Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 73 (1981)
Heft: 11-12

Artikel: "Wasser im antiken Hellas"
Autor: Fahlbusch, Henning
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-941359

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 11.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

«Wasser im antiken Hellas»

Ein Tagungsbericht von Henning Fahlbusch

Vom 4. bis 9. Juni 1981 führte das Leichtweiss-Institut für Wasserbau in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Archäologischen Institut, Abteilung Athen, das Symposium *«Wasser im antiken Hellas»* in Athen durch. Diese Veranstaltung war die vierte ihrer Art zu Themen des antiken Wasserbaus. Nach den Tagungen in Koblenz (1975), Lyon (1977) und Istanbul (1979) wurde Athen als Tagungsort gewählt, weil gerade in der Region um die griechische Hauptstadt noch viele wasserbauliche Zeugnisse aus der griechischen Frühzeit erhalten sind, die das hohe Können der antiken Ingenieure bezeugen.

An den zwei ersten Tagen stand das Vortragsprogramm im Vordergrund, während in der übrigen Zeit Exkursionen zu bedeutenden historischen Wasserbauten durchgeführt wurden.

Nach der offiziellen Eröffnung der Tagung durch die Direktoren beider Institute, Prof. Dr.-Ing. *G. Garbrecht* bzw. Prof. Dr. *H. Kyrieleis,* befasste sich der erste vorgezogene Fachvortrag von Herrn *Jerulanus,* Athen, mit einer jüngst nahe Athen aufgefundenen Leitmauer eines kleinen Flusses, die belegt, dass bereits in der Antike Flussregelungen – wenn auch nur in kleinem Umfang – durchgeführt wurden.

Einen Überblick über die Vorstellungen zum hydrologischen Kreislauf, das Wissen über hydraulische Zusammenhänge und das sich in hervorragenden Wasserbauwerken zeigende Einfühlungsvermögen der Griechen in das Verhalten des Wassers gab Prof. Dr. *G. Garbrecht* mit seinem Vortrag «Griechische Beiträge zur Hydrologie und Hydraulik». Dabei wurde deutlich, dass in der kurzen Zeit von der Archaik bis zum Hellenismus der hydrologische Kreislauf weitgehend erkannt wurde. Im Bereich der Hydrostatik wurden von Archimedes nahezu alle heute gültigen Grundsätze erkannt und formuliert. Auf dem Gebiet des praktischen Wasserbaus bezeugen Bauwerke wie der berühmte Eupalinostunnel auf Samos bzw. die Hochdruckleitung Pergamons die hervorragenden Fähigkeiten griechischer Ingenieure auf dem weiten Feld der Hydrotechnik.

Dipl.-Ing. *H. Fahlbusch* führte in seinem Vortrag «Die Wasserversorgung griechischer Städte – dargestellt am Beispiel Pergamon» aus, dass es offensichtlich eine vorausschauende Planung bei der Wasserversorgung nicht gegeben hat. Vielmehr dürfte das Wasserdargebot nach und nach dem gestiegenen Bedarf angepasst worden sein. In Pergamon wurde innerhalb weniger Jahrzehnte die ursprüngliche Wasserversorgung aus lokalen Quellen, Sikkergalerien und einem Zisternensystem durch die Anlage von Fernwasserleitungen verbessert. Diese bestanden aus 1- bis 3strängigen Tonrohrleitungen. Besonders bei der Untersuchung von Detailfragen (zum Beispiel die Dichtung der Rohrstösse bzw. die Bettung der Rohre) zeigte sich, dass die Ingenieure in hellenistischer Zeit die Probleme mit grossem Einfühlungsvermögen in natürliche physikalische Gegebenheiten meisterten. Die in Pergamon nachgewiesene Hochdruckleitung mit einer Beanspruchung von nahezu 200 m WS stellte wohl den Kulminationspunkt griechischer Wasserversorgungstechnik dar. Erst im 19. Jahrhundert vermochten Ingenieure die Leistung ihrer hellenistischen Vorgänger auf diesem Gebiet zu übertreffen.

Dr. *M. Wörrle* erläuterte in seinem Referat über «Wasserrecht und -verwaltung in griechischer Zeit», dass sich anhand aufgefundener Inschriften eine Fülle von Vorschriften zum Bau, zur Pflege und zur Unterhaltung der hydrotechnischen Anlagen aufzeigen lässt. Wenngleich der Tenor dieser Inschriften – entsprungen aus allgemein ver-

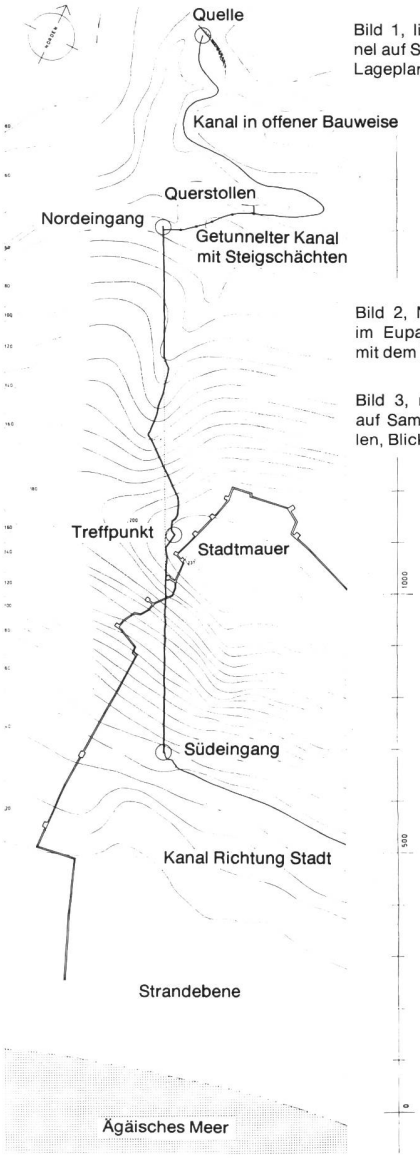
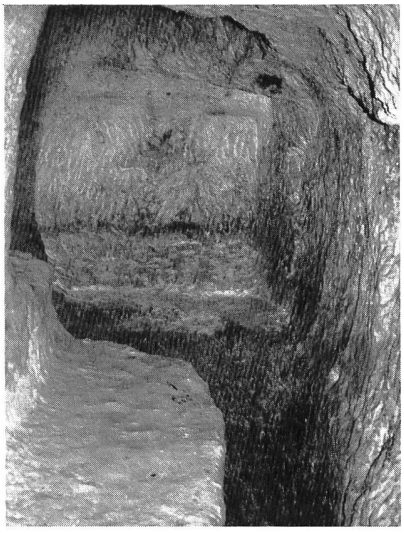


Bild 1, links. Der Eupalinostunnel auf Samos ist 1 km lang. Lageplan im Massstab 1:14 300.

Bild 2, Mitte. Eine Längsmarke im Eupalinostunnel auf Samos mit dem Buchstaben Λ.

Bild 3, rechts. Eupalinostunnel auf Samos. Treffpunkt der Stollen, Blick von Süd nach Nord.



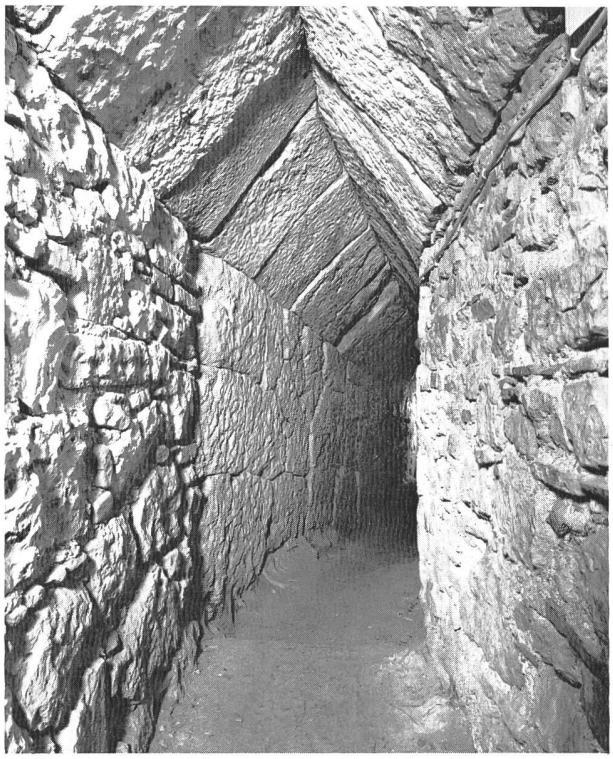


Bild 4. Eupalinostunnel auf Samos. Archaischer Spitzgiebelausbau am Südeingang.

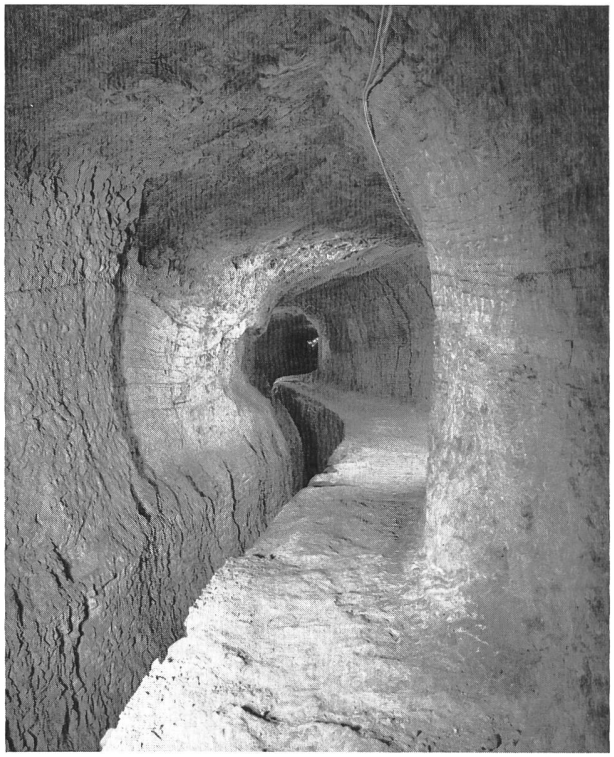


Bild 7. Querschnitt des Eupalinostunnels, Samos, mit Rohrgraben im Südstollen (Blick von Norden). An der Ostwand nachträgliche Korrektur.

breiteten Überzeugungen zur Umwelt und zur Hygiene – einheitlich erscheint, lassen sich jedoch allgemeinverbindliche Rechtsvorschriften, die für den gesamten griechischen Kulturraum galten, nicht nachweisen.

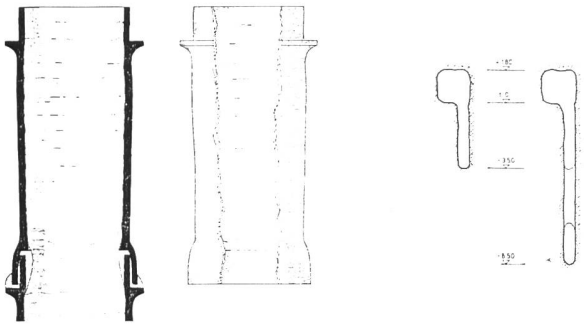
Die Vortragsfolge am 4. Juni wurde abgeschlossen durch das Referat von Prof. Dr. *J. Papavassiliou* zum Thema «Wasser und Medizin im alten Griechenland». Im Altertum wurden dem Wasser zum Teil wunderbare Eigenschaften zugesprochen, die häufig der Behandlung kranker Menschen dienen sollten. So verwundert nicht, dass in den grossen Kurzentren wie zum Beispiel Epidauros, Kos oder Pergamon Badekuren einen wesentlichen Bestandteil der Therapien darstellten. Umfangreiche wassertechnische Anlagen waren Voraussetzung für das Erblühen dieser Asklepiosbezirke.

Am Nachmittag führt Prof. Dr. *H. Kyrieleis* die Teilnehmer durch das Nationalmuseum.

Die Vortragsfolge des 2. Tages wurde von Dr. *H. Kienast* mit seinem Referat über «Elemente griechischer Wasserversorgungsleitungen» eröffnet. Der griechische Wasserleitungsbau begann erst in archaischer Zeit. Die Wasserfassungen bestanden im allgemeinen aus Quellhäusern oder Sickergalerien. Als Wasserleiter dienten in der Regel Tonrohre, die anfangs in schützende Rinnen oder Tunnel, später direkt in das Erdreich verlegt wurden. Aus der Zeit vom 6. bis 1. Jahrhundert v. Chr. lassen sich unterschiedliche Tonrohrtypen nachweisen. Endpunkte der Wasserleitungen waren im allgemeinen Brunnenhäuser, die als kleine Speicher dienten und aus denen Wasser geschöpft wurde.

Bild 5, links. Tonrohr im Massstab 1:20, wie sie für den Wassertransport im Eupalinostunnel, Samos mit 0,6‰ Gefälle verlegt wurden.

Bild 6, rechts. Systemskizze der Tunnelquerschnitte, Blickrichtung Nord. Massstab 1:200. Links Nordende, rechts Südende.



Arten und architektonische Gestaltung dieser Speicher wurden von Dr. *F. Glaser* in seinem Vortrag «Griechische Brunnenhäuser» behandelt.

Über «Untersuchungen des Dichtungsmörtels von 5 geschichtlichen Rohrleitungen im ägäisch-anatolischen Raum» referierten anschliessend Prof. Dr. *R. Malinowski* und Dipl.-Ing. *H. Fahlbusch.* Mörtelproben von Leitungen aus Ephesus, Patara, Methymna, Perge und Pergamon sind materialtechnisch im Labor, insbesondere hinsichtlich ihrer Dichtungsfähigkeit, untersucht worden. Dabei war insbesondere die Probe von der Steinmuffe aus Methymna von Interesse, bei der organische Faserstoffe im Mörtel eingebettet waren.

Den Abschluss der Vorträge bildete das Referat von Prof. Dr. *S. Lauffer* über «Untersuchungen am Kopaissee». Wohl bereits in vormykenischer Zeit wurde die Binnenniederung von Kopais teilweise trockengelegt. Da die natürliche Vorflut zum Meer durch Berge getrennt ist, wurde das Dränwasser zu grossen Karsthöhlen, sogenannten Katavothren, geleitet, in denen es ungehindert versickern konnte. Dieses System hat offensichtlich auch in der gesamten mykenischen Epoche gut funktioniert. Burganlagen schützten in dieser Zeit die Katavothren vor Zerstörung, so dass die Entwässerung der Ebene nicht unterbrochen werden konnte. Nach dem Untergang der mykenischen Kultur versumpfte die Kopaisebene, wohl aufgrund mangelnder Pflege der Katavothren. Erst auf Befehl Alexanders wurde wieder der Versuch unternommen, die

Niederung trockenzulegen. Nach erneuter Versumpfung und Überflutung gelang es erst am Ende des letzten Jahrhunderts, durch einen Tunnel eine offene, zugängliche Vorflut zu schaffen und somit die Kopaisebene endgültig zu entwässern und in blühende Felder umzuwandeln.

Am Nachmittag folgte eine Besichtigung der Akropolis und der wasserbaulichen Anlagen des alten Athen. Hier vermittelten – vor allem im Bereich der Agora – die Reste mehrerer Brunnenhäuser, Versorgungs- und Entsorgungsleitungen sowie einer Wasseruhr einen Eindruck von dem grossen Können der damaligen Ingenieure.

Den Höhepunkt der Exkursion bildete die Führung von Dr. *H. Kienast* durch den Eupalinostunnel auf Samos. Auf der Tagung in Istanbul 1979 hatte er bereits über die Ergebnisse bei den Ausgrabungen dieses eindrucksvollen Ingenieurbauwerks berichtet, das Herodot, der «Vater der Geschichtsschreibung», zu den gewaltigsten Bauwerken der Griechen zählte.

Wohl der Tyrann Polykrates dürfte in der 2. Hälfte des 6. Jahrhunderts v. Chr. den Auftrag erteilt haben, das Wasser einer ergiebigen Quelle nördlich des Kastro, des samischen Stadtmauerberges, in die Metropole zu leiten (Bild 1). Eupalinos aus Megara übernahm die Ausführung der Bauarbeiten. Das Kernstück der Leitung war der über 1 km lange Tunnel mit dem Querschnitt von 1,80/1,80 m. Dadurch konnte eine Trassenführung der Wasserleitung um den Berg herum vermieden werden.

Der Durchstich wurde im Gegenort, sowohl von Norden als auch von Süden gleichzeitig auf nahezu demselben Niveau durchgeführt. Da auf das Abteufen von Schächten verzichtet wurde, mussten die Arbeiten im Berg vermessungstechnisch sorgfältig überwacht werden. Es gelang bei den Ausgrabungen, je 5 verschiedene Systeme der Längen- und Höhenmessung im Tunnel nachzuweisen. Bild 2 zeigt eine Längenmarke. Während die Trassee im südlichen Tunnelabschnitt gradlinig verlief, ist bis heute nicht eindeutig erklärt, warum Eupalinos im nördlichen Abschnitt eine mehrfach abgeknickte Linienführung gewählt hat. Auf jeden Fall gelang es ihm, beide Tunnelstrecken zu verbinden. Bild 3 zeigt den Treffpunkt vom Süden ausgesehen.

In Bereichen mit geringer Felsstabilität wurde der Tunnel ausgekleidet. Sowohl archaischer Spitzgiebel- (Bild 4) als auch römischer Gewölbeausbau kommen vor.

Die Wasserleitung aus zylindrischen Tonrohren von 72 cm Länge und 25,5 cm Durchmesser (Bild 5) war von dem Quellhaus bis zum nördlichen Tunnelmund in einem Graben bzw. in einer von Schächten aus vorgetriebenen Tunnelstrecke mit einem Gefälle von etwa 0,6‰ verlegt. Trotz des sehr geringen Gefälles in diesem Teil lag die Leitung am nördlichen Tunneleingang bereits 3,5 m unter der Tunnelsohle. Es war daher notwendig, im Tunnel einen gesonderten Graben bzw. Stollen auszubrechen, um die Rohrleitung auf dem erforderlichen tiefen Niveau als Freispiegelleitung durch den Berg zu führen. Bild 6 verdeutlicht das System. Auf Bild 7 ist der Rohrleitungsgraben im Südstollen zu erkennen. An dieser Stelle, an der bei den Vortriebsarbeiten die gerade Linienführung irrtümlich verlassen wurde, war eine Korrektur an der Ostwand notwendig, um weiterhin das am Eingang einfallende Tageslicht zum unterirdischen Fluchten zu nutzen. Im Tunnel wurde die Leitung mit einem Gefälle von 5% verlegt, so dass sie am Südausgang etwa 8,5 m unter der Tunnelsohle lag.

Aufgrund der Kalkablagerungen aus dem Wasser versinterten die Rohre bald, so dass zunächst die Rohre aufgeschlagen wurden und als offene Rinne dienten. Später wurde der Rohrgraben selbst als Freispiegelkanal genutzt, was deutlich aus den starken Sinterablagerungen abzulesen ist (Bild 8). Eingeschwemmte Bodenpartikel wurden aus dem Rohrgraben entfernt und in Abschnitten, in denen dieser überdeckt war, gelagert. Bild 9 zeigt den mit Schistplatten abgedeckten Rohrgraben und im Hintergrund die aufgehäuften Bodenmassen.

Nach dem archäologischen Befund wurde der Tunnel viele Jahrhunderte genutzt – zuletzt im 7. Jahrhundert n. Chr. als Fluchtburg der Samier vor den Arabern – bis er in Vergessenheit geriet.

Die Exkursion am folgenden Tag führte nach Böotien in die Kopaisebene, wo unter der Leitung von Prof. Dr. *S. Lauffer* die von ihm in seinem Vortrag bereits erläuterten Spuren der antiken Dränagemassnahmen besichtigt wurden. Bei dieser Exkursion wurde der Eindruck gewonnen, dass das archäologisch noch nicht im Detail erforschte Projekt der antiken Entwässerung der Kopaisniederung bei interdisziplinärer Zusammenarbeit rekonstruierbar sein müsste.

Die nächste Exkursion führte nach Megara, einer kleinen Stadt auf der Landenge zwischen Athen und Korinth. Pausanias erwähnte bereits bei seiner Beschreibung Griechenlands das grosse Brunnenhaus dieser Stadt, das deutsche Forscher am Anfang dieses Jahrhunderts ausgegraben haben. Das Brunnenhaus besteht aus zwei Becken von insgesamt mehr als 300 m³ Speichervolumen. Dem Speicher vorgesetzt waren zwei Bassins, aus denen die Bevölkerung das Wasser schöpfen konnte. Schleifspuren in der Brüstung bezeugen den langen Betrieb dieses Brunnenhauses.

Das nächste wasserbaulich interessante Objekt war der Kanal durch den Isthmus von Korinth. Die ersten Versuche, mit Hilfe eines Durchstichs dieser Landenge den Schifffahrtsweg um den Peloponnes zu verkürzen, gehen bis in

Bild 8. Eupalinostunnel, Samos. Rohrgraben mit aufgeschlagener Tonrohrleitung, Sinterablagerungen und Bodeneinschwemmungen.

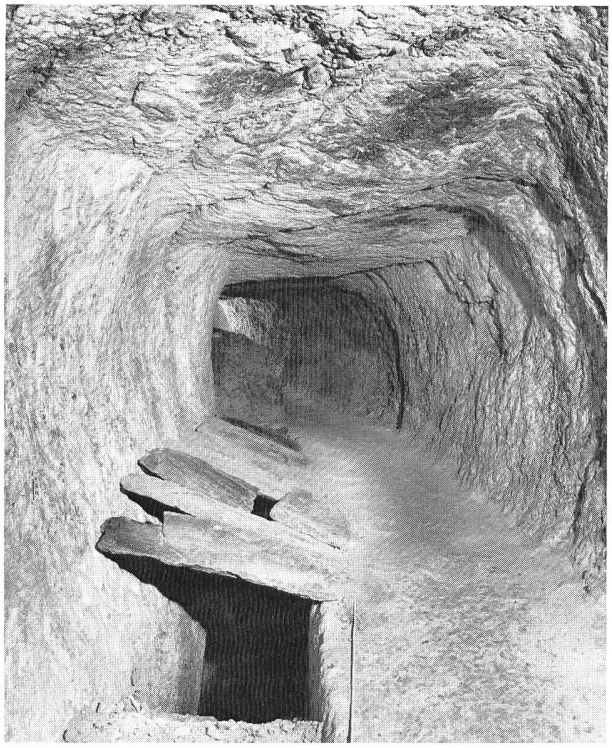


Bild 9. Eupalinostunnel, Samos. Mit Schistplatten, abgedeckter Rohrgraben. Im Hintergrund abgelagerter Einschwemmboden.

die Antike zurück. Aber erst am Ende des letzten Jahrhunderts gelang dieses Vorhaben.

In Sikyon, einer kleinen Stadt etwa 20 km westlich von Korinth, wurden am Gymnasium zwei kleine Brunnenhäuser aus hellenistischer Zeit besichtigt, die als die am besten erhaltenen ihres Typs auf dem griechischen Festland gelten.

Korinth, eines der wichtigsten Kunst- und Handelszentren des antiken Griechenlands, war schon in der Antike berühmt für seine gute Wasserversorgung. Neben der Heiligen Quelle gab es zwei Brunnenhäuser. Die Glauke ist ein mächtiges, aus dem Felsen herausgearbeitetes Reservoir mit davorgesetzten Entnahmebecken. Die Peirene besitzt eine Architekturfassade korinthischer Ordnung. Dahinter liegen 4 lange unterirdische Speicherbecken mit natürlichem Zufluss.

Den Abschluss der Exkursionen bildete eine Fahrt durch die Argolis. Nach einem kurzen Abstecher zu einem kleinen Landkloster stand der Besuch des alten Kurzentrums in Epidaurus im Mittelpunkt des Interesses. Die Tholos, ein Rundbau, dessen eigentümliche Konstruktion Anlass zu vielen Spekulationen über seinen ursprünglichen Zweck gegeben hat, wurde besichtigt.

In Mykene wurde die Perseia, eine unterirdische Brunnenstube, die über einen langen Treppenschacht zugänglich war, besucht. Diese Quelle garantierte, dass die Festung auch im Falle einer Belagerung verteidigt werden konnte, da die Bewohner über sie mit ausreichend Wasser versorgt werden konnten.

Ein detaillierter Bericht über die Tagung mit allen Vorträgen wird in der Reihe der Mitteilungshefte des Leichtweiss-Instituts für Wasserbau veröffentlicht werden. Literatur: *H. Kienast:* Der Tunnel des Eupalinos auf Samos, Architectura, München 1977, S. 97 – 116.

Bildnachweis: 1, 2, 4 bis 9, Kienast 1977; 3 Verfasser.

Adresse des Verfassers: Dipl.-Ing. *Henning Fahlbusch,* Leichtweiss-Institut für Wasserbau der Technischen Universität Braunschweig, Postfach 3329. D-3300 Braunschweig.

Personelles

Ehrenpromotion der ETH Zürich

Am ETH-Tag 1981 wurde auf Antrag der Abteilung für Bauingenieurwesen Direktor *Maarten Schalekamp,* Zürich, die Würde eines Doktors der Technischen Wissenschaften ehrenhalber verliehen. Dies geschah in Anerkennung seiner grundlegenden wissenschaftlichen Arbeiten für die Verbesserung der Aufbereitungstechnologie und deren Umsetzung für den praktischen Wasserwerksbetrieb sowie die Würdigung seines unermüdlichen Einsatzes für die Förderung der Verbundwirtschaft im Wasserfach, die Sicherstellung der Notstandswasserversorgung und die Reinhaltung der Gewässer.

Otto-Jaag-Gewässerschutzpreis am ETH-Tag 1981 verliehen

Nach den Bestimmungen des Fonds «Otto-Jaag-Gewässerschutzpreis» wird jährlich ein Preis in der Höhe von 1000 Franken für eine hervorragende Arbeit auf dem Gebiet des Gewässerschutzes und der Gewässerkunde verliehen.

In diesem Jahr erhält Dr. sc. nat. *Hansjörg Fricker* den Preis für seine Promotionsarbeit «Critical Evaluation of the Application of Statistical Phosphorus Loading Models to Alpine Lakes». Darin hat sich Dr. Fricker mit der Phosphordüngung und der Eutrophie der Seen auseinandergesetzt und damit einen Problemkomplex bearbeitet, der im Rahmen der Planung und des ausführenden Gewässerschutzes heute erste Dringlichkeit beansprucht.

Mitte der sechziger Jahre forderte Prof. Dr. *Otto Jaag,* dass die Fragen der Seen-Eutrophie schwerpunktmässig und auf internationaler Basis zu bearbeiten seien. Dies führte zu Untersuchungen im Rahmen der OECD, die von Dr. Fricker nach neuen Gesichtspunkten durchdacht und erfolgreich ausgewertet wurden.

Ehrung von Paulgerhard Franke

Die Technische Universität Wien hat am 20. Oktober 1981 dem Ordinarius für Hydraulik und Gewässerkunde an der TU München, Professor Dr.-Ing. habil. *Paulgerhard Franke* die Johann-Joseph-Ritter-von-Prechtl-Medaille verliehen.

Ehrung für Dr. Rudolf Weber

Der Verein Deutscher Ingenieure, VDI, hat Dr. *Rudolf Weber,* dipl. Ing. und Wissenschaftsjournalist, Dottikon, für seine Artikel über Energietechnik mit dem Robert-Mayer-Preis ausgezeichnet. Der Geehrte hat verschiedentlich über die Fachtagungen des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes vielbeachtete Reportagen verfasst und diese weit gestreut.

Pro Aqua AG: Rücktritt von Dr. Otto Schenker-Sprüngli

Anlässlich der Generalversammlung der Pro Aqua AG in Basel hat Dr. *Otto Schenker-Sprüngli,* Präsident der Schweiz. Liga gegen den Lärm, aus gesundheitlichen Gründen seinen Austritt aus dem Verwaltungsrat bekanntgegeben. Dr. Schenker gehörte dem Verwaltungsrat seit 1968 an und hat in dieser Funktion aktiv an der Gestaltung von fünf Umweltschutz-Fachmessen Pro Aqua – Pro Vita mitgearbeitet. *Frédéric P. Walthard,* Generaldirektor der Schweizer Mustermesse Basel, überreichte ihm in Anerkennung seiner langjährigen Verdienste die Muba-Goldmedaille.

VGL VGL VGL VGL VGL

La Ligue suisse pour la protection des eaux et de l'air crée une documentation scolaire

Au cours d'une conférence de presse tenue à Zurich le 22 octobre, M. *Rudolf Braun,* président de la Ligue suisse, a présenté à la presse et aux représentants des associations d'enseignants le premier volume d'une documentation consacrée aux problèmes de l'eau. Cinq cents pages abordent les différents aspects de la protection des eaux. L'ouvrage comporte aussi des exercices pratiques, des questionnaires, des statistiques récentes. Ce n'est pas la première fois que la Ligue suisse s'adresse à la jeunesse: par des tableaux scolaires, des brochures, elle s'est efforcée depuis sa fondation en 1949 de sensibiliser les jeunes et d'éveiller leur intérêt.

Cet ouvrage a été réalisé par un groupe de travail animé par M.