

7.2 Die steinbruchtechnische Gewinnung und Bearbeitung von Granit und Granodiorit in antiker Zeit

Während die relativ weichen und leicht zu bearbeitenden Gesteinstypen des Kalksteins einschließlich des Calcit-Alabasters und des Sandsteins von Anfang an mit Spitzmeißeln aus Metall abgebaut und ebenfalls mit diesen bzw. häufig auch mit etwas breiteren Meißeln zur Werksteinform hergerichtet wurden, ließ sich diese Technik wegen der hohen Gesteinshärten bzw. sehr dichten Kornbindung bei den Graniten von Aswan nicht durchführen. Hier mußte für den Abbau eine geeignete Methode entwickelt werden, die es gestattete, mit möglichst einfachen Hilfsmitteln die für die Herstellung eines gewünschten Werkstückes notwendige Oberfläche herzustellen, ohne das Werkstück selbst in seiner inneren Struktur dadurch wesentlich zu beeinträchtigen.



Abb. 364. Sequenz verschiedener Abnutzungsgrade von Dolerithämmern: vom scharfkantigen Gesteinsbrocken (links) bis zur abgestumpften und häufig auch gespaltenen Kugel. Sämtliche Stücke zeigen Abnutzungsspuren

Zweifelsohne lagen den altägyptischen Fachleuten bereits zu Beginn der dynastischen Zeit in dieser Richtung einschlägige Erfahrungen vor, was die vielen Funde von Natursteingefäßen aus sehr sorgfältig oberflächenbearbeiteten Hartgesteinstypen zeigen. Zwar sind diese Hartgesteinsgefäße aus der vor- bis fröhdynastischen Zeit stets nur von relativ geringen Ausmaßen, aber sie zeigen doch, daß umfangreiche Erfahrungen im Ausbohren von Gesteinskörpern sowie in der äußeren Bearbeitung wie Reliefierung bzw. Glättung und Polierung von Hartgesteinsoberflächen bestanden haben. Während die Rohlinge für diese Natursteingefäße, die einen Durchmesser von 60 cm nur selten überschritten (meist jedoch wesentlich darunter lagen), leicht in Form von speziell ausgesuchten Lesesteinen in den Wadigründen der Ostwüste, im Gebiet von Asswan, der Wüstengegend westlich von Toshka und aus den zahlreichen Basaltgebieten in der Umgebung von Kairo bis hin zum Fayum verhältnismäßig problemlos aufzufinden waren, mußte für die Herstellung von größeren Werkstücken wie Sarkophage oder Bausteinquader, unabhängig von den bereits vorliegenden Erfahrungen, in dynastischer Zeit eine wesentliche Erweiterung der Bearbeitungstechniken entwickelt werden.



Abb. 366. Doleritischer Gangzug mit natürlicher Klüftung. Die einzelnen Segmente wurden unbearbeitet als Dolerithämmer benutzt

Als ausgereift und in großem Stil für die königlichen Baudenkmäler technisch anwendbar waren die Abbau- und wohl auch Transporttechniken jedoch erst mit dem Abschluß des Baus der Cheops-Pyramide, denn dessen Nachfolger Radjedef war der erste Pharao, der beim Bau seiner Pyramide in Abu Roash in größerem Umfang Granitblöcke als Verkleidungsmaterial vorgesehen hatte. Noch heute lassen sich die Bearbeitungsplätze dieser Granitblöcke unmittelbar am Sockel der unvollendeten Pyramide in Abu Roash im Detail studieren, wo an den Arbeitsplätzen selbst in einigen Fällen sogar noch die in Arbeit befindlichen Verkleidungsblöcke erkennbar sind. Vermutlich war die Verwendung von Granit beim Pyramidenbau im großen Stil erst möglich, nachdem unter Cheops die entsprechende Bearbeitung von Basalt aus dem Fayum zur Fundamentierung seines Pyramidentempels und von Asswan-Granit für die Pyramidenkammern in ausgereifter Form entwickelt worden war, sieht man von vereinzelt Vorgängerbauten, wie z. B. die Granitkammer unter der Djoser-Pyramide (3. Dyn.) einmal ab.

Den Höhepunkt der Granitverwendung erreichten im AR

die Könige Chefren und Mykerinos für die Konstruktion ihrer Pyramiden bzw. Tempelanlagen in Giza. Für dort hat Röder (1965) für das gesamte Bauprogramm des Chefren, also für Tal-, Sphinx-, Pyramidentempel und die Pyramidensockelverkleidung, rund 17000 m^3 Asswan-Granit errechnet und für die Verkleidung der Mykerinos-Pyramide ein Volumen von 15000 m^3 abgeschätzt. Für das gesamte AR errechnete er eine verbaute Granitmenge von insgesamt 45000 m^3 , was einer Rohmaterialmenge von rund 100000 m^3 entsprechen sollte. Diese Abschätzungen erscheinen durchaus plausibel.

Die Bewältigung dieses enormen Materialvolumens wurde durch die Einführung der Steinhammerteknik möglich, die vermutlich zunächst im Aswaner Granitgebiet entwickelt wurde.

Das Werkzeugmaterial bestand aus dem in Aswan in zahlreichen Gangsystemen anstehenden, scharfkantig brechenden Dolerit, einem schwach metamorphen basaltischen Gestein. Dieses scharfkantige, sehr feinkörnige und wegen seiner intensiven Kornverfilzung mechanisch sehr resistente Material wurde in Stückgrößen bis zu 5 kg in Aswan gebrochen und zur Bearbeitung der Hartgesteine verwendet. Später hat man auch noch andere geeignete Gesteinsvarietäten für derartige Gesteinshämmer verwendet, wozu im Aswaner Gebiet im wesentlichen der Silifizierter Sandstein vom Westufer des Nils aus den Gebieten des Gebel Tingar, Gebel Sidi Osman und Gebel Saman zu zählen sind. Mit diesen Gesteinsqualitäten wurde zunächst der relativ grobkörnige und damit mechanisch weniger widerstandsfähige Granit bzw. Granodiorit des Aswaner Gebietes bearbeitet, indem mit den scharfen Kanten bzw. scharfen Ecken dieser Gesteinshämmer die Oberfläche des Werkstückes durch Abklopfen von feinen Splintern abgeschlagen bzw. in folge des auftreffenden Gewichtes des

Gesteinshammers auch abgemehlt wurde. Auf diese Weise läßt sich ein Werkstück sehr materialschonend Schicht um Schicht bis zur gewünschten Form gestalten, ohne daß dadurch die interne Gesteinsstruktur des Werkstückes besonders beansprucht wird. Hierin liegt unter anderem das Geheimnis der hohen Verwitterungsresistenz altägyptischer Hartgesteinsobjekte, die bei weniger sorgfältiger und schonender Oberflächenbehandlung auch in dem verwitterungsgünstigen ariden Klima Ägyptens ohne Zweifel keine so große Haltbarkeit aufweisen würden.

Erstaunlicherweise wurden trotz der einfachen Zugänglichkeit des Aswaner Granitgebietes bisher nur relativ wenig detaillierte Untersuchungen über die Abbautechniken in diesem Gebiet und ihre Entwicklung während der Antike angestellt. Als erster hat De Roziere (1809) die römischen Spaltspuren im Aswangebiet erkannt und als solche auch richtig eingeordnet. Auf ihn beziehen sich wohl auch die meisten späteren Darstellungen der altägyptischen Steinbearbeitung, die häufig mit abwegigen Deutungsversuchen angereichert wurden. Eine erste Karte des Steinbruchgebietes von Aswan wurde von De Morgan et al. (1894b) publiziert. Allerdings hält De Morgan die von ihm beschriebenen römischen Abbauspuren der mittleren Kaiserzeit für altägyptisch. Auch Platt (1909) hält die Erfindung des Keilspaltverfahrens für altägyptisch, stellt dagegen richtig fest, daß die heute im Aswaner Granitgebiet überall deutlich sichtbaren Keilspaltspuren römisch seien. Erst durch die grundlegenden Arbeiten von Engelbach (1922), der den unvollendeten Obelisk freilegen lassen, wurden die entscheidenden Dokumente zum Studium der altägyptischen Steinhammerklopftechnik in einem besonders schönen und bis ins Detail nachvollziehbaren Beispiel erkannt und deutbar. Allerdings hat Engelbach die massenhaften Spuren anderer Abbautechniken, vorwiegend der ptolemäischen und vor allem der römischen Keilspaltverfahren in der unmittelbaren Umgebung des unvollendeten Obelisk weniger beachtet. Die beste und in ihren wesentlichen Abschnitten heute noch zutreffendste Dokumentation und Aufklärung der verschiedenen historischen Bearbeitungsspuren im Aswaner Granitgebiet stammt von Röder (1965). Dieser Forscher hat nicht nur im Aswaner Granitgebiet die dort vorhandenen antiken Bearbeitungsspuren eingehend untersucht, sondern darüber hinaus auch Untersuchungen in den ausschließlich römischen Steinbruchgebieten des Mons Claudianus, des Mons Porphyrites (Gebel Dokhan) und im Wadi Hammat im Gebiet der dortigen Grauwacken (»bekhen-Stein“) angestellt. Dadurch konnte er gut datierbare Bearbeitungsspuren aus dem Gebiet der Ostwüste insbesondere vom Mons Claudianus im Vergleich mit Aswaner Abbaubeispielen in einer zeitlichen Abfolge erkennen und somit, jedenfalls für die römische Kaiserzeit, eine Datierungsgrundlage festlegen. Allerdings kann die von Röder festgestellte zeitliche Abfolge der Keilspalten nicht unwillkürlich hingenommen werden. Es stellte sich vielmehr heraus, daß sämtliche römischen Keilspaltungstechniken, nachdem sie einmal entwickelt waren, auch später immer wieder parallel verwendet wurden, wobei sich die Wahl des jeweiligen Keilspaltungsverfahrens nach dem in Aussicht genommenen Werkstück richtete. Dies gilt gleichermaßen für Steinbrüche in den übrigen römischen Provinzen (Ward-Perkins 1971 u. 1973).

Ohne Zweifel hat auch Röder die altägyptische Steinhammerklopftechnik richtig gesehen und technisch richtig erläutert. Hier sei besonders auf seine ausgezeichneten Beobachtungen der Bearbeitungsspuren am unvollendeten Obelisk verwiesen. Röder hat hier erstmals die Organisation am Arbeitsplatz dieses "gigantischsten monolithischen Werkstücks der menschlichen Geschichte" nachvollzogen und konnte anhand der heute noch erkennbaren Arbeitsplatzerteilung genau die Zahl der dort tätigen Arbeiter bestimmen. Dieser 41,75 m lange unvollendete Obelisk hat an der Basis seines Pyramidions eine Kantenlänge von 2,5 und am Fußende von 4,4 m. Sein Gewicht hätte nach Fertigstellung erheblich mehr als 1000 t betragen (Röders

Berechnung liegt bei 1100 t). Damit wäre dieser Monolith um ca. 400 t schwerer als die Memnon-Kolosse, die mit ca. 720 t die schwersten monolithischen Denkmäler Altägyptens darstellen. Röder nimmt an, daß die Fertigstellung des Obeliskens wegen einiger Kluftstiche im oberen Teil des Obeliskens verworfen wurde. Tatsächlich sind diese Kluftstiche wohl noch in der Bearbeitungszeit des Obeliskens selbst aufgeklopft und untersucht worden. Später wurden hier noch in römischer Zeit Keilspalten eingemeißelt, so daß optisch der Eindruck einer scheinbar fatalen Kluftrißbildung noch verstärkt wird. Andererseits zeigen alle Obeliskens derartige feine Kluftmuster, und es ist auch nicht zu erwarten, daß selbst in dem tektonisch relativ wenig gestörten Gebiet Aswans völlig klüftungsfreie Gesteinspartien über Strecken von mehr als 20 m anzutreffen sind. Ob nun diese, im Vergleich mit anderen Obeliskens, wenig dramatische Klüftung oder das nicht mehr zu bewältigende Gesamtgewicht des fertigen Werkstückes oder politische Gründe zum Abbruch der Arbeiten führten, muß letztlich weiterhin offen bleiben.

Noch heute kann man deutlich an den ausgearbeiteten Gräben entlang der Obeliskensflanken, den sog. Schrotgräben, die rundlichen Ausbuchtungen erkennen, die jeweils einen Arbeitsplatz darstellen. Diese Ausbuchtungen sind im Durchschnitt 0,6 m breit (Abb. 361). In der Annahme, daß jeweils ein Arbeiter in einem solchen Schrotgraben mit dem Gesicht zum Obeliskens und der nächste mit dem Rücken dazu arbeitete, konnten Engelbach und Röder jeweils eine Schichtmannschaft von 130 Personen errechnen.

Röder stellte auf der Basis von eigenen Klopffversuchen fest, daß ein Arbeiter nach einiger Übung in der Minute ungefähr 12 cm³ Gesteinsmaterial abarbeiten konnte, in einem Arbeitstag von 8 h also rund 6000 cm³ Material. Das macht im Arbeitsjahr, unter der Voraussetzung von 300 Arbeitstagen, rund 1,8 m³. Bei der genannten Arbeiterzahl mußten für den Obeliskengraben, wie er sich heute darstellt, pro Mann rund 1,7 m³ Arbeitsleistung erbracht werden, was bei einer einfachen Schicht eine Bearbeitungszeit von weniger als 1 Jahr bedeutete. Falls jedoch in zwei Schichten gearbeitet wurde, könnte sich nach Röders Berechnungen die Gesamtarbeitszeit auf rund 8 Monate verkürzt haben.

In ihrem Totentempel bei Deir el-Bahari in Theben-West berichtet Königin Hatschepsut, daß für die Herstellung eines ihrer großen Obeliskens vom Steinbruch bis zur Aufstellung im Tempel von Karnak eine Gesamtbearbeitungszeit von 7 Monaten erforderlich war. Allerdings wird dabei nichts über die Anzahl der in diesen Arbeiten involvierten Arbeiter ausgesagt. Damit liegen die Berechnungen von Röder durchaus in einer realistischen Größenordnung. Dabei muß man hier aber auch bedenken, daß bei Verwendung von spitzen und scharfkantigen Gesteinshämmern - Röder geht bei seinen Berechnungen allerdings von abgerundeten Hämmern aus, mit denen das Gestein zermahlt und nicht abgeschlagen wurde - mit Sicherheit eine erhöhte Arbeitsleistung pro Mann und Schicht erbracht werden konnte. Auch auf dieser Basis wäre eine Bearbeitungszeit von 7 -10 Monaten für die Fertigstellung eines Obeliskens vom Steinbruch einschließlich der Aufstellung im Tempelbereich zu kalkulieren.

Derartige mannbreite Steinhammerschrotgräben waren jedoch mit Sicherheit in altägyptischer Zeit nur bei der Herstellung von übergroßen Gesteinsobjekten, wie z. B. Obeliskens oder auch großen Säulen angelegt worden.

Die Hauptmasse der Werkblöcke wurde in pharaonischer Zeit von den durch die Verwitterung entlang einer relativ weitmaschigen natürlichen Gesteinsklüftung herausgearbeiteten kugeligen bis linsigen Großblöcken gewonnen. Diese charakteristische Verwitterungsart, die zu Formen führt, die von weitem an aufeinandergestapelte Baumwollsäcke erinnern, wird in der Geologie als Wollsackverwitterung bezeichnet.

Das Ergebnis einer solchen großflächigen Wollsackverwitterung sind dann häufig sog. Felsenmeere, wie es die Abb. 379 zeigt. Man muß sich wohl zu Beginn der pharaonischen Zeit die gesamte Granitfläche Aswans weitgehend als ein solches Felsenmeer vorstellen. Aus derart herausgewitterten Felsblöcken wurden dann von den Steinmetzen die für die gewünschten Werkstücke passenden Blöcke ausgewählt und anschließend mit der Steinhammerklopf technik von ihrer Verwitterungsrinde freigeklopft (Abb. 356 und 357), bis der unverwitterte Kern freilag. Von diesen "Steinbrüchen" finden sich naturgemäß nur noch sehr spärliche Relikte im Aswaner Granitgebiet, die meist aus flachen Halden von scharfkantigen Granitsplittern bestehen (Abb. 358).

Die Beurteilung der Gesteinshämmer und deren Herkunft wurde nach unseren Erkenntnissen von Röder nicht ganz richtig gesehen. Er nahm an, daß die Herkunft des Materials der Gesteinshämmer aus der Ostwüste gesichert sei, weil er offensichtlich bei seinen Begehungen in Aswan die dort vorhandenen zahlreichen Doleritgänge, die der Hauptklüftung mit einer Streichrichtung von west-südwest nach ost-nordost folgen, übersah. In der Nähe von derartigen doleritischen Gangsystemen lassen sich an einigen Stellen heute noch deutlich künstlich angelegte Gesteinshammermagazine erkennen (Abb. 367). Hier lag offensichtlich die Hauptquelle der Gesteinshämmer, wie sie nicht nur im Aswaner Steinbruchgebiet, sondern nahezu in allen Steinbruchgebieten Ägyptens nach unserer Erkenntnis verwendet worden sind. Allerdings sei hier vermerkt, daß insbesondere in weiter entfernten Steinbruchgebieten nicht selten auch geeignete lokale Gesteinsqualitäten als Gesteinshämmer Verwendung fanden. Zum Pyramidenbau hat man jedoch offensichtlich aus Aswan mitgebrachtes Doleritmaterial als Gesteinshämmer verwendet.

Die Abb. 364 zeigt die Entwicklung von Steinhämmern vom Originalbrocken bis zur abgearbeiteten Kugelform, die dann schließlich verworfen wurde. Es verwundert daher kaum, daß im Aswaner Granitgebiet, ebenso wie in den anderen steinverarbeitenden Gebieten Ägyptens, die rundgearbeiteten, verworfenen Gesteinshämmer massenhaft gefunden werden. Dies führte sicher auch zur Annahme, daß abgerundete Gesteinshämmer (sog. Doleritkugeln) das Hauptbearbeitungswerkzeug für die Steinhammerklopftechnik im pharaonischen Ägypten darstellten.

Selbstverständlich zerbrachen die Gesteinshämmer nicht selten beim Klopfen, und die dabei entstandenen Halbkugeln wurden dann gerne als Glättsteine verwendet, um Gesteinsoberflächen, die durch die Hammertechnik zunächst grob bearbeitet wurden, zu glätten. Sehr häufig sind solche Glättsteine nicht in einer Halbkugelform ausgebildet, sondern in einer nur teilweise abgearbeiteten Form, wie sie während der Verwendungszeit eines normalen Steinhammers entstehen (aber dann immer in Formen, die besonders gut "in der Hand liegen").

Für die Politur von Hartgesteinsoberflächen jedoch eignete sich die Verwendung dieser Glättsteine nicht ohne ein geeignetes Polier- und Schleifmittel. Auch dieses findet sich im Raum von Aswan in Form von 1 - 3 m mächtigen hydrothermalen Quarzgängen südöstlich der Ortschaft Nag el-Gezi- ra, ca. 3 km nördlich von Aswan. In früherer Zeit mußten die großen weißen Abraumhalden bei Nag el-Gezira dem ankommenden Touristen bereits von weitem entgegengeleuchtet haben, wie aus alten Reiseberichten zu entnehmen ist (Baedeker 1928). Heute ist diese Gegend wegen einer Verladestation für Eisenerz von rotem Staub überzogen, und die Lokalisation dieser Quarzgangsysteme im Gelände ist entsprechend mit Schwierigkeiten verbunden. Der dort gewonnene Quarz wurde je nach gewünschter Schleif- bzw. Polierqualität in verschiedene Sieb fraktionen unterteilt, mit Wasser aufgeschwemmt und dann mit den erwähnten Glättsteinen in

kreisförmigen Bewegungen zur Oberflächenbearbeitung verwendet. Die scharfen Kanten der frischgebrochenen Quarzkörner mit der Härte 7 nach der Mohs'schen Härteskala vermögen alle Mineralien, wie sie im Aswaner Granit vorkommen, einschließlich ihrer Quarzbestandteile, gut zu schleifen bzw. in einem Feinpoliergang zu polieren. Mit einem Stereomikroskop lassen sich auf den gut polierten Granitoberflächen die feinen Schleifkratzer, trotz der im allgemeinen hochwertigen Politur, in der Regel leicht erkennen.