Herkunft und Verarbeitung bronzezeitlicher Metalle

Inhalt

1. Erzlagerstätten im geologischen Kontext 1
2. Ein kunstgeschichtlicher Blick auf bronzezeitliche Erzverwendung 5
3. Archäometallurgie als interdisziplinärer Forschungsansatz 12
4. Was wissen wir über die Entstehungsorte der Metallurgie? 15
5. Die Erzlager im attischen Laurion 21
6. Das laurische Thorikos – mykenischer Königssitz und Bergarbeitersiedlung 25
7. Die Wurzeln des Theaters im Dionysos-Kult 33

Die Frühgeschichte der Menschheit ist nicht von ungefähr mit drei prägenden Werkstoffen verknüpft worden: das **Lithikum** mit Steinwerkzeugen, die nachfolgende **Bronzezeit** mit der Gewinnung und Verarbeitung von Kupfer nebst seiner Legierungen, und die **Eisenzeit** mit der Erlangung von Fähigkeiten, das noch schwieriger als Bronze zu verarbeitende Eisen für die Menschen nützlich – als Waffe aber auch tödlich – zu machen[1]. Gegenüber der herausragenden Bedeutung der epochenprägenden Werkstoffe treten andere Errungenschaften unserer frühen kulturellen Entwicklung wie die Produktion von Keramik, die Kultivierung von Pflanzen oder die Domestizierung von Tieren in ihrer Prägekraft zurück. Für das Verständnis der jeweiligen Epoche ist es deshalb wesentlich zu wissen, woher die Menschen ihre Werkstoffe bezogen und wie sie die Fertigkeiten zu deren Verarbeitung erlangt haben.

Das gerne als Quelle unserer europäischen Kultur angesehene Griechenland mag seinen eigenen kulturellen Höhepunkt in der klassischen Antike gefunden haben. Doch deren prachtvolle Bauten und unvergleichliche Plastiken leben von einer mythologischen Essenz, die in der Bronzezeit entstanden ist. Die Antike hat diese Essenz in Literatur wie bildender Kunst ausgestaltet und verfeinert. Das geschah bereits in der Eisenzeit, die bergbaulich und metallurgisch auf die technologischen Errungenschaften der Bronzezeit aufbaute. Somit gründen sowohl die Geistes- wie die Technologiegeschichte der Antike in der Bronzezeit, in der sich die griechische Mythologie herausgebildete – als Ideengeschichte einer Zeit, in der die Menschen lernten, Metalle in Gesteinen (Erzen) zu identifizieren, zu schürfen, zu verhütten und in der weiteren Verarbeitung zu veredeln. Deshalb soll hier der Frage nachgegangen werden, wo diese Erze gefunden und gewonnen wurden und wo bzw. wie die Menschen die alles andere als einfachen Techniken zur Verarbeitung dieser Erze entwickelt haben.

1. Erzlagerstätten im geologischen Kontext

Man könnte die Frage nach der Herkunft der Erze aus unserer heutigen Perspektive reichen geologischen Wissens angehen, über das die Menschen der Frühgeschichte noch nicht verfügten.

[1] Das bis heute gültige Dreiperiodensystem von Stein-, Bronze- und Eisenzeit wurde von dem dänischen Altertumsforscher Christian Jürgensen Thomsen (1788-1865) begründet.

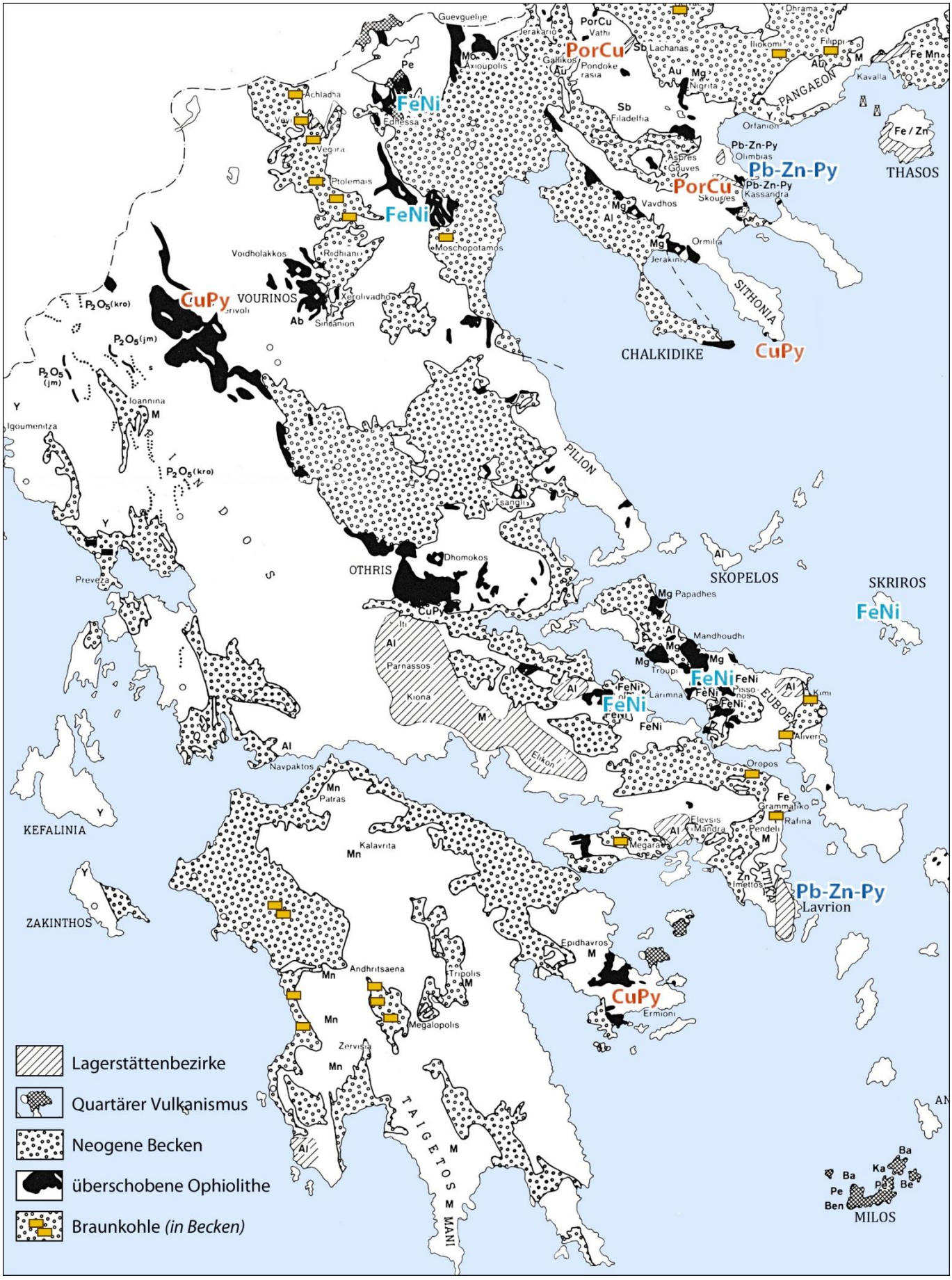


***Abb. 1**: Kartierung neuzeitlicher Erzvorkommen im kontinentalen Griechenland. Kupfer-, Blei- und Nickel-Lagerstätten sind farblich hervorgehoben (Kartengrundlage: s. Fußnote 4, hier ein veränderter, nachkolorierter Ausschnitt aus der Beilagekarte Abb. 106).*

Die Ausbildung von Eisenerzlagerstätten ist vor allem mit magmatischen Prozessen verbunden. Erzlager können sich zum Beispiel im Zuge der langsamen Auskristallisation einer Magma-Kammer zum Pluton abgeschieden und angereichert haben, oder sie können „hydrothermal“ von heißen Wässerns aus magmatischen Gesteinen ausgelöst, verfrachtet und angereichert worden sein – insbesondere am Meeresboden. Ferner sind Sekundärlagerstätten zu erwägen, die sich z.B. nach Hebung magmatischer Gesteine mit deren nachfolgender Erosion an anderen Orten angereichert haben[2].

Daraus ergibt sich die Frage, wo in Griechenland bzw. im Raum der Ägäis magmatische Gesteine anstehen und ob diese Aufschlüsse mit Erzlagerstätten verbunden sind. Da sind drei sehr unterschiedliche Ansätze zu verfolgen[3]:

- Zum einen gibt es einen **kristallinen** (also aus magmatischen oder metamorphen Gesteinen aufgebauten) **Sockel** der „Helleniden“ unter der griechischen Gebirgslandschaft, der in einem großen Bogen vom nördlichen Thessalien durch Zentralgriechenland über die griechischen Inseln (vornehmlich der Kykladen) bis ins südwestliche Kleinasien zieht und seine Fortsetzung im Taurusgebirge Anatoliens findet.
- Zum anderen gibt es im Zusammenhang mit den komplexen Deckenüberschiebungen, die die griechischen Berglandschaften geformt haben, auch Reste von Überschiebungen ozeanischer Kruste. Vornehmlich aus Zypern wissen wir, wie sich auf ozeanischer Kruste – dem sogenannten **Ophiolith-Komplex** – hydrothermal und noch untermeerisch respektable Erzlagerstätten bilden können.
- Auch jüngere vulkanische Ereignisse könnten in die Betrachtung einbezogen werden: Mit Subduktion der afrikanischen Platte unter den hellenistischen Teil der eurasischen wurde **junger Vulkanismus** angeregt, der sich vornehmlich auf dem vulkanischen Inselbogen der südlichen Ägäis äußert.

Eine in der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe in Braunschweig (BGR) entstandene Studie über wichtige Lagerstätten in Griechenland[4] versucht sich an einer Übersicht, die natürlich auf die heute sichtbaren Befunde und ihre wirtschaftliche Nutzung ausgerichtet ist, also nicht die frühgeschichtliche Situation im Blick hat. Die zugehörige Kartierung (Ausschnitt in Abb. 1) nimmt aus der allgemeinen geologischen Analyse vor allem drei Aspekte auf und stellt sie flächig dar:

- **Quartärer Vulkanismus** und Subvulkanismus (Kreuzschraffur), der sich im Ausschnitt der Abb. 1 auf die Vulkaninseln Milos, Methana und Aigina – Elemente des vulkanischen Inselbogens entlang der Subduktion – beschränkt.
- **Neogene Becken** (Punktemuster). Das sind jüngere Einsenkungen, teilweise Grabenbrüche, die aus tektonischer Zerteilung der überschobenen Decken resultieren und die Deckengebilde gravierend überformen.
- **Ophiolithe** (schwarz). Deren fragmentierte Streuung auf einen breiten Straßen von NW nach SO mitten durch Griechenland zeigt die Spuren von mindestens drei Einwirkungen: Zerteilung bei der Überschiebung, Reduzierung im Zuge nachfolgender Erosion und weitere Zerteilung durch Beckenabsenkungen.

Vornehmlich in den Becken finden sich immer wieder **Braunkohle**vorkommen, die in Griechenland der Eigenversorgung dienen. Große Bedeutung unter den Erzen haben heute **Eisen-Nickel**-Lagerstätten, die sich vor allem beidseits des Meeresstreifens zwischen der Insel Euböa und Böotien ausdehnen, aber auch im nördlichen Thessalien angetroffen werden. Auch der **Aluminium**-Rohstoff Bauxit findet sich verbreitet. In der Frühgeschichte waren derartige Lagerstätten aber nicht von Interesse.

Zu Erzlagerstätten tragen die Vulkaninseln in dieser Kartierung der BGA nichts bei, in der Historie lieferte v.a. Melos den als Werkzeugstein für scharfe Klingen begehrten Obsidian (vulkanisches Glas). Historisch haben Blei-Silber-Lagerstätten auf der Attika-Halbinsel in der Region des Hafenstädtchens **Laurion** große Bedeutung entwickelt, die in der Kartierung mit Pb-Zn-Py markiert sind. Damit wird sich noch ein separater Abschnitt in diesem Text befassen. Ein weiteres derartiges Vorkommen wird am Ostrand der Chalkidike-Halbinsel (mit den drei ‚Fingern‘) verzeichnet. Das für die (Zinn-)Bronze-Herstellung wichtige **Zinn** (Sn = Stannum) findet

---

[2] Eine knappe Übersicht liefert z.B. Anthony M. Evans, Erzlagerstättenkunde, Stuttgart 1992, Kapitel 4 „Einige wichtige Theorien zur Erzbildung“.

[3] vgl. dazu eingehender meinen Text „Ein Schlaglicht auf Erdgeschichte und Geologie Griechenlands“

[4] F. Kocker, Die Lagerstätten Griechenlands, in: V. Jakobshagen (Hrsg), Geologie von Griechenland, Borntraeger 1986

sich im gesamten Untersuchungsraum nirgends. Und selbst den Hauptbestandteil der Bronze, das **Kupfer**, muss man in der Kartierung suchen; sie zeigt dazu nur zwei unterschiedliche Vorkommen in zwei Teilräumen:

1. Porphyrische Kupfervererzungen in Thessalien

Der Bezeichner – in der Karte der Abb. 1 mit „PorCu“ abgekürzt – ist ein wenig irreführend, weil nicht das Kupfererz „porphyrisch“ ist, sondern sein Nebengestein. Es handelt sich um jene bereits erwähnten Lagerstätten, die im Zuge der Auskristallisation einer Magma-Kammer entstanden sind. „Porphyrisch“ nennt man in diesem Zusammenhang das magmatische Gestein, wenn es genug Zeit hatte, große Kristalle auszubilden. Die Vererzungen haben hier nur einen geringen Kupferanteil von bis zu 0,7 %. Dessen Abbau ist heute unwirtschaftlich und dürfte auch in frühgeschichtlicher Zeit kaum praktiziert worden sein.

In diesen Raum gehört auch ein kleines Kupferpyrit-Vorkommen an der Spitze des mittleren Chalkidike-Halbinsel-„Fingers“. Dies könnte auf frühgeschichtlichen Abbau hindeuten, weil auch die Halbinsel Chalkidike ihren Namen vom Kupfer ableitet (Χαλκος / chalkos = Kupfer). Von den Zentren der mykenischen Herrschaft auf dem Peloponnes bis hinauf nach Böotien (Theben) ist das alles sehr weit weg, dürfte andererseits in mykenischer Zeit nicht unbekannt gewesen sein. So hat Thasos, ein Bruder des Theben-Gründers Kadmos, seine Kolonie auf der nach ihm benannten Insel am nördlichen Ägäisrand gegründet. Ihre bedeutenden Erzvorkommen – vor allem Gold, aber auch Buntmetall – könnten dabei eine Rolle gespielt haben. Andererseits stammten aus diesem Raum enge Verbündete der Troianer im Abwehrkampf gegen die Griechen. Unter unmittelbare zentralgriechische Herrschaft ist Thasos aber erst im Abspann der Perserkriege im 5. Jh. vC gelangt.

2. Kupferpyrit in der Argolis

Die erdgeschichtliche Analyse Griechenlands hatte bereits gezeigt, dass sich die argolische Halbinsel, die den „Daumen“ der „vierfingrigen Hand“ des Peloponnes bildet, genetisch vom großen Rest des Peloponnes unterscheidet. Sie gehört zu der überschobenen Gesteinsdecke mit Ophiolithen, in deren Kontext Erzlagerstätten vermutet werden können. Auf der argolischen Halbinsel, nördlich von Ermioni, im Umfeld kartierter Ophiolithe, hat man in der Neuzeit zwei Lagerstätten gefunden, die in der Kartierung der Abb. 1 mit **CuPy** (‚Kupferpyrit‘) bezeichnet sind. In einem bis zu 500 m mächtigen Flysch-Komplex aus der Oberkreide finden sich Pillow-Laven (also die obere Lage eines Ophiolith-Komplexes), an die wiederum Pyrit-Kupferkies-Vererzungen gebunden sind[5]. Sie wurden hier hydrothermal aus frischem vulkanischem Kontext am Meeresboden abgeschieden und hin und wieder durch die großen Rutschungen des Flysch überdeckt. Die Lager sind 2 bis 5 m mächtig und enthalten zwischen 0,7 und 3 % Kupfer. Aus diesen Lagerstätten wurden zwischen 1967 und 1976 450.000 t Pyrit mit ca. 3 % Kupfer, somit 13.500 t Kupfer gefördert.

Dies ist nicht allzu viel, zumal für neuzeitliche Produktionsdimensionen, aber auch nicht für antike Verhältnisse. Der größte mediterrane Kupferlieferant – die Insel **Zypern** – habe in 3.500 Jahren vor-neuzeitlicher Förderung an die 200.000 t Kupfer gewonnen Dies schloss man aus den riesigen Schlackenhalden, die von der historischen Kupferverhüttung zurückgeblieben sind[6].

Das in Abb. 1 mit „CuPy“ bezeichnete Vorkommen ist als Chalkopyrit (veraltet auch „Kupferkies“) anzusprechen und hat die chemische Zusammensetzung $CuFeS_2$. Es handelt sich also um ein Kupfer-Eisen-Sulfid. Dieser Kupferkies ist auch Ausgangsmaterial der Anreicherung jener reichen Kupfervorkommen auf Zypern in sogenannten „Eisernen Hüten“, die bereits in der Bronzezeit ausgebeutet wurden. Doch Zypern wurde trotz seiner Rohstoffressourcen in der Bronzezeit keine politisch dominante Macht, die vielmehr zunächst auf Kreta, dann in Kontinentalgriechenland entstand, wo aber wiederum die Rohstoffressourcen in zyprischer Dimension nicht zu erkennen sind. Denn insbesondere in Zentralgriechenland und auf dem Peloponnes hat die neuzeitliche Lagerstättenkartierung Griechenlands zum Kupfer nicht viel mehr zu bieten als jenen zuletzt genannten ausgebeuteten Ort auf der argolischen Halbinsel, von dem man zudem annehmen muss, dass er in historischer Zeit gar nicht bekannt war. Das ist ein sehr dürftiges Ergebnis für eine zentrale Region der Bronzezeit. Die neuzeitliche Lagerstättenkartierung liefert so gut wie keine Hinweise, wo denn die bronzezeitlichen Griechen ihr Kupfer gewonnen haben könnten.

---

[5] Kocker 1986, S. 286

[6] Geological Survey Department, Cyprus 2005: The Copper of Cyprus in Antiquity, online: http://www.moa.gov.cy/

2. Ein kunstgeschichtlicher Blick auf bronzezeitliche Erzverwendung

Bevor wir hier unter anderen, interdisziplinär angelegten Perspektiven den Metall*quellen* weiter nachgehen, also eine Lokalisierung bronzezeitlicher Erz-Lagerstätten versuchen und auf die Frage nach der Entwicklung der notwendigen metallurgischer Fähigkeiten zurückkommen, sollte ein Blick auf die *Endprodukte* geworfen werden, um die Verwendung der Erze anschaulich zu machen: Welche Objekte hat man aus den mühsam gewonnen und verarbeiteten Rohstoffen der Bronzezeit (deren Quellen noch unklar sind) hergestellt? Hier ist nur Raum für einen kleinen Ausschnitt, weshalb eine der außergewöhnlichsten Sammlungen an spätbronzezeitlichen Metallobjekten beispielhaft in den Blick gerückt werden soll, die aus Schachtgräbern von **Mykene** stammt. Diese Sammlung ist vor allem durch eine Goldblech-Treibarbeit berühmt geworden, die ihr Entdecker Heinrich Schliemann als „Goldmaske des Agamemnon" bezeichnet hatte. Es sei schon hier angemerkt, dass Schliemann damit grundfalsch lag. Denn diese Goldmaske – im Übrigen nur eine von mehreren gleichartigen Grabbeigaben – ist mehrere Jahrhunderte *vor* jener Zeit entstanden, in der wir den Anführer der Griechen gegen Troia einzuordnen haben.

Nachdem Heinrich Schliemann seine Troia-Grabungen durchgeführt hatte, wollte er auch den Herkunfts-Orten der griechischen Angreifer Troias buchstäblich „auf den Grund gehen". Und so wandte er sich u.a. nach Mykene, jener Burg am Nordrand der argolischen Ebene, in der Homer seinen Agamemnon als Regenten sah. Dort fand er 1876 jene Gräber, die heute als „**Gräberrund A**" bezeichnet werden.

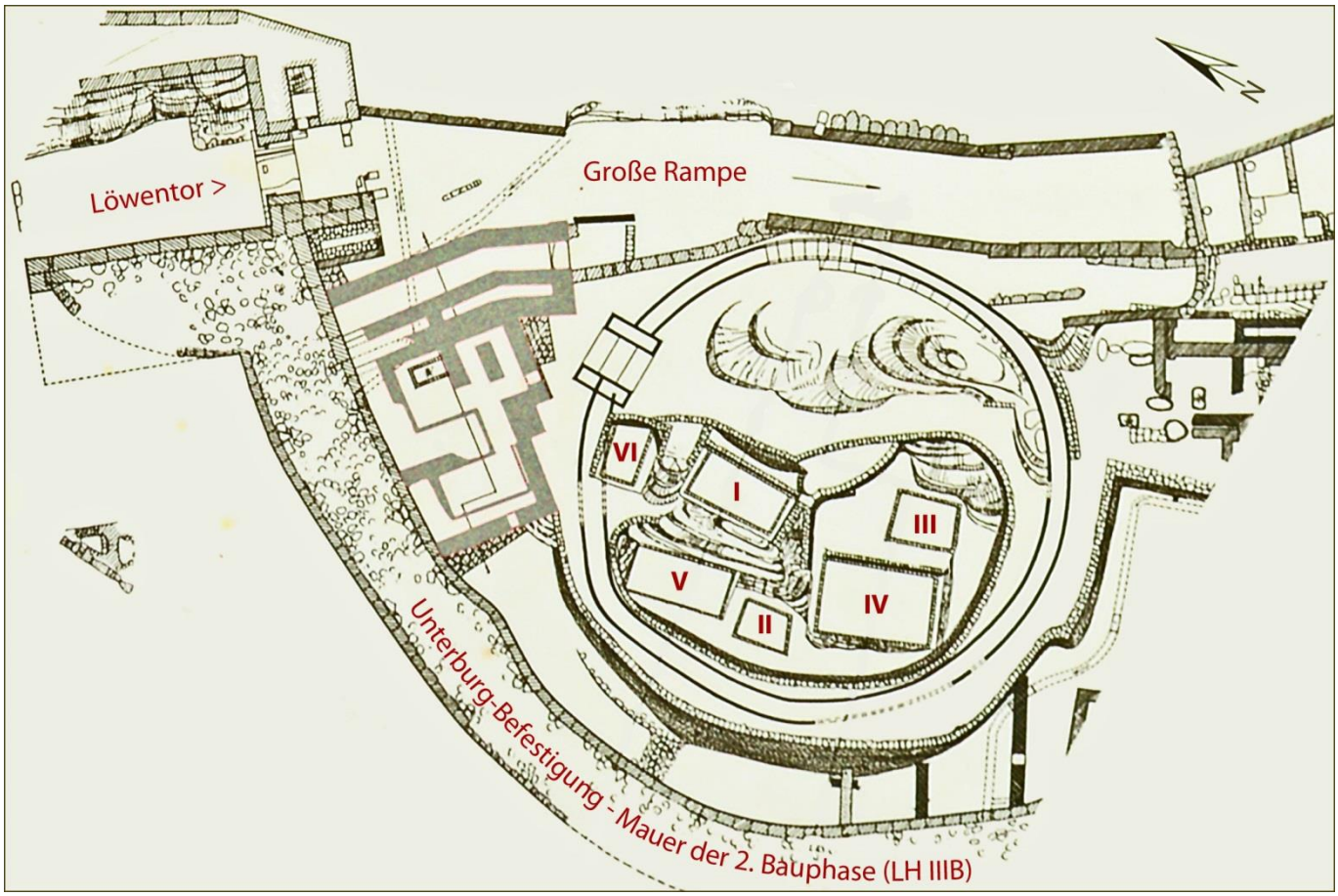


***Abb. 2**: Plan des Gräberrunds A innerhalb der Burgerweiterung aus spätmykenischer Zeit (Plan nach Infotafel 2 auf dem Gelände, Nummerierung der Schachtgräber nach Stamatakis).*

Lange bevor die Burg mit ihren Zyklopenmauern und dem berühmtem „Löwentor" in spätmykenischer Zeit errichtet wurde, haben hier am Hang des Felshügels frühmykenische Herrscher mit Ihren Familien ihre letzte Ruhe in tief eingesenkten, ausgemauerten, rechteckigen „Schachtgräbern" gefunden. In welchen Gebäuden sie zu Lebzeiten residierten, ist nicht mehr festzustellen. Schliemann hat fünf dieser Gräber geöffnet, ein sechstes kleineres wurde ergänzend von seinem Grabungsnachfolger Panagiotis Stamatakis gefunden. Die

Stamatakis-Nummerierung der sechs Gräber hat heute die Schliemann'sche Nummerierung abgelöst (Abb. 2).

Die in zwei Reihen angeordneten Gräber werden auf das 16. Jh. vC datiert. Ein „Gräberrund" wurde daraus erst *nachträglich*, als Nachfahren ungefähr drei Jahrhunderte später ein Plateau über diesen Gräbern aufwarfen und es hangseits (in Abb. 2 unten) durch eine Bruchsteinmauer abfingen. An den Rand der Plattform haben sie nicht eigentlich eine Rundmauer, sondern einen schmalen Gang aus beidseits vertikal aufgerichteten, sorgfältig in dünne Quaderform gebrachten Platten gebaut, der auch durch solche Platten abgedeckt war und so von außen wie eine kräftige Mauer aussah. Dieser Gang war von der Innenbreite her bequem begehbar, im bergseitigen Teil aber nur gebückt. Über seine Funktion weiß man nichts. Er bot womöglich einen Durchgang für kultische Riten und bewahrte zugleich eindrucksvoll die Erinnerung an eine sehr viel frühere Herrscherdynastie an diesem Ort. Ergänzend wurden innerhalb dieses Runds steinerne Grabstelen aufgestellt, die an die fürstlichen Ahnen mit Reliefs von Streitwagen auf der Jagd und im Kampf erinnerten[7].

Ein ähnlicher Rundkomplex gut 100 m weiter unterhalb der Burg auf dem Bergsattel – das „Gräberrund B" – ist entgegen seiner Bezeichnung die *ältere* Anlage. Auch hier wurde die runde Umfassungsmauer wahrscheinlich erst später um die Gräber herum errichtet. Sie ist hier als Bruchsteinmauer (ohne inneren Gang) ausgeführt und diente aus meiner Sicht als Vorbild für die sehr viel aufwändiger gestaltete Gangrundmauer um das weiter oben gelegene „Gräberrund A". Man könnte die bauliche Fassung beiden Gräberareale als spätere Ehrung der Ahnen interpretieren, wobei das jüngere Gräberrund A sogar mit dem zweiten Abschnitt des Burgbaus in die zyklopische Befestigungsanlage einbezogen wurde.

Zeittafel der Bauten von Mykene

- „Gräberrund B": 1650 bis 1550
- „Gräberrund A": 1580 bis 1510
- Tholosgrab „Aigisthos": frühes 15. Jh.
- Tholos „Löwengrab": um 1450 – *zur gleichen Zeit Eroberung Kretas durch griechische Stämme / Ende der minoischen kulturellen Dominanz und Aufstieg der kriegerischen Mykener.*
- Oberburg mit Zyklopenmauer aus Kalkstein: 1350
- Tholosgrab „Schatzhaus des Atreus": 1350 / 1250
- Tholosgrab „Klytaimnestra": 1220
- Unterburg, erweiterte Zyklopenmaueraus Konglomerat, Einbindung von Gräberrund A: 1250
- letzte Bauphase mit Fluchttor an der Rückseite und Quellsicherung: 1200 – *wenig später Zerstörung der mykenischen Burg durch Brand und/oder Krieg.*

Die ausgemauerten Schachtgräber von Mykene stehen in einer alten Tradition, die bis in die Frühe Bronzezeit zurückgeht[8]. Ihre Rechteckform wurde erst in spätmykenischer Zeit durch die Rundform immer größerer **Tholosgräber** abgelöst. Eins der größten Gräber letzteren Typs – das sog. „Schatzhaus des Atreus" am Hang vor Mykene (vgl. Zeittafel zu dessen datierender Einordnung) – misst eine Kuppelinnenhöhe von 13,5 m bei einem Basisdurchmesser von 14,6 m.

Die aus Steinen aufgemauerten Tholosgräber wurden mit Erde überdeckt und hatten einen langen schmalen Zugang, den Dromos. Man betrat sie durch ein Tor in der Kuppelmauer, das in der Regel aus mächtigen Steinplatten geformt war. Oft hatten diese Gräber auch eine seitliche quaderförmige Grabkammer 90° rechts hinter dem Tor, die an die alte Schachtgrabform erinnert oder auch daran anknüpft. Wenn zur gleichen Zeit, als diese Kuppelgräber gebaut wurden, auch die beiden an sich linear ausgerichteten Schachtgräberareale mit Rundbauten umgeben wurden, so unterstreicht dies die Hypothese einer Ahnenehrung, in deren Kontext die alten Gräber in die neue Bauform einbezogen wurden. Zugleich ist das auch ein Hinweis auf eine intensive Verhaftung in lang zurückreichende Traditionen, wie sie sich auch in der griechischen Mythologie niederschlägt.

[7] Vier dieser flachen reliefierten Stelen aus rötlichem Stein empfangen die Besucher im Nationalmuseum Athen beim Eintritt in die Prähistorische Sammlung.

[8] In der Ebene von Marathon wurde eine besonders große Schachtgräberanlage sorgfältig freigelegt und (dank begleitendem Kultur-Investitionsprogramm zu den olympischen Spielen 2004 in Athen) durch eine Schutzhalle gesichert. Die Gräber dieser großen frühgeschichtlichen Nekropole decken den Zeitraum von 3200 bis 2100 vC ab.

Schon die älteren Schachtgräber enthielten teilweise erstaunliche Grabbeigaben. Darunter fällt insbesondere ein Objekt auf, das einer jungen Frau mitgegeben wurde: eine luxuriöse dünnwandige Schale mit Entenhals und -kopf auf der einen und Gießöffnung auf der anderen Seite, die aus einem einzigen Stück Bergkristall gefertigt worden ist (Abb. 3)[9]. Ihre Herkunft wird in einer exzellenten kretischen Werkstatt angenommen und somit der minoischen Kultur zugerechnet, die zu Beginn der Späten Bronzezeit den Ägäisraum dominierte. Da Bergkristall – eine sehr reine SiO_2- d.h. Quarz-Kristallisation – aus der Abkühlung SiO_2-reicher Schmelzen entstanden ist, könnte dieser außerordentliche Fund bereits einen Hinweis darauf geben, dass die Finder in Minen tätig waren.

***Abb. 3**: Schale aus Bergkristall, gefunden in Grab O des Gräberrunds B von Mykene (Archäologisches Nationalmuseum Athen).*

Bereits dies Objekt signalisiert, wie sehr die festlandgriechische „mykenische“ Kultur vom „minoischen“ Kreta geprägt war. Diese Prägung setzt sich auch in den Grabbeigaben des jüngeren „Gräberrund A“ fort. Prachtvollster Beleg ist hier ein Stierkopf mit goldenen Hörnern, der in Grab IV gefunden wurde (Abb. 4). Dieser Kopf ist ein **Rhyton**, d.h. ein Gefäß mit einer Ausgussöffnung, das für rituelle Trankopfer (Libation) verwendet wurde. Trankopfer sind eine sehr frühe und lange gepflegte Form religiösen Kults. Der Trank wurde auf einen Stein, einen Altar oder einen anderen geweihten Ort gegossen. Wohl weil die ursprünglichsten Libationsgefäße aus Tierhörnern gewonnen wurden, werden Tierköpfe zum bevorzugten Formgeber solcher Rhyta. Der minoische Stier als ein Symbol der Kraft und des Stolzes ist zudem eine ganz besonders edle Form für einen solchen Rhyton[10].

***Abb. 4**: Links ein Rhyton als Stierkopf mit goldenen Hörnern aus Kreta, rechts ein ebensolches Exemplar aus dem Gräberrund A von Mykene.*

Welcher ist schöner? Weibliche Meinung auf einer Reise zu mykenischen Palästen: „Der linke hat die stolzere Haltung und braucht keine Rosette um schön zu sein“ – also das Original.

[9] Fund in Grab O, ausgestellt im Nationalmuseum Athen, Prähistorische Sammlung, EG Mittelbau

[10] Das minoische Exemplar aus dem Palast von Knossos (Neupalastzeit bis 1450, also bis zur Eroberung Kretas durch die Mykener) steht im Archäologischen Museum Iraklion (vgl. Katalog S. 90), das mykenische Exemplar aus Grab IV des Gräberrund A von Mykene wird im Nationalmuseum Athen gezeigt.

Der Künstler des (älteren) kretischen Exemplars arbeitete mit Metall und Stein (die Augen sind aus Kristall und Jaspis, die weiße Umrandung des Mauls mit Gießöffnung aus Marmor). Das mykenische Objekt ist ausschließlich aus Metallen gefertigt: Der Kopf ist aus Silber, Hörner und Rosette sind aus Gold geformt, die Ohrinnenseiten, die Augen und die Ausgussöffnung wurden vergoldet. Wir sehen also in der „Bronzezeit“ die Kunst der Verarbeitung von Gold und Silber.

***Abb. 5**: Oberer Teil des Siege-Rhytons aus Silber mit vergoldetem Rand und Henkel (rekonstruiert) sowie zugehörige Ansicht aus der Umzeichnung im Archäologischen Nationalmuseum Athen.*

Diese Demonstration an Kunstfertigkeit im Umgang mit Edelmetallen zeigt sich auch an allerlei anderen Geräten. Besonders aussagekräftig ist ein Rhyton, der in seiner schlanken, nach unten spitz zulaufenden Form noch stark einem Tierhorn ähnelt (Abb. 5). Er ist als „Siege-Rhyton“ (Sieges-Rhyton) in die Rezeption eingegangen und zeigt in einer feinen Treibarbeit die einzigartige Darstellung einer angegriffenen Stadt. Auf den Befestigungsmauern vor mehrstöckigen Gebäuden stehen Frauen und beobachten den Kampf[11]. Die bewegten Arme der Frauen lassen auf große Erregung schließen. Vor den Mauern kämpfen Männer mit Schleudern und Bögen gegen die (auf den Fragmenten des Rhyton nicht mehr erhaltenen) Angreifer. Die Szenerie ist von Olivenbäumen umgeben, die Interpretatoren des ausstellenden Nationalmuseums wollen auch ein Meeresufer erkennen können. Da die kämpfenden Männer unbekleidet dargestellt werden, fehlen klare Indizien zu deren Identifizierung. Es dürfte sich um Menschen handeln, deren Stadt von mykenischen Griechen angegriffen wird, nicht aber um die Darstellung eines erfolgreichen Verteidigungskampfes selbiger Griechen. Denn zum einen passt eine mykenische Belagerung der in Silber getriebenen Stadt zu jenen militärisch aggressiven Griechen, auch und besonders in ihrer Gestalt als „Seevölker“, die mediterrane Gestade angriffen – die mediterrane Welt wird durch die Olivenbäume eingegrenzt. Zum anderen mögen mykenische Krieger zwar auch nackt dargestellt werden, sie zeigen jedoch meist eindeutige Attribute, zumindest in der Kopfbedeckung, die hier fehlen.

Besonders beliebt ist insofern die Darstellung mykenischer Krieger mit sogenannten **Eberzahnhelmen**. Die gekrümmten Zähne der gerne gejagten männlichen Wildschweine wurden auf eine konische Lederkappe genäht und bildeten so einen prachtvollen Helm. Als wirksame Defensivbewaffnung dürften diese Objekte

[11] Dies Motiv von Frauen auf den Mauern einer Stadt mit mehrstöckigen Gebäuden findet sich – soweit das die unterschiedlichen Darstellungstechniken kenntlich machen können – nahezu identisch in einer Wandmalerei des minoischen Akrotiri auf Thera (Santorin), die auf 1600 vC zu datieren ist, nämlich auf dem sogenannten „Schiffsfries“. Abbildungen in: Christos Doumas, The Wall-Paintings of Thera, Athens 1992, S. 71 ff.

nicht getaugt haben. Da zudem für einen Eberzahnhelm 150 Hauer erforderlich waren und somit an die 75 Eber erlegt werden mussten[12], konnten damit keine Truppenverbände ausgerüstet werden. Diese Helme blieben wenigen, also den Anführern vorbehalten und dies womöglich auch nur als Herrschaftssymbole ohne Einsatz im realen Kampf. Auch diese Eberzahnhelme haben ihre Wurzel auf Kreta und wurden von den festländischen Mykenern adaptiert.

***Abb. 6**: Siegelring aus Gold, stark vergrößert, mit einer Kampfszene von vier beteiligten Personen in felsigem Gelände, vielleicht einer Grotte?*

Ein weiteres Objekt aus Gräberrund A lässt sich in diesem Kontext interpretieren. Der Siegelring aus Gold zeigt eine Kampfszene mit vier Figuren (Abb. 6): die linke sitzt (besiegt?) auf dem Boden, die beiden rechten scheinen zusammenzubrechen, über allen ragt die vierte auf, mit erhobenem Kurzschwert und Eberzahnhelm auf dem Kopf. Ob sie letztlich obsiegt, ist nicht klar zu entscheiden, denn die einsinkende Figur vor diesem Kämpfer – vielleicht eine Amazone? – führt ein Langschwert, dessen Spitze bereits den Kopf des aufrechten Kriegers erreicht hat. Der wegkippende Krieger ganz rechts führt eine Lanze und deckt sich hinter einen Turmschild, scheint aber – aus der Beinstellung zu schließen – nach rechts zu flüchten[13]. Auch er trägt einen Eberzahnhelm, hier mit einem gut sichtbaren Rosshaarschweif darauf.

So sehen wir in Gold- und Silber-Objekten minoisch geprägter mykenischer Kunst mit den dargestellten Schwertern auch die Werkzeuge des Krieges, die selbst nicht aus diesen Edelmetallen, sondern aus dem Leitmetall der Bronzezeit gefertigt wurden. Schon jetzt können wir aber festhalten, dass die **Bronze** ungeachtet ihrer namensgebenden Rolle für eine ganze Epoche tatsächlich keineswegs das allein oder auch nur vorrangig bestimmende Material der minoisch-mykenischen Handwerker und Künstler ist. Darauf deutete neben den Gold- und Silberobjekten auch das entenförmige Gefäß aus Bergkristall hin. Darauf verweist auch

[12] Jürgen Borchhardt, Helme, in: Archaeologica Homerica, Band I, E 62

[13] Auch ein solcher Kriegertyp mit Speer, Turmschild sowie Eberzahnhelm mit Schweif ist mehrfach in den minoischen Wandbildern von Akrotiri auf Thera abgebildet – etwa in jenem Fragment, das Doumas a.a.O. S. 58 ff „Assembly on the Hill and Shipwreck“ nennt. Dort handelt es sich um minoische Krieger, die eine Stadt gegen einen Angriff vom Meer verteidigen – eine Szenarium, die wiederum auffällig dem auf dem Siege-Rhyton dargestellten Geschehen ähnelt.

die Verwendung eines Materials der längst abgelösten Vorepoche, der Steinzeit. Denn auch der Stein als Werkstoff war mykenischen Handwerkern noch nicht fremd geworden. In den Gräbern fanden sich zahlreiche winzige Pfeilspitzen mit langen Widerhaken, die aus Flintstein gefertigt worden waren (vgl. Abb. 7). Und auch in Mykene hatte man die Verarbeitung von Marmor (wie er die Schnauze des minoischen Stierkopfs umschließt – vgl. Abb. 4 links) geschätzt. Es fanden sich z.B. Schwertknäufe aus diesem kunstvoll gerundeten Stein, die an den Griff der Schwerter angebracht wurden.

Mit diesen Schwertern haben wir nun endlich das Leitmetall jener Zeit erreicht: die Bronze. Auch insofern boten die Gräber von Mykene reiche Funde. Hier ist das Langschwert (Typ A) vom Kurzschwert (Typ B) zu unterscheiden. Das Langschwert ist ebenfalls eine kretische (minoische) Erfindung, dürfte aber von seinen edlen Besitzern nur rituell genutzt worden sein. Denn es war wegen der schwachen Befestigung des oft kunstvoll vergoldeten oder mit goldenen Nägeln besetzten Griffs sehr zerbrechlich und deshalb für den Kampfeinsatz nicht brauchbar.

***Abb. 7**: Vitrine mit Waffen aus dem Gräberrund A von Mykene im Nationalmuseum Athen. An der Wand sind fünf große Bronzemesser aufgehängt (Objekte mit Ring- bzw. Ösenende), dazwischen drei Schwerter vom Typ B – also Kurzschwerter – sowie eine Lanzenspitze mit langem Schaft (zweites Objekt von rechts). Davor weitere Kurzschwert- bzw. Dolchfragmente sowie Schwertknäufe aus Gold, Elfenbein und Marmor. Links unten einige der im Text erwähnten Pfeilspitzen aus Flintstein.*

Nun schlug die Stunde der Festlandgriechen, die aus einer im Ritual stattlichen aber militärisch untauglichen Langwaffe der vornehmlich Handels- und Kult-orientierter Minoer eine effektive Kurzschwert-Waffe der vornehmlich kriegerisch veranlagten Mykener machten. Wie es die aus breitem Heft spitz zulaufende Form zeigt, waren beide Schwerttypen als Stichwaffen (also nicht als Hiebwaffen) ausgelegt. Die Anwendung als Stichwaffe sieht man auch auf dem Siegelring (Abb. 6) recht gut.

Ein Dolchfragments in Abb. 8 zeigt die ganze Kunst der mykenischen Hersteller von repräsentativen Waffen: Der Griff ist mit einem Goldblech überzogen, aus dem zuvor in Treibtechnik Lilien herausgearbeitet wurden. Auf der Klinge sind ebenfalls Lilien (aus Silberblech) appliziert, die mit einer Gold-Silber-Bronzelegierung fixiert wurden. Es fehlt (abgesehen von der Klingenspitze) vor allem der abschließende Knauf am Ende des Griffs (‚Angebote' dazu in Abb. 7). Die Bronze der Waffe selbst tritt bei all dem in den Hintergrund. Das Ob-

jekt ist ein Produkt von Handwerkern mit komplexen metallurgischen Kenntnissen, die sich auf die Verarbeitung von Silber und Gold wie Kupfer verstehen. Diese Objekte wurden nicht (nur) aus Handel mit dem kulturell wie handwerklich prägendem Kreta bezogen, sondern längst auch in eigenen Werkstätten hergestellt.

***Abb. 8**: Fragment eines reich mit Gold- und Silberapplikationen verzierten Bronzedolches über einem Spiegel im Nationalmuseum Athen (aus Grab V, Gräberrund A, Mykene,16. Jh.)*

Für die auffällige kretische (‚minoische') kulturelle Dominanz stehen weit mehr Objekte als die hier nur beispielhaft demonstrierten Produkte mykenischer Handwerker und Künstler.

Der kulturelle Austausch festlandgriechischer ‚mykenischer' Königtümer beschränkte sich aber keineswegs auf den intensiven Zustrom aus Kreta. Schon die Seevölkerberichte zeigen, dass Flotten aus der Ägäis bis nach **Ägypten** vordrangen und mit dem reichen Land am Nil teils handelnd, teils kriegerisch in Kontakt traten. Bis zur Eroberung Kretas durch die Mykener um 1450 vC waren es vor allem die Kreter, die so intensive Beziehungen mit Ägypten unterhielten, dass sie sogar in die Wandmalerei dortiger Gräber gelangten. Mit dem Machtzuwachs der Mykener im mediterranen Raum dürften diese ‚Kontakte' nach Ägypten immer mehr ins kriegerische gekippt sein.

Noch aus der ‚friedlicheren' Ära minoischer Dominanz stammt beispielhaft ein Objekt, das auf Beziehungen zu Ägypten wie auf Fertigkeiten mykenischer Handwerker gleichermaßen verweist: Es handelt sich um eine ägyptische Vase aus Alabaster, die von einen ägäischen Handwerker auf den Kopf gestellt wurde. Er hat ihren Boden entfernt, den Rand vergoldet, Goldgriffe angebracht und ein Gießloch ergänzt (Abb. 9).

Insgesamt können wir resümieren, dass die kulturellen und Handelskontakte im östlichen Mittelmeerraum schon in frühmykenischer Zeit so intensiv waren, dass auch die Beschaffung von Erzen und die Entwicklung der Metallurgie im weiteren mediterranen Raum zu suchen

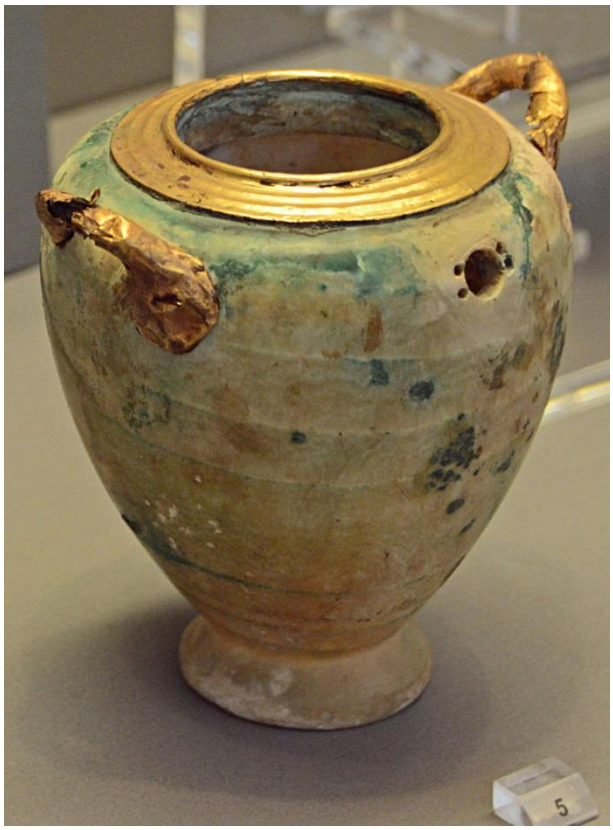


***Abb. 9** : Ägyptische Alabastervase mit mykenischen Goldapplikationen und Umwandlung zum Rhyton (aus Grab V, Gräberrund A).*

ist, nicht aber in enger Begrenzung etwa auf das mykenische Griechenland.

Zum anderen ist festzuhalten, dass die Technologien der Erzgewinnung und ihrer metallurgischen Verarbeitung sich nicht allein am Kupfer entfaltet haben können, sondern auch an Gold und Silber. Jedenfalls war die Kunst der Metallurgie für alle Sorten von Metallen bereits in frühmykenischer Zeit auch auf dem Festland voll entfaltet. In einer sehr alten Mine, die in Thorikos auf der Attika-Halbinsel ausgegraben wurde (dazu mehr in Abschnitt 6), konnte sogar der Nachweis geführt werden, dass hier bereits im Übergang vom Neolithikum zur Frühen Bronzezeit der Abbau (und damit auch die Verarbeitung) silberhaltiger Bleierze stattgefunden hat.

3. Archäometallurgie als interdisziplinärer Forschungsansatz

Den sich daraus ergebenden breiter gefächerten Ansatz einer Untersuchung von Gold-, Silber- wie Kupferlagerstätten mit Blick auf den gesamten Raum der Frühgeschichte verfolgt Ernst Pernicka in seinen archäometallurgischen Studien[14]. Die Archäometallurgie versteht sich als interdisziplinärer Ansatz, der Geowissenschaften, analytische Chemie, Physik, Ingenieurwissenschaften und Archäologie zusammenführt.

Unabdingbare Grundlage bildet die Lokalisierung antiker Lagerstätten und Verhüttungswerkstätten, die in archäologische **Geländebegehungen** (Surveys) gewonnen werden muss. Solche Begehungen wurden seit Ende des 19. Jahrhunderts von zahlreichen Forschern durchgeführt. Auch Berichte von Reisenden – von Pausanias und Strabo bis ins entdeckungsfreudige 19. Jahrhundert – gaben wichtige Hinweise. Die Lokalisierung antiken Bergbaus ist aber aus vielerlei Gründen erschwert, u.a. weil in der Regel ertragreiche antike Minen auch bis in jüngere Zeit weiter ausgebeutet wurden, was zur Zerstörung historischer Spuren führte. Selbst antike Schlackenhalden liefern oft keine Spur mehr, weil sie schlicht verschwunden sind – durch erneute Aufarbeitung oder anderweitige Verwendung wie etwa im Straßenbau.

Auf aussichtsreiche Surveys können archäologische Grabungen aufbauen, zu denen es in Griechenland mit gezieltem Blick auf Erzlagerstätten lediglich in der attischen Silber- und Blei-Bergbauregion um Laurion gekommen ist (dazu mehr in Abschnitt 5). Für eine Herkunftsbestimmung des Kupfers und Goldes in bronzezeitlichen Objekten gibt das natürlich nicht viel her.

Wenig weitergeholfen haben auch physikalische Methoden wie die **^{14}C-Datierung.** Man hat diesen Weg der Altersbestimmung von Minen an Holzkohleresten versucht, die in Bergwerken (so man diese überhaupt gefunden hat) verbreitet sind, jedoch meist nicht in der erforderlichen Konzentration auftreten, dass sich durchgängig sauberes Probematerial gewinnen ließe. Auch die **Thermolumineszenzmethode**, die auf Bergbaurückstände angewandt werden kann, die der Hitzeeinwirkung ausgesetzt waren (Schlacken, Ofenlehm, Keramik) ist für eine kleinräumige und zeitenge Eingrenzung der Erzquellen nur bedingt brauchbar. Man konnte damit z.B. nur grob abgrenzen, ob es sich um mittelalterliche, antike oder prähistorische Schlacken handelte.

Lange setzte man große Hoffnungen auf **chemische Analysen** der Metallobjekte und ihren Vergleich mit der Chemie historischer Lagerstätten. Die Anstrengungen, die insofern unternommen wurden, demonstriert eindrucksvoll ein Stuttgarter Projekt aus den 1960-er Jahren, das mehr als 22.000 chalkolitische und frühbronzezeitliche Metallobjekte aus ganz Europa beprobte und analysierte[15]. Diese Untersuchungen setzten vor allem daran an, dass kein Metallobjekt aus reinem Kupfer, Silber oder Gold besteht. Da auch die eingesetzten Erze immer als Komplex verschiedener Elemente auftreten, versuchte man diese Mischungen in den Metallobjekten wiederzufinden und aus spezifischen Zusammensetzungen der Objekte auf korrespondierende Erzlagerstätten bzw. metallurgische Werkstätten zurückzuschließen. Untersucht wurden dabei vor allem diese Nebenelemente im Kupfer: Eisen (Fe), Cobalt (Co), Nickel (Ni), Zink (Zn), Arsen (As), Silber (Ag, von lat.

---

[14] Die wesentlichen Forschungsresultate bis hin zur noch unbeantworteten Frage, aus welchen Lagerstätten das für die Bronze erforderliche Zinn beschafft wurde, sind umfassend in der gut verfügbaren Habilitationsarbeit publiziert: Ernst Pernicka, Erzlagerstätten in der Ägäis und ihre Ausbeutung im Altertum. Geochemische Untersuchungen zur Herkunftsbestimmung archäologischer Metallobjekte. In: Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums Mainz (JbZMusMainz), 34 (1987) S. 607-714.

[15] Pernicka, a.a.O. S. 626

argentum), Zinn (Sn, von lat. *stannum*), Gold (Au, von lat. aurum), Blei (Pb von lat. *plumbum*), Antimon (sb von lat. *Stibium*) und Bismut/Wismut (Bi).

Die Ergebnisse wurden sehr kritisch diskutiert. Da von den Metallobjekten nur sehr kleine Proben genommen werden konnten, um deren Zerstörung minimal zu halten, stand nicht nur der Einwand mangelnder Repräsentativität dieser Proben im Raum. Kleine Proben senkten auch die Nachweisgrenze für Spuren bestimmter Elemente ins nicht mehr nachweisbare. Entscheidende Einwände kamen aber aus der Erkenntnis, dass sich der chemische Charakter der Erze im Zuge ihrer Verhüttung gravierend verändert. Das liegt bereits im Wesen der Verhüttung, die auf die Trennung der im Erz enthaltenen Stoffe abzielt. So sind z.B. noch heute in Zypern riesige antike Schlackenhalden zu besichtigen, in die das Eisen im dort gewonnenen Kupfer-Eisen-Pyrit (Kupferkies bzw. Chalkopyrit $CuFeS_2$) aus der Erzschmelze mit Quarz-Zuschlagsstoffen als Eisensilikat (z.B. Fayalit Fe_2SiO_4) abgeschieden wurde (Abb. 10). Eisen war für die Bronzezeit noch kein Wert- und Werkstoff und daher (Schlacken-)Abfall.

***Abb. 10**: Trotz Überlagerung durch modernen Minenabraum (links) und Aufarbeitung zu Straßenbaumaterial noch eindrucksvoll anstehende antike (nach-bronzezeitliche) Eisensilikat-Schlackenhalden aus Kupferverhüttung (hintere Bildmitte) neben der modernen Kupfermine von Skouriotissa auf Zypern (NVD-Exkursion 2012).*

Da gute Wissenschaft nicht so schnell aufgibt, wurde nach **Erzindikatoren** im Kupfer gesucht, die auch in der Schmelze dem Kupfer (weitgehend) folgen. Die ließen sich aber nur für bestimmte Prozesse eingrenzen (etwa die Reduktion von Oxiderzen ohne Schlackenbildung). Andere Prozesse wie das Rösten von Erzen zwecks Austreibens von Verunreinigungen wie Schwefel und Arsen in Röstgase führen auch zu großen Verlusten an Indikatoren.

Dann hat man die **Simulation** prähistorischer Kupfergewinnung versucht, um die Stoffveränderung im Zuge der Verhüttung nachbilden zu können. Auch die daraus gewonnenen Erkenntnisse sind allenfalls als „wichtige zusätzliche Informationsquellen“ zu gebrauchen[16], ohne grundsätzlich das Problem der Zuordnung von Metallobjekten zu Erzlagerstätten lösen zu können. Als Hauptproblem für die Herkunftsbestimmung von Kupferobjekten bleibt vor allem die mögliche Variation der Erzzusammensetzung innerhalb einer Lagerstätte sowie eine große Wissenslücke zur Zusammensetzung der Zuschlagsstoffe bei der Verhüttung[17].

Wenn sich heutige Wissenschaft mit ihren ausgefeilten und technisch aufwändigen Verfahren an frühgeschichtlicher Metallurgie derart die Zähne ausbeißt, so sollte das unsere große Hochachtung vor den bronzezeitlichen Mineuren und Metallurgen hervorrufen. Sie haben die komplizierten Verfahren der Metallgewinnung und Verarbeitung entwickelt, aus denen jene in Abschnitt 2 beschriebenen glanzvollen Objekte hervorgebracht wurden.

Neuen Optimismus haben Verfahren der **Isotopenanalyse** in die Forschung gebracht. Sie setzt vor allem am Blei an, das in natürlichen Spuren den Metallobjekten beigemischt ist, aber auch bewusst beigemischt sein kann, um die Gießeigenschaften des Kupfers zu verbessern (Erniedrigung des Schmelzpunktes der Legie-

[16] Pernicka a.a.O. S. 634

[17] Pernicka S. 639

rung)[18]. Natürlich vorkommendes **Blei** besteht aus der Mischung dreier stabiler Isotope in einem bestimmten Verhältnis von ^{208}Pb mit 52,4 %, ^{207}Pb mit 22,1 % und ^{206}Pb mit 24,1 %. Die restlichen 1,4 % werden vom sehr langsam zerfallenden ^{204}Pb abgedeckt (Halbwertszeit von $1{,}4 \cdot 10^{17}$ Jahren). In dieser Konstellation sind die Blei-Isotope Ergebnis von Zerfallsreihen von Uran und Thorium. Die jeweilige U/Th/Pb-Ausgangskonstellation bewirkt, dass die Mengenverhältnisse der Bleiisotope zwischen verschiedenen Lagerstätten minimal differieren, was zur Altersbestimmung dieser Lagerstätten genutzt werden kann – wegen der langen Halbwertszeiten in den Zerfallsreihen allerdings nur im Maßstab von Millionen Jahren.

Als **Signatur von Lagerstätten** sind die Isotopenverhältnisse aber brauchbar. Zudem ändert sich das Isotopenverhältnis auch im Zuge der Erzverhüttung nicht, so dass mit den Blei-Anteilen in einem Metallobjekt die Signatur der Lagerstätte erkennbar bleibt – vorausgesetzt, das Blei war bereits im Erz des Metallobjekts enthalten und wurde nicht aus einer anderen Lagerstätte hinzugemischt.

Größtes Problem bleibt vor allem die Variation des Isotopenverhältnisses innerhalb einer Lagerstätte. Um diese verlässlich einzugrenzen, bedürfte es zahlreicher Proben, die natürlich an den bereits entnommenen Erzen nicht mehr zu gewinnen sind, so dass vornehmlich unabgebaute Erzreste in peripheren Gesteinstaschen oder Abraumhalden als Probequellen zur Verfügung stehen. Deshalb können in einem Isotopendiagramm nur Bereiche abgegrenzt werden, innerhalb derer sich die Signatur einer Lagerstätte mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit bewegt.

Zur Darstellung dieser Bereiche hat sich ein Isotopendiagramm bewährt, das in der X-Achse das Verhältnis von ^{207}Pb zu ^{206}Pb und in der Y-Achse das Verhältnis von ^{208}Pb zu ^{206}Pb abträgt. Berücksichtigt werden also die leicht differierenden Mengenverhältnisse der der drei stabilen Bleiisotope.

Abb. 11 zeigt ein Ergebnis solcher Analysen, vor dem man durchaus in einen Moment der Bewunderung erstarren darf. Denn ihm liegen unzählige örtliche Probenahmen und aufwendige technische Analysen einer jeden Probe zugrunde[19].

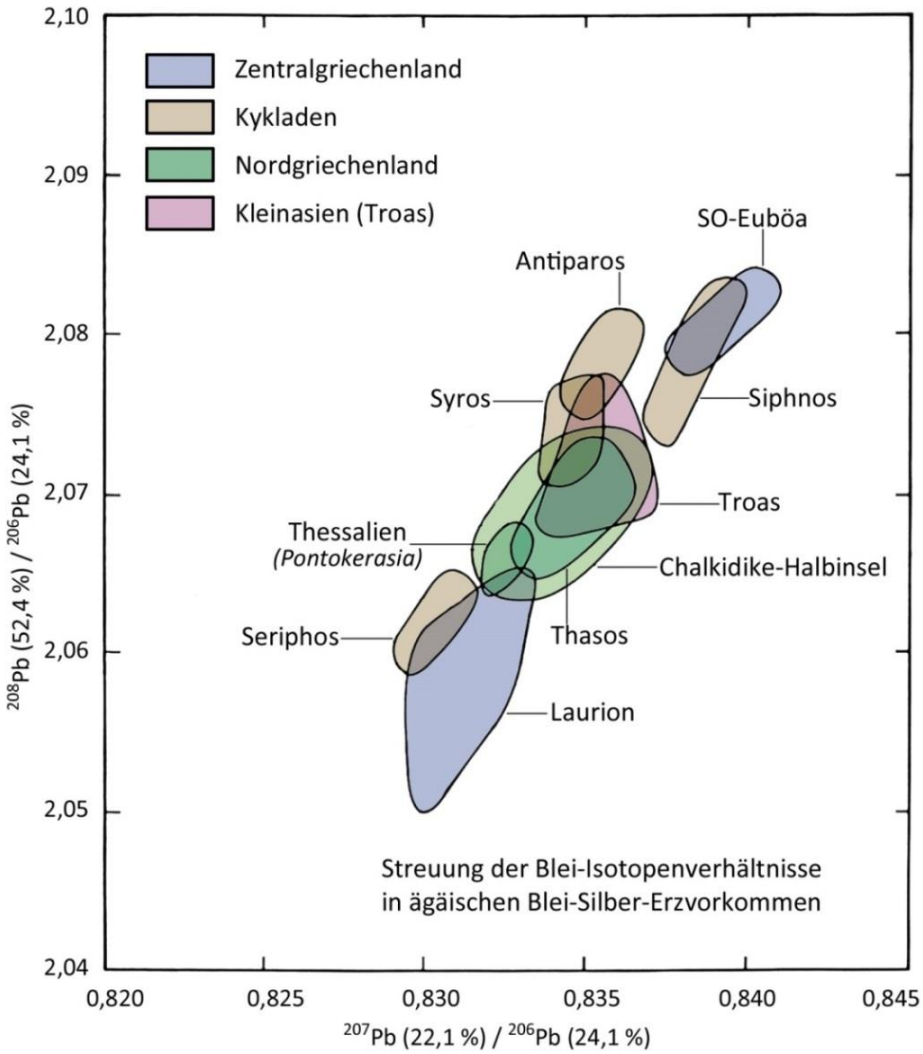


***Abb. 11**: Streuung der Isotopenverhältnisse in relevanten Erzlagerstätten Griechenlands, der Ägäis und der Troas (nach Pernicka 1987, Abb. 31 S. 682).*

[18] nach Pernicka S. 644 kam solche Beimischung u.a. in Laurion vor und war im spätbronzezeitlichen Ägypten weit verbreitet; mehr noch: *„die meisten spätbronzezeitlichen ägyptischen Kupfer und Bronzeobjekte enthalten Blei als Legierungszusatz“* (S. 685).

[19] Diagramm nach Pernicka Abb. 31/S. 682. Die vier unterscheidbaren Lagerstättenregionen sind in dieser Darstellung farblich gegeneinander abgesetzt, die Beschriftung wurde geändert.

Welche Güte Isotopenanalysen erlangen können, zeigen andere Untersuchungen an Athener Silbermünzen aus frühesten Prägungen gegen Ende des 7. Jahrhunderts. Bei diesen Objekten kann davon ausgegangen werden, dass sie noch aus unvermischtem (nicht wieder eingeschmolzenem) Metall bestehen. Diese Münzen sind eindeutig auf einen inneren Teilbereich des Isotopen-Streuungsfeldes der Bergbauregion Laurion zu lokalisieren (schraffierte grüne Fläche in Abb. 12). Die Athener Silbermünzen stammen somit eindeutig von dort.

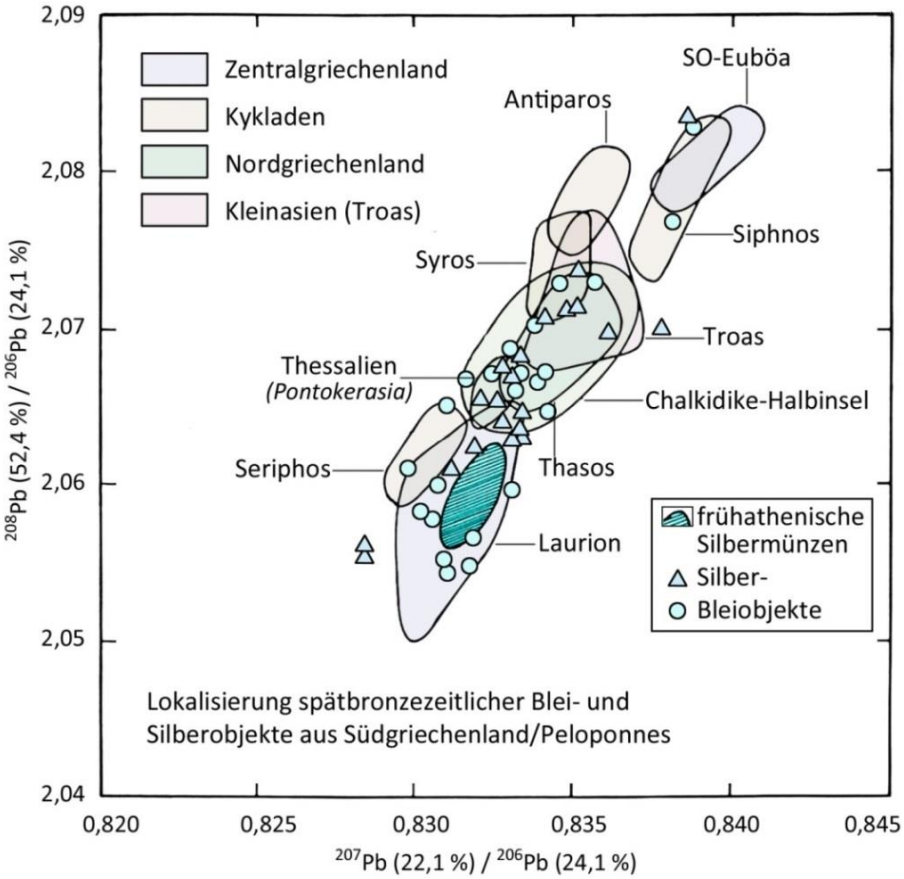


***Abb. 12**: Überlagerung der Isotopencharakteristik von Silber- und Bleiobjekten aus der Ägäis auf die Isotopenstreuungsflächen der Lagerstätten aus Abb. 11 (nach Pernicka 1987, Datenpunkteverteilung aus dortiger Abb. 39).*

4. Was wissen wir über die Entstehungsorte der Metallurgie?

Im Ergebnis all der aufwändigen Studien entstand eine Kartierung von ertragreichen Standorten, an denen in der Frühgeschichte bis zur Antike Bergbau und Erzverarbeitung im Raum der Ägäis und Kleinasiens nachgewiesen oder mit einiger Wahrscheinlichkeit vermutet werden kann (Abb. 13). Offensichtlich konnten weder die mykenischen Zentren von Argos oder Theben, noch die minoische Insel Kreta auf relevante Erzvorkommen in ihrem Nahbereich zugreifen. Dies gilt für alle drei Erzgruppen (Blei/Silber, Gold und Kupfer) – mit einer Ausnahme: In Kontinentalgriechenland konnten allein die Silber-Blei-Lagerstätten auf der Halbinsel Attika in der Region von **Laurion** und ggf. auf der Südspitze der nahe gegenüber liegenden Insel Euböa festgestellt werden. Insofern resümiert Pernicka[20]:

> *Es steht ohne Zweifel fest, daß im ägäischen Raum bereits zu Beginn des dritten Jahrtausends v. Chr. Blei-Silber-Erze bergmännisch gefördert und verhüttet wurden. Es sind dies die nach dem derzeitigen Kenntnisstand frühesten Zeugnisse von Blei-Silber-Metallurgie überhaupt.*

Gleichzeitig oder etwas später dürfte die Blei-Silber-Gewinnung und Verhüttung im Hinterland von Troja ihren Weg genommen haben. An beiden Standorten könnte also die Gewinnung von (zunächst vorrangig) Silber einer Entfaltung metallurgischer Fertigkeiten den Weg geöffnet haben.

Beim Kupfer ist die Fundlage noch schlechter: Denn da gab es keine einzige nachgewiesene ertragreiche Lagerstätte auf dem Kontinent, sondern nur ein bronzezeitliches Kupferbergwerk auf der Kykladeninsel Kythnos, mit gewissen Unsicherheiten weitere auf benachbarten Inseln (vgl. erneut Abb. 13). Auch hier weicht die Troas wieder ab, weil im Hinterland von Troia diverse Lagerstätten mit antiker Förderung nachgewiesen werden konnten. Daneben sind im Ägäisraum einige weitere Standorte wahrscheinlich, an denen bereits in früher Bronzezeit Kupfer – allerdings nur in geringen Mengen – gefördert wurde.

[20] Pernicka a.a.O. S. 678

Die **Kykladen** boten (abgesehen von den mineralischen Rohstoffen Obsidian (auf der Vulkaninsel Melos) oder Marmor) auch weitere Blei-Silber- sowie ein Goldvorkommen. Es ist daher kein Wunder, dass schon Kreta seine Einflusssphäre auf die Kykladen ausgedehnt hat und die Mykener diesen Raum nach Eroberung von Kreta um 1450 vC übernahmen.

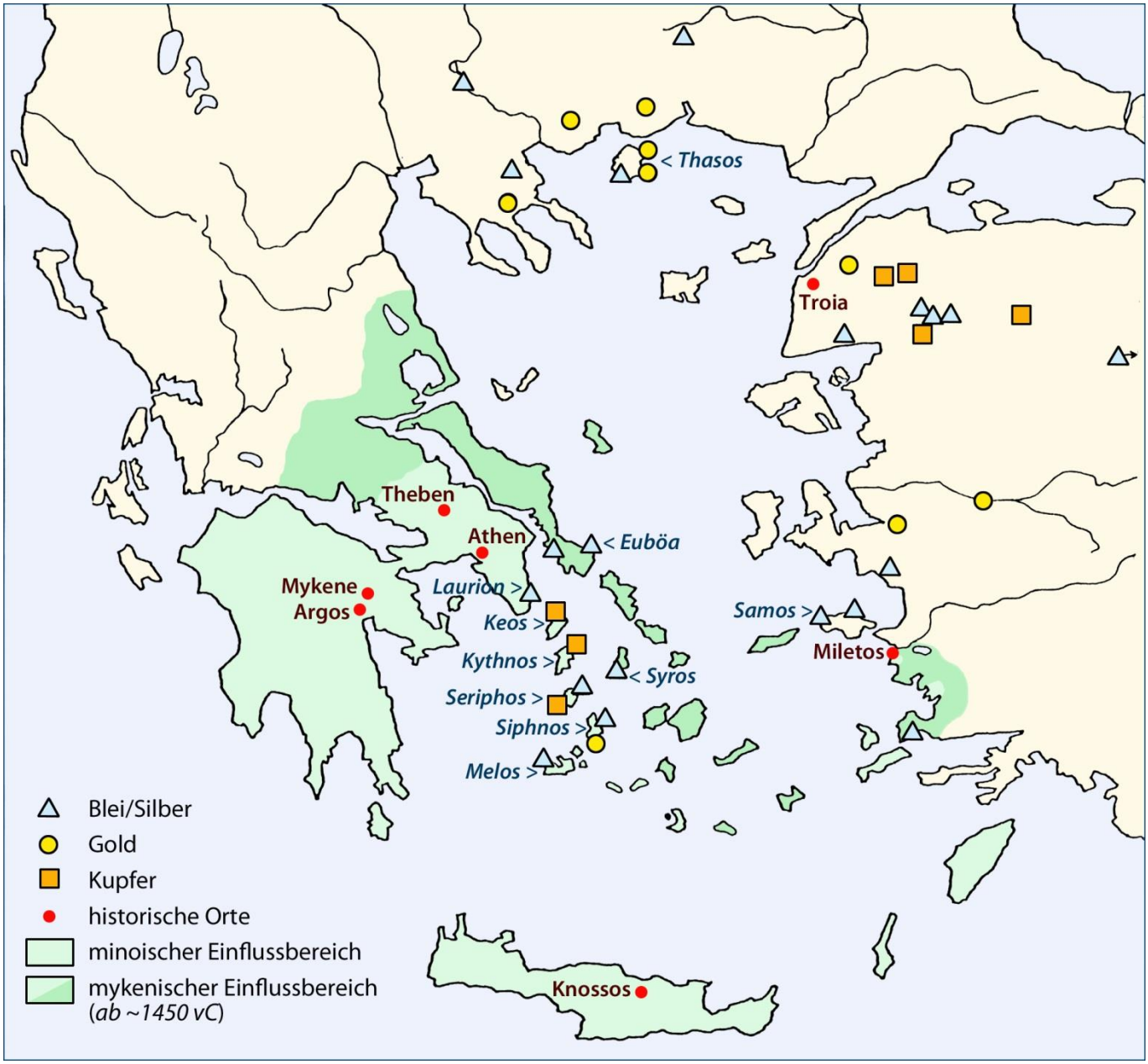


***Abb. 13**: Wesentliche Stätten antiker und prähistorischer Metallgewinnung in der Ägäis (nach Pernicka 1987, Abb. 28 / S. 679) nebst Abgrenzung der zunächst minoischen, dann mykenischen Einflusssphären (nach Karten des DNP-Atlas').*

Eine wichtige Goldressource im Ägäisraum war die Insel **Thasos** und ihr thessalisches Hinterland am Nordrand der Ägäis. Eine unvergleichliche Stellung hatte auch beim Gold die **Troas** inne, das Hinterland Troias an den Dardanellen im Nordwesten Kleinasiens. Hier konnten zahlreiche Orte der Erzgewinnung für alle drei Metallgruppen nachgewiesen werden. Allein für Troia kann eine Selbstversorgung mit Gold angenommen werden, für die anderen bronzezeitlichen Zentren wie Kreta oder die Peloponnes ist dies so gut wie ausgeschlossen; die kleineren Vorkommen auf Siphnos hätten dazu nicht ausgereicht.

In Abb. 13 sind ergänzend die **Einflusssphären** des minoischen Kreta (helles Grün) und der Mykener (helles + dunkleres Grün) eingetragen[21]. Der Herrschaftswechsel in der südlichen Ägäis vollzog sich in der Mitte des

[21] Abgrenzung nach: Der Neue Pauly (DNP) – Historischer Atlas der antiken Welt, Metzler-Verlag 2012, S. 24 ff.

15. Jahrhunderts, als mykenische Griechen das minoische Kernland auf der Insel Kreta eroberten. Aus diesen Einflusssphärenabgrenzungen wird deutlich, dass weder Minoer noch Mykener Zugriff auf die erzreichen Regionen Thessaliens oder gar der Troas hatten. Dies harmoniert mit Homers Auflistung der troianischen Verbündeten gegen die griechischen Invasoren (Abb. 14)[22]. Danach hatte Troia seine Verbündeten in den Ländern West-Kleinasiens sowie an der thrakischen Küste. Lediglich in Milet konnte Kreta einen Stützpunkt einrichten, der von den mykenischen Griechen erweitert wurde. Auf diesem Hintergrund ließe sich der Krieg der Griechen gegen das reiche Troia auch als Feldzug zur Erlangung der dortigen ertragreichen Erzminen interpretieren.

***Abb. 14**: Lokalisierung der Verbündeten Troias im Abwehrkampf gegen die vereinigten mykenischen Griechen, nummeriert nach Homers Liste und abgegrenzt nach den Untersuchungen von E. Visser.*

Solche nach Kleinasien getragenen Kriege dürften aber kaum in jener panhellenischen Einigkeit stattgefunden haben, die Homer seiner Auflistung der beteiligten Verbände im Schiffskatalog der Ilias zugrunde legt. Insofern war die Zusammensetzung jener großen Flotte gegen Troia aus 29 durch Kleinregionen im Ägäisraum gestellte Kontingente eher eine literarisch-politische Vision als eine historische Realität. Zu sehr ist die Mythologie jener Zeit von ständigem Viehraub und nachfolgenden Vergeltungszügen, von Erbfolgekonflikten und daraus entstehenden Kriegen zwischen den hellenischen Kleinkönigtümern durchdrungen, als dass von einer übergreifenden Einheit ausgegangen werden kann.

In gewisser Weise scheint sich dies Bild politischer Zerrissenheit auch in den Ergebnissen der Blei-Isotopenanalysen zu spiegeln. Danach stimmt die Mehrheit analysierter Silberobjekte aus Südgriechenland (vornehmlich aus Mykene) *nicht* mit Erzen der einzigen kontinentalen und ertragreichen Minen von Laurion überein (Abb. 12). Diese Minen lagen im Zugriff des Athener Stadtstaates. Zwar verweisen die Isotopenana-

[22] Homer, Ilias, Buch II.816 ff; vgl. auch http://homersheimat.de/res/pdf/Seevoelkerodyssee.pdf, v.a. Abschnitt 6 und dortige Abb. 12 mit dem Versuch einer Lokalisierung der troianischen Verbündeten auf Basis der Untersuchung von Edzard Visser, Homers Katalog der Schiffe, Teubner 1997.

lysen einiger Objekte auch auf diese Lokalität, die meisten jedoch streuen weit darüber hinaus, so dass der gesamte Ägäisraum als Erzquelle dieser Objekte in Frage kommt.

Man kann diesen Befund als Resultat weitreichender Handelsbeziehungen im ostmediterranen Raum der Bronzezeit interpretieren, sollte aber auch sehen, dass solcher Handel immer wieder durch militärische Raubzüge sekundiert war, an die die ägyptischen Seevölkerberichte eine Erinnerung bewahren.

Unter dem Strich gab es – abgesehen von der Troas und den Laurion-Silberminen – im Ägäisraum keine Lagerstätten, die in der Hochphase der Bronzezeit eine Selbstversorgung mit Gold, Silber und Kupfer hätten gewährleisten können. Hinzu kommt, dass im gesamten Raum der Ägäis und Kleinasiens nirgends Zinnlagerstätten ausfindig gemacht werden konnten, deren Zinn in die Zinnbronzeherstellung hätte eingehen können. Letzteres gilt auch für Troia und sein Hinterland.

Eine zunächst angenommene mediterrane Zinnlagerstätte bei Dağ Pazarı, ehemals **Kestel**, 1400 m hoch im Bergland der kilikischen Provinz Mersin ca. 90 km westlich der gleichnamigen Provinzhauptstadt gelegen, kann wohl inzwischen ausgeschlossen werden. In der höhlenartigen Mine fand man nur Eisenerz mit sehr geringen und deshalb nicht förderungswürdigen Zinnanteilen[23].

Die Frage nach der **Herkunft des Zinns** hat die Forschung seit Pernickas Habilitationsarbeit weiter intensiv beschäftigt. Es stellte sich aber als analytisches Problem, dass die Blei-Isotopenanalyse nicht zu Lokalisierungszwecken auf Zinn in Bronze angewandt werden kann. Wegen seines geringeren Anteils von bis zu 10 % in Zinnbronze werden die Blei-Spurenelemente in dieser Bronze durch solche im Kupfer (ab 90 %-Anteil) dominiert. Zudem enthält das Zinn-Mineral **Kassiterit**[24], das meist bei der Zinnbronze-Herstellung eingesetzt wird, sehr wenig Blei. Im Ergebnis würde man auf diesem Wege allenfalls die Herkunft des Kupfers analysieren.

Auch die von der *Blei*-Analytik wegführende Frage, ob sich zwischen verschiedenen Zinn-Lagerstätten Unterschiede in der *Zinn*-Isotopenzusammensetzung feststellen lassen, führte zunächst nicht weiter. Zwar kommt Zinn in zehn verschiedenen stabilen Isotopen vor (^{112}Sn bis ^{124}Sn), doch offenbarten die Analysen durchgängig kaum unterscheidbare Normalverteilungen über dies Isotopenspektrum. Erst 1999 haben massenspektrometrische Untersuchungen zu dem groben aber durchaus interessanten Befund geführt, dass die Zinn-Isotopen in Bronzeobjekten des Mittelmeerraums anders streuen als jene in Westeuropa.

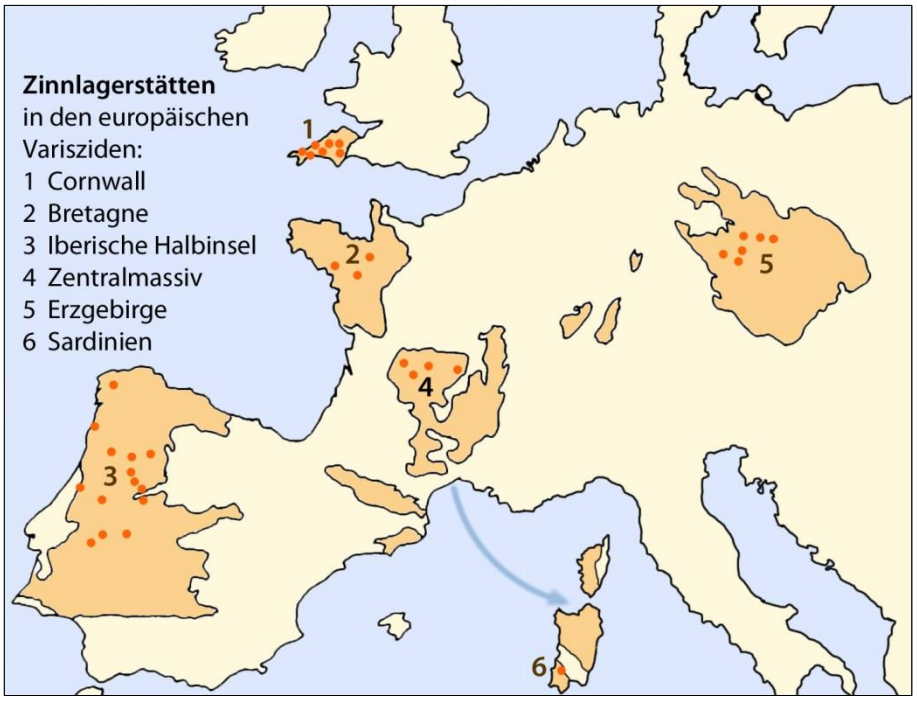


***Abb. 15**: Zinnvorkommen in Westeuropa im Kontext variszischer Granite, nach Baranyi 2000 (Anm. 25), koloriert und durch Korsika-Sardinien ergänzt. Der großenteils den Varisziden zuzurechnende korsisch-sardische Block lag ursprünglich vor der Küste der heutigen Provence und ist tektonisch in seine heutige Lage verdriftet.*

Das lässt sich wohl auch erklären: Alle **Zinnvorkommen Westeuropas** stehen im gemeinsamen geologischen Kontext der variszischen Gebirgsbildung am Ende des Paläozoikums (Abb. 15). Damals stießen die Großkontinente Laurussia und Gondwana nebst einiger weiterer Mikroplatten aufeinander und

[23] Pernicka, Vortrag im NWV Darmstadt, 30.10.2018

[24] Der Mineralienname Kassiterit (SnO_2) leitet sich vom griechischen Begriff für Zinn = κασσίτερος ab.

schoben das variszische Gebirge auf, dessen Reste in Westeuropa auf einem großen Bogen von Spanien bis zum Böhmischen Massiv verfolgt werden können (hellbraune Töne in Abb. 15).

In dies Gebirge drangen große Magmamengen ein, die als granitische Plutone erstarrten. In deren Dachregionen sammelten sich im Zuge der Abkühlung und Auskristallisation der Granite leichtflüchtige Bestandteile des Restmagmas, die unter dem in der Tiefe wirkenden hohen Druck in die Mantelgesteine eindrangen. Zu den Gang-Ablagerungen aus diesen Intrusionen gehören auch die westeuropäischen Zinnsteinvorkommen (Kassiterit)[25].

Bis ca. 2600 vC treten im gesamten Betrachtungsraum ausschließlich Bronzen auf, die nicht mit Zinn, sondern meist mit **Arsen** legiert waren. Arsen kann flüssiger Bronze nicht elementar zugemischt werden, weil es bei 613°C sublimiert und beim Einarbeiten in einer Kupferschmelze zu explosiver Verdampfung führen würde. Das Einrühren von (ggf. zur Schwefelaustreibung zuvor geröstetem) Arsenkies (FeAsS) ist aber unproblematisch. Die Beigabe von Arsen senkt (wie die Beigabe von Zinn) die Schmelztemperatur und macht die Bronze härter als reines Kupfer.

Erst nach 2600 werden erste Zinnbronzen sichtbar. Die frühesten **Zinnbronzeobjekte** im Ägäis-Raum wurden in Troia gefunden und auf ca. 2500 datiert (Abb. 16). Das entspricht dem Beginn der zweiten und mit „Troia II“ bezeichneten Siedlungsphase auf dem Felshügel oberhalb der Dardanellen. Aber auch Troia verfügte (wie schon erwähnt) in seinem erzreichen Hinterland nicht über jenen Stoff, der als Legierungszusatz für die Herstellung von Zinnbronze erforderlich war.

Da sich die Herstellung von Zinnbronze aus dem Zentrum von Troia nach Kleinasien hinein wie auch in den Ägäisraum verbreitete, vermutete man zunächst dennoch die Entwicklung der Zinnbronzemetallurgie im Raum der Troas, wobei notgedrungen importiertes Zinn zum Einsatz gekommen sein muss. Isotopenanalysen an Zinnbronzeobjekten aus dem Umfeld von Troia haben aber inzwischen eindeutig ergeben, dass relevante Mengen dieser Objekte nicht auf Erzgruben der Troas zurückgeführt werden können. Und so kommt Pernicka auf Grundlage zahlreicher chemischer und Isotopenanalyen zu dem Befund[26]:

***Abb. 16**: Bronze-Werkzeuge, -Fiebel (Gewandnadel) und vogelförmiges Kultobjekt aus der zweiten Siedlungsphase in Troia („Troia II“, um 2500).*

> *Wichtigstes Ergebnis der Artefaktenanalyse ist der Nachweis, dass die Einführung der Zinnbronze im trojanischen Kulturkreis nicht auf eine lokale Entwicklung zurückgeführt werden kann, sondern dass zumindest das zu deren Herstellung notwendige Zinn über sehr weite Entfernungen, möglicherweise aus Zentralasien herantransportiert werden musste.*

Westeuropäischer Zinn konnte als Legierungszusatz der frühen Zinnbronzeobjekte ausgeschieden werden, weil etwa die Zinnlagerstätten von Cornwall erst die bronzezeitlichen Kulturen in Wessex und der Bretagne zwischen 2100 und 1700 prägten[27].

Es waren dann *nicht*-metallische Funde im ostmediterranen Raum, die den Forscherblick auf der Suche nach der Herkunft des Zinns in Richtung Osten drehten: Steinäxte aus Jadeit und Rollsiegel aus Lapislazuli verwie-

---

[25] Istvan Baranyi, Betrachtungen über die Herkunft des Zinns in der Bronzezeit; in: carolinea, 58, S. 115-124, Karlsruhe 2000; online: https://www.zobodat.at/pdf/Carolinea_58_0115-0124.pdf

[26] Pernicka a.a.O. S. 705

[27] Baranyi a.a.O. Abschnitt 4.5

sen auf eine Herkunft in Zentralasien, auf Afghanistan und seine nördlichen Nachbarländer, wo auch Zinnvorkommen verbreitet sind. Die Handelswege gab es also, gab es aber auch die Erfindung von Zinnbronze in diesem Raum?

Abb. 17 lokalisiert beispielhaft drei wichtige Orte, die auf diese Frage eine Antwort geben könnten. Sie zeigt ferner zwei mögliche Routen, entlang derer ein Transfer der Zinnbronze-Technologie denkbar ist.

1. In der usbekischen Wüste, gut 100 km westlich von Samarkand, liegt das Dorf **Karnab** (Qarnob) und in dessen Nähe ein Bergbaurevier. Hier gibt es Zinn-führende Quarzgänge in der Kontaktzone zwischen einer Granitintrusion und devonischen Kalken. Die Mächtigkeit der Erzgänge schwankt zwischen einigen Zentimetern bis zu einem Meter, sie führen sehr fein verteiltes Kassiterit-Erz[28]. Der Abbau wurde mit Steinhämmern vollzogen, nachdem man das Granitgestein in situ durch Feuer mürbe gemacht hatte. Hier fand sich auch eine Feuerstelle mit braunem Material, das einen Zinnanteil von > 10 % auswies. Damit ist die Mine bei Karnab das bislang älteste gefundene Zinnbergwerk mit Zinn-Verarbeitungsspuren in der Nähe[29].

2. Im östlich benachbarten Tadschikistan ist die Lagerstätte **Mushiston** bekannt. Sie liegt ca. 35 km südlich von Pandschakent und dies ca. 20 km östlich von Samarkand. Die Lagerstätte im Hochgebirge ist sehr unzugänglich und wurde daher in der Neuzeit nicht ausgebeutet, obwohl Explorationen auf bis zu 70 Mio. t Zinnerz hindeuteten. Bei dieser Exploration wurden auch antike Minen freigelegt, die einen frühgeschichtlichen Bergbau belegen. Die Besonderheit der dortigen Erze besteht darin, dass sie sowohl Kupfer wie Zinn im Verbund eines besonderen Minerals umfassen, das von dieser Lagerstätte seinen Namen erhalten hat: **Mushistonit**. Es handelt sich um ein Kupfer-Zinn-Hydroxid mit der Formel $Cu^{2+}Sn^{4+}(OH)_6$. Dies Vorkommen *beider* Bestandteile der Zinnbronze an einem Ort ist ein besonders starkes Indiz für die Entwicklung der nötigen Metallurgie in diesem Raum.

***Abb. 17**: Drei für die Entwicklung von Zinnbronze wichtige Orte in den Sand- und Steinwüsten Zentralasiens und mögliche Transferwege der Bronzetechnologie bis Troia, von wo aus sich die Technologie im ostmediterranen Raum weiter verbreitete.*

[28] mineralienatlas.de

[29] Pernicka-Vortrag a.a.O.

3. Als dritter zentralasiatischer Ort ist in Abb. 17 **Gonur Tepe** in Turkmenistan markiert. Es liegt in der historischen Landschaft Margiana und war vor rund 4000 Jahren eine ca. 28 ha große ummauerte Stadtanlage mit einem Palast, Wohn- und Handwerkerquartieren sowie zwei Friedhöfen mit prunkvoll ausgestatteten sog. „Königsgräbern“. Insbesondere die Nekropolen bargen reiche Gold-, Silber- und Lapislazuli-Funde. Der Ort offenbarte Fernbeziehungen, die sich insbesondere aus den Funden von Elfenbeinobjekten, iranischen Siegeln und Keramik erschlossen. Im Zuge der Grabungen konnten ca. 800 Kupferlegierungen untersucht werden, die diese Metropole der Bronzezeit als ‚Trittstein‘ für die Verbreitung der Zinnbronze in den mediterranen Raum in Frage kommen lassen[30].

Insgesamt können wir feststellen, dass die bronzezeitlichen Hochkulturen Kretas, der Ägäis und Kleinasiens kaum auf eigene Erzressourcen aufbauen konnten. Erste metallurgische Fähigkeiten entwickelten sie vielleicht an früher Silbergewinnung. Die Hauptmengen ihrer Rohstoffe mussten sie jedoch über weiträumige Handelsbeziehungen beschaffen. Die Bronzemetallurgie hatte einen ebenso weiten Weg hinter sich, bis sie auch in troianischen, minoischen und mykenischen Werkstätten zur Anwendung kommen konnte. Immerhin gab es in der Späten Bronzezeit mit ihrem besonders hohen Bedarf an Bronze auf Zypern ertragreiche Kupferminen. Von der weiten Verbreitung zyprischen Kupfers zeugt etwa das in der zweiten Hälfte des 14. Jh. auf den Meeresboden vor Uluburun an der Südwestspitze Kleinasiens gesunkene bronzezeitliche Frachtschiff. Es transportierte u.a. 10 t Kupfer aus Zypern in Form der damals üblichen „Ochsenhautbarren“ nebst 1 t Zinn – also Zinn ungefähr in jener Relation, wie sie für Zinnbronze erforderlich ist[31].

5. Die Erzlager im attischen Laurion

Die Entwicklung von Technologien zur Erzgewinnung und Metallurgie könnte, wie die Übersicht über Metallobjekte frühmykenischer Zeit nahelegte, auch mit der Gewinnung von Silber einhergegangen sein, das ebenso ein wichtiger Werkstoff in jener Zeit war wie Kupfer. Insofern kennen wir auf der Attika-Halbinsel in der Gegend von **Laurion** einen intensiv erforschten Lagerstättenkomplex, der bereits in prähistorischer Zeit ausgebeutet wurde. Wie zudem der letzte Abschnitt gezeigt hat, ist dies Revier der einzige Standort mit relevanten historischen Erzvorkommen auf dem griechischen Kontinent.

Die Laurion-Region ist Ursprung jenes allseits bekannten Sprichworts vom „Eulen nach Athen tragen“. Denn diese „Eulen“ fanden sich auf den Rückseiten antiker Silbermünzen, die aus laurischem Silber geprägt und sodann nach Athen als der Herrschaftsmetropole Attikas gebracht wurden (Abb. 18)[32]. Die Eule war das Symbol der Göttin Athene, deren Bildnis auf die Vorderseiten der Münzen geprägt wurde.

***Abb. 18**: Tetradrachme mit Athene und Eule aus laurischem Silber, geprägt im 5. Jahrhundert vC. Ein Drachme bestand damals aus 4,26 g Silber (Canophagos, Abb. 5-10).*

Die Lagerstätte erscheint als räumlich gut verfügbare, nahe Ressource, die technische Verfügbarkeit des Silbers warf aber erhebliche Schwierigkeiten auf, weil Silber (Symbol *Ag,* von *argentium*) nicht einfach zu gewinnen war. Es lag nämlich lediglich in einem Komplex mit Bleierzen vor, die einen „relativ komplizierten zweistufigen Prozess der Silbergewinnung“[33] durchlaufen mussten.

---

[30] Gonur Tepe stand im Zentrum einer Ausstellung 2018 im Neuen Museum von Berlin, die 2019 auch nach Hamburg sowie nach Mannheim ins dortige Reiss-Engelhorn-Museum kommt. Dazu erschien ein Katalog: Margiana. Ein Königreich der Bronzezeit in Turkmenistan, Imhof-Verlag 2018.

[31] Das Schiff von Uluburun | Welthandel vor 3000 Jahren, Katalog der Ausstellung des Deutschen Bergbau-Museums, Bochum 2005, S. 59 (Kupfer) und S. 63 (Zinn); ANTIKE WELT 3/2011 S. 27.

[32] Hansjörg Kalcyk, Der Silberbergbau von Laureion in Attika, in: ANTIKE WELT 3/1983, S. 15; Münzabbildung aus Constantin E. Conophagos, Le Laurium Antique et la Technique Grecque de la Production de L’Argent, Athenes, S. 78 / *Abb. 5-10, S. 87*

[33] Pernicka a.a.O. S. 619

Die Bleierze traten hier vornehmlich als **Bleiglanz** auf, ein Sulfid mit der Formel PbS, das als Mineral „Galenit“ genannt wird (z.T. ist auch noch die altrömische Bezeichnung „Galena“ in Nutzung). Die antiken Ag-Gehalte sollen zwischen spurenförmigen 40 g und 2.500 g/t Pb – also maximal 0,25 % – geschwankt haben. Die Lager auf der Insel Thasos hätten sogar 6.120 g Ag/t Pb erreicht, die auf der Insel Siphnos ca. 0,5 %[34].

Die Vererzungen haben einen interessanten geologischen Hintergrund (Abb. 19[35]):

Die **Erzlagerstätten** erstrecken sich über die östliche Hälfte der **Attika**-Halbinsel, im Norden begrenzt vom West-Ost-gerichteten Abschnitt der E 89 und reichen im Süden bis zum Cap Sounion. Durch diese Region läuft in Nord-Süd-Richtung ein breiter Streifen aus Marmor, wie wir ihn auch weiter südöstlich auf den Kykladeninseln Paros oder Naxos finden, teilweise überlagert von Schiefern. Genauer betrachtet gliedert sich dieser Marmor-Schiefer-Höhenzug in *zwei* Marmorlagen übereinander – eine mächtige des Unteren und eine schmächtigere, aber großflächiger aufgeschlossene des Oberen Marmors. Die beiden Marmorlagen werden durch eine Glimmerschiefer-Einheit voneinander getrennt. Die obere Marmorlage war – Resultat einer der vielen Deckenüberschiebungen, die die Geologie Griechenlands aufbauen – ihrerseits von jurassischen Schiefern im Verbund mit Phylliten und Quarziten überlagert, die sich an der Unterseite des überschobenen Pakets mit Kalken und Marmorgestein vermischt haben.

Im oberen Miozän (vor ca. 11,2 bis 5,3 Mio. J.) kam es im Zusammenhang mit tief liegenden Magmabewegungen zum Aufstieg von Magmen, die sich entlang von Störungszonen in steil stehende Spalten zwängten und diese mit Granit füllten – vgl. die schematisch

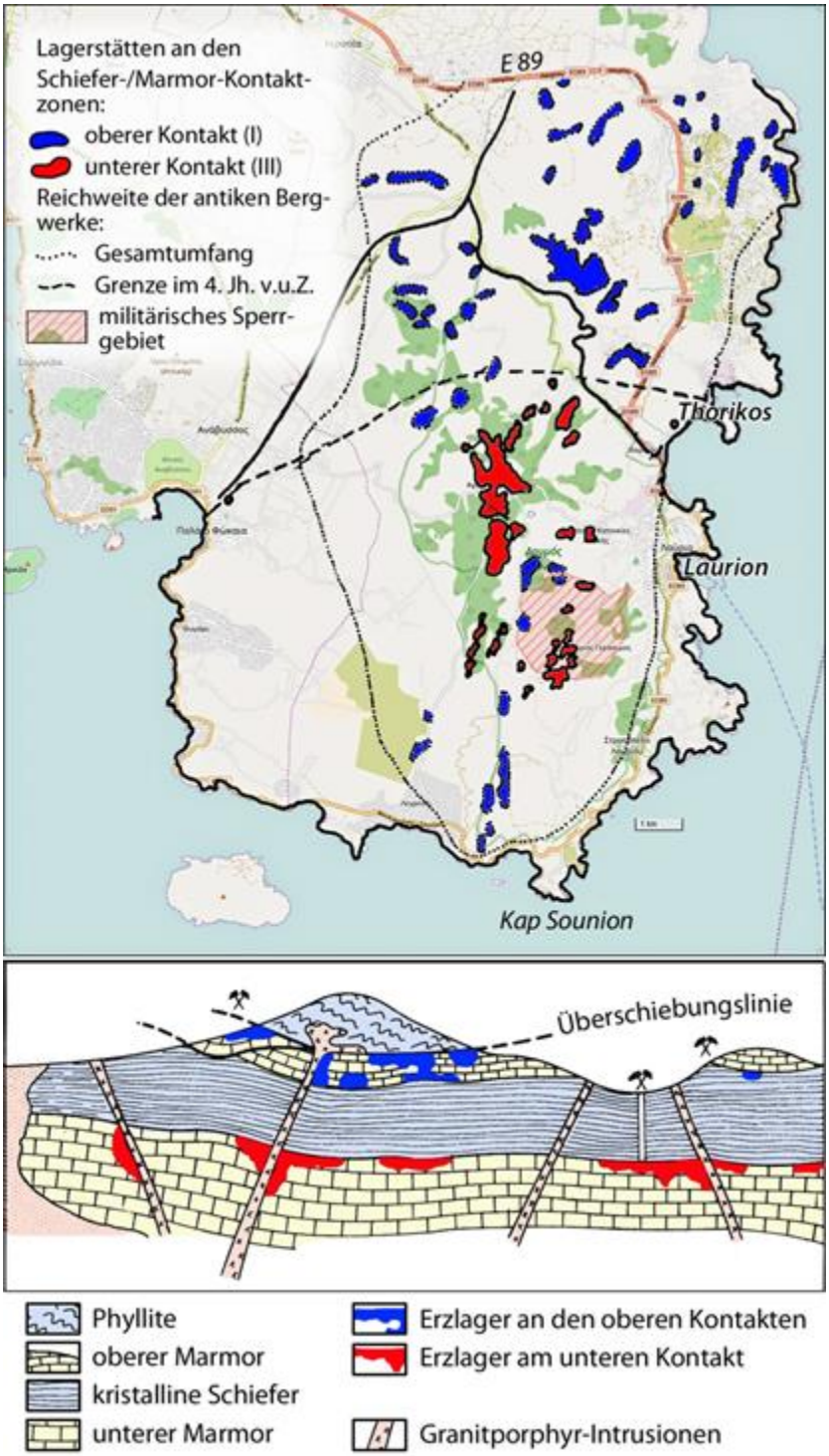


***Abb. 19**: Verteilung aufgeschlossener Blei-Silber-Lagerstätten in der attischen Region Laurion nebst schematisiertem Schnitt.*

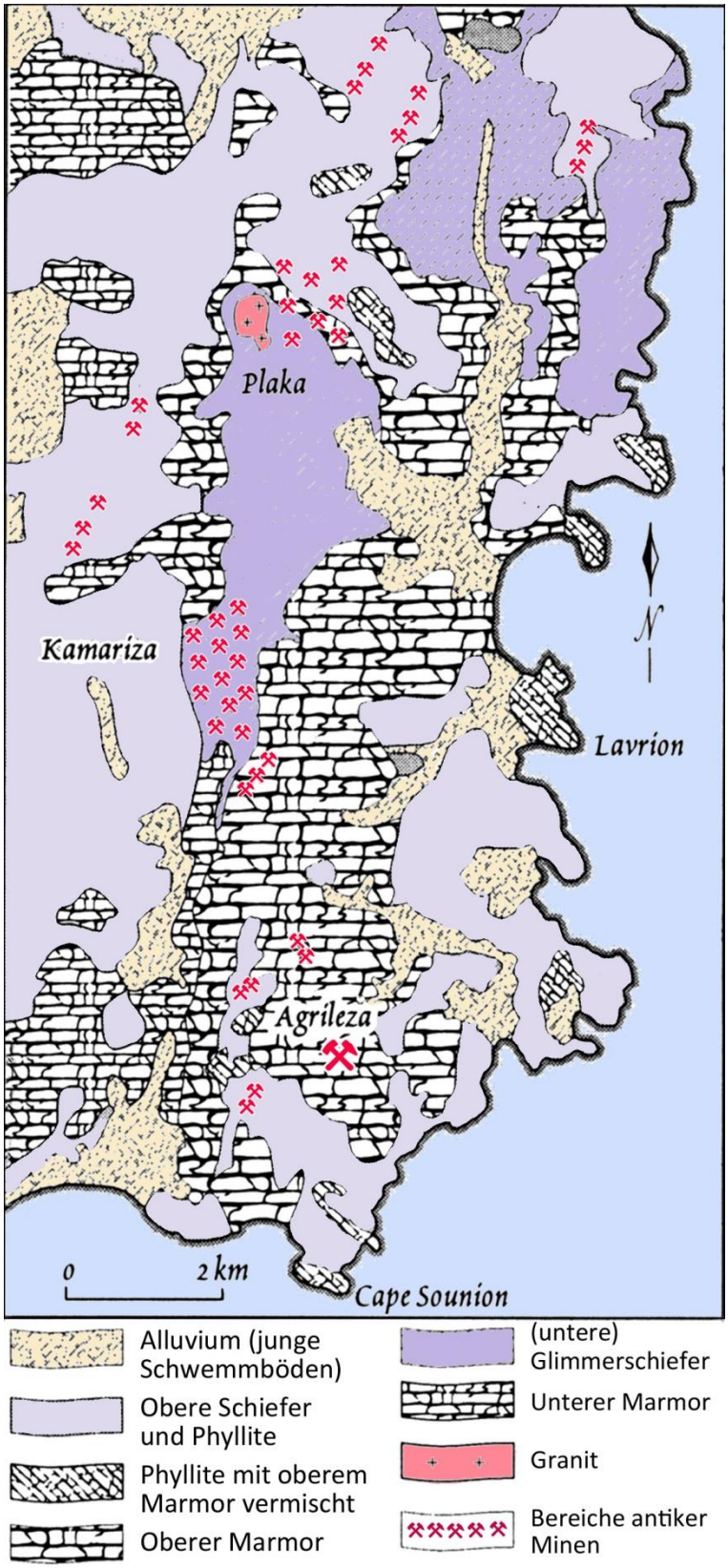
[34] Kalcyk a.a.O., S. 13. Dessen Angabe von bis zu 25.000 g Ag / t Pb dürfte ein Schreibfehler sein (eine Null zuviel). M & R Higgins, A Geological Companion to Greece and the Aegean, London 1996, S. 33 geben nur 0,1 bis 0,4 % Silber im Galenit von Laurion an.

[35] Die flächige Kartierung lehnt sich an Kalcyk a.a.O., Abb. 4 an und wurde einer OpenStreetMap-Karte der Region überlagert. Für das Schnittbild wurde eine Skizze aus J. Jakobshagen, Geologie von Griechenland, S. 297 verwendet. Beide Darstellungen wurden hier verändert, koloriert und mit Legenden versehen.

dargestellten Gänge in Abb. 19[36]. Die Kuppe des Granit-Plutons tritt heute nach intensiver Erosion gut 4 km von der attischen Ostküste entfernt bei Plaka zutage (vgl. die Lage in Abb. 20). Im schematischen Schnittbild der Abb. 19 wird dies am linken Rand angedeutet.

Im Zuge dieses Magmatismus stiegen auch heiße Wässer in den Klüften der Gesteine nach oben, die nach Durchströmen magmatischer Horizonte üblicherweise reichhaltige Erzlösungen transportieren. Dieser hydrothermale Erztransport endete an den **Grenzschichten** von Marmor und aufliegende Schiefern/Phylliten, wo die undurchlässigen Deckschichten über dem Marmor einen weiteren Aufstieg unterbanden. Hier schied sich deshalb vielerorts die Erzfracht aus den abkühlenden Wässern ab, was zur Ausbildung von Erzlagerstätten führte. Man unterscheidet drei derartige Kontaktzonen, von denen aber nur die untere und die obere als potentielle Erzlagerstätten relevant sind – der numerisch zweite Kontakt liegt am Übergang der unteren Schiefer zum aufliegenden und für die hydrothermalen Wässer durchlässigen oberen Marmor).

Eine (noch immer grobe) geologische Karte zeigt **Abb. 20** (rechts)[37]. Sie verdeutlicht die Aufschlüsse von Oberem Marmor (gröberes Netzmuster) und Unterem Marmor (feineres Netzmuster), die von der mächtigen Glimmerschiefer-Einheit getrennt werden (dunkleres Lila). Wo dieser Schiefer (vornehmlich im Norden) zutage tritt, ist also der ehemals auflagernde Obere Marmor bereits durch Erosion abgetragen. Großflächig steht auch noch die oberste Lage der Schiefer und Phyllite an (helleres Lila), die den Oberen Marmor überdecken. Die Mischzone an der Überschiebungsfläche zwischen Phylliten und Oberem Marmor ist vor allem in Küstenbereichen aufgeschlossen – die heutige Stadt Laurion ist darauf ebenso gegründet wie die ehemalige Festung auf der Nikolaos-Halbinsel nördlich der angrenzenden großen Bucht von Thorikos oder der Tempel auf Cap Sounion. Die hellocker gefärbten gesprenkelten Bereiche zeigen junge Schwemmablagerungen in Senken[38].



[36] Higgins, A Geological Companion to Greece and the Aegean, London 1996; zu Laurion S. 33 f.

[37] Higgins, Compagnion, Abb. 3.8, koloriert und mit deutscher Legende versehen.

[38] Abb. nach G. Marinos / W.E. Petrascheck ‚Laurium', Geological and Geophysical Research, IGME, Athens 1956, IV.1 S. 1-247, in: Higgins a.a.O., Fig. 3.8 S. 33

In dieser geologischen Karte wurde auch der Versuch gemacht, die **Bereiche antiker Minen** durch Bergmannszeichen (Hammer und Schlägel) zu lokalisieren. Das große Bergmannssymbol im Süden unter der Beschriftung „Agrileza“ markiert einen Marmorsteinbruch, aus dem das Baumaterial des Poseidon-Tempels auf Cap Sounion gewonnen wurde. Alle anderen bezeichnen Erzlagerstätten, die in den beiden Marmor-Schiefer-Kontaktzonen liegen.

Es gilt als gesichert, dass in der Region Laurion seit Beginn der mykenischen Ära (= späte Bronzezeit, ab ca. 1675 vC) Silber gewonnen wurde und damit für diese Zeit auch die grundlegende Beherrschung der Metallurgie zugrunde gelegt werden kann. Die wirklich ertragreichen Minen wurden allerdings erst in klassischer Zeit (5. Jh.) entdeckt, ausgebeutet, verhüttet und u.a. mit Eulenprägung nach Athen geliefert. Vorzugsweise für diese Zeit gilt auch die Rekonstruktion der Verhüttungstechnik, die aus archäologisch gesicherten und vor Ort teilweise rekonstruierten Anlagen abgeleitet werden konnte (Abb. 21)[39]:

Abb. 21 *(rechts): Verfahrensschritte vom Abbau der Blei-Silber-Erze bis zur Gewinnung von elementarem Silber und Blei. In dieser Darstellung fehlt der zweite Schritt einer Zerkleinerung/Zermahlung des geförderten Erzes als Vorbereitung für die Erzwäsche.*

Der Erzabbau folgte zunächst Ausbissen an der Kontaktzone zwischen Marmor und Schiefer, denen man über horizontal aufgefahrene Stollen in den Berg folgte. Es wurden aber auch Schächte ins Gestein geschlagen, über die man nach unten bis zur Kontaktzone vordrang, wenn die Stollenlängen zu groß wurden. Solche Schächte konnten bis zu 100 m Tiefe erreichen und bilden im Gelände immer noch eine gewisse Gefahrenquelle!

Das gewonnene Erz wurde sodann gemahlen – zunächst händisch in Klopftechnik, später in speziellen Steinmühlen, in denen sich ein äußerer Zylinder um einen konischen Kern drehte. Der die Korngröße bestimmende Abstand zwischen Kern und Mühlstein konnte über eine Aufhängekonstruktion des äußeren Zylinders eingestellt werden (dieser Schritt fehlt in der Darstellung von Abb. 21). Die leichteren Sande trennte man von den schwereren Erzkörnern in **Erzwäschen**, für deren Wasserbedarf Zisternen vorgehalten werden mussten. Dazu gab es zwei Verfahren:

- In runden Waschanlagen tiefte man in die bündig aneinandergelegten Steine eine Flussrinne und darin eine Kette von runden, gut ausschöpfbaren Näpfchen ein, in denen die Erzkörner zurückblieben, während das Wasser mit den leichteren Komponenten in der Rinne darüber hinwegfloss.
- In linearen Anlagen nutzte man Holzplatten, in die Querrillen im Waschbrettmuster eingearbeitet waren, die die Erzkörner zurückhielten[40].

---

[39] Conophagos a.a.O., Abb. 6-1 sowie im Text S. 126 ff

[40] Conophagos, Abb. *10-16 bis 10:20 sowie Abb. 10-32 bis 10-37, bei Kalcyk Abb. 12 mit dem Bild einer besonders gut erhaltenen Näpfchen- Anlage bei Demoliaki.*

Dieser Erzkonzentration folgten bis zu drei Verhüttungsschritte, an deren Ende metallisches Silber und Blei vorlag.

Die Frage stellt sich, welche Verwendung man für die großen Mengen an Blei als ‚Nebenprodukt' der Silbergewinnung hatte. Es ist fraglich, ob die letzte Stufe der Abb. 21 (Bleiglätte-Verhüttung) in mykenischer Zeit überhaupt durchgeführt wurde. In klassischer Zeit wurde jedenfalls das im dritten Verhüttungsschritt gewonnene Laurion-Blei in die gesamte damalige Welt exportiert. Es diente u.a. zur Verklammerung von Steinquadern der großen Tempelbauten, als Sinkgewichte für Fischnetze und in römischer Zeit vor allem für Wasserleitungen.

Insgesamt sollen aus den Laurion-Minen in der antiken Hochphase ihrer Ausbeutung zwischen dem 6. und 1. Jh. vC 13 Mio. Tonnen silberhaltiges Bleierz gefördert worden sein, aus dem 1,4 Mio. t Blei und 3.500 t Silber gewonnen wurden. Zurück blieben 11 Mio. t schwach erzhaltiges Gestein und 9 Mio. t Rückstände aus der Erzwäsche, die in der Neuzeit noch einmal aufgearbeitet wurden. Drei Minengesellschaften waren hier im 19. und 20. Jahrhundert tätig[41]:

- Die **Ilarion Roux et Compagnie** (1865-1873) gewann aus der Aufarbeitung antiker Erzrückstände und Schlacken 60.000 t angereicherten silberhaltigen Bleiglanz (PbS).
- Die **Greek Mining Company** (1873-1917) gewann ebenfalls aus der Aufarbeitung antiker Erzrückstände und Schlacken 310.000 t angereicherten silberhaltigen Bleiglanz.
- Die **French Mine Company of Lavrion** (1873-1977), bei der Conophagos gearbeitet hatte, gewann aus originärer Erzförderung von 1.800.000 t Zink-Blei-Calamine (ein Stoffgemisch von durchschnittlich 45% Zn mit 2% Pb-Einmischung) 810.000 t angereichertes Zn und 36.000 t metallisches Pb; ferner aus Bleioxiden (3.200,00 t mit durchschnittlich 11% Pb, 2% Zn, 140 g Ag / t) 64.000 t angereichertes Zn, 352.000 t metallisches Pb und 450 t Silber; ferner aus Mischsulfiden (3.300.000 t mit einem Durchschnitt von 6,15% Pb, 7,15% Zn, 140 g Ag /t) 236.000t metallisches Zn, 203.000t metallisches Pb und 460 t Silber.

Die hier bezifferte neuzeitliche Aufarbeitung antiker Halden aus Abraum, Verarbeitungsrückständen und Schlacken hat leider die meisten Spuren antiker Erzgewinnung und Verarbeitung zerstört.

6. Das laurische Thorikos – mykenischer Königssitz und Bergarbeitersiedlung

Das Laurion, die uralte Bergbauregion auf der Attika-Halbinsel, ist ein steiniges, tälerdurchfurchtes, nicht über 300 m hinausgehendes Gelände, das eine landwirtschaftliche Nutzung nicht zulässt. Lediglich in wenigen meist küstennahen kleinen Senken hat sich fruchtbares Schwemmland gebildet, das agrarische Aktivitäten und damit die Bildung von Ortschaften (Demen) ermöglichte. Eine dieser Ebenen verbindet sich mit einem (inzwischen verschollenen) Ort, der bereits zu homerischer Zeit genannt wurde: **Thorikos**[42].

Die frühgeschichtlichen archäologischen Objekte sind jedoch rar. Das Archäologische Museum von Laurion vermerkt zur kleinen Vitrine mit ihrer spärlichen Fundsammlung mykenischer Objekte, dass sich in der gesamten Laurion-Region Belege für die Späte Bronzezeit bzw. Mykenische Periode (1600-1100 vC) nur in Kuppelgräbern auf den **Velatouri-Hügeln** am Meeresufer gefunden hätten (Abb. 22[43]). Das dürfte auch daran liegen, dass Grabungsfunde verschollen oder in Raubgräberhänden gelandet sind. Denn die frühen *baulichen* Funde auf den auffällig zugespitzten Hügeln sowie in ihrem Umfeld sind bemerkenswert. Die Archäologen sprechen insofern sogar von einer „Akropolis" auf dem Velatouri, auch wenn weder die für eine Akropolis

---

[41] Angaben in der Geotrails-Informationsbroschüre „Lavrion and sourrounding Area", Institute of geology and mineral exploration of Greece (IGME) 2009.

[42] Homerische Hymnen, II „An Demeter", Vers 126, Neuauflage bei der Wissenschaftlichen Buchgesellschaft Darmstadt 2017

[43] Abb. aus H.F. Mussche, Recent Excavations in Thorikos, Acta Classica Vol. 13 (1970), S. 125-136, Plate 1. Mussche gilt als (wieder-)Entdecker der historischen Anlagen am Velatouri und leitete über 14 Jahre die Grabungen des „Thorikos Archaeological Project (TAP)" der Gent-Universität Brüssel – Department of Archaeology. Die Projektseite im Web ist nur in holländischer Sprache leidlich gefüllt, andere Sprachversionen bleiben hingegen weitgehend leer: http://www.thorikos.be/mainframe_NL.html.

typische Burg noch eine Befestigungsanlage gefunden werden konnte und sich die Nutzung des Hügels auf diverse Nekropolen sowie Siedlungen seit mykenischer Zeit beschränkte.

***Abb. 22**: Ein 50 Jahre alter historischer Blick von der Zufahrtsstraße aus Athen auf den markanten Velatouri-Doppelhügel über der kleinen Ebene von Thorikos, rechts oben die Meeresbucht.*

Eine Wehranlage war es allerdings, die das Augenmerk der Archäologen überhaupt wieder auf diese Örtlichkeit richtete, nachdem deren Erwähnung in Reiseberichten des 18. und 19. Jahrhunderts in Vergessenheit geraten war: eine Küstenfestung, die Athen während des Peloponnesischen Krieges im Jahre 412 vC hastig und deshalb baulich nachlässig errichten ließ („Fort ancien“ in Abb. 23). Sie erstreckte sich als Karree von ca. 800 m Mauerlänge über die schmale Halbinsel St. Nikolas (nach der darauf errichteten neuzeitlichen Kapelle benannt), die vor den Velatourihügeln gleich zwei natürliche Hafenbuchten im Ägäischen Meer formt (*Ormos St. Nikolas und Ormos Thorikos in Abb. 23*). Die Befestigungsanlage mit einer kleinen Zitadelle diente wohl als Fluchtburg und ist wegen ihrer Ausführung aus Trockenmauerwerksschalen, die mit Bruchsteinen und Erde gefüllt waren, nur noch rudimentär erhalten[44].

Die nördliche Nicolas-Bucht wird noch heute als Industriehafen genutzt, der ein dortiges Kraftwerk sowie Fabrikanlagen von Dow Chemicals andient (Abb. 24). Durch diese Industrieanlagen wurden leider die antiken Verhüttungshöfen an dieser Bucht vernichtet.

Folgende historische Relikte lassen sich auf und um die Velatouri-Hügel bis in die Ebene hinein unterscheiden:

- Auf dem Sattel zwischen den beiden spitzen Hügeln wurden mehrere spätbronzezeitliche **Gräber** freigelegt, ein weiteres am Osthang des südlichen Hügels.
- Am oberen Südhang des Velatouri fand sich eine mykenische **Siedlung**, die in geometrischer Zeit überbaut wurde.
- Rund um den Hügel wurden mehrere **Nekropolen** gefunden und darin insgesamt 180 Gräber aus der Zeit zwischen 1100 und 300 vC erforscht.
- Am Fuß des Hügels konnten Teile einer ausgedehnte Siedlung freigelegt werden, in der über einen längeren Zeitraum von der Archaik bis in die Klassik Wohnhäuser von Minenarbeiten im Umfeld von Minen-Stollen und -Schächten, Zisternen und Erzverarbeitungsanlagen entstanden waren – ein **Industriequartier**.
- Die überörtliche Bedeutung dieser Siedlung wird von einem **Theater** unterstrichen, das in zweierlei Hinsicht einmalig ist: zum einen ist es das einzige (erhalten gebliebene?) antike Theater auf der Attika-Halbinsel, zum anderen hat es eine sehr frühe Bauform, die auf die Anfänge des Dionysos-Kultes verweist, aus dem das klassische griechische Theater hervorgegangen war.
- Als weitere Anlagen aus klassischer Zeit finden sich antike Mauerreste, ein Befestigungsturm sowie ein **Demetertempel** in den Ackerflächen der Senke.

[44] H.F. Mussche, Thorikos. Eine Führung durch die Ausgrabungen, Gent/Nürnberg 1978. Deutsche Ausgabe des englischen Führers: ders., Thorikos. A guide to the excavations, Brüssel 1974.

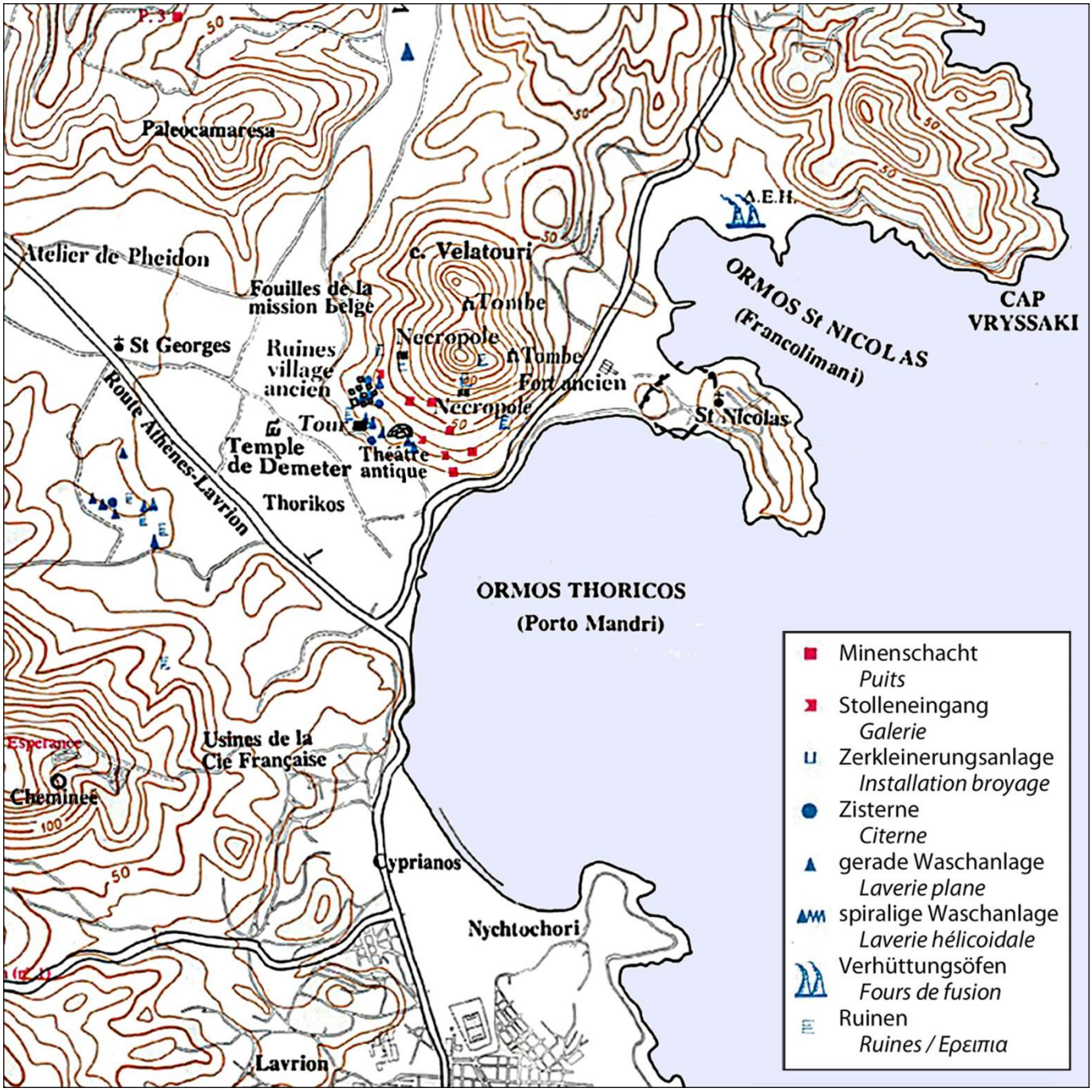


***Abb. 23**: Höhenlinienkarte des Küstenbereichs zwischen Laurion (Anschnitt seiner Straßenstruktur unten) und den Velatouri-Hügeln über dem in der Ebene verschollenen Ort Thorikos, mit Kartierung antiker Ruinen, Minen und Erzaufbereitungsanlagen (nach Conophagos 1980[45], Anlageplan B).*

Das Tholosgrab am östlichen Velatouri-Hang – „**Grab III**“ (Abb. 24) – gilt als eines der ältesten frühmykenischen Tholoi und wird auf die *erste Hälfte des 15. Jh.* datiert, also in eine Zeit, als Festlandgriechenland noch vom minoischen Kreta dominiert war. Dies runde Herrscher-Kuppelgrab passt daher gut zur Mythologie, die für Thorikos erzählt wird:

---

[45] Constantin E. Conophagos, Le Laurium antique et la technique grecque de la production de l‘argent, Athenes 1980 – eine genaue Kartierung und Beschreibung antiken wie neuzeitlichen Bergbaus in der Laurion-Region. Conophagos war lange als Chefingenieur der Compagnie Française des Mines du Laurion tätig und kannte daher die Region exzellent. Er war später Professor für physikalische Metallurgie in Athen und als Gegner des Militärregimes nach dem Sturz der Obristenherrschaft im Jahre 1974 Minister für Industrie und Energie in der Regierung von Constantin Karamanlis (Biografie in wikipedia.fr).

Hier habe **König Kephalos** regiert, zusammen mit seiner Frau Prokris, die als Tochter des mythischen Athener König Erechtheus ausgewiesen wird. Dieser Bezug auf Athen und die Rolle, die Kephalos als einziger König auf der Attika-Halbinsel spielte, unterstreicht die besondere Bedeutung, die Thorikos schon in der mythologischen Frühgeschichte für Athen zukam.

***Abb. 24**: Grab III (frühmykenisches Tholos) am Osthang des Velatouri über den heutigen Industrieanlagen an der Meeresbucht, diese am ehemaligen Standort antiker Verhüttungsöfen.*

Ansonsten sind Kephalos und Prokris vor allem durch ihre ständigen Seitensprünge und ihre gemeinsame Jagdleidenschaft in Erinnerung. Nachdem Kephalos seine Prokris wieder einmal mit einem ihrer Liebhaber überrascht hatte, floh diese nach Kreta mit seiner noch lebendigen matriarchalen Tradition. Dort soll sie König Minos von einer seltsamen Verwandlung geheilt haben: immer wenn der mit einer Frau zusammenkam, seien seinem Leib bei der Umarmung Schlangen, Skorpione oder Tausendfüßler entströmt[46] (vielleicht bestand die ‚Heilung' darin, dass dies beim Zusammenkommen mit der insofern kundigen Prokris nicht passierte). Anlehnungen an die alte matriarchale Schlangensymbolik sind unverkennbar. Bei ihrer Rückkehr von Kreta nach Thorikos erschien Prokris wie eine strahlende Jagdgöttin, ausgestattet mit einem besonderen Speer und einem Jagdhund, die sie von König Minos als Dank erhalten hatte.

Eine Figur wie Kephalos kann also durchaus in jenem Grab III beerdigt worden sein – und wurde dort auch verehrt. Davon zeugt eine Peribolos-Mauer um das Grab mit einem Durchmesser von 35 m. Ein Peribolos als Umbauung – in der Frühphase als Mauer, später auch als Hallen mit Säulengängen – kommt nur einem heiligen Ort zu.

Vier weitere große alte Gräber (I, II, IV und V) wurden auf den Sattel zwischen den beiden Velatouri-Hügeln aufgedeckt (vgl. Abb. 25):

- **Grab IV** war in den Hang der nördlichen Velatouri-Spitze eingearbeitet: ein 8 x 3 m großer, aus dem Schiefer herausgeschlagener Dromos führt zu einer ovalen Kammer von 9 x 3,5 m und 5 m Höhe. Schon diese noch in der Entwicklung zum späteren runden Tholos (wie in Grab III) befindliche Form deutet an, dass wir hier ein noch älteres Grab sehen Es wurde auf das *16. Jahrhundert* datiert.
- Für **Grab I** am Osthang des Sattels ist die Datierung unklar, es fällt jedenfalls auch in mykenische Zeit. Grabungen offenbarten eine Besonderheit: trotz Ausraubung in historischer Zeit fand sich eine noch intakte Sammlung archaischer Scherben und Statuetten von Mitte des 7. bis Ende 5. Jh. in einem Bothros – einer baulich gefassten Vertiefung im Boden, die kultischen und Opferzwecken diente. Er zeugt von einer langanhaltenden späteren Verehrung dieser helladischen Grabanalage.
- **Grab II** am Westhang des Sattels besteht aus einer 4,50 x 1,73 m große Kammer mit aus dem Felsen herausgearbeitetem Dromos. Es wurde Späthelladisch datiert (LH III A = 1410-1315)..
- **Grab V** inmitten des Sattels liegt wieder innerhalb eines kreisrunden Peribolos von ca. 25 m Durchmesser und wurde als Schachtgrab in den Schiefer gehauen. Es kam erst nach Abtragen von Schuttmassen in der Senke des Sattels zutage und wird als noch älter als Grab IV eingeschätzt. Die seit dem Frühhelladikum bekannten Schachtgräber gingen historisch der Entwicklung zum Tholosgrab voraus

[46] Karl Kerenyi, Die Mythologie der Griechen, Klett-Cotta 2018, Band II, S. 228.

Allein diese Grabfunde nebst der nachfolgenden, über Jahrhunderte anhalten Verehrung dieser Gräber lassen kultische Nutzungen des Velatouri über mehr als ein Jahrtausend deutlich werden.

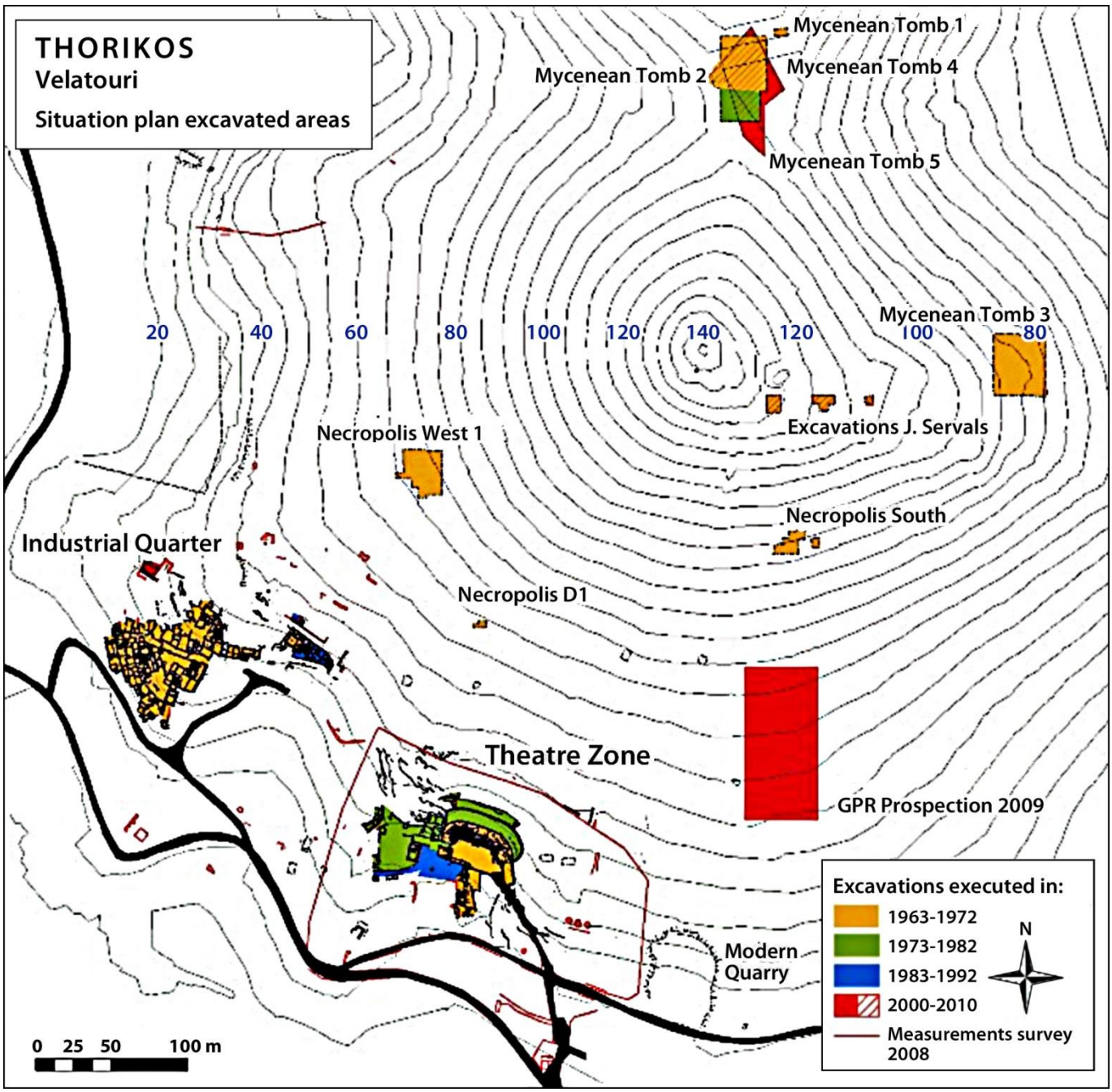


Abb. 25 *Grabungsareale am Velatouri-Hügel von 1963 bis 2010 (Thorikos Archaeological Project – TAP, Gent University – Departments of Archaeology, Geography; verändert und um Höhenwerte an den Höhenlinien ergänzt).*

Probegrabungen südlich dieser Nekropole haben zudem **Wohnhäuser** sichtbar gemacht, die sogar bis ins Mittelhelladikum zurückgehen (*„Excavations J. Servais"* in Abb. 25[47]). In einem dieser Häuser wurden **Bleiglätte**stücke gefunden, die bei der Verhüttung von Blei-Silber-Erzen entstehen (Bleiglätte = Bleioxid PbO – vgl. Abb. 21). Dieser auf die Mitte der 16. Jh. vC datierte Fund wird von den Archäologen als „unwiderlegba-

[47] Die i.W. unpubliziert gebliebenen Grabungsaufzeichnungen von Jean Servais (Universität Liège) wurden durch Koen Van Gelder in einem Aufsatz aufgearbeitet – „Old Excavations near the Top of the Velatouri at Thorikos: a Revision" in: Roald Docter (ed), Thorikos Archaeological Project, Preliminary Reports X – Reports and Studies [o.D., nach 2011]; im Web: http://www.thorikos.be/mainframe_NL.html ⇨ Publicaties ⇨ Preliminary Reports ⇨ letzte Veröffentlichung.

rer Beweis von Silberarbeiten in jener Zeit“ angesehen[48]. Wir sehen also, dass bereits in sehr früher Zeit die örtlichen Erzvorkommen abgebaut und verhüttet wurden.

Dies Siedlungsgelände auf dem Velatouri wurde in der geometrischen Periode überbaut, die sich durch ihre Keramik mit strengen geometrischen Mustern auszeichnete und auf die „Dunklen Jahrhunderte“ folgte. In diesem Komplex fiel ein Gebäude besonders auf, das wegen seiner Triclinium-artig umlaufenden Steinbänke als „Bankettsaal“ bezeichnet wurde. Dies auf um 700 vC datierte Haus unterhalb der Kuppe öffnete sich nach Süden hin.

Weiter unterhalb im Hügelhang wurden drei **Nekropolen** untersucht, deren Gräber in der frühen geometrischen Periode (9. Jh.) beginnen und bis in die spätklassische Zeit des 4. Jh. vC reichen. Es wurden Schacht-, Urnen- und Verbrennungsgräber entdeckt. Sie lagen entweder einzeln oder in Gruppen kleiner Begräbnisterrassen, darunter eine große Anzahl Kindergräber (Opfer der harten Kinderarbeit in den engen Minengängen?). All diese Gräber der unteren Nekropolen, *„die aus der Zeit zwischen 1100 und 300 v. Chr. stammen, bezeugen eine kontinuierliche Besiedlung während dieser Periode“*[49]. Leider sind diese Gräberfelder in den Jahrzehnten seit ihrer Untersuchung stark überwachsen und blieben ohne Pflege, so dass sich die Grabungsbefunde heute nur noch schwer nachvollziehen lassen.

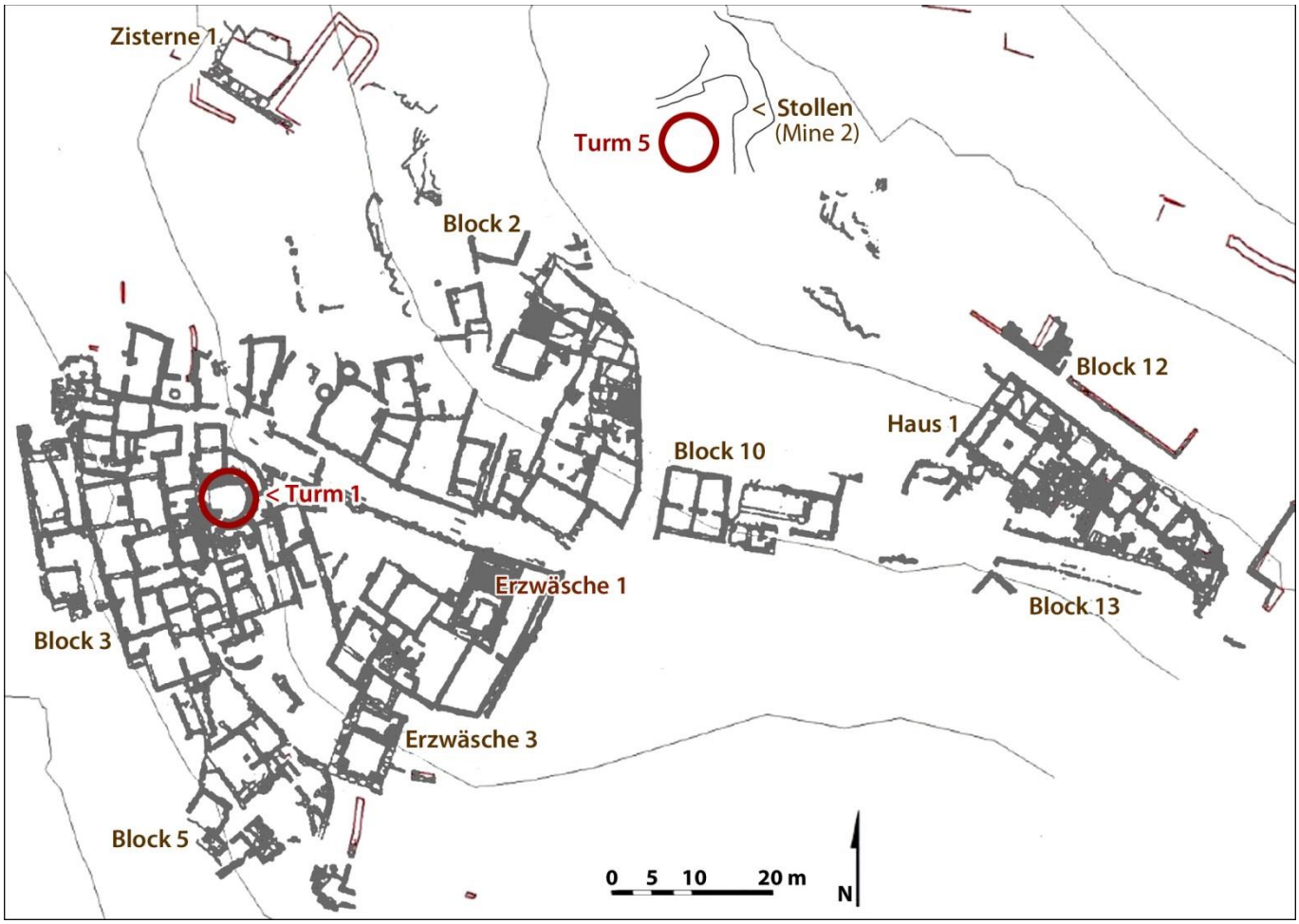


***Abb. 26**: Plan der ausgegrabenen Teile des „Industriequartiers“ von Thorikos am Fuße des Velatouri. Die Baustruktur wurde von den Archäologen in Einzelhäuser sowie „insula“ (Häuserblöcke) gegliedert, hier als „Block [Nr.]“ ausgewiesen werden. Turm 5 vor dem Stollen der Mine 2 ist unsicher[50].*

---

[48] Mussche, S. 26

[49] Mussche, S. 29

[50] TAP-Planvorlage http://www.thorikos.be/opgravingen/images/Thorikos_2010_Fig_01.jpg aus weiteren Quellen ergänzt und neu beschriftet (insbesondere: Herman Mussche, Thorikos. A Mining town in ancient Attika, Gent 1998).

Anders ist dies beim **Industriequartier** am Fuße des Velatouri, wo die Grabungen bis in jüngste Zeit fortgesetzt wurden. Die letzten dokumentierten Grabungskampagnen 2010 und 2011 konzentrierten sich auf eine große Zisterne oberhalb der Industriequartiers, die teils in den Fels gehauen, teils aus Steinquadern aufgemauert und mit einem wasserdichten Verputz ausgekleidet worden war (*„Cistern no.1“ in Abb. 25 unterhalb des „Q“ von „Industrial Quarter“ sowie in Abb. 26 links oben*). Die Zisterne wurde in zwei Phasen genutzt: zunächst im 5. und 4. Jahrhundert vC (spätarchaisch / frühhellenistisch) und dann noch einmal in spätrömisch / frühbyzantinischer Zeit (ca. 520 bis 700 nC). Es ist aber fraglich, ob die zweite Nutzungsphase den gleichen Zweck erfüllte wie die erste.

Denn diese Zisterne wurde gebaut, um das nötige Betriebswasser für die Erzaufbereitung bereitzuhalten. Die Erzwäschen zur Trennung von gemahlenen Erzkörnern und taubem Gestein, von denen mehrere im Industriequartier betrieben wurden, waren wassersparend konzipiert, weil sie das Betriebswasser nach Durchlaufen von Sedimentationsstrecken im Kreislauf zurückführten. Dennoch mussten insbesondere zur Überbrückung der trockenen Sommer Wasservorräte gehalten werden. Die Archäologen des TAP schätzen die Kapazität allein dieser „Zisterne 1“ auf 135 m³.[51]

***Abb. 27**: „Zisterne 1“ im Industriequartier von Thorikos. In ihrer linken Ecke ist einer der beiden Auslasskanäle sichtbar. Der Steinhügel dahinter besteht aus Schutt, der aus der Zisterne geräumt wurde und in diese beim Zusammenbruch von Über- bzw. Umbauungen gestürzt war (Blickrichtung Attika-Hügel im Nordwesten).*

Das Industriequartier von Thorikos ist immer noch einmalig, weil sich die Archäologen meist auf Fundobjekt-reiche Gräber, Paläste und Tempel konzentrierten. Hier sehen wir aber die Lebens- und Arbeitsrealität einer antiken Siedlung, die sich ganz dem Silber- und Bleibergbau widmete. In enger Nutzungsmischung liegen die Erzverarbeitungsanlagen unmittelbar neben den Wohnhäusern der Minenarbeiter.

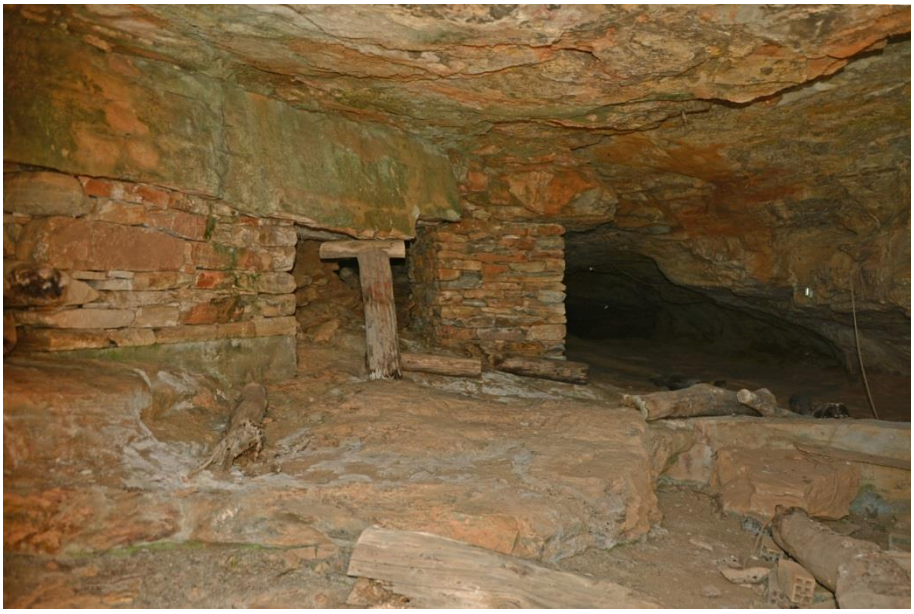


***Abb. 28**: Einblick in den Anfang der archäologisch freigeräumten „Mine 3“ neben dem Theater von Thorikos (die Mine ist für Besucher nicht zugänglich).*

Die Siedlung entstand an jener „oberen Kontaktzone“ (vgl. Abschnitt 5, insbes. Abb. 19), wo die oberen Schiefer (Phyllite) als Sperrschicht dem oberen Marmor auflagern und den Aufstieg der Blei- und Silbermineralreichen heißen Wässer stoppten, so dass es zur Auskristallisa-

[51] “The Excavation of Cistern No. 1 at Thorikos” S. 72, in: Doctor a.a.O.

tion der Erzadern kam. Inmitten der Siedlung sowie in deren Umfeld führen entlang dieser Grenzschicht enge Stollen in den Berg. Weiter oben wurden Schächte ins Gestein gehauen, die ebenfalls Zugang zu den hier nun tiefer liegenden Erzadern verschafften. Nur die Verhüttungsöfen mit ihren gesundheitsgefährdenden Emissionen wurden offenbar abseits angelegt. Conophagos hat solche Öfen an der Nikolas-Bucht lokalisiert, wo heute das bereits erwähnte Kraftwerk betrieben wird (Abb. 24).

Einen Eindruck von der Bedeutung und Größe der Wohn- und Werkstätten-Siedlungen am Velatouri vermittelt schließlich das **Theaterareal**. Die Stätte entstand ab Ende des 6. Jahrhunderts vC und fasste im Endausbau des 4. Jh. ca. 6000 Sitzplätze. Es handelt sich um eines der ältesten antiken Theater Griechenlands, wie schon seine besondere Form deutlich macht: Der Sitzbereich ist nicht wie in den klassischen antiken Spielstätten rund, sondern als unregelmäßig geformtes Oval gebaut (Abb. 29). Das ähnelt der Formentwicklung zum runden mykenischen Tholosgrab, die auf der Velatouri-Kuppe ebenfalls mit einem ovalen Kuppelgrab einsetzte (fand aber hier erst 1000 Jahre später statt!).

Auch dieser kulturelle Komplex ist von der für das historische Thorikos typischen engräumigen Nutzungsmischung geprägt. Wenige Meter westlich führt ein weiträumiger Minenstollen tief in den Berg („Mine 3“ in Abb. 29, Einsicht in Abb. 28). Zahlreiche Objektfunde in der mühsam freigeräumten Mine zeigten, dass es sich hier um **eine der ältesten Minen Griechenlands** handelt. Denn die frühesten Keramikscherben in dieser Mine stammen aus dem Übergang vom späten Neolithikum zur frühen Bronzezeit. Der Bergbau scheint hier während der gesamten Bronzezeit aktiv gewesen zu sein und setzte sich in geometrischer, archaischer, klassischer und hellenistischer Zeit fort[52].

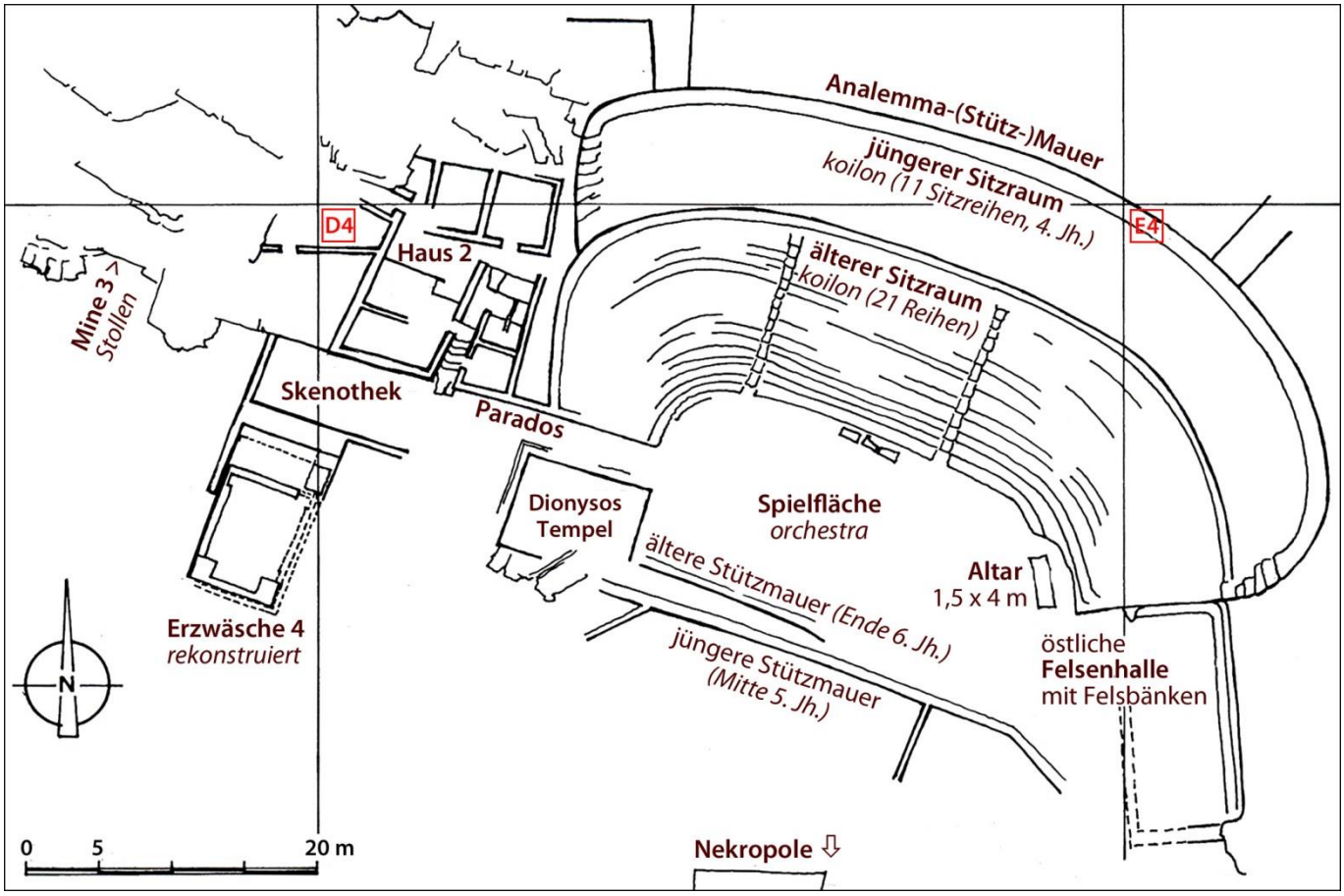


***Abb. 29**: Bauliche Struktur des Theaterareals von Thorikos[53]. Die mit „D4“ und „E4“ beschrifteten Quadranten markieren das 50 x 50 m-Raster, das die Archäologen über den gesamten Velatouri-Hügel gelegt und dessen Kreuzungspunkte sie mit Betonpfählen im Gelände markiert haben.*

---

[52] Mussche 1974 S. 49. Die Forschungsquelle zu dieser Notiz bei Mussche ist nicht in Darmstadt und nicht einmal über Fernleihe zugreifbar: Paul Spitaels, The Early Helladic Period in Mine No. 3 (Theatre Sector), in: H.F. Mussche pp, Thorikos VIII 1972/1976, rapport préliminaire, Gent 1984.

[53] nach Mussche 1974, Abb. 53

Dieser Mine war eine **Erzwäsche** zugeordnet („Erzwäsche 4“ in Abb. 29). Wegen ihrer weitgehenden Zerstörung durch neuzeitliche Pflüge und ihrer einzigartigen Lage neben dem Theater wurde diese Anlage rekonstruiert.

Diese Erzwäsche schließt wiederum unmittelbar an die **Skenothek** an, in der mobile Bühnenbauten aufbewahrt wurden. Oberhalb derer hat man ein Haus aus dem 5. Jh. ausgegraben („Haus 2“ in Abb. 29), dessen Südfront präzise die Mauer des westlichen Parados (seitlicher Eingang zur Theater-Spielfläche) verlängerte. In Erweiterungen dieses Hauses aus dem 4. Jh. fand man Spuren von Silbergewinnung.

Unterhalb des Theaters zieht sich eine **Nekropole** den Hang hinab bis an den Rand der Ebene. Die (bis 1974) aufgedeckten 12 Gräber gruppieren sich um ein Monument, von dem lediglich die 3 x 4 m-Basis erhalten blieb und dessen Funktion nicht geklärt werden konnte. Es ist auf spätestens Mitte 5. Jh. zu datieren (terminus ante quem), während den Gräbern eine Entstehungszeit von der 1. Hälfte des 6. bis in 4. Jahrhundert vC zukommt.

Schon baulich macht der **Kernbereich des Theaterkomplexes** deutlich, dass wir es hier nicht einfach mit einer Spielstätte für klassische antike Tragödien zu tun haben. Dafür sprechen mindestens drei besondere Baukörper um die Spielfläche herum: Dem westlichen Parados war ein kleiner Tempel vorgelagert, der – nachgewiesen durch die Inschrift ΔΙΟΝΥΣΩΙ – dem Gott **Dionysos** zukam. Davon sind heute nur noch die präzise in den Fels gearbeiteten Gründungsgräben erhalten. Am östlichen Rand der Spielfläche stand ein 1,5 x 4 großer Altar in einer Aussparung der ersten zwei Sitzreihen (nur noch Fundamentquader erhalten). Unterhalb der mächtigen südlichen Umfassungsmauer des *koilon* (Analemma-Mauer) schloss sich dem Theateroval eine ca. 8 x 16,5 m große **Halle** an, deren Nord- und Ostseiten aus dem anstehenden Fels gehauen wurden. Entlang dieser Felswände sind umlaufende Steinbänke erhalten geblieben. Die in „allen Plänen zu Unrecht“ eingezeichneten kleineren Kammern im Bereich dieses Saals waren späteren (hellenistischen oder römischen) Überbauungsursprungs[54] und wurden von den Archäologen vor Ort entfernt (Abb. 30).

***Abb. 30**: Die große Halle an der südlichen Theater-Umfassungsmauer mit aus dem Fels herausgearbeiteter Nord- und Ostwand (West- und Südwand nur noch mit Sockelsteinen). Der Durchgang zur Spielfläche lag hinten links.*

7. Die Wurzeln des Theaters im Dionysos-Kult

Diese vier Baukörper – Dionysos-Tempel, Altar, Große Halle und Orchestra – waren die Orte, an denen der ländliche Dionysos-Kult Eingang ins städtische Thorikos gefunden hatte. Erst allmählich entstand aus diesem Kult jenes Spiel, das die großen Dichter Aischylos, Euripides und Sophokles als klassisches Theater ausgeformt haben. Das Kykladenmuseum in Athen fasst diese Entwicklung so zusammen (s.a. Abb. 31):

> *Der Dionysos-Kult verbreitete sich in der Mitte des 6. Jahrhunderts vC in den städtischen Zentren. Zuvor wurde der Gott der Vegetation und des Weines hauptsächlich in ländlichen orgiastischen Ritualen ver-*

[54] Mussche 1974, S. 45. Kammern auf weniger als der Hälfte der Saalgrundfläche zeigt z.B. P. Schollmeyer, Handbuch der antiken Architektur, WBG 2013, S. 129.

ehrt, unter Beteiligung von Frauen in einem Zustand göttlicher Ekstase (bekannt als Mänaden oder Bakchen) und Männern mit Ziegenmasken und großen Phalli (in Nachahmung von Satyrn).

Dies Gebahren, insbesondere von Frauen, widersprach der konservativen Ethik der antiken griechischen Stadt. Der dionysische Kult verlor mit seiner Eingliederung ins städtische Leben einen großen Teil seines ekstatischen Charakters. Der „Maenadismus“ wurde zurückgenommen und Satyrn verwandelten sich in harmlose komische Dionysos-Begleiter. Rituale wurden formalisiert und entwickelten sich allmählich zu Dramen mit einer spezifischen Ordnung zwischen Chor und Chorführer und sodann auch spezifischeren Rollen. An diesen Aufführungen nahmen nur noch männliche Schauspieler teil.

Die subversive Kraft des dionysischen Erlebnisses war jedoch nicht völlig verloren. Mit den alten Techniken der Mimesis (theatralische Personifikation), der Verkleidung und des Schauspiels setzten die Tragödiendichter die Erforschung menschlichen Geistes fort und studierten Phänomene wie Macht, Gewalt, Ethik und religiöses Bewusstsein. Das Theater verwandelte Kunst in eine lebendige kollektive Erfahrung und erlangte im 5. und 4. Jahrhundert vC große Popularität.

Der Darmstädter Theaterkritiker Georg Hensel verwies in einem verschmitzten Einleitungskapitel zur Entstehung des Theaters in der Antike darauf, dass der antike Dionysos-Kult auf Vorbilder in Ägypten zurückgeht, insbesondere auf die religiösen Mysterienspiele, die um den ermordeten, zerstückelten und wieder auferstandenen Gott Osiris kreisten[55]:

***Abb. 31**: Inszenierung des frühen Dionysos-Theaters mit Fundobjekten tanzender Frauen, geschwänzter Satyrn und einer phallische Hauptfigur im Kykladen-Museum Athen.*

Das war ein Fest mit Zelten und Verkaufskiosken, mit Pauken und Schellen, mit genußvollem Essen, das Bier floß in Strömen, und die Tänzerinnen verbargen ihre nackten Oberkörper nicht. Herodot (um 485 bis etwa 425-420 v. Chr.) … war davon überzeugt, daß die Ägypter diese religiös fundierten Lustbarkeiten erfunden haben -- »Von ihnen erst haben es die Hellenen gelernt« –, und er betonte die enge Verwandtschaft zwischen dein ägyptischen Gott Osiris und dem griechischen Gott Dionysos.

Derartige Ereignisse dürfen wir uns wohl auch im alten Theater von Thorikos vorstellen – mit Opferungen am Altar, der immer außerhalb des zugehörigen Tempels errichtet war, und dem maskierten dionysischen Bockschor auf der Spielfläche zwischen Altar und Tempel, vielleicht mit Sammlung und Verkleidung der Akteure in der großen Halle am südlichen Ende der Theaterumfassungsmauer (Abb. 30).

Die Formalisierung der Rituale zum antiken Theater vollzog sich in Athen, „… *in der Stadt Athenes: Zu dem ekstatischen Dionysos-Kult mußte der Geist Athenes kommen, die Kontrolle des Verstandes. Athene, so glaubten die Hellenen, ist mutterlos aus dem Kopf des Zeus entsprungen: die streitbare, männliche Vernunft, die von keiner Frau geboren werden kann.“*[56].

[55] Georg Hensel, Spielplan. Der Schauspielführer von der Antike bis zur Gegenwart, List-Verlag 1995, Band I, S. 17 ff

[56] Hensel S. 16; vgl. auch meinen Text zur „Schlangensymbolik“, Abschnitt 4.

Anfangs fand hier der wilde Dionysos-Kult noch in einer Höhle des Akropolis-Felsens statt, die man für einen ersten Dionysos-Tempel geweitet hatte. Darunter entstand später das nun runde riesige antike Dionysos-Theater. Es ist heute leider stark verfallen und überwachsen, Sanierungspläne wurden bislang nicht realisiert (Abb. 32).

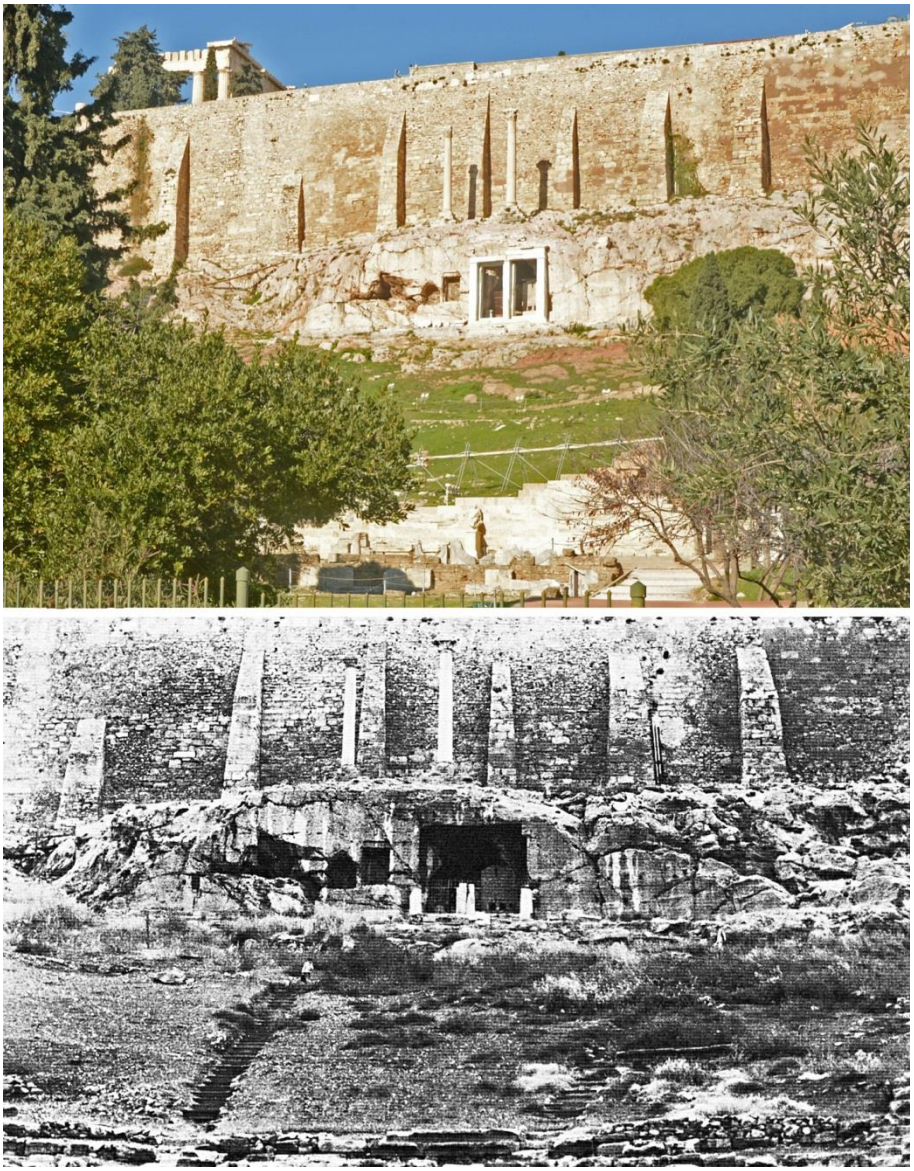


***Abb. 32**: Die Dionysos-Höhle im Akropolis-Fels von Athen – unten ein historisches Foto, oben eine aktuelle Ansicht durch eine Lücke des Baumaufwuchses im Theater mit neuzeitlicher ‚Rahmung' der Höhle.*

Michael Siebert, November 2018