

Durchblick dank Radar

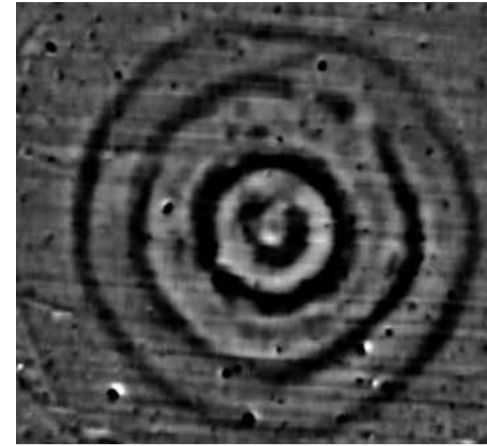
Elektromagnetische Wellen durchdringen die meisten Wände, wie jeder Handy-Nutzer weiß. Das machen sich auch Archäologen zunutze. Deren Georadarsysteme messen die von Objekten im Boden – oder auch hinter Mauern – zurückgestrahlten Radarwellen im Bereich von einigen Hundert Megahertz bis zu 2,6 Gigahertz. Sie erfassen dabei die Intensität der Reflexe und die Laufzeit der Wellen und kommen so – ähnlich der Computertomographie – zu einem räumlichen Bild. Räumliche Auflösung und Eindringtiefe hängen von der Frequenz ab. In Gebäuden benutzt man nach Aussage von Spezialisten höherfrequente Wellen, mit denen man kleinere Strukturen sehen kann, während bei Bodenuntersuchungen niedrigere Frequenzen verwendet werden. StS



Georadar in Stonehenge Foto: LBI ArchPro/Verhoeven

Ruinen statt U-Boote

Die Messung von magnetischen Schwankungen machte man sich frühzeitig beim Militär zunutze, um vom Flugzeug aus feindliche U-Boote zu orten. Dabei werden räumliche Änderungen des natürlichen Magnetfeldes registriert, die durch magnetisch wirksame Einlagerungen in den oberen Bodenschichten verursacht werden. Je nach Geländebeschaffenheit lassen sich mit den fahrbaren Sensoren zwischen zwei und 20 Hektar pro Tag untersuchen. Dabei wird aus den schwankenden Messwerten mit Hilfe eines Computerprogramms – anders als beim Radar – zweidimensionales Bild des Untergrunds erzeugt. Mit dieser Technik werden Pfostenlöcher, Gräben, Feuerstellen oder Metallverhüttungsplätze sichtbar. StS



Ringanlage im Magnetbild Foto: LBI ArchPro/Wallner

»Wir freuen uns natürlich auch über spektakuläre Funde, das ist ganz klar, aber wir versuchen eigentlich das Alltagsleben in der Vergangenheit zu rekonstruieren.«

Axel G. Posluschny, Forschungszentrum Keltenwelt am Glauberg

Bilder von oben

Verlassene Siedlungen, Burgen oder Kultstätten sind nicht selten von Erdrich überdeckt. Insbesondere bei frühen Kulturen, die hauptsächlich vergängliche Materialien wie Holz nutzten, blieben einzig Strukturveränderungen im Untergrund. Diese Veränderungen zeichnen sich oftmals als Muster in der Vegetation ab, weil die Bautenreste die Wasser- oder Nährstoffversorgung verändern. Solche Abweichungen kann der Archäologe manchmal bereits auf unbearbeiteten Luft- oder Satellitenbildern sehen. Manchmal ist es dazu allerdings auch nötig, Fotos in verschiedenen Wellenlängenbereichen auszuwerten. In Gebieten mit spärlicher Vegetation sind Wärmebilder (Infrarot) sehr hilfreich, weil beispielsweise verschüttete Mauern die

eingestrahle Sonnenwärme anders speichern als der umgebende Wüstensand. Da beide Techniken auch vom Militär genutzt werden, um etwa unterirdische Raketenstellungen oder Kommandobunker aufzuspüren, ist die Technik ziemlich weit entwickelt.

Während für die Erkundung großer Areale Daten von Flugzeugen oder Satelliten mit aufwendigen Multispektralkameras beschafft werden müssen, können die Archäologen bei kleineren Gebieten inzwischen auch auf ferngesteuerte Kameradrohnen zurückgreifen.

Eingesetzt wurde die Luftbildtechnik bereits vor dem Ersten Weltkrieg, als man von militärischen Ballons aus Fotos des Forum Romanum (1899) und der Anlagen von Stonehenge (1906) machte. StS

Das Alter des Kohlenstoffs

Nur selten findet sich ein passendes Dokument, um das Alter eines Fundes zu bestimmen. Auch kunstgeschichtliche Methoden liefern meist keine verlässlichen Daten. Hier hilft die Physik. Denn bei vielen chemischen Elementen existieren verschiedene Atomsorten (Isotope), von denen einige radioaktiv zerfallen. Am bekanntesten ist wohl das Kohlenstoffisotop C-14. Dieses wird mit einer in historischer Zeit meist konstanten Rate durch kosmische Strahlung neu gebildet und zerfällt unter Abgabe von Alphateilchen mit einer Halbwertszeit von 5730 Jahren. Lebewesen nehmen deshalb einen bekannten Anteil C-14 mit dem Kohlenstoff auf, solange sie leben. Nach dem Tod (oder dem Fällen des Baums) nimmt die C-14-Konzentration durch Zerfall

kontinuierlich ab. Je weniger C-14 nachgewiesen wird, desto älter ist das Objekt also. Der C-14-Anteil kann bestimmt werden, indem eine Probe des Materials soweit chemisch zersetzt wird, dass reines CO₂ entweicht. Aus der gemessenen Alphastrahlung ergibt sich der C-14-Anteil. Aufwendiger, aber materialsparender ist die Massenspektrometrie. Der reine Kohlenstoff der Probe wird verdampft, die ionisierten Atome werden beschleunigt und im Magnetfeld nach Masse getrennt. So wird die Zahl der C-14-Atome direkt gezählt.

Die Isotope des Schwermetalls Strontium wiederum erlauben bei Knochen und Zähnen wegen ihrer lokalen Schwankungen eine Bestimmung der Herkunft von Menschen und Tieren. StS



So sah der Radarsatellit Terra-SAR die Pyramiden von Gizeh. Dabei werden auch einige Strukturen unter dem Sand der Umgebung sichtbar, die von älterer Bebauung stammen.

Foto: DLR

Antike Wasserrohre und Grabkammern

Die Archäologie ist heute multidisziplinär. Ohne Physik, Chemie und Biologie läuft nichts mehr. Von Steffen Schmidt

Die kürzlichen Meldungen über eine hinter den Wänden des Grabes von Pharao Tutanchamun vermutete Grabanlage von Nofretete erwecken den Eindruck, als ginge es bei der Archäologie in erster Linie um verlorene Schätze. Ein Bild, wie es so spektakulär wie falsch auch die erfolgreiche Filmserie »Indiana Jones« verbreitet. Immerhin, wenigstens in Worten trifft der von Harrison Ford gespielte Archäologe Dr. Jones den Geist seines Faches: »Archäologie ist die Suche nach Fakten.« Es geht letztlich nicht um Relikte einzelner Herrscher, sondern um Spuren, die Licht in das Alltagsleben längst vergange-

ner Zeiten bringen. Gleichwohl räumt Axel Posluschny vom Forschungszentrum Keltenwelt am Glauberg (Hessen) ein, dass ein Grab mit Goldfunden attraktive Exponate für Museen bringt, doch findet er, die eigentliche Kunst sei, auch Alltagsgegenstände aus einstigen Müllgruben und Reste untergegangener Siedlungen so zu präsentieren, dass sie beim Betrachter »das Bild vergangener Kultur wieder aufleben lassen.«

Dabei bedienen sich heute nicht nur die oftmals störenden Schatzgräber modernster technischer Mittel. Der Leiter des Wiener Ludwig-Boltzmann-Instituts für Archäologische Prospektion und Virtuelle Ar-

chäologie Wolfgang Neubauer betont im Gespräch mit »nd«, dass die Archäologie eine multidisziplinäre Wissenschaft ist, dass sie es genau genommen schon immer gewesen sei. Schon bei der Prospektion, der Suche nach möglichen archäologischen Objekten, spielen laut Neubauer neben Methoden aus den Geisteswissenschaften wie Flurnamenanalyse oder historisches Quellenstudium naturwissenschaftliche Methoden eine zentrale Rolle. Das beginnt bei der Analyse von Luft- und Satellitenbildern nach geometrischen Mustern etwa bei der Vegetation, die auf menschliche Tätigkeit verweisen. Und wird fortgesetzt mit geomagne-

tischen und Bodenradaruntersuchungen vielversprechender Areale.

Das geht weiter bei der Ausgrabung selbst. Denn jede Ausgrabung ist eine Zerstörung. »Insofern ist eine exakte Dokumentation das A und O«, sagt Posluschny. Das sei eben das Hauptproblem bei Schatzgräbern, wie hierzulande etwa die Himmelscheibe von Nebra gezeigt habe. Da konnten erst bei einer Nachgrabung von Profis noch einige Informationen nachträglich gesichert werden. Bei der Himmelscheibe mussten dann folgerichtig verschiedene aufwendige physikalische Verfahren wie die Analyse der Isotopenzusammensetzung zur Datierung und dem Echtheits-

nachweis herangezogen werden. Und die Untersuchung der Bleikonzentration im Boden an der Bucht von Neapel lieferte nicht nur Hinweise auf Städte – deren Wasserleitungen in römischer Zeit aus Blei bestanden –, sie belegte auch, dass der Wiederaufbau der Wasserversorgung nach dem Ausbruch des Vesuvus im Jahre 79 Jahrzehnte dauerte.

Beim Durchleuchten von Mumien mit Röntgenstrahlen und der Magnetresonanztomographie konnte man zerstörungsfrei untersuchen, an welchen Krankheiten Pharaonen litten. Die Legende von der Ermordung Tutanchamuns konnte so mit einiger Sicherheit entkräftet werden.

Auch längst bekannte Fundstätten geben nach Bearbeitung mit geomagnetischen und Radarverfahren oft noch Neues preis. So untersuchten Forscher des Wiener Ludwig-Boltzmann-Instituts mit englischen Kollegen die Umgebung des südeuropäischen Steinkreises von Stonehenge und fanden 17 weitere bisher unbekannte Monumente. Auch ohne flächendeckende Grabung lassen sich so ganze Siedlungen rekonstruieren. Diese Techniken spielen zudem eine wichtige Rolle, um vor dem Beginn großer Bauvorhaben mögliche archäologische Funde zu sichern, wie Cornelius Meyer von der Berliner Geophysik-Firma »Eastern Atlas« erläutert.

Baumringe als Maßstab

Altersbestimmungen, die auf dem radioaktiven Zerfall beruhen, haben einen Nachteil: Man muss die tatsächliche Konzentration des gemessenen Radioisotops kennen. Nachdem man die bekannte C-14-Methode bereits längere Zeit angewandt hatte, zeigte sich, dass es – infolge von großen Vulkanausbrüchen beispielsweise – Zeiträume und Regionen gab, in denen die C-14-Konzentration niedriger war als im langjährigen Mittel. Um das bei den Radiokarbonmessungen berücksichtigen zu können, brauchte man einen Vergleichsmaßstab. Den lieferte Holz aus den gemäßigten Klimazonen. Auf der Basis vieler alter Holzproben und deren Jahresringen entstand eine Art hölzerner Chronik, die ganz nebenbei auch noch Daten zur Klimageschichte liefert. StS



Hölderne Chronik Foto: imago/imagebroker

Durchleuchtete Geschichte

Was den Lebenden Recht ist, kann Toten auch nicht schaden: Röntgenstrahlen finden nicht nur versteckte Tumoren bei Patienten im Krankenhaus, sie werden auch genutzt, um präkolumbianische Mumien aus Südamerika oder aus dem alten Ägypten zu analysieren. Konnte man noch im 19. Jahrhundert nur durch Auswickeln der Mumien Erkenntnisse über den Gesundheitszustand altägyptischer Pharaonen und Würdenträger gewinnen, so machte man sich bereits 1896, ein Jahr nach Entdeckung der Röntgenstrahlen diese auch zur schonenden Untersuchung von Mumien zunutze. Magnetresonanz- und Röntgen-Computertomographie erlauben heute detailreiche dreidimensionale Bilder. Selbst verkohlte antike Papyrusrollen lassen sich so teilweise lesen. StS



Röntgenbild einer Mumie Foto: Field Museum