

# HUNDERT VERLORENE JAHRE

Archäologen und Physiker versuchen, die Explosion der Vulkaninsel Santorin während der Bronzezeit exakt zu datieren – ein außerordentlich schwieriges Unterfangen.

Von Gottfried Derka

**W**elch ein Idyll: warme Mittelmeersonne von oben, blitzblaues Meer voller Fische ringsum, fruchtbare Äcker im Hinterland. Vor 3700 Jahren war die Kleinstadt Akrotiri im Süden der griechischen Insel Santorin eine blühende Gemeinde mit etwa 9000 Einwohnern. Schifffahrt, Handwerk und Handel waren Quellen eines bescheidenen Reichtums. Im Hafen schlugen Spediteure Schafwolle und Olivenöl um. Dabei nutzten sie die verkehrsgünstige Lage der Insel – zu den wirtschaftlich-kulturellen Zentren Kreta und Zypern war es nicht weit. In fast jedem Haus der Stadt gab es eine Werkstatt, einige mit großen Auslagen, so dass die Handwerker ihre Produkte gleich über die Gasse verkaufen konnten. Und in fast jedem Haushalt stand ein Webstuhl; hier wurden

Wolle und Flachs von den nördlichen Nachbarinseln für den Export nach Süden vorbereitet. Ihre Wohnräume, die über ihren Werkstätten und Depots lagen, schmückten die Städer mit aufwändigen Fresken, auf denen Fischer und Boote zu sehen waren.

Unter der Insel braute sich derweil Gewaltiges zusammen: Eine riesige Magmablase stieg aus tieferen Schichten der Erdkruste in Richtung Oberfläche. Die Hitze des zähflüssigen Materials ließ unterirdisch große Mengen von Gas entstehen. Das sorgte für ein besonders explosives Gemisch.

Was dann passierte, speist bis heute fantasievolle Spekulationen. Lieferte der katastrophale Vulkanausbruch, der die Hälfte der Insel sprengte, vielleicht den Stoff für die Sage vom untergegangenen Atlantis? Versenkten die Flutwellen, die nach der Eruption durch das Mittelmeer rasten, die minoische Kultur auf Kreta? Oder haben eben diese Wellen, als sie über ein ägyptisches Heer im Nildelta hinwegschwappten, die historische Grundlage für die Bibelgeschichte geliefert, nach der Moses das Meer teilt, mit seinem Gefolge hindurchheilt, die Verfolger jedoch in den Fluten umkommen?

Auch Wissenschaftler verbeißen sich mit hitziger Leidenschaft und untypischer Streitlust in die rätselhafte Geschichte von Santorin. Dabei geht es um eine einzige Frage: Wann genau explodierte die Insel? Generationen von Forschern haben sich um eine Antwort bemüht, doch bis heute gibt es kein allgemein akzeptiertes Datum. Stattdessen stehen sich zwei Lager gegenüber: Die Archäologen sind sich sicher, dass die Explosion um das Jahr 1500 v. Chr. stattfand. Die Physiker und Geologen hingegen



glauben mit ihrer Radiokarbonmethode nachweisen zu können, dass der Vulkan bereits zwischen 1660 und 1600 v. Chr. explodierte, vielleicht sogar noch früher.

## EUROPAS ERSTE HOCHKULTUREN

Angesichts der gut dreieinhalb Jahrtausende, die in jedem Fall seither vergangen sind, könnten unbeteiligte Beobachter einwenden, dass der Streit um die paar Jahrzehnte doch ein wenig übertrieben sei. Aber weil sich ausge-rechnet im fraglichen Zeitraum einiges im östlichen Mittelmeer getan hat, ist die Frage entscheidend: Was war damals los? Die ersten europäischen Hochkulturen, die minoische auf und um Kreta und die mykenische auf dem griechischen Festland, entwickelten sich. Es gab rege Kontakte zueinander und zu anderen Zivilisationen der Region. Innerhalb der einzelnen Kulturkreise ist es den Forschern möglich, jeweils eine relative Abfolge der Ereignisse anzugeben. Was jedoch fehlt, ist eine absolute Chronologie, aus der sich etwa auch ablesen ließe, wer wen wann beeinflusst hat.

Die Arbeit von Archäologen und Naturwissenschaftlern an dem Problem gestaltet sich überaus kompliziert. Beide Seiten sind natürlich davon überzeugt, richtig zu liegen. Argumentiert wird wie in einem Indizienprozess. Jeder versucht, die vorgelegten Beweise der Gegenseite zu widerlegen. Schließlich geht es für die Forscher nicht bloß um das Datum eines Vulkanausbruchs. Verschärfend kommt hinzu, dass jede Seite einen Eckpfeiler der Argumentation der anderen Zunft in Zweifel zieht.

Nicht zuletzt um das Rätsel von Santorin zu lösen, hat der international angesehene Wiener

Archäologe und Ägyptologe Manfred Bietak 1999 ein Mega-Projekt gestartet: SCIEM 2000 (The Synchronisation of Civilisations in the Eastern Mediterranean in the Second Millennium BC), in dem eine absolute Chronologie des östlichen Mittelmeerraums erstellt werden soll. Archäologen und Naturwissenschaftler mühen sich gemeinsam, die Zeitverschiebungen zurechtzurücken. Mit dabei ist der Kernphysiker und Isotopenexperte Walter Kutschera von der Universität Wien, eine Kapazität auf dem Gebiet der Radiokarbon- oder C-14-Datierungsmethode. Ein Jahr haben die Forscher noch, dann läuft die Finanzierung des Projekts aus. Viele Lücken konnten die Forscher schließen – doch das Santorin-Rätsel ist weiterhin ungelöst. Manfred Bietak ist trotzdem optimistisch: »Wir werden die Frage bis 2009 beantworten können«, glaubt er. Sein Gegenspieler Walter Kutschera ist weniger zuversichtlich: »Beide Seiten haben ihre Resultate wieder und wieder überprüft. Jetzt kommen wir nicht mehr weiter. Vielleicht gibt es ja neue Lösungsvorschläge, wenn wir unsere Resultate der internationalen Community präsentieren.«

Die Positionen sind festgefahren. Archäologen und Ägyptologen berufen sich auf die so genannte Historical Chronology of Ancient Egypt. Diese Zeitleiste haben Hunderte von Experten über Jahrzehnte aus einem ganzen Netzwerk von überlieferten Belegen zusammengestellt. Ihr Ausgangspunkt ist die historisch eindeutig datierte Eroberung Ägyptens durch die Perser im Jahr 525 v. Chr. Von hier aus fügen sie ein Dokument an das andere, um sich immer tiefer in die Vergangenheit zu hangeln: Die Eroberung war gleichzeitig der Beginn der 27. Dy-

## WAS FEHLT, IST EINE ABSOLUTE CHRONOLOGIE

SERDAR YAGCI / ISTOCKPHOTO

Die traumhafte Mittelmeerlandschaft, die heute Touristen anlockt, verdankt Santorin einem Vulkanausbruch vor gut dreieinhalb Jahrtausenden.

nastie. Die Dauer der 26. Dynastie ist gut belegt, damit ist man bereits im Jahr 664 v. Chr. angelangt. Und weiter geht die Zeitreise: Wie lange hat welcher Pharaos regiert, wie lange sein Vorgänger, wie lange wiederum dessen Vorgänger und immer so fort? Ebenso wichtige Hinweise kommen aus den Genealogien von etwa 20 Beamtdynastien. Aus diesen Aufzeichnungen lassen sich Verwandtschaftsverhältnisse unter den Staatsdienern ablesen und auch, wer wie lange welchem Pharaos gedient hat. Ähnliche Dokumente gibt es über mehrere Priesterdynastien. Sogar die Biografien der heiligen Apisstiere, die in Memphis gehalten wurden, sind in die ausgefeilte »Chronology« eingearbeitet. Zusätzliche Stützen bekommt die Zeitleiste durch die diplomatische Korrespondenz der Pharaonen.

Auf diese Weise überbrückt die Historical Chronology etwa 1000 Jahre, bis zum Beginn des Neuen Reichs ungefähr 1540 v. Chr. Dieses Datum wiederum gilt mit einer Schwankung von plus/minus 20 Jahren als sicher. In dieser Zeit kam der Dynastiegründer Ahmoses an die Macht. In seinem zweiten Regierungsjahrzehnt, also zirka 1525 v. Chr., schrieb er Geschichte: Er vertrieb das Volk der Hyksos aus dem Norden Ägyptens und legte den Grundstein für den Aufstieg des ägyptischen Neuen Reichs.

Seit fast einer Dekade arbeitet der Wiener Ägyptologe Manfred Bietak schon an einer Chronologie des Mittelmeerraums im 2. Jahrtausend v. Chr.

EPDC / JACQUELINE GODAWY



»ICH SEHE KEINEN ANLASS, UNSER GESCHICHTSBILD ZU VERÄNDERN. ES WIRD SICH EINE WISSENSCHAFTLICHE ERKLÄRUNG FINDEN«

Nach Meinung der Archäologen aus dem SCIEM-2000-Team muss die Katastrophe von Santorin in diesem Zeitraum, genauer: etwa um 1500, passiert sein. Es gibt Aufzeichnungen aus der Regentschaft von Ahmoses, die von einem verdunkelten Himmel sprechen – möglicherweise eine Fernwirkung des Vulkanausbruchs. Diese Interpretation würde die Position der Archäologen stärken. Doch für Manfred Bietak ist die Überlieferung noch kein stichhaltiger Beweis. Der Archäologe gräbt seit 1966 im Nildelta nach Hyksos-Palästen und hat dabei mehr als nur einmal »verdunkelte Himmel« erlebt: »Dort gibt es unglaubliche Wetterfronten, auf die würde so eine Beschreibung auch passen.«

### FEHLENDE KERAMIKEN

Wesentlich sind für ihn hingegen Keramikgefäße, die während der Bronzezeit im gesamten östlichen Mittelmeerraum gehandelt worden sind. Je nach Form der Gefäße und nach den aufgemalten Motiven können die Experten die einzelnen Epochen und Stile unterscheiden und in eine relative Reihenfolge zueinander bringen. Wichtig für die Datierung der Santorin-Katastrophe sind Keramiken aus Kreta, die mit floralen Motiven und Spiralen verziert sind. Für Experten markieren diese Töpferwaren einen späten Höhepunkt der minoischen Kultur, konkret wird der Stil »spätminoisch IA« genannt. Irgendwann wird dieser Stil aber in der gesamten Ägäis von »spätminoisch IB« abgelöst. Hier überwiegen Darstellungen von Delphinen, Kraken und anderen Meereslebewesen. Nur an einer Stelle gibt es keine Spuren dieser neuen Formen: in Akrotiri. Die Schlussfolgerung der Archäologen lautet daher, dass die Stadt schon verschüttet gewesen sein muss, als diese Töpferwaren aufkamen.

Daraus ergibt sich folgendes Bild: An der Schwelle vom 16. zum 15. Jahrhundert v. Chr. wächst die politische Macht Ägyptens, während die Minoer eine kulturelle Blüte erleben. Waren die Reiche verbündet? War es womöglich diese Allianz, die es Ahmoses ermöglichte, die Hyksos zu vertreiben? Belegbar ist das nicht. Nach dem derzeitigen Erkenntnisstand gab es zwischen Kreta und dem Hof des Pharaos Ahmoses nur sporadischen Kontakt.

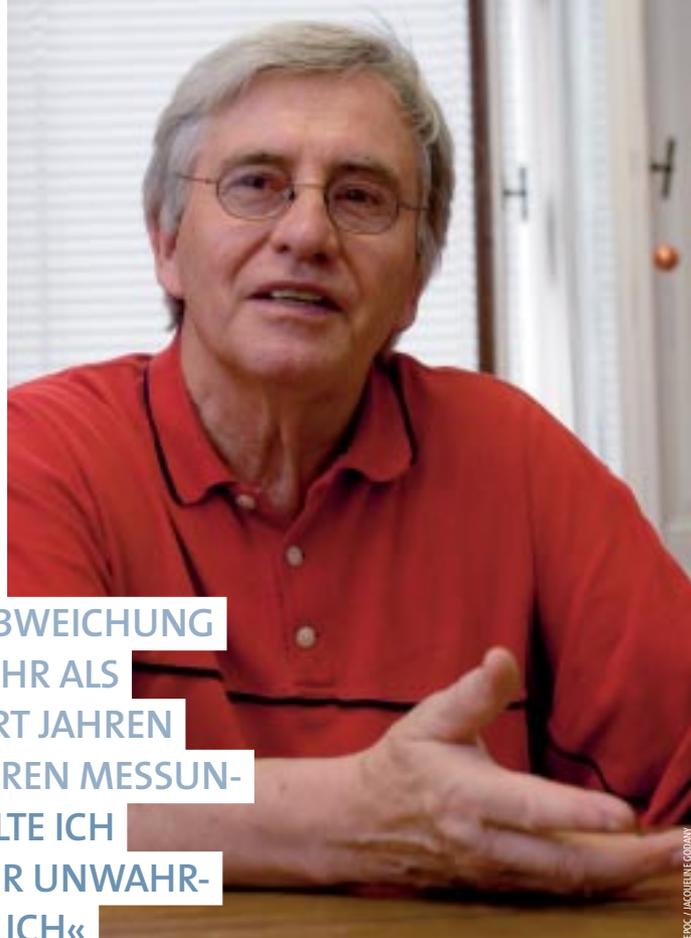
Folgt man den Argumenten der Naturwissenschaftler, haben sich die Dinge freilich ganz anders zugetragen. Ihren C-14-Messungen zufolge flog Santorins Vulkan bereits zwischen

1660 und 1600 v. Chr. in die Luft. Entsprechend verschieben sich auch die möglichen Allianzen. Demnach erlebten die Minoer und ihre Nachbarn auf Santorin ihre Hochblüte schon zu Zeiten der Hyksos und nicht erst zur Zeit des Ahmoses. Vielleicht waren ja die Minoer und die Hyksos Partner. Auch die mykenische Kultur, die in jener Epoche erstmals Spuren im heutigen Griechenland hinterließ und als eine Quelle der europäischen Kultur gilt, wäre nach dieser Rechnung nicht mehr parallel zur ägyptischen Hochkultur entstanden, sondern gleichzeitig mit jener der Hyksos.

Für Archäologen ist diese Chronologie kaum plausibel, passt sie doch nicht zu den Keramikfunden. »Ich sehe keinen Anlass, unser Geschichtsbild zu verändern«, beharrt Bietak auf seiner Lesart der Geschichte. Er ist überzeugt: »Es wird sich herausstellen, dass die erhöhten C-14-Werte eine naturwissenschaftliche Erklärung finden.« Der Isotopenexperte Walter Kutschera wiegt da nur nachdenklich seinen Kopf. »Eine Abweichung von mehr als hundert Jahren in unseren Messungen halte ich für sehr unwahrscheinlich. So etwas wäre nur möglich, wenn wir Grundlegendes an unserer Methode falsch verstanden hätten. Und dafür sehe ich derzeit keine Hinweise.«

Ebenso beharrlich, wie die Archäologen auf ihrer Historical Chronology of Ancient Egypt für die Zeitbestimmung bestehen, halten sich die Naturwissenschaftler an ihre Kalibrierungskurve. Sie gibt an, wie hoch der Anteil des radioaktiven Kohlenstoffisotops C-14 in der Atmosphäre zu jedem Zeitpunkt in den vergangenen 11000 Jahren war. Auch dieses Datenwerk ist in einer gemeinschaftlichen Anstrengung von hunderten Wissenschaftlern entstanden. Seit rund 40 Jahren feilen Forscher in 20 Labors aus aller Welt an dieser immer genaueren Kalibrierungskurve. Derzeit ist INTCAL04 aktuell, die nächste Revision steht 2009 an.

Als Datenquelle dienen den Forschern jahrtausendealte Bäume, die etwa aus Mooren oder vom Grund von Bergseen gezogen werden. Weil jeder Baum je nach Witterung pro Jahr mehr oder weniger Holz ansetzt, zeigt ein Querschnitt eine charakteristische Abfolge von verschiedenen dicken Baumringen. Aus Hunderten von Bäumen, die durch Baumringmustervergleich zeitlich überlappend aneinandergereiht werden können, haben die Dendrochronologen eine lückenlose Zeitreihe bis zum Ende der



»EINE ABWEICHUNG  
VON MEHR ALS  
HUNDERT JAHREN  
IN UNSEREN MESSUN-  
GEN HALTE ICH  
FÜR SEHR UNWAHR-  
SCHEINLICH«

jüngsten Eiszeit vor etwa 10 000 Jahren zusammenstellen können.

Aus diesen eindeutig datierten Jahresringen haben die Experten Proben gezogen und den jeweiligen C-14-Gehalt bestimmt. Daraus konnten sie errechnen, wie viel radioaktiver Kohlenstoff in diesem konkreten Jahr in der Atmosphäre vorhanden war. Wenn nun ein Archäologe ein Stück organisches Material ausgräbt, das er nicht datieren kann, ziehen die Isotopenforscher abermals eine Probe und messen den C-14-Gehalt. Gemeinsam mit der Kalibrierungskurve können sie so das Alter der Probe bestimmen.

Dutzende Proben aus Santorin deuten darauf hin, dass die Explosion zwischen 1660 und 1600 v. Chr. stattgefunden hat. 2002 gelang dänischen Forschern auf Santorin ein seltener Glücksfund. In einem der steilen Abhänge der Insel fanden sie, eingebettet in dicke Ascheschichten vom Vulkanausbruch, einen Olivenzweig. Die Pflanze war offenbar lebendig vom Ascheregen begraben worden, davon zeugen die Blattreste. Experten aus verschiedenen Labors untersuchten Proben aus mehreren Baumringen. Die Resultate aller beteiligten Wissenschaftler stimmten überein. Der Olivenbaum wurde mit einer Wahrscheinlichkeit von 95

**Der Kernphysiker und Isotopenexperte Walter Kutschera von der Universität Wien kommt mit der C-14-Methode zu anderen Ergebnissen als die Archäologen.**

## Stichwort C-14-Methode

Alle Pflanzen, Tiere und Menschen stehen durch ihre Atmung in ständigem Kohlenstoffaustausch mit der Atmosphäre. Dadurch ist auch die C-14-Konzentration in allen Lebewesen die gleiche. Mit dem Tod beginnt diese Konzentration zu sinken – alle 5730 Jahre um jeweils die Hälfte. Nach 50 000 Jahren ist das radioaktive Kohlenstoffisotop nicht mehr messbar.

Prozent im Zeitraum von 1627 bis 1600 v. Chr. verschüttet.

Wie lässt sich diese Diskrepanz von mehr als 100 Jahren gegenüber der Chronik nun erklären? Unter der Annahme, dass die C-14-Datierungen korrekt sind, könnten dem Physiker Walter Kutschera zufolge die Ursachen entweder in der absoluten Zeitskala der ägyptischen »Chronology« oder in der Kopplung der Archäologie an die ägyptische Chronologie liegen, da die Archäologie für sich allein keine absolute Zeitzuordnung vornehmen kann. Manfred Bietak dagegen meint, beides ausschließen zu können. Zwar wäre es denkbar, dass sich ein paar kleine zeitliche Abweichungen in das System der Archäologen eingeschlichen hätten. Abweichungen von bis zu zehn Jahren wären möglich. »Ein Fehler von 20 Jahren ist schon sehr unwahrscheinlich, doch einer von 100 Jahren und mehr ist ausgeschlossen.«

### LÜCKEN IM KALENDER

Bietak hat daher andere Erklärungsansätze. Er gibt zu bedenken, dass es Perioden einer guten Übereinstimmung der C-14-Daten mit der historischen Chronologie gibt, etwa vom 20. bis 19. Jahrhundert v. Chr., zur Zeit des Mittleren Reichs und im späten Neuen Reich ab dem 14. Jahrhundert v. Chr. Nur 100 Jahre davor jedoch klaffen die naturwissenschaftlichen und die archäologisch ermittelten Daten über 100 Jahre auseinander. Allein dieser Umstand schließt für ihn einen so großen Fehler in der historischen Chronologie aus.

Er ist mit Fachkollegen der Meinung, dass die Naturwissenschaftler »noch nicht zu einer optimalen, fehlerfreien Interpretation des Radiokarbonkalenders in Bezug auf den historischen Kalender gefunden« hätten. Bietak führt noch einen weiteren Faktor ins Treffen, der erklären soll, warum das Datum der Physiker nicht mit jenem der Archäologen übereinstimmt: Pflanzen im Nildelta würden radioaktiven Kohlenstoff nicht nur aus der Atmosphäre, sondern auch älteres C-14 aus dem Grundwasser aufnehmen – auf diese Weise würde das Messresultat regional verzerrt. Das ist für Walter Kutschera nur schwer denkbar. Eine lokale Anomalie wäre chemisch-physikalisch nicht zu erklären. Und so hoffen beide Seiten jetzt auf neue Argumente. Die könnte etwa die Untersuchung von Bims bringen. Dieses Gesteinsmaterial wird bei Vulkanausbrüchen ausgeworfen und wurde im Altertum von Handwerkern genutzt – oder zur

Körperpflege. Nützlich für die Forscher: Jeder Vulkan spuckt charakteristischen Bims aus. Wissenschaftler um Max Bichler von der Technischen Universität Wien untersuchen nun, wo und in welchen Fundschichten im Mittelmeerraum Bims aus Santorin auftaucht. Erste Ergebnisse scheinen Bietak Recht zu geben.

Forscher können die vorausgegangenen Abläufe rekonstruieren, weil die Kultur der Insel über 3500 Jahre unter Vulkanasche exzellent konserviert blieb. Doch die Frage nach dem Ausbruch war für die Menschen von Akrotiri wichtiger als für Archäologen, Isotopenexperten und Strahlenphysiker. Kleinere Beben waren die Insulaner gewohnt. Die Erschütterungen müssen jedoch häufiger und heftiger geworden sein. Irgendwann beschlossen die Bewohner, die Stadt zu verlassen. Nachdem ein schweres Beben grobe Schäden angerichtet hatte, meinten einige von ihnen, das Schlimmste sei überstanden, kehrten zurück und begannen mit Reparaturarbeiten. Doch diese mussten sie offenbar abrupt beenden: Ein erster schwerer Vulkanausbruch legte eine zwei bis drei Zentimeter dicke Bimsschicht über die Gebäude. Das war wohl selbst für die hartnäckigsten Optimisten zu viel. Sie verließen die Insel für immer. Wie zum Hohn legte der Vulkan nun eine Ruhepause ein, Pflänzchen begannen auf den beschädigten Mauern der Stadt zu sprießen. Doch dann explodierte die Magmablase unter der Insel mit enormer Wucht. An einigen Stellen ist die Insel heute noch mit einer 80 Meter dicken Bims- und Ascheschicht bedeckt.

Das wahre Ausmaß der Katastrophe wurde erst vor Kurzem bekannt. Ein amerikanisch-griechisches Geologenteam hat mit ferngesteuerten U-Booten die Ascheablagerungen rund um die Insel vermessen und daraus geschlossen, dass der Vulkan unglaubliche 60 Kubikmeter Material ausgestoßen hat – 79 n. Chr. vernichtete der Vesuv die Städte Pompeji und Herculaneum mit vergleichsweise bescheidenen fünf Kubikkilometern Magma! Beim Ausbruch auf Santorin muss eine Glutwolke in einem Radius von bis zu 30 Kilometern alles Leben zerstört haben. Kein Wunder, dass es einige Zeit dauerte, bis sich wieder Menschen auf die Insel wagten. Wann genau das geschah? Das kommt darauf an, wann der Vulkan nun wirklich explodiert ist. ~

Gottfried Derka ist freier Wissenschaftsjournalist in Wien.



## Als Laie mitforschen

Auch Amateure können nun an archäologischen Ausgrabungen teilnehmen

Kelten, Römer, Germanen, Slawen, Awaren - sie alle besiedelten neben vielen weiteren Völkern einst den zentraleuropäischen Raum. Ihre Spuren finden sich im Boden unserer Heimat: Siedlungsreste, Waffen, Kultgefäße, Schmuck und Schätze.

Die Beschäftigung mit der Geschichte des eigenen Kulturraumes fasziniert immer mehr Menschen. Viele Laien verfügen über einen hohen Wissensstand zum Thema Archäologie. Die Möglichkeit, selbst an einer Grabung teilzunehmen, war Privatpersonen bisher allerdings nur in Ausnahmefällen möglich.

ARGE Wissenschafts-Tourismus bietet interessierten Amateuren nun die Gelegenheit der aktiven Mitarbeit bei ausgesuchten archäologischen Grabungen in Österreich - auch ohne praktische Vorkenntnisse.

Bei der Erforschung bedeutender keltisch-römischer Siedlungen, Heiligtümer, Tempel oder Amphitheater wird Geschichte buchstäblich "begreifbar". Die persönliche Teilnahme und Mitarbeit eröffnet tiefe Einsichten und überraschende Erkenntnisse, die über Buchwissen weit hinausgehen.

Archäologie, die konkrete Mitarbeit an der lokalen Grabung - und natürlich Austausch, Gespräch und Diskussionen mit den Forschern.

Der Teilnahmebetrag von Euro 980 beinhaltet die wissenschaftliche und touristische Betreuung, sechs Nächtigungen mit Frühstück in nahen Landhotels, Mittagsjause, Transfers von und zur Grabung sowie Exkursionen und Ausflüge zu geschichtlich interessanten Punkten der Umgebung.

Ein Teil der Einnahmen ergeht zudem an die Grabungsbetreiber und trägt damit unmittelbar zur Finanzierung der Forschungsprojekte bei.



### Urlaub einmal anders

Zur Auswahl stehen Grabungen in der römischen Provinzhauptstadt Carnuntum (Juni), dem römischen Amphitheater Virunum (Juli), dem keltischen Druiden-Heiligtum Sandberg (Sept) sowie einer römischen Landvilla in Osttirol.

Der jeweils einwöchige Aufenthalt beinhaltet eine Einführung in die Geschichte des Grabungsprojekts und der untersuchten Kultur, eine theoretische und praktische Einführung in die Methoden der



**ARGE Archäologie e.V.**  
Löfflergasse 56, A - 1130 Wien  
Tel / Fax: + 43 - 1 879 75 35  
Mobil: + 43 (0) 664 571 70 21  
Email: [archaeologie@gmx.at](mailto:archaeologie@gmx.at)