

Mykenische Flussumleitung bei Tiryns, im Becken von Pheneos, in Olympia und in der Kopais

Jost Knauss

1. Einführung

Ein besonders wichtiges und äußerst wirkungsvolles Element in den Konzepten des mykenischen Wasserbaus war die Umleitung von Flüssen, die Siedlungsraum durch Überschwemmung bedrohten, die eine intensive landwirtschaftliche Nutzung von fruchtbaren Böden oder die notwendige Erweiterung von Bauland behinderten. Mykenische Flussumleitungen sind am längsten bekannt und wurden schon früh von der Forschung beachtet, insbesondere die Maßnahmen in der Kopais. Die Flussumleitung bei Tiryns ist heute noch in Betrieb und ermöglicht z. B. die Untersuchung von alten und ungestörten Überschwemmungshorizonten in der Unterstadt der Burg. Die wasserbauliche Maßnahme behob einst den Notstand wiederholter Überflutungen, erlaubte die Erweiterung des Siedlungsgebietes und unterbrach für einige Zeit die Verlandung des stadtnahen Hafens.

Im Becken von Pheneos, im hohen Norden Arkadiens, diente die Umleitung des Olbios (Segensspender) in den Aroanios bzw. den Herakles-Graben der Melioration des tiefen Talgrundes, also der Entsumpfung und Fruchtbarmachung von rund 12 km² hochwertigen Ackerlandes. Die Ablenkung des Kladeos in Olympia hinter eine 800 m lange Mauer ermöglichte die Ausdehnung von Nutzflächen des Heiligtums nach Westen. Der dem Fluss abgenommene Landstreifen ist knapp 200 m breit.

Landgewinn und Landveredelung waren auch das Ziel der in großem Stil verwirklichten Melioration des Kopaisbeckens durch die Minyer um 1300 v. Chr. Der große Fluss Kephissos, der jedes Jahr den Beckengrund in einen riesigen See verwandelte, wurde in einen 25 km langen Kanal umgeleitet und am Nordrand des Beckens entlang zu den unterirdischen Vorflutern im Osten des Tales geführt. Der Umleitungskanal war 40 m breit und 2 m tief. Er wurde von Erd-dämmen gesäumt, die ihrerseits mit mächtigen Steinmauern im kyklopischen Stil eingefasst waren. Strabon beschreibt den Erfolg aller getroffenen Maßnahmen der Melioration mit folgenden Worten (Geographie 9,2,40): „*Man erzählt sich, dass die Gegend, die heute (1. Jh. v. Chr.) der See einnimmt, früher einmal trockengelegt war und auf jede Art und Weise von den benachbart wohnenden Orchomeniern landwirtschaftlich genutzt wurde; dies machte einen Teil ihres Reichtums aus*“.

Flussumleitungen wurden also im Rahmen größerer wasserwirtschaftlicher Vorhaben als primäres konstruktives Element eingesetzt, wie hier am Beispiel Pheneos und Kopais vorgestellt, oder sie dienten als Einzelmaßnahme dem vorgegebenen Zweck einer Hochwasserfreilegung, wie in Tiryns und Olympia. Neben dem Bau von Talsperren zur Wasserspeicherung, den Eindeichungen von Poldern, dem Bau von Wasserversorgungsanlagen für die Burgen und der Herstellung von Durchlässen und Brücken im Straßenbau, sind die Flussumleitungen besonders spektakuläre Beispiele mykenischer Wasserbaukunst (1 bzw. 2).

2. Die Flussumleitung von Tiryns (3)

Das einzig noch funktionierende Wasserbauwerk der mykenischen Epoche Griechenlands hat in der erhaltenen antiken Literatur keine Erwähnung gefunden. Die Flussumleitung von Tiryns wurde von deutschen Archäologen vor 70 Jahren entdeckt und ingenieurwissenschaftlich erst

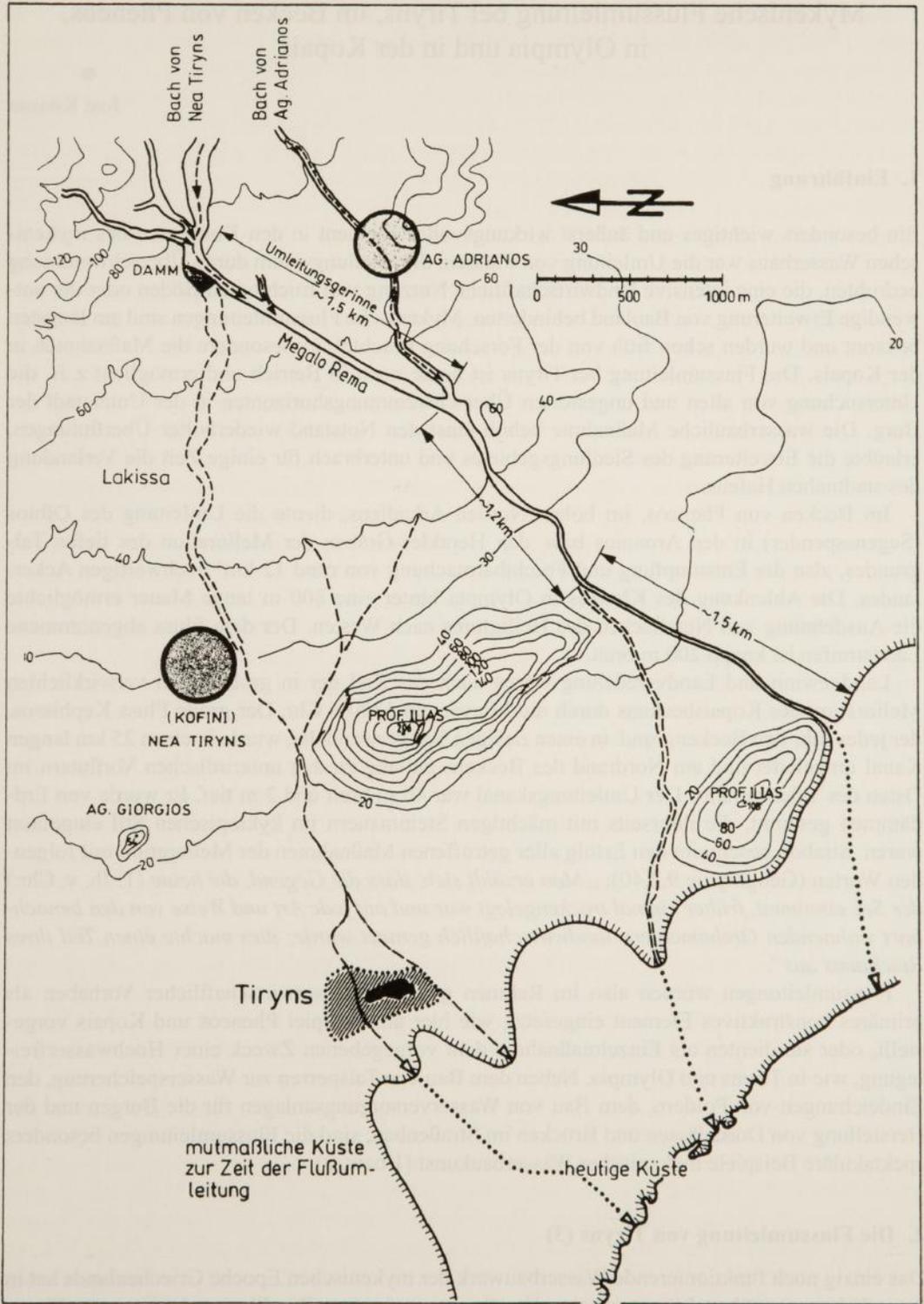


Abb. 1. Flussumleitung von Tiryns, Lageplan zur einstigen Funktion der gesamten Anlage

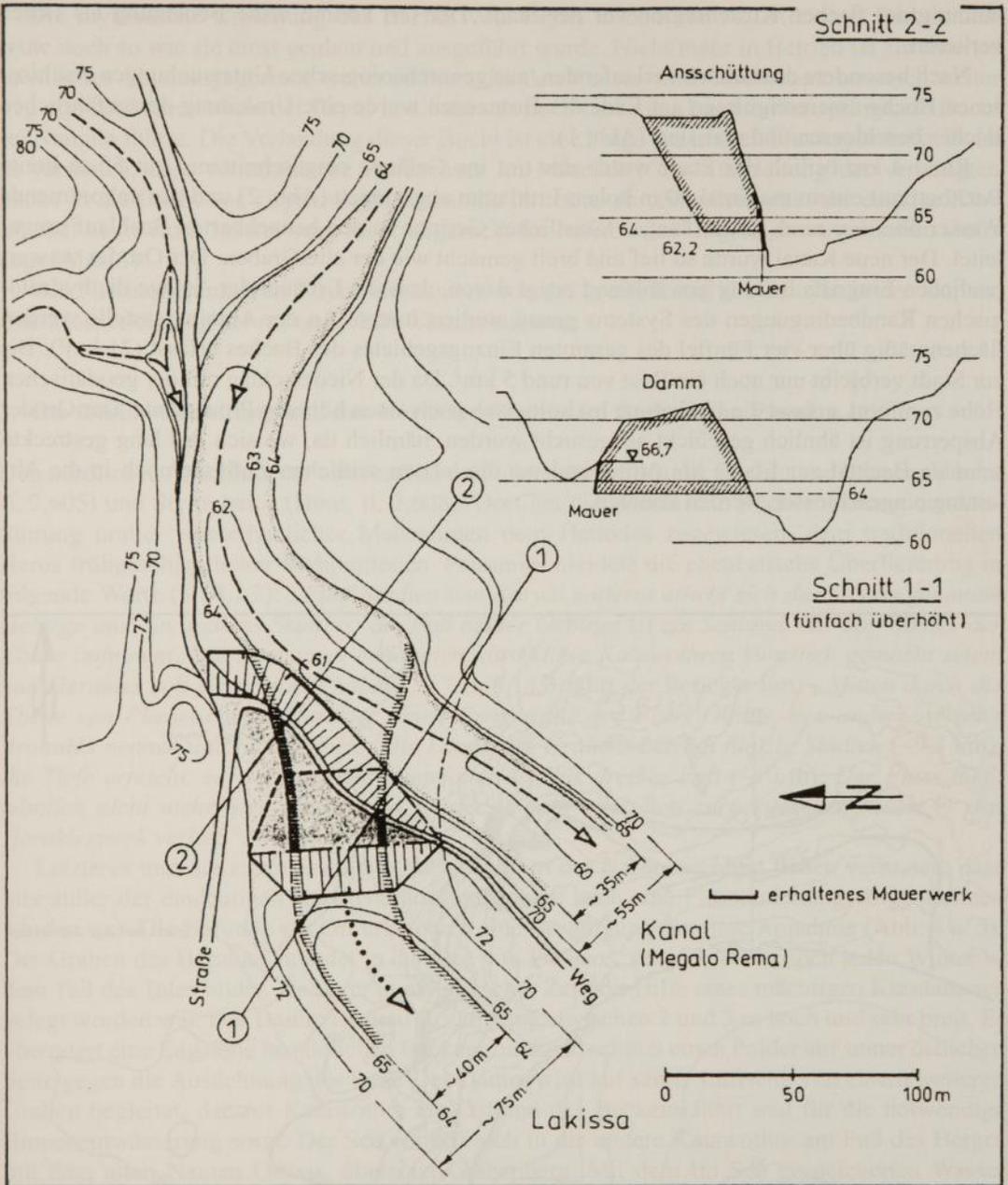


Abb. 2. Flussumleitung von Tiryns, Umleitungsdamm und Kanal im Detail

jetzt genauer untersucht. Die neuesten Recherchen ergaben folgendes Bild vom vollständigen wasserbaulichen System, seinem Zweck und seiner Wirkungsweise:

Der aus den hohen Randgebirgen der östlichen Argolis herunterkommende, extrem wilde Bach oder Fluss von Tiryns bedrohte die zu Füßen der berühmten Burg auf dem Felsen liegende Unterstadt mit immer wiederkehrenden Überschwemmungen (Abb. 1). Da der Bach auch große Mengen von Geschiebe in die Niederung transportierte, bestand als besondere Gefahr die Ver-

landung der flachen Küstenregion vor der Stadt. Der Ort konnte seine Bedeutung als Hafen verlieren.

Nach besonders dramatisch verlaufenden, aus geoarchäologischen Untersuchungen erschlossenen Hochwasserereignissen am Ende der Bronzezeit wurde eine Umleitung des gefährlichen Baches beschlossen und realisiert (Abb. 1).

Rund 4 km östlich der Stadt wurde das tief ins Gelände eingeschnittene, gut 50 m breite Bachbett mit einem maximal 10 m hohen Erddamm abgeriegelt (Abb. 2) und das ankommende Wasser über ein rund 1,5 km langes künstliches Gerinne in den benachbarten Bachlauf umgeleitet. Der neue Kanal wurde so tief und breit gemacht wie der alte Graben. Der Ort des wasserbaulichen Eingriffs ist klug gewählt und zeugt davon, dass die Erbauer der Anlage die hydrologischen Randbedingungen des Systems genau studiert hatten. An der Ableitungsstelle werden flächenmäßig über vier Fünftel des gesamten Einzugsgebietes des Baches erfasst (21 km²). Bis zur Stadt verbleibt nur noch ein Rest von rund 5 km². Da der Niederschlag mit der geodätischen Höhe zunimmt, erfasst die Umleitung hydrologisch noch einen höheren Prozentsatz. Der Ort der Absperrung ist ähnlich geschickt ausgesucht worden, nämlich da, wo sich das lang gestreckte schmale Bachtal zur Ebene hin öffnet und wo die letzten seitlichen Zuflüsse noch in die Ableitung eingeschlossen werden konnten.

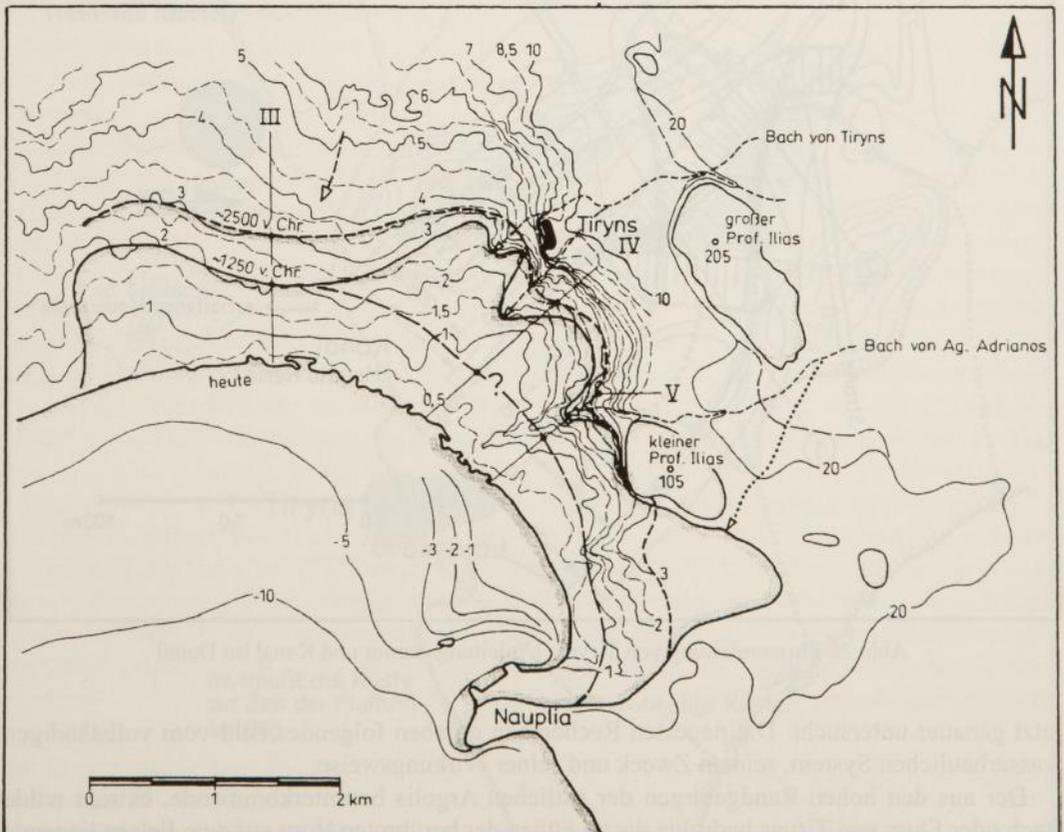


Abb. 3. Flussumleitung von Tiryns, Küstenverlauf in der Osthälfte des argolischen Golfs, heute und in der prähistorischen Zeit

Die mykenische Umleitung des Baches von Tiryns in den von Ag. Adrianos funktioniert heute noch so wie sie einst geplant und ausgeführt wurde. Nicht mehr in Betrieb ist ein zweites künstliches Ableitungsgerinne weiter südlich, das den Wasser- und Geschiebestrom noch weiter weg von der Meeresbucht bei Tiryns in die damals noch tief in das Land zurückspringende Bucht bei Nauplia führte. Die Verlandung dieser Bucht ist eine Folge der uralten Flussumleitung. Es ist zu vermuten, dass venezianische Hafengebauer im Mittelalter die Rückleitung der vereinigten Bäche in die Bucht vor Tiryns veranlassten, die ihrerseits so verlandete, dass die einstige Küstenstadt heute rund 1,5 km vom Meer abgerückt im Inneren des Bogens des argolischen Golfs liegt (Abb. 3).

Die Flussumleitung von Tiryns ist, ähnlich wie der große Kanal der Minyer in der Kopais, eine Meisterleistung der mykenischen Wasserbaukunst.

3. Die Olbios-Umleitung und der Herakles-Graben im Becken von Pheneos (4)

Den nördlichen Abschluss der ostarkadischen Poljenreihe bilden die Becken von Pheneos (Hom. II. 2,605) und Stymphalos (Hom. II. 2,608). Dort hat die griechische Rückerinnerung die Ausführung uralter wasserbaulicher Maßnahmen dem Herakles zugewiesen, dem traditionellen Heros frühgeschichtlicher Meliorationen. Pausanias kleidete die pheneatische Überlieferung in folgende Worte (8,14,1.2): *„Fünf Stadien von Karyai entfernt erhebt sich das Oryxis genannte Gebirge und ein anderes Skiathis; am Fuß beider Gebirge ist ein Schlund, der das Wasser der Ebene aufnimmt. Die Pheneaten behaupten, dass diese Katawothren künstlich gemacht seien, und Herakles soll sie gemacht haben, ...“* In 8,14,3 fährt der Perieget fort: *„Mitten durch die Ebene von Pheneos grub Herakles einen Graben für den Fluss Olbios, den andere Arkader Aroanios nennen und nicht Olbios. Die Länge des Grabens beträgt fünfzig Stadien (~9,3 km); die Tiefe erreicht, so weit er nicht eingefallen ist, bis dreißig Fuß (~10 m). Der Fluss fließt nämlich nicht mehr hier, sondern ist wieder in sein altes Bett zurückgekehrt, indem er das Herakleswerk verließ“*.

Letzteres und die zuvor erwähnte Verwirrung in der Namensgebung ließen vermuten, dass hier außer der eindeutigen Kanalisierungsmaßnahme auch eine Flussumleitung vorgenommen worden war. Die Befunde vor Ort erbrachten eine Bestätigung für diese Annahme (Abb. 4 u. 5). Der Graben des Herakles mündet in den See von Pheneos, der sich heute noch jeden Winter in dem Teil des Tales bildet, wohin er in mykenischer Zeit mit Hilfe eines mächtigen Kiesdamms gelegt worden war. Der Damm ist rund 2,5 km lang, zwischen 2 und 3 m hoch und sehr breit. Er überquert eine Engstelle im südlichen Beckengrund und schützt einen Polder auf seiner östlichen Seite gegen die Ausdehnung des Sees. Der Damm wird auf seiner Luftseite von einem weiteren Graben begleitet, der zur Katawothre am Ostrand des Beckens führt und für die notwendige Binnenentwässerung sorgt. Der See entleert sich in die andere Katawothre am Fuß des Berges mit dem alten Namen Oryxis, übersetzt Grabenberg. Mit dem im See gespeicherten Wasser konnte der Polder im Frühsommer eine Zeitlang bewässert werden. Die praktizierte Kombination zwischen Ent- und Bewässerung kommt auch im Namen des Flusses zum Ausdruck, der die Ebene mit seinen Winterfluten zuweilen extrem hoch überschwemmte: Olbios heißt übersetzt Segensspender.

Im Becken von Pheneos steht, wie in der Kopais, die Fassung eines Flusses in ein künstliches Gerinne am obersten Punkt eines gegliederten wasserwirtschaftlichen Systems, das die Wasserspeicherung in einer Talsperre, die Erschließung eines Polders, als dem eigentlichen Zielgebiet der Landgewinnungsmaßnahme und den Ausbau der unterirdischen Vorfluter einschließt (Abb. 4). Mit dem automatisch wirkenden wasserbaulichen Instrumentarium wurden

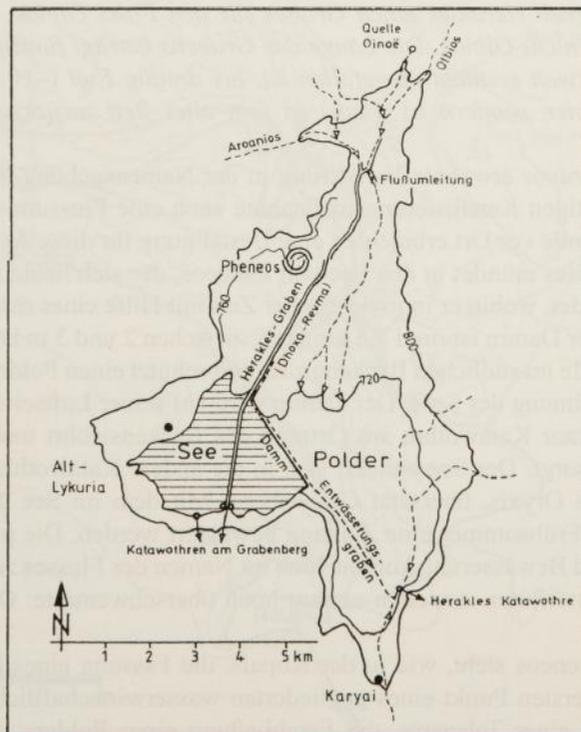
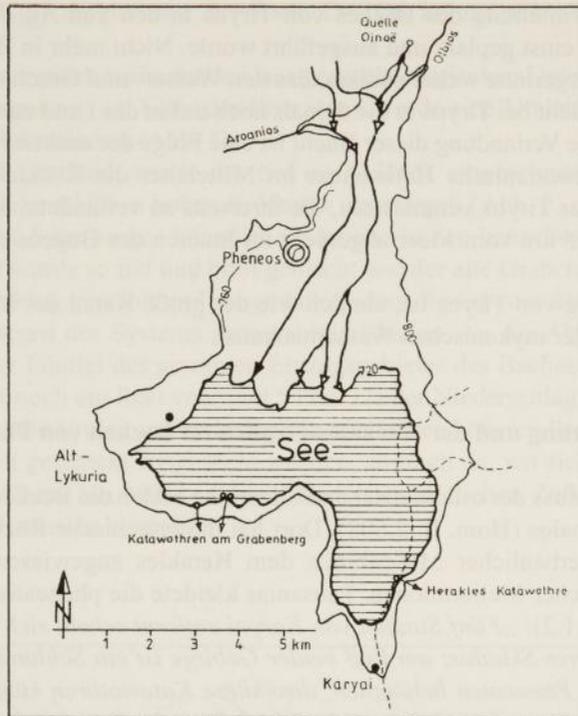


Abb. 4. Becken von Pheneos, Umleitung des Olbios in den Herakles-Graben, vor und nach der wasserwirtschaftlichen Maßnahme

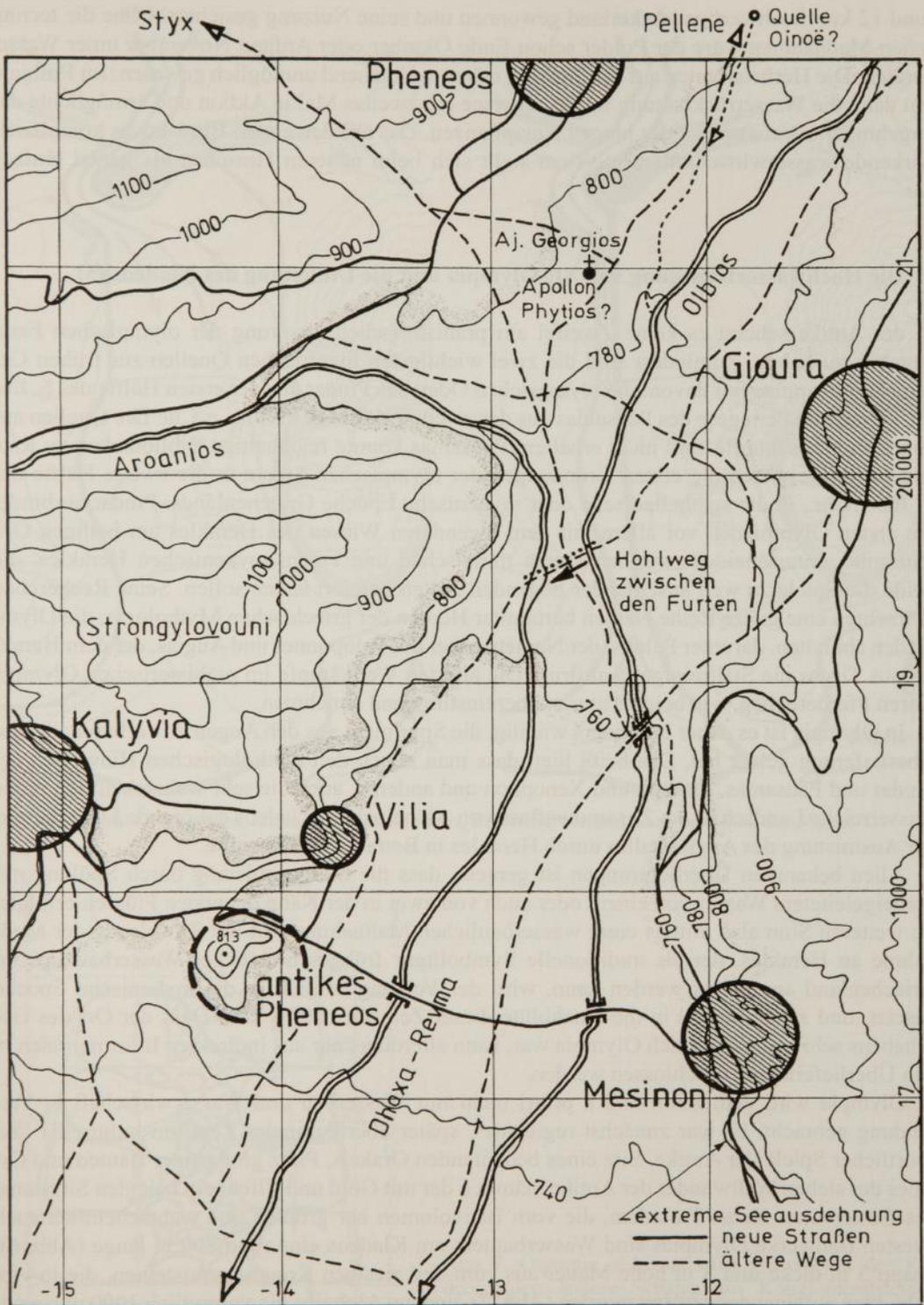


Abb. 5. Becken von Pheneos, Umleitung des Olbion in den Aroanios bzw. das Dhoxa-Revma (mutmaßliche Stelle der einstigen Umleitung)

rund 12 km² hochwertiges Ackerland gewonnen und seine Nutzung gesichert. Ohne die technischen Maßnahmen wäre der Polder schon Ende Oktober oder Anfang November unter Wasser geraten. Die Herbstarbeiten auf den Feldern wären weitgehend unmöglich gewesen. Im Frühjahr trat dann die Wasserrückhaltung im Speichersee ein zweites Mal in Aktion und ermöglichte das ungehinderte Aufwachsen der jungen Nutzpflanzen. Das auf den ersten Blick etwas kompliziert wirkende wasserwirtschaftliche System stellt sich beim näheren Hinsehen als genial einfach dar.

4. Die Hochwasserfreilegung von Alt-Olympia und die Umleitung des Kladeos (5)

In der Antike scheint es keine Zweifel am prähistorischen Ursprung der olympischen Feste gegeben zu haben. Zumindest sind die zwei wichtigsten literarischen Quellen zur frühen Geschichte Olympias frei davon: die olympischen Oden des Pindar aus der ersten Hälfte des 5. Jhs. v. Chr. und die Periegesis des Pausanias aus der zweiten Hälfte des 2. Jhs. n. Chr. Die Quellen aus denen Pindar schöpfte sind nicht erhalten. Pausanias konnte reichhaltige Bibliotheken zu Rate ziehen. Beide setzen die ersten Gründungen der olympischen Spiele in die zweite Hälfte des 2. Jts. v. Chr., in die späthelladische oder mykenische Epoche Griechenlands. Pindar verbindet die ersten Olympiaden vor allem mit dem legendären Wirken des Herakles am heiligen Ort. Pausanias unterscheidet zwischen einem minoischen und einem mykenischen Herakles, die beide die Spiele zu weit auseinander liegenden Zeiten gefeiert haben sollen. Seine Recherchen erbrachten eine ganze Reihe Namen berühmter Heroen der griechischen Mythologie, die Olympiaden abhielten, darunter Pelops, der Namensgeber der Peloponnes und Augias, der dem Herakles aus Tiryns die Stallreinigung auftrug. Die ältesten Wettkämpfe im prähistorischen Olympia waren Pferderennen, wie beide Autoren übereinstimmend annehmen.

In Olympia ist es daher besonders wichtig, die Spur nicht aus den Augen zu verlieren, die die Überlieferung gelegt hat. Das heißt hier, dass man neben den mythologischen Hinweisen bei Pindar und Pausanias, Strabon und Xenophon und anderen, auch die sehr wahrscheinlich in die wasserreiche Landschaft am Zusammenfluss von Alpheios und Kladeos gehörende Legende von der Ausmistung des Augiasstalles durch Herakles in Betracht ziehen sollte.

Allen bekannten Überlieferungen ist gemein, dass die Stallausmistung durch Spülung mit herbeigeleitetem Wasser von einem oder auch von zwei in der Nähe liegenden Flüssen erfolgte, im weiteren Sinn also mittels einer wasserbaulichen Maßnahme. Mit der Zuweisung der Maßnahme an Herakles, der als traditionelle Symbolfigur frühgeschichtlicher Wasserbaukunst in Griechenland angesehen werden kann, wird der Vorgang zeitlich in die mykenische Epoche gesetzt, und zwar speziell in die Hochblüte dieser Zeit um 1300 v. Chr. Dass der Ort des Geschehens sehr wahrscheinlich Olympia war, kann allerdings nur aus indirekten Informationen in den Überlieferungen geschlossen werden.

Olympia wird gemeinhin und a priori nicht mit Wasserbau und Wasserwirtschaft in Verbindung gebracht. Es war zunächst regionales, später überregionales Zentrum kultureller und sportlicher Spiele der Antike, Sitz eines bedeutenden Orakels, Platz großartiger Bauten und Ort eines der sieben Weltwunder der Antike, nämlich der mit Gold und Elfenbein belegten Sitzstatue des Göttervaters Zeus. Trotzdem, die vom Bauvolumen her größten und wahrscheinlich auch ältesten Bauwerke Olympias sind Wasserbauten: am Kladeos eine rund 800 m lange (Abb. 6), knapp 3 m dicke und 3 m hohe Mauer aus zum Teil riesigen Konglomeratsteinen, die in vier Schichten aufeinander getürmt wurden (Abb. 7), und am Alpheios ein vermutlich 1000 m langer, mindestens 2 m hoher und vielleicht 30 m breiter Erddamm, der das Ufer des Flusses säumte (Abb. 8).

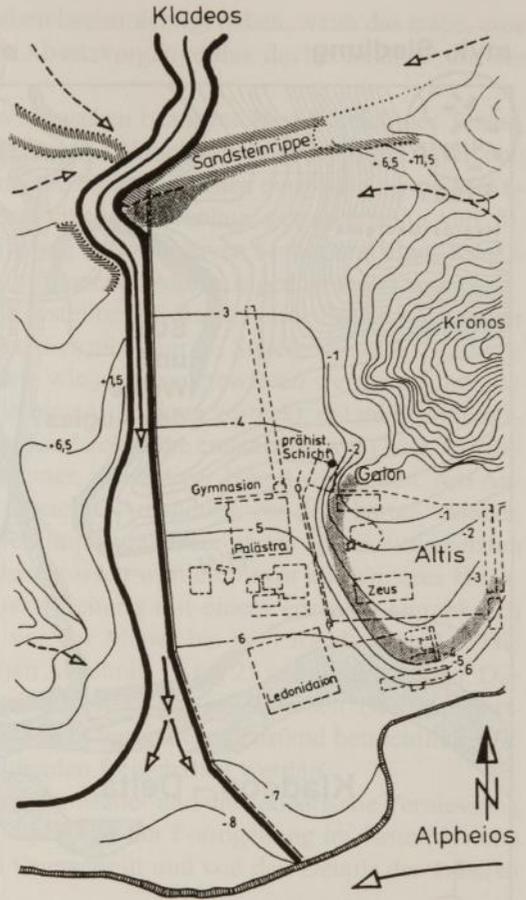
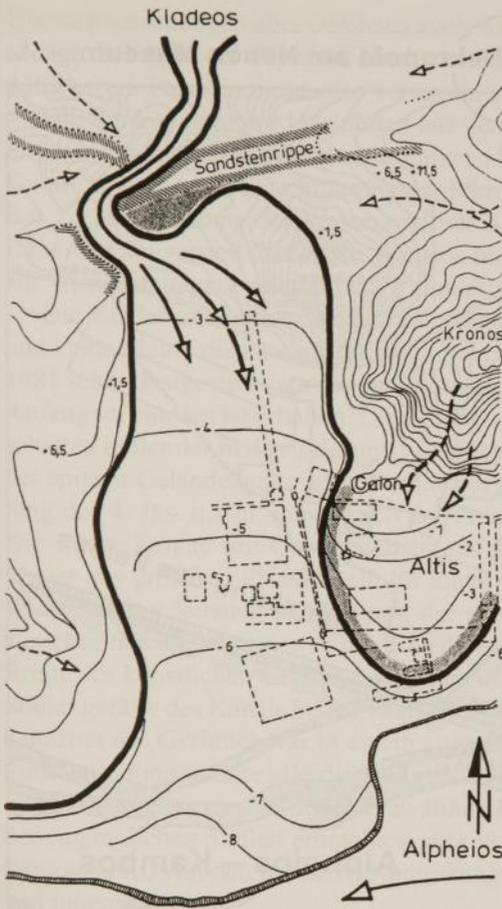


Abb. 6. Olympia, Umleitung des Kladeos, Situation vor und nach dem Bau der Mauer

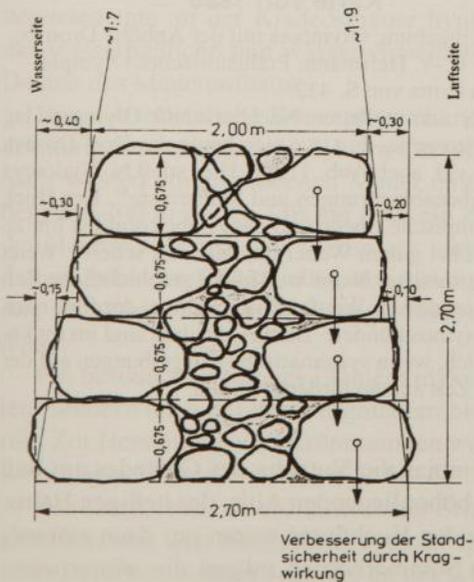


Abb. 7. Olympia, schematischer Querschnitt der Kladeosmauer: äußere Schalen aus Konglomeratsteinen, innere Füllung aus Bruchsteinen in einem mit Kiesel gestreckten Lehm-mörtel (Fundamentschicht manchmal etwas weiter vorstehend)

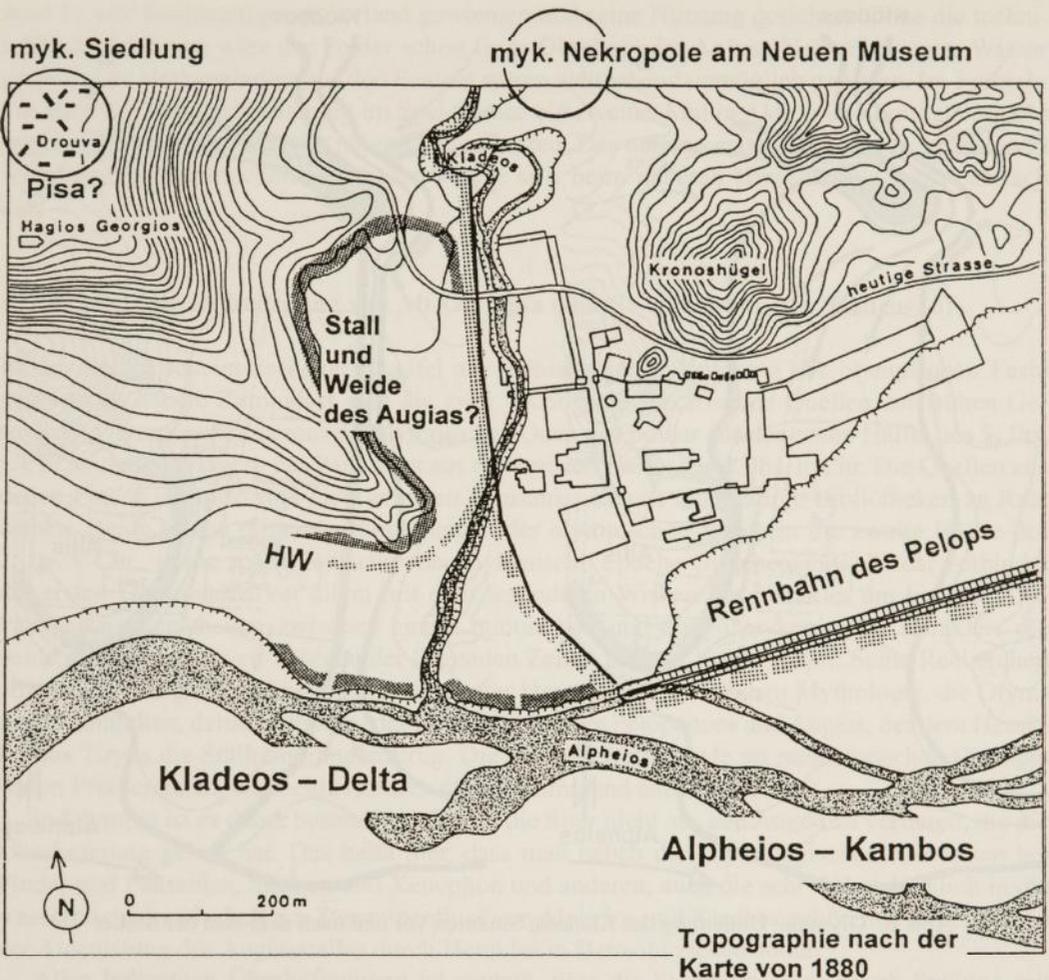


Abb. 8. Olympia, ergänzte Kopie von Abb. 111 (Nähere Umgebung Olympias mit der Anhöhe Drouva; hier befand sich wahrscheinlich der antike Ort Pisa) aus H.-V. Herrmann: Prähistorisches Olympia Kopie des zugehörigen Textabschnitts von S. 432:

Die bedeutendste Ansiedlung der mykenischen Zeit in der unmittelbaren Nachbarschaft Olympias lag vermutlich auf der Anhöhe gegenüber, auf der anderen Kladeosseite, dort, wo sich heute das Dorf Drouva und ein Kirchlein des Hagios Georgios befinden (Abb. 111, vgl. auch Abb. 112)⁴³. Hier stieß N. Gialoures bei einer Probegrabung auf beträchtliche mykenische Scherbenablagerungen und Mauerreste⁴⁴. Der Blick reicht von dieser beherrschenden Anhöhe weit über die olympische Ebene und das Alpheiostal bis hin zu den Bergen Triphylis und Arkadiens⁴⁵, nach Westen zu ist bei gutem Wetter das Meer zu sehen⁴⁶. Wenn irgendwo, so ist hier der Ort Pisa zu suchen⁴⁷, dessen vorgriechischer Name sich bis in geschichtliche Zeit erhalten hat, der Sitz des mythischen Königs Oinomaos, von dessen Wettfahrt mit Pelops, der ihm nach seinem Sieg in der Herrschaft folgte, der olympische Lokalmythos kündete. Beide Gestalten sind im mykenischen Sagengut verwurzelt⁴⁸. So wäre es nicht verwunderlich, wenn systematische Ausgrabungen auf der Fläche der Drouva – Anhöhe einen Herrsensitz mykenischer Zeit zutage fördern würden.

Bei Hochwasser schränkten die beiden Flüsse Olympias die Nutzung des Geländes am Fuß des Kronoshügel auf den schmalen Bereich der etwas höher liegenden Altis, des heiligen Hains, ein (Abb. 6). Die normalerweise im Winter stattfindenden Hochfluten waren nur dann störend, wenn in dieser Zeit im Heiligtum Betrieb war. Den Sommerbetrieb mögen die winterlichen

Überschwemmungen aber durchaus auch empfindlich beeinträchtigt haben, wenn das trübe, eine Menge Schwebstoff führende Hochwasser durch Absetzvorgänge das flache Gelände um die Altis herum verschlammte, also verunreinigte.

Die Verdrängung der Hochfluten aus dem vom Menschen beanspruchten Bereich der Talaaue, insbesondere die Vermeidung einer immer wiederkehrenden Verschlammung der zum Lagern und Feiern, sowie für die Durchführung der Pferderennen benötigten Flächen mag der eigentliche Anlass zur Ausgrenzung des Wassers mittels Schaffung einer Polderanlage gewesen sein (Abb. 8). Dazu war am schnell fließenden Kladeos die Errichtung einer massiven Mauer und eines Kanals zur Wasserumleitung erforderlich. Am relativ träge strömenden Alpheios genügte ein Damm.

Die Kladeosmauer ist eine auf das Gelände aufgestellte und freistehende Polderdeichmauer und keine Mauer die an ein Ufer gelehnt wurde, und dies nicht nur im Süden, wie es A. Mallwitz 1981 schon festgestellt hat, sondern auch im Norden, wie jetzt nachgewiesen werden konnte. Ihr Anfang im Norden ist erhalten. Die Mauer wurde in eine Anlandung gesteckt, die im Strömungsschatten hinter der in den Talgrund vorspringenden Sandsteinrippe entstanden war (Abb. 6). Von der spitzen Geländezunge ist heute nur noch ein kleiner, inselartiger Hügel vorhanden. Am Anfang des 4. Jhs. n. Chr. durchbrach der Fluss die „weiche“ Anlandung vor der „harten“ Mauer. Die Lücke konnte mit Quadersteinen aus dem Heiligtum und einer etwas später aufgesetzten Mauer aus gröberen Flusskieseln für kurze Zeit geschlossen werden, bevor ein weiteres Hochwasser diesen Versuch zur Rettung der alten Flussumleitung mit einem erneuten Durchbruch zunichte machte. Zuvor war der Kanal westlich vor der Mauer bis zum Rand verlandet. Die Breite des künstlichen Gerinnes dürfte im nördlichen Abschnitt 15 bis 25 m betragen haben. Das Sohlgefälle des Kanals betrug rund 8%. Größere Abflüsse kamen ins Schießen. Die Transportkapazität des Gerinnes war in einem ausgeräumten, nicht verlandeten Zustand beträchtlich. Die Flussumleitung musste allerdings immer von Sedimenten freigehalten werden.

Die Ausgrabungen an den ausgewählten Punkten der Mauer und die geodätische Vermessung der zugänglichen Stellen erbrachten gute Vorstellungen von der Formgebung im Grundriss und Längsschnitt, von den mittleren Abmessungen im Querschnitt und von den Details des äußeren und inneren Aufbaus.

Im Vergleich mit den inzwischen zahlreich geworden und einigermaßen verlässlich datierten Beispielen späthelladischer Wasserbaukunst können im Analogieschluss folgende Konstruktionselemente an der Kladeosmauer hypothetisch als mykenisch bezeichnet werden, nämlich das wasserbauliche und wasserwirtschaftliche Konzept, die Trassierung im Grundriss und die Details des Maueraufbaus.

Das wasserbauliche Konzept war Landgewinnung durch Hochwasserfreilegung mittels Eindeichung. Das entstandene System war eine Polderanlage (Abb. 6). Am Kladeos erfolgte mit der nach Westen vorgeschobenen Mauer eine drastische Einschränkung des überfluteten Bereichs des rund 200 m weiten Tals auf etwa ein Zehntel der ursprünglichen Breite. Am Alpheios wurde das Hochwasser mit dem Damm aus einer seitlichen Ausbuchtung des großen Strombetts verdrängt. In beiden Fällen ließen sich günstige Gegebenheiten des Geländes in die Anlage integrieren, im Norden die Geländezunge, im Osten ebenfalls ein Bergsporn mit vorliegender Anlandung.

Ein besonders typisches Element mykenischen Mauerbaus, das nicht nur bei den Wasserbauten, sondern auch bei den Burgmauern beobachtet werden kann, ist die Trassierung im Grundriss. Zur Herstellung von Krümmungen wurden Polygonzüge mit längeren Geraden und eckigen Richtungswechseln konstruiert (Abb. 6).

Das Hochziehen einer Mauer in der Schalenbauweise gab es später auch und war nicht auf die prähistorische Zeit beschränkt. Typisch späthelladisch dürfte jedoch der Einbau von einzelnen spornförmigen Steinen sein, die an der Kladeosmauer vor allem in der obersten Schicht einge-

setzt, mit einer Art Verzahnung zur Verbesserung des Mauergefüges beitragen (Abb. 7). Eine aus Steinbrocken und beigemischter Erde bestehende Füllung zwischen den Schalen ist auch bei Mauerwerk aus späteren Zeiten bekannt. Dass die lockere Erde durch plastischen Ton oder Lehm ersetzt wurde, der an der Kladeosmauer, deutlich feststellbar, eingepresst wurde und zwar nicht nur in die Füllung, sondern auch zwischen die Schalensteine, resultiert aus dem Wunsch nach Dichtigkeit für die im mykenischen Wasserbau eingesetzten Mauern.

Typisch mykenisch ist auch der gewählte Querschnitt der Mauer. Die vielfach nachweisbare Regelform mit Fußbreite gleich Gesamthöhe garantierte Standfestigkeit sowohl gegen Wasserdruck wie gegen Erddruck (z. B. bei ungewollter Anlandung). Die Neigung der beiden Mauerfronten nach innen verstärkten die Standsicherheit (Abb. 7), ebenso die etwas nach außen gerückte Fundamentschicht.

Die Mauer am Kladeos ist von oben bis unten einheitlich konzipiert und aufgebaut, mit gleichmäßigem Gefälle, mit einem Regelquerschnitt und standardisiertem Aufbau, überall gedichtet und überall freistehend auf das zur Zeit des Baus vorhandene Gelände aufgesetzt.

5. Die Umleitung des Kephissos, der große Kanal und die Melioration der Kopais durch die Minyer (6)

In der Blütezeit des Späthelladikums im 14. und 13. Jh. v. Chr. fand in der Kopais ein enormer Aufbruch zur Entwicklung und Realisierung wasserbautechnischer Einrichtungen statt, die eine Wiederholung der beeindruckenden Überflutungsvorgänge vom Anfang der Epoche ausschließen sollten. Im größten geschlossenen Becken Griechenlands war aus diesem Grund ein besonders raffiniertes System zur Steuerung der winterlichen Seebildung und zur Vermeidung von Überschwemmungskatastrophen ausgedacht und verwirklicht worden. Die im späten Mittelhelladikum ausgeführten Abriegelungen der Beckenbuchten mit Polderdeichen versagten bei extremen Hochwassersituationen. Der See füllte sich höher als gewohnt. Da ein Rückhalt und eine Speicherung der Zuflüsse in größerem Umfang nicht in Frage kam, verfiel man auf den Gedanken, den Hauptteil des im Westen des Beckens ankommenden Wassers gar nicht erst in den See gelangen zu lassen, sondern ihn mit Hilfe eines künstlichen Kanals am Nordrand des Tales entlang, auf schnellstem Wege und direkt zu den leistungsfähigen, unterirdischen Vorflutern im Nordosten der Kopais zu leiten. Dieser im fortgeschrittenen Späthelladikum erbaute Kanal ist das beeindruckendste Zeugnis mykenisch – minyscher Wasserbaukunst. In der Abb. 9 ist die Trasse des lang gestreckten, mehrfach gewundenen Bauwerks im Norden des Beckens dargestellt. Es beginnt bei der Hauptstadt Orchomenos und endet bei der großen Burg an der Spitia – Katawothre im äußersten Nordosten des Tales nahe beim Meerhafen des seefahrenden Volkes der Minyer in der Bucht von Larymna am euböischen Golf. Der Kanal diente drei Zwecken:

- a) Zur Abführung der Hochwässer des Kephissos, des Hauptzuflusses der Kopais, schon während der winterlichen Regenzeit und bei der Schneeschmelze mit dem Ziel, den Spiegelanstieg im See zu bremsen bzw. den Seehöchststand niedriger zu halten und damit den älteren Polderdeichen ihre Schutzwirkung auch bei extremer Flutsituation zurückzugeben.
- b) Zur Zuführung von Brauchwasser zu den Siedlungen und landwirtschaftlichen Gebieten im Hochsommer, vor allem das ständig und reichlich zur Verfügung stehende Wasser aus den Melasquellen bei Orchomenos.
- c) Zur Errichtung einer Binnenschifffahrt und Herstellung eines günstigen Transportweges von Orchomenos zum Umschlagplatz an der Spitia – Katawothre, von wo der Meerhafen bei Larymna auf kürzestem Landweg zu erreichen war.

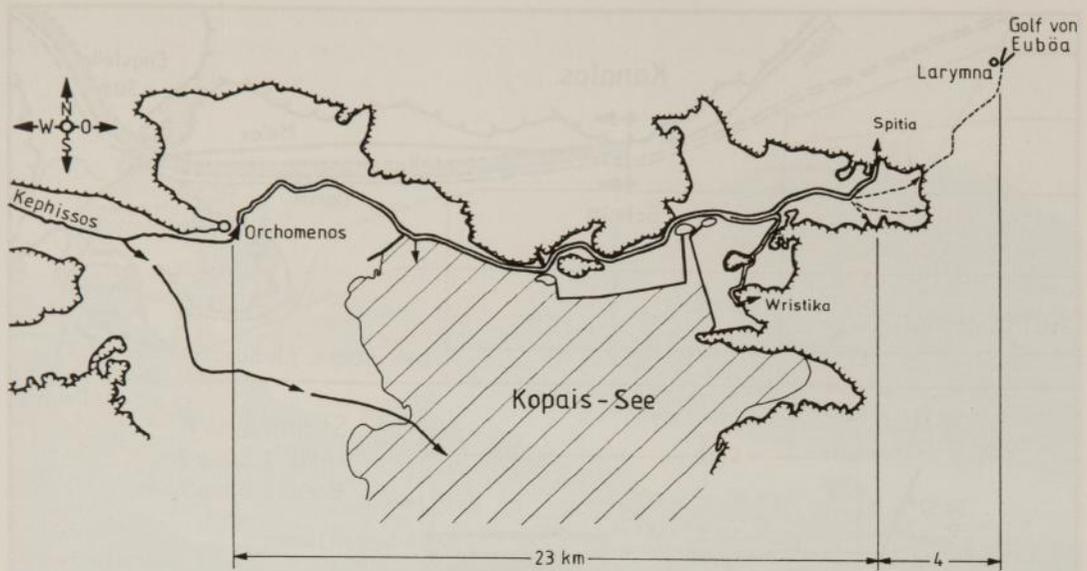


Abb. 9. Kopais, der große Kanal der Mynier von Orchomenos zu den Katawothren in der Nordostbucht der Kopais, eine wasserbauliche und wasserwirtschaftliche Mehrzweckanlage zu (a) Hochwasserabführung, (b) Wasserversorgung und (c) Binnenschifffahrt

Der große Kanal ist mit rund 25 km Länge, etwa 40 m Breite und einer Tiefe von 2 bis 3 m ein zu dieser Zeit in Europa einzigartiges Ingenieurbauwerk. Er wird von bis zu 30 m breiten, rund 2 m hohen Erddämmen gesäumt, die mit mächtigen Steinmauern im kyklopischen Stil eingefasst sind (Abb. 10). Der Trassierung des Bauwerks lagen offensichtlich folgende Leitgedanken zugrunde: Herstellung im Trockenem am höheren Beckenrand und Aufsuchen aller verfügbaren Katawothren auf kürzestem Wege. Dazu musste der Inselberg Turlojannis am Nordrand der Kopais rückwärtig umfahren und die Landbrücken der Halbinseln von Strowikion (Mideia) und Kastron (Kopai) durchstoßen werden. In den Bereichen, wo die Felswände des Beckenrandes als Kanalufer zu benützen waren, konnte ein zweiter Damm eingespart werden. Bei der Überquerung der Nordostbucht folgt die gewählte Linienführung des künstlichen Kanals in enger Anpassung genau dem Verlauf einer vorhandenen Hochkante des Geländes. Rund 2,5 km nordöstlich von Orchomenos wurde der Kephissos aus seinem alten Bett in den neuen Kanal verlegt. Im Bereich der Stadt waren die Ufer befestigt und damit das Bett des Flusses fixiert (Abb. 11). Um die Katawothren vor Überlastung zu schützen und um das wasserwirtschaftliche System „Zufluss – Speicherung – Ausfluss“ unter Berücksichtigung der Verdunstung zu steuern, waren zwei besondere Vorkehrungen getroffen worden: zum einen die Entlastung des Kanals in den See bei größeren Hochwässern durch Überlaufeinrichtungen, so am Nebenarm des Flusses westlich von Orchomenos und an einer besonderen Stelle südlich von Aspledon, zum anderen die Möglichkeit eines kurzzeitigen Rückhaltens von Überwasser in einem eigens bereitgestellten Retentionsraum unmittelbar vor den großen Katawothren der Nordostbucht. Von den im Winterhalbjahr in die Kopais fließenden rund 560 Mio. m³ Wasser wurde eine Hälfte sofort zu den Auslaufhöhlen geführt und abgeleitet, die andere Hälfte gelangte in den See, der sich dabei wieder bis zur Kote 94 oder in äußerst seltenen, extremen Fällen bis Kote 95 füllte. Der Zufluss im Sommerhalbjahr, etwa 140 Mio. m³, wurde, soweit es die nordwestlichen Zubringer betraf, im großen Kanal entweder direkt zu den Katawothren geleitet oder in den Siedlungen und auf den Feldern zur Wasserversorgung verbraucht. Der See erhielt im Unterschied zu früher im Sommer

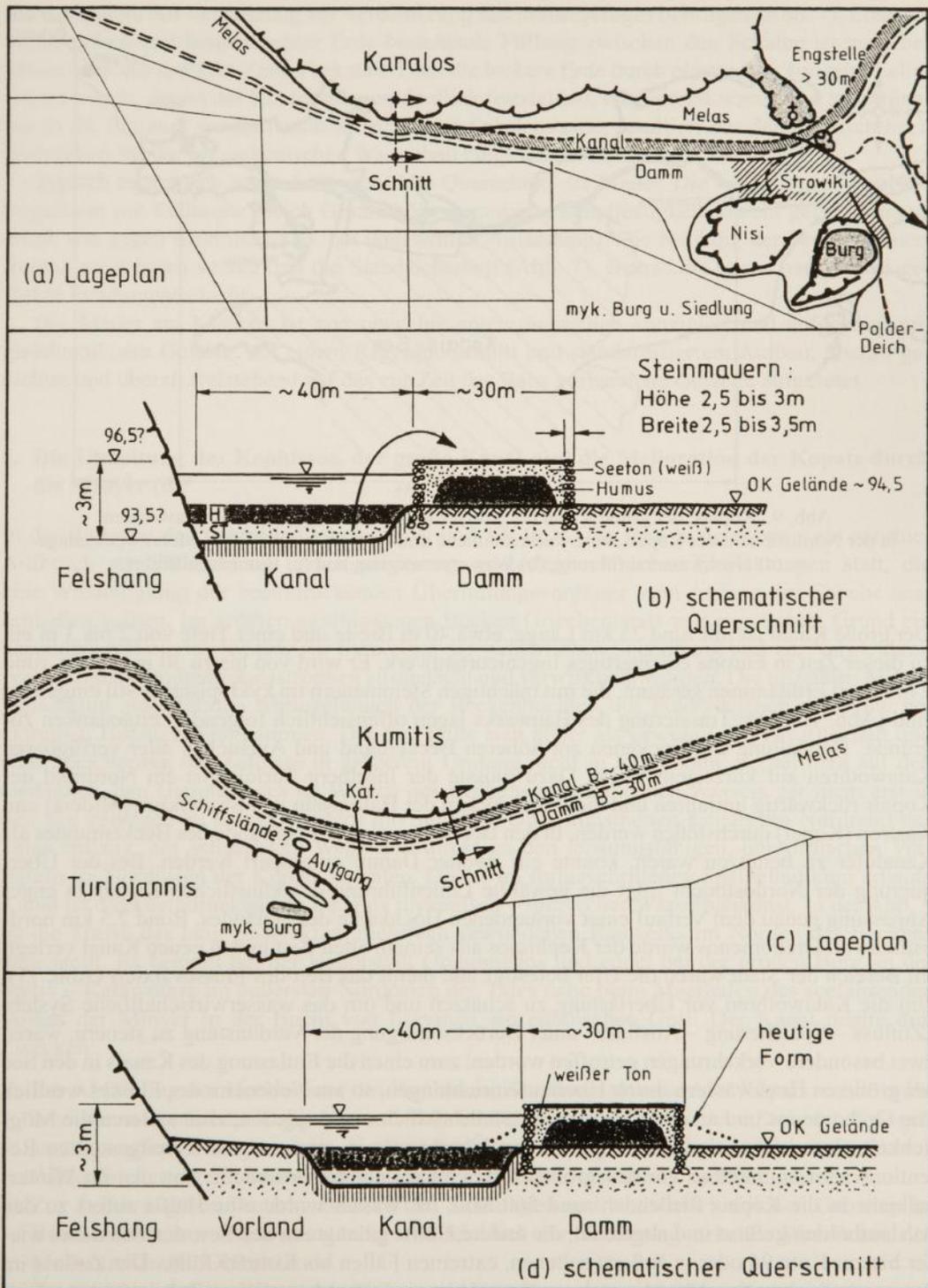
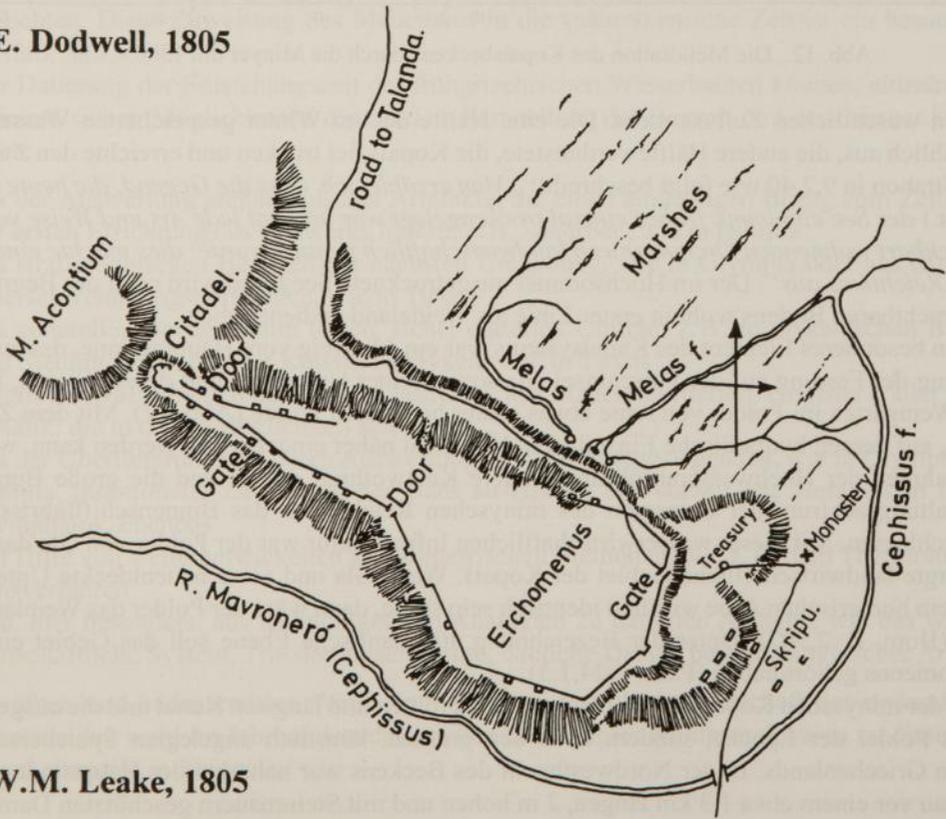


Abb. 10. Kopais, großer Kanal westlich und östlich von Strawiki, Linienführung und schematische Querschnitte (Massenausgleich!)



E. Dodwell, 1805



W.M. Leake, 1805

Abb. 11. Kopais, das älteste Bild und die älteste Karte des umgeleiteten Kephissos bei Orchomenos

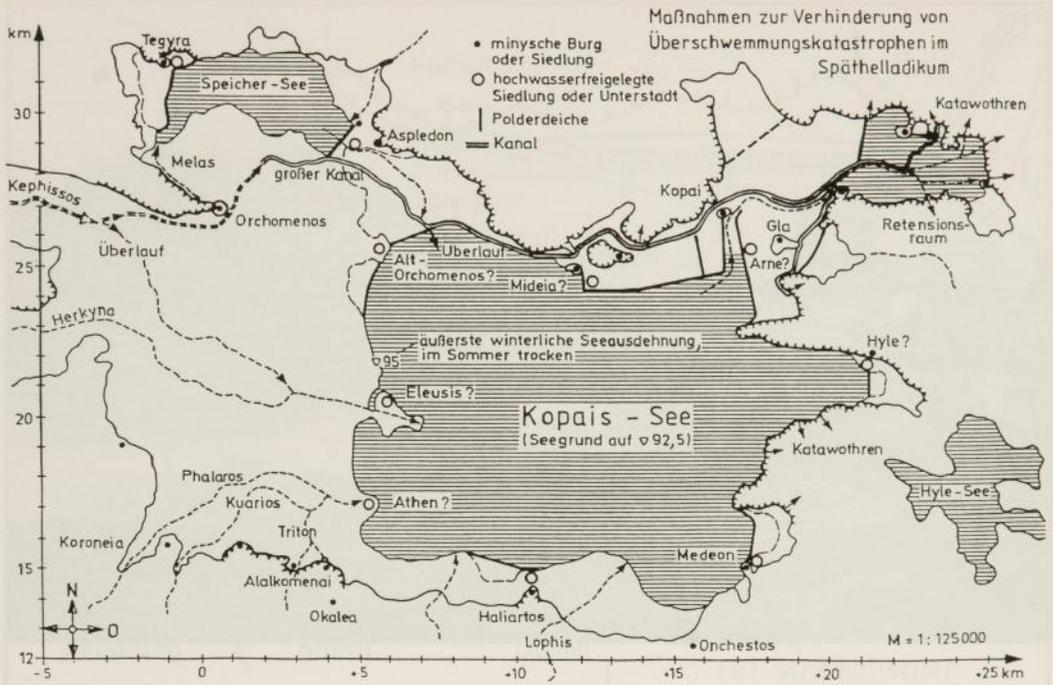


Abb. 12. Die Melioration des Kopaisbeckens durch die Mynyer um 1300 v. Chr.

keinen wesentlichen Zufluss mehr. Die eine Hälfte des im Winter gespeicherten Wassers lief allmählich aus, die andere Hälfte verdunstete, die Kopais fiel trocken und erreichte den Zustand, den Strabon in 9,2,40 wie folgt beschreibt: „Man erzählt sich, dass die Gegend, die heute (1. Jh. v. Chr.) der See einnimmt, früher einmal trockengelegt war und auf jede Art und Weise von den benachbart wohnenden Orchomeniern landwirtschaftlich genutzt wurde; dies machte einen Teil ihres Reichtums aus“. Der im Hochsommer ausgetrocknete Seegrund wird nach der Begrünung des fruchtbaren Bodens wohl in erster Linie als Weideland gedient haben.

Ein besonderes Element des Kanalsystems war ein Abzweig vom Hauptgerinne, das zur Versorgung der Festung auf der Felseninsel Gla sowie seiner Unterstadt und deren Wiesen, Felder und Weingärten im Polder von Arne etwas später hergestellt wurde (Abb. 12). Mit dem Zweigkanal, auf dessen hydraulische Einzelheiten hier nicht näher eingegangen werden kann, wurden im Rahmen der Hochwasserabführung weitere Katawothren erfasst und die große Burg, das Verwaltungszentrum der Ostregion des minyschen Reiches, an das Binnenschiffahrtssystem angeschlossen. Mit dieser wasserwirtschaftlichen Infrastruktur war der Polder von Gla das bestversorgte landwirtschaftliche Gebiet der Kopais. Wenn Gla und seine neuentdeckte Unterstadt mit dem homerischen Arne wirklich identisch sein sollte, dann wäre der Polder das Weinland der Ilias (Hom. II. 2,507). Unter der Bezeichnung athamantische Ebene soll das Gebiet einst zu Orchomenos gehört haben (Paus. 9,24,1.3).

In der minyschen Kopais gab es nicht nur den größten und längsten Kanal und die ausgedehntesten Polder der Epoche, sondern auch den größten, künstlich angelegten Speichersee des frühen Griechenlands. In der Nordwestbucht des Beckens war nahe bei der Hauptstadt mittels Aufstau vor einem etwa 1,3 km langen, 2 m hohen und mit Steinmauern geschützten Damm ein rund 12 km² großer Stausee entstanden (Abb. 12). Mit dem gespeicherten Wasser, das aus den Melasquellen ganzjährig zulief, konnte eine Niedrigwasseraufbesserung im großen Kanal vorge-

nommen werden, wobei hier in erster Linie die Belange der Wasserversorgung der Siedlungen und landwirtschaftlichen Gebiete im Nordosten der Kopais und der Einsatz des Kanals als Wasserstraße eine Rolle spielten. Nach Theophrast, dem großen Naturforscher des 4. Jh. v. Chr., könnte der See den Namen Boedria getragen haben (hist. plant 4,11,8.9). Im See wuchsen nahrhafte Wasserpflanzen (4,10,2.7) und das Rohr, das zur Herstellung von Flöten verwendet wurde (4,11,3). Wahrscheinlich war er auch für die Fischzucht geeignet.

6. Anmerkungen zum Problem der Datierung der prähistorischen Wasserbauten

Bei den Versuchen die Relikte der uralten Wasserbauten zu datieren, führen die traditionellen archäologischen Methoden meist nicht zum Ziel. Die Bauwerke liegen fast immer weitab von den Siedlungen der Menschen, die sie errichteten. Die Dämme und Mauern bestehen in den meisten Fällen nur aus dem archäologisch sterilen Baumaterial. Aussagekräftige Artefakte, wie zeittypische Scherben, fehlen fast immer und, wenn sie vorhanden sind, dann ist es sehr schwer zu entscheiden, ob sie dem Zeitpunkt des Bauvorgangs zugeordnet werden können. Bei den Mauern würden eventuell aufschlussreiche, ins Innere gehende Grabungen zu einer Zerstörung des Bauwerks führen und sind deshalb kaum zulässig. Der Erfolg einer solchen Suche nach datierbaren Artefakten ist äußerst fraglich. Das Aufgraben ist nur in besonders günstigen Fällen zu wagen. In Isthmia bot sich die Möglichkeit aus der ungestörten inneren Füllung von drei Mauerabschnitten Scherben zu gewinnen, die eine Datierung des Bauwerks ins 13. Jh. v. Chr. ermöglichten. Diese Zuweisung des Mauerbaus in die spätmykenische Zeit ist ein besonderer Glücksfall.

Zur Datierung der Entstehungszeit der frühgriechischen Wasserbauten können, einzeln oder kombiniert, sieben Möglichkeiten dienen. Die Feststellung der Bauzeit und der Erbauer könnte erfolgen:

- aus der Auswertung archäologischer Artefakte, die einen eindeutigen Bezug zum Zeitpunkt der ersten Errichtung des Bauwerks liefern, z. B. Scherben, wie in Isthmia
- aus stratigraphischen Bezügen zur nächsten Umgebung, wie in Olympia oder aus datierten Überschwemmungshorizonten, wie in Tiryns
- aus generellen Bezügen zum nahen, sicher datierten Umfeld, z. B. zu mykenischen Burgen und Siedlungen, wie in der Kopais, in Mykene und in Tiryns
- sofern die Wasserbauten aus Mauern bestehen, aus Mauerstilkriterien, eingedenk aller Problematik, die in dieser Möglichkeit steckt
- aus der Überlieferung und deren Auswertung, z. B. Gründungslegenden, wie in Olympia und Isthmia, traditionelle Zuweisung des Baus an Heroen der Vorzeit wie Herakles in Lerna, Stymphalos, Pheneos
- mit Hilfe von weiterentwickelten archäometrischen Methoden, wie z. B. dem Thermoluminenzverfahren
- und, hier besonders, aus technologischen Analogien zu datierten Anlagen, wie das wasserwirtschaftliche System, Trassierungselemente, bauliche Details besonders typischer Art.

Die größten und bedeutendsten Werke in Wasserbau und Wasserwirtschaft der mykenischen Welt entstanden wohl im Jahrhundert der größten Blüte dieser Kultur und waren zu dieser Zeit erst- und einmalig in Europa.

Bei der Kreuzung von Verkehrswegen mit Bächen und Flüssen berühren sich der Straßen- und der Wasserbau. Der Straßenbauer muss von der Gefährlichkeit des fließenden Wassers etwas verstehen, der Wasserbauer muss die eingeschränkten konstruktiven Möglichkeiten des Überbrückens kennen.

Bei der Querung von Bachtälern lagen die konstruktiven Zwänge der späthelladischen Epoche bei der maximal möglichen Länge von Balkenbrücken und bei der maximal möglichen Spreizung von Kragsteingewölben. Größere Bäche und Flüsse wird man vermutlich durchfuhrt haben. Mehrfeldrige Brücken mag es gegeben haben, Reste davon sind nicht bekannt, ebenso wenig wie von Balkenbrücken. Erhalten sind nur Einfeldrige Brücken mit Wasserdurchlässen, die in der Kragsteintechnik ausgeführt wurden. In der Argolis haben, einigermaßen gut erhalten, fünf derartige Steinbrücken des mykenisch-tirynthischen Straßennetzes (Abb. 13) eine vermutlich lange Benützung überlebt. Die zahlreicher erhaltenen schmalen Durchlässe, die mit Plattensteinen abgedeckt wurden, dienten der Hangwasserabführung und überbrücken keine markanten Geländefurchen mit ausgeprägten Bachbetten (Abb. 14).

Bei der Betrachtung der fünf erhaltenen Brücken fällt auf, dass die Kragsteingewölbe der Durchlässe, bei etwa gleicher Höhe, an der Bachsohle unterschiedlich weit gespreizt sind. Die Öffnungsweite entspricht jedoch nicht den örtlichen Gegebenheiten des Bachbetts. Die Durchlässe sind beträchtlich schmaler als das vorhandene Gerinne. Es ist also zu fragen, ob bei der Wahl der Durchlassbreite Kenntnisse von der Größe und Art des überquerten Gewässers, also hydrologische und geographische Gesichtspunkte eine maßgebliche Rolle gespielt haben können, z. B. die Größe des Niederschlagsgebiets oder der Laufweg des Wassers.

Es kann als erwiesen gelten, dass die wichtigsten Räumlichkeiten der Paläste von Mykene, Tiryns, Pylos und Gla nach generellen Ordnungsprinzipien gestaltet wurden, die Inhalt einer bewussten Bauplanung waren. Zur Verwirklichung der Pläne stand den Bauleuten der späthelladischen Epoche ein reichhaltiges Repertoire an Werkzeugen zur Verfügung, das bei den Meißeln, Bohrern und Sägen zur Steinbearbeitung nach den Erkenntnissen von M. Küpper Merkmale einer Standardisierung aufweist („Mykenische Architektur – Material, Bearbeitungstechnik, Konstruktion und Erscheinungsbild“, 1996). Für das Schneiden von Stein mit den bis zu 8 m hohen Pendelsägen müssen neben leistungsfähigen Geräten auch „klare Maßvorgaben bestanden haben“. Küpper schließt das Kapitel „Werkzeuge“ mit folgendem Resümee seiner Untersuchungen: „Nach der Bearbeitungstechnik und der damit verbundenen Notwendigkeit der Organisierung des Baugeschehens kann eine bisweilen bereits vorsichtig vermutete Zentralplanung der palatialen Bautätigkeit nun praktisch als erwiesen gelten“.

Man darf vermuten, dass nicht nur die Paläste sorgfältig geplant wurden, sondern z. B. auch das die Paläste mit dem verwalteten Land verbindende Straßennetz. Gerade im Straßen- und Brückenbau möchte man von der zentralen Verwaltung angeordnete Maßvorgaben erwarten. Bei den Brücken scheint es solche Dimensionierungs-anweisungen tatsächlich gegeben zu haben.

Nach Küpper ist die Burg von Tiryns am klarsten strukturiert und verrät in den erhaltenen und deutbaren Resten ein „*einheitlich konzipiertes Bauprogramm*“ und „*Gestaltungsbewusstsein*“. In Mykene ist dies wegen der „*äußeren Umstände*“ (Form des Burgbergs) weniger deutlich fassbar, stellt sich aber z. B. „*in der fast identischen Proportionierung des Löwentors dort und des Tores zur Oberburg in Tiryns*“ eindrücklich dar.



Abb. 13. Ein Teilstück der myk. Straße am Kondovouni, über Mykene

Bei der sorgfältig vorgenommenen Untersuchung der erhaltenen Säulenbasen im Palast von Tiryns kommt M. Küpper bei Zusammenschau und Vergleich seiner Bauaufnahmen zu dem bedeutsamen Resultat, dass es für den Durchmesser der Säulen in der Aufstandsfläche zwei Standardgrößen gegeben hat, einen größeren mit 0,60 m und einen halb so großen, kleineren mit 0,30 m. In der Zusammenfassung seiner Untersuchungsergebnisse gibt Küpper zu den ermittelten Maßen an: „Damit steht mit ziemlicher Sicherheit fest, dass die Maßeinheit für die Berechnung der Säulendurchmesser recht genau bei 0,30 m lag – wobei eine Toleranz von etwa ± 1 cm einzukalkulieren ist.“ Weiter oben steht: „Einer späteren Untersuchung bleibt vorbehalten, im einzelnen zu prüfen, inwiefern sich das Maß von 0,30 m und davon abhängige



Abb. 14. Doppelter Hangwasserdurchlass am Südhang des Kondovouni

Teilbeiträge oder Vielfache auch in den Grundrissen wiederfinden und inwieweit sich auf dieser Grundlage vielleicht ein Fußsystem erschließen lässt, ...“.

In den bekannten Abmessungen der Straßen- und Brückenbauwerke lassen sich durchaus Vielfache dieses Einheitsmaßes erkennen, wobei die Definition genauer mittlerer, repräsentativer Maße bei diesen relativ grob geformten Bauwerken ziemlich schwierig ist. Die von Küpper ermittelten 30 cm stehen in der Bandbreite antiker griechischer Fußmaße. Beim immer transparenter werdenden hohen Stand mykenischer Technologie wäre die Erkenntnis, dass Längen auch schon in der griechischen Frühgeschichte in Füßen gemessen wurden, nicht besonders überraschend. Dazu darf noch einmal M. Küpper mit seinem Schlusssatz zitiert werden: „Zusammen genommen kann damit ein neues Bild der Architektur der Bronzezeit auf dem griechischen Festland gezeichnet werden, das den hohen Entwicklungsstand der mykenischen Kultur akzeptiert, ihr eigene Entwicklungen zugesteht und sie auch als Impulsgeber über den Bereich der Keramik hinaus innerhalb der Kulturen der ägäischen Bronzezeit zulässt“.

Ausgangs- und Endpunkt des mykenisch-tyrynthischen Straßennetzes waren die großen Tore an den Eingängen zu den beiden Burgen. Wenn man das zehnfache des eventuellen Einheitsmaßes von 0,30 m, einschließlich der möglichen Toleranzmarge von $\pm 0,01$ m bildet, so ergibt sich mit $3,0\text{ m} \pm 0,10\text{ m}$ eine Abmessung, die sich als mittlere Breite der beiden Tore auf der Oberseite der Auftrittsschwelle zwischen den Pfosten findet. Die mykenische Epoche verwendete beim Zählen ein Dezimalsystem mit Zeichen für 1, 10, 100, 1000 und 10 000, wie von den Tontäfelchen aus Pylos bekannt ist. Falls die mit rund 10 Fuß Breite ausgestattete Schwelle der Haupttore mit besonderer Absicht so ausgeführt worden sein sollte, dann hätten die Leiter der Straßen- und Brückenbauten, nach der Entgegennahme ihres Bauauftrags im Palast, dort ihr Grundmaß für notwendige Absteckungsarbeiten per passend geschnittener Messstangen abnehmen können. Im alten Rom wurden Messstangen (pertica) mit 10 Fuß Länge verwendet, die

decempeda hießen und 2,96 m lang waren. Dem Dezimalsystem war möglicherweise ein Sexagesimalsystem unterlegt, so dass man den Fuß mit 30 cm Länge in sechs Teile mit jeweils 5 cm Länge zerlegen möchte. Unrunde Maße mit Bruchteilen eines Fußes wie z. B. halbe Füße (3/6) oder Drittelwerte (2/6 und 4/6) könnten also vorkommen, auch die von W. Dörpfeld angenommene Gleichung 9 Fuß gleich 6 Ellen.

Auffällig ist auch, dass nicht nur die mittlere Torbreite am Löwentor ein rundes Maß von 10 Fuß (exakt an der Frontseite) zu beinhalten scheint, sondern auch die ausgeführte Breite der Schwelle mit 2,40 m gleich 8 Fuß, ein Maß das als mittlere Straßenbreite (ohne Stützmauern) des Wegenetzes festzustellen ist.

Vielfache des mittleren Fußmaßes von 30 cm sind an den Bachdurchlässen der erhaltenen Brücken oberhalb von Mykene und an der Straße von Nauplia nach Epidaurus zu erkennen (Abb. 15), z. B. 4½ Fuß an der Brücke Kazarma, 7 Fuß bei Galousi und 8 Fuß bei Brouzeika als charakteristisches Maß der Spreizung des Kragsteingewölbes an der befestigten Sohle der Öffnung. Der schmale Durchlass der Brücke Lykotroupi bei Mykene ist nur 2½ Fuß weit gespreizt. Zwischen der Sohle und dem Schlussstein des Kragsteingewölbes scheint die Einheitshöhe von 7 Fuß als Standardgröße vorgegeben worden zu sein. Die Durchlässe waren also begehbar.

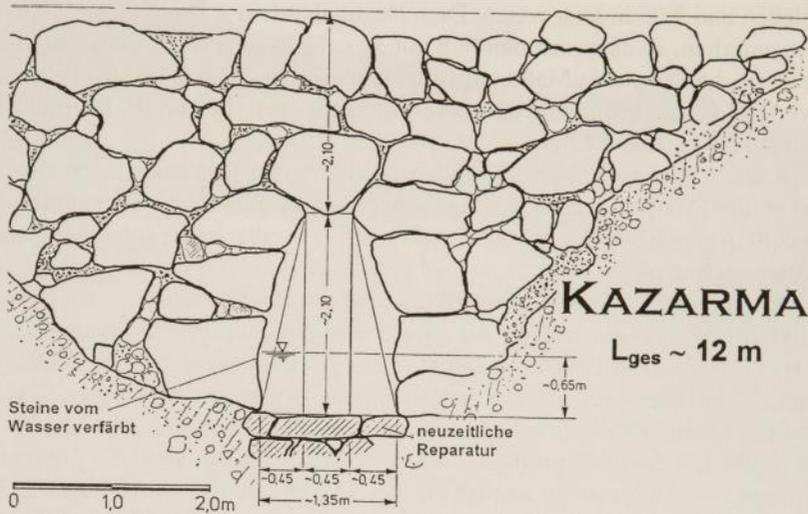
Als weiteres Einheitsmaß lässt sich die Breite der Brücken sowohl an ihrem Fuß wie auch vor allem an der Oberseite auf der Höhe der überführten Straße feststellen, nämlich rund 18 Fuß (5,4 m), wobei 2 x 5 Fuß für die seitlichen Brüstungen und 8 Fuß für die Straße vorgesehen waren (Abb. 16 u. 17).

Der einheitlichen Höhe der Durchlässe steht ihre unterschiedliche Breite gegenüber, die möglicherweise aus hydraulischen und hydrologischen Überlegungen gewonnen wurde. Als hydrologischer Bezugswert könnte die Größe des Niederschlagsgebiets des betrachteten Bachs gedient haben. In benachbarten Einzugsgebieten mit gleichartigen Niederschlagsverhältnissen kann man die Größe des extremen Abflusses direkt mit der Größe des überregneten Areal korrelieren. Ein kleines Niederschlagsgebiet erzeugt einen kleinen Bach, ein großes ein entsprechend größeren. Beim Brückenbau wird man einem kleineren Bach einen kleineren Durchlass zuordnen als einem großen, wenn man nicht, wie heute in der Fertigteilbauweise üblich, einheitliche Größen verwendet.

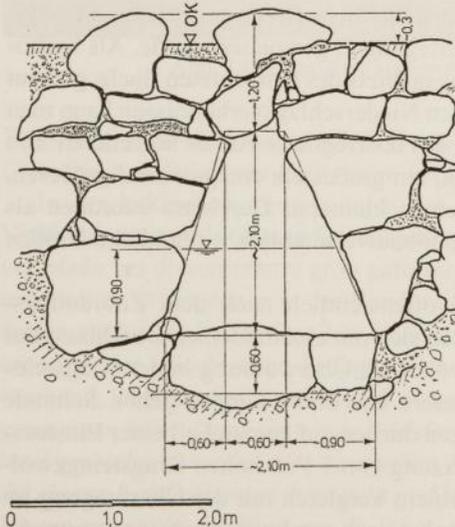
Die mykenischen Straßenbauer haben Durchlässe offensichtlich nach dem Zuordnungsprinzip konzipiert. Bei einem kleinen Bach begnügte man sich mit einem kleinen Durchlass. Bei größeren Bächen wurden die Durchlässe vergrößert, wobei die Überwölbung in der Kragsteintechnik bezüglich der Spreizung an der Sohle eine untere wie obere Grenze gebot. Schmale Durchlässe mussten noch begehbar sein, breite Öffnungen durften auf keinen Fall einer Einsturzgefahr ausgesetzt werden. Die maximal mögliche Spreizung von 7 Fuß hohen Kragsteingewölben aus grobgeformten Steinen wurde mit 9 Fuß aus einem Vergleich mit der Überkrragung im Entlastungsdreieck am Löwentor in Mykene gewonnen, bei dem geschnittene Steine verwendet wurden. Alle anderen erhaltenen zweidimensionalen Kragsteingewölbe in den Burgen von Mykene und Tiryns sind weniger weit gespreizt.

Wenn man die ermittelten Sohlbreiten der Durchlässe der Größe des zugehörigen Niederschlagsgebietes des überbrückten Baches gegenüberstellt, so deuten die fünf bisher bekannten und evaluierbaren Wertepaare auf einen linearen Zusammenhang zwischen den beiden Kenngrößen hin. Bei Vorgabe einer maximal möglichen Spreizung der Kragsteingewölbe von rund 9 Fuß liegt der Grenzwert für die maximale Größe des Niederschlagsgebietes eines mit nur einem Durchlass überbrückten Baches bei rund 1,25 km².

Der festgestellte ungefähre lineare Zusammenhang zwischen Durchlassbreite und Niederschlagsgebiet könnte ein Zufallsergebnis der hier vorgenommenen Datenauswertung sein. Die mykenischen Straßenbauingenieure konnten die Einzugsgebiete der zu überquerenden Bäche



GALOUSI $L_{ges} \sim 13,5\text{ m}$



BROUTZEÏKA

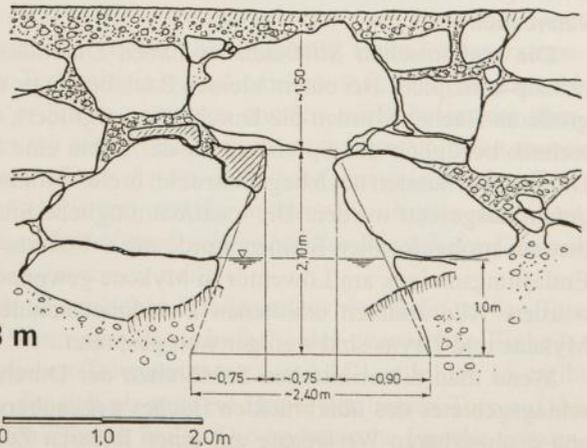


Abb. 15. Durchlässe der Brücken Kazarma, Galousi, Broutzeïka im Vergleich

auf den Kammlinien umwandern, ihre Größe aber nur grob überschlägig abschätzen. Karten hatten sie nicht zur Verfügung. Es ist also geboten, nach anderen Bemessungskriterien zu schauen, die damals eher zugänglich waren. Der Laufweg des Gewässers könnte ein solches Kriterium abgegeben haben. Er war durch Abschreiten, vielleicht auch mit Hilfe einer Längen-



Abb. 16. Die Brücke Galousi rund 1 km südwestlich der Brücke Kazarma (Ansicht von unten)

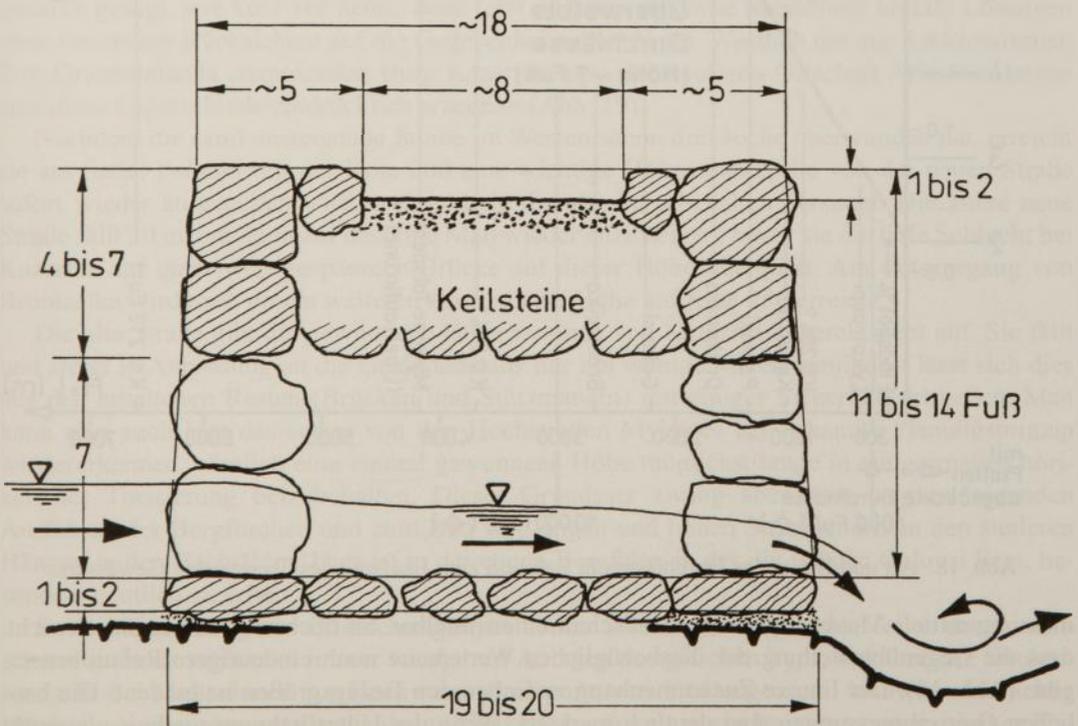


Abb. 17. Schemaquerschnitt der mykenischen Brücken bei Arkadiko/Kazarma

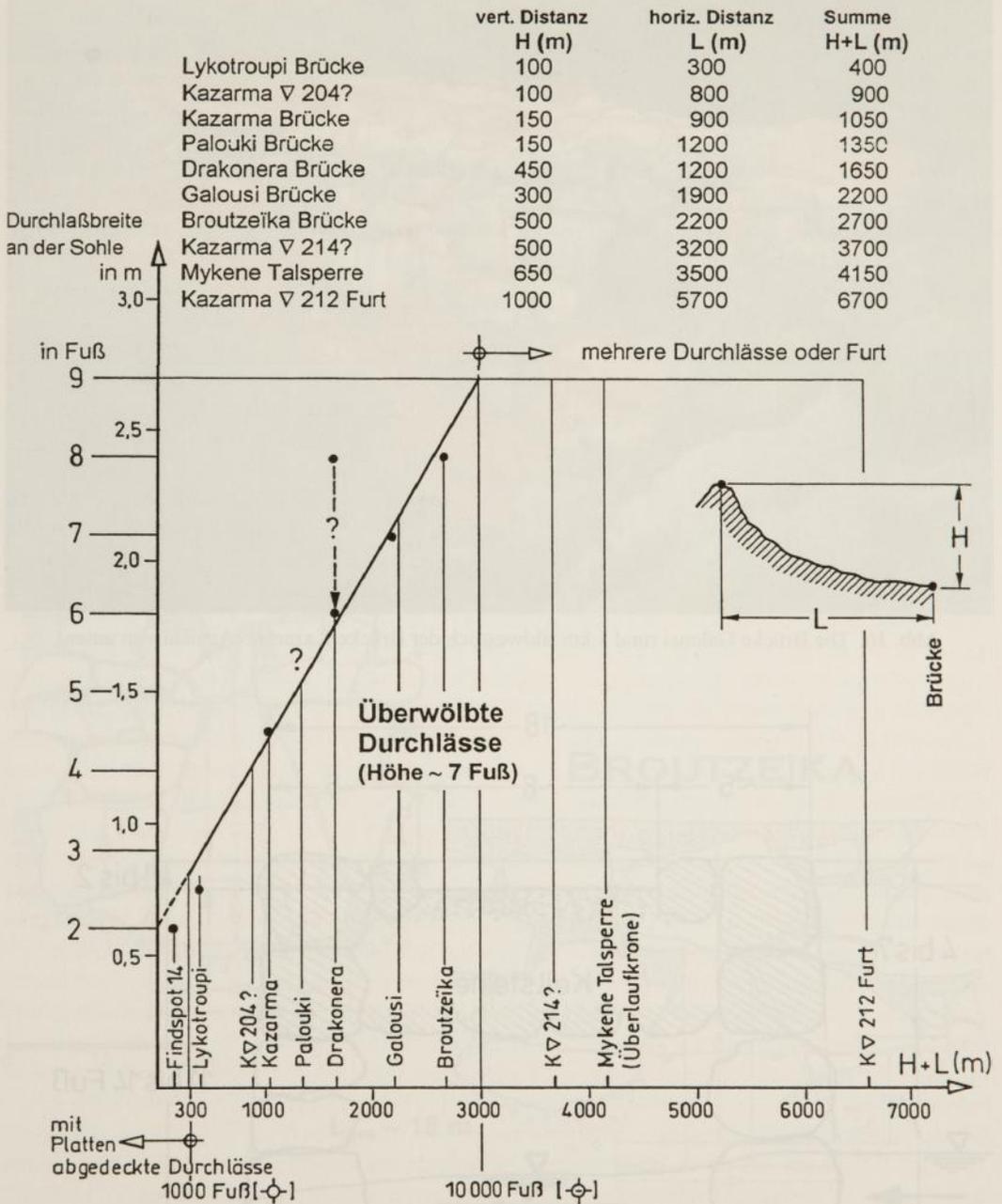


Abb. 18. Art und Breite des Durchlasses in Relation zum Laufweg des überquerten Gewässers

messung mittels Messstangen oder Maßschnüren ermittelbar. So überrascht es eigentlich nicht, dass die Gegenüberstellung der diesbezüglichen Wertepaare noch eindeutiger Relationen ergibt. (Abb. 18). Der lineare Zusammenhang zwischen den Bezugsgrößen ist evident. Die baulichen Grenzabmessungen sind deutlich markiert. Wenn das Untersuchungsergebnis als repräsentativ angesehen werden kann, dann besagen die vorhandenen Daten, dass überwölbte,

Einfeldriegen Durchlässe bei Bächen mit Laufwegen zwischen 300 und 3000 m bzw. 1000 und 10000 Fuß ausgeführt wurden. Kürzere Bäche wurden mit Durchlässen beherrscht, die mit Plattensteinen abgedeckt wurden und gleich oder kleiner 2 Fuß breit waren. Für längere Gerinne mussten mehrere Durchlässe bereitgestellt werden. Bei besonders langen Gewässern waren Balkenbrücken erforderlich oder man wählte die Furt als einzige Möglichkeit der Überquerung.

Dimensionierungsregeln oder Bauanweisungen könnten in den ausgewiesenen Grenzen darin bestanden haben, dass man Angaben für die erforderliche Breite eines Durchlasses nach der Messung der Lauflänge des überquerten Gewässers machte, z. B. so, dass ein 3000 Fuß langer Bach mit einem Durchlass von 4 Fuß Sohlenbreite überwölbt werden musste oder ein 6000 Fuß langer mit 6 Fuß Breite.

Ein solches Vorgehen setzt allerdings voraus, dass der Zusammenhang zwischen den hydrologischen und topographischen Gegebenheiten und den baulichen Konsequenzen durch Naturbeobachtungen und durch entsprechende generelle Erkenntnisse gesichert war. Einen entsprechenden Wissensstand muss man den mykenischen Straßen- und Wasserbauingenieuren auf der Grundlage des Vorgetragenen wohl zubilligen, und wohl auch, dass sie beim waagerechten Trassieren ihrer Straßen in uneinsehbare Bergfurchen hinein, irgendwelche, noch unbekannte Messhilfen zur Verfügung hatten.

Wie so oft bei der Klärung von Fragen zu technologischen Aspekten der alten Welt, so erweist sich auch in diesem Fall das Motto „im Neuen das Alte“ als erkenntnisfördernd. Wenn man die unterschiedlichen technischen Hilfsmittel bei einer Gegenüberstellung ausklammert, so kommt man sogar öfters zur Feststellung, dass es nichts wirklich Neues gibt, dass alles schon einmal da war. So verrät die gewählte Trasse der neuzeitlichen Straße die Lage der uralten. Es bestanden damals wie heute dieselben Zwangspunkte. Das zu durchquerende Gelände bot Schwierigkeiten und Annehmlichkeiten. Letztere wurden einst in derselben Weise genutzt wie heute, bzw. genauer gesagt, wie kurz vor heute, denn jetzt erlauben moderne Maschinen brutale Lösungen ohne besondere Rücksichten auf die Gegebenheiten der Natur. Westlich der aus der klassischen Zeit Griechenlands stammenden Burg Kazarma bzw. der heutigen Ortschaft Arkadiko lassen sich diese Unterschiede eindrucklich erkennen (Abb. 19).

Nachdem die sanft ansteigende Straße im Westen schon drei Joche überwunden hat, erreicht sie am Sattel Palouki mit der Kote 200 eine wichtige Höhenmarke, die von der neuen Straße sofort wieder aufgegeben wird, während sie die alte beizubehalten versucht. Die ältere neue Straße fällt 30 m, um dann auf dasselbe Maß wieder anzusteigen, bevor sie die tiefe Schlucht bei Kazarma auf einer weit gespannten Brücke auf dieser Höhe überquert. Am Ortsausgang von Broutzeika wird nach einem weiteren Anstieg eine Höhe auf Kote 250 erreicht.

Die alte Straße gibt die gewonnene Höhe westlich von Kazarma generell nicht auf. Sie fällt und steigt in Anpassung an die Geländedetails nur um wenige Meter, zumindest lässt sich dies aus den erhaltenen Resten (Brücken und Stützmauern) mit einiger Sicherheit schließen. Man kann also auch hier das schon von den Hochstraßen Mykenes her bekannte Planungsprinzip wiedererkennen, nämlich eine einmal gewonnene Höhe möglichst lange in einigermaßen horizontaler Trassierung beizubehalten. Dieser Grundsatz zwang aber zum wegverlängernden Ausfahren der Bergfurchen und zum Bau von langen und hohen Stützmauern an den steileren Hängen in den Bachtälern. Dies ist in der engen Bergfalte, in der die Brücke Galousi liegt, besonders deutlich zu sehen.

Bei der Erkundung und Erforschung mykenischer Wasserbauten in vielen Teilen des griechischen Festlands stößt man immer wieder auf Anlagen des gleichen Typs, auf ähnliche Strukturen, z. B. bei Maßnahmen zur Hochwasserfreilegung von Siedlungen und landwirtschaftlichen Flächen wie oben dargestellt, die den Gedanken von der einstigen Existenz systematischer Planung und deren Umsetzung nahe legen. Das sichere Erkennen seinerzeit eventuell vorhandener

Planungskriterien in ausreichender archäologischer Beweisführung ist jedoch sehr schwierig und nur hin und wieder erfolgreich. Nachweisbar ist z. B., dass die in Wasserbau als Deiche eingesetzte Mauern innerlich gedichtet waren, und dass sie so hoch wie breit gemacht wurden, um standsicher zu sein.

Die rückschauende Formulierung von Planungsgrundsätzen kann also nur in der Art von mehr oder weniger gut begründeter Hypothesen vorgenommen werden, wobei die eigentliche Forschungsarbeit darin besteht, die Denkansätze laufend zu hinterfragen und die schwachen Annahmen auszuschneiden.

Bibliographische Angaben zu den einschlägigen Veröffentlichungen des Autors

- [1] Späthelladische Wasserbauten, Erkundungen zu wasserwirtschaftlichen Infrastrukturen der mykenischen Welt (Zusammenfassung aller bisherigen Untersuchungsergebnisse), Bericht Nr. 90 des Inst. für Wasserbau der TU München, 2001, 1–144.
- [2] Übersetzung von [1] ins Griechische und herausgegeben vom „Verein zur Förderung der Aufarbeitung der Hellenischen Geschichte“, Weilheim/Obb., 2002, 1–158 (Υστεροελλαδικά υδραυλικά έργα Έρευνες για την υποδομή υδραυλικών έργων διαχείρισης υδάτων κατά τη μυκηναϊκή εποχή).
- [3] Die Flussumleitung von Tiryns (Ergebnisse einer ingenieurwissenschaftlichen Nachuntersuchung), in: AM 110 (1995), 43–81, Taf. 1–3.
- [4] Der Graben des Herakles im Becken von Pheneos und die Vertreibung der stymphalischen Vögel, in: AM 105 (1990) 1–52, Taf. 1–10, Beil. 1–3.
- [5] Olympische Studien: Herakles und der Stall des Augias, Kladeosmauer und Alpheiosdamm, die Hochwasserfreilegung von Alt-Olympia, Bericht Nr. 81 des Inst. für Wasserbau der TU München, 1998, 1–118.
- [6] Die Melioration des Kopaisbeckens durch die Minyer im 2. Jt. v. Chr. – Wasserbau und Siedlungsbedingungen im Altertum (Kopais 2), Bericht Nr. 57 des Inst. für Wasserbau der TU München, 1987, 1–304.
- [7] Furt oder Brücke, hydrotechnische Aspekte des mykenischen Straßenbaus in der Argolis, in: Akten des 7. Int. Kolloquiums zur Hist. Geographie des Altertums, Stuttgart 1999, 323–359 (Geographica Historica 17, 2002).

Μυκηναϊκά εγγειοβελτιωτικά έργα στην Τίρυνθα, στη λεκάνη του ποταμού Φενεού, στην Ολυμπία και στη λίμνη της Κωπαΐδος

Δρ. Jost Knauss, καθηγητής Τεχνικού Πανεπιστημίου Μονάχου

Περίληψη

Ένα πολύ σημαντικό κι εξαιρετικά αποτελεσματικό στοιχείο της σύλληψης των μυκηναϊκών υδραυλικών έργων ήταν η εκτροπή ποταμών, που απειλούσαν οικιστικές περιοχές με πλημμύρα, εμποδίζοντας την εντατική γεωργική χρήση εύφορων εδαφών ή την επέκταση των οικισμών. Τα μυκηναϊκά έργα εκτροπής ποταμών είναι επί μακρό διάστημα γνωστά και καταγράφηκαν εγκαίρως από την έρευνα, ειδικότερα μάλιστα τα έργα της Κωπαΐδος. Η εκτροπή του ποταμού στην Τίρυνθα λειτουργεί ακόμα και σήμερα, επιτρέποντας π.χ. την ελεύθερη πρόσβαση και διερεύνηση παλαιότερων πλημμυρών στην κάτω πολιτεία της ακρόπολης. Το υδραυλικό αυτό έργο απήλλαξε την περιοχή από τις επαναλαμβανόμενες πλημμύρες, επέτρεψε την επέκταση του οικισμού και ανέκοψε για αρκετό διάστημα την πρόσχωση του λιμένα κοντά στην πόλη.

Στη λεκάνη του Φενεού, στα βόρεια της Αρκαδίας, η εκτροπή του Ολβίου (= δωρητού ευδαιμονίας) στην κοίτη του Αροαίου ή στο όρυγμα του Ηρακλέους εξυπηρέτησε τη βελτιστοποίηση του κατώτερου τμήματος της λεκάνης: Μια επιφάνεια περίπου 12 τετρ. χιλιομέτρων αποστραγγίστηκε και μετατράπηκε σε γόνιμο έδαφος. Η μετατόπιση του Κλαδεού στην Ολυμπία, πίσω από τείχος μήκους 800 μέτρων, επέτρεψε την επέκταση των εκμεταλλεύσιμων επιφανειών του ιερού στα δυτικά. Η λωρίδα γης που κερδήθηκε έχει πλάτος σχεδόν 200 μέτρων.

Η ανάκτηση γης κι η βελτίωση του εδάφους ήταν ο στόχος των ευρύτατης κλίμακας Μινυακών έργων στη λεκάνη της Κωπαΐδος γύρω στα 1300 π.Χ. Ο μεγάλος ποταμός Κηφισός, που μετέτρεπε μάθε χρόνο τη λεκάνη σε τεράστια λίμνη, εξετράπη σε διώρυγα μήκους 25 χλμ. και οδηγήθηκε στο βόρειο χείλος της λεκάνης κατά μήκος των υπογείων αγωγών στα ανατολικά της λεκάνης. Η διώρυγα είχε πλάτος 40 μέτρων και βάθος 2 μέτρων. Σε όλο το μήκος της κρασπεδώνεται από χωμάτινα αναχώματα που περικλείονται από ισχυρά λίθινα κυκλώπεια τείχη. Ο Στράβων περιγράφει τη λειτουργικότητα όλων των εγγειοβελτιωτικών έργων ως εξής («Γεωγραφικά» 9, 2. 40): „Λέγεται ότι η επιφάνεια που σήμερα (1^{ος} αι. π.Χ.) καταλαμβάνει η λίμνη, είχε παλαιότερα αποξηρανθεί και οι Ορχομενοί, που κατοικούσαν εκεί κοντά, την εκμεταλλεύονταν γεωργικά με κάθε τρόπο. Αυτό αποτελούσε και μέρος του πλούτου τους“.

Mykenische Flussumleitung bei Tiryns, im Becken von Pheneos, in Olympia und in der Kopais.

Mykenische Brücken und Wasserdurchlässe an Strassen in der Argolis.

Diskussion

Tassios: Vielen Dank, Herr Prof. Knauss, für diese ausgezeichneten Beiträge. Prof. Jost Knauss, wie bekannt, ist eine Reinkarnation eines berühmten mykenischen Ingenieurs! Wir haben leider Zeit für nur zwei Fragen.

Σύντομη μετάφραση: Ευχαριστούμε, κύριε Κνάους, για την εξαίρετη παρουσίαση. Ως γνωστόν ο κύριος Κνάους είναι μετεμψύχωση ενός διάσημου Μυκηναίου μηχανικού!

Doumas: Ευχαριστώ πάρα πολύ για την ανακοίνωσή σας, που μας έδωσε πολλά νέα στοιχεία για τις τεχνικές κατακτήσεις του μυκηναϊκού κόσμου και ελπίζω πως θα μπορέσουμε κάποια στιγμή να δώσουμε τη μελέτη σας στους σύγχρονους εργολάβους της Ελλάδας, ώστε να μπορούν να φτιάχνουν δρόμους για να φεύγουν τα νερά! (θυμηδία).

Ερώτηση: Θυμάμαι από γέφυρες της κλασικής περιόδου στη Ρόδο, όπου είχα υπηρετήσει, που είχαν επίστρωση κάτω στην κοίτη του ποταμού, που προστάτευε τα πόδια της γέφυρας, ώστε να μη διαβρωθούν στη βάση τους και πέσουν. Έχουμε τέτοια στοιχεία για τις μυκηναϊκές γέφυρες;

Kurze Übersetzung: Vielen Dank, Sie haben uns viele Angaben über technische Errungenschaften der Mykener mitgegeben. Hoffentlich lernen die heutigen Bauingenieure Griechenlands daraus, Straßen zu bauen, die nicht überflutet werden!

Knauss: Sicher richtig. Befestigungen an diesen mykenischen Brücken gibt es nicht. Es gibt kurze Einfädelungsmauern oben, wo das Wasser zusammengeführt wird und unterhalb sogenannte Tosbecken, also Einrichtungen, die das durchschießende Wasser wieder so bremsen, dass unten keine Zerstörungen auftreten. Das habe ich hier nicht erwähnt.

Σύντομη μετάφραση: Ασφαλώς. Τέτοιου είδους επιστρώσεις δεν υπάρχουν στις μυκηναϊκές αυτές γέφυρες. Υπάρχουν όμως μικροί περιτοιχισμένοι αύλακες που συγκεντρώνουν τα νερά και τα οδηγούν στη σωστή κατεύθυνση, και από κάτω μικρές λεκάνες που τροχοπεδούν και πάλι τη ροή των υδάτων, ώστε να μην υποσκάπτουν τα θεμέλια, γεγονός που δεν ανέφερα εδώ.

Tassios: Es gibt etwas Erkennbares für die Erosion, oder ... Doch

Σύντομη μετάφραση: Υπάρχει ένδειξη για τη διάβρωση, ή ...

Knauss: Es ist erkennbar, dass sie gegen das Problem der Erosion unterhalb der Abstürze an den Brücken etwas getan haben sowie das Wasser auf den schmalen Durchlass hinzuleiten, das kann man rekonstruieren. Gerade an der Brücke Galousi ist das möglich.

Σύντομη μετάφραση: Είναι εμφανές ότι ελάμβαναν μέτρα κατά της διάβρωσης στις βάσεις των γεφυρών, οδηγώντας το νερό σε στενά αυλάκια. Αυτά είναι και σήμερα εμφανή, ιδιαίτερα στη γέφυρα Γαλούσι.

Palyvou: Σκοπεύει ο κύριος Κnauss να κάνει ανάλογη μελέτη για τα μινωικά ευρήματα στην Κρήτη; Υπάρχει μια ομάδα μελετητών που εξετάζει τους μινωικούς δρόμους και αναρωτιέμαι αν μοιάζουν με τους μυκηναϊκούς. Επίσης υπάρχει το εντυπωσιακό φράγμα στη νήσο Ψείρα βορείως της Κρήτης.

Kurze Übersetzung: Prof. Knauss, haben Sie vor, entsprechende Forschungen auf Kreta durchzuführen? Eine Forschergruppe prüft die minoischen Straßen nach mykenischen Vorbildern. Ferner ist noch der beeindruckende Wall auf der Insel Psira, nördlich von Kreta.

Knauss: Auf Psira gibt es zwei Talsperren, die sehr ähnlich gebaut sind, wie z. B. diejenige in Mykene, aus zweischaligen Steinmauern. Zu den Straßen weiß ich nichts. Natürlich wäre das sehr interessant. Ich weiß, dass sich andere Leute mit den sanitären Anlagen, die Sie angesprochen haben, z. B. in Knossos, sehr ausführlich beschäftigt haben. Was ich hier behandle ist eine Art Großwasserbau: Wasserversorgungen und Entwässerungen im großen Stil. Städtische Entwässerungen habe ich nicht untersucht. Es wäre aber sicher sehr interessant.

Σύντομη μετάφραση: Στην Ψείρα υπάρχουν δύο φράγματα παρόμοια με των Μυκηνών, με πέτρινα τείχη διπλού φλοιού. Για τους δρόμους δεν γνωρίζω τίποτε. Πράγματι πολλοί ασχολούνται με τις εγκαταστάσεις υγιεινής, π.χ. στην Κνωσσό. Εγώ αναφέρθηκα στα μεγάλα υδραυλικά έργα, την ύδρευση και την αποχέτευση. Δεν ερεύνησα τις αστικές αποχετεύσεις.