

# GRABUNGSTECHNIK



TECHNIQUE DES FOUILLES

Vereinigung des Archäologisch-Technischen Grabungspersonals  
V A T G / A S T F A  
Association Suisse des Techniciens des Fouilles Archéologiques

---

Heft / Journal No. 15

Januar 1986

Redaktion (neue Adresse)  
-----

Armin Mathis  
Zollhausweg 39

5430 Wettingen

Mitarbeiter / Collaborateur

Deutsche Schweiz:

Kurt Diggelmann  
Wasbergstrasse 26

8127 Forch

Suisse Romande:

Michel Pignolet  
6, Rue de la Grenette

1920 Martigny

Präsident

Peter Riethmann  
Am Glattbogen 104

8050 Zürich

Titelbild

Freilegung und Bergung  
eines vermoderten Holzes  
in Biberist (s. Beitrag  
von C. Schucany)

Erscheint 3 mal jährlich / parait 3 fois l'an

Einzelnummer Fr. 5.--, Jahresabonnement Fr. 12.--, für Mitglieder ist der Abonnementspreis im Jahresbeitrag enthalten.

Lieferung der früheren Ausgaben -solange vorrätig- an Mitglieder zu Fr. 4.--, Bestellungen sind an die Redaktion zu richten, Adresse siehe oben. Zahlungen an das Postcheckkonto unserer Vereinigung:

PC 17 - 9893 Fribourg

**Liebe Mitglieder und Abonnenten**

Leider hat es wieder einmal sehr lange gedauert, bis das vorliegende Heft in den Druck gehen konnte. Nebst Anderem liegt die Ursache - vor allem für die letzten drei Monate - beim Redaktor bzw. seinen vielfältigen Verpflichtungen und seinem nicht allzu stark überbordendem Arbeitseifer. Dies soll sich in Zukunft wieder ändern, mit Hilfe des Vorstandes soll dafür gesorgt werden, dass Beiträge in genügender Anzahl hereinkommen und die Redaktions-schlussstermine eingehalten werden können. Leider sind wir mit den französischen Uebersetzungen stark im Rückstand, ich hoffe aber, dass wir dies bald aufholen können.

Die vorliegende Nummer wurde erstmals auf dem Textsystem eines Computers getippt, daher war es möglich, sie zweispaltig zu drucken. Reaktionen der Leser, ob dies angenehmer ist, sind der Redaktion willkommen.

Bitte beachten Sie auch die neue Adresse der  
-----  
Redaktion  
-----

Armin Mathis

**Chères membres et abonnés**

Malheureusement, notre nouvelle édition a duré trop longtemps.

A coté d'autres raisons, c'était aussi la faute du rédacteur. En future, ça changera. Avec l'aide du comité, les articles arriveront à l'heure et les délais seront tenus.

Les traductions en français sont en retard. Nous espérons que avec l'aide de notre traducteur nous rattraperons ce retard également.

Cette édition à été tapée sur le "textesystème" d'un computer. Elle est imprimée la première fois en 2 colonnes. Veuillez nous faire savoir quelle mode vous préférez.

Nous vous prions de prendre note de la nouvelle  
-----  
adresse du rédacteur, merci.  
-----

Armin Mathis

**VORANKÜNDIGUNG**

VORAUSSICHTLICH AM 25./26. APRIL 1986 WIRD UNSERE GENERALVERSAMMLUNG IN BERN STATTFINDEN. EINLADUNG UND TRAKTANDENLISTE WERDEN ANFANGS APRIL VERSCHICKT. WIR BITTEN EUCH, DIESEN TERMIN VORZUMERKEN.

DER VORSTAND

**P R E A V I S**

NOTRE ASSEMBLEE GENERALE AURA LIEU LE 25./26. AVRIL 1986 A BERNE. LES INVITATIONS SERONT EXPEDIEES DEBUT AVRIL AUX MEMBRES. NOUS VOUS PRIONS DE BIEN VOULOIR PRENDRE NOTE DE CETTE DATE.

LE COMITE

**Protokoll der Generalversammlung vom 25. Mai 1984 in Brugg**

Anwesende Mitglieder: 39 (absolute Mehr 20)  
Entschuldigte Mitglieder: 7, Rene Buschor, Andi Erzinger, H.R.Courvoisier, Helene Eicher, A. Hofstetter, Irmgard Bauer, Alois Defuns.

- Traktanden:
1. Wahl der Stimmezähler
  2. Protokoll der Generalversammlung in Martigny 1983
  3. Jahresbericht des Präsidenten
  4. Jahresbericht des Kassiers
  5. Revisorenbericht
  6. Entlastung des Vorstandes
  7. Wahl des neuen Vorstandes
  8. Mitgliederbeitrag 1984/85
  9. Diverses

1. Hannes Weiss wird einstimmig gewählt.
2. Das Protokoll der letzten G V wird einstimmig genehmigt. Unter 7.3 hat sich ein Fehler eingeschlichen, indem Michel Pignolet die Uebersetzungen machen wird, nicht Vionnet.
3. Der im VATG Heft Nr. 13 publizierte Jahresbericht des Präsidenten wird einstimmig genehmigt.

**Protocolle de l'Assemblée Générale du 25 mai 1984 à Brugg**

Membres présents: 39 (majorité absolue: 20)  
Membres excusés: 7 René Buschor, Andi Erzinger, H.R.Courvoisier, Helene Eicher, A. Hofstetter, Irmgard Bauer, Alois Defuns

- Ordre du jour:
1. Nomination des scrutateurs
  2. Protocolle de l'AG à Martigny 1983
  3. Rapport annuel du président
  4. Rapport annuel du caissier
  5. Rapport des vérificateurs de comptes
  6. Décharge du comité
  7. Election du nouveau comité
  8. Cotisation 1984/85
  9. Divers

1. Hannes Weiss est élu à l'unanimité.
2. Le Protocolle de la dernière AG est accepté à l'unanimité. Sous ch.7.3., une correction est à apporter: c'est M. Pignolet et non G. Vionnet qui fera les traductions.
3. Le rapport annuell du président, publié dans le cahier 13 de l'ASTFA, est accepté à l'unanimité.

4. Der im VATG Heft Nr. 13 publizierte Kassa-bericht per 24.04.84 wird einstimmig genehmigt.
  5. Kurt Diggelmann und Gian Gaudenz haben die Kasse revidiert und alles in bester Ordnung befunden. Der Bericht wird ebenfalls einstimmig angenommen.
  6. Anfrage Thomas Kohler betreffend Grabungstechnikerprüfung. Der Präsident hat eine Liste mit 10 an der Prüfung interessierten Personen an die Kantonsarchäologen weitergereicht, welche 1985 eine Prüfung durchführen möchten. Wird einstimmig gutgeheissen.
  7. Für die zurückgetretenen Vorstandsmitglieder A. Defuns und F. Bonnet werden G. Gaudenz und E. Kühne vorgeschlagen. Der Präsident, die bisherigen und die beiden neuen Vorstandsmitglieder werden einstimmig gewählt. Als Ersatzrevisor für den ausscheidenden G. Gaudenz wird Toni Hofmann vorgeschlagen und einstimmig gewählt.
  8. P. Riethmann teilt mit, dass der für Sommer geplante Vermessungskurs Fr. 3000.-- kosten wird. Dieser Kurs wie auch der Anthropologiekurs vom letzten Dezember werden durch die Kantonsarchäologen finanziert. In Zukunft ist die Finanzierung von Kursen aber nicht mehr gesichert. Es wird deshalb vorgeschlagen, inskünftig ein Kursgeld von Fr. 40.-- bis 80.-- zu erheben. Allgemeine Diskussion. Vorschlag: Mitgliederbeitrag auf Fr. 35.-- zu erhöhen; Fr. 5.-- sind zweckgebunden für Weiterbildung. Antrag Kohler: Beitrag auf Fr. 40.-- zu erhöhen. Antrag Gaudenz: belassen des Mitgliederbeitrages und Finanzierung der Kurse durch die Kursteilnehmer. Antrag Wyprächtiger / Kohler: Erhöhung des Mitgliederbeitrages von Fr. 30.-- auf 40.--. Fr. 10.-- sind zweckgebunden für Weiterbildung. Die Abstimmung über den letzten Antrag wird mit 31 Stimmen angenommen, 4 sind dagegen und 4 haben sich der Stimme enthalten. Künftig sind die Kurse nicht mehr gratis, der Vorstand beschliesst, jeweils den zu entrichtenden Beitrag.
  9. Diverses:
    - Cathy Schucany und Rolf Schelker sind aus dem VATG ausgetreten.
    - Für 1985 sind ein Kurs zum Thema Fotografie sowie die Durchführung einer Grabungstechnikerprüfung geplant.
    - Der Präsident bittet die Mitglieder, alle Adressänderungen umgehend zu melden.
4. Le rapport annuel du caissier, publié dans le cahier 13 de l'ASTFA, et bouclé au 24.04.84, est accepté à l'unanimité.
5. K. Diggelmann et G. Gaudenz ont vérifié les comptes et les ont trouvés justes. Le rapport est également approuvé.
6. Demande de Th. Kohler concernant l'examen pour technicien de fouilles. Le président a fait parvenir aux Archéologues Cantonaux une liste de 10 personnes désirant se présenter à un examen en 1985. Ceci est approuvé à l'unanimité.
7. G. Gaudenz et E. Kühne sont proposés pour remplacer les 2 membres sortant du comité, A. Defuns et F. Bonnet. Le président, les membres du comité et les deux candidats sont élus à l'unanimité. Un nouveau vérificateur des comptes est trouvé en la personne de Toni Hofmann, qui est élu à l'unanimité.
8. P. Riethmann annonce que le cours d'arpentage prévu pour l'été coutera frs 3000.--. Ce cours et celui d'anthropologie de décembre dernier seront financés par les Archéologues Cantonaux. Le financement des cours n'est à l'avenir cependant plus assuré. Proposition de percevoir une finance d'inscription de frs 40.-- à frs 80.--. Proposition d'élever à frs 35.-- la cotisation, frs 5.-- étant réservés à la formation continue. Demande de Kohler d'élever à frs 40.-- la cotisation. Intervention de Gaudenz de maintenir la cotisation telle quelle, et financement des cours par les participants. Proposition de Wyprächtiger/Kohler de majorer à frs 40.-- la cotisation. Frs 10.-- seront réservés à la formation continue. Résultat du vote au sujets de cette dernière proposition: 31 oui, 4 non, 4 abstentions. Les cours ne sont à l'avenir plus gratuits, le comité déterminera à chaque fois le montant à percevoir.
9. - C. Schucany et R. Schelker ont donné leur démissions de l'ASTFA.  
- Un cours de photographie et la réalisation de l'examen de technicien de fouilles sont prévus pour 1985.  
- Le président prie les membres de bien vouloir faire part de leur changement d'adresse.

Le greffier:  
K. Bätteli

Schaffhouse, janvier 1985

Concernant les examins des techniciens des fouilles

- Avez-vous des problèmes ?
- Ou des questions ?
- Ou des impulsions ?

Adresse de contacte pour les candidates:

Gian Gaudenz  
Archäologischer Dienst des Kantons Graubünden  
Loestrasse 14  
7000 CHUR

Telefon 081 21 33 19 o. priv. 085 9 51 05

Der Aktuar:  
Kurt Bätteli

Schaffhausen, Januar 1985

In Sachen Ausgrabungstechnikerprüfung

- Habt Ihr Probleme ?
- Gibt es Fragen ?
- oder Anregungen ?

Kontaktadresse für Prüfungskandidaten:

**Bergung eines vermoderten Eichenpfostens aus der römischen Villa von Biberist-Spitalhof zur dendrochronologischen Untersuchung.**

Caty Schucany

Während der Kampagne 1983 der Ausgrabung in der römischen Villa von Biberist-Spitalhof auf dem projektierten Trasse der N 5 kamen mehrere stark vermoderte, hölzerne Tragpfosten zum Vorschein, die zu einer Werkstatt mit angebauter Portikus gehören. Die Werkstatt lag in einer 3 Meter tiefen, von einem Bach durchflossenen Rinne. Die Pfosten waren in Gruben gestellt, die 50 cm tief in den lehmigen Kies des anstehenden Bodens, teilweise sogar bis in die darunterliegende Molasse, reichten. In diesem auch heute noch ständig feuchten Milieu konnte sich das vermoderte Holz erhalten.

Einen dieser Pfosten konnten wir mit einer sehr einfachen und billigen Methode, die sich auch für verkohltes Holz eignen würde, festigen und bergen.

Als erstes zeigte sich im Planum eines Profilsteges ein mehr oder weniger rundes Loch, ein 60 cm tiefer Hohlraum, der von Steinen umgeben war, die den Pfosten einst verkeilten. Auf dem Boden des Hohlraumes sahen wir vermoderte Reste eines stehenden Holzes.

Da der Pfosten in einem Profilsteg lag, konnten wir das Holz von einer Seite her ohne Schwierigkeiten freilegen (s. Abbildung). Es zeigte sich ein vierkantiger, 15 cm starker Pfosten, dessen Holzfasern, obwohl stark vermodert, noch deutlich sichtbar waren.

Nachdem Profil und Planum gezeichnet waren, brachen wir für die Holzartenbestimmung ein kleines Stück des Holzes ab und borgen es in einem Plastiksack. Dann legten wir den Pfosten unter ständigem Begiessen mit flüssigem Paraffin rundherum frei (s. Umschlagbild). Als der Pfosten mit Paraffin gefestigt freistand, konnte er problemlos herausgelöst und geborgen werden.



**Kosten**

- Campingkocher	Fr. 30.-
- türkisches Kaffeepfännchen	Fr. 15.-
- 500g Paraffin	Fr. 3.-
- 2 Std. Arbeit	Fr. 30.-
	-----
	Fr. 90.-
	-----

H. Egger vom Laboratoire de Dendrochronologie in Neuchatel konnte das Holz eindeutig bestimmen und datieren. Es handelt sich um einen Eichenpfosten, dessen letzter Jahrring ins Jahr 54 nach Chr. fällt. Leider ist kein Splint erhalten, so dass das Fällungsjahr nicht erschlossen werden kann. Die Eiche kann aber frühestens im Jahr 70 nach Chr. gefällt worden sein.

**Das Geheimnis des Kalkbrennens**

Georg Jenny

Das Kalkbrennen hatte in früheren Zeiten eine grosse Bedeutung, denn der gebrannte Kalkstein war lange das einzige Bindemittel für die Herstellung von Mauermörtel. Die Kalkmilch wurde für das Ueberstreichen von Viehstallwänden und -decken benötigt. Bei Uebersäuerung des Gartenbodens wurde ebenfalls ungelöschter Kalk beigemischt.

Wenn man beim Wandern im Bündnerland auf Steinhäufen und Reste von runden Mauern stösst und dabei Landkarten und Heimatkundeliteratur zu Rate zieht, wird man auf die Flurnamen wie Kalchofa, Chalchofa, Chalchera, Calcera u.a. stossen. Das sind die letzten Zeugen eines der wichtigsten Bauhandwerke, dem Kalkbrennen, welches der Herstellung des vielseitig verwendbaren Kalkes wie Stützkaik, Sumpfkalk, Gerbkalk und Weisskalk diene.

**Geschichtliche Entwicklung des Bindemittels Kalk**

Die Altertumsforscher meinen, dass durch einen Zufall das Handwerk des Kalkbrennens entdeckt und weiter entwickelt wurde. Beim Feuern in offenen Feuerstellen wurde die Reaktion des Gesteins beobachtet. Füge man den ausgeglühten Kalksteinen Wasser bei, ergab sich eine milchige Pappe, welche beim Austrocknen zu einem weissen Stein erhärtete.

Es darf angenommen werden, dass viele alte Kulturvölker - Aegypter, Griechen, Maya und Chinesen - die Kunst der Kalkherstellung und -verwendung beherrschten; verschiedene Kunstdenkmäler beweisen dies. Wahrscheinlich brachten die Römer die Technik der Kalkbrennerei ins Bündnerland. Seither wurde bei jedem Bauvorhaben ein neuer Ofen erstellt und der häufig vorkommende Kalkstein gebrannt.

**Standorte für Kalkbrennöfen**

Verschiedene Gründe waren massgebend für die Standortwahl eines Kalkbrennofens. Das Roh-

material, der Kalkstein, verliert durch den Brand die Hälfte seines Gewichtes, daher wurde er erst nach dem Brand transportiert. Für einen erfolgreichen Brand benötigte es je nach Grösse des Ofens bis zu 35 Klafter gesundes Kernholz. Es war naheliegend, Holz aus der näheren Umgebung zu verwenden. Der mit Kalkstein gebaute Ofen zerfiel nach dem Brand durch Regenwasser. Abgegangene Kalköfen findet man in der Nähe von bewaldeten, meist an alten Wegverbindungen liegenden Kalksteingebieten. Der gebrannte Kalk wurde ungelöscht zum Bauobjekt oder zur Kalkgrube transportiert. Ausnahmsweise - meist bei grösseren Neubauten - wurde der Kalkofen aus hitzebeständigen Steinen aufgemauert. So konnte z.B. bei der Pfarrkirche von Villa/Pleif der Kalkofen des Baues von 1661 in der Nähe des Gebäudes nachgewiesen werden.

Die Bautätigkeit früherer Zeiten in einem Dorf oder in einer Region ist nicht vergleichbar mit der heutigen. Die Realisierung der Bauvorhaben verteilte sich auf mehrere Jahre. Für grössere Bauobjekte wurde der Kalkofen wieder bereitgestellt oder gar neu aufgebaut. Dies geschah, wenn eine Kirche renoviert, ein Schulhaus neu gebaut oder mehrere Wohn- oder Stallbauten aufgebaut werden mussten; also vielleicht alle zwei bis fünf Jahre.

#### Entwicklung der Kalkbrennofentypen

In Graubünden sind heute noch Reste von Kalkbrennöfen aus der Jahrhundertwende sowie der Zeit des 1. und 2. Weltkrieges erhalten. Materialknappheit zwang die Unternehmer, selber Kalk zu brennen. Damals waren die dafür notwendigen Erfahrungen bei den Maurern noch vorhanden. Die Kalkbrennöfen waren einfache Rundöfen, unten mit einer Feuer- und oben mit einer Einfüllöffnung. Der Kalkstein wurde für jeden Brand nach der Wiederherstellung neu eingefüllt. Diesen Kalbrennofentyp hatten schon die Römer in einer ähnlichen Art benutzt. Später wurden Schachtöfen für einen Dauerbrand entwickelt. Das Kalkwerk in Surava besass eine solche Anlage. Da dieser Ofen aber nicht optimal funktionierte, konnten die Vorteile des Schachtofens nicht ausgenutzt werden. Das einzige industriell betriebene Kalkwerk war in Domat/Ems; dieses stellte einen guten Kalk her.

#### Restaurierung des Kalkofens in Valchava

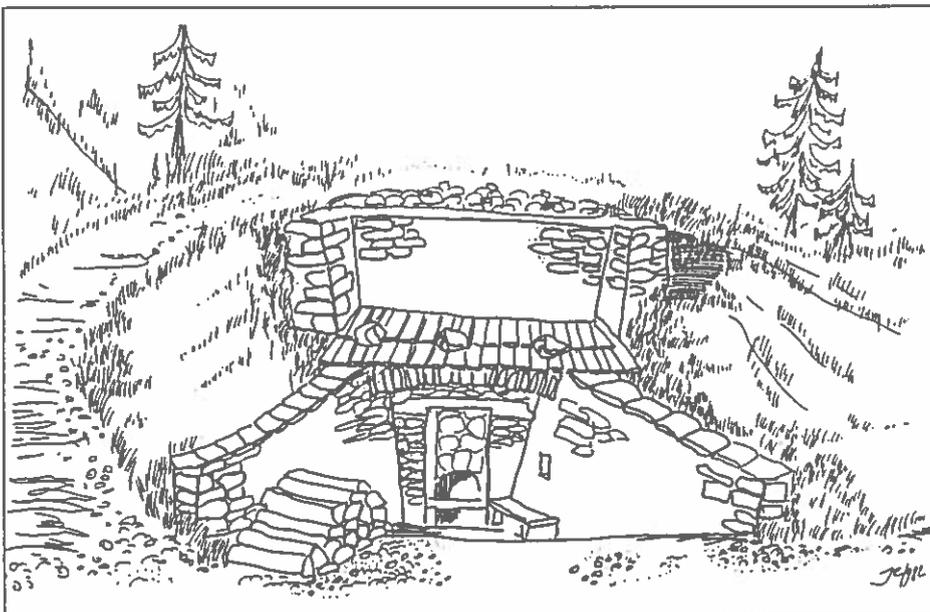
Die ersten Bemühungen, den Kalkofen von Valchava (Aia chalchera) zu restaurieren und der Bevölkerung zugänglich zu machen, gehen auf die Initiative von M. Wetter in das Jahr 1972 zurück. Nach dem Aufbau des Talmuseums, der "Casa Jaura", wollte er diesen Kalkofen als Museumsobjekt in der Landschaft wieder aufbauen. Die Denkmalpflege machte bei der Subventionierung die Auflage, dass die Sanierungsarbeiten am Kalkbrennofen einen allfälligen Brand nicht ausschliessen. Während den Restaurierungsarbeiten im Jahre 1981 reifte die Idee, einen Kalkbrand im folgenden Jahr durchzuführen.

Der Kalkofen befindet sich südlich des Dorfes Valchava am Hangfuss unmittelbar beim Waldrand am Verbindungsweg ins Val Vau.

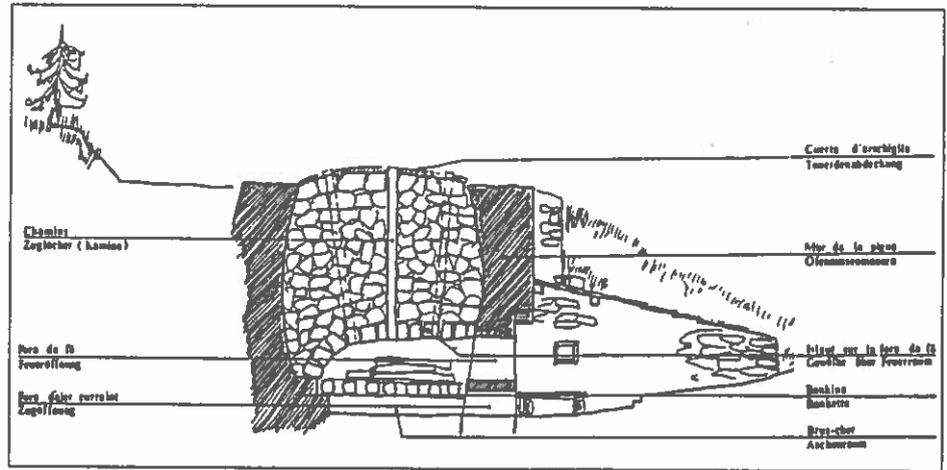
Der Kalkofen von Valchava - seit 1943 unbenutzt - war in einem verfallenen Zustand. Es war üblich, den Kalkofen nach dem Brand dem Schicksal zu überlassen. Zwang ein neues Bedürfnis Kalk zu brennen, wurde der Ofen je nach Zustand und vorherigen Brandergebnissen wieder neu ausgemauert und in Betrieb genommen; oder je nach Steinvorkommen oder Holzbedarf ein neuer Ofen an einem andern Ort aufgebaut.

#### Brennvorgang

Der vom Bewuchs befreite Ofen befand sich in gutem Zustand. Zuerst wurden die Innenmauern des Ofens gut ausgefugt, anschliessend für den Feuerbogen vom Feuerraum aus ein Lehrgerüst erstellt, welches so aufgebaut wurde, dass es vor dem Brand wieder herausgenommen werden konnte. Auf das Gerüst wurden gut ausgelesene, grosse Kalksteine sorgfältig eingefüllt und dabei 5 - 6 Rundhölzer von ca. 15 cm Stärke senkrecht gegen die Einfüllöffnung hingestellt. Als Schutz gegen die Witterung wurde der Ofen überdacht. Nach dem Entfernen des Lehrgerüsts war der Ofen betriebsbereit; der Kalkofen wurde angezündet. Zuerst brannten die Rundhölzer durch und dienten - wie vorgesehen - als Zuglöcher. In diesem Zeitpunkt wurde die Wölbung mit Tonerde abgedeckt, um die Hitze und das Feuer zu regulieren. Nach ca. 3 Tagen konnte die Brandglut an der Oberfläche beobachtet werden. Nach 8 Tagen prüfte



Gesamtansicht.



Längsschnitt.

der Brandmeister H. Pinggera die Steine an der Oberfläche und der Brand wurde gelöscht. Nun wurde die Feueröffnung zugemauert, so dass der Ofen langsam innert 3 - 4 Tagen abkühlte.

#### Verwendung des Kalkes

Nach sieben Tagen wurde der Rohkalk dem Ofen entnommen. Diese gebrannten Steine halten noch zusammen. Der Stein wird in kleinen Mengen in die Löschpfanne gegeben und mit Wasser übergossen. Nun wird der Kalkstein bis zu einem plastischen Brei zerdrückt. Der frisch gelöschte Kalk kann unmittelbar verwendet werden. Der Maurer muss aber auf die aggressiven Dämpfe achten und sich vor Verbrennungen durch Tragen von Handschuhen schützen. Die sofortige Verwendung des gelöschten Kalks war früher die Regel und das Einstampfen in der Grube war eine Konservierungsmassnahme. Da der Kalk unter Wasser nicht abbindet, kann er in der Kalkgrube jahrelang aufbewahrt werden. Der Kalk dient in ungelöschtem und in gelöschtem Zustand für verschiedene Handwerke. Neben der Herstellung von Mörtel, Weissel für Küche, Ställe und Fassaden ist der Kalk in der Gerberei, beim Herstellen von Pergament und beim Entsäuern von Gartenböden verwendet worden.

#### Technische Daten

Der Kalkofen von Valchava hat unten einen Durchmesser von 4,00 m in der Länge und 3,00 m in der Breite. Der Durchmesser bei der Einfallöffnung beträgt 5,00 m in der Länge und 4,50 m in der Breite. Die Gesamthöhe beträgt 3,50 m. In diesem Kalkofen können 32 - 35 m<sup>3</sup> Rohkalk gebrannt werden, was ca. 50 m<sup>3</sup> gelöschten Kalk ergibt. Die Branddauer beträgt je nach Holzart und Steinqualität 6 - 8 Tage. Für den letzten Brand wurden 104 Ster getrocknetes, gespaltenes Kernholz verheizt. Wenn der Kalkstein dem Feuer ausgesetzt wird, entweicht Kohlendioxyd und zurück bleibt der Rohkalk. Dadurch verliert der Kalkstein die Hälfte seines Eigengewichtes. Der Brand ergab 24 m<sup>3</sup> Rohkalk, was 36 m<sup>3</sup> gelöschtem Kalk entspricht.

Nach dem Brand wurde der Kalkofen wieder neu verputzt und es kann jederzeit, wenn ein Bedürfnis entsteht, wieder Kalk gebrannt werden. Die Initianten würden gerne bei einem weiteren Brand ihre Erkenntnisse vertiefen. Vielleicht sehen Sie sich bei Ihrem nächsten Besuch im Münstertal auch den Kalkbrennofen von Valchava an.

### STELLENANZEIGEN

#### GRABUNGSPRAKTIKUM

Für die Ausgrabungen in römischen Kastellen des 1. Jahrhunderts n. Chr. suchen wir ab 1. März 1986 mehrere Mitarbeiter/innen.

Telefonische Auskunft erteilt R. Hänggi

Aargauische Kantonsarchäologie  
Ausgrabungen Nordumfahrung Zurzach  
Schlüsselgasse 1

8437 ZURZACH

Tel. 056 49 23 54 (od. 056 46 21 67 ab 18 Uhr)

#### ARCHAEOLOGISCHER TAUCHER

Bei der Tauchequippe des Büros für Archäologie der Stadt Zürich wird per 1. April 1986 die Stelle eines Tauchers frei. Tätigkeitsbereich: überwiegend neolithische und bronzezeitliche Fundstellen an den Seen im Kanton Zürich.

Interessenten melden sich bei Dr. Ulrich Ruoff, Stadtarchäologe, Neumarkt 4, 8001 ZÜRICH, Tel. 01 69 20 81

Kurt D I G G E L M A N N

Die grosse Anzahl Anmeldungen (36) hat uns veranlasst, den ersten Kurstag vom Pavillon in einen Saal des nahegelegenen Hotels Römertor zu verlegen.

Dadurch etwas verspätet, begrüßte Kurt Diggelmann um 9.15 Uhr die Teilnehmer und konnte ihnen mitteilen, dass der Verband der Kantonsarchäologen die Kurskosten übernehmen werde. Er verwies nochmals auf das Kursziel, nämlich das Vermitteln von Grundkenntnissen im Umgang mit dem Theodoliten auf archäologischen Ausgrabungen. Er machte darauf aufmerksam, dass es nicht möglich sei, in 2 Tagen "Vermesser" auszubilden. Wichtig scheine ihm, eigene Grenzen und Möglichkeiten zu kennen.

Im ersten Vortrag stellten 2 Vertreter der Firma Wild diverse Vermessungsgeräte und deren Verwendung vor.

Im zweiten Vortrag umriss Rudolf Glutz anhand einiger Beispiele die geschichtliche Entwicklung der Vermessung. Er erläuterte die Entstehung der Landeskarten mit ihren Projektionsproblemen und die Grundlagen der Landesvermessung. Anschliessend ging er noch auf Grundsätzliches zu Fehlern und Genauigkeitsansprüchen, sowie auf die terminologischen Probleme zwischen Geometer und Archäologe ein.

Am Nachmittag gab Peter Albertin eine Einführung in die "Grabungsvermessung". Anschliessend stellten Peter Albertin und Kurt Diggelmann Vermessungssysteme einzelner Grabungen, deren Probleme und Lösungen vor. Dazwischen erklärte Rudolf Glutz die diesbezüglichen theoretischen Grundlagen.

Mit 5 Teilnehmern aus der welschen Schweiz wurde eine eigene Gruppe gebildet, die zuerst den Vortrag von Rudolf Glutz und anschliessend den Vortrag der Firma Wild in französischer Sprache hörte. Am Nachmittag wurde ihr von Kurt Diggelmann eine praktische Vermessungsübung im Felde gestellt.

Am zweiten Kurstag übersetzte Rudolf Glutz eine Zusammenfassung der Nachmittagsveranstaltung des Vortages und diskutierte mit den Teilnehmern allgemeine Vermessungsprobleme. Am Nachmittag wurde zusammen mit Rudolf Glutz an der praktischen Vermessungsübung weitergearbeitet.

Am zweiten Kurstag wurden mit 16 Teilnehmern in kleinen Gruppen (2 - 3 Personen plus 1 Instruktor) den Kenntnissen entsprechende Arbeiten im Felde ausgeführt (Grundlage am Instrument, Achsabsteckungen, polares Aufnehmen, Poligonzug, Vorwärtseinschnitt). Es bestand die Möglichkeit, mit diversen Instrumenten zu arbeiten (Wild T 1-A + DI 3, RDS, T 16, Kern DKM-1, DKM 2-AE + DM 502).

Um trotz der grossen Teilnehmerzahl in kleinen Gruppen arbeiten zu können, wurde am 11. Juli 1984 auf der archäologischen Ausgrabung in Rudolfsingen der zweite Kurstag wiederholt. Daran beteiligten sich 7 Teilnehmer unter der Leitung von Kurt Diggelmann, Rudolf Glutz und Ursula Wapp.

Rudolf G L U T Z

Geometer am Institut für  
Denkmalpflege ETH Zürich

Vermessung ist so alt wie die Menschheit: "Ein Tagesmarsch in Richtung der aufgehenden Sonne befindet sich die nächste Siedlung ...", was ist das anderes als die Festlegung und Mitteilung eines Punktes in Form von Polar-Koordinaten? Mit dem Theodoliten und anderen Messgeräten machen wir heute genau dasselbe, nur viel präziser. Eine Mitteilung der obigen Art hat aber nur dann einen Sinn, wenn der Standort des Sprechers bekannt ist - das heisst, Vermessung bedeutet im weitesten Sinn die Bestimmung der gegenseitigen Lagebeziehung von Punkten. Hierfür werden in einem orthogonalen oder polaren Mess-System Winkel und Längen verwendet.

Bekannte, ja berühmte Beispiele von Vermessungsarbeiten in früheren Zeiten sind etwa:

- die Pyramiden von Gizeh in Aegypten (3.Jtv.Chr.);
- die Absteckung eines Wasserstollens von beiden Seiten auf der Insel Samos durch Eupalinos (6.Jh.v.Chr.);
- die Bestimmung des Erdumfanges durch Eratosthenes (3.Jh.v.Chr.);
- die Peutingerschen Tafeln mit dem römischen Fernstrassennetz (5.Jh.n.Chr.).

Die Geometer sind merkwürdige Leute - sie arbeiten und rechnen (im doppelten Sinne des Wortes) mit Fehlern. Hierbei werden die folgenden Typen von Fehlern unterschieden:

- grobe Fehler sind falsche Messungen und dergleichen und müssen durch entsprechende Kontrollverfahren oder Mehrfachmessungen aufgedeckt werden (z.B. falscher Meter am Messband abgelesen);
- systematische Fehler entstehen durch Einflüsse der Umwelt, der Instrumente usw. und können mit geeigneten Korrekturen eliminiert oder zumindest verringert werden (so z.B. zu starker oder zu schwacher Zug auf dem Messband);
- zufällige Fehler liegen im Bereich der Messgenauigkeit, sind also völlig unvermeidlich und bilden Gegenstand umfangreicher Untersuchungen und Rechenverfahren (z.B. Ablesen der Millimeter auf dem Messband).

Damit kommen wir zu einem der wesentlichsten Begriffe in der Vermessung: was heisst Genauigkeit? Die Antwort erfolgt mit Hilfe der Statistik und bezieht sich ausschliesslich auf die oben genannten zufälligen Fehler. Es ist auch ohne theoretische Ableitung einigermaßen plausibel, dass bei den zufälligen Fehlern kleine Abweichungen häufiger sind als grosse, negative und positive etwa gleich häufig auftreten und eine gewisse Schranke nicht überschritten wird. Eine sehr gute Annäherung für dieses Verhalten gibt die Gauss'sche Glockenkurve (1)\*. Der gesuchte Mittelwert von mehreren gleichartigen Beobachtungen wird nach der Methode der kleinsten Quadrate derart bestimmt, dass die Summe der Quadrate aller Beobachtungsverbesserungen ein Minimum wird. Dann definiert man als Mass der Genauigkeit

den mittleren Fehler (mF) als eine Art von geometrischem Durchschnitt aller Verbesserungen der einzelnen Beobachtungen und den Maximalfehler (die oben erwähnte Schranke) als das Dreifache davon (2). Statistisch gesehen liegen nun 68 % aller Beobachtungen innerhalb des mittleren und 0,3 % ausserhalb des maximalen Fehlers; wenn nun also eine Abweichung das dreifache des mF überschreitet, nehmen wir an, dass es sich um einen groben Fehler handelt und nicht um einen der drei von tausend Fällen, die es theoretisch geben könnte.

Im allgemeinen arbeitet der Geometer mit dem Begriff "mittlerer Fehler", wogegen Nicht-Vermesser mit Genauigkeit, Toleranz und ähnlichen Ausdrücken den Maximalfehler meinen. Man stosse sich nicht am Begriff "Fehler", welcher hier als Mass für die Genauigkeit verwendet wird, obwohl der Laie dahinter zu Recht sofort den "groben Fehler" vermutet und geneigt ist, entsprechend zu reagieren. Ein kleiner mF bedeutet also nichts anderes als eine hohe Genauigkeit.

Ein Beispiel: wenn beim Abstecken einer Hausecke auf dem Bauplatz ein Baulinienabstand von genau 5 m unter allen Umständen einzuhalten ist und die zur Verfügung stehenden Messgeräte nur einen mF von 0,1 m gewährleisten, muss die in Frage stehende Ecke in einem Abstand von 5,3 m festgelegt werden, damit bei Ausschöpfung der gegebenen Toleranz von  $3 \times 0,1$  m die 5,0 m mit Sicherheit nicht unterschritten werden.

In diesem Zusammenhang ist noch kurz darauf hinzuweisen, dass für weiterführende Berechnungen die entsprechenden Rechenregeln einzuhalten sind. Addieren sich z.B. zwei Fehlerinflüsse, so können für die Abschätzung der End-Genauigkeit die mF nicht einfach addiert werden, sondern es sind deren Quadrate zu summieren und die Wurzel daraus zu ziehen (3). Der mF eines aus mehreren Beobachtungen erhaltenen Mittels ist um die Wurzel aus der Anzahl Beobachtungen kleiner; vier Messungen anstelle einer einzigen reduzieren also den mF des Resultates (des Mittels) auf die Hälfte, bzw. verdoppeln dessen Genauigkeit (4).

Archäologe und Geometer müssen sich im Gespräch somit genau Rechenschaft über die verwendeten Begriffe und erwünschten Genauigkeiten geben. Im Normalfall und im Hinblick auf die üblicherweise vorhandene Ausrüstung wird man für grossmassstäbliche Aufnahmen (z.B. 1:50, 1:20) einen mF von ca.  $\pm 1$  cm und somit einen Maximalfehler von  $\pm 3$  cm festlegen. Man beachte, dass im Maschinenbau etwa die Toleranz auch einseitig, d.h. mit nur einem Vorzeichen auftreten kann (vgl. hierzu das Beispiel des Baulinienabstandes weiter oben).

Ein wichtiger Grundsatz des Geometers ist nun aber, nicht so genau zu messen, wie er kann (der archäologische Praktiker hat schon längst gemerkt, wann die Ablesung von mm überflüssig ist ...), sondern zuerst festzustellen, wie genau das Ergebnis eigentlich sein muss. Sollten sich aus hohen Genauigkeitsforderungen unverhältnismässig grosse Kosten ergeben (denn diese steigen exponentiell!), dann wird man Rücksprache nehmen und die verlangte Genauigkeit zurückschrauben müssen.

Bei Aufnahmen zu Dokumentationszwecken beispielsweise geht man zweckmässigerweise von der praktisch erreichbaren Zeichengenauigkeit aus, die sich unter Berücksichtigung der Strichdicken irgendwo zwischen 0,1 und 0,5 mm bewegt (mF selbstverständlich). Dies führt

dann zu einer Messgenauigkeit von 5 - 25 cm in 1:500 oder 2 - 10 mm in 1:20, wobei natürlich die Tendenz besteht, eher etwas auf der sicheren, will sagen genaueren Seite zu bleiben. Für den Massstab 1:20 wäre also die Ablesung der mm durchaus am Platz, nur verzichtet man in der Praxis des öfters auf die Ausschöpfung der erwähnten Zeichengenauigkeit.

Ein weiteres Beispiel: verlangt der Archäologe von seinem Ausgrabungstechniker oder vom Geometer, dass eine nachträgliche Kontrolle keine grössere Differenz als 1 cm gegenüber der Originalaufnahme (in Plan oder Masszahl) aufweisen dürfe, dann bedeutet das konsequenterweise, dass die Dokumentation mit einem mF von  $\pm 3$  mm angelegt werden muss - somit die Ablesung der mm und entsprechend genaue und aufwendige Organisation der ganzen Vermessung. Eine derartige Kontrollmessung ist ja nur möglich, wenn sowohl Anfangs- wie Endpunkt der Messung ebenfalls auf  $\pm 1 - 2$  mm genau definiert sind - und das lässt sich mit einem simplen Farbklecks als Punktmarkierung nicht bewerkstelligen.

Bleiben wir also lieber beim mF von  $\pm 1$  cm, wie er aus praktischer Erfahrung auf heutigen Ausgrabungsplätzen angestrebt wird. Während wir bei der Aufnahme des Befundes von der Verkleinerung in den Planmassstab (+ eventuelle Reduktion im Druck) profitieren und allfällige "Ausschöpfung der Toleranz" nach Abschluss der Arbeit zumeist unerkant bleiben, ist die Absteckung eines Ausgrabungsrasters im Gelände immer eine Arbeit in 1:1 und verlangt daher eine besondere Sorgfalt und Kontrolle.

Wieder eine kleine Illustration dazu: mit jedem Taschenrechner lässt sich leicht zeigen, dass eine Winkelveränderung von 1c (1 Neuminute oder 10 Milligon) einer Verschiebung von 1 cm in einer Entfernung von 63 m entspricht. Ein Theodolit, bei welchem die Minuten nur geschätzt werden können, dürfte also für eine grössere Netzabsteckung zu wenig genau sein.

Immerhin haben wir bei einer Ausgrabung das Glück, dass wir uns mit einer ganzen Reihe von Schwierigkeiten nicht befassen müssen, welche in der höheren Geodäsie der kugelige Erdform zu beachten sind. Um nämlich die Messung im Feld bzw. auf der unregelmässigen Erdoberfläche auf eine Ebene übertragen zu können, ist bzw. wäre eine ganze Reihe von Operationen nötig, über die man sich in der Praxis der "niederen Geodäsie" keine Rechenschaft gibt:

- die Endpunkte einer im Gelände gemessenen Distanz müssen zuerst auf den Meereshorizont "herabgelotet" werden; dies ergibt z.B. eine rechnerische Reduktion einer auf 2000 m ü.N. gemessenen 100-m-Distanz um 3,14 cm (5); als Referenzfläche dient zunächst einmal das als Lotabweichungen und Schwermessungen definierte Geoid;
- alsdann erfolgt eine Abbildung der genannten beiden Endpunkte vom Geoid auf das Rotationsellipsoid;
- hernach Projektion von Ellipsoid auf die Kugel; wegen der Kugelform der Erde resultiert beim Flächennivellieren beispielsweise ein Höhenfehler von 0,8 mm auf eine Visur von 100 m (6);
- schliesslich für die Schweiz Projektion von der Kugel auf einen Zylinder mit dem Berrührungskreis durch Bern (= Ursprung des schweizerischen Koordinationssystems); diese sogenannte schiefachsige Zylinderprojektion

ist winkeltreu, was für die grundlegenden Triangulationsarbeiten sehr wichtig ist, wegen Flächen und Distanzen um sehr kleine Beträge verzerrt werden. Daraus ergibt sich beispielsweise die Projektionsverzerrung von Distanzen in Abhängigkeit der X-Koordinate (7).

Endlich darf nicht vergessen werden, dass bei sehr genauen Arbeiten oder trigonometrischen Höhenbestimmungen die Refraktion, d.h. die Beugung der Lichtstrahlen durch unterschiedlich warme Luftschichten zu berücksichtigen ist; als Spezialfall tritt in Stollen die den Polygonzug störende Seitenrefraktion auf und bei optischer Distanzmessung mit senkrechter Latte die Differentialrefraktion, welche bewirkt, dass die Genauigkeit diese Art von Distanzmessung in keiner Weise verbessert werden kann. Die Refraktion ist ein typisches Beispiel für einen systematischen Fehler.

Die schweizerische Landesvermessung beruht auf einem Netz von Vermessungsfixpunkten (Triangulationspunkte I. bis III. Ordnung kombiniert mit astronomischen Messungen, sowie Präzisionsnivellement). Auf diese Elemente stützt sich dann die eigentliche Grundbuchvermessung, bestehend aus Triangulation IV. Ordnung, Uebersichtsplan, Parzellarvermessung mit Polygonnetz, Grundbuchplan und zugehörigen Registern etc.. Mit diesen Dokumenten ist es heute möglich, jede archäologische Untersuchung mit vergleichsweise geringem Aufwand an die offiziellen Landeskoordinaten anzuschliessen.

Normalerweise erhält man die benötigten Unterlagen wie folgt:

vom kantonalen Vermessungsamt:  
- Triangulationspunkte mit Koordinaten und Skizzen zum Auffinden  
- Uebersichtspläne 1:5000/10 000 mit Höhenkurven  
- Hinweise auf andere bereits vorhandene Pläne  
- Adresse des zuständigen Nachführungsgeometers

und vom Nachführungsgeometer:  
- Kopien des Grundbuchplanes (1:500 bis 1:200) ohne Höhenkurven  
- Koordinaten der Polygonpunkte  
- Höhen von Nivellements Punkten (wichtig, da die Polygonpunkte infolge Nachführung oft veränderte Höhen aufweisen)  
- Hinweise auf weitere Pläne.

Eine Vermessung (Aufnahme) im Orthogonalsystem erfordert keine speziellen Einrichtungen, Geräte oder Kenntnisse, wohl aber etwas Handfertigkeit und Routine. Auch wenn Aufnahmen mit dem Winkelspiegel bei geschickter Handhabung durchaus zuverlässige Resultate im Genauigkeitsbereich von  $\pm 1-2$  cm ergeben, werden heute für grössere Flächen und Punktmengen und das hierfür benötigte Grundnetz zu Recht je länger desto mehr Theodolite zusammen mit elektro-optischen Distanzmessern eingesetzt. Die hierfür benötigten Berechnungen lassen sich zumeist auf die Hauptaufgabe der Vermessungspraxis zurückführen, nämlich auf die Umrechnung von Azimut und Distanz auf rechtwinklige Koordinaten und umgekehrt; anders gesagt, die Transformation der mit dem Theodoliten gemessenen Polarkoordinaten eines Vektors (Winkel und Länge) in die orthogonalen Koordinaten Y und X auf der Karte (8). Die Basispunkte für solche Aufnahmen erhält man - ausgehend von Punkten der offiziellen Landesvermessung - durch Aneinanderreihen solcher Vektoren zu einem Polygonzug (9). Vor allem bei unzugänglichen Punkten lässt sich ge-

entlich auch die Methode des Vorwärtseinschneidens anwenden (10):

Es leuchtet ein, dass in der Vermessung also nur solche Taschenrechner brauchbar sind, welche diese immer wiederkehrende Umwandlung mit einem einzigen Tastendruck (--R, --P oder ähnlich) ausführen. Ein programmierbarer Rechner, der Programme und Daten auch in ausgeschaltetem Zustand gespeichert hält, ist natürlich sehr angenehm und zeitsparend. Schliesslich ist ein Drucker für grössere Arbeiten nicht mehr wegzudenken, damit die gefürchteten Abschreibebefehle eliminiert werden. Wann der technisch bereits verwirklichte vollautomatische Datenfluss kombiniert mit automatischer Planzeichnung zur Alltagsroutine normal-grosser Ausgrabungsplätze gehören wird, bleibt vorläufig noch offen.

Der Archäologe, sei er Universitätsdozent oder Zeichner, muss also beurteilen können, welche Arbeiten die auf dem Platz tätige Equipe selber ausführen kann (Nivellement, Absteckung eines rechtwinkligen Axensystems, Orthogonal-aufnahmen ...) und wann sich der Auftrag an einen Vermessungsfachmann, z.B. den örtlich zuständigen Nachführungsgeometer lohnt (Anschluss an die Landeskoordinaten, topographischer Uebersichtsplan, Photogrammetrie ...). Zur Erteilung eines solchen Auftrages hat sich der Grabungsleiter aber zu überlegen, was er eigentlich will und wie genau das Ergebnis sein soll. "Den Ausgrabungsplatz vermessen" darf demnach der Auftrag an den Geometer nicht lauten. In den meisten Fällen wird es um eine oder mehrere der folgenden Möglichkeiten gehen:

- Versichern von Punkten in der Nähe der Ausgrabung und Bestimmung ihrer Landeskoordinaten;

- Erstellen eines Planes;

- Abstecken eines Netzes.

Zum Schluss einige Hinweise:

- Die Organisation einer Ausgrabungsvermessung muss von Anfang an recht grosszügig geplant werden, denn Ausweitung des Perimeters, nachträglich höhere Ansprüche an die Genauigkeit usw. sind eher die Regel als die Ausnahme. Die Erweiterung eines Axensystems ist fehlertheoretisch sehr ungünstig.

- Die Dauerhaftigkeit der Punkteversicherung ist dabei besonders zu beachten; meistens sollen die Punkte zum Schluss wesentlich länger zur Verfügung stehen als ursprünglich beabsichtigt.

- Messungen, Berechnungen, Koordinatenlisten usw. sind immer mit Hilfe von Formularen zu verarbeiten. Eine klare Ordnung in den Akten sollte einem Aussenstehenden jederzeit gestatten, den Ablauf der Vermessungsarbeiten nachvollziehen zu können. Bei Korrekturen von Originalmessungen sind diese durchzustreichen (nicht radieren, im Gegensatz zu den Berechnungen, die wiederholbar bleiben).

- Bei exzentrischen Messungen empfiehlt es sich, immer die Richtung, in die korrigiert werden muss, anzugeben (vom Instrument aus gesehen). Ganz generell ist die Gedankenarbeit an Ort und Stelle zu erledigen, damit die Berechnungen später im Büro routinemässig erfolgen können.

- Die Aufnahme von Plänen sollte wenn immer möglich gleich im Feld Massrichtig und definitiv erfolgen; dies ist der beste

Schutz gegen grobe Zeichenfehler.

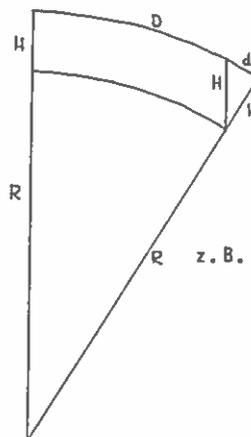
- Für die Ausfertigung der Pläne ist eine Checkliste von Vorteil, welche alles enthält, was an Text, Kontrollen etc. vergessen werden könnte. Aus didaktischen Gründen sollten auch Pläne mit integriertem Koordinatennetz einen Nordpfeil und einen Massstab aufweisen, obwohl dies im Grunde genommen überflüssig wäre.

Anhang: Formeln und Skizzen

- Symbole:
- mF = mittlerer Fehler
  - v = Verbesserung der Beobachtung bezogen auf den Mittelwert
  - n = Anzahl Messungen
  - [...] = Summenzeichen
  - D = im Gelände gemessene Horizontaldistanz
  - d = kleine Korrektur von D
  - H = Höhe über Meer
  - h = kleine Korrektur infolge Erdkrümmung
  - R = Erdradius oder Ordinate, in Nord-Süd-Richtung (Zivilkoordinaten, also mit Nullpunkt in Bern)

(4) mF des Mittelwertes =  $\frac{mF}{\sqrt{n}}$

(5) Reduktion auf Meereshöhe

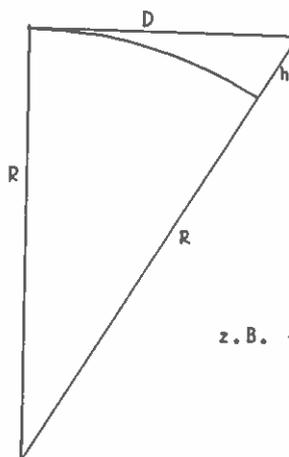


$$\frac{D}{R} = \frac{d}{H}$$

$$d = \frac{D \cdot H}{R}$$

z.B.  $\frac{0.1 \text{ km} \cdot 2 \text{ km}}{6370 \text{ km}} = 3.14 \text{ cm}$

(6) Einfluss der Erdkrümmung



$$R^2 + D^2 = (R+h)^2$$

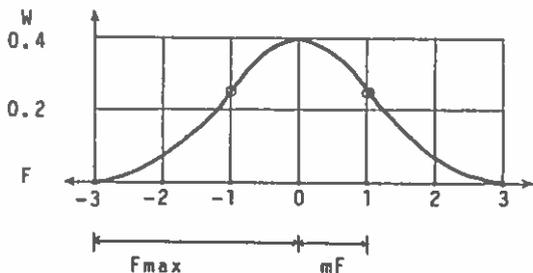
$$R^2 + D^2 = R^2 + 2Rh + h^2$$

$$D^2 = 2Rh$$

$$h = \frac{D^2}{2R}$$

z.B.  $\frac{0.1^2 \text{ km}^2}{2 \cdot 6370 \text{ km}} = 0.78 \text{ mm}$

(1) Gauss'sche Glockenkurve



F = zufälliger Fehler  
W = Wahrscheinlichkeit für das Auftreten eines zufälligen Fehlers

(2) mittlerer Fehler mF =  $\pm \sqrt{\frac{(\sum v^2)}{n-1}}$

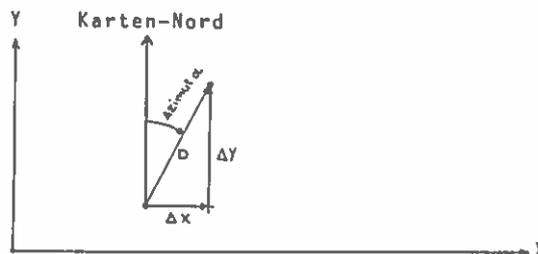
maximaler Fehler Fmax = 3 mF

(3) mFtot =  $\sqrt{mF1^2 + mF2^2}$

(7) Projektionsverzerrung

$$d = \frac{x^2 \cdot D}{2R^2} \quad \text{z.B.} \quad \frac{100^2 \text{ km}^2 \cdot 0.1 \text{ km}}{2 \cdot 6370^2 \text{ km}^2} = 1.23 \text{ cm}$$

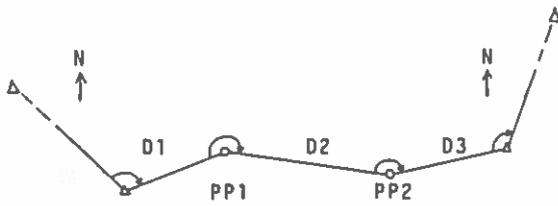
(8) Umwandlung von Polarkoordinaten in Rechtwinkelkoordinaten (und umgekehrt)



$$\Delta Y = D \cos \alpha$$

$$\Delta X = D \sin \alpha$$

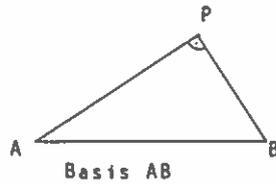
(9) Polygonzug



(10) Vorwärtseinschneiden

$$\gamma = 200 - \alpha - \beta$$

$$\frac{\overline{AB}}{\sin \gamma} = \frac{\overline{BP}}{\sin \alpha} = \frac{\overline{AP}}{\sin \beta}$$



$$\overline{BP} = \overline{AB} \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} \text{ oder } \overline{AP} = \overline{AB} \frac{\sin \beta}{\sin \gamma}$$

restliche Berechnungen siehe (8)

Der vorliegende Artikel bringt als Thema Stoff unseres vorletztjährigen Vermessungskurses. Da ist mir nun die Verlagsindustrie zu Hilfe gekommen. An der Ausstellung "SWISS-BAU" entdeckte ich am Stand "Baudokumentation" neben manch anderen interessanten Publikationen den sehr empfehlenswerten, an uns gerichteten Band:

HANDBUCH DER BAUAUFNAHME

von Johannes Cramer, erschienen 1984 in der Deutschen Verlagsanstalt in Stuttgart. Das Büchlein ist für jederman durch die Buchhandlungen erhältlich, der Preis beträgt Fr. 36.60.

J. Cramer versteht es, auf anschauliche Art das Wesentliche der Baudokumentation wie auch der Archäologievermessung greifbar darzustellen.

Peter Albertin

Auf den folgenden Seiten finden sie noch drei Beispiele aus der Praxis, die von Kurt Diggelmann zusammengestellt wurden.

1. ZH Trüllikon / Rudolfingen 1984  
Wallanlage, Vermessung mit nach Norden ausgerichtetem Achsensystem; mit Polygonzügen und polarem Einmessen der Sondierschnitte (Theodolit und elektrooptische Distanzmessung)
2. LU Sempach / Stadtstrasse 4 1983  
Hausuntersuchung, Vermessung mit einfachen Mitteln (Winkelprisma, Messband)
3. ZH Zürich / Mozartstrasse 1981/82  
Grossgrabung, Koordinatensystem und polares Aufnehmen des Pfahlfeldes (Theodolit und elektrooptische Distanzmessung)

ZH Trüllikon/Rudolfingen 1984

Situation :

Bronzezeitliche Wallanlage auf einem abseits-  
gelegenen Hügel im Wald.  
10 Personen - 4 Monate

Instrumente :

Theodolit Kern DKII 1 (Polygonzüge mit Kern DKII  
2-A mit DI 502 und Wild A 1 mit DI 3).

Ausgangslage :

Vom Gelände war ein 1983 photogrammetrisch  
aufgenommener, topografischer Plan 1:500 vor-  
handen. Da zu dieser Zeit eine archäologische  
Untersuchung noch nicht aktuell war, befand  
sich nur ein photogrammetrisch bestimmter  
Punkt (Pflock, PP 2106) im Grabungsareal.

Aufgabe :

Im Bereich der Flächengrabung ein parallel zum  
Landeskoordinatennetz liegendes Vermessungs-  
netz (d.h. genau nach Norden ausgerichtet).  
Einmessen der diversen im Gelände verstreuten  
Sondierschnitte.

Vorgehen :

Eigentlich schon zur Ausgangslage gehörte ein  
verpflocktes Vermessungskreuz in N-S und E-W  
Richtung. Dieses wurde mit einem Bussolenzug  
vom einzigen bekannten Punkt (PP 2106) aus  
gelegt. Dank dem gleichzeitig stattgefundenen  
Vermessungskurs waren wir in der Lage, mit  
modernen Geräten den doch recht ungenauen  
Bussolenzug zu überprüfen. Wir legten einen  
Polygonzug, ausgehend und abschliessend an  
einem Triangulationspunkt, über den Hügel (auf

der Abbildung von Süden auf PP 2106, HP 2, HP  
1, HP 9 und weiter nach Nordosten). Das Ergeb-  
nis zeigte auch eine recht grosse Abweichung  
zum Bussolenzug, der ja nicht mit einem zwei-  
ten Punkt abschloss und somit auch nicht kon-  
trolliert war.

Musste jetzt das Achsenystem noch genau nach  
Norden ausgerichtet werden, wurde mit Trigon-  
metrie der Winkel zwischen der Achse HP 2 - HP  
9 und der Westrichtung berechnet und im Felde  
abgesteckt.

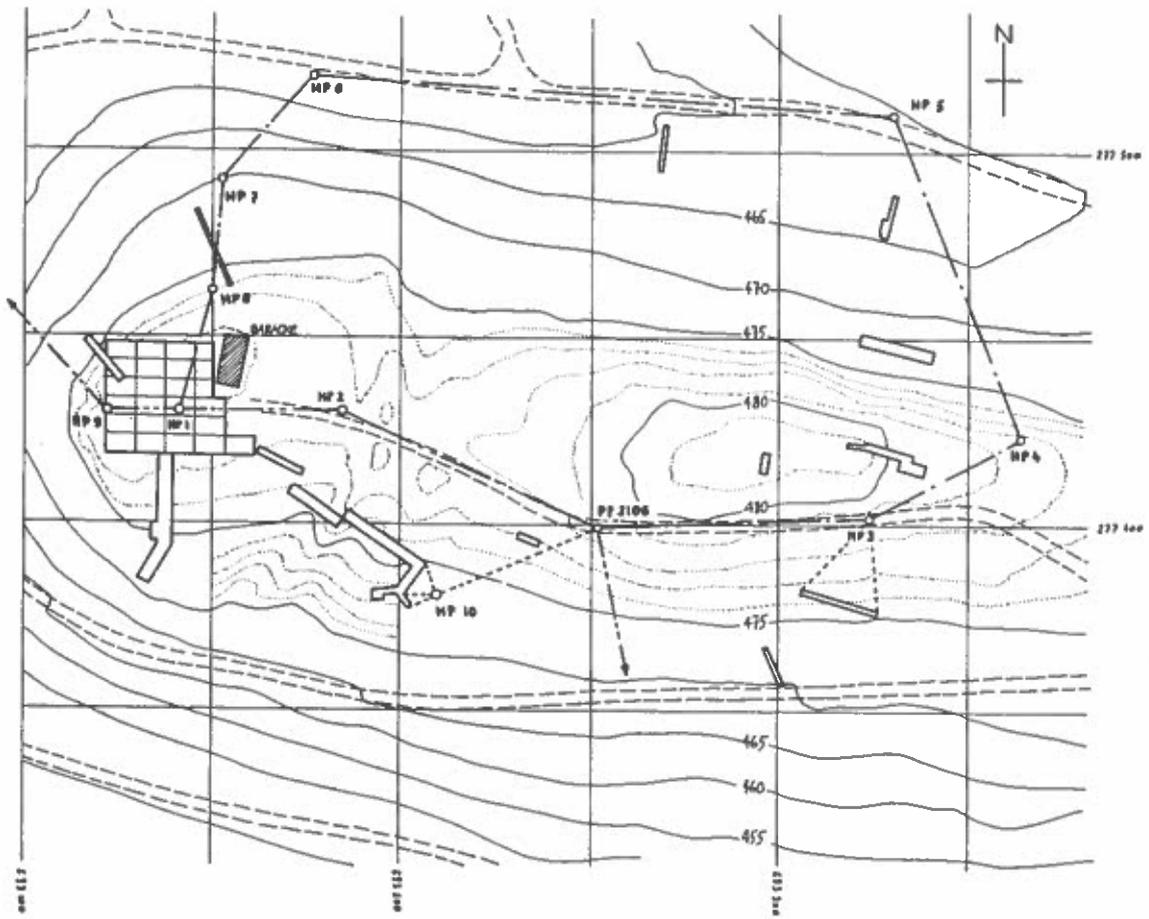
Mit einem zweiten Polygonzug erschlossen wir  
die Umgebung der Wallanlage. Als bekannte  
Ausgangspunkte dienten uns die im ersten Poly-  
gonzug vermessenen und berechneten Punkte  
PP 2106 und HP 1. Die Sondierschnitte konnten  
nun von den jeweiligen Hilfspunkten aus, sehr  
einfach polar aufgenommen werden (auf der  
Abbildung Bsp. HP 3 und HP 10).

Bemerkungen :

Im Hauptgrabungsbereich (Flächengrabung) sind  
Grabungskordinaten und Landeskoordinaten  
identisch (die ersten drei Ziffern können  
weggelassen werden).

Die Sondierschnitte konnten frei dem Gelände  
angepasst werden und haben ihr eigenes Koordi-  
natennetz und sind mit 2 polar aufgenommenen  
Punkten einfach ins Ganze einzufügen.

Für den ersten beschriebenen Polzgonzug über  
den ganzen Hügel ist ein elektrooptisches  
Distanzmessgerät unentbehrlich. Diese Arbeit  
sollte bei fehlender Ausrüstung und Routine  
einem Vermessungsbüro in Auftrag gegeben wer-  
den.



LU Sempach/Stadtstrasse 4 1983

Situation :

Hausuntersuchung eines leerstehenden Holzbaues. Das Mauerwerk des Erdgeschosses und die Bodenuntersuchung wurde von der kantonseigenen Equipe vorgenommen.  
2 Personen - 3 Wochen

Instrumente :

Winkelprisma, Messband.

Ausgangslage :

Katasterplan 1:500  
Vermessungsnetz der Bodenuntersuchung.

Aufgabe :

Das Einbinden der Vermessung des Hauses in die Vermessung der Bodenuntersuchung. Das Fixieren der einzelnen Stockwerke übereinander.

Vorgehen :

Wir haben uns damit begnügt, die 9 Ständer des Hauses masslich genau zu fixieren. Dazu legten wir eine Hauptachse A1-B1 durch das Haus (Abb.1). Mit 2 weiteren parallelen Hilfsachsen konnten wir alle Ständerfüsse aufloten (Orthogonalaufnahme). Die Punkte A1 und B1 übertrugen wir mittels Senkel in den Dachstock (Abb.2). Hier hatten wir zu allen Ständerköpfen freie Sicht und konnten sie polar aufnehmen.

Das geht folgendermassen : Das Zeichnungsbrett wird so auf der Achse fixiert, dass Planachse und Raumachse übereinanderliegen. Man spannt jetzt eine Schnur vom eingemessenen Punkt auf dem Plan zum aufzunehmenden Objekt, in diesem Falle ein Ständer. Die Flucht der Schnur wird auf dem Plan nachgezeichnet und es muss nur noch die Distanz gemessen und auf dem Plan abgetragen werden (Abb.3).

Die Lage der Ständer im 2. Stock haben wir interpoliert und konnten nun alle Details in Bezug auf die Ständer aufnehmen. Anschliessend haben wir die Hauptachse im 1.Stock verlängert (C1 und D1) und sie auf den Boden ins Grabungsnetz der Bodenuntersuchung übertragen (C0 und D0; Abb. 1,2 und 4).

Bemerkungen :

Bei einer Hausuntersuchung ist das Wichtigste, die ursprüngliche Bausubstanz und das Konstruktionssystem zu erfassen. So ist es eventuell möglich auf eine winkeltreue Aufnahme zu verzichten und damit etwas Zeit zu gewinnen.

Abb. 1

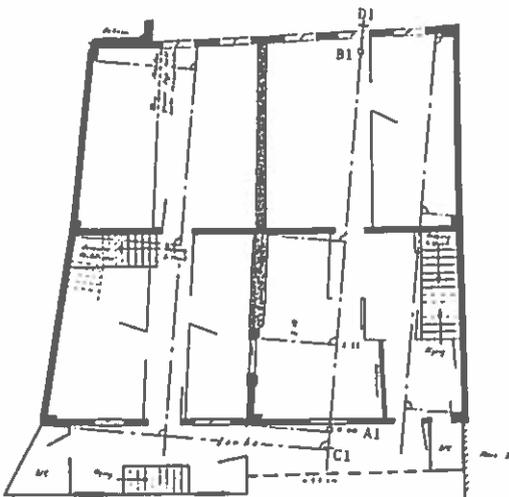


Abb. 2

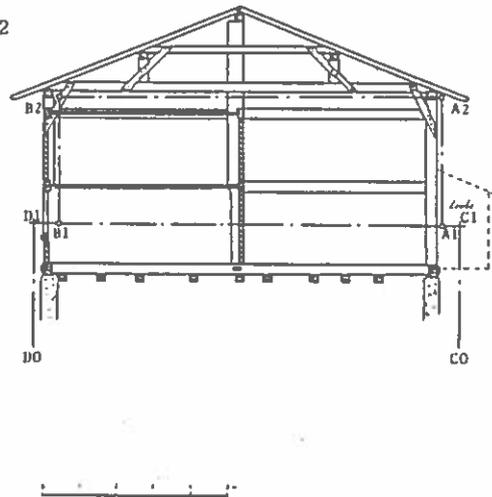


Abb. 3

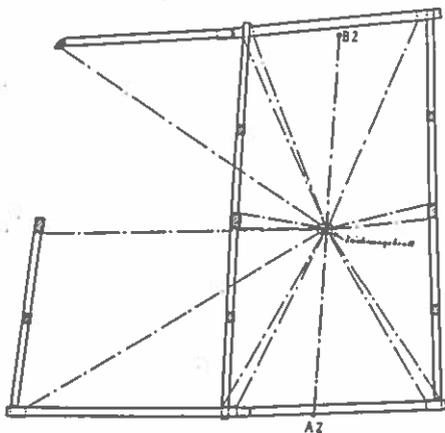
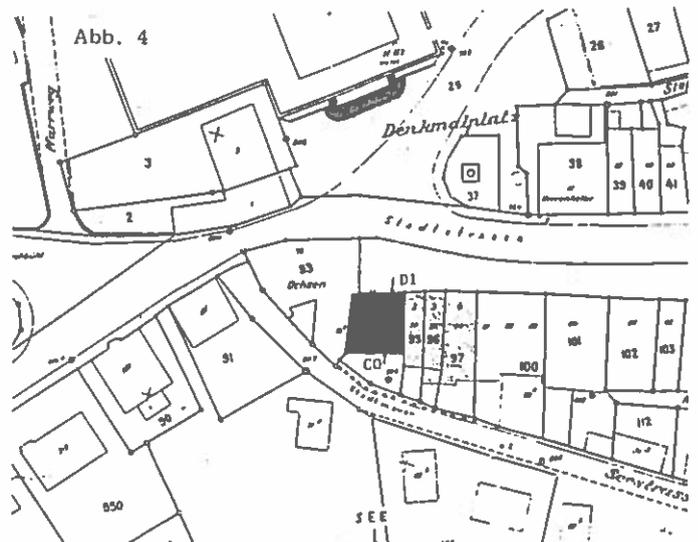


Abb. 4



**ZH Zürich Mozartstrasse 1981/82**

**Situation :**  
Seeuferstiedlung auf einer Grossbaustelle.  
Mit mehr als 60 Personen - 4 Monate

**Instrumente :**  
Theodolit Wild T 16 mit DI 3

**Ausgangslage :**  
Die Baulinien (Innenkante Schlitzwand) waren vom Vermessungsamt der Stadt Zürich ausserhalb der Baugrube mit Bolzen abgesteckt.

**Aufgabe :**  
Erstellen eines m2-Netzes im Feingrabungsreich.  
In der ganzen Baugrube sämtliche Pfähle und Besonderheiten einmessen.

**Vorgehen :**  
Bei dieser guten Ausgangslage müssen nur die Baulinien parallel verschoben werden und diese zwei willkürlich gelegten Hauptachsen mit den Massen  $y$  und  $x$  fixiert sein.  
Schwierigkeiten ergeben sich dadurch, dass diese Bolzen des Vermessungsamtes nur die Flucht angeben. Weitere Mühe bereitet auch, dass die abgesteckten Achsen zugleich noch die Kanten der Baugrube sind und so ein Stellen des Instrumentes verunmöglichen.  
Wir haben zuerst auf Bolzen C' den Theodoliten gestellt und auf beiden Seiten der Achse B je einen Punkt markiert. Anschliessend versetzten wir die Punkte A' und A'' um die Distanz  $z$  rechtwinklig nach Norden. Das Instrument wurde auf Punkt B' gestellt. Jetzt konnte man den Schnittpunkt der Achsen B und C konstruieren und im weiteren HP 1 abstecken. Die Distanz vom Schnittpunkt BC zu HP 1 ergibt uns  $x$ . Wir stellten den Theodolit auf HP 1 und steckten

die Punkte HP 2-4 ab (Versicherung auf der südlichen Schlitzwand). Die Strecke von HP 1 zu HP 2 minus die Distanz  $z$  ergibt  $y$ . Mit dem Abtragen von gewünschten Distanzen und rechten Winkeln konnten wir nun eine beliebige Anzahl von Hilfspunkten setzen.  
Die m2-Einteilung haben wir an Stahlträgern (für die Versperrung der Baugrube) befestigten Gerüstbrettern fixiert.  
Im ganzen restlichen Bereich der Baugrube, im sogenannten Grobgrabungsbereich, wurden alle Pfähle polar aufgenommen (auf Abb. HP 5).

**Bemerkungen :**  
Das Grabungskoordinatennetz deckt die ganze Baugrube ab. Sämtliche Pfähle können auf Grabungskoordinaten umgerechnet werden.

Bei der Aufnahme einer so grossen Pfahlmenge (über 25000) müssten in Zukunft Theodoliten verwendet werden, die die Daten direkt computergerecht abspeichern (Kern E 1 oder Wild T 2000).

Unbedingt Kontrollmasse nehmen (siehe Abbildung).

Sämtliche Vermessungsarbeiten sollten von einem Verantwortlichen geleitet und kontrolliert werden. Sehr schnell addieren sich kleinere Ungenauigkeiten zu Fehlern.

