

Der Stollen des Eupalinos auf Samos

Von Dr.-Ing. W. Kastenbein, Bochum

Auf der Insel Samos befindet sich eines der bedeutendsten antiken bergmännischen Bauwerke. Es handelt sich um einen mehr als 1000 m langen Stollen, der unter der Herrschaft des Polykrates etwa 500 v. Chr. aufgeföhren wurde. Dieser Tunnel wird bereits von Herodot in seinem 3. Buch, Kapitel 60, erwähnt. Die gewaltige bergmännische Leistung, das sei vorweggenommen, liegt in der Aufföhren dieses Stollens im Gegenortsbetrieb. Zunächst drängt sich jedoch die Frage auf, welcher Verwendung der Tunnel dienen sollte.

Polykrates beherrschte Samos in seiner Residenz Tigani, heute auch Pythagorion genannt, da mit großer Wahrscheinlichkeit angenommen werden darf, daß Pythagoras dort geboren ist. Polykrates war vor die Aufgabe gestellt, die Wasserversorgung der Stadt Tigani in geeigneter Form sicherzustellen.

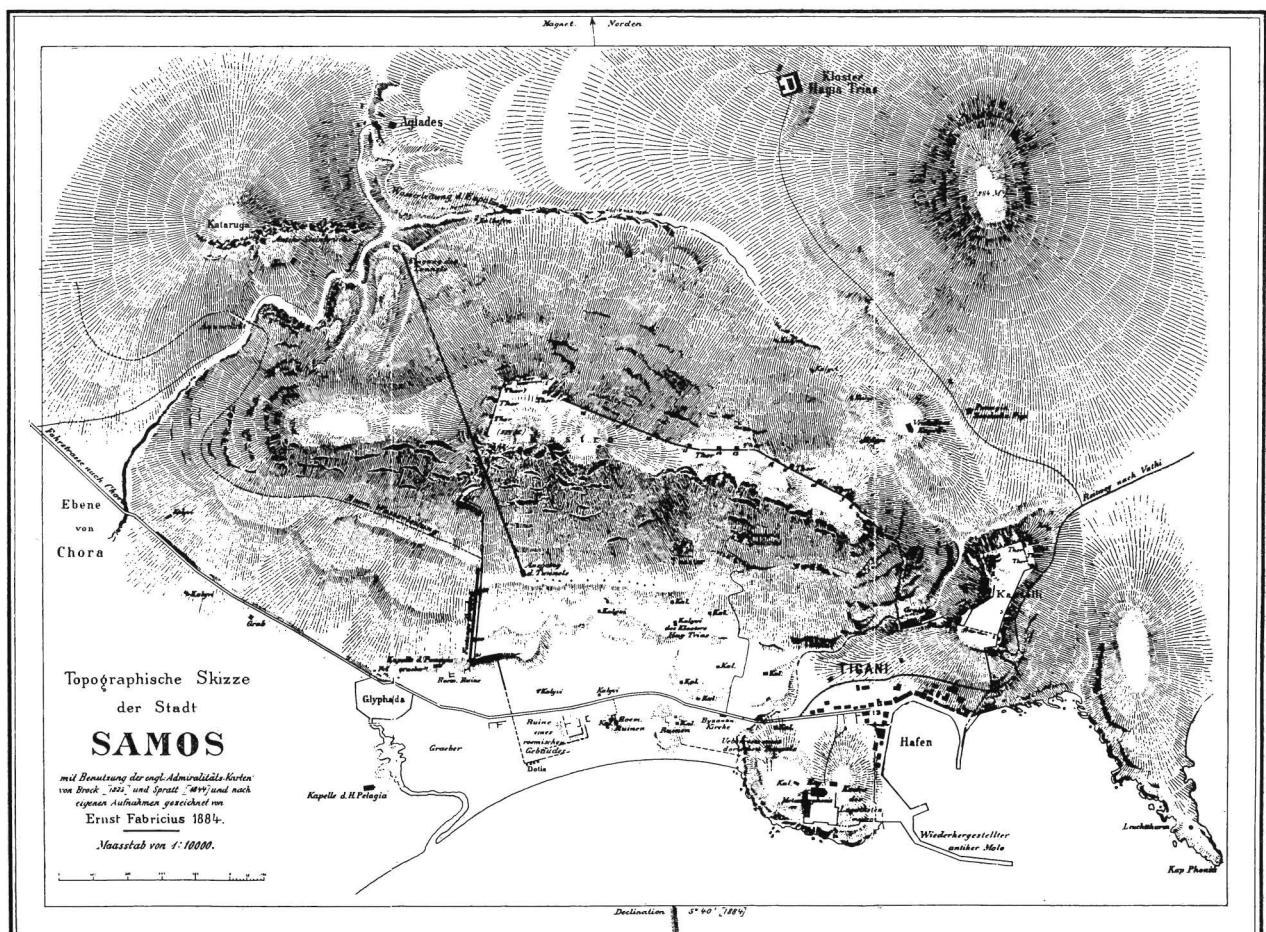
Einen hinreichend klaren Überblick über die geographische Situation bietet die Abb. 1. Es handelt sich um eine Kartendarstellung, die 1884 von dem Archäologen Ernst Fabricius

in sorgfältiger Arbeit, wie die heutige Situation noch beweist, hergestellt wurde.

An der Südküste der Insel Samos liegt im östlichen Teil die Hafenstadt Tigani, deren Hafen mit der ebenfalls auf Polykrates zurückzuföhrenden Mole heute vornehmlich Fischereifahrzeugen dient, ansonsten unbedeutend ist. Nördlich dieser Stadt erstreckt sich in Ost-West-Richtung der Berg Kastros, in seinem Rücken etwa 280 m hoch. Nördlich dieses Höhenzuges spendet eine Quelle unter einer Kapelle, inmitten der Häusergruppe „Agiades“ gelegen, das für Tigani notwendige Süßwasser. Durch diese Quelle wird auch heute noch die Stadt mit Wasser versorgt. Als Zuföhren dient jedoch ein Rohrsystem.

Wie ein Blick auf Abb. 1 zeigt, bietet sich die Möglichkeit an, die genannten Quellwasser durch das Tal zwischen Kataruga und Kastros hindurchzuföhren, um sie dann am südlichen Hang des Kastros entlang Tigani zuzuleiten. Eine andere Möglichkeit besteht darin, eine Leitung vom Quellhaus zum Nordhang des Kastros zu legen, den Berg zu

Abb. 1: Topographische Skizze von Samos mit der eingezeichneten Wasserleitung des Eupalinos.



durchtunneln, um dann vom südlichen Abhang die Wasser der Stadt zuzuführen. Polykrates entschied sich für diesen beschwerlichen Weg. Der Grund, diesen Gedanken in die Tat umzusetzen, kann evtl. darin zu suchen sein, daß eine um den Kastro herumgeführte Wasserleitung vor feindlichen Zugriffen nur schlecht oder gar nicht zu schützen war. Zum anderen liegt die Überlegung nahe, daß Polykrates, in der Gedankenwelt des antiken Tyrannen lebend, seinen Namen durch bleibende Denkmäler der Nachwelt zu erhalten wünschte.

Mit dem Bau der Wasserleitungsanlage wurde, so schreibt Herodot, Eupalinos, Sohn des Naustrophos aus Megara, beauftragt. Bevor nun auf das eigentliche bergmännische Bauwerk, den Stollen, näher eingegangen werden soll, sei eine kurze Beschreibung der nördlichen Wasserzu- und der südlichen Wasserableitung gegeben.

Vom Quellhaus verläuft, den Geländebedingungen angepaßt, ein geschickt abgedeckter Graben, der ohne genaue Kenntnis der Situation von einem evtl. Gegner kaum ausfindig gemacht werden konnte. Er erreicht am Nordhang des Kastro, von Osten kommend, den eigentlichen Stollen. Im Kulminationspunkt des nach Osten stark ausgebogenen Grabens unterquert die Leitung einen Bachlauf. Dieser ist zur Sommerzeit trocken, und nur so war es uns möglich, die Wasserunterquerung im Gelände ausfindig zu machen. In unmittelbarer Nähe des südlichen Tunnelausganges ist der Wassergraben nach Osten aus dem Berg herausgeführt und verläuft am Hang des Kastro entlang. Abgesehen von einigen Beobachtungsschächten ist dieser Graben im Gelände nicht mehr sichtbar. Ähnlich verhält es sich mit der bereits beschriebenen nördlichen Wasserleitung.

Auf der Abb. 3 ist, durch Pfeil besonders gekennzeichnet, am unteren südlichen Hangabschnitt des Kastro eine Hausruine erkennbar. Diese steht unmittelbar über dem Zugang zum Stollen des Eupalinos. Der Zugang liegt niveaumäßig oberhalb der Stollensohle und führt über neun Treppenstufen in das Berginnere. Sowohl Stufen als auch Stöße sind aus dem Gebirge ausgeschlagen.

Die Abb. 4 vermittelt einen Blick in diesen Stolleneingang und zeigt eine dachförmig ausgebildete Firste, wie sie auch aus den ersten Metern innerhalb des Stollens durch Ausbau — zwei dachförmig gegeneinander gesetzte Platten — zu sehen ist. Unten im Bild ist noch die letzte in den Stein gehauene Treppenstufe erkennbar. Der Zugang ist mit einer Breite von rd. 70 cm nur schmal aufgefahren.

Etwa 32 m vom südlichen Zugang entfernt (nach Norden gemessen) treffen wir auf den eigentlichen Stollenquerschnitt (Abb. 5). Die Sohlenbreite beträgt etwa 2 m, die Höhe etwa 1,80 m. Diese Aufnahme, nach Norden fotografiert, zeigt in der Firstenbildung ein Einfallen der Schichtung nach Osten. Der Stollen ist folglich im Streichen des Gebirges aufgefahren. Bei dem Gebirge handelt es sich um einen Kalkstein, der teilweise massig, teilweise plattig ausgebildet ist. Abgesehen von den Abschnitten am nördlichen und südlichen Zugang, steht der Stollen

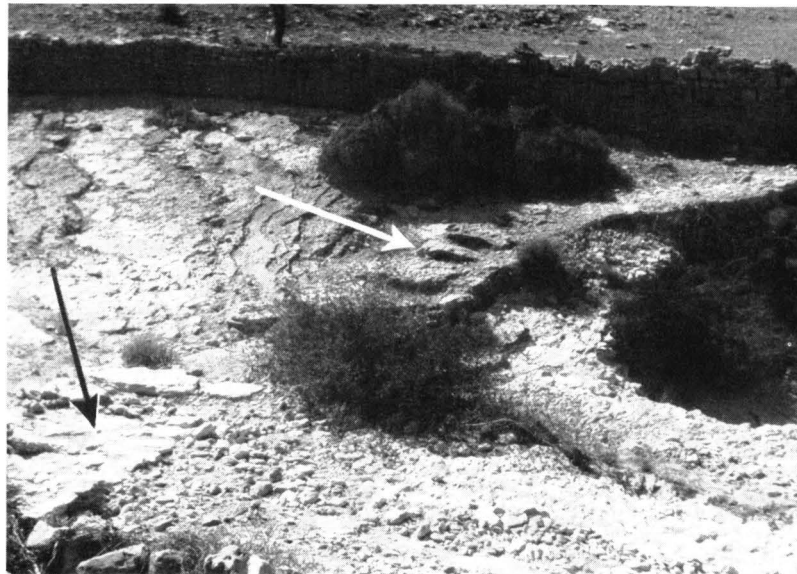


Abb. 2 (oben): Die Pfeile weisen auf den sehr geschickt abgedeckten Wassergraben.

Abb. 3 (unten): Der Pfeil bezeichnet eine Hausruine, die unmittelbar über dem Stollenzugang steht.

ohne Ausbau. Das Gebirge ist in der Stollenbreite freitragend. Am östlichen Stoß, rechts im Bild, ist der Graben, der der eigentlichen Wasserführung dient, zu erkennen. Er hat in der Nähe des südlichen Ausganges eine Tiefe von mehr als 8 m. Die Tiefe nimmt nach Norden ab und beträgt am nördlichen Zugang nur noch etwa 1 m.

Die vermessungstechnische Aufnahme hat ergeben, daß der Stollen nicht mit einem durchlaufenden Gefälle von Norden nach Süden aufgefahren worden ist, sondern vielmehr einem schwach ausgebildeten Trog gleicht (vgl. auch Abb. 10, Längenschnitt durch den Stollen). Der gewünschte Wasserstrom vom nördlichen Zugang zum südlichen Ausgang mußte also ausbleiben. Folglich war es erforderlich, eine Wasserseige anzusetzen, um die Vorflut entsprechend zu gewährleisten. Die relativ große Teufe des Wassergrabens läßt sich vielleicht so deuten, daß man aus besonderen Gründen eine sehr hohe Vorflut oder Fließgeschwindigkeit erreichen wollte.

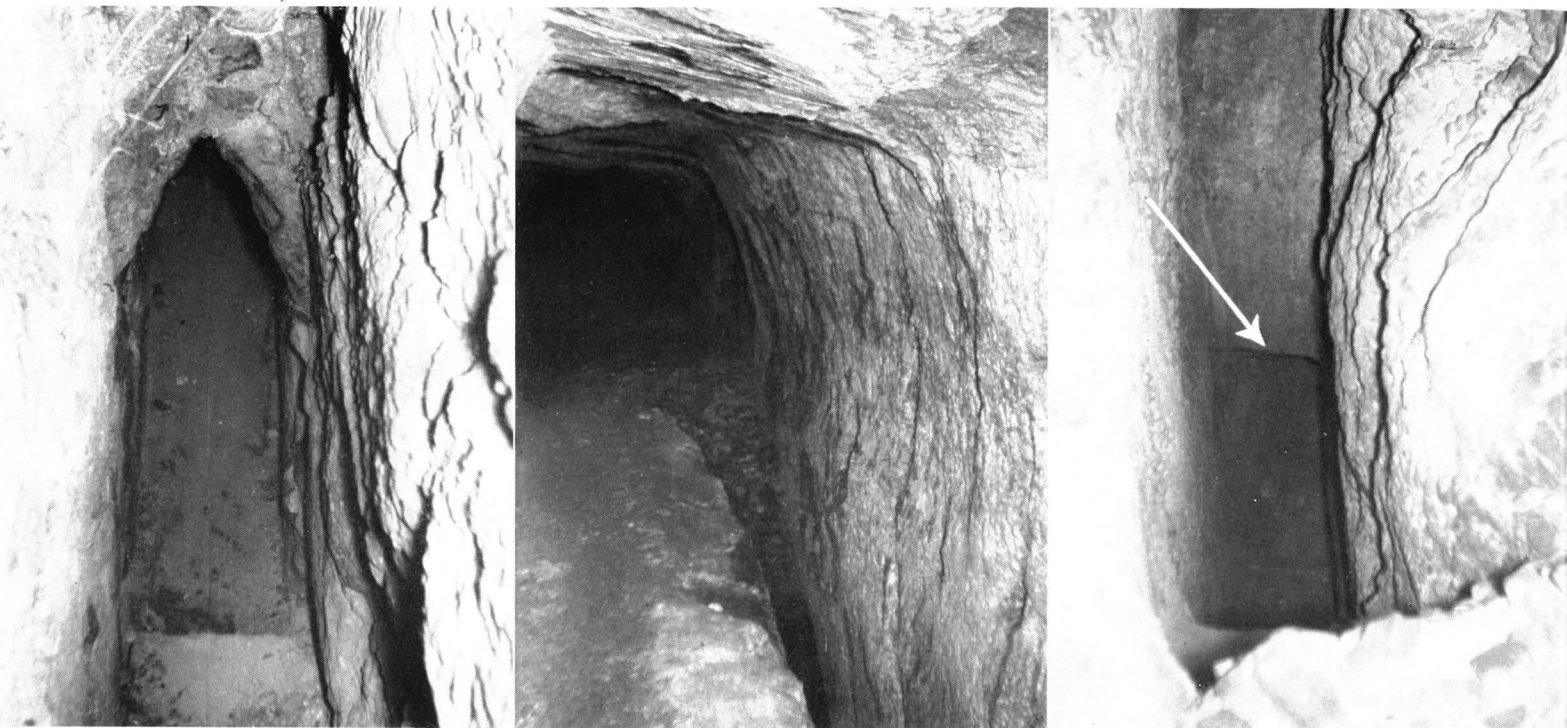


Abb. 4 (links): Stolleneingang mit dachförmig ausgebildeter Firse. Abb. 5 (Mitte): Blick in den Stollen.
Abb. 6 (rechts): Senkrechtaufnahme des Wassergrabens. Die Pfeilspitze weist auf die Firse des Tunnels hin.

Die Abb. 6 zeigt einen Blick in den Wassergraben, wobei mit der Kamera annähernd senkrecht nach unten fotografiert wurde. Die Pfeilmarkierung im Bild weist auf eine Besonderheit in der Ausbildung des Grabens hin. Er ist abschnittsweise als offener Grabenlauf, teilweise in Form eines Tunnels, erstellt. Der Graben ist bei der Auffahrung offensichtlich an zahlreichen Stellen gleichzeitig ausgehoben oder geteuft worden. Nach Erreichen der notwendigen Tiefe wurden diese Abschnitte durch Beseitigen der Bergefesten verbunden. Da diese Bergefesten zum großen Teil nur geringmächtig ausgebildet sind, darüber aber bis zum

Niveau der Stollensohle Schutt verpackt ist (vgl. auch Abbildung 10), besteht die Vermutung, daß bis zu einer bestimmten Tiefe der gesamte Graben ausgehoben und das anfallende Bergematerial abtransportiert wurde. Vermutlich reichte die geschaffene Vorflut nicht aus, so daß der Erbauer eine größere Teufe wählte, den Graben in Abschnitten vertiefte, um auf den dazwischen anstehenden Festen die anfallenden Berge zu verpacken.

Die Abb. 6 stellt einen Übergang vom offenen Graben zum Tunnel dar. Im Vordergrund ist der offene Graben erkennbar, die Pfeilspitze weist auf die Firse des Tunnels hin, während oberhalb die Bergefeste ansteht.

Abb. 7: Sinterablagerungen, die als Stalagmiten und Stalagtiten ausgebildet sind. Der Pfeil weist auf einen Säulenrest.



Inmitten des Stollens, etwa 360 m vom südlichen Zugang entfernt, befinden sich Sinterablagerungen, die als Stalagmiten und Stalagtiten ausgebildet sind (Abb. 7). Eine wasserführende Kluft, die heute noch Traufwasserlachen bildet, hat die Entstehung dieser Sinter gefördert. Es handelt sich um eine Zone, die mehrere Meter streichend im Gebirge verläuft. Obwohl an der Gebirgsschichtung infolge Versinterung der Stöße nicht erkennbar, wird dieser Bereich wahrscheinlich von einer Störung durchzogen, deren Klüfte die Wasserzuführung gestatten. Nach Angaben von Ernst Fabricius ist hier ein kleines Heiligtum errichtet worden. Als Beweis dient eine an den östlichen Stoß angelehnte Steinplatte (im Bild nicht erkennbar, da zum größten Teil versintert), in die Schriftzeichen eingemeißelt sind. Ferner lagern auf der Stollensohle Säulenreste (durch Pfeil auf Abb. 7 gekennzeichnet).

Bei weiterem Vordringen nach Norden trifft man nach 420 m den Durchschlagpunkt zwischen dem nördlichen und südlichen Stollen. Beide Stollenabschnitte sind an-

nähernd rechtwinklig aufeinandergestoßen, d. h. der nördliche Stollen trifft aus einem Bogen von Osten kommend in den annähernd nord-südlich verlaufenden südlichen Stollen (vgl. auch Abb. 9, Darstellung 2 D-D). Im Bild oben rechts ist der südliche Stoß des von Norden kommenden, aus Osten einbiegenden Stollens erkennbar. Der treppenförmige Absatz in halber Bildhöhe zeigt die Sohle des nördlichen Stollens, wobei im gleichen Niveau an der horizontalen Kante die Firste des südlichen Stollens erkennbar ist. Daraus ist zu folgern, daß der Höhenfehler im Durchschlag etwa Streckenhöhe betragen hat. Dieser Fehler ist von Süden nach Norden auf etwa 20 m Länge ausgeglichen worden. Im Vordergrund links erscheint auf Abb. 8 der zweite Streckenstoß des nördlichen Stollens, in diesem Fall wegen des Höhenausgleichs etwa 4 m hoch. Rechts davon ist unten im Bild der steile Absturz des Wassergrabens erkennbar. An den Streckenstößen, besonders deutlich in Bildmitte sichtbar, ist eine Vielzahl von Werkzeugerschlagspuren anzutreffen. Es handelt sich eindeutig um meißelähnliche Gerätschaften, die zum Stollen-vortrieb benutzt wurden.

Wenn die Abb. 8 beweist, daß der Stollen im Gegenortsbetrieb aufgeföhren wurde, so erscheint es notwendig, nach einer Erklärung zu suchen, wie die Richtungsangaben des nördlichen und südlichen Stollens möglich wurden.

In den Plänen 9 und 10 ist eine Kartierung des Stollens erfolgt. Es handelt sich bei Abb. 9 um grundrißliche Darstellungen des gesamten Stollens sowie der bedeutendsten Einzelabschnitte. In den Sonderdarstellungen sind die Bereiche der beiden Zugänge und der Abschnitt „Durchschlag“ wiedergegeben. Plan 10 ist der zum Grundriß gehörende Längenschnitt mit den entsprechenden Sonderdarstellungen aus Abb. 9. Die Pläne sind ursprünglich im Maßstab 1:1000 bzw. 1:100 für die Sonderdarstellungen konstruiert; durch fotografische Verkleinerung wurde der Grundriß in den Maßstab 1:323,2 bzw. 1:32,3, der Längenschnitt in den Maßstab 1:3500 bzw. 1:350 gebracht.

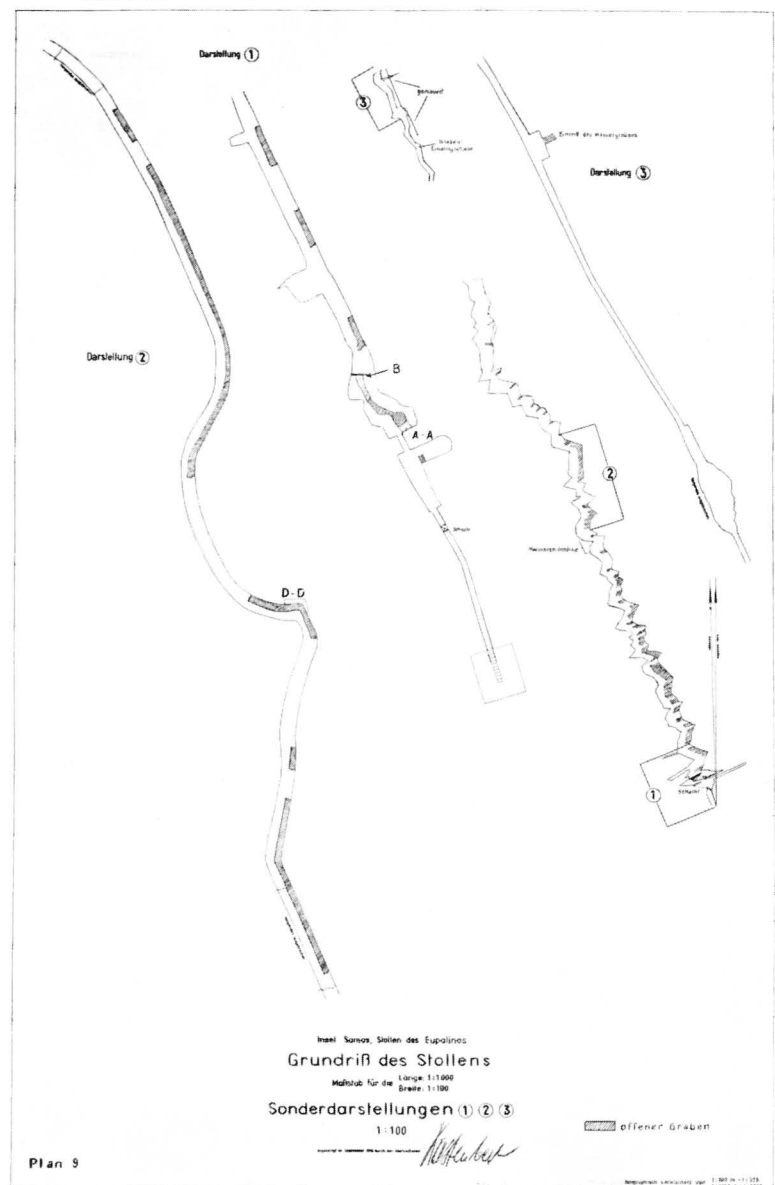
Wie bereits erwähnt, liegen den wesentlichsten Punkten die Sonderdarstellungen 1, 2 und 3 auf beiden Plänen zugrunde. Der Durchschlagspunkt (Abb. 8) ist unter 2 D-D dargestellt. Hier zeigt der Grundriß sehr klar, wie über den ausgebogenen nördlichen Stollen der Durchschlag von der Seite her in den südlichen Stollen hinein erfolgte. Die Möglichkeit, die Durchschlagsangaben für beide Stollen zu bewerkstelligen, ist in Darstellung 1 wiedergegeben. Etwa 23 m vom südlichen Zugang entfernt befindet sich ein kleinerer seigerer Schacht bis zur Tagesoberfläche (vgl. Plan 9, Darstellung 1, Plan 10, Darstellung 1).

Wenn Eupalinos, um den nördlichen und südlichen Ansatzpunkt zu finden, über den Kastro-Höhenrücken hinweg in den Boden Zielmarkierungen (evtl. Pfähle) eingeffuchtet und eingerammt hat, so läßt sich damit die gerade Verbindung zwischen beiden Ansatzpunkten festlegen. Diese Richtung muß in den Stollen übertragen werden. Es kann sein, daß Eupalinos in den genannten Schacht zwei Lote



Abb. 8: Durchschlagspunkt zwischen dem nördlichen und südlichen Stollen, die hier annähernd rechtwinklig aufeinanderstoßen.

Abb. 9: Grundriß des gesamten Stollens und der bedeutendsten Einzelabschnitte.



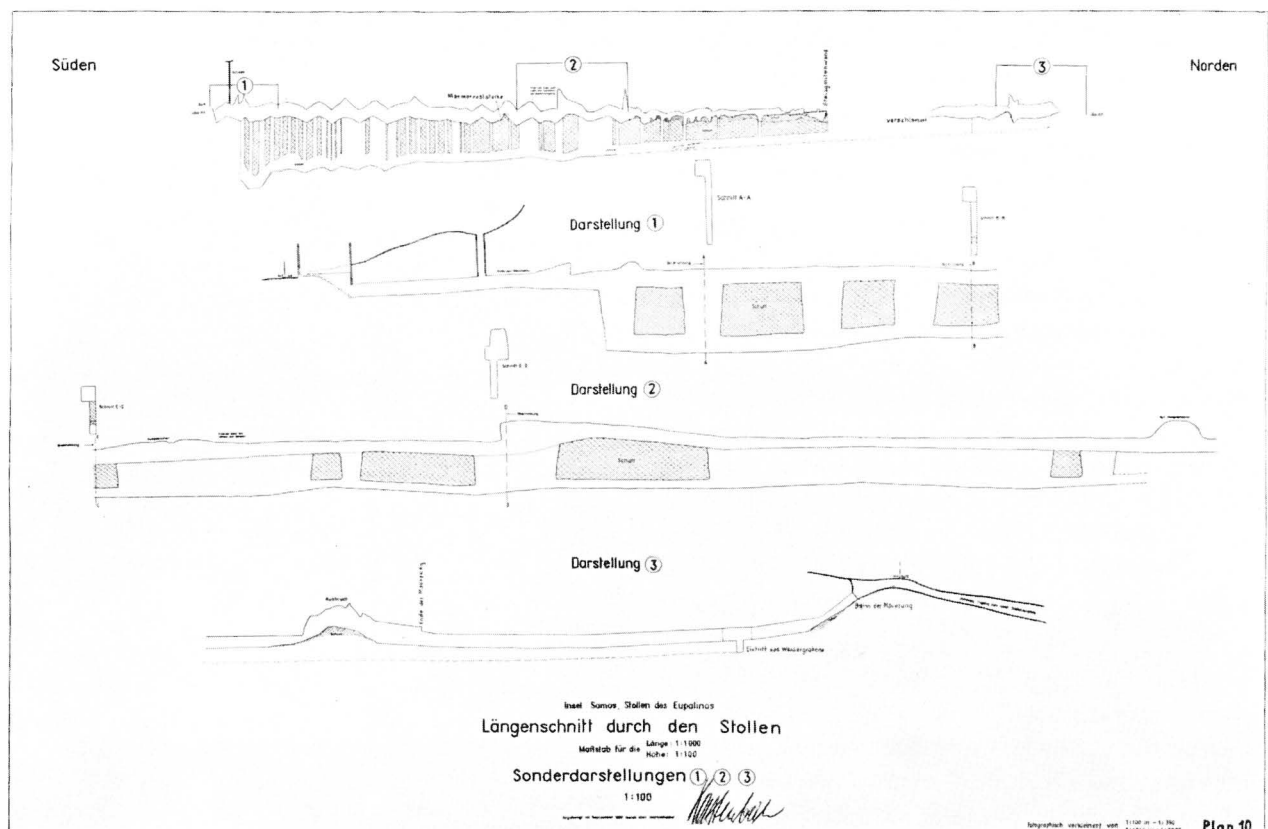
einhängte, deren Richtung der vorgenannten Geraden entspricht. Wahrscheinlicher ist es aber, daß er sich des Schattens bediente, d. h., es wurde in die eingeflüchtete Richtung über den Schacht eine Verbindungsschnur gezogen, deren Schatten bei geeignetem Sonnenstand auf der Stollensohle markiert wurde. Im Stollen sind bei A-A, Plan 9, Sonderdarstellung 1, zwei Mauern gesetzt, deren westliche beim Vortragen der Richtung in Form einer Stunde gedient hat. Bei B, Plan 9, Sonderdarstellung 1, ist vom westlichen Stoß quer in den Stollen eine Mauer mit Durchbruch gesetzt worden. Die östliche Kante der Mauer, gleich westlicher Kante des Durchbruches, liegt genau in Verlängerung der eben angeführten Mauerung A-A. Man hat also auf diese Weise bis zu einem gewissen Grad die Richtung vortragen können. Beim weiteren Vortrieb wurde es von einem geeigneten Abstand an lediglich notwendig, vom Ortsstoß aus rückwärts blickend ständig das durch den Schacht einfallende Licht zu beachten. Ein Ausschwenken nach Osten oder Westen um mehr als Stollenbreite konnte dadurch vermieden werden. Tatsächlich verläuft der Stollen nicht exakt geradlinig; die Verschwenkungen sind aber so geringfügig, daß bis zu einer Länge von rd. 390 m stets das Tageslicht sichtbar bleibt. Erst dann ist eine Abknickung erfolgt, die wohl auf den erwarteten Durchschlag zurückzuführen ist. Wenn Schlaggeräusche über Gebirgsklüfte vernehmbar werden — was nicht als sehr wahrscheinlich angenommen werden darf —, so ist man den Geräuschen möglicherweise gefolgt.

Eine ähnliche Richtungsübertragung wie hier im Süden müßte auch im Norden erfolgt sein, wenngleich ein entsprechender Nachweis nicht mehr geführt werden kann. Der nördliche Zugang ist zum großen Teil verbrochen und ein Schacht nicht auffindbar.

Etwa 95 m nördlich des Durchschlagpunktes finden sich, auf der Sohle abgelagert, nennenswerte Schuttmassen. Dabei dürfte es sich um das Bergematerial handeln, das beim Grabenaushub anfiel und nicht abtransportiert wurde. Der Stollenquerschnitt erfährt hier eine wesentliche Verengung. Besonderheiten sind in diesem Abschnitt von etwa 230 m Länge nicht anzutreffen. Dem weiteren Vordringen nach Norden ist durch eine Stalagmitenwand nach rd. 760 m vom südlichen Zugang ein Ende gesetzt. Die Wand ist am Fuße metermächtig und von beiden Streckenstößen zur Mitte hin so weit zugewachsen, daß ein schmaler Spalt ein Ausleuchten des dahinterliegenden Stollens mit dem Grubenscheinwerfer gestattet. Der etwa 40 m lange ausgeleuchtete Abschnitt zeigte keine Besonderheiten.

In Plan 10, Sonderdarstellung 3, ist der nördliche Stollenzugang aufgezeichnet. Der stark verschüttete und verbrochene Zugang ist durch einen Hohlweg erreichbar. Der Beginn der Mauerung läßt sich zwischen den Schuttmassen feststellen. Es handelt sich um einen Ausbau mit senkrechten Stößen und horizontaler Firste. Weiter nach Süden ist der Stollen in einem Abschnitt in Bogengewölbe ausgebaut. Diese Form läßt darauf schließen, daß zur Römerzeit der Bogenausbau nachträglich eingebracht wurde.

Abb. 10: Längenschnitt durch den Stollen mit Sonderdarstellungen aus Abbildung 9.



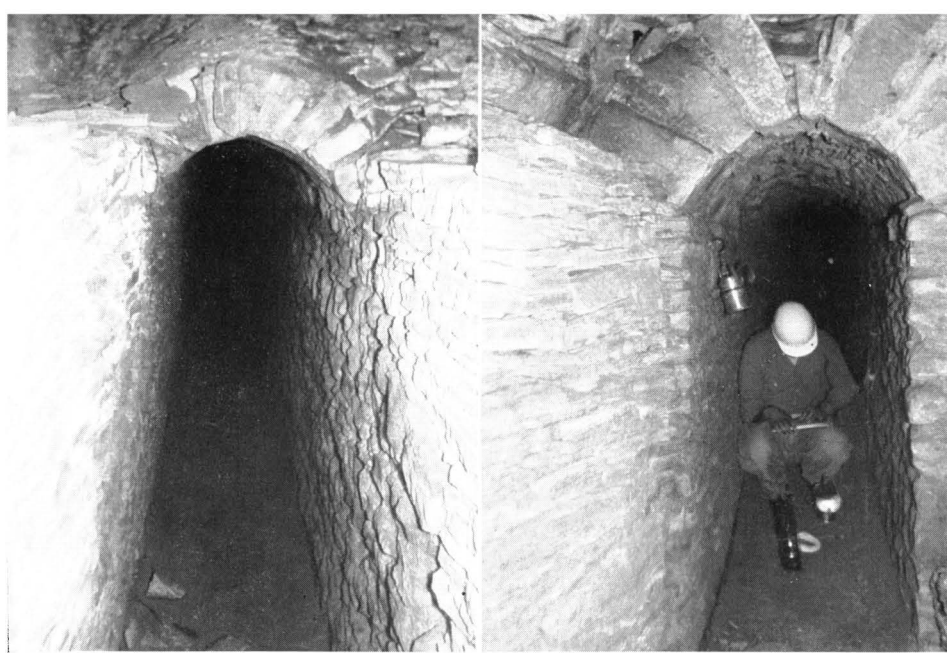


Abb. 11 (links): Nördlicher Stollen mit vermutlich zur Römerzeit eingebrachtem Bogenausbau.
Abb. 12 (rechts): Bei der Feinaufnahme des nördlichen Stollens.

Abb. 13: Bruchzone. Im Hintergrund dachförmiger Firstenausbau.



Südlich dieses Stollenabschnittes sind die hangenden Gebirgsschichten zu Bruch gegangen (Abb. 13). Die Gefahrenzone erstreckt sich über eine Länge von etwa 9 m. Das Gebirge ist hier geborsten und z. T. eingestürzt. Im Hintergrund zeigt die Abb. 13 den bereits am südlichen Stollenzugang angetroffenen dachförmigen Firstenausbau. Die behauenen Platten sind spitzwinklig gegeneinandergesetzt und nach außen hin gegen die Stöße des Stollens abgestützt. Infolge der Schuttmassen des ausgebrochenen Gebirges ist der Querschnitt nach Süden hin außerordentlich verengt. Dennoch wurde es möglich, von dieser Bruchzone aus den Stollen 90 m weiter nach Süden zu untersuchen. Unmöglich wurde ein weiteres Vordringen nach einer Gesamtlänge von etwa 160 m, weil dann der Stollenquerschnitt infolge Verschlammung zu eng wird.

In dem nördlichen Stollenabschnitt befindet sich der „Wassergraben“ als geschlossene Leitung vornehmlich unterhalb der Stollensohle, wie durch einen Einstiegschacht

von der Stollensohle aus belegt werden kann. Von dem gesamten Stollen, der durch Übertagemessung mit einer Länge von 1045 m festgestellt wurde, bleibt letztlich als nicht untersuchter Abschnitt eine Länge von rund 90 m übrig. Nach Beseitigen der Schlamm-massen im Norden bzw. Entfernen der Stalagmitenwand im Süden könnte selbstverständlich auch dieser Stollenbereich untersucht werden. Nach Auffassung des Verfassers sind besonders interessante Punkte aber nicht mehr zu erwarten, ausgenommen der Teil, in dem der Stollen in Normalbreite von rd. 2 m und der enge Querschnitt im dachförmigen Firstenbau ineinander übergehen.

Im Zusammenhang mit dem Eupalinos-Stollen sei auf ein ähnliches bergmännisches Bauwerk verwiesen. Es handelt sich um einen Wasserleitungs-Stollen durch den Bergrücken Zion in Palästina. Er wurde unter dem König Hiskias 727—699 v. Chr. im Gegenort aufgeföhren. Der unter dem Namen Siloah-Tunnel getriebene Stollen hat eine vornehmlich bogenförmige Ausbildung, was auf eine Aufföhruhg ohne Meßverfahren bzw. Planung schließen läßt, oder, wie Wilski in seiner Markscheidekunde, Seite 144, ausführt: „Es läßt sich wohl annehmen, daß, wenn im Lande des Hiskias Bergbau umgegangen wäre, Hiskias dann Bergleute zur Aufgewältigung des Tunnels herangezogen

haben würde, und der Grundriß des Tunnels hätte dann wohl weniger den Ausdruck bergmännischer Hilflosigkeit gewonnen.“

Abschließend sei es dem Verfasser gestattet, den Herren Bergwerksdirektor Bergassessor Dr. Mommertz und Bergwerksdirektor Bergassessor Brenken seinen besonderen Dank dafür auszusprechen, daß durch großzügige Unterstützung und umfangreiche Vorarbeiten diese Untersuchungsreise ermöglicht wurde. Ferner möchte ich den Herren Prof. Dr. Kunze und Dr. Schulz, Athen, für ihre Unterstützung bei der Einreise und ihre Hilfe zur Vorbereitung unserer Arbeiten danken. Nicht minder herzlich danke ich Herrn Prof. Buschor und seinen Mitarbeitern auf Samos für ihre Hilfeleistung, die uns trotz der eigenen Arbeiten im Heraion zuteil wurde. Schließlich möchte ich meinen Mitarbeitern, den Herren cand. geod. mont. W. Brenken und cand. rer. mont. C. O. Steinbrinck, für ihren selbstlosen und tatkräftigen Einsatz danken.