsequente Einsatz des AERIAL-Programms – unter Beachtung der oben aufgeführten Punkte und in Zusammenarbeit mit der geophysikalischen Prospektion – kann sowohl die Arbeit des Feldarchäologen bei einer Rettungsgrabung als auch jene des Listenerfassers beim Landesdenkmalamt erheblich erleichtern.

## Literatur:

- O. Braasch, Luftbildarchäologie in Süddeutschland (Stuttgart/Aalen 1983).
- O. Braasch, Daten und Gedanken zur Luftbildarchäologie in Baden-Württemberg. Denkmalpflege in Baden-Württemberg 19, 1990, 149 ff.
- R. Christlein/O. Braasch, Das unterirdische Bayern. 7000 Jahre Geschichte und Archäologie im Luftbild (Stuttgart 1990).
- O. G. S. Crawford, Luftbildaufnahmen von archäologischen Denkmälern in England. Luftbild und Luftbildmessung 16, 1938, 9 ff.
- G. Fingerlin, Die archäologische Landesaufnahme als Aufgabe der Archäologischen Denkmalpflege. Denkmalpflege in Baden-Württemberg 22, 1993, 55 ff.
- R. Gensheimer, Bericht über einen archäologischen Fotoflug im Auftrag des Landesdenkmalamtes Baden-Württemberg. Archäologische Nachrichten aus Baden 40/41, 1988, 58 ff.
- J. G. B. Haigh, The AERIAL program, version 4.1 (Bradford 1991).
- F.-R. Herrmann/Ph. Ille/O. Braasch/K. Leidorf/M. Pantelias, Zeitspuren. Luftbildarchäologie in Hessen (Wiesbaden 1993).
- R. Krause, Die archäologische Prospektion. Aufgaben, Möglichkeiten und Ziele. Denkmalpflege in Baden-Württemberg 22, 1993, 24 ff.
- R. Palmer, Using Aerial 4.1. Aerial Archaeology Research Group News 5, 1992, 5 ff.
- D. Planck, Luftbildarchäologie in Baden-Württemberg. Denkmalpflege in Baden-Württemberg 12, 1983, 1 ff.
- D. N. Riley, Air photography and archaeology (London 1987).
- I. Scollar, Introduction aux nouvelles méthodes de prospection archéologique. Document Archéologia 1973/1, 81 ff.
- I. Scollar, Image processing via computer in aerial archaeology. Computers and Humanities 11, 1977, 347 ff.
- I. Scollar, Computer image processing for archaeological air photographs. World Archaeology 10, 1978, 71 ff.
- I. Scollar/A. Tabbagh/A. Hesse/I. Herzog, Archaeological Prospecting and Remote Sensing (Cambridge 1990).
- D. R. Wilson, Air photo interpretation for archaeologists (London 1982).

**Dr. Peter Paul Vértesalji**  
LDA · Archäologische  
Denkmalpflege  
Außenstelle Tübingen  
72070 Tübingen