

Bemerkungen zur griechischen Marmorgewinnung: Die Marmorbrüche bei Aliko auf der Insel Thasos

Siegfried Lauffer zum 73. Geburtstag am 4. August 1984

Steinbrüche vergangener Zeiten sind wichtige, bislang jedoch wenig beachtete Denkmäler, deren Erfassung und Interpretation gute und weiterführende Aufschlüsse für die antike Wirtschafts- und Sozialgeschichte geben können. So erlaubt die systematische Erforschung eines Steinbruches Rückschlüsse auf seine Geschichte im allgemeinen und beispielsweise auf die Art des Abbaus, das für den Abbau verwendete Werkzeug, den Umfang der Arbeiten sowie die infrastrukturelle Eingliederung des Platzes in ein bestimmtes Gebiet¹ im besonderen. In bezug auf die Produkte und deren Verbreitung lassen sich wesentliche Erkenntnisse zum Handels- und Transportwesen bestimmter Epochen finden; gerade für Zeiträume, die ohne jede schriftliche Überlieferung sind, ist eine Beantwortung dieser oder ähnlicher Fragen von großer Bedeutung.

Keinerlei Kenntnis besitzt man über die Steinbrüche im ägäischen Raum des 2. und 3. Jahrtausends v. Chr. Unbekannt sind die Gewinnungsstätten, aus denen das Material für die berühmten kykladischen Idole bezogen wurde². Dabei stand Stein für Waffen, Werkzeug und andere Gegenstände oder Baumaterial schon in der prähistorischen Zeit an führender Stelle, nicht erst in der Antike.

Aus der Vielfalt der verwendeten und verwerteten Gesteinsarten soll im folgenden der Marmor herausgegriffen werden, der sich schon im antiken Griechenland und später im gesamten Römischen Imperium einer ganz besonderen Wertschätzung erfreute. Sicherlich war gerade die Funktion dieses Gesteins, in dem sich historisches, religiöses und künstlerisches Wirken manifestierten, Ursache dafür, daß den elementaren Fragen wie etwa nach seiner Gewinnung bislang nur am Rande nachgegangen worden ist³.

Die Befunde

Prinzipiell muß festgestellt werden, daß sich nur noch wenige Marmorbrüche bis in unsere Tage unverändert erhalten haben. Natürliche Einwirkungen, z. B. Erdbeben, veränderten eine Formation oder die ungünstige Lage eines Bruches, z. B. an einer Steilküste, die im Laufe der Zeit durch das Meer unterspült wurde, ließ diesen verstürzen. Doch mehr noch als die Natur war es der Mensch, der bei der ständigen Suche nach verwertbaren Rohstoffen auch alte Marmorbrüche neu erschloß und damit die alten Spuren verwischte. Folgt man den Berichten aus dem 19. Jahrhundert, so konnten damals noch am Latomion auf der Insel Chios Werkstücke in situ vorgefunden werden⁴, ebenso bei Agrileza/Laureion⁵ oder am Hymettos bei Athen⁶.

Baugeschichtlich von großer Wichtigkeit war der Marmorbruch im Agrileza-Tal, 4 km nördlich vom Kap Sunion; ganz offensichtlich wurde hier das Baumaterial für den Tempel am Vorgebirge gewonnen. Im 19. Jahrhundert waren noch die kreisförmigen Basen von abgekeilten Säulentrommeln gut zu erkennen, deren Durchmesser identisch mit jenem der Säulen am Poseidon-Tempel gewesen sein soll⁷. Heute sind diese Spuren nicht mehr auffindbar; auch hier haben moderne Arbeiten bereits Altes überlagert.

Gerade noch zu identifizieren war im Jahre 1983 ein kleiner Marmorbruch bei Kaki Thalassa, 5 km östlich von Keratea am Rande des Bergbaugebietes von Laureion gelegen. Hier weisen noch einige stark verwitterte Rohlinge auf den Bruch hin, dessen größter Teil bereits einer modernen Überbauung zum Opfer gefallen ist.

Die Quellen

Reiseliteratur

Gute Hinweise auf Steinbrüche und zum Teil sehr brauchbare Beschreibungen lassen sich aus der zahlreich erschienenen Reiseliteratur des 18. und 19. Jahrhunderts finden, aus einer Zeit, als eine Reise nach Griechenland bzw. Morea, wie es damals noch hieß, zum „Muß“ eines jeden einigermaßen gebildeten Menschen gehörte, ganz zu schweigen von der späteren Bewegung der sog. Philhellenen im Zuge des Befreiungskampfes.

Aus der langen Liste jener Reisenden, die ihre Berichte und ihre Eindrücke niederschrieben⁸, sind vor allem zwei besonders hervorzuheben: Karl Gustav Fiedler und Ludwig Ross⁹. Zwischen den Jahren 1834 und 1837 bereiste der Geologe und Bergmann Fiedler große Teile Griechenlands und der Inseln im Auftrag der königlich-griechischen Regierung; Ziel dieser Expedition war es, alle unter bergmännischen Gesichtspunkten nutzbaren Minerale des Landes festzustellen und Vorschläge zu erarbeiten, auf welche Weise diese zu nutzen wären. Ludwig Ross, Philologe, kam 1832 als 26jähriger durch ein Reisestipendium nach Griechenland und trat 1833 als Konservator in die Dienste der griechischen Regierung. Bis zum Jahre 1839 führte er ausgedehnte Erkundungen in nahezu allen Teilen Griechenlands durch.

Die antike Tradition

Ähnlich wie bei anderen Gebieten, auf denen ein gewisses technisches Wissen Voraussetzung war¹⁰, ist antikes Schrifttum, das sich direkt mit Steinbrüchen oder dem Steinbruchwesen befaßt, nicht erhalten. Es kann nicht einmal sicher gesagt werden, ob solches überhaupt jemals

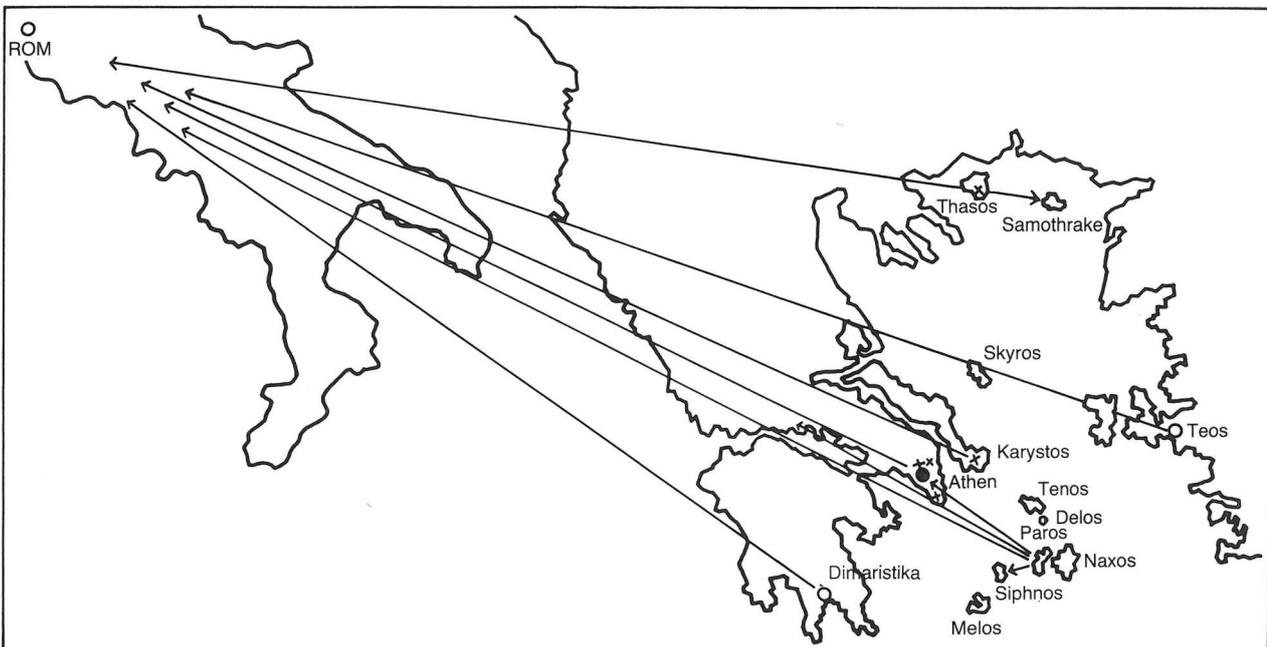
existiert hat. Plinius, der sich in seiner „Naturgeschichte“ ausführlich mit den verschiedenen Gesteinsarten Griechenlands auseinandergesetzt hat, nennt verschiedene Quellen, aus denen er seine Informationen bezog, doch außer den Schriften des Theophrast sind keine weiteren Quellen erhalten geblieben. Theophrast selbst befaßte sich in seinem Werk „περὶ λίθων/de lapidibus“ hauptsächlich mit naturwissenschaftlichen Problemen und Beobachtungen und beschränkte sich nur auf eine bloße Aufzählung der zu seiner Zeit bekanntesten Marmorvorkommen: Paros, Pentelikon und Chios.

Gute, wenn auch äußerst sparsame Hinweise zur Topographie lieferte Strabo in seiner „Geographica“. So berichtete er u. a. vom „lithos tainarios“, der im Süden der Peloponnes gewonnen wurde¹¹. Ohne Zweifel handelte es sich bei diesem „tainarischen Stein“ um den roten Marmor, der bei Dimaristika anstand, und dessen Abbaugebiete dort auch gefunden werden konnten¹².

Aus anderen Quellen sind Marmorbrüche auf den Inseln Skyros¹³, Lesbos¹⁴, Thasos, Tenos¹⁵, Naxos¹⁶ und Euböa bezeugt. Auf der Insel Euböa konnten bisher einige Marmorbrüche festgestellt werden, die umfangreichsten lagen bei Karystos, von wo der gleichnamige Marmor kam¹⁷.

Aus der antiken Tradition sei eine längere Passage bei Plinius herausgegriffen, die recht eindrucksvoll einen kulturhistorischen Einblick in die Stellung des Marmors in Rom gibt und zusammen mit einer anderen Angabe des gleichen Verfassers einen Fehler aufweist, der stellvertretend für die Problematik in den antiken Quellen stehen kann: „Um tausenderlei Sorten von Marmor zu bekommen und mit ihnen die ausschweifendste Verschwendung zu treiben, hauen wir Berge in Stücke, schleppen diese fort, und

Abb. 1: Die bedeutendsten griechischen Abbaugebiete für Marmor (mit Ausfuhr nach Rom)



bauen ganze Schiffe, in denen wir diese unsere Beute über die wilden Wogen hinwegschaffen. Als Marcus Scaurus Aedil war, wurden 360 Marmorsäulen nach Rom gebracht, um damit ein Theater zu schmücken, das dann einen Monat in Gebrauch sein sollte. Dann wurden die größten dieser Säulen, sogar 38 Fuß hohe von lukulleischem Marmor, in der Vorhalle des Scaurus aufgestellt. Schon vor der Zeit des Scaurus hatte der Redner Lucius Crassus sechs 12 Fuß lange hymettische Marmorsäulen auf das Palatium zu Rom gebracht, weshalb ihn Marcus Brutus die Palatinische Venus nannte¹⁸.

Die Errichtung von Prachtbauten aus Marmor für die Öffentlichkeit war nicht erst ein Zeichen der späten römischen Republik, aus der die in der Quelle aufgeführten Maßnahmen und Ereignisse datieren, sondern sie konnte bereits einige Jahrhunderte früher in Griechenland beobachtet werden.

Zur Zeit des Polykrates von Samos (538–522 v. Chr.) bestanden Markt und Prytaneion der Sifnier aus parischem Marmor¹⁹, der zu den wertvollsten der Antike überhaupt zählte. Das Hekatompedon auf der Insel Naxos bestand ebenfalls aus Marmor²⁰. Zwar kannte die frühe griechische Tradition noch kein eigenes Wort für den Marmor – so sprach beispielsweise Herodot in der genannten Textstelle nur vom „πάριος λίθος“, vom „parischen Stein“, andere Quellen nur vom „λίθος λεῖκος“, dem „weißen Stein“. Eine genaue Substanzbestimmung ist jedoch dort möglich, wo topographische und andere identifizierbare Angaben auf verwertbare geologische Aussagen treffen. So kann z. B. der „parische Stein“ eindeutig als Marmor der Insel Paros identifiziert werden.

Um 315 v. Chr. gab Theophrast eine gute Definition für Marmor: „Manche Leute behaupten, daß alle Steinarten in der Glut schmelzen, der Marmor ‚μάρμαρος‘ ausgenommen, welcher in staubige Masse verwandelt wird“²¹.

Herodot und Plinius nannten wohl die bekanntesten Marmore der Antike. Der sog. parische Stein wurde auch „Lychnites“ genannt, eine Bezeichnung, die daher rührte, daß er bei „Lampenschein“ gebrochen worden sein soll²². In der Tat ergaben Untersuchungen der parischen Lagerstätte, daß der Marmor dort als 2–4 m mächtige Bank einfällt, und zwar schräg in den Berg und nur unter Tage gewonnen werden konnte²³. Parischer Marmor war schon im 6. Jahrhundert v. Chr. ein begehrtes Baumaterial, das bei allen großen Heiligtümern Griechenlands, besonders auf Delos, aber auch in Delphi und Athen, verwendet wurde²⁴. Sicherlich hing auch die Entstehung der berühmten parischen Bildhauerschulen im 6. und 5. Jahrhundert eng mit dem lokalen Vorkommen zusammen²⁵. Neben dem „Lychnites“ lieferte Paros offensichtlich einen zweiten, wertvollen Marmor, den sog. Lygdos, der sich besonders für Gefäße zur Aufbewahrung von Salben und Ölen geeignet haben soll²⁶. In zahlreichen Epigrammen des 1. Jahrhunderts vor und nach der Zeitenwende wurde dieser Stein gepriesen²⁷.

Interessant ist der Hinweis auf den lukulleischen Marmor, der nach einer Plinius-Stelle²⁸ von der Insel Melos stammte. Nach dem Konsul Lucius Lukullus benannt, soll er um 74 v. Chr. erstmals nach Rom gekommen sein. Seine Farbe wird mit schwarz angegeben. Es steht jedoch auf Melos kein Marmor an²⁹. Genaue Analysen der Plinius-Überlieferung ergaben, daß an dieser Textstelle eine Verderbtheit

Abb. 2: Geologische Skizze der Insel Thasos (nach Sodini)

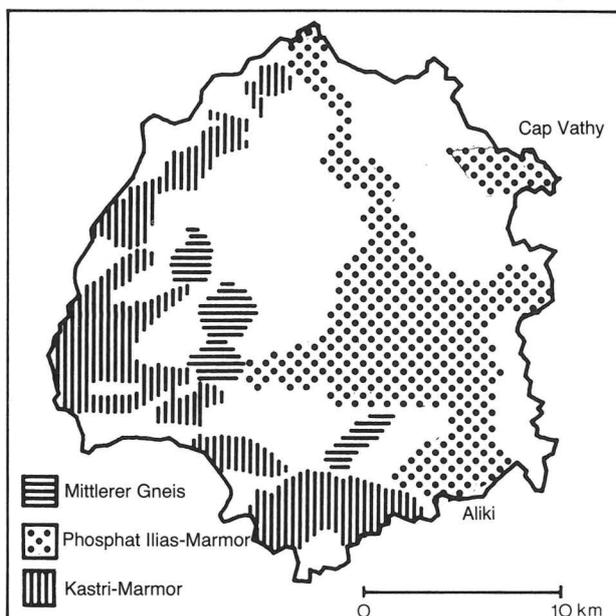
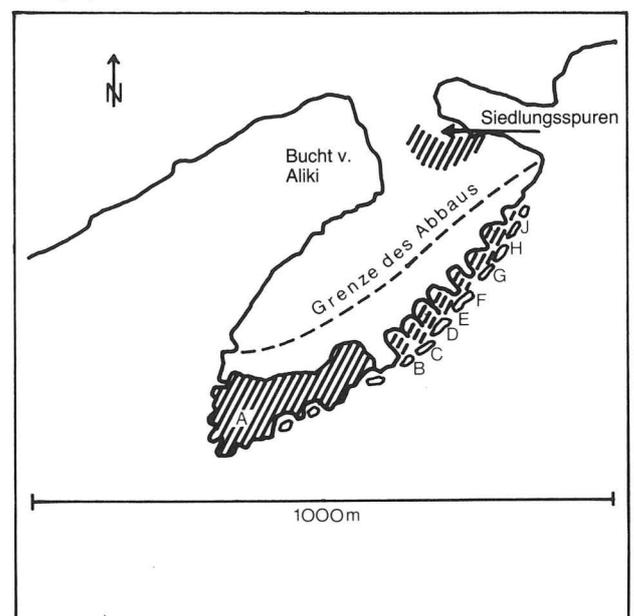


Abb. 3: Halbinsel Aliki mit den Steinbruchbetrieben; unter dem Meeresspiegel befindliche Partie des Steinbruchs (nach Baker-Penoyre)



vorliegt, verursacht durch einen langen Überlieferungsweg und Verschreibungen bei der jeweiligen Weitergabe³⁰. Sicher ist heute, daß an Stelle von Melos Teos stehen muß; von diesem Ort an der kleinasiatischen Küste brachte Lukullus den Marmor nach Rom.

Die andere Marmorart, die Plinius erwähnte, stammt vom Hymettos, einem Berg nahe Athen. Genannt werden muß auch der pentelische Marmor, welcher – wie sein Name angibt – vom Pentelikon stammte. Zwischen diesen beiden scheint die antike Tradition offensichtlich nicht besonders unterschieden zu haben. Vielleicht lag dies daran, daß die geographische Bezeichnung Hymettos gut belegt ist, während „Pentelikon“ nur in wenigen Texten genannt wird³¹ und der in der Antike gebräuchliche Name für diesen Bergzug eigentlich Brilessos oder Briletos war³². Beide Marmore nebeneinander und ohne Differenzierung wurden bereits bei den perikleischen Bauten in Athen verwendet³³.

Klassifizierung der Marmore

Vor nahezu 100 Jahren wies Richard G. Lepsius, Professor an der Technischen Hochschule in Darmstadt und Direktor der dortigen Geologischen Landesanstalt erstmals auf das Problem der Klassifizierung der Marmore hin und suchte nach einer Lösung. Als erster machte er den Versuch, die „mille genera marmorum“³⁴ zu bestimmen und sie mit vorhandenen veredelten Artefakten in Verbindung zu bringen. Mit den Hilfsmitteln seiner Zeit, dem Mikroskop, der Lupe und dem Hammer sowie „einem geschulten Auge“ machte er sich daran, die Marmore zu bestimmen und Strukturen aufzuzeigen. Über sein Vorgehen berichtet Lepsius, „daß der Generaldirector der griechischen Museen, Hr. Dr. Kavvadias in Athen, mir erlaubt hat kleine Proben von den Skulpturen abzuschlagen, nachdem er sich durch Augenschein davon überzeugt hatte, daß mein geologischer Hammer äusserst discret verfuhr und nur sehr kleine Stücke an bereits verletzten oder an den unbearbeiteten Theilen der betreffenden Bildwerke abschlug; hierdurch war ich in den Stand gesetzt, nicht allein die Structur des Marmors im frischen Bruch zu untersuchen sondern ich vermochte nun auch die Proben miteinander und mit meinen Handstücken der Marmore, die ich vom anstehenden Fels in antiken Brüchen geschlagen, zu vergleichen, und wo es erforderlich war, einen mikroskopischen Dünnschliff herzustellen“³⁵.

Lepsius „Marmorstudien“ sind kaum fortgesetzt oder ergänzt, geschweige überarbeitet worden³⁶.

Zwar haben neuere Detailuntersuchungen bereits auf einige Probleme in der älteren Beurteilung der Marmore hingewiesen, doch fanden diese Ergebnisse noch nicht den gewünschten Niederschlag in der Forschung³⁷. U. a. stellten Herz und Pritchett bereits bei der Untersuchung des hymettischen und pentelischen Marmors fest, daß hier erhebliche Diskrepanzen bei der Klassifizierung bestehen: Marmor, mitunter als hymettisch bezeichnet, stammt tat-

sächlich vom Pentelikon und umgekehrt, Marmor, welcher als weiß beschrieben wurde, ist in Wirklichkeit grau³⁸. Solche Fehler ziehen sich z. B. durch das gesamte Corpus der griechischen Inschriften, finden sich aber auch in der archäologischen Fachliteratur³⁹. Erst in den letzten Jahren begann man, sich verstärkt beim griechischen Marmor um eine absolut sichere Zuweisung zu bemühen⁴⁰.

An dieser Stelle sei kurz auf einen anderen geographischen Raum verwiesen, der sich ebenfalls durch seine prächtige und vielseitige steinerne Hinterlassenschaft der Nachwelt präsentiert, und zwar auf Ägypten, wo mit der Erforschung der speziellen, dort anstehenden Steinvorkommen ein wegweisender Grundstein für zukünftige petrologische Untersuchungen gelegt wurde⁴¹.

Gemeinsam haben Geologen und Archäologen dort begonnen, großräumig Gesteinsbestimmungen in Steinbrüchen und an Artefakten durchzuführen und sind nunmehr in der Lage, das veredelte Material mit seinem ehemaligen Herkunftsort wieder zusammenzuführen. Meßmethoden, welche den verschiedenen Bereichen der Naturwissenschaften entlehnt wurden, und geochemische Analysen lassen heute diese Herkunftsbestimmungen durchführen, ohne daß die untersuchten Artefakte einen sichtbaren Schaden erleiden, wie es noch aus dem Bericht von Lepsius gefolgert werden muß, wenngleich der Hammer „discret“ verfuhr.

Da es gerade bei wertvollen Gegenständen unmöglich ist, die für eine herkömmliche mikroskopische Bestimmung ausreichende Menge an Probematerial zu entnehmen, ist man heute zur elektronenmikroskopischen Strukturuntersuchung übergegangen. Dabei wird eine nur noch stecknadelkopfgroße Probe in einem Rasterelektronenmikroskop auf ihr Feingefüge hin untersucht und mit entsprechendem Material bekannter Herkunft verglichen. Selbstverständlich ist diese Bestimmungsmethode im Vergleich mit jener von Lepsius aufwendiger und kostspieliger, doch wird mit ihr eine eindeutige Bestimmung einer jeglichen Gesteinsstruktur möglich; mit Hilfe der Photographie können die jeweiligen Grundmatrices der einzelnen Strukturen festgehalten und Grundlagen für vergleichende Analysen geschaffen werden.

Durch geochemische Analysen konnten die Elemente festgestellt werden, welche die einzelnen Kalke aufbauen. Trotz feinsten Meßmethoden ergab sich jedoch die eine oder andere Schwierigkeit: Kalk ist in erster Linie chemisch aus Calciumkarbonat (CaCO_3) aufgebaut, andere Elemente sind nur in untergeordneten Konzentrationen als Verunreinigungen im Kalk vorhanden. Nun sind es aber gerade jene Spurenelemente, die erst eine sinnvolle Untergliederung der Kalke möglich machen.

Solche Bestimmungen lassen sich ohne Zweifel auch auf den Marmor, der ja eng verwandt mit dem Kalkstein ist, übertragen. Auf der Basis solcher Analysen dürften die Identifizierungs- und Klassifikationsprobleme bei den Marmoren wohl endgültig gelöst werden.



Abb. 4: Aliki. Senkrechter Abbau des Marmors und Störungen im Gebirge



Abb. 5: Aliki. Noch mit dem Liegenden verbundener Rest einer Säulentrommel (Durchmesser 1,94 m; Höhe 1,30 m)



Abb. 6: Aliki. Steinbruchbetrieb C mit terrassenförmigem Abbau

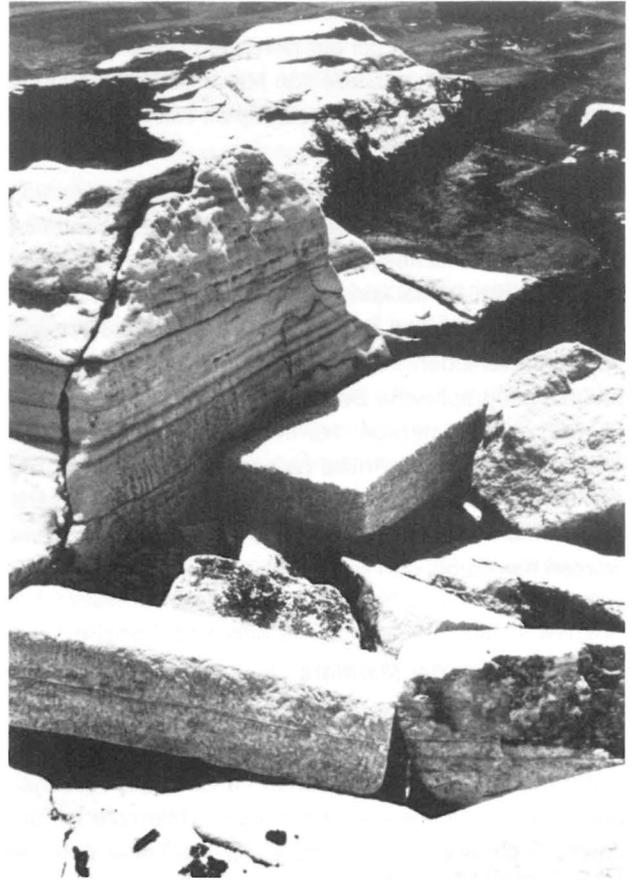


Abb. 7: Aliki. Im Steinbruch liegende Rohlinge von Quadern

Abb. 8: Aliki. Reste der ursprünglichen Umfassung. Deutlich erkennbar sind die Abbauspuren an der dem Meer abgewandten Seite des Marmors



Gibt es aber darüber hinaus noch andere Möglichkeiten, einen Marmorbruch mit einiger Sicherheit als antik zu klassifizieren oder muß letztlich mit solchen relativ aufwendigen und kostspieligen Methoden gearbeitet werden?

Es ist in der Tat schwierig, Steinbrüche bzw. Marmorbrüche nur anhand bestimmter äußerer Phänomene zu beurteilen. Noch im 19. Jahrhundert ging Lepsius davon aus, daß horizontaler und vertikaler Abbau als sicheres Indiz für einen antiken Bruch zu gelten haben⁴²; Milchhöfer nennt den stufenförmigen Abbau als Charakteristikum⁴³.

Diesen Aussagen wird neuerdings widersprochen: Angelina Dworakowska, die sich lange Jahre hindurch ausschließlich mit den Steinbrüchen Griechenlands auseinandergesetzt hat, lehnte zuletzt alle Versuche, die in diese Richtung gingen, als „methodical error“ entschieden ab, wobei sie ausführte, daß „of regarding the character of ancient quarrying techniques as known and proved, whereas in actual fact this is a matter which still requires investigation“⁴⁴.

Sie hat im Verlaufe ihrer Studien eine Reihe von Kriterien festgestellt, von denen einige Hilfen im Gelände bedeuten können. Ein gutes Indiz für einen antiken Steinbruch, dessen Horizont ungestört überdauert hat, sind unvollendete Werkstücke, Blöcke oder Säulentrommeln.

Liegt der Steinbruch in der Nähe oder sogar direkt an einer antiken Straße und abseits des modernen Straßennetzes, so ist auch dies ein guter Hinweis, daß zwischenzeitlich keine weiteren Arbeiten dort erfolgt sind; dazu hätte man für den Transport zumindest Wege anlegen müssen.

Von Bedeutung ist auch die Besiedlung eines solchen Platzes; je länger ein solches Gebiet dünn- oder unbesiedelt blieb, um so größer wurde die Wahrscheinlichkeit, daß der Steinbruch sein äußeres Erscheinungsbild bewahren konnte⁴⁵.

Noch einige andere Kriterien sind zu nennen, die darauf hinweisen können, daß ein antiker Steinbruch bis in unsere Tage unverändert überdauert hat. Küstennahe Abbaugelände können bisweilen unter den Meeresspiegel geraten, was entweder auf ein Ansteigen des Meeresspiegels oder auf andere Gründe zurückgeführt werden kann⁴⁶. Dort, wo sich noch sog. Negative, also jene Vertiefungen, die beim Herauslösen des Steines zurückbleiben, erhalten haben, ist ebenfalls mit einem relativ ungestörten Befund zu rechnen⁴⁷ (Abb. 13). Zuletzt soll noch auf Stein- oder Felsinschriften hingewiesen werden⁴⁸; sie sind jedoch relativ selten anzutreffen und aufgrund der in der Regel stark verwitterten Gesteinsoberfläche oftmals nur zu bestimmten Tageszeiten bei bestimmtem Lichteinfall noch zu erkennen. Speziell bei den Felsinschriften kommen aber einige epigraphische Probleme hinzu, die im einzelnen auszuführen, zu weit reichen würde.

Die Marmorbrüche von Aliko auf der Insel Thasos

Thasos, in der nördlichen Ägäis gelegen, dicht unter dem Festland, das von thrakischen Stämmen bewohnt wurde, besaß neben ergiebigen Gold- und Silbervorkommen⁴⁹ umfangreiche Steinbrüche, in denen wohl schon seit klassischer Zeit Marmor abgebaut wurde⁵⁰. Die alten Brüche

bei Kap Vathy, Aliko und Moni Archangelou ziehen sich entlang der Südküste der Insel über teilweise mehrere Kilometer hin und sind der Forschung seit langem bekannt⁵¹. Erst neuerdings legte eine Forschergruppe um Jean-Pierre Sodini eine ausführliche Darstellung des Marmorbruchs von Aliko vor, die besonders durch ein vorzügliches Karten- und Abbildungsmaterial besticht⁵². Die Schlußfolgerungen aus den Befunden sind jedoch nicht immer glücklich⁵³.

Bei Aliko, etwa 15 km nordöstlich von Limenaria, dem ehemaligen Hauptort der neuzeitlichen Erzgewinnung, sind die Spuren der alten Marmorbrüche noch besonders gut erkennbar. Deshalb lassen sich vor allem hier brauchbare Hinweise auf die alten Arbeitstechniken finden. Die Ortsbezeichnung selbst war schon den Reisenden des 19. Jahrhunderts geläufig und scheint nach einer Quelle sogar bis ins byzantinische Mittelalter zurückzugehen⁵⁴. Die Entstehung des Ortsnamens kann sogar, wie noch gezeigt werden wird, in enger Beziehung zu den ehemaligen Marmorbrüchen gesehen werden.

Der Marmor, der hier ansteht, ist ein reiner Kalzit-Marmor von bläulich-grauer, teilweise ins Violette schimmernder Farbe, der unter dem Mikroskop eine gleichmäßige Pflasterstruktur aufweist; die Korngröße liegt bei etwa 3–6 mm⁵⁵.

Eine mehrfache Begehung der Gruben in den Jahren 1981 und 1982 ergab den folgenden Befund: Die Brüche liegen auf der Spitze und entlang der südwärts verlaufenden Küste einer etwa 750 m nach Südwesten vorspringenden Landzunge, die zu einem flachen, 250 m breiten Höhenrücken ausgebildet ist, der jeweils zu den Meereseiten hin steil abfällt. Er bildet zugleich die südöstliche Begrenzung der Bucht von Aliko und schirmt diese vom offenen Meer ab (Abb. 2). Zu den Abbauräumen gelangt man am besten über einen schmalen Fußweg, der entlang der Nordflanke der Landzunge zur Spitze verläuft.

Bei der Marmorgewinnung wurde offensichtlich ein großer Teil der Spitze soweit unter dem Meeresspiegel abgebaut, daß deren Sohle heute im Durchschnitt zwischen 0,3 und 1,0 m unter Wasser steht (Abb. 3: A). Nach Nordosten hin erhebt sich der noch anstehende Marmor hingegen teilweise noch mehrere Meter über den heutigen Meeresspiegel. Besonders hier sind auch die für einen Steinbruch typischen Charakteristika, ein Gewirr von Terrassen, Stufen und unfertigen oder geborstenen Werkstücken deutlich auszumachen (Abb. 4). Neben den zahlreichen Rohlingen in Quaderform (Abb. 7) fällt ein runder, senkrecht stehender Monolith auf, der sich in der unter Wasser stehenden Partie befindet und nicht vom Liegenden gelöst ist (Abb. 5).

Das Abbaugelände auf der Spitze der Landzunge weist eine Fläche von etwa 30 000 qm auf⁵⁶ und läßt keine Untergliederung erkennen. Ganz im Gegensatz dazu ist die Nordostseite der Landzunge heute in mindestens neun kleinere Buchten untergliedert, die durch den Abbau des Marmors entstanden sind (Abb. 3: B–I, Abb. 6). Die „Buchten“ sind

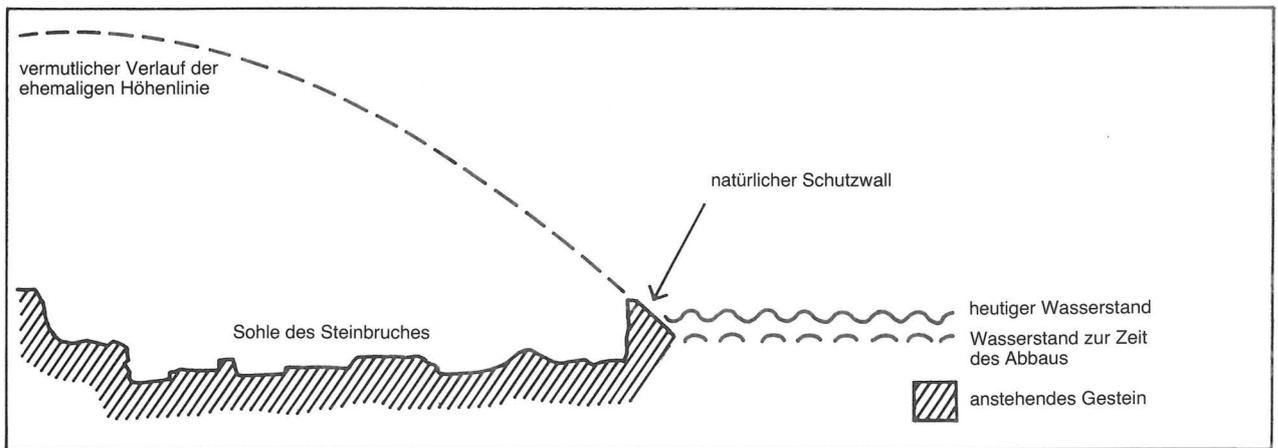


Abb. 9: Aliki. Schnitt durch die Spitze der Landzunge

durch beinahe senkrecht abfallende, kaum mehr als 1 m breite Mauern aus noch anstehendem Gestein voneinander abgegrenzt. Man ist dabei geneigt, an einzelne „Werkstätten“ zu denken. Nähere Hinweise konnten jedoch nicht ausgemacht werden⁵⁷.

Die ursprüngliche Form und Ausdehnung der Landzunge, deren Spitze heute unter Wasser steht, ist noch gut durch einen der jetzigen Küste vorgelagerten Ring von Kalksteinblöcken zu erkennen, die teilweise bis zu 1 m aus dem die Sohle bedeckenden Wasser aufragen. Baker-Penoyre wies bereits auf dieses Phänomen hin, als er Aliki im Jahre 1907 besuchte⁵⁸. Er interpretierte diesen Ring als loses Geröll; durch Ansteigen des Wasserspiegels im Laufe der Zeit sei die Sohle der Brüche überschwemmt worden, führt Speidel an, eine These, die bis heute vertreten wird⁵⁹. Diese Angabe muß jedoch aufgrund des tatsächlichen Befundes stark in Zweifel gezogen werden⁶⁰. So ergab eine genaue Untersuchung des Kalksteinringes, daß an seiner der Küste zugewandten Seite deutliche Abbauspuren zu erkennen sind (Abb. 8). Demnach hatte man ganz offensichtlich bereits in der Antike einen Steinwall stehen lassen, um

in dessen Schutz die Sohle des Steinbruches möglichst tief legen zu können, ohne daß die Arbeiten durch zu dringendes Meerwasser behindert werden konnten. Auf diese Weise wurde der Abbauraum erweitert; zusätzliches Gestein stand zur Gewinnung an. Nach Aufgabe der Brüche wurde im Laufe der Zeit dieser künstliche Schutzwall entweder von der stetig anrollenden Brandung beschädigt oder absichtlich zerstört, so daß die Sohle überschwemmt wurde (Abb. 9).

Bei der Rekonstruktion der alten Arbeitstechniken anhand der sichtbaren Abbauspuren muß stets bedacht werden, daß die Spuren in der Regel aus der letzten Phase der Gewinnung stammen. Diese ist im Falle der Marmorbrüche bei Aliki die späte römische Kaiserzeit gewesen. Datierbare Hinweise wie Münzen, Keramik oder Inschriften⁶¹ konnten bislang zwar noch nicht ausgemacht werden, doch wird thasischer Marmor im Höchstpreistarif des Diokletian aus dem Jahre 301 aufgeführt⁶². In römische Hand gerieten die Brüche wohl nach der Niederlage Makedoniens im Jahre 168 v. Chr., als die Sieger auch die makedonischen Erzbergwerke am Pangaion übernahmen⁶³; schon bald

Abb. 10: Aliki. Das Einfallen des Gesteins wurde in den Abbau einbezogen



Abb. 11: Aliki. Monolithische Säule im Steinbruchbetrieb B (erhaltene Länge 4 m)





Abb. 12: Aiki. Aufgegebene Basis einer Säule (Maßstab 0,20 m)



Abb. 13: Aiki. Auf dem Block ist die nächste Keilnut angebracht

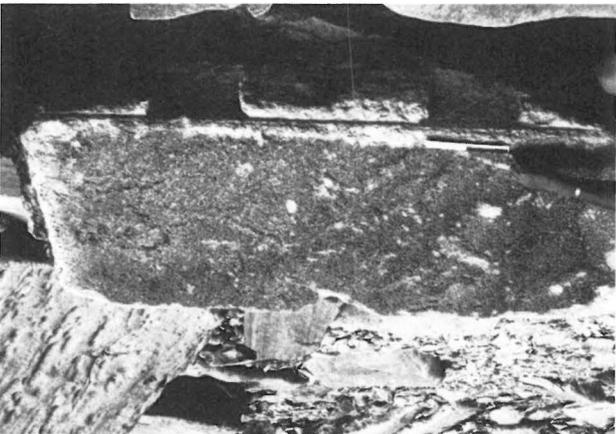


Abb. 14: Aiki. Keillöcher in der Keilnut nahmen die zum Absprengen benötigten Keile auf

danach zeigen die literarischen Belege, daß thasischer Marmor ein begehrter Luxusartikel bei Römern geworden war⁶⁴.

Im Gegensatz zu den unterirdischen Steinbrüchen bei Tura und Masara⁶⁵, bei Ptolemais⁶⁶ und in der Mareotis in

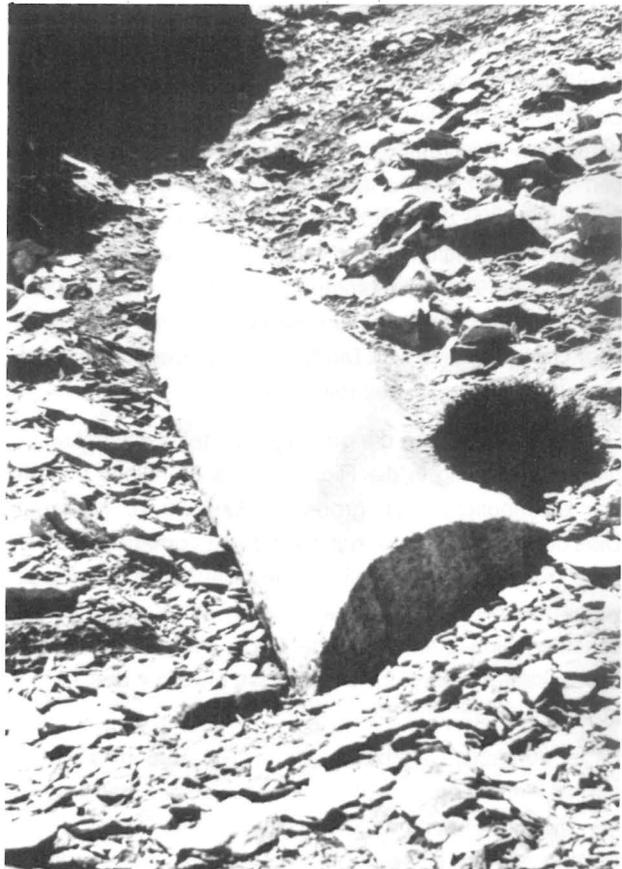


Abb. 15: Aiki. Monolithische Säule mit zum Teil bereits geglätteter Oberfläche (Durchmesser 0,90 m; erhaltene Länge 8,74 m)

Abb. 16: Aiki. Freigeschroteter Rohling; die Trennung vom Liegenden wurde nicht mehr vollzogen



Ägypten⁶⁷, bei Simitthus (Chemtou) in Numidien⁶⁸ und auf Paros, wo der sog. Lychnites ebenfalls im Tiefbau gewonnen wurde⁶⁹, ist bei Alikı reiner Tagebau zu beobachten. Darüber hinaus stand keine Deckschicht an, die vor den eigentlichen Gewinnungsarbeiten noch abzutragen gewesen wäre. Der Abbau des Marmors erfolgte beinahe im rechten Winkel zur Horizontalen (Abb. 10). Auf diese Weise konnten verhältnismäßig viele Arbeitsköpfe mit entsprechend vielen Arbeitern eingerichtet werden, wodurch eine Massenproduktion von Werkstücken gleicher oder ähnlicher Größe möglich war. Die noch vorhandenen Werkstücke unterstreichen dieses Bild (Abb. 5).

Da der Abbau, durch die günstige Gesteinsschichtung bedingt, gleichzeitig in die Richtung des Einfallens erfolgte, war es möglich, auch große Werkstücke zu gewinnen. Dies dokumentieren die noch zahlreich vorhandenen Rohlinge (Abb. 11, 12, 15); die beiden Säulen sind beispielsweise monolithisch, d. h. aus einem Stück gefertigt, und scheinen eine standardisierte Form aufzuweisen. Beide Erscheinungsformen traten etwa um die Mitte des 1. Jahrhunderts v. Chr. auf⁷⁰.

Es ist durchaus denkbar, daß bei Alikı anfänglich nur für den lokalen Bedarf der Insel oder für benachbarte Regionen wie Samothrake Quadersteine, Blöcke u. ä. produziert wurden. Mit der Übernahme ins Römische Imperium vollzog sich dann – entsprechend den Bedürfnissen des neuen Marktes – ein Produktionswandel hin zu monolithischen und entsprechend größeren Werkstücken. Einen solchen Produktionswechsel in römischer Zeit konstatierte Strabo z. B. beim Steinbruch von Synnada in Phrygien⁷¹.

Aus dem treppenartigen Abbaumuster (Abb. 10, 11) läßt sich erkennen, daß die Marmorgewinnung zum großen Teil in Quadern erfolgte. Begünstigt wurde sie durch die tonigen Zwischenlagen im anstehenden Gestein, die nicht nur eine natürliche Blockbegrenzung darstellten, sondern zugleich auch die Trennung vom Liegenden erleichterten. Die herausgelösten Blöcke wurden danach, den Bedürfnissen entsprechend, verkleinert (Abb. 13).

Vom Anstehenden wurde das Gestein im Keilspaltverfahren abgetrennt. Dabei wurde mit Hilfe von ins Gestein getriebenen Keilen ein Wangendruck erzeugt, der den Rohling schließlich freilegte. In Gebrauch kam dieses Verfahren im späten Hellenismus⁷². Die Forschung geht in der Regel davon aus, daß zum Abkeilen des Gesteins Holzpflocke in die dafür vorbereiteten Keillöcher getrieben wurden; mit Wasser übergossen quoll das Holz auf und sprengte den gewünschten Block ab. Gerade aber in den holz- und wasserarmen Gebieten rund um das Mittelmeer ist auch der Gebrauch von Eisenkeilen denkbar, die, gleichzeitig und gleichmäßig in die Spalten getrieben, den notwendigen Druck ausübten⁷³.

Die Keilspaltung war jedoch ein nicht immer erfolgreiches Produktionsverfahren. Man erkannte, daß zu wenige oder zu tiefe Keillöcher, ungleicher Druck bei ungleichmäßigem

Einsetzen der Keile ein Ausbrechen bei der Trennung verursachen konnten⁷⁴. So entwickelte man im 3. oder 4. Jahrhundert n. Chr. die Keilnut⁷⁵. Die Keillöcher verliefen dabei entlang einer vorgefertigten Rille. Ganz deutlich sind bei Alikı die einzelnen Vorbereitungsphasen dafür zu erkennen (Abb. 17): Demnach wurde zuerst eine grobe Linie vorgerissen, und entlang dieser tiefte man die Keillöcher ein. Zuletzt arbeitete man die vorgezeichnete Rille sorgfältig zu einer Nut aus, wobei die Keillöcher mit einbezogen blieben. Die Spaltung erfolgte danach in der beschriebenen Weise. Die Spaltlöcher wiesen bei Alikı durchweg eine Länge von 0,2 m auf; ein Block aus dem Abschnitt A hatte auf 1,2 m Länge zwei (Abb. 14), ein anderer auf 2,2 m Länge drei Keillöcher (Abb. 11).

Neben der Keilspaltung und ihrer Weiterentwicklung läßt sich bei Alikı eine weitere im Orient sehr beliebte Gewinnungstechnik finden, die angeblich auf dem griechischen Festland eine Parallele im Steinbruch von Agrileza/Attika besaß⁷⁶, das Freischroten. Dabei wurde der Block an den Seitenflächen bis zur gewünschten Tiefe freigelegt (Abb. 16, 18). Diese Schrotarbeit scheint – den Befunden nach zu schließen – bei den thasischen Marmorbrüchen relativ häufig angewandt worden zu sein.

Sie ist besonders dort festzustellen, wo die Sohle des Steinbruches erreicht und weitflächig abgebaut wurde. Besonders deutlich wird dies im Abschnitt A der Brüche, die heute unter Wasser liegen. Hier finden sich flache, meist viereckige Vertiefungen nebeneinander im Gesteinsboden, umrahmt von leicht aufgewölbten Rändern, an denen runde Vertiefungen entlanglaufen, wie sie auch bei anderen noch nicht völlig ausgeschachteten Rohlingen zu beobachten sind (Abb. 16, 18).

Als die Brüche, wohl in Verbindung mit dem Niedergang des Römischen Reiches, aufgegeben wurden, erhielten die flachen Wannen im Abschnitt A eine neue Funktion: Sie dienten der umwohnenden Bevölkerung zur Salzgewinnung. Möglicherweise zerstörte man in diesem Zusammenhang Teile der ursprünglich schützenden Einfassung, die die Sohle umgab, um so nunmehr Meerwasser in die Wannen leiten zu können. War das Wasser in den Mulden verdunstet, blieb das Salz in krustigem Niederschlag zurück. Etymologisch kann die heutige Ortsbezeichnung Alikı mit dem griechischem Wort *αλς* „Salz“ zusammenhängen.

Nicht nur auf der Insel Thasos selbst wurde der örtliche Marmor bei Bauten, Grabsteinen und Skulpturen verwendet; auch bei den hellenistischen Gebäuden im Heiligtum von Samothrake wurde er verbaut⁷⁷. In römischer Zeit wurde thasischer Marmor zu einem begehrten Luxusartikel. Cato d. J. ließ seinem verstorbenen Bruder ein Grabmal aus eben jenem Marmor errichten⁷⁸, und Seneca klagte im 1. Jahrhundert n. Chr., daß thasischer Marmor, einst nur für religiöse und kultische Bauten verwendet, inzwischen zu Einfassungsmauern für die Fischteiche reicher Römer diente⁷⁹. Insgesamt sollen bei Alikı 10 Mio. cbm Marmor abgebaut worden sein⁸⁰.



Abb. 17: Aliki. Arbeitsspuren nach Freischrotung und Lösung des Quaders vom Liegenden

Abb. 18: Aliki. Keilnut mit Keillöchern



Schlußbemerkung und Ausblick

Baudenkmäler dieser Art lassen stets viele Fragen offen, sei es nach der Anzahl der Beschäftigten, ihrer Lebens- und Arbeitsbedingungen oder ihrer Kulturen. Auch die gesamte Administration ist völlig ungeklärt. Es ist möglich, daß Grabungen im Bezirk von Aliki, wo bislang die Überreste eines Heiligtums aus hellenistischer Zeit sowie die Fundamente zweier Kirchen aus byzantinischer Zeit freigelegt wurden, neue Erkenntnisse bringen können.

ANMERKUNGEN

1. Vgl. Dworakowska, Angelina: Quarries in Ancient Greece, Wrocław 1975 (= Akad. Scient. Polona. Bibl. Ant. 14), S. 11.
2. Vgl. Forbes, Robert J.: Bergbau, Steinbruchtätigkeit und Hüttenwesen, in: *Archaeologia Homerica*, Bd. 2, Göttingen 1967, Kap. K, S. 5 f.; vgl. dazu auch Plin.: n. h., 36, 6, 5; zum „dark age“ der griechischen Geschichte vgl. Finley, Moses I.: *Early Greece. The Bronze and Archaic Ages*, 2. Aufl., London 1977, S. 71 ff.; zu den Idolen der Kykladen vgl. Thimme, Jürgen (Hrsg.): *Kunst und Kultur der Kykladen im 3. Jahrtausend v. Chr.*, Karlsruhe 1976, S. 17 ff.
3. So D. Wildung im Vorwort zu Klemm, Rosemarie/Klemm, D.: *Die Steine der Pharaonen*, München 1981, S. 5. Diese Aussage, getroffen speziell für Ägypten, ist generell für alle Hochkulturen der Alten Welt anzuwenden und von gleicher Bedeutung.
4. Vgl. Zolotas, G. I.: *Istoria tis Chiou*, A I, Athen 1921, S. 266.
5. Vgl. Cordella, André: *Le Laurium*, Marseille 1871, S. 48.
6. Vgl. Leake, William Martin: *Die Demen von Attika*, Braunschweig 1840, S. 42; Milchoefer, Arthur: *Erläuternder Text*, in: Ernst Curtius/J. A. Kaupert (Hrsg.): *Karten von Attika*, Bd. 2, Berlin 1883, S. 27.
7. Vgl. Lepsius, G. Richard: *Griechische Marmorstudien*, Berlin 1891, S. 37.
8. Ein ausführliches Verzeichnis der Reiseliteratur dieser Zeit bei Wegner, Max: *Land der Griechen. Reiseschilderungen aus sieben Jahrhunderten*, 3. Aufl., Berlin 1955, S. 305 ff.; die Spezialliteratur wurde gesammelt von Dworakowska, Angelina: *The Quarries of Ancient Greece, According to Early Scholars and Travellers*, in: *Archeologia*, 25, 1974, S. 1 ff.
9. Vgl. Fiedler, Karl Gustav: *Reise durch alle Theile des Königreiches Griechenland im Auftrag der Königl. Griechischen Regierung in den Jahren 1834 bis 1837*, Bd. 1, Leipzig 1840, S. VIII f.; Ross, Ludwig: *Reisen auf den griechischen Inseln des ägäischen Meeres*, 2 Bde., Stuttgart/Tübingen 1840/43; ders.: *Reisen im Peleponnes*, Berlin 1841; ders.: *Griechische Königsreisen. Reisen des Königs Otto und der Königin Amalia in Griechenland*, 2 Bde., Halle 1848.
10. Vgl. Kalcyk, Hansjörg: *Untersuchungen zum attischen Silberbergbau. Gebietsstruktur, Geschichte und Technik*, Frankfurt/Bern 1982, S. 166.
11. Vgl. Strabo: *Geographica*, 367.
12. Vgl. Lepsius (1891), S. 36.
13. Vgl. Dworakowska (1975), S. 91 f.
14. Vgl. Plin.: n. h., 36, 6, 5.
15. IG, XI 2, 199 A, 38.
16. Vgl. Lauffer, Siegfried (Hrsg.): *Diokletians Preisedikt*, Berlin 1977, S. 193, § 33, 17.
17. Vgl. Plin.: n. h., 36, 6, 7.
18. Vgl. ebd., 36, 1, 1 ff.
19. Vgl. Herodot, 3, 57.
20. Vgl. Dworakowska (1975), S. 87 mit weiterer Literatur.
21. Vgl. Theophrast: *lapid.*, 20 f. Ursprünglich bezeichnete das griechische Wort *μάρμαρος* ohne Rücksicht auf Art und Form jedes Felsstück, – vgl. Curtius, G.: *Grundzüge der griechischen Etymologie*, 4. Aufl., Leipzig 1873, S. 554.

22. Lychnites wird von λύχνος „Lampe“ hergeleitet.

23. Zuletzt Röder, Johannes: Die antiken Steinbrüche der Mareaotis, in: Archäologischer Anzeiger, 82, 1967, S. 130.

24. Vgl. Kirsten, Ernst/Kraiker, Wilhelm: Griechenlandkunde. Ein Führer zu klassischen Stätten, Bd. 2, 5. Aufl., Heidelberg 1967, S. 515.

25. Zu den Bildhauerschulen auf Paros vgl. Plin.: n. h., 36, 5, 4. Vielleicht hängt auch die Kolonisation der Insel Thasos durch Paros im 7. Jh. v. Chr. mit den dortigen Marmorvorkommen zusammen, – vgl. Kalcyk, Hansjörg: Bergbaugeschichtliche und geologische Notizen zur Insel Thasos/Grld., in: Der Aufschluß, 34, 1983, S. 113.

26. Dazu vgl. Lenz, Harald Othmar: Mineralogie der alten Griechen und Römer, deutsch in Auszügen aus deren Schriften nebst Anmerkungen, Gotha 1861 (Repr. Wiesbaden 1966), S. 142, Anm. 518.

27. Vgl. Dworakowska (1975), S. 55.

28. Vgl. Plin.: n. h., 36, 6, 8.

29. Dazu vgl. zuletzt Wetzenstein, W.: Die Betonit-Lagerstätten im Ostteil der Insel Milos/Griechenland und ihre mineralogischen Zusammensetzungen, Diss. Stuttgart 1969, S. 5 ff.

30. Ausführlicher dazu Dworakowska (1975), S. 59.

31. Paus., 1, 32, 1 f. spricht auch von den Marmorvorkommen dort, erwähnt dann bei der Aufzählung der weiteren Gebirge auch richtig den Hymettos, den er jedoch für den besten Weidegrund von Bienen bezeichnet; die Marmorbrüche erwähnt er sonderbarerweise nicht.

32. Vgl. Thuk.: 2, 23, 1 sowie Strab., 9, 1, 23.

33. Vgl. Plut.: Perikles, 12; zahlreiche Belege bei Paus.

34. Vgl. Plin.: n. h., 36, 1, 1.

35. Lepsius (1891), S. 6 f.

36. Nicht einbezogen in die Untersuchungen wurde z. B. die Insel Thasos; eine Begründung wurde nicht gegeben.

37. Vgl. dazu Dworakowska (1975); wie wertvoll noch heute die Ergebnisse von Lepsius (1891) sind, stellten zuletzt fest Renfrew, Colin/Peacey, J. S.: Aegean Marble. A Petrological Study, in: Annual of the British School at Athens, 63, 1968, S. 45 ff.

38. Vgl. Herz, N./Pritchett, William K.: Marble in Attic Epigraphy, in: American Journal of Archaeology, 57, 1953, S. 71 ff.

39. Vgl. Renfrew/Peacey (1968), S. 59.

40. Vgl. Ashmole, B.: Aegean Marble. Science and Common Sense, in: Annual of the British School at Athens, 65, 1970, S. 1 ff. sowie Wycherley, W. E.: Pentelethen, in: ebd., 68, 1973, S. 349 ff.

41. Zum folgenden vgl. Klemm (1981), S. 12 ff.

42. Vgl. Lepsius (1891), S. 13, 27, 44 und S. 54.

43. Vgl. Milchoefer (1881), Bd. 1, S. 40.

44. Vgl. Dworakowska (1975), S. 20.

45. Vgl. ebd., S. 36 f.

46. Vgl. ebd., S. 31 f.

47. Vgl. ebd., S. 35.

48. Vgl. ebd., S. 33 sowie Kordellas, Andreas/Wolters, Paul: Λαυρεωτικά ἄσφαλιότητες, in: Athener Mitteilungen, 19, 1894, S. 246 f. zu einer Felsinschrift im Steinbruchbezirk von Agrileza/Laureion.

49. Vgl. Muller, Arthur: La mine de l'acropole de Thasos, in: Bulletin de Correspondance Hellénique, Suppl. 5: Thasiaca, 1979, S. 315 ff.; Courtils, Jaques de/Kozelj, Toni/Muller, Arthur: Des mines d'or à Thasos, in: ebd., 106, 1982, S. 409–417; Kalcyk (1983), S. 111 ff. Vgl. ferner Wagner, Günther A./Pernicka, Ernst: Ancient Gold Mines on Thasos, in: Naturwissenschaften, 68, 1981, S. 263 ff. sowie dies./Gentner, Wolfgang: Nachweis antiken Goldbergbaus auf Thasos: Bestätigung Herodots, in: ebd., 66, 1979, S. 613 ff.

50. Thasos gilt als Kolonie der Insel Paros und wurde wohl im frühen 7. Jh. v. Chr. gegründet. Da auch Paros als Lieferant eines vorzüglichen Marmors bekannt ist, sollte dieser Aspekt als Gründungsgesichtspunkt nicht unbedingt von der Hand gewiesen werden.

51. Vgl. besonders Conze, A.: Reise auf den Inseln des Thrakischen Meeres, Hannover 1860, S. 30 f.; Perrot, M. G.: Mémoire sur l'île de Thasos, Paris 1864, S. 89 ff.; Baker-Penoyre, J./Tod, Marcus N.: Thasos, in: The Journal of Hellenic Studies, 29, 1909, S. 91–102 und S. 202 ff., bes. S. 236 ff.; Daux, Georges (Hrsg.): Guide de Thasos, 2. Aufl., Paris 1968, S. 84.

52. Vgl. Sodini, Jean-Pierre u. a.: Les carrières de marbre d'Aliki à l'époque paléochrétienne, in: Études thasiennes, 9, 1980, S. 81 ff.

53. Vgl. ebd., S. 119 ff. Abb. 6 zeigt eine Reihe von Anlegeplätzen an der dem offenen Meer zugewandten Seite der Landzunge. Hier ist jedoch eine Einschiffung des Marmors bei der steten Brandung sicherlich nur unter erschwerten Bedingungen möglich gewesen. Eher sind Ankerplätze in der geschützten Bucht denkbar.

54. Vgl. ebd., S. 81.

55. Vgl. Speidel, Julius: Beiträge zur Kenntnis der Geologie und

Lagerstätten der Insel Thasos, Freiberg 1929, S. 12 sowie Löher, Franz von: Die Insel Thasos, München 1875, S. 56 f.

56. Vgl. Sodini (1980), Abb. 6.

57. Ebd., S. 106 hat man insgesamt elf solcher Buchten („Chantiers“) festgestellt, deren Entstehung in drei Arbeitsabschnitten (vgl. Abb. 87) vermutet wird.

58. Vgl. Baker-Penoyre/Tod (1909), S. 238.

59. Vgl. Speidel (1929), S. 7 und zuletzt Sodini (1980), S. 116.

60. Nach einigen Angaben kann der Wasserstand des Mittelmeers seit der Antike wohl gestiegen sein, doch vermutlich nicht in dem Umfang, der nötig gewesen wäre, den Abschnitt A so unter Wasser zu setzen, wie er sich heute darstellt. Außerdem ist der Umfang tektonischer Bewegungen nicht bekannt.

61. Sodini (1980), S. 127 ff. konnte zwar in den Brüchen eine Reihe von Inschriften feststellen, doch handelt es sich hierbei durchwegs um Signaturen der Steinmetzen, um Zahlenangaben oder ähnliche verwaltungstechnische Verweise, deren Lesung wohl nicht mehr möglich sein wird.

62. Vgl. Lauffer (1977), S. 193, § 33, 17.

63. Vgl. ders.: Die Bergwerkssklaven von Laureion, 2 Bde., 2. Aufl., Wiesbaden 1979, S. 241 f.

64. Vgl. Plut.: Cato d. J., 11 sowie Seneca: ep. ad Luc., 86.

65. Vgl. Clarke, S./Engelbach, R.: Ancient Egyptian Masonry, London 1930, S. 356.

66. Vgl. De Morgan, J.: Note sur les carrières antiques de Ptolémaïs (Menchiyeh), in: Mémoires de la mission archéologique française au Caire, 8, 3, 1894, S. 356.

67. Vgl. Röder (1967), S. 130.

68. Vgl. Cagnat, R.: Les mines et les carrières de la Tunisie dans l'antiquité, in: Revue générale des sciences, 7, 1896, S. 1055.

69. Da der Lychnites als 2–4 m mächtige Bank sowieso schräg in den Berg einfiel, mußte er ganz zwangsläufig untertägig abgebaut werden, – vgl. Fiehn: Realencyclopädie der Classischen Altertumswissenschaft von Pauly-Wissowa, Bd. 3 A, Sp. 2262, 15 ff.

70. Vgl. Rosumek, Peter: Technischer Fortschritt und Rationalisierung im antiken Bergbau, Bonn 1982, S. 126.

71. Vgl. Strabo: 12, 8, 14.

72. Vgl. Klemm (1981), S. 36 sowie Nylander, C.: Bemerkungen zur Steinbruchgeschichte von Assuan, in: Archäologischer Anzeiger, 83, 1968, S. 6–10.

73. Diese weit verbreitete Ansicht geht wohl auf Plinius zurück, der eine solche Verfahrensweise beschreibt, – vgl. auch Klemm (1981), S. 36.

74. Zu den verschiedenen Keillochverfahren vgl. Röder, Johannes: Zur Steinbruchgeschichte des Rosengranits von Assuan, in: Archäologischer Anzeiger, 80, 1965, S. 517 f., Abb. 29.

75. Vgl. ders. (1967), S. 253. Zur Verwendung im Norden des Imperiums vgl. Hörter, F./Michaelis, F. X./ders.: Die Geschichte der Basaltlavaindustrie von Mayen und Niedermendig, in: Jahrbuch für Geschichte und Kultur des Mittelrheins, 2/3, 1950/51, S. 21.

76. Vgl. Lepsius, G. Richard: Griechische Marmorstudien, Darmstadt 1890, S. 27 f. Von hier stammte u. a. das Baumaterial für den Tempel von Sunion und die Befestigungen von Thorikos.

77. Vgl. Daux (1968), S. 84.

78. Vgl. Plut.: Cato d. J., 11.

79. Vgl. Seneca: ep. ad Luc., 86.

80. Vgl. Perrot (1864), S. 30 sowie Speidel (1929), S. VI.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Hansjörg Kalcyk

Prof.-Kurt-Huber-Straße 44 b

D-8032 Gräfelfing