

# GRABUNGSTECHNIK



TECHNIQUE DES FOUILLES

Vereinigung des archäologisch-technischen Grabungspersonals  
Association Suisse des Techniciens des Fouilles archéologiques

---

Heft Nr. 5

Dezember 1980

Redaktion:

Armin Mathis  
Uitikonstr. 21  
8952 Schlieren

Mitarbeiter/  
Collaborateur:

Deutsche Schweiz:

Arthur Gredig  
Archäologischer Dienst Graubünden  
Loestrasse 14  
7001 Chur

Suisse Romande:

Françoise Bonnet  
Chemin A. Pidou 3  
1007 Lausanne

Erscheint 3 mal jährlich / paraît 3 fois l'an

Einzelnummer Fr. 5.--, Jahresabonnement Fr. 12.--, Mitglieder gratis

Lieferung der früheren Hefte an Mitglieder zu Fr. 4.--

Bestellungen an die Redaktion (Adresse s. oben)

Titelbild:

Blick auf das grösste schweizerische  
Grabungsgelände auf Eretria/Griechenland  
Im Vordergrund von Bäumen umsäumt  
das Amphitheater, dahinter einige  
Herrschaftshäuser, kleinere Tempelan-  
lagen mit reichhaltigen Friedhöfen  
und die westliche Stadtmauer

(Foto: K. Banteli)

Redaktionsschluss der nächsten Nummer: 31. März 1981

### In eigener Sache

Wir rufen sämtliche Mitglieder, die über aktuelle und interessante Themen verfügen nochmals auf, uns zu schreiben. Die Redaktion begrüsst jeden Artikel aus dem grabungstechnischen Bereich, den wir veröffentlichen können. Denn unser Heft soll ja nicht nur Publikationsorgan für Grabungstechnikerkurse und die an den Generalversammlungen gehaltenen Vorträge sein. Wir sind allen dankbar die mithelfen, unser Heft abwechslungsreich zu gestalten.

### Affaires internes

Nous encourageons tous les membres qui travaillent sur des problèmes actuels et intéressants à nous écrire. La rédaction accueille avec joie chaque article des techniciens de fouille qu'elle peut publier. En effet, notre bulletin ne doit pas être seulement l'organ de publication des cours de techniciens de fouilles ou des assemblées générales. Nous remercions donc vivement tous ceux qui contribuent à le rendre vivant.

### Mitteilung des Vorstandes

Der Vorstand dankt allen Mitgliedern sehr für die prompte Beantwortung des Fragebogens im letzten Heft, ist doch bis heute die stolze Anzahl von d r e i !!! ausgefüllten Bogen bei der Redaktion eingetroffen.

Deshalb wurde beschlossen, den Fragebogen nochmals lose diesem Heft beizulegen. Wir bitten Sie, den Fragebogen auszufüllen und bis zum 20. Februar an die Redaktion zu senden.

Der Fragebogen dient ja dazu, die Interessen von Euch Mitgliedern besser vertreten zu können, eine Beantwortung ist daher für die künftige Arbeit des Vorstandes und der Vereinigung notwendig und wird auch sehr geschätzt. Besten Dank im voraus.

Die Generalversammlung wird voraussichtlich am 8./9. Mai 1981 in Vaduz/FL stattfinden. Detaillierte Einladung folgt.

### Communication du comité

Le comité remercie tous les membres pour leurs promptes réponses au questionnaire du dernier bulletin. Celles-ci ont atteint le nombre flatteur de t r o i s !!!

Il a donc été décidé d'insérer encore une fois le questionnaire dans le bulletin. Nous vous prions de le remplir et de le renvoyer à la rédaction jusqu'au 20 février 1981.

Le questionnaire a pour but de mieux connaître et servir les intérêts des membres, c'est-à-dire vous. Une réponse est donc nécessaire pour le travail futur du comité et de l'assemblée et serait très appréciée. Merci d'avance.

L'assemblée générale aura probablement lieu le 8 et 9 mai 1981 à Vaduz/FL. Invitation détaillée suivra.

---

Les pages 10 et 11 du précédent bulletin sont tirées de C. OrceI,  
Application dendrochronologique... (selon bibliographie à la page 7).

## Holzanalyse - eine Zusammenfassung des Grabungstechnikerkurses in Dendrologie

von Werner Schoch, Labor für quartäre Hölzer, Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen, 8903 Birmensdorf

1973 wurde an der Eidgenössischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen in Birmensdorf ein Labor für die Analyse fossilen Holzes eingerichtet. Dieses "Labor für quartäre Hölzer" bemüht sich um eine enge Zusammenarbeit mit allen Institutionen, die bodengelagerte und verbaute Hölzer aus prähistorischer und historischer Zeit wissenschaftlich auswerten. Um den ganzen Informationsgehalt des Holzes zu erfassen, ist der Kontakt mit den Leuten besonders wichtig, die mit den speziellen Problemen vertraut sind und die Fundumstände kennen.

In vielen Fällen wird es unumgänglich sein, die Fundplätze zu besichtigen. Dabei kann abgeklärt werden, ob und mit welcher Intensität die Proben analysiert werden sollen, mit welchen Methoden dem Fundmaterial am meisten Information zu entnehmen ist, und man wird sich zu diesem Zeitpunkt auch über die ev. anfallenden Untersuchungskosten eine Vorstellung machen können. Mit der Aufnahme der heutigen Vegetation in der Umgebung der Fundplätze verschaffen wir uns zudem wichtige Unterlagen zur Interpretation der holzanalytischen Resultate und den Ergebnissen der botanischen Makrorest-Analyse.

### Die Holzartenbestimmung

Rezente Hölzer lassen sich oft aufgrund makroskopischer Merkmale, insbesondere der Farbe bestimmen. In fossilen, historischen oder verkohlten Stücken ist diese aber meist verändert. Deshalb lassen sich nur wenige Arten oder Artengruppen aus der einheimischen Flora mittels struktureller Merkmale makroskopisch sicher bestimmen. Eindeutig zu differenzieren sind folgende Gruppen:

- Nadelhölzer
- ringporige Laubhölzer
- zerstreutporige Laubhölzer

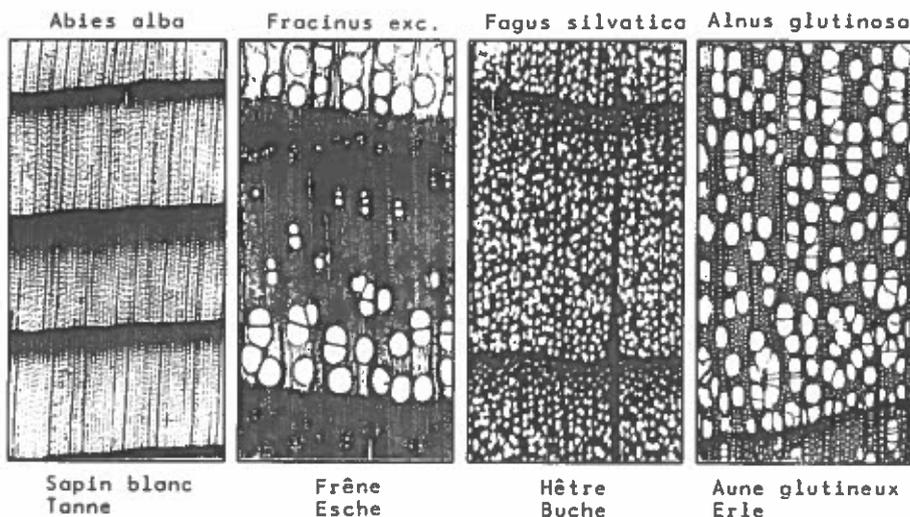


Abb./Tab. No 1:

Querschnitte von einem Nadelholz, einem ringporigen und zwei zerstreutporigen Laubhölzern (alle bei gleicher Vergrößerung).

Coupes transversales d'un résineux, d'un feuillu à zone poreuse et deux feuillus à pores diffus (même grossissement).

Für eine genaue Artbestimmung sind die mikroskopischen Merkmale unerlässlich. Nur in Verbindung mit Vergleichspräparaten oder Abbildungen können Hölzer sicher bestimmt werden. Als Arbeitsgrundlage in unseren Holzatomiekursen dient denn auch das von F.H. Schweingruber geschaffene Buch "Mikroskopische Holz Anatomie", mit dessen Hilfe die meisten der bei uns heimischen Holzarten mit etwas Übung sicher bestimmt werden können. (Das Buch kann beim Labor für quartäre Hölzer, EAFV, 8903 Birmensdorf, bezogen werden.)

### Untersuchungsaspekte

Grundsätzlich werden bei der Holzanalyse folgende Daten erhoben:

Artbestimmung

Sie bildet die Grundlage jeder Arbeit an verkohlten und unverkohlten Hölzern jedes Erhaltungszustandes, sie erlaubt Schlüsse auf das Vegetationsbild und die Selektion durch den Menschen.

Materialklasse

Jedes Material liefert spezifische Daten. Wir unterscheiden:

- Artefakte
- Pfähle
- stärkere, in der Schicht liegende Hölzer
- Holzkohlen, Splitter, Zweige, Rinde, Blätter, Nadeln, Fruchtreste, Samen

|  |   |
|--|---|
| Schlagzeitanalyse                      | Sie ergibt die Jahreszeit der Holzentnahme vom lebenden Baum anhand des rindennächsten Jahrringes.  |
| Pilzhyphengehalt und Erhaltungszustand | Sie liefern Angaben über Lagerungsverhältnisse und die Qualität der Sedimente resp. des Lagerungsortes.   |
| Holz- & Holzkohleformen                | Sie ergeben bei Siedlungen in Gewässern oder in Lössgebieten Auskunft über schichtgenetische Fragen (z.B. Umlagerung der Sedimente im Strandlinienbereich). |
| Technologische Analyse                 | Sie ergänzt typologische Arbeiten an hölzernen Gebrauchsgegenständen und gibt Einblick in den Stand des handwerklichen Könnens.                             |
| Vegetationsanalyse                     | Die Beschreibung der heutigen Vegetation wird, wenn notwendig, durch die EAFV ausgeführt.   |
| Untersuchungsorte                      | Je nach Problemstellung kann eine Untersuchung am Fundort, im Museum oder (normalerweise) im Labor für quartäre Hölzer durchgeführt werden.                 |

#### Bergung und Behandlung des Materials

Je nach dem Untersuchungsziel kann die Anlieferung des Materials als Schichtserie, als Probe aus einzelnen Schichten oder als Einzelprobe erfolgen.

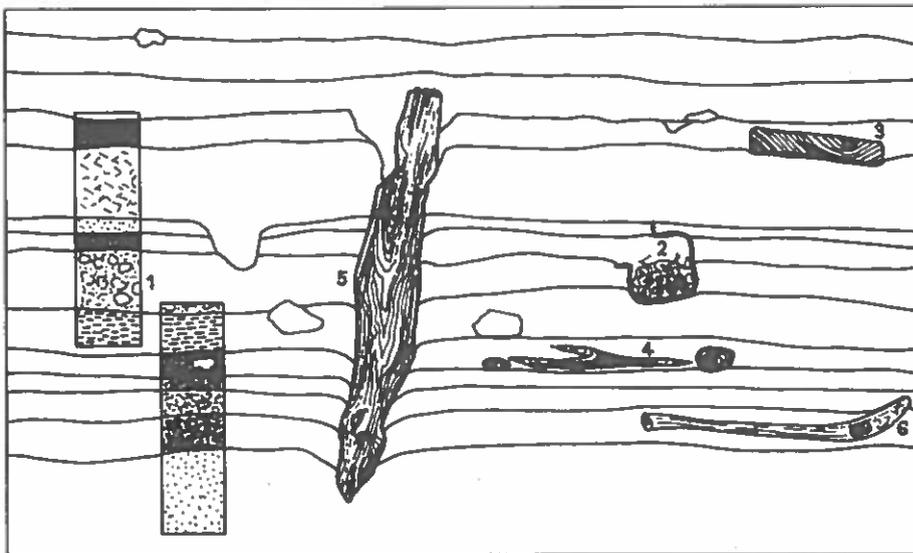


Abb./Tab. No 2: Proben für die Untersuchung im Labor für quartäre Hölzer

Echantillons pour l'analyse dans notre laboratoire

Die nachstehenden Erläuterungen beziehen sich auf die hier angegebenen Zahlen.

- 1 Sedimentproben eines Profilabschnittes. Diese Proben werden in der Regel durch uns, wenn möglich in Verbindung mit Sedimentologie und Pollenanalyse entnommen. Steinarme Sedimente können kompakt mit Blechbehältern aus rostfreiem Stahl der Profilwand entnommen werden. Dazu wird die Blech-"Schachtel" in die Wand gedrückt, mit dem Spaten hinterfahren und nach Bezeichnung, ev. nach fotografischer Dokumentation aus dem Profil gelöst und luftdicht in Plastikfolie verpackt.
- 2 Allfällige Proben aus den Schichten. Durch den Ausgräber werden die Proben von organischen Materialien in Plastikbeutel verpackt. (Anhäufungen von Zweigen, Splintern, Holzkohlen, Blättern, Fruchtresten, Samen; Topfinhalte, Gewebe- oder Schnurreste, etc.)
- 3 Liegende Holzprobe, bearbeitet, Konstruktionsholz
- 4 Liegende Holzprobe, unbearbeitet, Knebel, Rundholz, Schwemmholz
- 5 Stehende Holzprobe, Pfahl, Bauhölzer  
Eine Holzbearbeitung ist nur sinnvoll, wenn diese Hölzer in den Plänen aufgezeichnet werden. Dann lassen sich allerdings unter Umständen Bauphasen oder Hausgrundrisse allein aufgrund der Holzarten erkennen.
- 6 Hölzerne Artefakte. Besonders bei den Artefakten ist es wünschenswert, dass die Holzart möglichst vor der Konservierung bestimmt werden kann, da durch das Konservierungsmittel die anatomische Struktur meist mehr oder weniger stark überdeckt wird.

### Entnahme aus Höhlen und Freilandseimenten

Oft sind nur Holzkohlen erhalten. Diese sind direkt aus der Schicht auszulesen oder durch Schlammung zu gewinnen. Dabei ist darauf zu achten, ob die Proben aus Pfostenlöchern, von Herdstellen oder ohne erkennbare funktionelle Bedeutung aus dem Sediment stammen.

### Menge

Diese richtet sich nach dem Untersuchungsziel und den im Sediment vorhandenen Materialien. So genügt von einem fundigen Sediment 100 bis 200 Gramm, von fundärmeren Schichten werden oft einige Liter Material benötigt. Aus holzarmen Sedimenten (z.B. paläolithische Höhlenfundstellen) sind so viele Stücke wie möglich zu sammeln. Selbst kleinste Partikel (1 x 1 mm Querfläche) können wichtige vegetationsgeschichtliche Aussagen ergeben.

### Bezeichnung

Es ist wichtig, dass die Etiketten sowie deren Beschriftung wasserunlöslich und wischfest sind. Geeignet sind PVC-Folien mit matter Oberfläche (aus Gärtnereibedarf), die mit Bleistift oder wasserfestem Filzstift beschriftet werden können. Jede Probe muss übrigens mit allgemeinen Angaben versehen sein, um eine Interpretation des Untersuchungsbefundes zu ermöglichen. Zu diesem Zweck stehen vom Labor für quartäre Hölzer entsprechende Formulare zur Verfügung.

### Verpackung und Lagerung

Unverkohlte Hölzer sowie die übrigen botanischen Makroreste können nur in feuchtem Zustand mit vertretbarem Aufwand analysiert werden. Austrocknung führt zu Schrumpfung bis Zerstörung und erschwert eine Bestimmung sehr. Alle Proben sind daher bodenfeucht, möglichst schnell nach der Bergung, in Plastiksäcke luftdicht zu verpacken. Bei tiefen Temperaturen sind die Proben am besten vor Pilzbefall geschützt, wenn möglich im Kühlschrank lagern! Ist eine längere Zwischenlagerung vorgesehen, muss dem Material ein Fungizid (z.B. Thymol- oder Phenol-Kristalle) zugegeben werden. Dies allerdings nur, wenn nicht eine 14C-Altersbestimmung vorgesehen ist!

Holzkohlen werden in trockenem Zustand untersucht. Nach der Gewinnung aus dem Sediment lässt man sie langsam austrocknen. Vorsicht: nach der Bergung keine mechanische Beanspruchung mehr!

### Weiterverwendung der Proben:

Altersbestimmung durch  
14C-Labor

Da wir die Hölzer nicht mit organischen Substanzen kontaminieren, bleiben sie für die Datierung geeignet.

Dendrochronologie  
Densitometrie

Vorgängig jeder entsprechenden Arbeit werden die Holzart und ev. der Erhaltungszustand bestimmt.

Archäologische Bearbeitung  
und Konservierung

Die Probeentnahme für die Holzartenbestimmung an wertvollen Objekten beschränkt sich auf einen Anschnitt von 1 - 3 mm<sup>2</sup> und eine Dicke von ca. 1/10 mm. Nach der Bestimmung werden die Artefakte zur Konservierung weitergegeben.

### Literatur:

F.H. Schweingruber 1978: Mikroskopische Holz Anatomie, EAFV, 8903 Birmensdorf

F.H. Schweingruber 1976: Prähistorisches Holz. Academia Helvetica 2, (vergriffen)

### Analyse des bois - résumé du cours de formation des techniciens de fouilles (dendrologie)

Werner Schach, Institut fédéral de recherches forestières, Birmensdorf -  
Traduction Christiane Jacquat

La création du laboratoire pour l'analyse des bois fossiles, à l'Institut fédéral de recherches forestières de Birmensdorf, remonte à 1973. En collaboration étroite avec les différentes institutions intéressées, nous nous efforçons d'interpréter scientifiquement les pièces de bois préhistoriques trouvées lors de fouilles ou faisant partie de constructions. Afin d'obtenir le plus d'informations possibles, nous prenons directement contact avec les chercheurs traitant de ces problèmes spéciaux et connaissant les circonstances des découvertes.

Il est souvent nécessaire de nous rendre compte sur place des découvertes; nous pouvons ainsi décider de l'opportunité d'une analyse et de l'ampleur de celle-ci, choisir les méthodes de travail adéquates ou encore évaluer le coût du travail. L'interprétation des résultats des déterminations des bois et des macrorestes sera étayée par des levés de la végétation actuelle des endroits immédiats des fouilles.

### Détermination des espèces de bois

Il est souvent possible de déterminer les bois actuels en se basant sur leur caractères macroscopiques, en particulier celui de la couleur. Ces caractères sont malheureusement

très différents dans le cas de restes anciens ou de charbons, ce qui implique que seules quelques espèces ou groupes d'espèces de la flore indigène sont reconnaissables avec sûreté par leurs caractères anatomiques macroscopiques. Nous pouvons distinguer sans équivoque:

- les bois résineux
- les feuillus à zone poreuse
- les feuillus à zone diffuse

voir tableau No 1

Les caractères microscopiques sont indispensables pour une détermination exacte, de même que la comparaison des espèces avec des préparations microscopiques ou des illustrations. Pour nos cours d'anatomie, nous utilisons le livre de F.H. Schweingruber "Anatomie microscopique du bois" comme base; il permet de déterminer la plupart des espèces d'arbres indigènes (celui-ci peut être obtenu au: Laboratoire pour l'étude des bois quaternaires, à 8903 Birmensdorf).

#### Aspects des recherches

L'analyse des bois comprendra en principe les points suivants:

|   |  |
|---|--|
| détermination de l'espèce                           | c'est la base de tout travail sur les bois carbonisés ou non, dans n'importe quel état de conservation. Elle permet de se faire une image de la végétation et de la sélection par l'homme.   |
| Classe de matériel                                  | Chaque matériel possède ses caractéristiques<br>-artefacts<br>-pilotis<br>-grosses pièces de bois trouvées dans les couches<br>-charbons de bois, fragments de bois, branches, écorce, feuilles, aiguilles, restes de fruits, graines. |
| Détermination de l'époque d'abattage                | L'examen du dernier cerne annuel (le cerne le plus proche de l'écorce) indique la saison durant laquelle le prélèvement de bois a été effectué.  |
| Présence d'hyphes fongiques et état de conservation | Ils fournissent des renseignements sur les conditions de conservation dans les sol et sur la qualité des sédiments, respectivement de l'endroit d'entreposage.   |
| Forme des bois carbonisés ou non                    | Elle donne une idée des problèmes de génétique sédimentaire des sites lacustres ou des régions à löss (par exemple: remaniement des sédiments dans les zone littorales).   |
| Analyse technologique                               | L'analyse technologique complète les recherches typologiques sur des objets utilitaires en bois et permet de se faire une opinion sur l'état des techniques artisanales.   |
| Analyse de la végétation                            | Si nécessaire, nous ferons nous-même la description de la végétation actuelle.   |
| Lieu de travail                                     | Suivant les problèmes que nous rencontrons, nous examinons le matériel sur le terrain même de la découverte, au musée ou, plus généralement, dans notre laboratoire.   |

#### Prélèvement et traitement du matériel

Suivant le but des recherches, le matériel peut être livré sous forme de série stratigraphique, d'échantillons prélevés dans différentes strates ou d'échantillons isolés.

voir tableau No 2

Les commentaires ci-dessous correspondent aux lettres du dessin.

- 1 Echantillons de sédiments d'une série stratigraphique entière ("carotte"): dans la plupart des cas, nous prélevons les échantillons nous-mêmes, si possible en collaboration avec des sédimentologues ou des palynologues. Les sédiments pauvres en pierres peuvent être prélevés compact du profil, à l'aide d'un récipient en acier inoxydable. Pour ce faire, il faut appliquer le récipient en métal dans le profil et le retirer en appliquant une pelle à l'extrémité, ceci après avoir décrit ou photographier le matériel. Ce dernier est ensuite emballé dans une feuille de plastique, en évitant une trop grande circulation d'air.
- 2 Extraction d'échantillons déterminés: la personne chargée de la fouille emballera les échantillons de matériaux organiques dans un sac en plastique (tels agglomérats de branches, débris de bois, charbons, feuilles, restes de fruits, graines, contenus de pats, restes de ficelle ou de tissage).
- 3 Echantillons de bois in situ, travaillés ou de constructions.
- 4 Bois in situ, non travaillé, bâtons, rondins, bois flottés.
- 5 Bois érigés, pieux, bois de construction.
- 6 Artefacts de bois: dans ce cas, il est souhaitable que le bois soit déterminé avant sa conservation. En effet, les moyens utilisés pour celle-ci peuvent cacher la structure anatomique de façon plus ou moins importante.

### Matériel provenant de grottes et de sédiments à ciel ouvert

On n'y retrouve souvent que des charbons de bois. Ceux-ci sont extraits directement de la couche ou après décantation. Il faut de plus faire attention à la provenance des échantillons: trous de pilotis, foyers ou sédiments sans significations fonctionnelles connues.

### Quantité

La quantité à prélever dépend du but du travail et des matériaux présents dans les sédiments. Ainsi, pour un sédiment riche, 100 à 200 grammes de matériel suffisent; pour des couches plus pauvres, plusieurs litres sont souvent nécessaires.

Dans le cas de sédiments pauvres en bois (par exemple: matériaux paléolithiques trouvés dans des abris), c'est le plus grand nombre possible de morceaux qu'il faut récolter. Des fragments même minuscules (1 x 1 mm!) peuvent fournir des renseignements précieux sur l'histoire de la végétation.

### Désignation du matériel

Il est important que les étiquettes soient résistantes à l'eau et les annotations indélébiles! Nous conseillons des étiquettes volantes en PVC, à surface mate, telles celles utilisées par les horticulteurs; les inscriptions peuvent y être faites au crayon ou au stylo-feutre. Chaque échantillon doit d'ailleurs être pourvu des renseignements généraux, afin de faciliter les travaux de recherche. Dans ce but, des formulaires spéciales sont mises à disposition dans notre laboratoire.

### Empaquetage et entreposage

Afin d'éviter une trop grande perte de temps, les bois non carbonisés de même que les autres macrorestes végétaux ne doivent être analysés qu'à l'état humide. Le dessèchement entraîne le rétrécissement, voire la destruction du matériel et gêne beaucoup la détermination. En conséquence, ils doivent être emballés le plus rapidement possible dans des sacs en plastique, en prenant garde à conserver l'humidité. L'entreposage à basse température (dans l'armoire frigorifique) empêche l'infection par des agents fongiques. Si le matériel doit être conservé plus longuement, on l'entreprendra alors avec un fongicide (cristaux de thymol ou de phénol), à condition qu'il ne soit plus soumis par la suite à l'analyse au 14C.

Les bois carbonisés sont traités à l'état sec; après les avoir sortis des couches, on les laisse sécher lentement. Attention! Une fois ramassé, le matériel ne doit plus être soumis à des actions mécaniques!

### Autres possibilités d'utilisation du matériel

|   |  |
|---|--|
| Datation au 14C                             | Puisque les bois ne sont pas souillés par des substances organiques, ils peuvent toujours être utilisés pour la datation de l'âge au 14C.  |
| Dendrochronologie<br>Densitométrie          | L'espèce des bois et éventuellement l'état de conservation dans lequel ils se trouvent seront déterminés avant les travaux dendrochronologiques.   |
| Traitement archéologique<br>et conservation | Le prélèvement d'échantillons sur du matériel de grande valeur (pour en déterminer l'espèce) se limite à une coupe de 1 - 3 mm <sup>2</sup> et de 1/10 mm d'épaisseur environ. Les artefacts pourront être soumis ensuite à la conservation. |

### Radiodensitometrie (Strahlen-Dichtemessung) englisch: X-ray densitometry (Röntgenstrahlen-Dichtemessung)

von F.H. Schweingruber, Eidgen. Anstalt für das forstliche Versuchswesen, 8903 Birmensdorf

Die Methode ist ein Teilgebiet der Dendrochronologie. Sie unterscheidet sich von der klassischen Methode dadurch, dass der Jahrring in verschiedene Teilgrößen aufgelöst wird.

#### 1. Die Methode

Der ganze Arbeitsgang ist technisch anspruchsvoll. Folgende Vorgänge sind wichtig:

- Probenentnahme: Wie in der klassischen Dendrochronologie rezente Hölzer mit Zuwachsbohrern  
verbaute Hölzer mit speziell konstruierten Hohlbohrern  
fossile und historische Hölzer: Absägen von Stammscheiben
- Probenvorbereitung: Mit einer Doppelkreissäge werden Bohrkerne längs aufgesägt, sodass 1 mm dünne Querschnitte der Jahrringabfolgen entstehen.  
Harze und andere Inhaltsstoffe werden durch Kochen im Alkohol oder Wasser herausgelöst.
- Röntgen: Nun gelangen die Holzproben direkt auf einen medizinischen Röntgenfilm. Nach einer ungefähr 90 minütigen Bestrahlungszeit ist die Holzstruktur auf dem Film festgehalten. Die Entwicklung erfolgt in einem Einwicklungsautomaten für Röntgenfilme.

-Densitometrie: Mit einem Densitometer wird nun die Lichtdurchlässigkeit des Films auf bestimmten Holzflächen gemessen.

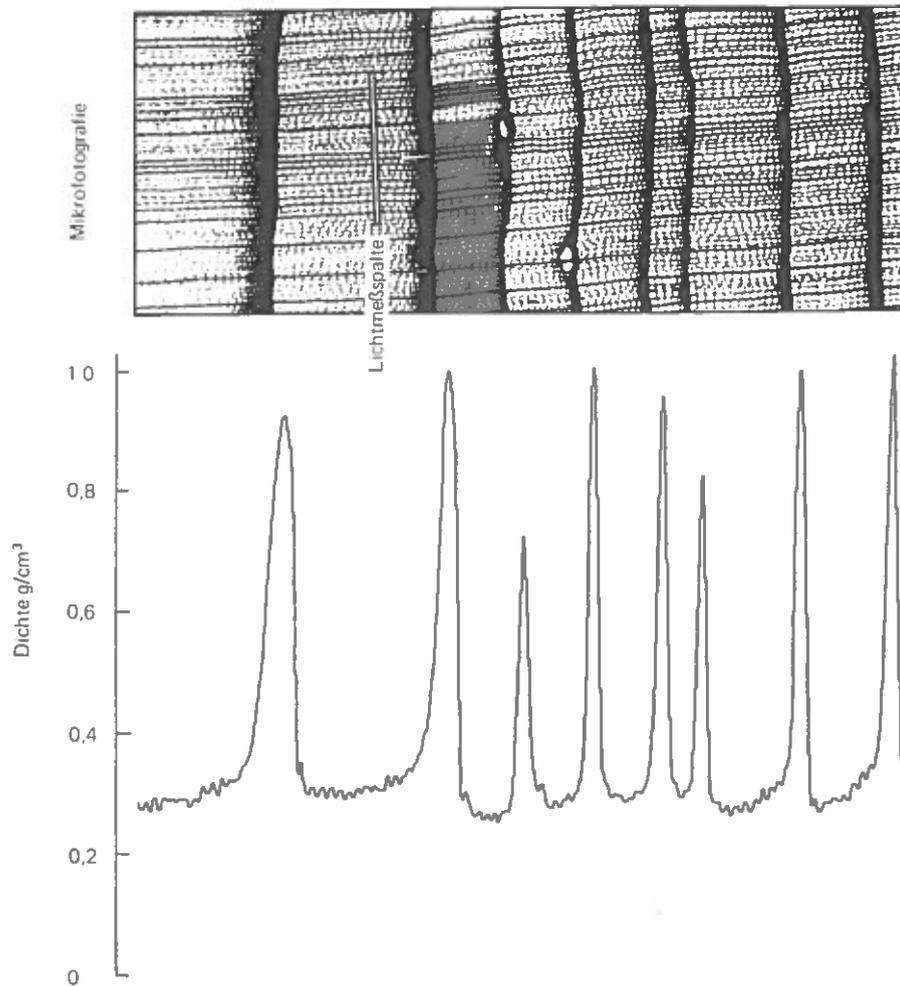


Abb./Tab. No 1: Ausschnitt Lärchen-Wickler-Anatomie  
Modification anatomique du bois, due à la Tordeuze du mélèze (détail)

Dadurch erhalten wir eine Lichtdurchlässigkeitskurve, die auf optisch-statischem Wege in eine Holzdichtekurve umgewandelt wird (s. Abb. 2 nächste Seite). Automatisch wird nun der Jahrring in die in der Abb. 2 angegebenen Teilgrößen aufgelöst.  
In der Praxis wird der maximalen Dichte besondere Aufmerksamkeit geschenkt.

-Synchronisation, Datierung: Prinzipiell ist dieser Arbeitsschritt gleich wie in der klassischen Dendrochronologie. Hier stehen jedoch von jedem Jahrring mehrere Parameter zur Verfügung. Die Sicherheit der Datierung erhöht sich damit.

## 2. Das Material

Aus technischen Gründen eignet sich vorwiegend Nadelholz zur Datierung. Nur gut erhaltenes Holz, also solches das sich von rezentem nicht wesentlich unterscheidet ist geeignet. Erwünscht sind Stücke mit mehr als 50 Jahrringen. Nicht datierbar sind aufgeweichte Hölzer aus Feuchtbodensiedlungen.

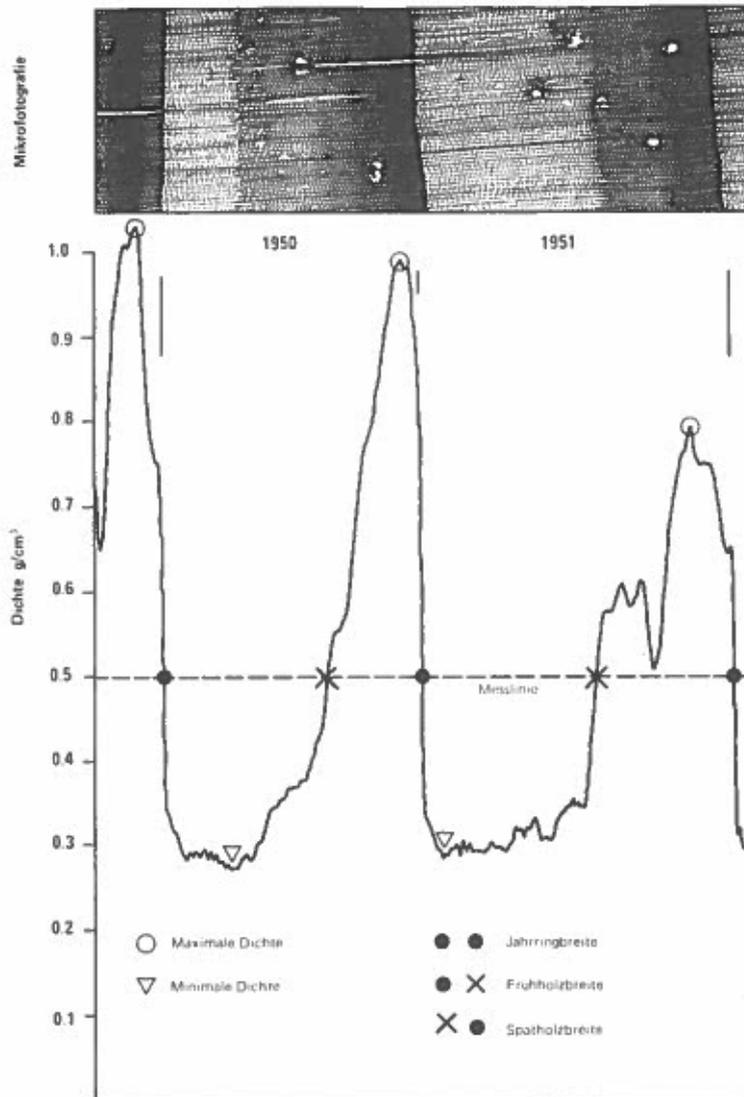


Abb./Tab. No 2: Densitogramm  
Densitogramme

### 3. Der Anwendungsbereich

#### geographisch

beste Resultate liefert Material aus

- hohen Lagen der Alpen (über 1000 m) bei feucht-kaltem Sommerklima
- tief gelegenen Lagen, z.B. des Wallis bei warm-trockenem Sommerklima

Datierungen sind möglich an Material aus mittleren Lagen, z.B. des schweizerischen Mittellandes. Es fehlen jedoch noch viele wissenschaftliche Grundlagen.

#### zeitlich

Aus hohen Lagen der Alpen sind Chronologien über Jahrtausende im Aufbau. Absolute, aufs Jahr genaue Datierungen sind möglich ab dem 14. Jahrhundert.

#### botanisch

Alle Nadelholzarten lassen sich mit der maximalen Dichte miteinander synchronisieren. Lärchenholz ab Römerzeit eignet sich meistens schlecht, da der Lärchenwickler - eine Schmetterlingsraupe die die Nadeln alle 7 - 8 Jahre abfrisst - die Jahrringbilder verfälscht.

materiell

Folgende Objektgruppen wurden bisher datiert:

Hölzer aus Moränen und Mooren der Alpen

Balken aus Gebäuden, Schindeln, Möbel, Gemäldetafeln, Geigen.

Die Methode liefert vorwiegende klimatologische Erkenntnisse; im jetzigen Forschungsprogramm geht es um die Rekonstruktion der Sommertemperaturen der letzten 8000 Jahre. Datierungen erfolgen beiläufig.

finanziell, strukturell

Da die zur Verfügung stehenden Mittel hauptsächlich für dendro-klimatologische Forschungen eingesetzt werden müssen, können Datierungsaufträge nur in sehr beschränkter Masse und gegen Entgelt angenommen werden.

#### 4. Literatur

Lenz, O. Schür, E., Schweingruber F.H. 1976: Methodische Probleme der radiographisch-densitometrischen Bestimmung der Dichte und der Jahrringbreiten von Holz. *Holzforschung* 30, 114 - 123.

Schweingruber, F.H., Bräker O.U., Schür, E. 1979: Dendroclimatic studies on conifers from central Europe and Great Britain. *Boreas* 8, 427 - 452.

Schweingruber, F.H., Ruoff U. 1979: Stand und Anwendung der Dendrochronologie in der Schweiz. *Zeitschrift für Schweizerische Archäologie und Kunstgeschichte* 36, 69 - 90.

#### Radiodensitométrie

F.H. Schweingruber

Traduction O. Lenz

(Mesure de la densité à l'aide de radiations électromagnétiques)  
(Mesure de la densité à l'aide des rayons X)

La méthode se rattache à la dendrochronologie. Elle se distingue de la méthode classique par le fait qu'elle décompose le cerne en plusieurs parties distinctes.

##### 1. La méthode

La méthode est très exigeante du point de vue technique. Les opérations suivantes sont particulièrement importantes:

##### -Prélèvement des échantillons

Comme dans la dendrochronologie classique, c'est-à-dire pour  
les bois récents, à l'aide de la tarière de sondage  
les bois de construction, à l'aide d'une tarière spéciale  
les bois fossiles et historiques, débitage à la scie de rondelles de tronc.

##### -Préparation des échantillons

Les échantillons de sondage sont façonnés dans leur sens longitudinal au moyen d'une scie à deux lames parallèles, de manière à fournir une coupe transversale de 1 mm d'épaisseur des séquences de cernes. Les résines et autres contenus cellulaires sont extraits avec de l'alcool ou à l'eau bouillante.

##### -Exposition aux rayons X

Les échantillons sont directement placés sur le film radiographique médical. Après 90 minutes environ d'irradiation aux rayons X la structure du bois est fixée sur le film. Le développement a lieu dans un automate pour films radiographiques.

##### -Densitométrie

A l'aide d'un microdensitomètre, on analyse la densité optique de l'image radiographique du bois. (Fig. 1). On obtient ainsi un profil (ou courbe) densitométrique, qui grâce à l'établissement préalable de la linéarité du noircissement et son étalonnage, correspond à la courbe de densité du bois (Fig. 2). Le cerne est automatiquement décomposé en plusieurs éléments (voir fig. 2). Dans la pratique, la densité maximale du cerne joue un rôle important.

##### -Synchronisation, datation

En principe, cette phase de travail est identique à celle de la méthode classique. Mais plusieurs paramètres sont à disposition, ce qui renforce la fiabilité de la datation.

## 2. Le matériel

Pour raison technique, le bois des conifères se prête mieux pour la datation. Le bois doit être bien conservé, il doit avoir la consistance des bois récents. Des échantillons avec plus de 50 cernes sont souhaitables. Les bois ramollis des stations palustres et littorales ne sont pas utilisables pour la datation.

## 3. Les critères d'utilisation

du point de vue géographique:

Les meilleurs résultats sont fournis par le matériel

- des régions élevées des Alpes (au-dessus de 1000 n),  
au climat estival humide et froid
- des régions basses, par exemple la vallée du Rhône dans le Valais,  
au climat estival chaud et sec

Des datations sont possibles avec du matériel provenant de régions de moyenne altitude, par exemple le Plateau suisse. Mais il manque encore beaucoup de données scientifiques.

du point de vue chronologique:

On est en train d'établir des chronologies s'étendant sur plusieurs milliers d'années avec du matériel d'origine subalpine. Une datation absolue est possible à partir du 14<sup>e</sup> siècle.

du point de vue botanique (essences):

Toutes les essences résineuses peuvent être synchronisées entre elles au moyen de la densité maximale. Le bois du Mélèze se prête en général mal, parce que la structure du cerne est modifiée dans les années de pullulation de la Pyrale grise. Depuis de l'Époque romaine, les chenilles de ce papillon dévorent les aiguilles du Mélèze tous les 7 à 8 ans.

du point de vue de l'origine du matériel:

On a pu jusqu'à ce jour faire des datations avec le matériel suivant:

- des bois provenant de moraines et de tourbières alpines
- des bois utilisés sous forme de charpentes et madriers, de tavillons, de meubles,  
de tableaux et de violons.

La méthode livre surtout des informations climatologiques, le programme de recherche prévoit la reconstitution des températures estivales des dernières 8000 années. Les datations sont faites à titre secondaire.

du point de vue financier et de l'infrastructure:

Les crédits à disposition étant réservés principalement à des recherches dendroclimatologiques, des datations sur commande ne peuvent être acceptées que dans une mesure très réduite et contre paiement.

Notizen aus Griechenland

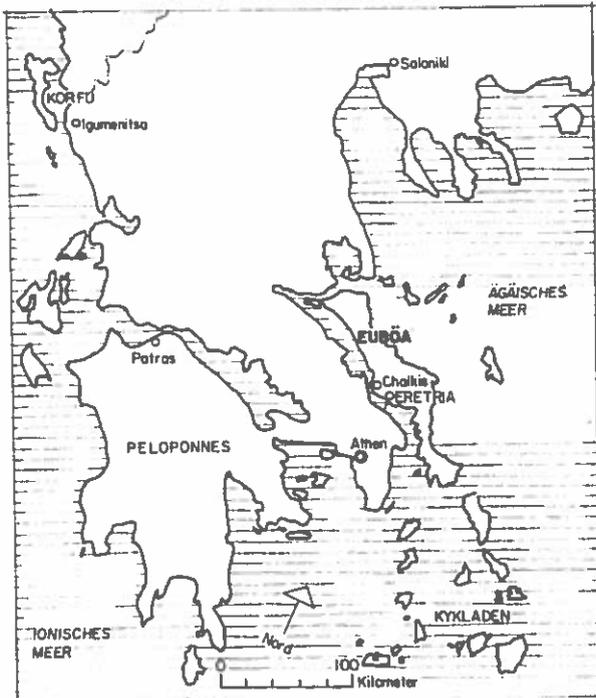
Kurt Bünteli

Die Schweizerischen Ausgrabungen des antiken Eretria auf der Insel Euböa (Evia)

Anfang Januar 1979 liegt ein Brief im Briefkasten enthaltend ein Stelleninserat für einen Zeichner nach Griechenland. Gleichzeitig geht meine Bewerbung nach Rom zum Direktor des Schweizer Instituts 1) welcher gleichzeitig Direktor der Schweizerischen Archäologischen Schule in Griechenland ist. 2) Ein Treffen in Zürich regelt die Formalitäten; ein 4-monatiges Engagement als Zeichner/Ausgrabungstechniker. Ein definitiver Bescheid löst jedoch auf sich warten: so schreibe ich das ganze ab ....

Anfang April kommt ein Anruf aus Rom, ich werde am 8. April in Eretria erwartet! Völlige Ueberraschung; nach dem Fällen einiger Blitzentscheide ist alles geregelt. Das Abenteuer Eretria kann beginnen. Mein R4 bringt mich (oder ich ihn?) sicher nach Ancona, wo er im Bauche eines riesigen Fährschiffes verstaut wird, um 36 Std. später in Patras den sehnsüchtig erwarteten griechischen Boden unter die Räder zu nehmen.....

Eretria, meine neue "Heimat", keiner der wohlbekannten Namen aus den Ferienprospekten; trotzdem ein Ort mit über 5000jähriger Geschichte, welche sich im Herzen der zweitgrössten Insel des griechischen Archipels, Euböa, abgespielt haben: Eine noch weitgehend unbekante, Helladische Vorgängersiedlung aus dem 3. Jahrtausend vor Christus; dann Neugründung in der Geometrischen Zeit wohl zu Beginn des 8. Jh. v. Chr.; erreichte die Blüte in archaischer Zeit, 490 v. Chr. von den Persern zerstört. Mit der klassischen Periode zu neuer Blüte gelangend bevor es nach zweimaliger Zerstörung durch die Römer im 2. und 1. Jh. v. Chr. endgültig aus dem Geschichtsbild verschwindet .....



Der erste Eindruck eher ernüchternd (hier soll ich 4 Monate leben)?!; am Hafen einige Tavernen, zweistöckige, weissgetünchte Bauten, aus Gründen der Erdbebensicherheit aus einem mit Backsteinen ausgemauerten Betonskelett bestehend. Dahinter das Dorf, eine relativ lose Ansiedlung, jedoch unverkennbar geplant, basierend auf dem Stadtplan von Kleanthes und Schaubert aus dem Jahre 1834. 3) Die Malaria mit ihren Brutstätten im sumpfigen Gebiet im Osten des Stadtgebietes verhinderte die Besiedlung weitgehend. Eretria blieb ein Bauerndorf. Der Sieg über die Malaria mittels DDT und die Touristische Entwicklung in den Sechziger Jahren brachten einen starken Aufschwung. Die Bedürfnisse haben sich jedoch gegenüber dem 150jährigen Stadtplan stark verändert. So ist die Agora (Hauptplatz) eine karge Wiese mit einigen weidenden Ziegen, die breite, Platanengesäumte Hauptstrasse eine Nebenstrasse; das Zentrum liegt am Hafen und der Durchgangsverkehr zwingt sich durch eine schmale Nebenstrasse ....

Die Strassen sind kaum belebt; da eine schwarzgekleidete, alte Frau vor ihrem Hause sitzend auf einem der typischen, mit Geflecht versehenen Holzstühle, ein Velofahrer, den Strohhut tief im Gesicht vorbeifahrend; ein durstiger Esel schreift. Das bald gefundene Grabungshaus lädt hingegen zum verweilen ein. Ein einstöckiges, klassizistisches Gebäude, der Wohnsitz eines Admirals der griechischen Flotte im vergangenen Jahrhundert; ein neuer Annex mit Laubengang, Schlafräume und Büro enthaltend;

ein blühender Garten der sogar ein Stück Rasen aufweist, hier eine Seltenheit! Freundlicher Empfang durch Frau Metzger, eine Schweizer Archäologin, seit 15 Jahren, von Beginn an der Schweizer Mission, in Eretria lebend. Mit den anwesenden Studenten und einigen Griechen gibts ein gemeinsames Nachtessen - der genügend genossene Retsina (geharzter Wein) hilft Sprachbarrieren überwinden und gibt eine seelige Ruhe für die erste Nacht .....

Das Dorf wird eingehend besichtigt, in den noch ungeteerten Strassen tritt Überall antikes Mauerwerk an die Oberfläche. Viele der noch unbebauten Grundstücke weisen offene Ausgrabungen auf; die Befunde versinken im Laufe der Jahre im Wasser und im Abfall. Die Geschichte behindert das Leben. Einige Leute erreichen ihr Haus nur über schmale Stege, welche zwischen den einzelnen Grabungsfeldern belassen wurden. Teilweise stehen Häuser auf Stelzen über den Ausgrabungen der rigorosen griechischen Vorschriften wegen. Somit wurden die Befunde durch den Bau nicht zerstört, der sich ansammelnde Abfall und das Regenwasser zeigen aber auch hier ihre Wirkung. Wenige grössere Flächen, Hauptmonumente des antiken Eretria aufweisend, sind als archäologische Zonen ausgeschieden und werden mehr oder weniger gepflegt. Das heutige Dorf liegt grösstenteils innerhalb der antiken Stadtmauern, welche auch einen Teil der 120m hohen Akropolis (Hochstadt) einschliesst. Von diesem erhabenen, beschaulichen Platze aus lässt sich das ganze Dorf überblicken: Das Amphitheater und einige antike Herrschaftsgebäude am westlichen Fusse der Akropolis, die Fundamente des Apollon Tempels von neuzeitlichen Häusern umgeben, die östliche Stadtmauer von Eukalyptus-Bäumen gesäumt, welche sich gegen den Hafen hinunterziehen. Dort ein reges Treiben der Fährschiffe, welche Eretria mit dem attischen Festland verbinden .....

Am Ende der Theaterstrasse, eine der geplanten Hauptachsen und jetziger Nebenstrasse, liegt das Museum. Ein länglicher flacher Bau gegen Westen leicht abgewinkelt. Dieser mit einer Säulenhalle versehene Teil, den Griechen als Magazin dienend, der östliche Teil mit dem vorgelagerten Museumsraum die schweizerischen Grabungsfunde und Arbeitsräume beherbergend. Das eingezäunte Museumsgelände zeigt ebenfalls offene Ausgrabungsbefunde. Dem Zaun entlang sind mehr als hundert Grabstelen postiert, in der Wiese ein einsamer Steinsarkophag. Das Arbeiten im Museum ist nur möglich, wenn es geöffnet ist und die Museumswärter anwesend sind. Aus Sicherheitsgründen geht das ausgegrabene Material von der Grabung direkt ins Museum. Restaurieren, fotografieren, zeichnen und bearbeiten kann somit nur während den 5 1/2 Stunden, die das Museum geöffnet ist, erfolgen. Es ist schwül; das Zeichenpapier klebt an den Händen, manchmal raschelt eine kleine Schlange durch die teilweise verstaubte Keramik vergangener Jahrtausende, draussen jaht ein einsamer schwarzer Esel, Grillen zirpen .....

Dorfhochzeit: Die Tochter unserer Putzfrau will den Bund fürs Leben schliessen. Das Brautpaar ist schon eine halbe Stunde verspätet. Die beiden Popen sitzen unter einem schattenspendenden Baum bei der Kirche. Eine alte Frau mit einem blaugelben Kopftuch mault. Endlich trifft der Bräutigam im weissen Kittel ein. Wenig später, von einer Polizeisirene begleitet auch die Braut. Begrüssungskuss unter der Kirchenpforte. Die ganze Hochzeitgesellschaft stellt sich im Oval vor der Ikonengeschmückten und reichverzierten Schranke auf, das Brautpaar einkreisend. Die Zeremonie beginnt mit dem Wechselgesang der beiden Popen. Rundherum "Geldauf", "Geschnatter" der Leute, Kinderweinen. Ringübergabe, Küssen des heiligen Buches.

Dem Paar werden Blumenkränze auf die Häupter gesetzt, dann trinken sie etwas Wein, danach wird eine Speise aus Honig und Mandeln verzehrt. Plötzlich dreht sich das Paar im Kreise, von den Gästen regelrecht mit Reiskörnern bombardiert. Händeschütteln und Gratulationen; Ende der Zeremonie. Während das glückliche Paar mit heulender Polizeisirene davonbraust, Verteilen von Süßigkeiten am Ausgang der Kirche .....

Anfang Juli beginnen wir mit zwei kleineren Ausgrabungen; Eine flächenmässige Untersuchung von geometrischen Wohnhäusern aus dem 8. Jh. v. Chr. im Hafengebiet und einen Schnitt durch eine Strasse der archaischen Zeit am Rande der Agora. Meine Griechischkenntnisse sind kaum gediehen; zum Glück dolmetscht Frau Metzger 2 - 3 mal täglich, den Rest muss ich mit Gestikulieren und etwas Französisch bewältigen, von dem der 20jährige Nikolaos, der zusammen mit dem gegen 60jährigen von harter Landarbeit gezeichneten, aber stets zu Spässen aufgelegten zweiten Nikolaos, die "Hafengrabung" ausführt. Die "Agoragrabung" wird von zwei Johannes bestritten; beide ebenfalls um die 60. Eines Abends zeigt die Durchsicht des Aushubmaterials der beiden Johannes, dass die schönsten Fundstücke im Aushub liegen! Deprimierend. Die Aussprache am nächsten Tag zeitigt Wirkung, sie geben sich grösste Mühe auch das kleinste Scherbenfragment aufzugeben .....

Arbeitsbeginn ist jeweils um 6 Uhr. Meist steigt das Thermometer gegen Mittag auf 40 Grad und weit und breit kein schattenspendender Baum auf dem Grabungsgelände. Zum Glück können wir nach Arbeitsschluss um halb zwei ins Meer springen; eine wahre Wohltat ....

Nach der Reinigung eines Profils will ich den Aushub in eine Karrette schaufeln. Die Arbeiter sind dagegen. Der Archäologe macht sich die Hände nicht schmutzig, dies hat's in den vergangenen Jahren nie gegeben. Einiges Erklären ist nötig, dann darf ich den Aushub selbst entfernen. Die Tätigkeit wird von ungläubigem Staunen begleitet! In der Zwischenzeit sind in den zwei 4 auf 4 Meter messenden Grabungsfeldern mehrere Teilgrundrisse von geometrischen Häusern zu Tage getreten; unter den Mauern oder daneben finden sich vereinzelt Graburnen, welche Kleinkinderskelette enthalten. Leider weisen sie keine Beigaben auf ....

Inselentdeckung am Sonntag. Fahrtrichtung Südost. Amartyos, Aliveri - bekannte Orte. Wegkreuzung Richtung Kimi oder Karistos. Zweite Richtung eingeschlagen. Kleiner Pass, auf der anderen Seite die Ebene von Distos, ein ehemaliger See, jetzt noch zu einem Drittel Sumpfgebiet - ein riesiges Biotop, die andere Fläche kultiviert, sehr fruchtbar. Aus der Mitte der Ebene ein fast spitzer Berg aufragend. Weg von der Hauptstrasse, ein Feldweg bringt uns durch Kornfelder zum Fusse des Berges. Kleiner Fusspfad führt zu ein paar Hütten. Langsames Erklimmen des steilen Berges. Kein Weg. Gebüsch fast zum Dschungel verwachsen. Da eine Schlange unter einem Stein verschwindend, dort ein paar Libellen elegant sich durch die Luft bewegend, Grillengezirpe. Langsam gewinne ich an Höhe, die Landschaft bietet sich dar wie aus der Vogelschau. Die Reste einer antiken Stadtmauer tauchen auf, ein paar verfallene Häuser - stumme Zeugen einer vergangenen 2500jährigen Geschichte. Auf der Bergkuppe ein fränkischer Turm tronend. Zur Hälfte Ruine, aus antiken Ziegeln und Steinen zusammengefügt. Eine atemberaubende Aussicht, Lohn der Anstrengung. Die eine Steite von in voller Reife stehenden Kornfeldern bedeckt, die andere im satten Schilfgrün mit einigen offenen Wasserflächen. Der See von Distos. Millionen von Vogelstimmen ertönen aus dem Sumpf. In den Kornfeldern arbeiten die Bauern mit Eseln und Maultieren, kaum Maschinen. Man könnte stundenlang an diesem Platz verweilen. Abstieg in der Falllinie. Von Felsen zu Felsen springend, von Dornen zerkratzt. Farbige Heuschrecke auf Felsplatte sich sonnend. Rote Blumenkelche an langen, schlanken Stengeln, wohl Fingerhut. Einsame Frau auf Esel reitend, ein Schimmel und ein paar Schafe ihr Gefolge ....

Grosse Entdeckung; im anstehenden Sand zeigen sich feine Verfärbungen von Pfostenlöchern, die ersten Teile von Holzbauten in Eretria können nach 15jähriger Grabungstätigkeit der Schweizer nachgewiesen werden. Pause um 10 Uhr. Die Arbeiter haben USO, Muscheln, Tomaten und Fetta (Schafskäse) mitgebracht. Ein herrlicher Schmaus unter ein paar schattigen Bäumen. Nikos der Aeltere erzählt vom Krieg, als er in Albanien kämpfte. Er demonstrierte das Werfen von Handgranaten, das Erschiessen von Leuten. Solche Lebenserinnerungen sind nicht mehr auszulöschen ....

Besuch auf den griechischen Grabungsflächen; Die Grabungsleiterin Amalia, Mitarbeiterin der liebenswerten und stets hilfreichen Inselarchäologin Frau Tulupa, auf einem Stuhl unter einem Baum sitzend. Strohhut mit Blumen über einen grossen Sonnenbrille, ein rotes Kleid und hohe Schuhe. Unter einem weiteren Baum der Grundstückbesitzer mit seiner Familie, der sich wohl hier ein Haus bauen will; neben der Grabungsfläche der Vorarbeiter stehend und endlich zwei Arbeiter die schaufeln, und zwei die Karretten fahren. Das Grabungsprinzip besteht im Freilegen von Mauern. Dies meist nicht tiefer als einen Meter. Durch die Gräben entlang der Mauern wird der ganze stratigraphische Zusammenhang zwischen Schichten und Mauerwerk zerstört. Eine Grabung dauert selten länger als ein paar Tage, die Geldmittel sind im Verhältnis zu den anfallenden Notgrabungen völlig ungenügend, dementsprechend auch die Grabungsbefunde. Danach wird entschieden ob das Grundstück überbaut werden darf. Da der Schweizerische Nationalfonds, welcher diese Archäologische Schule finanziert keine Notgrabungen unterstützt, werden die schweizerischen Grabungsflächen nach den jeweiligen wissenschaftlichen Interessen der verschiedenen Professoren ausgewählt, das heisst, meistens ausserhalb der Bauzone! Dies vergrössert die neuzeitliche Zerstörung des antiken Eretria ....

Morgens bringt mir der alte Johannes Gebäck, von seiner Frau gemacht. Vorgestern brachte der junge Nikos Muscheln; am arbeitsfreien Nachmittag mit den Füssen im knietiefen Meerwasser gesammelt! Wirklich herrlich, als Ausländer in so einem Land zu leben, eine solche Gastfreundschaft und tiefe Zuneigung erleben zu dürfen. Wenn man da an das Leben der Gastarbeiter in der Schweiz denkt .... !

Die Ausgrabungen sind beendet, ich werde noch etwas Ferien machen, einen Besuch der Mönchsrepublik am heiligen Berg Athos. Es fällt mir schwer, Eretria zu verlassen - ich habe das Dorf und seine Bewohner ins Herz geschlossen. "Meine Arbeiter", inzwischen auf einer neuen Grabung beschäftigt, und ich, liegen uns in den Armen, küssen uns, Tränen in den Augen. Ein letztes Gruppenbild mit ernster Mine, den Pickel oder die Schaufel in den Händen haltend. -



Frau Tulupa und Frau Metzger; Ihnen allen herzlichen Dank für diesen einmaligen Lebensabschnitt.

- 1) Das Schweizer Institut in Rom beruht auf einem Legat eines Tessiner Zuckerbarons, der seine Villa in Rom der Eidgenossenschaft vermachte um Studenten, Künstlern, Wissenschaftlern eine Möglichkeit zu bieten, in Rom zu arbeiten.
- 2) Als Schweizer Mission in Eretria 1964 gegründet, vom Nationalfonds finanziert um den Professoren und Studenten der Klassischen Archäologie die Möglichkeit zu geben Ausgrabungen zu betreiben.
- 3) Mit der Proklamation des griechischen Königreichs 1830 wollte man die grossen antiken Städte wieder auferstehen lassen. Kleanthes und Schaubert erhielten den Planungsauftrag neben Eretria auch für Athen, Theben, Korinth, u.a.

#### Résumé

#### notice sur la Grèce

Grâce à une annonce pour une place de dessinateur en Grèce, K. Bünteli vient de passer 4 mois à Erétrie, sur l'île d'Eubée (voir carte).

Dans l'article ci-dessus, il décrit avant tout ses impressions sur le site, planifié en 1834 en partie sur le modèle antique et qui ne resta malgré tout qu'un petit village. De son passé, on connaît un premier habitat helladique au 3e millénaire avant J.-C., puis un nouvel établissement à l'époque géométrique, vers 800 av. J.-C., à l'apogée de l'époque archaïque. Après sa destruction par les Perses en 490 avant J.C., Erétrie connut un dernier essor à l'époque classique avant d'être définitivement écartée de la scène historique par les romains aux 2e et 1er siècles avant J.-C.