



Von der UAG zur ÖGUF \*\*\* **DAS AKTUELLE THEMA:** Kult und Kunst der frühen Bauern  
\*\*\* **NEWS** \*\*\* Das Sinnhubschlößl bei Bischofshofen \*\*\* Die Anlagen des Christoph Perner  
auf der Sinnhub \*\*\* Urnenfelderzeitliche Funde vom Bisamberg bei Wien \*\*\* Der Taborkogel  
bei St. Martin im Sulmtal \*\*\* **FORSCHUNG IM AUSLAND:** Wie kommt das Zinn in die  
Bronze? \*\*\* **EDV IN DER ARCHÄOLOGIE - HEUTE**

## Einsatzmöglichkeiten von EDV in der Archäologie

Versuch einer Darstellung des "State of The Art"

Peter Stadler<sup>1)</sup>

### Einleitung

Nichts ist so vergänglich wie ein Versuch der Darstellung des "State of the Art" auf einem Gebiet, das so eng mit der Weiterentwicklung des Computers verbunden ist.

Die Kurzlebigkeit gewisser Techniken ist hier aber nicht nur durch ihre teilweise Entwicklung in eine falsche Richtung bedingt, sondern auch hauptsächlich dadurch, daß sie von neuen, effektiveren Methoden überholt werden.

Das bemerke ich hier ganz besonders bei diesem Konzept, das ich anlässlich meiner Lehrveranstaltungen an der Universität Wien immer auf den "neuesten" Stand zu bringen versuche. Zudem kann diese Darstellung natürlich nur ein sehr subjektives Bild vom "State of the Art" liefern, da ich nicht über alles informiert sein kann, was

Archäologen in Österreich und auch außerhalb auf diesem Sektor leisten<sup>2^</sup>.

### CAP = Computer Aided Publishing

Diese Form der Publikation wird auch Desktop-Publishing genannt. Wie der Name sagt, handelt es sich um eine Art der Publikation, bei der am Schreibtisch alle Arbeiten bis zum Druck durchgeführt werden können. Im Lauf der Zeit wurden bei der Erstellung von Publikationen in Zusammenarbeit mit Druckereien verschiedene Niveaus erreicht oder wären bereits realisierbar.

\* Die Publikationen werden nicht mehr in der Druckerei gesetzt, sondern von den Autoren mittels eines Textverarbeitungssystems eingegeben. Die Diskette wird direkt an die Druckerei weitergegeben, dadurch reduzie-

ren sich die Satzkosten bis auf die Hälfte.

*Selbst die traditionell herausgegebene "Archaeologia Austriaca" beschreitet bereits diesen Weg, wobei jedoch auch noch Manuskripte abgegeben werden können.*

\* Der Herausgeber bekommt die Disketten und gestaltet - bis auf die von den Autoren gelieferten Tafeln - das Layout zunächst am Bildschirm nach dem WYSIWYG-Prinzip (= What You See Is What You Get) selbst. Über einen Laserdrucker werden druckfähige Offsetvorlagen erzeugt, die von der Druckerei verwendet werden.

*Solcherart erfolgte bereits eine Ausgabe der "Mitteilungen der Anthropologischen Gesellschaft", wenn auch jetzt wieder hauptsächlich auf dem ersten Niveau verfahren wird. Selbstverständlich sind Disketten Pflicht. Auch die Zeitschrift "Archäologie Österreichs" wird so realisiert. Ihr Layout macht Alexandra Krenn-Leeb mittels "Ventura Publisher". Lediglich die Photo-Abbildungen werden von der Druckerei "eingesetzt".*

\* Der Herausgeber übernimmt den

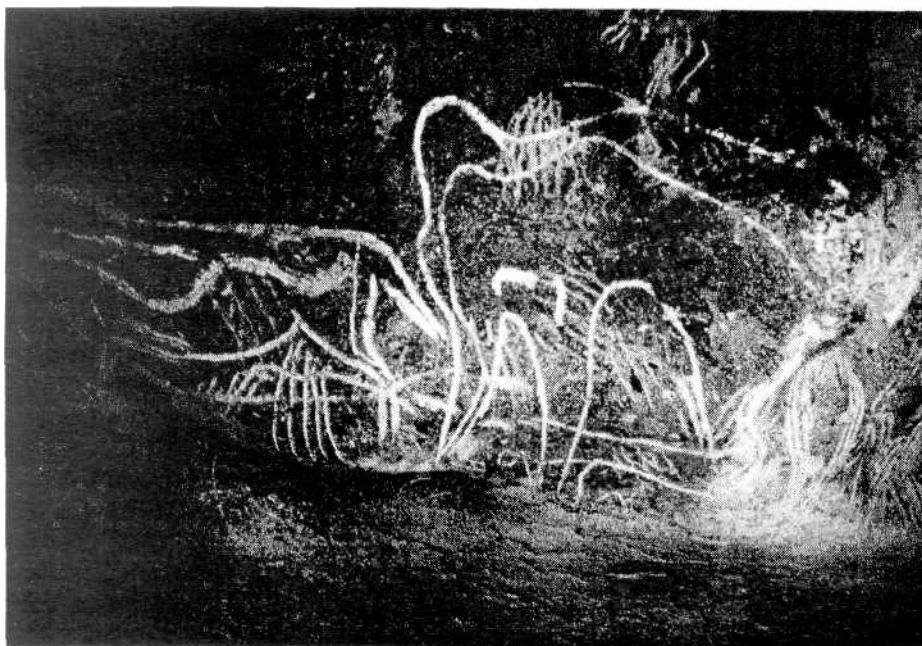


Abb. 1: Photo aus der am 25. Dezember 1994 neu entdeckten Höhle von Vallon-Pont-d'Arc (Ardeche, Frankreich) mit paläolithischen Wandmalereien, wie es als Graphik von der Home-Page betrachtet und heruntergeladen werden kann. Die Wandmalereien sind ca. 20.000 - 17.000 Jahre alt und können an folgender World-Wide-Web-Adresse gefunden werden: URL: <http://ydmf.culture.fr/culture/gvpda-en.html>.

# EDV IN DER ARCHÄOLOGIE - HEUTE

Druck im Eigenverlag. Druckmaschine ist der Laserdrucker, wodurch überhaupt alle Kosten in der Druckerei eingespart werden.

\* Es wird überhaupt auf das Medium Papier verzichtet. Die Publikationen werden über Netzwerke verbreitet, bei Bedarf kann sich ein jeder Interessent einen Artikel über seinen eigenen Laserdrucker ausdrucken.

Auf diese Weise erscheinen bereits einige Zeitungen - vor allem im englischen Sprachbereich - auf dem archäologischen Fachgebiet, z. B. die "World Archaeology Council News". Durch die Benutzung von "Net-Browsern" kann man an seinem Computer diese Publikationen mit Texten, Graphiken aber auch Ton durchblättern. Als besonderes Beispiel sei hier eine Grafik aus den vor kurzem in Frankreich entdeckten Höhlen mit paläolithischen Wandmalereien gebracht (Abb. 1).

Somit sollten die Druckkosten ständig reduziert werden.

\* In diesem Bereich spielt die CD-ROM ebenfalls eine große Rolle. Vor allem bei sehr umfangreichen Werken, bei denen eine Drucklegung z. B. von vielen Tafeln nicht finanzierbar wäre, erlaubt die Erstellung von CDs eine wesentliche Einsparung. Teuer ist nur die einmalige Erstellung der Mutterplatte, davon können jederzeit Kopien gezogen werden - zu einem wesentlich niedrigeren Preis.

\* Durch Einsatz der Multimedia-Technologie kann so aus einer trockenen Publikation auf Papier ein interessantes "Medienspektakel" werden<sup>3^</sup>.

## Datenbanken

Neben den verschiedenen Datenbankstrukturen (hierarchisch-relational-netzwerkartig) und einer standardisierten Abfragesprache wie SQL (Structured Query Language) dürften hier in naher Zukunft folgende Punkte von entscheidender Bedeutung sein:

\* Verwendung verschiedener Datenmedien in einer Datenbank: Text, Bild, Ton, Videoclips bzw. traditionelle Daten.

\* Anlage von "scattered data bases",

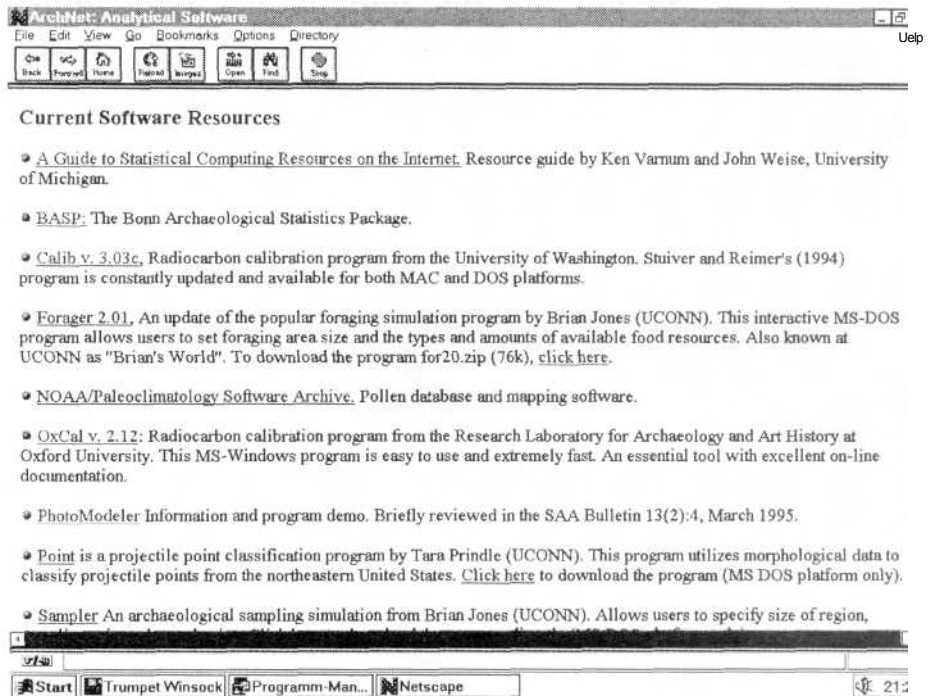


Abb. 2: Bildschirmdarstellung der Liste aller derzeit im World-Wide-Web zugänglichen Programme für Archäologen, wie sie sich einem Benutzer des Netz-Browsers NetScape darbietet. URL: <http://spirit.Hb.uconn.edu/ArchNetSoftware/Software.html>.

das heißt, eine gemeinsame Datenbank wird auf mehrere Computer innerhalb eines Netzwerkes verteilt. Jeder Computerbesitzer kann die gesamte Datenbank benutzen, ist aber nur für seine persönlichen Daten an seinem Gerät verantwortlich. Die traditionelle Datenbank für den PC-Benutzer war dBase III. Diese relationale Datenbank verlangt genau vordefinierte Felder. Dennoch sind Änderungen später noch möglich. Viel einfacher in der Handhabung sind aber die modernen Systeme, die auf der viel benutzerfreundlichen Oberfläche von Windows basieren. Derzeit voran liegt Microsoft Access, gefolgt von Borland Paradox. Außerdem hat vor allem die Verwendung von Hypermedia-Systemen in den letzten Jahren einen großen Aufschwung gebracht. Beim klassischen Hypermedia-System liegt ein Text vor, der mit Querverweisen ausgestattet ist. Analog wie bei einem Buch mit Querverweisen - wo man erst die andere Seite aufschlagen oder suchen

muß - klickt man hier mit der Maus einfach dieses Stichwort an und befindet sich sofort an der richtigen Stelle. Ähnlich funktionieren Bildverweise, man klickt sie an und bekommt sofort die Graphik auf den Bildschirm. Dieselben Prinzipien werden auch im World-Wide-Web (siehe unten) bei den HTML-Dokumenten (Hyper Text Markup Language) angewandt. Außerdem gewinnen vor allem im geisteswissenschaftlichen Bereich Volltextdatenbanken immer mehr an Bedeutung. Ihre Benutzung ist wesentlich einfacher als bei dBase und macht eine von Anfang an zu planende Datenstruktur wie bei dBase mehr oder weniger überflüssig. Es gibt derzeit eine große Anzahl derartiger Programmpakete, zu erwähnen ist vielleicht AskSam<sup>4)</sup>.

## Geographische Informationssysteme

In vielen Wissenschaften beginnen sich Geographische Informationssysteme

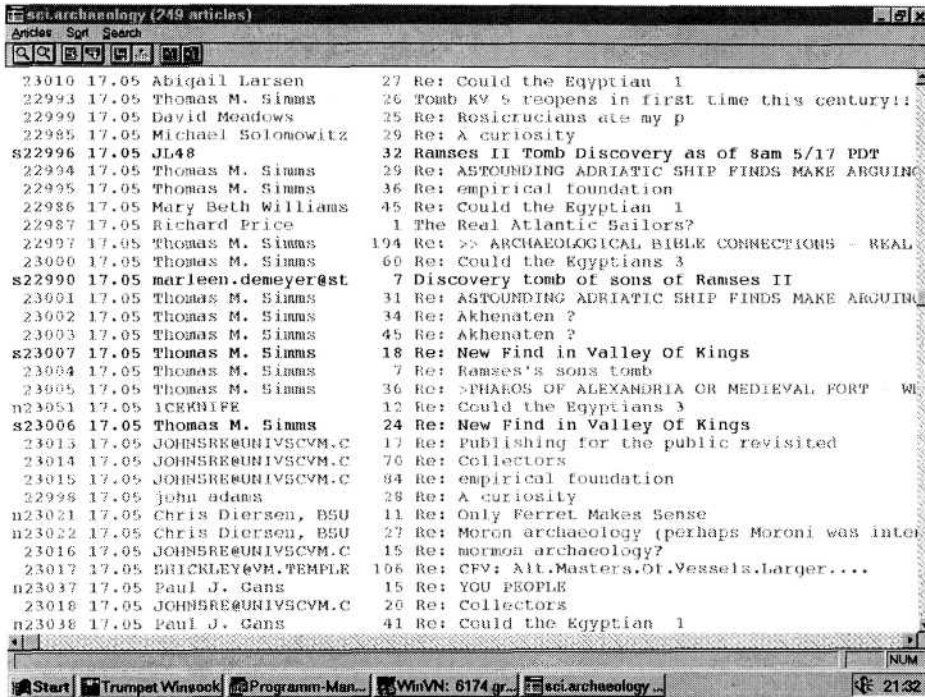


Abb. 3: Bildschirmdarstellung der News-Gruppe Sci.Archaeology mit den Autoren und Titeln der Diskussionsbeiträge vom 17.05.1995.

steme durchzusetzen (GIS). Dabei liegen im Computer gespeicherte Karten vor, auf denen Verschiedenes kartiert werden kann. In der Archäologie wird dieses System vor allem für die Fundplatzkartierung wissenschaftlicher Auswertungen aber auch für die archäologische Landesaufnahme eingesetzt, z. B. mittels **ARC-INFO** in der Steiermark<sup>5</sup>). **ARC-INFO** ist außerdem am Rechenzentrum der Universität Wien und seit kurzem auch an der interdisziplinären Einrichtung für Archäologie (IDEA) installiert. Viel einfacher in der Bedienung ist WinGis von einem Softwarehaus in Villach. Neben diesen ziemlich teuren kommerziellen Programmen gibt es auch ShareWare (z. B. OZGis und GRASS).

## Kommunikation

Ausgangspunkt für eine Kommunikation sind Netzwerke der verschiedensten Konfiguration. Diese umfassen ganze Hierarchien. Zuunterst steht der einzelne Arbeitsplatz, zumindest ein PC, der mit anderen zu einer Gruppe zusammengefaßt wird. Die nächste Stufe ist die Institutsebene. Von dort hat man über eine Verbindung zum Universitätsrechenzentrum der Universität Wien Zugang zu weltweiten

Netzwerken. Dieses Netz - EARN = European Academic Research Network zusammen mit BITNET = Because Its Time NET (seit 1985) - verbindet derzeit direkt mehr als 4.000 Rechenzentren der Welt und schafft durch Gateways eine Verbindung zu anderen Netzen mit ähnlich hohen Knotenzahlen.

Dieses Netzwerk ist für alle Benutzer im Bereich von Wissenschaft und Forschung, die nicht kommerziell arbeiten, kostenlos verwendbar<sup>6</sup>) und dient der internationalen wissenschaftlichen Zusammenarbeit. Derzeit wird mit weltweit etwa 30 Millionen, in Österreich etwa 200.000 Benutzern gerechnet, Tendenz stark steigend. Wenn in letzter Zeit vor allem in den Massenmedien immer wieder von der bevorstehenden Anbindung Österreichs an den "**Information Highway**" gesprochen wird, so ist dieser eigentlich schon längst und zwar vor Jahren erfolgt<sup>7</sup>).

Es ergeben sich folgende Nutzungsmöglichkeiten dieses Netzwerkes:

### Mailbox

Voraussetzung für die "Electronic Mail" sind ein Anschluß an ein Großrechenzentrum oder die Benutzung ei-

nes Modems und einer Telefonleitung. Derzeit gibt es im Bereich der Universität Wien zwei Mailboxen. Die eine ist am Großrechner des Rechenzentrums installiert und für alle Benutzer des Großrechners gedacht, die zweite ist an einem Unix-Rechner eingerichtet und war zunächst nur für die Angestellten der Universität Wien vorgesehen. Inzwischen jedoch soll die Internetbenutzung für alle Studenten kostenlos werden. Um selbst Post empfangen zu können, ist eine Computeradresse erforderlich, die folgendermaßen aufgebaut ist:

**Benutzer@Host.Domain.Land Z. B.: A7101DAA@HELIOS.EDVZ.**

**UNIVIE.AC.AT** am Großrechner oder **Peter.Stadler@UNIVIE.AC.AT** an der Angestellten-Mailbox. @ steht für das englische Wort "at", HELIOS ist die Bezeichnung des Großrechners des Rechenzentrums, UNIVIE ist der Knotenname für die Universität Wien, AC steht für "academic", AT ist die Internetabkürzung für Austria.

Neben dem Empfang und Versand persönlicher Briefe, die in Sekundenschnelle vom Schreiber weltweit an den Empfänger geschickt werden können, gibt es hier zahlreiche "Diskussionslisten", an denen man sich aktiv oder passiv beteiligen kann. In der Archäologie gibt es bislang mehrere Diskussionsgruppen, hier sei vor allem auf **ARCH-L** hingewiesen. Hier werden vor allem archäologische Fragen diskutiert.

In **HUMBIO-L** werden humanbiologische Probleme erörtert. **ANTHRO-L** ist ein Forum - vor allem für amerikanische - Archäologen, Humanbiologen aber auch Ethnologen. Museale Fragen werden in **MUSEUM-L** besprochen.

Die Diskussionen in diesen Listen werden vor allem auf Englisch abgewickelt.

# EDV IN DER ARCHÄOLOGIE - HEUTE

Abb. 4: Bildschirmdarstellung der ArchNet-Home-Page. URL: <http://V/spirit.Hb.uconn.edu/archnet/archnet.html>.

## Benutzung von Datenbanken

Von den zahllosen Datenbanken, auf denen weltweit - kostenlos - abgefragt werden kann, möchte ich nur auf eine aus dem Bibliotheksbereich hinweisen, nämlich **BIBOS**. Inzwischen sind daran 18 wissenschaftliche Bibliotheken beteiligt und ermöglichen Abfragen über 750.000 Titel im Verbundkatalog. Neben der Komponente für Bibliothekare (zur Eingabe der Katalogisierung und Erwerbung) gibt es den Online-Benutzerkatalog (**OPAC**), der über das Datennetz von jedem Benutzer abgefragt werden kann.

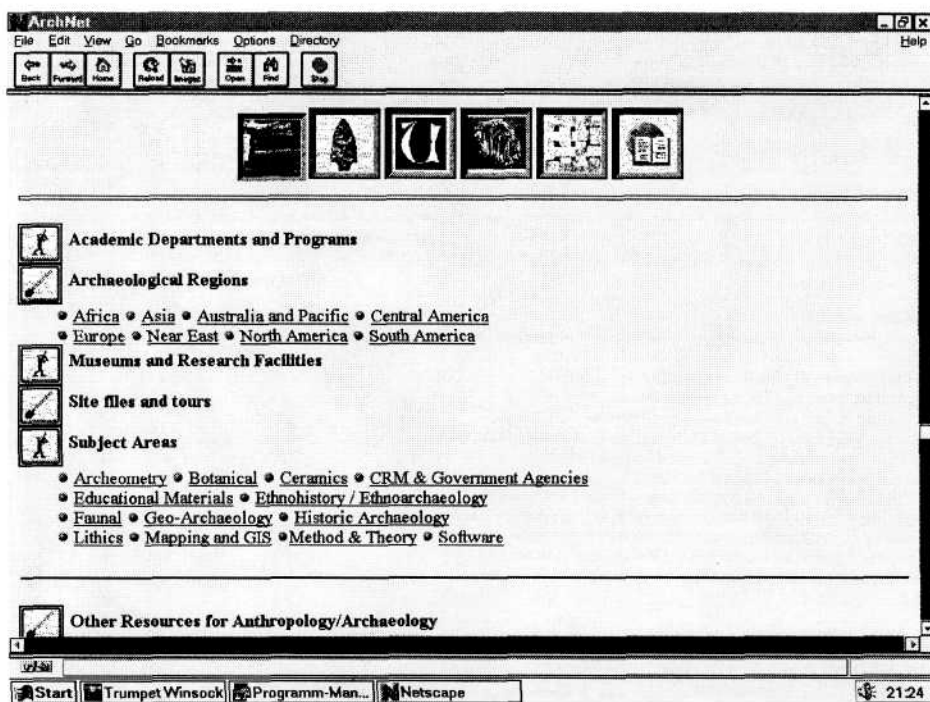
Dieses - inzwischen veraltete - System gelangt nun bereits an seine Grenzen und wird - unter Weiterführung des Datenbestandes - möglicherweise von einem anderen, moderneren System fortgesetzt.

## Benutzung von Servern mit speziellen wissenschaftlichen Programmen

Hier gibt es eine Unzahl von wissenschaftlichen Programmpaketen, die für den PC oder andere Computer entweder überhaupt gratis oder nach dem ShareWare-Prinzip fast gratis erhalten werden.

Dazu gehört z. B. (eine allerdings veraltete Version) des "**Bonn Seriation Package**".

Hierzu gibt es im Internet eine "Homepage", die sozusagen als Zeiger auf alle archäologisch relevanten Programme fungiert (Abb. 2). Besonders empfehlenswert ist dabei **OxCal v. 2.12**, das <sup>14</sup>C-Kalibrationsprogramm aus Oxford, das sich als Windows-Programm besonders benutzerfreundlich erweist. Auf dieser Home-Page (Abb. 2) braucht man nur die unterstrichenen Begriffe anklicken und kann dadurch diese Programme direkt herunterladen.



## Usenet-News

Diese Usenet-News sind ein moderneres Diskussionsforum als die über jenen "Mailer" laufende Form der Zustellung von Diskussionsbeiträgen. Hier sind - hierarchisch angeordnet - an einer Stelle, auf einem Server viele Diskussionslisten gesammelt, man kann sich über die Hierarchie zu der gesuchten durcharbeiten und die aktuellen - also aus dem letzten Monat - stammenden Diskussionsbeiträge studieren oder selbst darauf antworten.

Hierzu ein Beispiel aus **SCI.ARCHAEOLOGY**. Auch hier findet man großteils die Diskussionsbeiträge von **4RCH-L** (siehe oben) in der hierarchischen Anordnung von **SCI.ARCHAEOLOGY** (Abb. 3). Das Hauptthema an diesem Tag war die Entdeckung neuer Gräber im Tal der Könige in Ägypten.

## FTP und TCP/IP

Sieben dem EARN hat sich in den letzten Jahren ein weiteres Netzwerk ganz besonders weiterentwickelt - und zwar Internet (seit 1990). Dieses beruht auf der Basis von **TCP/IP** und bietet zwei Möglichkeiten an: Mit Hilfe von **FTP** [File Transfer Protocol] können an tau-

senden Rechnern auf der Welt Programme oder Daten auf den eigenen Großrechner übertragen werden. Mit Hilfe vom **Telnet**, ist es möglich, Abfragen an Datenbanken anderer Rechner - auf der ganzen Welt - durchzuführen. Waren bis vor kurzen die dazu notwendigen Programme vor allem auf den Großrechner beschränkt und damit dementsprechend benutzerunfreundlich, so kann man heute das gleiche wesentlich einfacher in der gewohnten Windows-Umgebung durchführen.

## WWW = World Wide Web

Hier handelt es sich um ein weltweit implementiertes Hypertextsystem, über das auf verschiedenste Datenbanken, Graphiken, Sound- und Videoclips - bei Vorhandensein entsprechender Hardware - etc. zugegriffen werden kann. Voraussetzung zur Benutzung des "Web" ist ein PC, der entweder über ein lokales Netz mit dem "Web" in Verbindung steht oder ein Modem, mit dem über Telefonleitung für Wissenschaftler (im Bereich der Uni) und demnächst auch allen Studenten außer den Kosten für ein Ortsgespräch eine gebührenfreie Benutzung des Internet offensteht. Bei modernen Modems mit Übertragungs-

# EDV IN DER ARCHÄOLOGIE - HEUTE

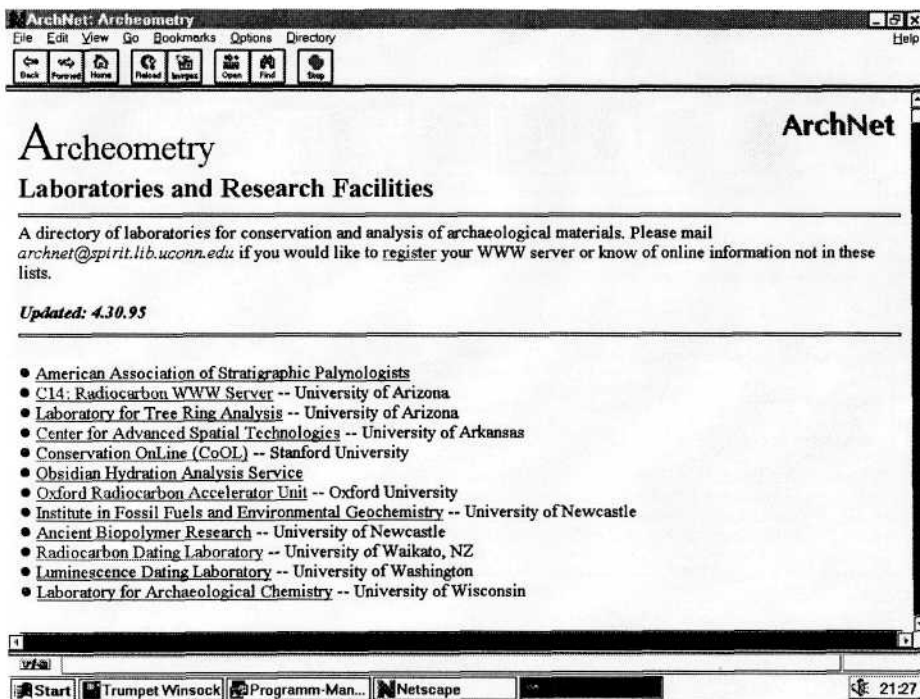


Abb. 5: Bildschirmdarstellung der Liste aller derzeit im World-Wide-Web zugänglichen Archäometrischen Institutionen. URL: <http://spirit.lib.uconn.edu/ArchNet/Museums/Archeom.html>.

geschwindigkeiten bis zu 28800 bps<sup>8^</sup> kann man dabei schon ein besonderes Erlebnis beim "Surfen im Internet" haben.

Im Bereich der Archäologie sei hier auf das **ArchNet** verwiesen (Abb. 4). Dessen "Home-Page" ist ein idealer Ausgangspunkt, um andere "Home-Pages" mit thematischen Schwerpunkten zu erreichen. So gelangt man z. B. zur "Seite" mit Archäometrie (Abb. 5). Dort sind unter anderem die bereits im Internet vertretenen <sup>14</sup>C-Labors zu finden.

Über diese Seite erreicht man weitere Informationen, man kann etwa die Preise in verschiedenen Labors miteinander vergleichen. Diese Verbindungen zwischen verschiedenen Internetseiten werden über sogenannte URLs<sup>9)</sup> hergestellt.

## CAD = Computer Aided Design

Darunter versteht man alles, was mit der Erstellung von Zeichnungen auf dem Computer zu tun hat. Also das Zeichnen von Grabungs- und Vermessungsplänen, aber auch das Zeichnen archäologischer Fundgegenstände.

### Pläne

Pläne können aus Luftbildern, Vermessung, Photogrammetrie, Prospektion (Magnetik, Elektrizität, Radar) erstellt werden. Die meisten hiermit verknüpften Probleme lassen sich mit digitaler Bildverarbeitung, Vektorisierung und Einlesen in ein CAD-Programm lösen. Wolfgang Neubauer (Mitarbeiter von "IDEA" = Interdisziplinäre Einrichtung für Archäologie) wertet z. B. die Daten seiner magnetischen Prospektion durch Bildverarbeitung aus. Durch entsprechende Kontrastverstärkung und andere Hilfsmittel können die Ergebnisse besser sichtbar gemacht werden. Die so bearbeiteten Bilder werden dann am Laserdrucker ausgegeben und danach - nach erfolgter Interpretation - mittels eines Digitizertablets in einen Katasterplan in AutoCad übertragen.

Auch bei Ausgrabungen können die Pläne mit dem Computer bearbeitet werden. Dabei können mehrere Entwicklungsstufen unterschieden werden.

Zuerst wurden bei der Grabung gezeichnete Befunde digitalisiert:

\* mit Hilfe eines Digitizertablets,

\* mit Hilfe eines Scanners eingescannt oder

\* mit einer Videokamera aufgenommen und einem Framegrabber digitalisiert. Diese Pixelgraphiken können mittels eines Vektorisierungsprogrammes in die für CAD-Programme notwendige Form gebracht werden. Bei den Grabungen des Vereins ASI-NOE wurden in den letzten Jahren die Befunde von Gottfried Artners digitalisiert <sup>10</sup>K Eine Standardisierung aller Grabungsdaten wurde für die ASI-NOE im Programm **AGADES** verwirklicht<sup>11\*</sup>.

In der Lehrveranstaltung von Michael Doneus werden die Studenten mit der Benutzung von AutoCad bei der Erstellung von Grabungsplänen vertraut gemacht.

Das französische Programmpaket **ARKEOPLAN** benutzt eine Videokamera, die von einem 9 m hohen Schwenkarm von der Grabung aufgenommen wird. Diese werden digitalisiert und entzerrt und liefern auf diese Weise sehr schnell Zeichnungen von der Befundsituation<sup>12</sup>K Bei der Vermessung ist es heute möglich, die Daten direkt nach Abschluß der Messung vom Theodolith auf den Computer in Form von X-, Y-, Z-Koordinaten zu übertragen. So kann der Lageplan - auf einem Laptop - direkt auf der Grabung dargestellt werden. Mit Hilfe eines Laserdruckers können diese Pläne gleich an Ort und Stelle ausgegeben werden, in verschiedenen Maßstäben, Einzelbefunde genauso wie Gesamtpläne. Erst Monate nach Grabungsabschluß vorliegende Vermessungspläne - mit allen ihren Fehlern - gehören damit der Vergangenheit an. Denn etwaige auftretende Fehler lassen sich noch **während** der Grabung korrigieren. Darüber hinaus ist es möglich, statt wie bisher Verfarbungen zu zeichnen, sie gleich mit dem Theodolith zu erfassen.

Abb. 6: Bildschirmdarstellung aus der "AskSam"-Datenbank der Sammlung der Prähistorischen Abteilung des Naturhistorischen Museums in Wien, mit einer Abfrage.

sen und - etwa alle 10 cm eine Messung durchzuführen. Diese Messung dauert pro Punkt nur wenige Sekunden, damit können Befundzeichnungen wesentlich schneller und genauer erhalten werden als beim herkömmlichen Zeichnen<sup>13</sup>.

Bei der Grabung des Autors in Brunn am Gebirge konnten auf diese Weise an die 15 frühneolithische Hausgrundrisse mit vielen hundert Einzelgruben dokumentiert werden.

\* Bei Theodolithen mit Laserstrahl ist ein Reflektor gar nicht mehr erforderlich, man tastet mit einem sichtbaren Laserstrahl die zu zeichnenden Konturen direkt ab. Dazu ist aber ein Winkel zwischen zu vermessender Fläche und Laserstrahl von 60-90° erforderlich. Entweder man postiert den Theodolith hoch über der Grabung oder man beschränkt sich dabei auf Profile. Bei der Dokumentation der Stollen und Schächte des "Alten Mannes im Heidegebirge" in Hallstatt - auf der Grabung von Fritz Eckart Bart von der Prähistorischen Abteilung des Naturhistorischen Museums - hat sich ein derartiger Theodolith bewährt, da es hier nicht möglich ist, jemanden mit dem Reflektor an der Stollendecke "herumtumen" zu lassen.

\* Der nächste Schritt sind sogenannte GPS-Geräte<sup>14</sup>, die aufgrund einer Satellitenanpeilung imstande sind - je nach Preisklasse - den Standpunkt des Sensors auf 10 m bis auf 1 cm genau<sup>15</sup> zu erfassen. Somit ist für die Dokumentation von archäologischen Befunden nur mehr ein Mann erforderlich, der mit dem Sensor (etwa alle 10 cm) die "Verfärbungsgrenzen" abtastet. Die anfallenden Daten werden im Sensor abgespeichert und bei Bedarf an einen Computer weitergegeben. Eine weitere denkbare Verbesserung besteht darin, daß man interaktiv an einem Computer z. B. mit AutoCad



arbeitet und der Theodolith oder GPS-Sensorin Echtzeit die Daten liefert, die genauso behandelt werden können, wie Daten, die ein Digitizer liefert. Bei der dreidimensionalen Erfassung archäologischer Befunde ist es möglich, diese dann auch in drei Dimensionen darzustellen (z. B. mit SAS oder Surfer).

Darüber hinaus ist es auch möglich, alle Fundgegenstände - mit Theodolith oder GPS - in Siedlungsgruben 3-dimensional zu erfassen. Eine derartige Dokumentation ist vor allem bei paläolithischen Ausgrabungen üblich. *Erstmals wurden in Österreich Steingeräte und Abspisse auf der Grabung von Prof. White in Gruebgraben bei Kammern, NÖ., derartig dokumentiert.* Diese Plandaten können dann etwa im DXF-Format<sup>16</sup> in gängige CAD-Programme, z. B. AutoCad übertragen werden.

### Zeichnen von archäologischen Funden mit Computerunterstützung

Beim deutschen Zeichensystem AR-COS<sup>17</sup>, wurde ein Fernsehbild der rotationssymmetrischen - d. h. also auf der Drehscheibe hergestellten - Keramik verarbeitet, die Umriss extrahiert

und als Zeichnung ausgeplottet. Dieses Verfahren ist heute nur mehr von historischer Bedeutung. Es hatte den Nachteil, zu teuer und zu ungenau - und seiner Zeit zu weit voraus - zu sein. Darüber hinaus wurde bei seiner Planung etwas sehr Wichtiges zu berücksichtigen vergessen, nämlich die rasch fortschreitende Computertechnik. Hätte man die Entwicklung mit PCs fortgesetzt, dann wäre dieses Zeichensystem für jeden Archäologen erschwinglich geworden. Derzeit wird bereits zur Aufnahme von archäologischem Fundmaterial ein dreidimensionaler Digitizer benutzt. Hier gibt es derzeit zwei Varianten:

\* Ein mechanischer 3-D-Digitizer, der beliebige Objekte in 3-D-Koordinaten erfassen kann. Nachteil geringere Auflösung, Vorteil geringer Preis, ca. 1.000 \$ (Fa. Immersion Corporation and Mira Imaging Inc.).

\* Eine auf drei zueinander senkrecht stehenden magnetischen Feldern beruhende Variante kann nur nichtmetallische Objekte erfassen, ist also vor allem für Keramik, aber auch z. B. in der Anthropologie zur Vermessung, z. B. von Schädeln, eingesetzt. Dieses Gerät arbeitet mit einer höheren Auflösung, kostet aber auch ca. 10.000 \$ (Fa. Polhemus).

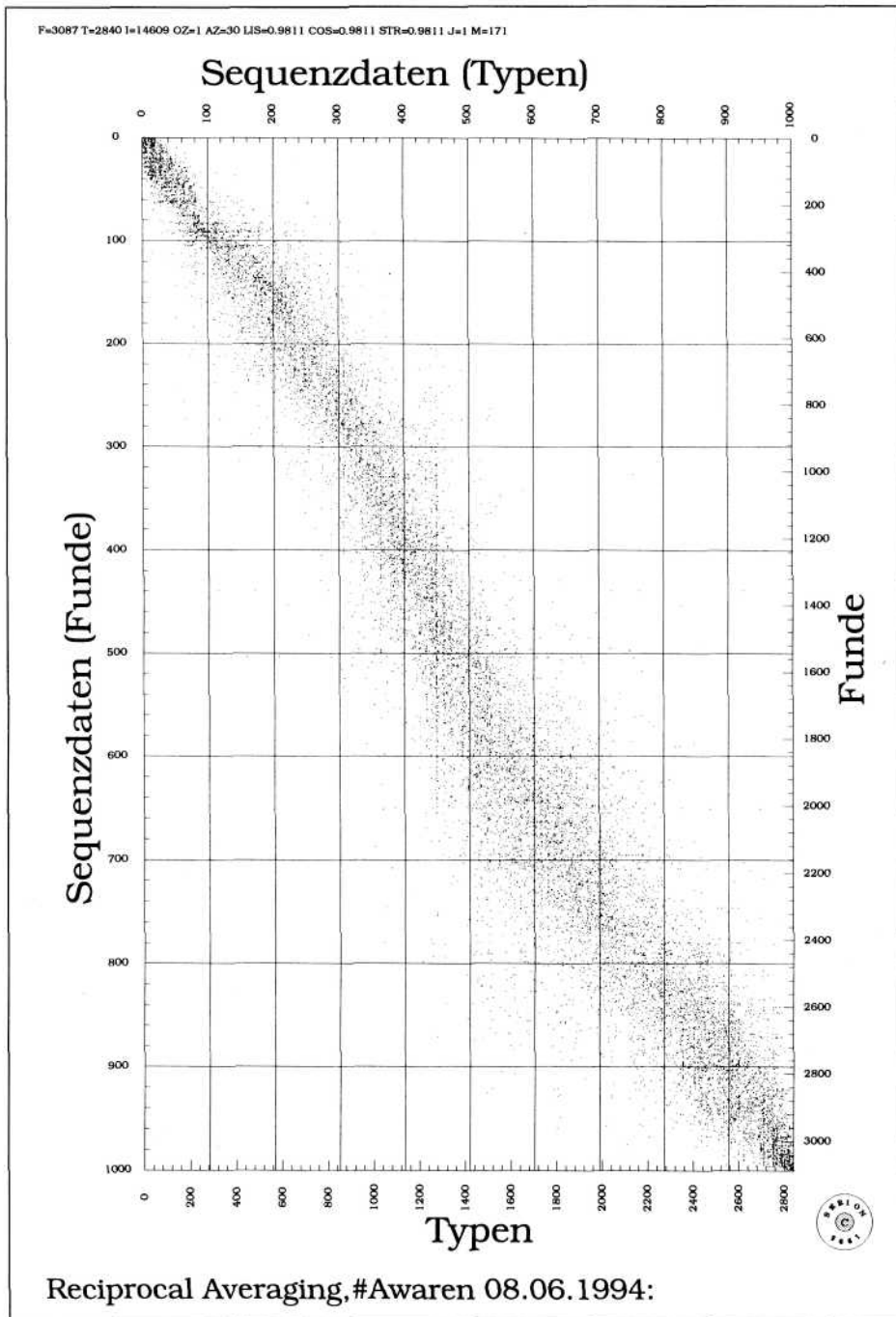


Abb. 7: Seriationsergebnis mittels aller Daten aus der Datenbank awarischer Funde im Karpatenbecken.

Bildern in den Computer zur Verfügung:

#### Scanner

Scanner können zum Einscannen von Plänen oder Photos verwendet werden. Relativ billig sind die Handscanner, bei denen eine lichtempfindliche Scannerzeile von Hand über das Bild gezogen werden muß. Sodann gibt es Flachbettscanner für Schwarzweiß und Farbe von A4 -A3 mit unterschiedlichen Auflösungen. Außerdem existieren noch Negativ- und Diascanner, die in den Formaten von Kleinbild (24 x 36 mm) bis zu Mittel- (6x6 cm) und Großformaten erhältlich sind.

#### Videodigitizer

Ein analoges Videosignal - von einem Videorekorder oder einer Videokamera - kann auf einen Computer übertragen und dort durch einen Videodigitizer in ein digitales Bild oder eine Folge von Bildern umgewandelt werden. Diese Bilder können dann am Computer weiterverarbeitet werden. Der Nachteil gegenüber der Digitalen Photographie (siehe unten) liegt in der geringen Auflösung, in Abhängigkeit von der verwendeten Videonorm. Moderne Steckkarten ermöglichen die Echtzeitdigitalisierung ganzer Videobänder an leistungsfähigen PCs. Damit wird der PC zum Schneidetisch für Videos. Das geschnittene Material kann dann auf Band zurückübertragen werden. Derartig digitalisierte Videospielfilme werden heute schon im Handel auf CD-ROMs zum fast gleichen Preis wie ihre Videocassettenvariante angeboten.

#### Digitale Photographie

Grundsätzlich lassen sich hier Geräte in verschiedenen Leistungs- und auch Preisklassen unterscheiden:

*Chipkamera oder Kamerascanner* Je nachdem, ob das sogenannte

*Dieses Gerät wird derzeit in Liverpool von Robin und Sylvia Crompton sowohl in der Anthropologie als auch Archäologie eingesetzt. Beim archäologischen Einsatz werden paläolithische Artefakte gezeichnet und gleichzeitig vermessen<sup>18)</sup>*

Mit beiden Geräten ist es möglich, die Daten interaktiv in AutoCad einzulesen und dort weiterzuverarbeiten.

## Digitale Bildverarbeitung

### Eingabegeräte

Hier nehmen neben der Bilderfassung mittels Scannern oder Videodigitizern in den letzten Jahren vor allem die Applikationen mit "Digitalem Photoapparat" zu.

Derzeit steht bereits ein Reihe verschiedener Geräte zur Eingabe von



# EDV IN DER ARCHÄOLOGIE - HEUTE

Abb. 8: Kartierung zweier Typen aus dem altbayrischen Reihengräberfeld von Altenerding.

CCD-Element das Aufnahmemotiv ganzflächig oder zeilenweise erfaßt, unterscheidet man Chipkameras und Scannerkameras.

## Farbaufnahmen

Mit dem Kamerascanner muß jede Zeile dreimal gescannt werden unter Vorschaltung von Rot-, Grün- und Blaufiltern. Oder es wird jede Zeile gleich auf drei verschieden gefilterte Scannerzeilen abgebildet. Bei Chipkameras müssen drei Bilder mit den Filtern hintereinander oder gleichzeitig aufgenommen werden. Bei den Verfahren mit dreimaligem Abtasten werden die Belichtungszeiten entsprechend länger ausfallen, somit können nur unbewegte Objekte aufgenommen werden.

## Tragbare Geräte

Sie unterscheiden sich nicht viel von gewöhnlichen Fotoapparaten, bei denen nur die Rückwand gegen einen Bildsensor ausgetauscht wird. Die Größe des flächigen Sensors bzw. die Anzahl der Bildpunkte, die unterschieden werden können, bestimmen die Qualität aber auch die Größe der Bilddatei. Ein Bild in der Auflösung eines normalen Kleinbildes (etwa 3.600 x 2.400) benötigt ca. 27 MB. Ein normaler Diafilm enthält also ca. 1 GB<sup>19)</sup> (= 1.000 MB) Daten.

## Studiogeräte

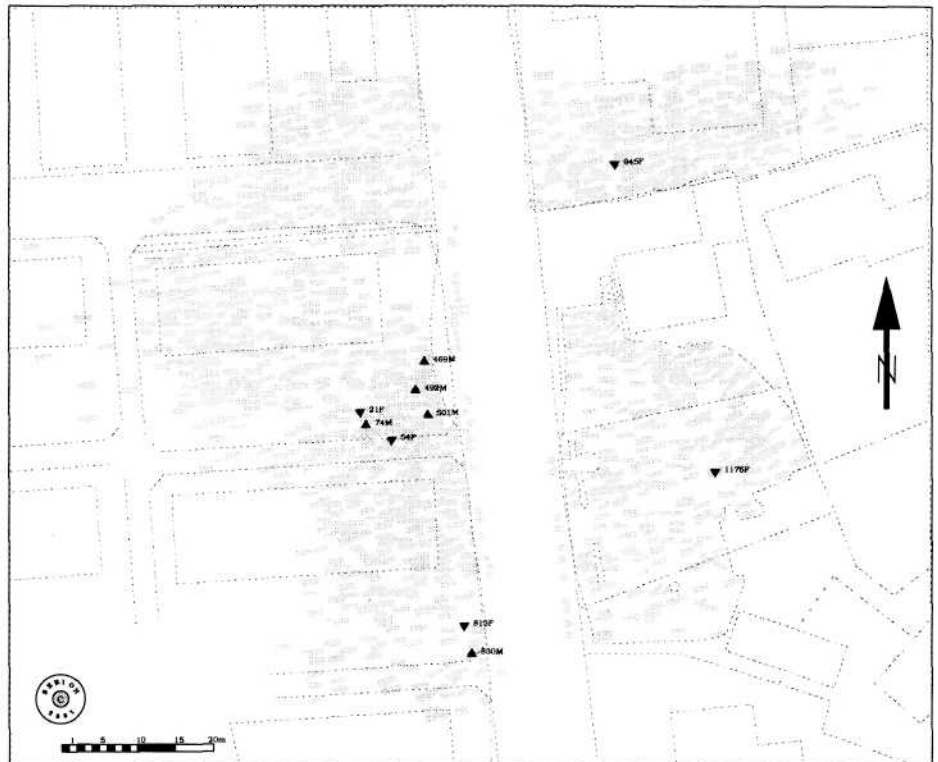
Bei ihnen spielen lange Belichtungszeiten keine Rolle, da zumeist unbewegte Objekte aufgenommen werden. Sie sind "Online" mit einem Computer verbunden. Dadurch können die für hohe Bildqualität notwendigen Speicherkapazitäten von der Kamera auf den Computer verlagert werden.

## Bildausgabe

Die bearbeiteten Bilder können mit Druckern verschiedener Leistungsklassen ausgegeben werden. Am un-

aktuelle Parameter:NextNeiN=50 NextNeiC=15 KonfNivN=0 KonfNivC=1 Normkoo=0 RectComp=On NoCombin=On SexDiff=On Frequ=Off

Altenerding 30.11.1994: Typenkombination mit reziproker Kontrolle



▲SchnSc03, Schilddornschn.ohne Beschlag,Dorn stark konisch, glatt

▼Fibel112, Scheibenfibel,Rad mit Speichen,Steineinlagen

N= 5, wirklicher M.w.= 0.40, erwarteter M.w.= 0.05, Differenz= 0.35, Konfidenzniveau= 62.7%

N= 5, wirklicher M.w.= 0.40, erwarteter M.w.= 0.05, Differenz= 0.35, Konfidenzniveau= 62.7%

teren Rand des Spektrums zu finden sind Farbtintenstrahldrucker, die wie der EPSON Stylus Color bereits mit 720 dpi<sup>20)</sup> und relativ brillanten Farben Bilder liefern. Besser sind Farblaserdrucker oder Thermosublimationsdrucker von 3M, Tektronix oder Kodak, die Bilder bereits in Photoqualität ausgeben können.

## Weiterbearbeitung digitaler Bilder

Hier spielt die elektronische Dunkelkammer eine bereits bedeutende Rolle. Für digital erfaßte Bilder stehen Bearbeitungsmöglichkeiten zur Verfügung, die selbst hervorragend ausgestattete Profilabors nicht oder nur mehr unter sehr großem Material- und Zeitaufwand realisieren könnten: Photomontage jeglicher Art, Retusche alter Aufnahmen, Qualitätsverbesserung bei mißglückten Bildern, Kombination von Graphik, Bild, Text und Photos auf einer Seite.

Dr. Ruoff, der Züricher Stadtarchäologe, baut derzeit eine dendrochronologische Bilddatenbank auf. Die Bilder nimmt er mit einer digitalen Kamera auf und kann sie dann zu Hause auswerten. In naher Zukunft wird wohl auch ein Programm zur interaktiven Messung entwickelt werden, dem man nur mitteilen muß, wo gemessen werden soll. Die Messung, die bisher einige Minuten dauerte, wird dadurch auf wenige Sekunden reduziert. Die Meßdaten stehen sofort zur Auswertung bereit. Somit ist es wohl bald möglich, Dendrodatierungen bereits wenige Minuten nach der Messung zu erhalten. Am Institut für Ur- und Frühgeschichte in Wien liegen bereits zahlreiche Bilddaten vor (Luftbilder, Grabungsphotos, Fundphotos) und können bei entsprechender Eingabe mit dem Computer bearbeitet werden. Daneben kann jedoch auch eine Vielzahl zwei- und dreidimensionaler Daten (geophysikalische Prospektionsergebnisse,

# EDV IN DER ARCHÄOLOGIE - HEUTE

*Fundverteilungen auf Grabungsflächen oder Oberflächenbegehungen, Topographie) als Bild interpretiert und dargestellt werden.*

## Medien der Bildspeicherung

Das Speichermedium ist die Bildplatte, derzeit sind drei Typen am Markt. Man hat die Möglichkeiten einer analogen oder digitalen Bildspeicherung: das analoge Fernsehbild kann schneller gespeichert werden, ist aber nicht direkt weiterverarbeitbar. Das digitale Bild muß erst aus dem analogen digitalisiert werden, steht dann aber einer Weiterverarbeitung zur Verfügung.

### **CD-ROM: Compact Disk Read Only Memory**

Sie entspricht einer Musik- oder besser Audio-CD und wird auch genauso produziert. Deshalb ist es auch möglich, mit einem CD-ROM-Laufwerk eines Computers eine Audio-CD abzuspielen.

Weitere Impulse werden von der Kodak-Photo-CD erwartet, deren Kapazität für Großprojekte von derzeit 100 Dias aber noch gering ist. Zurzeit kostet ein CD-ROM-Laufwerk, das an einen PC über eine Steckkarte angeschlossen werden kann, etwa 2.000 ÖS. Eine CD hat dabei ein Fassungsvermögen von 680 MB. Dazu wird eine ganze Reihe von CDs angeboten. Es handelt sich dabei um die CD-Versionen kommerzieller Programme oder um Spiele, Animationen, multimediale Präsentationen oder Videos.

Da die Datentransferraten von CD-ROMs weit unter denen der Festplatten liegen, was einfach für manche Anwendungen zu langsam ist, wurde versucht, über die Erhöhung der Umdrehungsgeschwindigkeiten der Laufwerke zu Verbesserungen zu kommen. Deshalb gibt es nun Laufwerke mit einfacher, doppelter, dreifacher und vierfacher Geschwindigkeit wie bei den normalen Audio-CDs.

Derzeit gibt es zwei Firmen, die Laufwerke zum Beschreiben von CD-ROMs anbieten, Kodak und Sony. *Ein solches befindet sich an der inter-*

*disziplinären Einrichtung für Archäologie (IDEA). Es wird dort zur Speicherung und Archivierung digitaler Bilder aus geophysikalischer und Luftbild-Prospektion verwendet.*

### **WORM = Write Once Read Many**

Für den Benutzer selbst ist eine einmalige Aufnahme möglich, die dann beliebig oft lesbar ist. Derzeit sind bereits selbst bespielbare CD-ROM-Laufwerke im Handel, ihre Kapazität liegt bei 680 MB. Erstmals wurden sie 1989 von Sony auf den Markt gebracht.

### **WORM = Write Many Read Many**

Oftmalige Aufnahme, d. h. Löschen und Überspielen ist möglich. Hierher gehören unter anderem die magneto-optischen Disks.

Beim derzeitig gängigen IBM-kompatiblen VGA-Auflösungsstandard von 800 x 600 Pixel (= Bildpunkte) und einer Palette von 256 Farben erfordert ein Bild einen Speicherplatz von 480 KB. Da jedoch mit einer Steigerung auf bis zu 3.000 x 2.000 Pixel zu rechnen ist - bis eine optimale Bildqualität gewährleistet ist - wird sich der Speicherplatz auf 6 Megabyte (MB) oder mehr pro Bild erhöhen.

Inzwischen wurden jedoch verschiedene Verfahren zur Bilddatenkompression entwickelt. Man unterscheidet Software- und Hardwarelösungen. Bei ersteren wird ein Bild mittels eines Programmes (ARC, PKZIP, LHARC etc.) verkleinert und dann abgespeichert. Wird das Bild wieder benötigt, muß es vor dem Laden wieder in die ursprüngliche Form gebracht werden. Das dauert natürlich eine gewisse Zeit. Diese herkömmlichen Kompressoren arbeiten aber besser für Textfiles; für Bilddateien wurde die spezielle JPEG-Kompression entwickelt, die verlustfrei oder unter Qualitätsverlusten erfolgen kann. Hier können Kompressionen bis auf wenige Prozent der Ausgangsgröße erreicht werden. Schneller arbeitet ein eigens für Bilddatenkompression entwickelter Bildprozessor.

*Archäologisches Anwendungsgebiet der Bildplatten sind Grabungsdoku-*

*mentation, Fundphotos und Zeichnungen oder Lehrbehelfe sowie Bilddatenbanken, bei denen nach dem "Head-Tail"-Prinzip Informationen im "Head" vortand sind, die als Suchbegriffe dienen. Die zugehörigen Bilder sind im "Tail" der Datenbank abgelegt. Sollen Bilder nach diesen Begriffen gesucht werden, können sie innerhalb von Sekundenbruchteilen auf dem Bildschirm erscheinen.*

*Hier verdient das Projekt des Instituts für Klassische Archäologie in Wien Beachtung. Ziel ist die Erstellung einer Bilddatenbank als Ergänzung zur institutseigenen Diathek. Zunächst soll in einer längeren Testphase verschiedene Soft- und Hardware auf ihre Tauglichkeit getestet werden. Besondere Bedeutung wird mit Recht der Benutzerfreundlichkeit der Software zukommen, die es auch "Computer-Laien" ermöglichen soll, ohne allzu lange Einarbeitungszeiten damit umzugehen.*

## Photogrammetrie

Dieses besonders wichtige Verfahren zur stereoskopischen Auswertung von Photos, seien es Luftbildaufnahmen einer Fundstelle aus unterschiedlichem Blickwinkel oder aber auch Stereoaufnahmen archäologischer Befunde, lassen sich natürlich mit den angeführten Verfahren der digitalen Bildverarbeitung besonders effektiv auswerten.

*Praktische Erfahrungen dazu hat Michael Doneus am Institut für Ur- und Frühgeschichte in Wien gesammelt. Derzeit läuft ein Projekt zur Kombination von bildhaften geophysikalischen Daten mit digitalen Luftbildern.*

## Luftbildarchäologie

Hier gilt das Gleiche wie bei der Photogrammetrie. Das Luftbildauswertegerät ermöglicht es, Luftbilder optisch zu entzerren und anschließend die Bildinformation zu digitalisieren. *In der Lehrveranstaltung "Einführung in die Luftbildarchäologie", abgehalten von Michael Doneus, werden die Studenten mit diesem Gerät vertraut gemacht.*

# EDV IN DER ARCHÄOLOGIE - HEUTE

## Multimedia-Anwendungen und Animation

Für Ausstellungen, aber auch Publikationen sind Multimediapräsentationen zumeist von der CD-ROM das zukünftige Darstellungsmedium neben der eigentlichen Ausstellung. Integration von Text, Musik, Photo, Graphik und Video in gemeinsamen interaktiven Darstellungen ist möglich. Bei Animationen werden zunächst 2-D- oder 3-D-Bilder erzeugt, das Animationsprogramm berechnet Zwischenbilder. Dadurch ist es möglich, schnell eine Art von Zeichnerfilm zu produzieren.

Durch diese Animationen kann man "die Urgeschichte wieder zum Leben erwecken". Das ist vor allem wichtig für das Verständnis der breiten Öffentlichkeit gegenüber den archäologischen Belangen.

*Für die Planung des Freiluftmuseums von Gars-Thunau wurde von Michael Doneus eine dreidimensionale Rekonstruktion des Grabungsbefundes von Gars am Kamp durchgeführt. Eine ähnliche Rekonstruktion wurde von Gottfried Artner für die Burganlage von Sachsenhof vorgenommen. Für die Auswertung der Ausgrabungen im prähistorischen Bergwerk Hallstatt wurden von Archeo Prospections (Wolfgang Neubauer & Co.) 3-D-Animationen der Befunde erstellt. Durch ein von Archeo Prospections erstelltes Programm ist es möglich, Geländedaten in AutoCad einzulesen und durch Schattieren (rendering) ein realistisches Geländemodell zu erstellen und mittels 3-D-Studio zu animieren. Interaktive CDs, bei denen der Benutzer den Ablauf selbst bestimmen kann, können unter anderem mit dem Programm "Director" selbst erstellt werden.*

## Artificial Intelligence

Einer der jüngsten Zweige der Informatik mitz. B. folgenden Teilaspekten:  
\* Automatische Formerkennung aus Photos, Zeichnungen oder Videobildern. Realisiert in der industriellen

Produktion, z. B. zur Überprüfung von Werkstücken.

*Archäologische Anwendung: Automatische Klassifikation von archäologischen Funden, also automatische Typologie. Beispiel: Zusammensetzung der "talatat" in Ägypten mit Hilfe einer Wissensbank und Regelbank in TurboProlog<sup>21</sup>.\**

\* Expertensysteme: lernen vom Experten durch verschiedene Vorgangsweisen. Diese Systeme werden in naher Zukunft die Experten nicht ersetzen, sondern Ihnen zur Seite stehen.

\* Möglichkeit der Kommunikation mit dem Computer in normaler Alltagssprache über die Tastatur.

\* Stimmerkennung ermöglicht eine noch viel schnellere Eingabe.

\* Lernfähige Leseprogramme: Mittels Scanner werden beliebige Texte - also Bücher, maschin- oder handschriftliche Manuskripte - eingelesen und analysiert. In einer Trainingsphase stellt sich die Maschine auf jede neue Schriftart ein, die dann fast fehlerfrei in eine ASCII-Datei umgewandelt wird. Die wenigen Fehler sind immer noch sehr mühsam auszumerzen, weshalb sich der Einsatz von Computerwörterbüchern anbietet, die im Hintergrund selbständig jedes Wort mit dem Lexikon eintragen vergleichen. Ist ein Wort noch nicht enthalten, kann es entweder - wenn richtig - in das Wörterbuch aufgenommen oder - wenn falsch - manuell korrigiert werden.

## Quantitative Methoden in der Archäologie

### Motivation zur Verwendung von Computern für archäologische Fragestellungen

In der Archäologie sowie auch in anderen Wissenschaften führen oft ganz verschiedene Beweggründe zur Anwendung mathematischer Verfahren, deren Durchführung oft nur mittels Computer sinnvoll möglich ist:

\* Das Material kann zwar in kleine Portionen zerlegt recht gut auch traditionell - oft intuitiv - ausgewertet werden, bei Betrachtung des Gesamtma-

terials geht jedoch bald der Überblick verloren.

\* Die traditionell gewonnenen Resultate verschiedener Wissenschaftler widersprechen einander, hier soll durch ein objektivierbares Verfahren dem einen oder anderen Recht gegeben werden.

\* Berechtigte Zweifel treten an der bisher erreichten Genauigkeit auf.

\* Selbst bei einem überschaubaren Material konnten keine Resultate erhalten werden.

Die ersten drei Gründe können bei Anwendung geeigneter Algorithmen (= mathematisches Verfahren) zu einer Verbesserung bisheriger Ergebnisse führen. Voraussetzung ist, daß zunächst der intuitive Lösungsvorgang zu einem Modell abstrahiert wird. Dieses Modell kann dann zur Strategie der Algorithmusfindung herangezogen werden.

Eine Lösung mit Hilfe der Mathematik beim letzten Punkt ist von vornherein zum Scheitern verurteilt<sup>22</sup>. Auch bei Verwendung des Computers sind also exakte Fragestellungen notwendig, auch wenn nun jedoch viel mehr Fragen gestellt und getestet werden können, von denen einige eine Antwort finden, andere jedoch nicht.

### Überblick<sup>23\*</sup>

\* Quantitative Methoden im engeren Sinn

\* Quantitative Methoden im weiteren Sinn

\* Deskriptive Statistik

\* Komplexere Mathematische Verfahren

\* Seriation, Reciprocal Averaging

\* Statistische Tests

\* Chronologie

\* Chorologie - Spatial analysis "Analyse der N Nächsten Nachbarn"

\* Clusteranalyse

\* Multivariate Verfahren

\* Fuzzy-Logik

## Derzeitige Situation am Institut für Ur- und Frühgeschichte und in der Prähistorischen Abteilung des Naturhistorischen Museums

Diese von der Computerseite angebotenen, ständig zunehmenden Möglichkeiten werden in den zur Diskussion stehenden "archäologischen" Instituten der Universität Wien erst teilweise genützt. Eine Vorreiterstellung hat dabei das Institut für Ur- und Frühgeschichte übernommen, das in den letzten Jahren allmählich seinen Bestand praktisch von Null bis auf mehrere IBM-kompatible PCs mit zugehöriger Peripherie (Plotter, Digitizer, computergestütztes Luftbildauswertesystem, Multiplexer zur Kommunikation mit dem Rechenzentrum etc.) ausgebaut hat. Dabei bewährte es sich, nicht alles von vornherein zu planen, sondern klein zu beginnen und angepaßt an die jeweiligen Erfordernisse kompatible Neuanschaffungen vorzunehmen. Denn erst im Laufe der Zeit sieht man, welche Richtung die Fragestellungen nehmen. Außerdem darf man heute bei der rasanten Entwicklung der Computertechnologie ohnehin nur mit einer Generationszeit von maximal ca. drei Jahren rechnen, nach denen die meisten Anlagen veraltet sind, so daß man sie durch neue ersetzen sollte. An der Universität Wien halte ich für die Studenten der Ur- und Frühgeschichte und der Klassischen Archäologie seit dem Sommersemester 1986 eine Übung "Einführung in die quantitativen Methoden in der Archäologie" mit einem beträchtlichen Anteil an praktischer Arbeit.

Seit dem WS 1992/93 wurde auch von Kollegen Wolfgang Neubauer zusammen mit mir eine Übung "Einführung in die EDV für Archäologen" gehalten. Seit SS 1994 hält Michael Doneus eine Einführung in die Benutzung von AutoCad.

Für die Lehrveranstaltungen steht ein eigener Computerraum am Institut für Ur- und Frühgeschichte zur Verfügung. Dieser stellt eine Verbindung zur Außenwelt durch Anschluß an das Rechenzentrum her. Im Seminarraum 10 im Institutsgebäude der Dolmetscher

steht dagegen ein Raum mit 15 PCs zur Verfügung, an denen die Studenten die Theorie des Computereinsatzes in die Praxis umsetzen können. Die Absolventen scheinen einen guten Eindruck der Möglichkeiten gewonnen zu haben, ein Teil von Ihnen verwendet die zur Verfügung stehenden Methoden weiter - für verschiedene wissenschaftliche Arbeiten - bis hin zur Dissertation.

Im folgenden möchte ich kurz skizzieren, welche Möglichkeiten auf meinem persönlichen Arbeitsgebiet verwirklicht wurden.

### Schaffung einer Sammlungsdatenbank der PA/NHM<sup>25)</sup>

Die Bestände der Prähistorischen Abteilung im Naturhistorischen Museum in Wien (PA/NHM) wurden in einer Datenbank erfaßt. Durch Entwicklung eines speziellen menügeführten, hierarchischen Thesaurussystems (Programm InputMachine) dauerte die ursprünglich ohne dieses Programm auf 20 - 40 Mannjahre geschätzte Eingabezeit für die ca. 100.000 Inventarnummern - da fast jede Tipparbeit entfällt - nur 1,5 Mannjahre<sup>25)</sup>. Wichtig bei der Erstellung umfangreicher Datenbanken ist es auch, mit Relationen zu arbeiten, die nicht nur das gesamte Speichervolumen kleiner halten, sondern darüber hinaus auch die Eingabezeit herabsetzen können. Ferner ist von Bedeutung, daß man nicht alle möglichen Informationen auf einmal erhebt - dies würde bedeuten, daß die Datenbank erst nach dem kompletten Abschluß der Eingabe benutzbar wäre - sondern zunächst wenige Informationen aber für den gesamten Datensatz eingibt, was gewährleistet, daß schon nach kurzer Zeit Abfragen über den gesamten Inventarbestand möglich sind.

*Das Schweizer Landesmuseum in Zürich hat eine vergleichbare Sammlung. Hier wurden in zwei Jahren mit zehn (!) Studenten 100.000 Inventarnummern eingegeben. Das System ist ein Macintosh Netzwerk, auf dem mit Hilfe des Programms 4th-Dimension die Eingabe erfolgte. Die ungefähre Eingabe-*

*zeit betrug dabei mehr als zehn mal so lang wie bei unserem System, obwohl vergleichsweise der eingegebene Datensatz pro Objekt etwa gleich groß ist. Als ideales Datenbankprogramm zur Nutzung unserer Daten hat sich hierbei bisher AskSam erwiesen, das sich gegenüber dBase III durch viel einfacheres Handling auszeichnet und auch die Dateigröße um das Fünf- bis Zehnfache herabsetzt. Eine Abfrage über den gesamten Datenbestand, in der etwa z. B. für eine Ausstellung alle in der PA vorhandenen jungsteinzeitlichen Idole gesucht werden sollen, verläuft denkbar einfach. Folgende Frage wird formuliert: "Neolithisch Idol". Einen Treffer der Abfrage zeigt dabei der Bildschirmdarstellung in Abb. 6. Die Antwort dauert mit Auflistung oder Ausdrucken auf einem PC 486DX2 mit 66 Mhz ca. 30 sec.*

Nach Abschluß dieser Eingaben planen wir nun auch die Erfassung von Bildmaterialien zur Sammlung. *Um möglichst alle ur- und frühgeschichtlichen Datenbestände in gleicher Weise in Form einer Datenbank nutzen zu können, wurde diese Eingabe bereits auch in Regionalmuseen, wie dem Höbarthmuseum in Horn oder dem Stadtmuseum in Krems, durch Monika Griebel fortgesetzt. Lediglich das Niederösterreichische Landesmuseum beschreitet eigene Wege, die eine gemeinsame Nutzung der Datenbestände ausschließen.*

### Programmpaket SERION<sup>26)</sup>

In jahrelanger Entwicklungsarbeit wurde das Programmpaket SERION für alle Zweige der Quantitativen Methoden in der Archäologie erstellt, die über das hinausgehen, was in traditionellen statistischen Programmpaketen angeboten wird. Dieses Programm wurde zunächst auf dem Großrechner entwickelt, um unsere awarische Datenbank auszuwerten. Dabei ergibt sich derzeit eine Datenmatrix von ca. 3.500 Komplexen mit 3.200 Typen. Inzwischen wurde auch eine PC-Version entwickelt, die ebenfalls bereits auf einem entsprechend

# EDV IN DER ARCHÄOLOGIE - HEUTE

großzügig ausgestatteten Pentium-PC (80586, 100 MHz 64 MB RAM) alle Auswertungen vornimmt, und bei einer mittleren Auslastung des Großrechners sogar 25-50 mal schneller ist. Inzwischen wurden schon fast alle Features auf den PC übertragen, die Großrechnerversion ist somit weitgehend obsolet geworden. Grundsätzlich handelt es sich um folgendes:

## **In SERION implementierte Datenbank**

Diese Datenbank besitzt eine spezielle Struktur, angepaßt an die reale archäologische Forderung, einmal eine Eingabe oder Bearbeitung nach den geschlossenen Fundverbänden, ein anderes Mal nach den archäologischen Typen vorzunehmen, mit beliebiger Umschaltung zwischen beiden Formen.

## **Chronologische Auswertung**

Zur chronologischen Auswertung stehen alle herkömmlichen Seriationsverfahren vermehrt um Triangulation und Kondensation (mit automatischer Unterdrückung der Durchläufer) zur Verfügung. Die resultierende Matrix kann über ein graphisches Medium (Laserdrucker oder Plotter) ausgegeben werden. Zahlreiche Files und Listings können als Interpretationshilfe verwendet werden oder dienen zur Eingabe für andere Programme z. B. SPSSX oder SAS. Als Beispiel sei hier das Seriationsergebnis aus der awarischen Datenbank in Abb. 7 dargestellt.

## **Typologie oder Soziologie**

Für Typologie oder Soziologie können alle gängigen Clusterverfahren eingesetzt werden, mit dem Vorteil der Benützung von Datensätzen mit fehlenden Werten, was bei den gängigen Statistikpaketen nicht möglich, in der Archäologie aber sehr häufig notwendig ist<sup>27)</sup>.

## **Chorologie**

Für die Chorologie steht eine Prozedur zur Verfügung, die einerseits den Ausdruck von druckfähigen Typenkartierungen auf Gräberfeld- oder Sied-

lungsplänen, oder aber Landkarten mit z. B. Flußnetz und Höhenschattierung ermöglicht, andererseits aber auch statistische Tests über Zufälligkeit oder Notwendigkeit der Verteilungen durchführt.

Dies wird mit Hilfe des Verfahrens der "Analyse der N Nächsten Nachbarn bezüglich eines Typs" durchgeführt. Darüber hinaus kann der Computer mit Hilfe des Verfahrens der "Analyse der N Nächsten Nachbarn bezüglich zweier Typen" erkennen, welche der zahlreichen Kartierungen signifikant gleich sind. Somit können auch zu Männergräbern gehörende Frauengräber ermittelt werden. Ferner ist es jetzt auch möglich, die verschiedenen Einzelkartierungen zu einem Gesamtergebnis zusammenzusetzen. Man erhält so Gruppen, die dann als Abfolge in der Gräberfeldbelegung interpretiert werden können. Konfrontiert mit der herkömmlichen Seriation liefert dieses Verfahren ein viel plausibleres Resultat. Abb. 8 zeigt einen höchst signifikanten Vergleich zweier Typen, wovon einer auf Frauen-, der andere auf Männergräber im Gräberfeld von Altenerding<sup>28)</sup> beschränkt ist. Durch derartige Vergleiche ist es möglich, zusammengehörige Männer- und Frauengräber festzustellen. Mit Auswertungen unter Anwendung dieses Verfahrens der "Analyse der N Nächsten Nachbarn" konnten bereits mehrere Artikel publiziert werden<sup>29)</sup>.

## **Metrische Daten**

Auch metrische Daten, z. B. aus der Anthropologie, aber auch aus der Archäologie, z. B. Maße und Indizes von Keramik oder auch Metallanalysen lassen sich auswerten. Zu diesem Zweck wird ein Datenfile im Format eines SPSSX-JobFiles<sup>30)</sup> beschrieben, eingelesen und jede metrische Variable mittels eindimensionaler Clusteranalyse in "natürliche Gruppen" aufgeteilt. Diese Gruppen können dann im Gräberfeldplan kartiert und genauso ausgewertet werden wie epigenetische Merkmale oder archäologische Typen.

## **Awarische Datenbank**

Als praktisches Anwendungsbeispiel für SERION wurde eine Datenbank awarischer Fundobjekte (Funde aus dem Karpatenbecken von 568 bis etwa 830 n. Chr.) angelegt. Es handelt sich dabei um Funde aus 3.000 Fundorten mit insgesamt ca. 50.000 Grabkomplexen mit ca. 200.000 Einzelobjekten. Die Datenbank selbst ist mit einer "Bilddatenbank", derzeit leider noch auf dem herkömmlichen Speichermedium Papier, verknüpft, aber bereits auf eine Nutzung moderner Medien konzipiert und vorbereitet. Dazu konnten bereits mehrere Artikel vorgelegt werden<sup>31)</sup> (Abb. 7). Zusätzlich wird für die gegossene Bronzeindustrie (aus dem 8. Jahrhundert) zur typologischen Erfassung ihrer Werkstätten eine Photodatenbank eingerichtet, zusammen mit Größen- und Gewichtsdaten, die durch Metallanalysen ergänzt werden<sup>32)</sup>.

## **Andere Datenbanken**

Zudem wurde begonnen, ein Photoarchiv für Farbphotos frühgeschichtlicher Perlen einzurichten. Ferner wird in Zusammenarbeit mit Christine und Johannes-Wolfgang Neugebauer eine Datenbank der früh-bronzezeitlichen Gräberfelder Österreichs installiert, die sowohl die Daten über archäologische Funde und Befunde als auch anthropologische und zoologische Daten enthält. Erste Ergebnisse wurden zur Sozialstruktur, zu geschlechtsspezifischen Beigaben, aber auch zur Rekonstruktion von Familienstrukturen aufgrund epigenetischer Merkmale erhalten, wozu eine spezielle Methodik entwickelt werden mußte<sup>33)</sup>.

Ich hoffe, daß es mir trotz der angebrachten Kürze gelungen ist, einigermaßen einen Überblick über die derzeitige Entwicklung der Computernutzung in der Archäologie zu bieten.

# EDV IN DER ARCHÄOLOGIE - HEUTE

## Anmerkungen

- 1) Derartige Überblicksarbeiten-oft mit anderen Ausschnitten aus der Vielzahl archäologischer Einsatzmöglichkeiten der EDV - sind bereits an anderer Stelle mehrfach erschienen: Peter Stadler 1985, Was ist "Spatial Analysis" in der Archäologie? MAG CXV, 163-168. - Ders. 1988, Quantitative Methoden in der Archäologie. Historikum 12, 32-35. - Ders. 1989, Methodos quantitativos en la arqueologia. A Distancia, Junio 1989, 82-87. - Ders. 1993, La utilización de la Informática en Arqueologia. In: Gisela Ripoll Lopez, ed., Arqueologia hoy, Cuadernos de la uned. Madrid 1992, 275-284.
- 2) Dennoch bin ich bemüht, so gut es geht, einen Überblick zu verschaffen. Sollte dennoch so manches Wichtiges, das auf diesem Gebiet in Österreich geschieht, hier nicht berücksichtigt sein, so bitte ich, die betroffenen Kollegen, mich darüber zu informieren, damit ich sie bei meiner nächsten Ausgabe nicht vergesse. Im Falle von Hinweisen wenden sie sich bitte an den Autor: OR DDr. Peter Stadler, Naturhistorisches Museum, Prähistorische Abteilung, Burgring 7, A-1014 Wien, Österreich, Tel: 1/52177/219, Fax: 935254. BitNet: Peter.Stadler@UniVie.AC.AT.
- 3) Siehe dazu auch Punkt 10.
- 4) Die Datenbank der ca. 100.000 Inventarum mern der Prähistorischen Abteilung umfaßt derzeit 22 MB. In dBase wäre die gleiche Datenbank 250 MB groß. AskSam liegt derzeit bereits in der ganz besonders benutzerfreundlichen Windows-Version 2.0 vor.
- 5) Siehe z. B. Gerald Fuchs 1991, Archäologische Landesaufnahme in der Steiermark, Archäologie Österreichs 2/1 1991, 42-44.
- 6) Das heißt, daß das Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung eine Pauschale büßt für die Benutzung des Netzwerkes zahlt.
- 7) Forstner, Rein ins Netz, Trend 11/1994, 66-72. - Ferner: Zoubek Dieter, "100 Prozent Zuwachs, Das weltweite Datennetz Internet". Volt 10/1994, 92-93. - Außerdem: Färbinger Peter, "Nur Fliegen ist schöner...Wie Sie vom eigenen Schreibtisch über Internet-Rechner durch die ganze Welt surfen". Gewinn 11/1994, 76-80.
- 8) bps = Bits per second.
- 9) URL = Uniform Resource Locator.
- 10) Hier kann nur auf ein Beispiel verwiesen werden: Alexandra Leeb, Notgrabung auf dem bedeutenden prähistorischen Fundplatz in der Ried Urtfeld von Ravelsbach, FÖ31, 1992, 138-149, speziell 142, Abb. 87.
- 11) Gottfried Artner und Martin Krenn, Archäologisches Grabungsdaten-Erfassungssystem (AGADES) Version 2.0, FÖ 32, 1993, 374-379.
- 12) K. Gruel, O. Buchsenschutz, H. Murgaló und J.-F. Alliot 1992, ARKEOPLAN. Ein Programm zur Vermessung und Verwaltung der archäologischen Daten.
- 13) Dies geht etwa dreimal so schnell wie beim herkömmlichen Zeichnen mit zwei Personen und anschließendem Digitalisieren.
- 14) GPS = Global Positioning System.

- 15) Die Einsatzbereiche hängen von der Meßgenauigkeit ab und reichen von der archäologischen Begehung bis zur Grabung.
- 16) DXF = Data Exchange Format.
- 17) Ulrich Kampffmeyer 1986, Eine Dokumentation zum "Gerät zur automatischen bildhaften Erfassung der Form von Keramik". BAIK Karlsruhe, 117p., Handbuch.
- 18) Freundliche Mitteilung über E-Mail.
- 19) GigaByte.
- 20) dpi = Dots per Inch = Punkte pro Zoll.
- 21) Robert Vergnieux, Premiers exemples de résultats à l'aide du fichier informatise sur les "talatit" et vocabulaire de recherche. Wissenschaftliche Zeitschrift d. Humboldt-Universität zu Berlin. Mikrocomputer in der Archäologie, 1988/3.
- 22) Es gibt Materialien, die nicht ausgewertet werden können. Wenn es traditionell nicht möglich ist, zu Ergebnissen zu kommen, kann auch ein mathematisches Verfahren, das nichts anderes als die Formulierung des intuitiven Lösungsvorganges in der exakten Sprache der Mathematik ist, nicht weiterhelfen. Somit ist also die Zuflucht zum Computer, wenn sich keine Ergebnisse abzeichnen, auch keine Lösung schlecht durchdachter Methodik.
- 23) Aufgrund des beschränkten Platzes kann hier nur dieser kurze Überblick geboten werden.
- 24) Peter Stadler, Die Sammlungsdatenbank der Prähistorischen Abteilung im Naturhistorischen Museum in Wien. In Vorbereitung.
- 25) 1 Mannjahr "Mannjahr" mit 2.000 Arbeitsstunden. Über InputMachine wurden bereits mehrere Artikel verfaßt: Peter Stadler 1985, Naturhistorisches Museum. In: Arbeitskreis "EDV im Museum". Mitteilungsblatt der Museen Österreichs 13, 7-10.-Ders. 1988, Ein Programm zur rationalen Inventarisierung ur- und frühgeschichtlicher Musealobjekte. Wissenschaftliche Zeitschrift der Humboldt-Universität zu Berlin, Gesellschaftswissenschaftliche Reihe 37/3, 274-282. - Ders. 1994, Aufbau und Benutzbarkeit des Eingabeprogrammes INPUT-MACHINE. In: Irmgard Hein, Probleme bei der Erfassung von Keramikdaten aus Teil el-Dab'a. Informatique et Egyptologie No. 9. Actes des Rencontres "Informatique et Egyptologie" 1993, 80-82.
- 26) Derwichtigste dazu erschienene Artikel: Peter Stadler 1992, SERION - Programmpaket zur chronologischen und chorologischen Auswertung Archäologischer Daten. In: H.GoeblundM. Schader (Hrsg.), Datenanalyse, Klassifikation und Informationsverarbeitung, Methoden und Anwendungen in verschiedenen Fachgebieten, Physica-Verlag Heidelberg, 69-86.
- 27) Diese Prozeduren sind derzeit nur auf der sonst obsoleten Großrechnerversion installiert. Für die nahe Zukunft ist auch eine Implementation für den PC geplant.
- 28) Walter Sage 1984, Das Reihengräberfeld von Altenerding in Oberbayern. Germanische Denkmäler der Völkerwanderungszeit Serie A, XIV.
- 29) Peter Stadler, 1995, Chronologische und

- chorologische Auswertung des Gräberfeldes von Kólked Feketekapu. In: Attila Kiss, Dasawarische Gräberfeld von Kólked Feketekapu, im Druck. - Ders. 1995, Auswertung der Perlen aus dem Reihengräberfeld von Altenerding in Bayern. Tagungsakten Mannheim, im Druck.
- 30) SPSSX - Statistical Package of the Social Sciences Extended.
- 31) Peter Stadler 1985, Seriation awarischer Gürtelgarnituren aus Novö Zámky und (elovce). In: Falko Daim und Herwig Friesinger (Hrsg.), Die Bayern und ihre Nachbarn. Österr. Ak. Wiss. Veröff. Komm. f. Frühmittelalterfor. 9,127-132. - Ders., 1985, Die Riemenzunge aus dem slawischen Hügelgrab 36 von Wimm. Archaeologia Austriaca 68, 227-233. - Ders. 1986, Ausgewählte awarische Bronzegüsse als Parallelen zu Gürtelgarnituren von Vrap und Erseke. In: Joachim Werner, Der Schatzfund von Vrap in Albanien. Studien zur Archäologie der Awaren 2, 105-118.-Ders. 1985, Die Seriation awarischer Gürtelgarnituren. Masch. Diss. Wien, 270p. - Ders. 1993, La Chronologie de l'armement des Avars du VI<sup>e</sup> au VIII<sup>e</sup> siècle. Dans: Françoise Vallet et Michel Kazanski (editeur), L'Armée Romaine et les Barbares du III<sup>e</sup> au VII<sup>e</sup> siècle. Association française d'Archéologie MeYovin-gienne et la societé des amis du Musée des antiquités nationales. Paris 1993, 445 - 457. - Ders. 1989, Nuovi argomenti per la datazione della tomba principesca di Böcsa. In István Bóna, Die Geschichte der Awaren im Lichte der archäologischen Quellen. Settimane di studio del Centro italiano di studi sull'alto medioevo XXXV, 465-476.
- 32) Peter Stadler 1990, Die Werkstätten awarischer Riemenbeschläge mit Greifendarstellung. Typen der Ethnogenese unter besonderer Berücksichtigung der Bayern. Veröff. Komm. für Frühmittelalterforschung 13, 305-350. - Ders. 1991, Argumente für die Echtheit des "Avar Treasure". MAGW 118/119, Festschrift Angeli, 193-217. - Ders. 1994 gemeinsam mit Erik Szameit, Das frühmittelalterliche Grab von Grabelsdorf bei St. Kanzian am Klopeinersee, Kärnten. Ein Beitrag zur Datierung und Deutung awarischer Bronzen im Ostalpenraum. Archaeologica Austriaca 77, 213 - 242. - Siehe dazu auch: Ders. 1988, Statistische Auswertung der Analyseergebnisse awarischer Bronzebeschläge aus Leobersdorf. In: Falko Daim, Das awarische Gräberfeld von Leobersdorf. Studien zur Archäologie der Awaren 3/2, 57-73.
- 33) Peter Stadler 1987, Möglichkeiten statistischer Untersuchungen im Vergleich Archäologie, Anthropologie und Zoologie. In: J.-W. Neugebauer, Die Bronzezeit im Osten Österreichs, 95-101. - Ders. 1990, Kombinierte Auswertung archäologischer und anthropologischer Daten eines Gräberfeldes. Archäologische Informationen 12/2, 249 - 250. - Ders. 1992, Statistische Auswertung verschiedener Befundparameter des Gräberfeldes von Gemeinlebarn. In Neugebauer J.-W., Die Nekropole F vom Gemeinlebarn, NÖ. Römisch-Germanische Forschungen 49, 197-221.