

Gregor und Barbara Borg

# Die unsichtbaren Steinbrüche

## Zur Bausteinprovenienz des Apollon-Heiligtums von Didyma

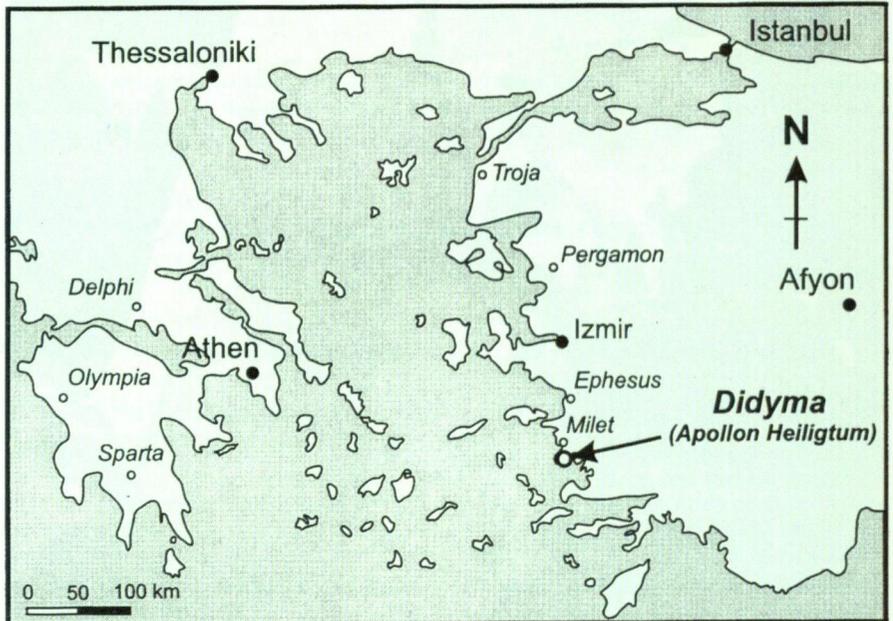
Der ästhetische Reiz von Marmor, der durch die griechischen Tempel geradezu paradigmatisch vertreten wird, hat nicht nur auf die Klassizisten der Vergangenheit (und Gegenwart) großen Eindruck gemacht, sondern verleiht dem Material Marmor bis in unsere Tage eine gewisse Aura von Luxuriosität. Erst in den letzten 20 Jahren haben Forscher ihren Blick zunehmend von den ästhetischen Aspekten dieses Werkstoffes und seiner Verwendung gelöst und den technischen und ökonomischen Seiten zugewandt. Zahlreiche Untersuchungen beschäftigen sich mit den Abbaumethoden in den nun immer besser dokumentierten Steinbrüchen, mit den Transportwegen und -techniken sowie mit dem Zurichten

und Versetzen der Werksteine. Naturwissenschaftliche Methoden erlauben oftmals die Herkunftsbestimmung nicht nur der bunten, sondern auch der untereinander zumeist recht ähnlichen weißen Mar-

morsorten und geben somit Aufschluß über Handelsverbindungen sowie politische und ökonomische Hintergründe von Baumaßnahmen. Angesichts dieser interessanten und noch keineswegs erschöp-

*Abb. 1* Übersichtskarte der Ägäis mit der Lage Didymas südlich von Milet in SW-Anatolien.

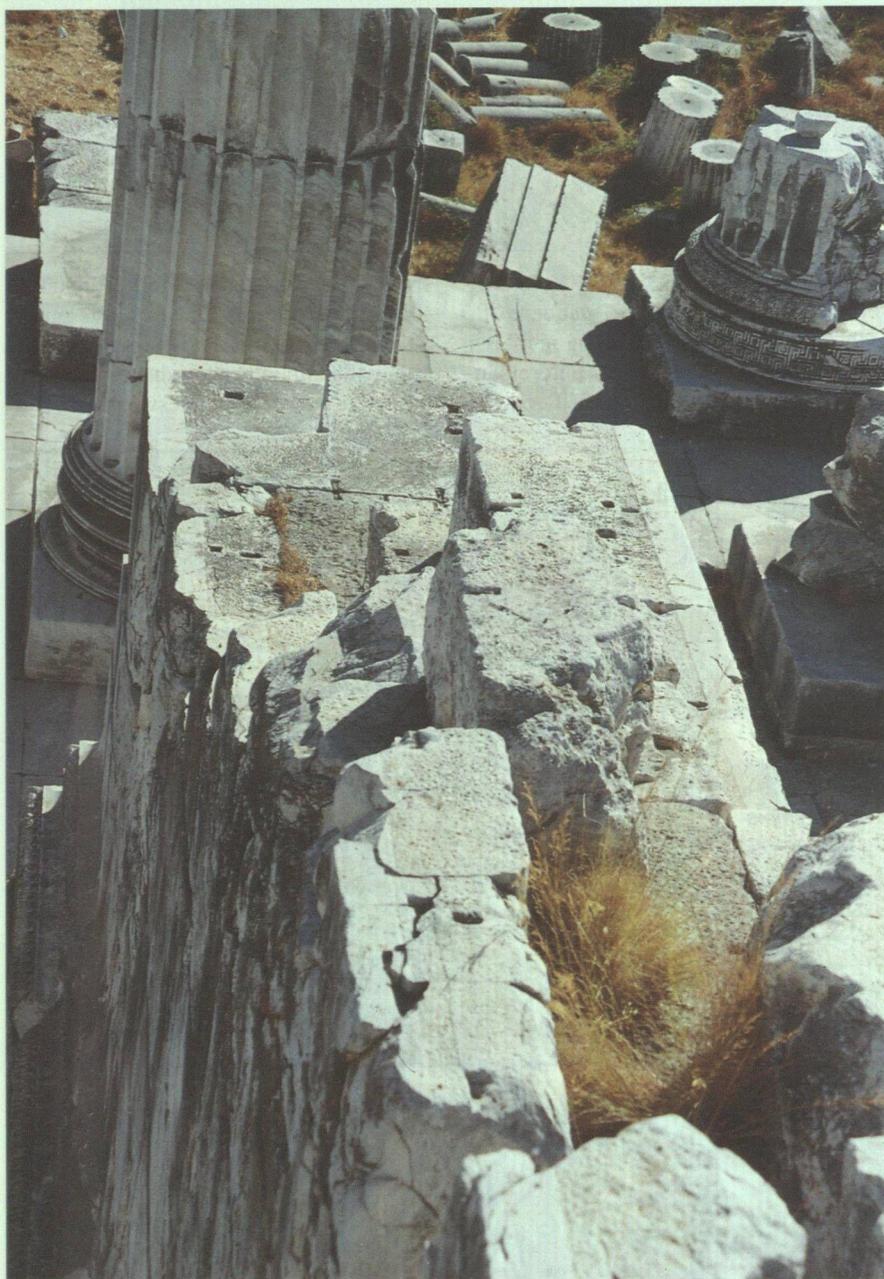
*Abb. 2* Der hellenistisch-römische Marmorbau des Apollontempels (Tempel III) von Didyma.



1



2



3

hend behandelten Aspekte griechischer und römischer Bautätigkeit ist es wenig verwunderlich, daß die übrigen, weniger sichtbar verbauten und weniger kostbaren Baumaterialien bisher vergleichsweise geringe Beachtung fanden. Dabei machen sie meist einen wesentlichen Anteil der Bausubstanz aus und stellen somit auch einen mindestens ebenso bedeutsamen Faktor in der Organisation und Ökonomie der Unternehmungen dar wie der Marmor.

Diesen Überlegungen Rechnung zu tragen ist eines der Hauptziele eines interdisziplinären geologisch-archäologischen Forschungsprojektes, das die Verfasser seit 1995 im Rahmen der Grabung des Deutschen Archäologischen Instituts unter Leitung von K. Tuchelt im Apollon-

heiligtum von Didyma an der kleinasiatischen Westküste durchführen.<sup>1</sup> Das Heiligtum, dessen älteste Baureste in geometrische Zeit zurückreichen, besaß als Orakelstätte überregionale Bedeutung. Während der erste, vermutlich spätgeometrische Kulthof nur in spärlichen Resten erhalten und daher weitgehend unbekannt ist, gehörten die zweite, archaische und die dritte, in hellenistischer Zeit begonnene Anlage (Abb. 2) zu den ionischen «Riesentempeln» und wurden niemals fertiggestellt.<sup>2</sup> Unter technischen und ökonomischen Gesichtspunkten interessant ist jedoch nicht nur die gigantische Größe dieser Bauunternehmungen – der dritte Tempel hätte seiner Planung nach allein 122 Säulen von etwa 20 m Höhe besitzen sollen –,

sondern in Didyma lassen sich wie an wenigen anderen antiken Gebäuden Organisation und Durchführung der verschiedenen Bauarbeiten nachvollziehen. Vor allem drei Umstände tragen neben dem recht gut erhaltenen Baubestand dazu bei: Erstens sind antike Bauurkunden erhalten, die für einzelne Jahre genaue Angaben über die jeweiligen Ausgaben bzw. deren Verteilung auf bestimmte Arbeiten, das Brechen der Werksteine, Transport, Versatz, usw. enthalten sowie über die Organisation der Arbeiten sowohl in den Steinbrüchen als auch beim Transport und am Tempel.<sup>3</sup> Zweitens sind 1979 von L. Haselberger an den Innenwänden des Sekos (Tempelinnenraum) Ritzzeichnungen entdeckt worden, die eine Art Planarchiv mit Entwürfen einzelner Bauglieder und -abschnitte darstellen und somit Einblick in die Arbeit der entwerfenden Architekten gewähren.<sup>4</sup> Und drittens hat A. Peschlow-Bindokat 1975 die in den genannten Bauurkunden erwähnten Marmorbrüche am Südufer des nahegelegenen Bafa-Gölü identifiziert und später publiziert.<sup>5</sup>

Die Ausgangslage für bautechnische, organisatorische und ökonomische Untersuchungen im Heiligtum scheint somit denkbar günstig. Doch bei genauerer Betrachtung werfen die Befunde mindestens ebenso viele Fragen auf, wie sie beantworten. Die Bauurkunden beziehen sich nur auf die hellenistische Zeit und über die Finanzierung und Organisation der Arbeiten der Kaiserzeit wissen wir so gut wie nichts. Die Ritzzeichnungen stimmen nur teilweise mit der ausgeführten Architektur überein und sind zudem (ebenso wie die späteren Bauphasen) schwer zu datieren. Und schließlich haben die Brüche am Bafa-Gölü nur einen – wenn auch großen – Teil des Baumaterials geliefert. Bereits in hellenistischer Zeit hat man zusätzlich Marmor importiert<sup>6</sup>, und über die Herkunft der übrigen Werksteine, die in den Bauurkunden *petrinoi (lithoi)* – im Gegensatz zu den *leukoi (lithoi)* – genannt werden<sup>7</sup>, hat

**Abb. 3** Kalkstein der milesischen Halbinsel als Hintermauerstein im Kern der Marmormauern, hier südliche Antenmauer des Apollontempels.

**Abb. 4** Schematische Karte der Umgebung des Apollonheiligtums von Didyma mit moderner Bebauung (vertikale Schraffur), kleinen antiken Steinbrüchen östlich von Didyma und großflächigen antiken Kalksteinabbauarealen; nach Kartierung, Luftbild- und Befliegungsauswertung.

man sich bisher wenig Gedanken gemacht. Dabei ist die Quantität dieser Werksteine durchaus ansehnlich. Ein gut zu behauender und statisch hervorragend geeigneter Kalkstein kam am dritten Tempel überall dort zum Einsatz, wo er nicht direkt sichtbar war, im Rostfundament und in den Mauerkernen als Hintermauersteine (Abb. 3).<sup>8</sup> Am zweiten Tempel scheinen sogar ein größerer Teil der sichtbaren Architektur und selbst manche Säulen und Kapitelle aus Kalkstein bestanden zu haben.<sup>9</sup> Nicht zu vergessen sind die Architektur an der Heiligen Straße im Bereich der sog. Felsbarre und das trajanische Pflaster, das in überwiegend etwa 80–90 cm breiten, bis zu 2 m langen und maximal 26 cm dicken Platten die Straße in einer Breite von ca. 5 m ehemals über 250 m weit bedeckte (Abb. 7). Nur am Rande sei auf die bei den Bauarbeiten in der Umgebung von Didyma immer wieder zutage tretenden Teile von Grabmälern hingewiesen, die wie das verstürzte, aber offenbar weitgehend vollständige, etwa 18 km östlich von Didyma gelegene Mausoleum von «Ta Marmara»<sup>10</sup> oftmals aus Kalkstein bestanden. Seltener wurde auch beigebräunlicher Mergelstein verwendet, der lokal auch als «Poros» bezeichnet wird. Dieser relativ weiche und nur mäßig verwitterungsresistente Mergelstein wurde in erster Linie beim Bau des ältesten Tempels von Didyma, des sog. «Sekos I» oder «Porosbaus»<sup>11</sup> verwendet, ist aber dort nur noch in wenigen Blöcken erhalten.

Angesichts der Mengen an Kalkstein – allein im Fundament des Apollontempels dürften nach erster konservativer Schätzung ca. 10 000 m<sup>3</sup>, d. h. über 25 000 Tonnen Kalkstein verbaut sein – ist das Fehlen größerer Steinbrüche auffällig. Zwar hatte bereits P. Wilski in seiner Karte der milesischen Halbinsel von 1906 ca. 4,5 km östlich von Didyma Steinbrüche verzeichnet<sup>12</sup>, doch handelt es sich dabei um wenige, vergleichsweise kleine Abbaustellen, die sich über ein Gebiet von nur ca. 300 x 400 m verteilen. Das Volumen der aus diesen kleinen Brüchen gewonnenen Werksteinquader dürfte jedoch kaum mehr als ca. 300 m<sup>3</sup> betragen haben, was nicht einmal für das Hinterfüttungsmaterial der rückwärtigen Schmalseite des Tempels inklusive der Euthynergie (Ausgleichsschicht) ausgereicht hätte<sup>13</sup> und somit minimal im Vergleich zum gesamten am Tempel verbauten Kalkstein ist. Werkzeugspuren und vereinzelte Werkstücke belegen ihre antike Nutzung, wengleich sie sich nicht genauer chronologisch fixieren lassen (Abb. 5. 6).

Auch die im Maßstab 1:10 000 durchgeführte geologische Kartierung eines großen Teils der milesischen Halbinsel<sup>14</sup> erbrachte keine neuen größeren Steinbrüche und nur wenige kleinere Bruchstellen. Andererseits ergab sich aufgrund der makroskopischen und mikroskopischen petrographischen Untersuchung, daß die in Didyma verbauten Kalkstein- und Mergelsteinvarianten zweifelsfrei lokaler Herkunft sind.

### Geologisches Vorkommen der gesuchten Baumaterialien in Didyma und seiner näheren Umgebung

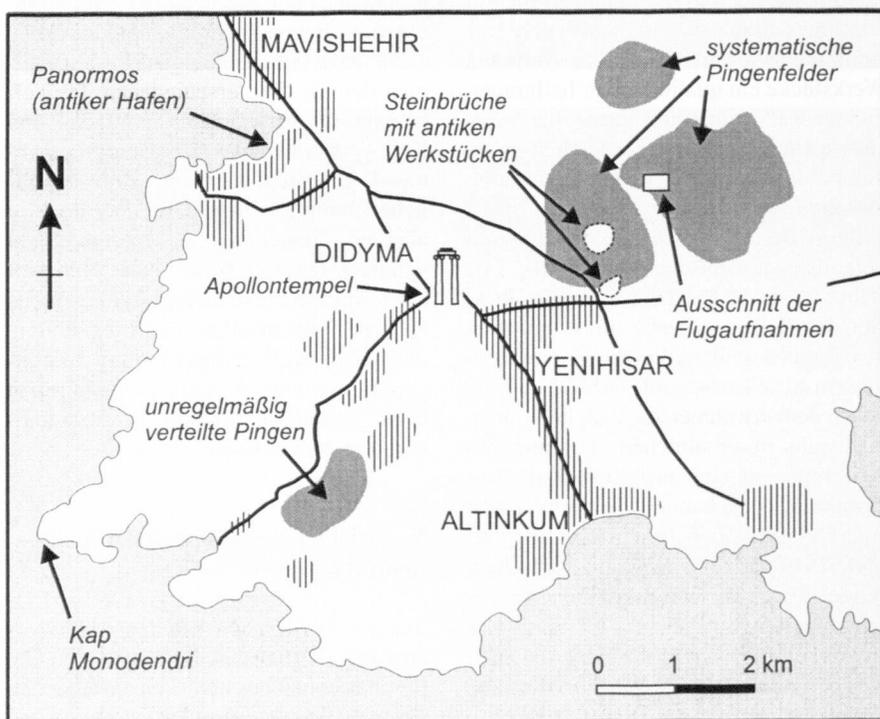
Der aus flachlagernden parallelen Schichten von Kalkstein, Mergelstein, Konglomerat und Tonlagen aufgebaute Untergrund der milesischen Halbinsel zwischen dem antiken Milet am Tal des Mäander im Norden und dem modernen Badeort Altinkum am Golf von Akbuk im Süden ist auf einer Fläche von etwa 350–400 km<sup>2</sup> in wechselnder Folge an der Oberfläche aufgeschlossen oder steht unter sehr dünner Bodenbedeckung und spärlicher Vegetation an.

Die Topographie der Landschaft ist durch nahezu horizontale oder flach geneigte Hochflächen mit vorgelagerten kleineren Plateaus, sog. Inselbergen, gekennzeichnet, die durch weite, etwa nordost-südwest orientierte, flache Kerbtäler voneinander getrennt werden. Die Höhenunterschiede betragen meist wenige zehner Meter und nur die höchsten Erhebungen erreichen als flache «Tafel-

berge» etwa 150 m über dem Meeresspiegel. Der Kalkstein kommt meist in Lagen von 0,2 bis 1,0 m, stellenweise aber auch bis zu 1,5 m Mächtigkeit vor, die zum Teil an der Oberfläche vollständig aufgeschlossen sind. In den terrassenartig ansteigenden Hängen der Täler sind die Kalksteine vielerorts als unterschiedlich mächtige, weiße oder hellgraue Stufen oder Bänke sichtbar. Die milesische Halbinsel stellt somit geomorphologisch eine typische Schichtstufenlandschaft dar, in der heute die fruchtbaren Talböden sowie die weniger ertragreichen Böden der Hochplateaus zum Anbau von Getreide, Tabak und untergeordnet auch von Baumwolle genutzt werden. Reste von antiken Gehöften, Ölmühlen, Brunnen und Zisternen belegen, daß die Landschaft zwischen Milet und Didyma bereits in der Antike landwirtschaftlich genutzt wurde.<sup>15</sup>

### Verwendung der Gesteine in den verschiedenen Bauphasen des Heiligtums

Der in größeren Mengen für den ältesten Tempel oder Sekos I verwendete hellgelbliche bis rosafarbene Mergelstein oder «Poros» steht im Umkreis von bis zu 1 km um seinen Standort in bauwürdiger Mächtigkeit an. Da die Senke, in der der Tempel steht, nach ihrer Form und ihrem Böschungswinkel aller Wahrscheinlichkeit nach anthropogen verändert wurde, ist der Mergelstein vermutlich auch im Bereich der Weiheterrasse direkt östlich vor dem Tempel abgebaut worden. Da-





5

durch erübrigte sich nicht nur jeder weitere Transport der Werksteine, sondern man erweiterte zugleich den Tempelvorplatz und ebnete ihn ein.

Bereits der nachfolgend erbaute archaische Tempel II verwendete diesen Mergelstein nur noch in erheblich geringerem Umfang. Statt dessen kam nun für sichtbare wie nicht sichtbar verbaute Werkstücke ein qualitativvoller, hellgrauer, dichter Kalkstein zum Einsatz, der west-südwestlich und ost-nordöstlich vom Tempel in mindestens 1,5 km Entfernung ansteht.

Beim Bau des noch heute sichtbaren hellenistisch-römischen Tempels III (Abb. 2) sowie für das trajanische Pflaster der Heiligen Straße direkt nördlich des Tempels und zahlreiche Gebäude an diesem Straßenabschnitt (Abb. 7) wurde neben dem erwähnten dichten, hellgrauen Kalkstein in erheblichem Umfang ein weiterer, besonders auffälliger Kalkstein verbaut. Hierbei handelt es sich um einen sog. Onkolith oder Rogenstein, der charakteristischerweise aus konzentrischen, runden Partikeln von meist bis zu 1 cm Durchmesser aufgebaut ist und der sowohl eine relativ große Härte als auch die für viele Bauzwecke erwünschte Zähigkeit aufweist. Dieser Onkolith

kommt in größerer flächenmäßiger Verbreitung auf dem Plateau des Hürgüç Tepe, mehr als 2 km ost-nordöstlich von Didyma sowie auf einigen weiter entfernten Plateaus in mehr als 6 km Entfernung nord-nordöstlich von Didyma vor und ist u. a. in den oben genannten kleinen Steinbrüchen abgebaut worden (Abb. 4–6).

Die natürlichen geologischen Vorkommen der für die verschiedenen Tempelbauphasen verwendeten Mergel- und Kalkwerksteine sind demnach in zunehmend größerem Abstand zum eigentlichen Bauplatz, insgesamt aber doch in näherer Umgebung zu finden. Steht demnach einerseits die lokale Herkunft der Kalksteine fest, während andererseits größere Abbaustellen nicht existieren, muß die Kalksteingewinnung durchgeführt worden sein, ohne tiefe Spuren in Form großer Steinbrüche in der Landschaft zu hinterlassen.

#### Natürliche Beschaffenheit der Kalksteinvorkommen

Bei der Suche nach solchen Abbauformen ist es zunächst hilfreich, sich die Beschaffenheit des natürlich anstehenden Gesteins zu vergegenwärtigen. In weiten

Bereichen der Didyma umgebenden Plateaus steht abbauwürdiger Kalkstein in etwa 0,8 bis maximal 1,5 m mächtigen Schichten direkt an der Erdoberfläche oder unter geringer Bodenbedeckung an. Diese Kalksteinschichten sind systematisch von nahezu rechtwinklig aufeinander treffenden Scharen paralleler Risse, sogenannter Klüfte durchzogen, die sich im Laufe der Erdgeschichte durch geologische Verbiegung und Zerbrechung des vor etwa 4,5 Millionen Jahren aus flachmarinem Kalkschlamm gebildeten und anschließend verfestigten (lithifizierten) Kalksteins gebildet haben. Zusammen mit den oberen und unteren Schichtflächen des Kalksteins begrenzen sie natürliche Quader variierender Dimensionen, von denen jedoch viele die natürlichen Maße von etwa 1,4 x 1,0 x 0,8 m aufweisen und somit als «Rohblöcke» für Werksteinquader der in Didyma benötigten Dimensionen dienen konnten (Abb. 8). Da diese Rohblöcke bereits in allen Richtungen durch die Klüftung bzw. Schichtung weitgehend vom benachbarten Gestein getrennt sind, erübrigte sich zumeist ein aufwendiges Herauslösen mittels Schrotgräben. Der Einsatz von Hebeln allein erlaubte es, diese Rohblöcke aus ihrem Gesteinsverband zu

lösen und sie nach einer ersten groben Formatierung vor Ort zur Verarbeitung nach Didyma zu transportieren.

Daß und wo dies tatsächlich geschah, läßt sich nun auch nachweisen, und man kann drei Formen oberflächennahen Abbaus von Kalkstein unterschiedlicher Art bzw. Organisation unterscheiden.

### Abbau an Geländekanten der Kalksteinplateaus

An natürlichen Abbruchkanten des Kalksteinplateaus südöstlich und südwestlich von Didyma, aber auch an den vielen Taleinschnitten östlich des antiken Hafens Panormos (Abb. 4), traten und treten stellenweise noch heute viele brauchbare Rohblöcke zutage. Solche Geländekanten boten sich in besonderem Maße zur einfachsten Gewinnung von Rohblöcken an, da die Blöcke hier mit relativ geringem Aufwand aus ihrem Verband zu lösen waren und allein durch ihr Gewicht hangabwärts glitten. Auch die natürliche Verwitterung führte an solchen Kanten im Laufe der Zeit zum Abbrechen und Herabgleiten von instabil gewordenen Blöcken. Interessanterweise finden sich an den Hängen unterhalb der meisten Geländekanten, insbesondere westlich von Didyma, in weiten Bereichen keine derartigen natürlich herabgerutschten Blöcke. Die Vermutung liegt nahe, daß hier mit einfachsten Mitteln sowohl natürlich herausgelöste wie auch mit Hebeln gelockerte Rohblöcke gewonnen worden sind. Zurück blieb eine «abgenagte» Geländekante, der bereits nach relativ kurzer Zeit der stattgefundenen Abbau von Kalkstein kaum noch anzusehen war. Antike Bearbeitungsspuren wird man daher an solchen Kanten nur dann finden, wenn die Mächtigkeit des Kalksteins eine solche erforderte, wie dies in einem der zuvor erwähnten kleinen Steinbrüche östlich von Didyma an der südlichen Kante des Kalksteinplateaus, in

*Abb. 5 Kleiner Steinbruch am Südrand des östlich von Didyma gelegenen Kalksteinplateaus. Deutlich sichtbar ist die abgebaute, ca. 1,2 m mächtige Kalksteinschicht sowie ein zerbrochenes Werkstück (Säule).*

*Abb. 6 Detailaufnahme der antiken Kalksteinsäule im kleinen Steinbruch aus Abb. 5.*

*Abb. 7 Trajanisches Straßenpflaster des Prozessionsweges der Heiligen Straße von Milet nach Didyma im nördlichen Bereich des Apollonheiligtums von Didyma.*

dem noch eine unfertige antike Säule liegt, der Fall war (Abb. 5. 6).

### Abbau in unregelmäßig verteilten Pingen

Eine der anfangs verwirrendsten Beobachtungen bei der intensiven Begehung des Geländes südwestlich von Didyma betraf markante, unregelmäßig verteilte Steinhaufen, die das dichte Buschwerk meist nicht oder nur knapp überragen und dadurch in ihrer Zahl und Ausdehnung nur schwer wahrzunehmen sind (Abb. 9. 10).<sup>16</sup> Diese Steinhaufen sind bis zu 2 m hoch, mit einem Basisdurchmesser von meist weniger als 10 m und ovalem oder gedrungen-sichelförmigem «Grundriß». Direkt neben den ovalen bzw. in der konkaven Rundung der sichelförmigen Stein-

haufen findet sich jeweils eine flache muldenförmige Vertiefung von meist nicht mehr als 1,0 bis 1,5 m Tiefe. Die Steinhaufen liegen in ebenem Gelände, in dem vielerorts der in typischer Rohblockform geklüftete Kalkstein unmittelbar an der Erdoberfläche sichtbar ist (vgl. Abb. 8). Die Steinhaufen sind meist nicht oder nur äußerst spärlich bewachsen, da sie nahezu ausschließlich aus kantigem Kalksteinschutt ohne Erde bestehen (Abb. 10). Da einige Haufen – offenbar in der Vermutung, es handle sich um Grabhügel – aufgegraben wurden oder in neuester Zeit als Schotterlieferanten dienen und teilweise abgebaut werden, ist gelegentlich auch der interne Aufbau der Haufen erkennbar. Dabei fällt auf, daß die Haufen nur im innersten, basalen Bereich einige wenige größere, unregelmäßige Brocken von bis zu 50 cm Durchmesser





8



9



10

enthalten, ansonsten aber aus eindeutig anthropogen gebrochenen Kalksteinstücken von meist weniger als 25 cm Länge bestehen. In vielen Fällen bestehen die Haufen im obersten bzw. äußersten Bereich aus Kalksteinbruchstücken, die typischerweise die Dimensionen von 15 x 10 x 10 cm nicht übersteigen. Dabei ist auffällig, daß die Bruchstücke oft keine oder nur an einer Seite vorhandene natürliche, d. h. geogene Verwitterungsoberflächen aufweisen, ansonsten aber scharfkantige gewölbte Bruchflächen zeigen, wie sie für Abschlagstücke, die beim Behauen von Werkstücken anfallen, charakteristisch sind (Abb. 11a,b).

Offensichtlich handelt es sich bei diesen Steinhaufen demnach um die Halden eines relativ unsystematischen oberflächennahen Kleinbergbaus in einer Vielzahl von sehr flachen Abbaugruben, sog. Pingen. Die größeren Kalksteinstücke im Innern an der Basis der Halden dürften dabei der noch weitgehend unbehauene Abraum sein, der bei der Freilegung des gewünschten Rohblocks anfiel. Das kleinstückigere Material hingegen stellt das bei der üblichen groben Formatierung des Blocks vor Ort angefallene Abschlagmaterial dar. Die ovalen und sichelförmigen Abschlaghalden wurden immer in unmittelbarer Nähe zur Abbaustelle, der Pinge, aufgehäuft, da die erste rohe Bearbeitung und Formatierung des Blocks bzw. der Blöcke vor dem Abtransport zur Baustelle in möglichst geringer Entfernung erfolgen sollte.

In besonders anschaulicher Form sind

**Abb. 8** Unter dünner Bodenbedeckung und spärlichem Bewuchs natürlich freiliegende Oberfläche einer Kalksteinschicht auf einem der Didyma umgebenden Kalksteinplateaus. Deutlich sichtbar ist die natürliche Klüftung des Kalksteins durch annähernd rechtwinklig zueinander orientierte Trennflächen oder 'Klüfte', die die Kalksteinschicht in natürliche Rohblöcke formatiert.

**Abb. 9** Mehrere Abschlaghalden unregelmäßig verteilter Pingen unter dichtem Buschwerk im Abbauareal südwestlich von Didyma (vgl. Abb. 4).

**Abb. 10** Einzelne Abschlaghalde nahezu ohne Bewuchs mit kleinstückigem Abschlagmaterial.

**Abb. 11a,b** Detailaufnahmen typischer Abschlagstücke aus Pingenhalden. Deutlich sind die natürlichen Verwitterungsoberflächen (a) und die klingentartigen, anthropogenen Abschlagkanten (b) zu erkennen.

diese Pingen, häufig aber nur deren Halden etwa 2,5 bis 3 km südwestlich von Didyma zu finden (Abb. 4. 9. 10). Die Halden sind unregelmäßig über das Gelände verteilt, zwischen 5 und 30 m voneinander entfernt und gehen in einigen Fällen sogar ineinander über, wobei sie langgestreckte, dammartige Formen bilden können. Hier sind durch extensiven Kleinstbergbau oberflächennah Kalkwerksteine gewonnen worden, indem passend dimensionierte Rohblöcke zunächst an der Erdoberfläche aufgespürt wurden und anschließend mit relativ geringem Aufwand mittels Hacke, Schaufel, Hebeln und anderem Hebezeug freigelegt und ausgegraben wurden. Dies konnte vom Abbau einzelner Blöcke bis zur eher flächenhaften Gewinnung mehrerer benachbarter Blöcke gehen. Durch die selektive Gewinnung von Rohblöcken der benötigten Dimensionen war der Abbau in Hinblick auf den Arbeitsaufwand relativ rationell, da die Gefahr, ungeeignete Blöcke abzubauen, von vornherein minimiert war. Gleichzeitig stellte diese Abbauweise jedoch ein sehr flächenintensives Unternehmen mit einem erheblichen «Verbrauch von Landschaft» dar. Das Resultat dieser extensiven Ausbeutung ist – um einen derzeit aktuellen Begriff zu gebrauchen – eine «Bergbaufolgelandschaft», die kaum noch zur ackerbaulichen Nutzung geeignet scheint und höchstens noch als Weideland für Ziegen Ertrag bringen mag.<sup>17</sup>

#### Abbau in systematisch angeordneten Pingengruppen und -rastern

Auf dem Hochplateau nordöstlich von Didyma sind über ein erheblich weitläufigeres Areal zahlreiche ähnliche Ab-

schlaghalden zu finden, auch wenn der dichte Bewuchs ihr Erkennen zum Teil erschwert (Abb. 12). Diese Abschlaghalden und ihre zugehörigen Pingen liegen u.a. im Umkreis der kleinen, bereits zuvor beschriebenen Steinbrüche. Im unmittelbaren Nebeneinander der beiden Abbautechniken zeigt sich ein deutlicher Unterschied zwischen den Abschlaghalden: Während die Halden der Pingen zwar meist nicht höher als 2–3 m sind, aber als weiße, «nackte», d. h. unbewachsene Haufen und Dämme sehr markant über die Vegetationsdecke hinausragen, sind die bis zu 5 m hohen und auch ausgedehnteren Steinbruchhalden erheblich stärker mit niedrigem Buschwerk bewachsen. Der Grund liegt in der deutlich größeren Abbautiefe der Steinbrüche, in denen nicht nur die an der Oberfläche liegende Kalksteinschicht gewonnen, sondern der Abbau auch in bis zu etwa 6 m Tiefe zur nächsten Kalksteinschicht vorgetrieben wurde. Die zwischen den Kalksteinschichten gelegenen Mergelstein- und Tonschichten mußten dabei zwangsläufig mit abgebaut werden und landeten ebenfalls als Abraum auf den Halden. Somit bestehen die Steinbruchhalden aus einem erheblich inhomogeneren Kalkstein-Mergelstein-Ton-Gemisch, das Gras und niedrigem Buschwerk ausreichend Nahrung bietet. Wo dagegen nur die oberflächliche Kalksteinschicht abgebaut wurde, mußte kaum Erde bewegt werden, so daß die Halden fast ausschließlich aus Steinen bestehen und nicht bewachsen werden.

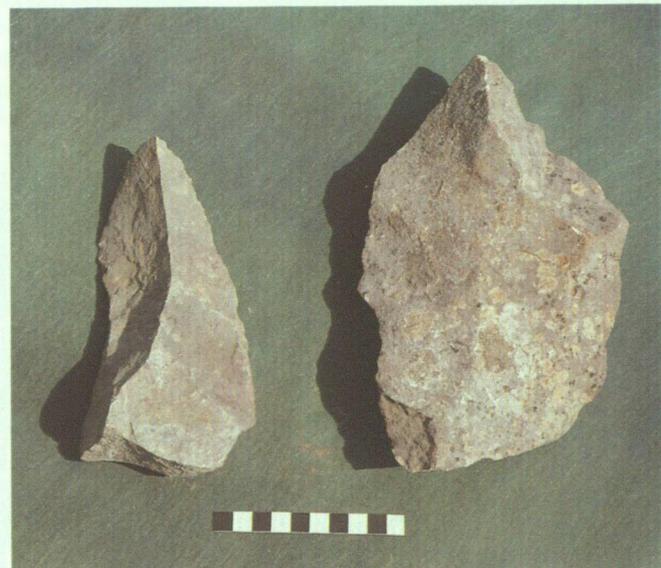
Bei den Geländebegehungen in diesem Areal sowie bei der Auswertung von Luftbildmaterial war bereits aufgefallen, daß viele Abschlaghalden und Pingen systematisch in Reihen angeordnet zu sein schienen. Der überaus dichte Be-

wuchs mit Buschwerk läßt jedoch ihre überblicksartige Erfassung nicht zu (Abb. 12) und eine detaillierte Vermessung des großen Areals hätte in keinem Verhältnis zum zeitlichen und finanziellen Aufwand gestanden. In der Kampagne des Jahres 1997 erhielten wir dankenswerterweise von Seiten der zuständigen türkischen Behörden die Erlaubnis, eine Befliegung und Fotodokumentation der Pingen- und Haldenareale durchzuführen. Das nun aus der Vogelperspektive sichtbare Ausmaß der am Boden nur mühsam auszumachenden Abschlaghalden übertraf alle Erwartungen. Es zeigte sich, daß ein erheblich weiteres Gebiet des Hochplateaus östlich und nordöstlich von Didyma mit Abschlaghalden überzogen ist, als zunächst erwartet. Noch bemerkenswerter war jedoch, daß in diesem Gebiet die Halden in systematischen Reihen und z. T. rechtwinklig, raster- oder gitterartig angeordnet sind (Abb. 13. 14). Erst durch den steilen Blickwinkel aus der Luft läßt sich der weitgehend verhüllende Effekt der dichten Vegetation minimieren und die Haldenreihen erschließen sich in ihrer ganzen Ausdehnung und geometrischen Systematik.

Die Abschlaghalden bilden hier Reihen einzelner Halden oder durchgängige wallartige Dämme, die z. T. über mehrere 100 m zu verfolgen sind und deren Entfernung voneinander in der Regel 20 m nicht überschreitet. Die im linken oberen Bildausschnitt konvergierenden Haldenreihen in Abbildung 13 erstrecken sich übrigens entlang der Erosionskante eines flachen Tälchens, folgen dem natürlichen «Ausbiß» der obersten Kalksteinschicht am Rand des Plateaus und stellen somit ein gutes Beispiel für den bereits zuvor beschriebenen Kalksteinabbau an einer natürlichen Geländekante dar. Die Entfer-



11a



11b

nung zwischen den Haldenreihen ergibt sich aus der maximalen, gerade noch effektiven Entfernung zwischen Abbau- und Zurichtungsplatz.<sup>18</sup>

### Exkurs: Unterscheidung von ähnlichen Oberflächenformen

Natürlich handelt es sich keineswegs bei jedem Steinhaufen im Bereich der mile-sischen Halbinsel um Abraum- oder Abschlagshalden von Pinggen oder Steinbrüchen. Auch die Beräumung von Flächen zum Ackerbau produziert am Rande der Ackerflächen Steinanhäufungen unterschiedlicher Form. Daher kommt, sofern eine Pingge nicht (mehr) erkennbar ist, der genauen Charakterisierung der unterschiedlichen Steinhaufen große Bedeutung zu. Im Unterschied zu den Abschlagshalden der Pinggen finden sich auf den Wällen und Haufen am Rande von Ackerflächen Kalksteinbrocken von erheblich unterschiedlicher Größe und Sortierung, da über längere Zeit immer wieder Brocken an die Oberfläche gepflügt, abgelesen und an den Ackerrand gebracht werden. Zudem finden sich an den Ackerrändern hauptsächlich Stücke mit natürlichen Verwitterungs- und Bruchflächen, während klingenähnliche Abschlagstücke eher selten sind. Zu den charakteristischen natürlichen Verwitterungsspuren zählen vor allem unregelmäßig zerfressene und löchrige, aber auch kantenlose, in runden Formen verwitterte Oberflächen, die auf die An- bzw. Auflösung des Kalksteins durch Regenwasser zurückzuführen sind.

In vielen Fällen, insbesondere in dem

Abbauareal unregelmäßiger Pinggen südwestlich von Didyma, ergeben die Räume zwischen den Halden zudem keine sinnvoll zum Ackerbau geeigneten Flächen. In dieser «Bergbaufolgelandschaft» ist die ackerbauliche Nutzung weitgehend unmöglich gemacht oder doch zumindest stark erschwert worden. Aber auch im Bereich der rasterähnlich angeordneten Haldenreihen behindert die meist geringe Größe der Flächen zwischen den Haldenreihen und die «Kraterlandschaft» der Pinggen häufig die ackerbauliche Nutzung.<sup>19</sup> Dennoch dürfte es in den ehemaligen Pinggenarealen gelegentlich zu einer solchen gekommen sein, wie auch einzelne moderne Ackerflächen zwischen Haldenreihen andeuten (Abb. 14).<sup>20</sup> Sicherstes Kriterium für die (primäre) Funktion ist jedoch im Einzelfall immer die Art und Beschaffenheit der Wälle bzw. das Vorhandensein der charakteristischen Abschlagformen. Nach diesen Kriterien wären vor allem die von H. Lohmann verzeichneten Steinhaufen und Wälle nochmals zu überprüfen.<sup>21</sup> Gelegentlich, etwa bei seinem Beispiel nahe eines Turmgehöftes im äußersten Südwesten der Halbinsel<sup>22</sup>, mag es sich bei Steinwällen und -haufen durchaus um Lesesteine handeln, während andererseits die Beschreibung bei Paton-Myres<sup>23</sup>, die Haufen lägen vor allem am Rand niedriger Geländekanten, eher an die oben beschriebene Kalksteingewinnung denken läßt.

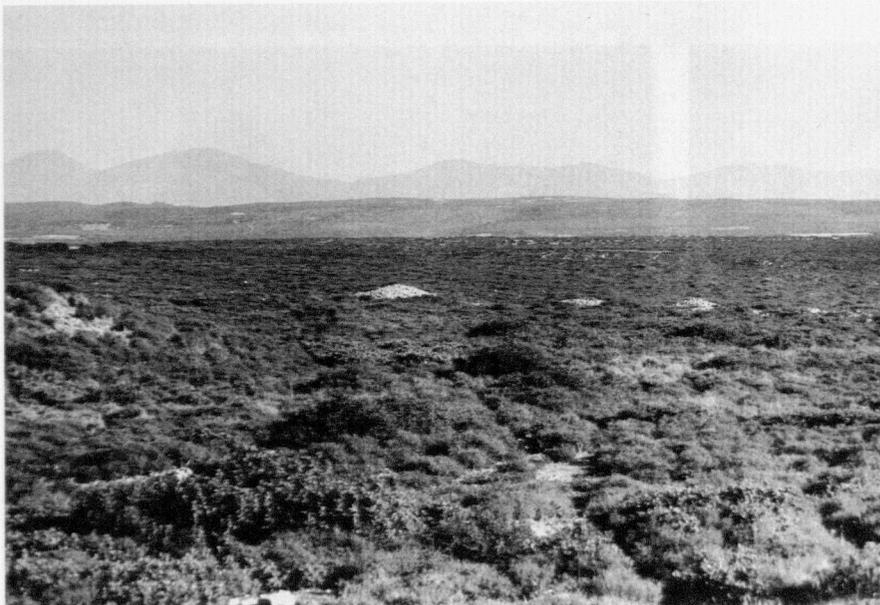
Neben den anthropogenen Formen der durch Bergbau und Ackerbau verursachten «Steinhaufen» läßt sich schließlich ein dritter Typ von Kalksteinanhäufung identifizieren, der auf die Entfernung leicht mit bergbaulichen Abschlagshalden

zu verwechseln, dessen Ursache jedoch geogener Natur ist. Ein solcher weißer Kalksteinhaufen von täuschend ähnlicher Form und Größe wie die Abschlagshalden befindet sich etwa 9 km nördlich von Didyma nördlich der von der Küste ins Inland abbiegenden modernen Asphaltstraße nach Akköy und Milet. Der fehlende Bewuchs und die Dimension dieses an einem relativ steilen, buschbewachsenen Hang gelegenen Steinhaufens entspricht mit 6–7 m Durchmesser und einer Höhe von ca. 3 m (hangabwärts gemessen) den Ausmaßen der anthropogenen Abschlagshalden. Allerdings fehlt in der Umgebung der Stelle nicht nur jegliche Spur von Kalksteinabbau, sondern der «Haufen» besteht auch aus fest miteinander verbundenem Kalkstein im ursprünglichen geologischen Gesteinsverband, der durch die Verwitterung in situ scherbilig in scharfkantige, quader- oder würfelförmige Stücke mit meist weniger als 5 cm Kantenlänge zerbrochen ist. Die Kalksteinschicht war hier bei ihrer geologischen Entstehung deutlich dicker ausgebildet als in den angrenzenden Bereichen und stellt vermutlich ein ehemaliges flaches Algenriff, ein sog. Bioherm dar.

### Kalksteingewinnung auf der mile-sischen Halbinsel: Ergebnisse

Am Boden wie aus der Luft können somit grundsätzlich vier verschiedene Abbauweisen des lokalen Kalksteins beobachtet bzw. vermutet werden: I) in kleineren Steinbrüchen begrenzt auf ein kleines Gebiet mit besonders mächtig anstehendem Onkolith ca. 4,5 km östlich von Didyma; II) durch Ablesen und Abbau von Geländekanten; III) relativ unsystematisch in «Clustern» von Pinggen in größeren Arealen besonders südwestlich von Didyma; und schließlich IV) in sehr systematisch angelegten Pinggenreihen in größeren Arealen besonders nordöstlich von Didyma.

Gerne wüßte man, ob diese verschiedenen Typen der Steingewinnung einer wie auch immer gearteten zeitlichen Abfolge entsprechen, doch leider lassen sich hierfür bisher keine sicheren Anhaltspunkte finden. Die wenigen unfertigen Bauteile in den Brüchen (Abb. 5. 6) sind zu unspezifisch, als daß sie sich einem bestimmten Gebäude zuordnen ließen. Am auffälligsten ist sicherlich der systematische Abbau der obersten Kalksteinschicht im Gebiet nordöstlich von Didyma, der auf eine gut organisierte, recht umfangreiche Abbau-, vielleicht auch Bautätigkeit schließen läßt, während der unsystematische Pinggenabbau und die





Ausraubung von Geländekanten eher den Eindruck eines *ad-hoc*-Abbaus machen. Letzteres scheint die übliche Vorgehensweise der archaischen und klassischen Zeit gewesen zu sein, wie gut datierte Beispiele belegen,<sup>24</sup> während in kaiserzeitlichen Unternehmungen in der Regel ein höherer Organisationsgrad üblich war. So ist man versucht, die systematischen Pingen beispielsweise mit den umfangreichen Baumaßnahmen Trajans zu verbinden, die zumindest für die Pflasterung der Heiligen Straße sicher belegt sind, zumal der Gesteinstyp ebenso wie

**Abb. 12** Typische Geländeansicht mehrerer, meist kaum über das dichte Buschwerk hinausragender Abschlughalden nordöstlich von Didyma (siehe Positionsrahmen in Abb. 4).

**Abb. 13** Deutlich ist nun die systematische Anordnung der Halden in Reihen und Rastern zu erkennen. Die größte der hier sichtbaren Halden ist identisch mit der größeren Halde in Abb. 12. (Bildausschnitt horizontal ca. 250 m).

die Blockformate übereinstimmen. Andererseits wird man sich vor Generalisierungen hüten. Zum einen muß man die Möglichkeit artisanalen Kleinbergbaus auch in der Kaiserzeit in Rechnung stellen.<sup>25</sup> Zum andern wurde der Onkolith bereits in hellenistischer Zeit teilweise für Hintermauersteine des Tempels oder auch für das das sog. Westbecken überbauende Gebäude an der «Felsbarre» verwendet, so daß der systematische Pingenabbau bereits in den Hellenismus, ebenfalls eine Zeit reger Bautätigkeit<sup>26</sup>, datieren könnte. Vielleicht kann eine systematischere Kartierung der Bausteine im Heiligtum zumindest in einigen Fällen *termini post quos* ergeben.

#### Anmerkungen

<sup>1</sup> K. Tuchelt sei auch an dieser Stelle herzlich für seine Unterstützung gedankt. Das Projekt umfaßt neben der Untersuchung und Herkunftsbestimmung der Baumaterialien und Erstellung einer Lithothek auch Fragen der Wasserversorgung, des Naturraumpotentials im allgemeinen und der Marmorverwitterung und -konservierung. Die Ergebnisse werden demnächst in einem eigenen Band der Didyma-Reihe vorgelegt.

<sup>2</sup> Zusammenfassend mit der älteren Lit. K. TU-

CHULT, *Branchidai – Didyma*. AW Sonderheft (1991).

<sup>3</sup> TH. WIEGAND / A. REHM / R. HARDER, *Didyma II. Inschriften* (1958).

<sup>4</sup> Vorläufig L. HASELBERGER, *IstMitt* 33 (1983) 90 ff.

<sup>5</sup> A. PESCHLOW-BINDOKAT, *Jdl* 96 (1981) 157 ff.

<sup>6</sup> A. Peschlow-Bindokat und K. Germann hatten bereits festgestellt (a. O. 212), daß ein besonders grobkristalliner Marmor, der u. a. im Dodekastyllos Verwendung fand, nicht vom Bafa Gölü stammen kann. Unsere eigenen Untersuchungen haben ergeben, daß am Tempel III noch mindestens eine weitere Marmorsorte verbaut wurde, während der Marmor für Tempel II insgesamt importiert ist und für Bauglieder des hochkaiserzeitlichen sog. Tabernakelbaus wiederum ein anderer Marmor, vermutlich ephesischer, verwendet wurde. Verschiedene petrographische und isotopengeochemische Untersuchungen zu diesen Fragen sind derzeit im Gange.

<sup>7</sup> REHM a. O. 14.

<sup>8</sup> Vgl. TH. WIEGAND / H. KNACKFUSS, *Didyma I, Die Baubeschreibung in drei Bänden* (1941) 241; A. REHM, *AbhMünchen* 22 (1944) 17 ff.; L. HASELBERGER, *IstMitt* 33 (1983) 106 Abb. 3; DERS., ebenda 46 (1996) 158 f. 170 ff. Abb. 3.

<sup>9</sup> Vgl. P. SCHNEIDER, *IstMitt* 34 (1984) 333 ff.; DERS., in: *DiskAB* 6 (1996) 78 ff.

<sup>10</sup> Lit. bei H. LOHMANN, *AA* (1997) 287 Anm. 13.

<sup>11</sup> Zuletzt P. SCHNEIDER, *IstMitt* 46 (1996) 147 ff.

<sup>12</sup> P. WILSKI, *Karte der milesischen Halbinsel, Milet I 1* (1906) Kartenbeil.; Wilski schreibt «Steinbruch», doch wird ihm kaum entgangen sein, daß es in diesem Areal mehrere kleine Brüche gibt.

<sup>13</sup> L. HASELBERGER, *IstMitt* 46 (1996) 171 Anm. 86; 174 berechnet das Volumen des Kalksteins der



Hinterfütterung der ersten bis fünften Schicht auf rund 261 m<sup>2</sup>; die Euthynterie besteht vollständig aus Kalkstein.

<sup>14</sup> K. KÄRNER, *Geologische Kartierung im Maßstab 1:10000 der neogenen Sedimente nordöstlich von Mavishehir (Milesische Halbinsel/Südwest-Türkei)*. Diplomkartierung (1998, unpubl.), Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg; S. KÖPPEN, *Das Neogen in der Umgebung des Nymphenheiligtums zwischen Milet und Didyma (SW-Türkei)*. Diplomkartierung (1997, unpubl.), Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg; J. NEUMANN, *Neogene Sedimente in der Umgebung des antiken Didyma (Südwest-Anatolien/Türkei)*. Diplomkartierung (1997, unpubl.), Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.

<sup>15</sup> WILSKI a. O., LOHMANN a. O. 285 ff. und DERS., AA (1995) 193 ff.

<sup>16</sup> Solche Steinhäufen bereits beschrieben bei W. R. PATON / J. L. MYRES, *JHS* 16 (1896) 245 Anm. 3; TH. WIEGAND, *Die milesische Landschaft*, *Milet* II 2 (1929) 13; H. LOHMANN, AA (1997) 293 ff. Zur jeweils vertretenen Deutung als Lesesteinhaufen zur Ackerbereinigung s. u. den Exkurs.

<sup>17</sup> Genauerer Aufschluß über die Nutzung des Landes verspricht die Publikation des Surveys von H. LOHMANN; dazu vorerst DERS., AA (1997) 285 ff. und DERS., AA (1995) 293 ff.

<sup>18</sup> Einzelne Wälle aus kleinstückigem Abschlagmaterial zeigen eine recht ebene, geradezu planiert wirkende Oberfläche. Diese Wälle könnten in der Antike durchaus als einfache Rampen oder Trassen zum Transport der roh formatierten Kalkwerksteine benutzt worden sein.

<sup>19</sup> Bei der Befliegung konnten auch deutlich größere, meist annähernd quadratische oder rundliche, freigeräumte und von Steinwällen

gesäumte Flächen identifiziert werden, die sich wie die Blätter eines Kleeblattes um einen gemeinsamen Mittelpunkt anordnen. Hierbei könnte es sich tatsächlich um ehemals genutzte Ackerflächen antiker Gehöfte handeln. Bei solchen Ackerflächen ist es zum effektiven Einsatz eines Pfluges sinnvoll, anders als bei den relativ engständigen Haldenreihen und -rastern, eine möglichst große Fläche von Lesesteinen und Kalksteinbrocken freizuräumen. Es ist geplant, diese Phänomene in den kommenden Jahren eingehender zu untersuchen, wobei die Ergebnisse des Surveys durch H. Lohmann wesentliche Beiträge leisten werden.

<sup>20</sup> Auffällig ist hier allerdings, daß die Begrenzung des bewirtschafteten Ackers gerade nicht mit den umgebenden Reihen von Halden übereinstimmt, was zu erwarten wäre, wenn es sich um Ackerbegrenzungen handeln würde (Abb. 14).

<sup>21</sup> Vgl. einstweilen oben Anm. 17.

<sup>22</sup> Ebenda zu Fundstelle S 316 bei der griechischen Flurbezeichnung Tu Ssemiu to Tiganakj (vgl. Wilski-Karte).

<sup>23</sup> Hier Anm. 16.

<sup>24</sup> M. WÄELKENS / P. DE PAEPE / L. MOENS, in: *Marble. Art Historical and Scientific Perspectives on Ancient Sculpture* (1990) 56 f.; P. AMANDRY, *BCH* 105 (1981) 714 ff. (zum Kalksteinabbau bei Delphi); W. WURSTER, AA (1969) 16 ff. (dito für den Aphaia-Tempel auf Aegina).

<sup>25</sup> So scheinen etwa die kleinen, unregelmäßig über größere Areale verteilten Steinbrüche und Pingens von Dokimeion, die unseren Verhältnissen stellenweise nicht unähnlich sind, spätrömisch zu sein; vgl. J. RÖDER, *Jdl* 86 (1971) 258 f. 281 f. Abb. 2.

<sup>26</sup> Dazu K. TUCHELT, *Vorarbeiten zu einer Topographie von Didyma*, 9. Beih. *IstMitt* (1973) 103.

*Bildnachweis*

Abb. 2: nach K. Tuchelt, Branchidai – Didyma, Sonderheft der AW (1991) 11 Abb. 14, Photo W. Schiele; 13. 14: P. Grunwald, DAI Berlin; Alle anderen Abb.: G. und B. Borg.

*Adresse der Autoren*

PROF. DR. GREGOR BORG  
 Institut für Geologische Wissenschaften  
 und Geiseltalmuseum  
 Martin-Luther-Universität  
 Halle-Wittenberg  
 Domstraße 5  
 D-06108 Halle/Saale

DR. BARBARA BORG  
 Archäologisches Institut  
 Universität Heidelberg  
 Marstallhof 4  
 D-69117 Heidelberg

**Abb. 14** Luftaufnahme systematischer Haldenreihen und unregelmäßig verteilter Abschlaghaufen, mit begrenzter moderner ackerbaulicher Nutzung. (Bildausschnitt horizontal ca. 400 m).