

JÜRGEN BECKER

# DIE SANDSTEINBRÜCHE IM GEBIET VON MUSAWWARAT ES SUFRA<sup>1)</sup>

## I. EINLEITUNG

Die Bausteinprovenienz des Architekturkomplexes der Denkmäler von Musawwarat es Sufra erläutert der nachfolgende Aufsatz in einer

1) *Herrn Prof. Dr. STEFFEN WENIG, Seminar für Sudanarchäologie und Ägyptologie der Humboldt-Universität zu Berlin, danke ich sehr dafür, daß er mir die Untersuchung der Steinbrüche in Musawwarat es Sufra angeboten hat. Die Ergebnisse waren nur dadurch zu erzielen, daß ich die unerläßliche, vor Ort aber nicht mögliche interdisziplinäre Zusammenarbeit durch anschließende Diskussion meiner Fotodokumentation sicherstellen konnte. Für die Diskussionsbereitschaft und sonstige fachliche Beratung und Unterstützung möchte ich mich bedanken bei Frau GERTRUD RÖDER, Koblenz, die aufgrund ihrer langjährigen Erfahrung in der Erkundung antiker Steinbrüche guten Rat in vielerlei Hinsicht gegeben hat, Frau RENATE VAN DEN ELZEN, Zoologisches Forschungsinstitut und Museum Alexander König in Bonn, deren Gutachten zur Abgrenzung ornithogener Spuren von geogenen Lochformen den Verfasser vor anfänglichen Irrtümern bewahrte, Herrn JÜRGEN WEINER, Rheinisches Amt für Bodendenkmalpflege, dem ich grundlegende montanarchäologische Hinweise und den ersten Anstoß zur Weiterverfolgung der Bohrtechnik zu verdanken habe, Herrn Dr. JOSEF EIWANGER, Kommission für Allgemeine und Vergleichende Archäologie des Deutschen Archäologischen Instituts in Bonn; Dr. EIWANGER hat die Arbeit vor allem durch Erörterung der Werkzeug-Schleifvorgänge und ihrer Abbildung in den jeweiligen charakteristischen Sekundärspuren in den Sandsteinbrüchen sehr gefördert, den Herren Prof. Dr. GERD WEISGERBER, Museumsdirektor, und Dr. CHRISTOPH BARTELS, Kustos, Deutsches Bergbau-Museum, Institut für Montanarchäologie in Bochum, die überaus eingehend die Frage der antiken Schlagbohrtechnik in Musawwarat diskutiert, diese verifiziert und historisch eingeordnet haben, Frau Dr. MARIA-THERESIA DERCHAIN, Köln, wegen ihrer Hinweise zur phonetischen Bedeutung bestimmter Steinbruchzeichen, Herrn VOLKER MARX, Bildhauer und Steinmetzmeister in Euskirchen, für die oftmals geleistete Hilfe bei der Analyse von antiken Werkzeugmarken und -spuren vor dem Hintergrund der steinbearbeitungstechnischen Zusammenhänge und ihrer Formung der Spurenbilder; die langjährige fach-*

gerafften Darstellung. Diese enthält die wesentlichen Ergebnisse einer systematischen Untersuchung der Steingewinnung an den west-nordwestlichen sowie den südöstlichen Felshängen des Wadi es Sufra während der Frühjahrskampagnen 1998 und 1999.<sup>2)</sup> Sie waren nur deshalb

*liche Zusammenarbeit hat zu einer verlässlichen, freundschaftlichen Verbundenheit geführt, die bei der vorliegenden Arbeit zum Tragen kam, Herrn Prof. Dr. BALDUR GABRIEL, Fachhochschule Eberswalde, Fachbereich Landschaftsnutzung und Naturschutz, für die intensive Erörterung spezieller Fragen der Abgrenzung anthropogener Spuren und geogener Phänomene in Musawwarat sowie die kritische Durchsicht des Manuskripts des Untersuchungsberichts nebst Korrekturvorschlägen, Herrn FRITZ WEBER, Studiendirektor in Euskirchen, der in vielen Fragen der Geomorphologie und Petrologie hilfreich zur Seite stand, Herrn Prof. Dr.-Ing. GERNOT KLEIN, Fachhochschule Koblenz - Fachbereich Keramik-, für die Erörterung der Gewinnung und Aufbereitung von Rohstoffen und Farbpigmenten für Keramik sowie die elektronenrastermikroskopische Untersuchung von Gesteins- und Tonproben aus Musawwarat. Frau ROSEMARIE KLEMM in Dissen möchte ich dafür meinen Dank sagen, daß sie mir eine Auswahl ihrer Fotoaufnahmen aus ägyptischen Steinbrüchen für den Untersuchungsbericht zur Verfügung gestellt hat. Hilfreiche Unterstützung erfuhr ich bei meinen Fotoaufnahmen im Deutschen Bergbau-Museum; dafür und für die Gestattung des Abdrucks danke ich Herrn Prof. Dr. WEISGERBER und Herrn Dr. BARTELS ganz besonders.*

2) *Der umfassende Untersuchungsbericht mit den Einzelfeststellungen und weiteren Maßangaben, den Meßdaten und deren Auswertung, der Diskussion der Lösungen zur Abgrenzung von zweifelhaften Abbau-spuren zu natürlichen Phänomenen (insbesondere bei Lochformen in Felswänden) sowie der Auseinandersetzung mit weiterer Literatur liegt dem Seminar für Sudanarchäologie und Ägyptologie der Humboldt-Universität zu Berlin im Entwurf vor. Er bedarf einer abschließenden Überarbeitung aufgrund der Kontrollinspektionen dieses Frühjahrs und einiger noch ausstehender spezieller Spurenanalysen vor Ort. Die Veröffentlichung des Berichts mit ausführlichem Bildteil ist zu einem späteren Zeitpunkt vorgesehen. Die wesentlichen Ergebnisse sind der DFG im Oktober 1998 vorgelegt worden.*

zu erzielen, weil die unerläßliche, vor Ort aber nicht mögliche interdisziplinäre Zusammenarbeit jeweils im Anschluß an die Geländesurveys durch eingehende Diskussionen der Fotodokumentation mit Experten der berührten Disziplinen sichergestellt werden konnte.

2. ALLGEMEINE BEMERKUNGEN

Die Landschaftsgliederung der nördlichen Butana hat B. Gabriel (1997), auch mit Blick auf das Gelände um Musawwarates Sufra, bereits beschrieben. Sie zeigt hier in den Talrandzonen wegen der vielgestaltig zergliederten Sandsteintafel eine für die Prospektion der Steinbrüche und die skizzenhafte Fixierung ihrer örtlichen Lage nicht in allen Fällen unproblematische Geländestruktur.

Das abgebaute Gestein<sup>3)</sup> ist wegen seiner kieseligen Zementphase (umgelagerter Quarz) ein

3) Es handelt sich um einen Sandstein der Nubischen Serie, der überwiegend in einer Qualität von hoher Porosität und geringer Dichte gewonnen wurde. Diese ist im bruchfrischen Zustand weiß mit stellenweiser dunkler Sprengelung (1-3 mm große Konkretionen von Fe-Hydroxidmineralien resp. Fe-Oxidhydraten) und vereinzelt rotvioioletten Bändern; die frische Bruchfläche einer bergfeuchten Gesteinsscherbe läßt sich mit der Hand absanden und leicht mit dem Fingernagel einritzen.

Quarzsandstein mit einem hohen Anteil wasserlöslicher Mineralsalze.<sup>4)</sup>

Hinsichtlich der Gewinnung – entsprechend gilt für die Bearbeitung nur bei weniger dichten Sandsteinen – wird der Sandstein allgemein zu den weichen<sup>5)</sup> Gesteinen gerechnet (Arnold 1991: 27, mit Hinweis darauf, daß bei harten = stark verfestigten Sandsteinsorten über die in ägyptischen Steinbrüchen bis zum Aufkommen des Eisens eingesetzten Werkzeuge Unklarheit besteht. Er hält m. E. zutreffend jedenfalls die aus pharaonischer Zeit erhaltenen Bronzemeißel auch nach Härtingsverfahren wegen zu starker

4) S. Hintze et al. 1993:338; Wolf 1996:7.

5) Die für die Praxis notwendige Unterscheidung von „Weich“ - und „Hart“gestein folgt keinen wissenschaftlichen Definitionen, bis heute fehlt eine allgemein anerkannte Begriffsbestimmung. Ein Kennzeichnungsspielraum ist aber erforderlich, weil die Einstufungen in der Praxis von der Bearbeitungsweise her mitbestimmt sind (Mehling 1981: 209, 615). Die Eigenschaften „hart“ oder „weich“ sind am geeignetsten durch die mittels technischer Daten erfaßbare Festigkeit der Gesteine zu konkretisieren: Welchen Widerstand ein Material einem Werkzeug entgegengesetzt, wird u. a. durch die Ermittlung der Schlagfestigkeit (auch als Schlaghärte bezeichnet) des Materials definiert (verschiedene normierte Verfahren ermitteln die Gefügezerstörung unter dynamischer Belastung).

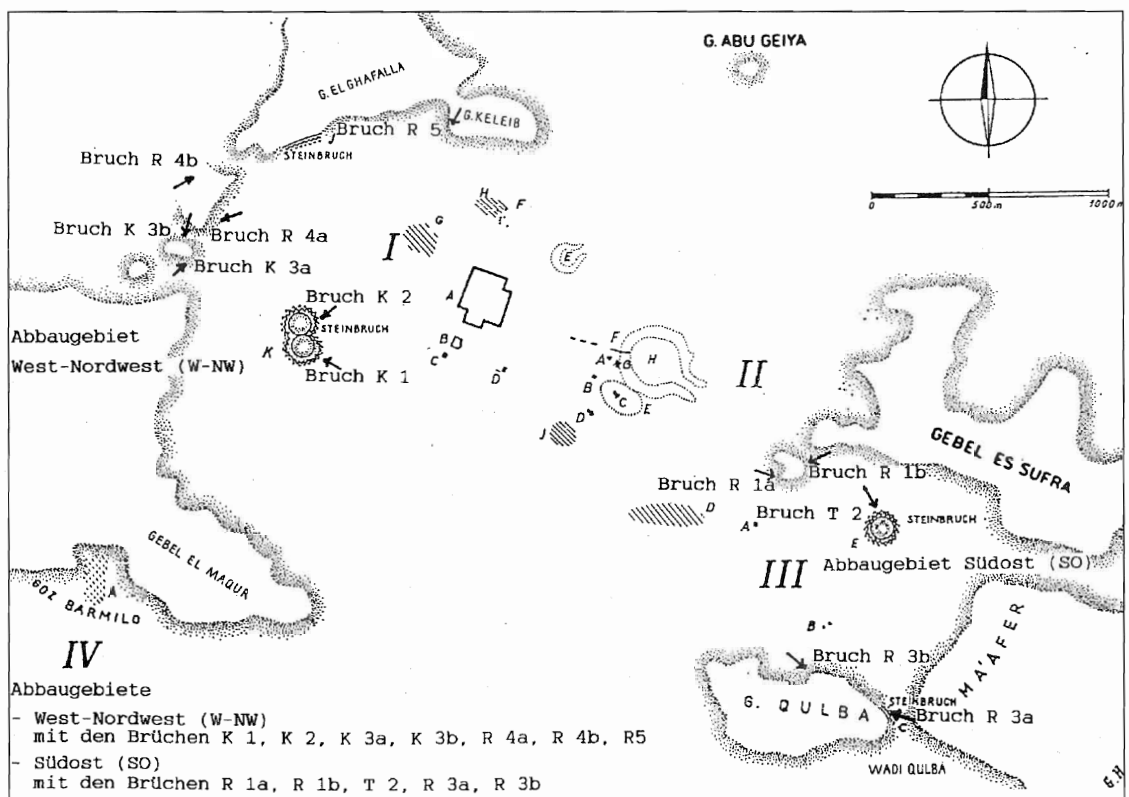


Abb. 1: Provisorischer Plan der untersuchten Steinbrüche (C, E, J u. K: Die seit den 60er Jahren bekannten Steinbrüche). K = Kegel; R = Rücken; T = Torso

Abnutzung für wenig geeignet (id. 1994: 247).<sup>6)</sup> Eine bereits 1966 durchgeführte Laboruntersuchung einer örtlichen Sandsteinprobe aus Musawwarat ergab eine weiche Qualität. Entsprechende weitere Ergebnisse liegen nicht vor. Eigene einfache Festigkeitsversuche in Musawwarat zeigten, daß zwar Unterschiede – auch innerhalb der Brüche selbst – bestehen, diese aber generell nicht zu auffälligen Festigkeiten tendieren. Von dieser grundsätzlichen Feststellung, die für den weitaus größten Anteil des in

Musawwarat abgebauten Gesamtvolumens gilt, weichen lediglich die Bruchzonen dicht unter den Plateauflächen der beiden markanten Schildinselberge, die in beträchtlicher Höhe über dem Talboden angelegt worden sind, signifikant ab. Bei den hier anstehenden Gesteinsqualitäten in für ihre Genese charakteristischer Höhenlage handelt es sich um einen stark verfestigten Sandstein.<sup>7)</sup>

Aus den Prüfungen insgesamt folgt für die Gewinnung des Gesteins, daß sie keine besondere Herausforderung an den antiken Steinhauer darstellte<sup>8)</sup> und daß deshalb auch keine anspruchsvollen Abbautechnologien zu erwarten waren.

Fragen der Verwitterung haben für die archäologische Untersuchung von ausgedehnten und über einen längeren Zeitraum ausgebeuteten Abbauarealen neben anderen, im wesentlichen technischen Gesichtspunkten eine nicht zu unterschätzende Bedeutung. Dies gilt

*Nach dem Verfahren DIN 52 107 reicht diese Festigkeit bei Nubischem Sandstein von 5 bis zu 10 Schlägen bis zur Zerstörung (Arnold 1991: 28). Diese Spanne weist Festigkeitsunterschiede von bis zu 100 % aus. Mit der Schlagfestigkeit eines Gesteins geht dessen Druckfestigkeit (Widerstand gegen statische Belastung bis zur Gefügezerstörung; Verfahren nach DIN 52 105, angegeben in N/mm<sup>2</sup>) als Baumaterial einher. Sie liegt bei Quarzsandsteinen zwischen 29,4 und 176, 6 N/mm<sup>2</sup> (Mehling 1981: 109; umgerechnet) und wird von Arnold (1994:39) speziell für Nubischen Sandstein mit 58,9 bis 117,7 N/mm<sup>2</sup> (umgerechnet; diese Spanne weist ebenfalls Festigkeitsunterschiede von 100 % aus) angegeben. Besonders beanspruchte Architekturteile sind daher mit großer Wahrscheinlichkeit aus Brüchen mit stärker verfestigten Schichten in entsprechenden Mächtigkeiten gewonnen worden.*

6) S. hierzu auch die Feststellungen von Wolf (1995:12) zu den unterschiedlichen Ausprägungen der Korrosionsprozesse von Block zu Block im Mauerwerk.

7) *Das Material ist aber nicht als silifizierter Sandstein (Quarzit) anzusprechen (zu den Genesemöglichkeiten s. Klemm-Klemm 1993: 283-284 sowie zu gleichartigen Vorkommen in Ägypten nördliche Plateaufläche des Gebel Gulab - ibid. 293), vgl. ferner Louis (1968:401) zum Bereich der verfestigten Gesteinsbänke in den oberen Partien des Randabfalls der Schichttafeln mit größeren und kleinen Wandstufen.*

8) *So auch im Ergebnis zutreffend Gabriel (1997:25).*

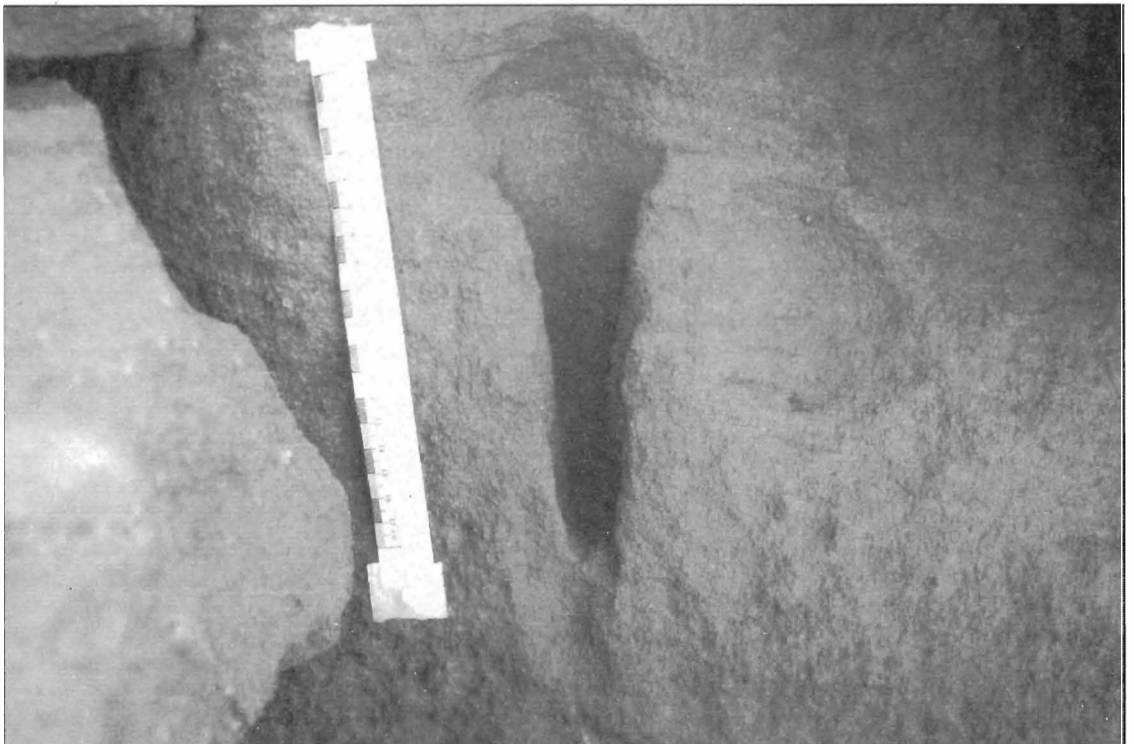


Abb. 2: Werkspuren von Pickhammer und Hebel (Rundholz mit einem halbkugelförmig abgenutzten Ende) im Bruch R 5 – Abbaugbiet W-NW.

vornehmlich dann, wenn auch auf eine mehr oder weniger konkrete Fixierung der lokalen und möglichst der zeitlichen Abfolge der Steingewinnung abgezielt wird. Zutreffende Analysen von Verwitterungsphänomenen und Identifizierung von Abbauaktivitäten zum Zwecke periodischer Zuordnung sind nicht zu trennen.

In der geomorphologischen Literatur nimmt die Verwitterung allgemein den breitesten Raum ein. Sie wird darin naturgemäß großflächenbezogen, wenn auch unter Berücksichtigung von Klein- und Kleinstformen, dargestellt. Dagegen muß das Schrifttum über Verwitterung an Natursteinen in Baudenkmalern und Steinbrüchen jeweils als Ergebnis von Einzelfallprüfungen gelten; eine systematische Untersuchung dieser Verwitterungsprozesse fehlt.<sup>9)</sup> Für die Situation speziell in Musawwarat es Sufra liegt aber eine bemerkenswert umfassende, detailliert begründete Untersuchung der Wirkung der verschiedenen Umweltfaktoren und gesteinsinhärenten Ursachen auf das versetzte Baumaterial „Nubischer Sandstein“ vor (Wolf 1995: 10-19; 1996: 6-10). Die Feststellungen zur Verwitterung des noch in den Steinbrüchen anstehenden Gesteins als Träger von Abbauspuren sind hierauf abgestützt. Natürlich waren die Besonderheiten zu berücksichtigen, die sich aus den Unterschieden zwischen einem Felsgelände und einem Gebäudekomplex ergeben. Sind es hier überwiegend größere senkrechte, geglättete Steinflächen, die Gegenstand der Beobachtungen und Bewertung von Verwitterungserscheinungen waren, so bilden einheitlich strukturierte Wandflächen im Steinbruch dagegen die Ausnahme. Beobachtung und Bewertung von Verwitterungsfolgen auf  $\pm$  horizontalen sowie auf stark strukturierten  $\pm$  vertikalen, kleinflächig ständig wechselnd wind- und sonnenexponierten Gesteinspartien stehen im Bruch im Vordergrund.

Die bereits vorliegenden Erkenntnisse waren noch um den Gesichtspunkt der Verschädigung des oberflächennahen Gesteinsgefüges – d. h. beim Nubischen Sandstein in den Gewinnungsfeldern von Musawwarat des allgemein weniger innigen Kornverbandes – durch unterschiedliche mechanische Beanspruchung vor dem Einsetzen der natürlichen Schädigung einerseits und der Patinierung andererseits zu ergänzen. Hiermit sind Fragen der mehr oder minder materialschonenden Gewinnungstechnologien, aber auch der Härtung = Verfe-

stigung des Kornverbandes durch Werkzeuge angesprochen.

Sie ergeben sich aus der unterschiedlichen Beaufschlagung des Gesteins mit kinetischer Energie im Zuge des Einsatzes ganz unterschiedlich auf das Gestein einwirkender Werkzeuge – Erzeugung von Mikrorissen einerseits und Verdichtung andererseits – und deren späteren Folgen in der Zeitspanne seit der Abbauzeit bis zur Gegenwart. Eine Datierung u.a. nach Verwitterungsformen, die durchaus erfolgreich sein kann,<sup>10)</sup> im Wege der vergleichenden Abschätzung der Verwitterungsraten darf also die ergologische Genese der Prüfungsobjekte nicht vernachlässigen.<sup>11)</sup>

10) Vgl. Klemm-Klemm (1993: 431); die Autoren selbst erkannten z.B. in einem römischen Abbaugelände in der Ostwüste Ägyptens mit einer Ausbeutephase von etwa 300 Jahren einen der Brüche in einem Teil des Reviers anhand des auffällig höheren Verwitterungsgrades als ältesten (ibid. 403).

11) Ich empfehle, der Bedeutung des jeweils eingesetzten und zu identifizierenden Werkzeugs sowie seiner typischen Handhabung für die heutigen Verwitterungsbilder und damit für die Datierung von Bearbeitungsspuren allgemein und speziell in Musawwarat mehr Beachtung zu schenken, hängen doch zutreffende Datierungen davon ab.



Abb. 3: Römische Keilhaue. Zusammen mit Setzkeilen verwendet beim basalen Lösen von Rohblöcken im Sandsteinbruch „Kriembildensstuhl“ bei Bad Dürkheim mit röm. Betrieb um 200 n. Chr. (Replik im Deutschen Bergbau-Museum, Bochum).

9) Klemm-Klemm (1993: 431) beziehen diese Feststellung zwar auf ägyptische Steindenkmäler, für den Sudan dürfte sie aber gleichermaßen gelten.

Insbesondere in den Brüchen mit für die Gewinnung von Blöcken verschiedener Dimensionen jeweils günstigen Kluftmustern – sie gestatteten Abbauverfahren, die kaum Arbeitspuren hinterlassen haben – bereitete die Identifizierung der Abbaue erhebliche Schwierigkeiten:

- Hangflächen mit selektiver Blockgewinnung lassen verwitterungsbedingt heute kaum noch Strukturunterschiede zwischen Entnahmestelle und umgebenden Gesteinspartien erkennen<sup>12)</sup>
- die außerordentlich große Vielfalt an Ausprägungen der Lochverwitterung,<sup>13)</sup> lageabhängig auch mit röhrenförmigem Fortsatz ins Felsinnere als Folge von Prozessen der sog. Schat-

tenverwitterung, verwirrte anfänglich doch sehr, zumal auch ornithogene Lochbildungen<sup>14)</sup> zunächst in Betracht kamen

- natürliche Felswandflächen und durch Abbau entstandene resp. geöffnete (vor Abbau als Kluft- /Spalteninnenwände verdeckte) Wandbereiche waren schwer zu unterscheiden. Hier half die Untersuchung der „chaotischen“ Schuttanhäufungen am Wandfuß kaum weiter, weil die
  - Gesteinsscherben, -brocken und -trümmer sowohl anthropogen als auch natürlich zerkleinert worden sein können
  - gewinnungstechnisch bedingt eine Gemengelage entstanden sein konnte

12) S. zu dieser Abbausituation und ähnlichen Entnahmestrukturen Borg-Borg (1998: 513- 515). Montanarchäologisch interessierten Lesern empfehle ich die Lektüre ihres Aufsatzes „Die unsichtbaren Steinbrüche. Zur Bausteinprovenienz des Apollon-Heiligtums in Didyma“. Er wird hier Erklärungen für antike Bauten vermeintlich ohne Steinbrüche finden. Die Wahl des Titels der Veröffentlichung erschien mir so treffend, daß ich diesen als Sammelbezeichnung für die jetzt in Musawwarat entdeckten weiteren Brüche übernommen habe.

13) Vgl. Besler 1992: 48; Louis, BT, 1968: Abb. 31 und Erl. dazu S. 25 unter Hinweis auf die Ansätze zu kleineren Lochbildungen der Schattenverwitterung.

14) Ich wurde vor Ort auf Beobachtungen aufmerksam gemacht, die eine Anlage der röhrenförmigen Löcher in den Felswänden durch Vögel durchaus für eingehender prüfungswürdig erscheinen ließen. Nach dem Ergebnis eines ornithologischen Gutachtens (schriftliche Mitteilung R. v. d. Elzen) handelt es sich jedoch mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit nicht um Niströhren mit anschließender Brutkammer, die von felsenbrütenden Vögeln wie z. B. der Uferschwalbe stammen; ferner nicht um fossilisierte Reste ehemaliger Nisthöhlen. Für eine ornithogene Röhrenbildung spricht ebenfalls nicht eine beobachtete Nutzung der Löcher als vorgefundener Kunsthöhlen, die von Vögeln quasi als „Nistkästen“ akzeptiert worden sind, zum Beispiel um darin zu schlafen.



Abb. 4: Werkspuren des Spitzmeißels aus Bronze an einer Schrotgraben-Wand: Völlig unregelmäßige, überwiegend kurze Schrotlinien mit Vortrieben pro Schlägelschlag von lediglich  $\pm 1$  cm Länge. Frühester Abbau in einer Abteilung des Bruchs R 3a – Abbaugbiet SO.

- an solchen instabilen Hängen zu allen Zeiten, auch durch Spülvorgänge, Material abstürzt
- die Patinabildung erstaunlich schnell beginnt und sich fortsetzt und überdies das ganze inhomogene „Gemisch“ am Hang- bzw. Wandfuß, also in geringer Höhe über dem Talboden, durch Korrasion (Sandschliff, Schlufftrieb) angegriffen und – bezogen auf Kanten und Oberflächen – weitgehend „egalisiert“ wird
- die nach Eliminierung der natürlichen Lochbildungen identifizierten Bearbeitungsspuren sind durch Salzdruckverwitterung<sup>15)</sup> und/oder Korrasion nur noch unvollständig oder „aufgeweicht“ abgebildet oder waren als von vornherein ergologisch „weiche“ Abdrücke von Hilfsmitteln aus Holz zu typisieren. „Weiche“ Spuren ganz ähnlicher Dimensionen und Formen können wiederum auch bei abbauverfahrensbedingter Handhabung bestimmter Werkzeuge aus Metall entstehen.

Gesteigerter Prüfaufwand und intensive Diskussionen mit Vertretern einschlägiger Fachdisziplinen führten schließlich aber zu abgesicherten Lösungen.

### 3. DIE ERGEBNISSE DER MONTAN-ARCHÄOLOGISCHEN UNTERSUCHUNGEN

#### 3.1. ERMITTELTE STEINBRÜCHE

Der Untersuchungsbefund nach Anzahl und Lage der Brüche gliedert sich in zwei große Abbaugebiete mit insgesamt 12 Steinbrüchen. Diese beiden Gebiete erstrecken sich in südöstlichen und west-nordwestlichen Richtungen (von der Großen Anlage aus gesehen) und sind durch den Verlauf des Wadis, an dem die Anlage liegt, voneinander getrennt. Die Steinbrüche sind in Streulage an den beiden anlagenahen Schildinselbergen und an den Felshängen der Talränder angesiedelt, wo Inselberge und Plateaureste gleichermaßen ausgebeutet worden sind.

Die bereits in den 60er Jahren aufgrund offensichtlicher Abbaustrukturen erkannten Brüche

15) In den Formen der Abgrusung, Abschuppung (Desquamation) und Absprengung von cm-dm-dicken Schalen (Exfoliation) überall festgestellt (s. dazu Besler 1992: 47). Exfoliation in Randbereichen von Löchern in auffälligen „Norm“-Durchmessern ( $\pm 4$  cm) nach anthropogener dynamischer Vorbelastung der Lochränder war allerdings ein recht sicheres Indiz bei der Identifizierung dieser „Röhren“ als Relikte von Sondagen und Brechstangen-Einsätzen in  $\pm$  vertikalen Wandflächen.

mit den damaligen Kurzbezeichnungen: J, K, C und E (in Zuordnung zu den Anlage-Bezirken I und III) sowie die jetzt identifizierten weiteren Steinbrüche zeigt die Planskizze mit Bezeichnungen, die insgesamt einer neuen, bruchbezogenen Systematik folgen (s. Abb. 1).

Schon bald nach eingehender Inspektion der bereits bekannten Steinbrüche im Abbaugebiet W-NW wurde deutlich, unter welchen Gesichtspunkten die kuschitischen Prospektoren nach Werksteinen gesucht haben und diese gewonnen wurden. Die eigene Prospektion auf vermutete weitere Brüche wurde so doch etwas orientierter, die lokale Abfolge der Ausbeutung in groben Zügen erkennbarer und eine Aussage über die Einstellung der Arbeiten in einzelnen Brüchen schlüssiger.

Die Kriterien für die Auswahl geeigneter Gewinnungszonen an den zahlreichen Hangflächen der umliegenden Jebel – damit ist auch die weite Streuung der Brüche im wesentlichen erklärt – waren zweifelsfrei:

- Kleinere Inselberge sowie gerundete<sup>16)</sup> Sporne größerer isolierter Jebel und ausgedehnter Pla-

16) Die Angabe beschreibt die horizontale Abgrenzung des Bergfußes gegen die Talrandfläche im Bereich des Sporns.



Abb. 5: Werkspuren des Spitzzeisens an einer Schrotgrabens-Wand: Noch recht unregelmäßig, mit knapp 20 cm etwas längere Schrotlinien. Sog. Vierlinienschrot für eine Blockhöhe von knapp 0,70 m. Abbau ab frühem 4. Jh. v. Chr. in einer Abteilung von Bruch R 3a.

teureste boten im Gegensatz zu langgestreckten Hangverläufen „per se“ die Gewähr dafür, relativ festes Baumaterial aus dem anstehenden weichen Nubischen Sandstein zu gewinnen. Inselberge werden auch „Härtlinge“ genannt, weil sie im Zuge des natürlichen Formungsprozesses der Sandsteintafel den Ausräumungskräften widerstanden haben. Die vorspringenden Sporne („Inselberge in statu nascenti“) stellen ebenfalls relativ verfestigte Bereiche gegenüber den jeweils angrenzenden Hängen dar;

- die Sandstein-Hammada<sup>17)</sup> der Tafelberge ist durch ihre durchgängig schwarz-braune Färbung gekennzeichnet; die im weichen Sandstein durch Verwitterung entstandenen, bei alten Geländeoberflächen größeren und kantigen Brocken und im übrigen eher kleineren, abgerundeten Fragmente oder plattigen Scherben zeigen an ihren Oberflächen eine sehr dunkle Patina.<sup>18)</sup> Diese Gebirgshammada überzieht den größten Teil der Hänge der Talrandhänge in dichter Bedeckung. Hier fallen die Stufenhänge im Anschluß an besonders steile Felspartien des Randabfalls in gleichmäßiger, d.h. stabiler Böschung mäßiger geneigt zum Tal ab. Dies gilt auch für Inselberge (z. B. den Jebel Abu Geiya) und stark denudierte, gerundet-flachere Hügel (Schildinselberge) im nordost- und nordwestlichen Bereich weiter außerhalb des eigentlichen Tals von Musawwarat es Sufra. Dagegen tragen partiell instabile Hänge von Plateauresten – erkennbar an Hangzonen mit schichtbezogen unregelmäßiger Gliederung – Hammada-Pflaster lediglich auf den stabilen Glatthangabschnitten. Die Insel- und Schildinselberge im Tal und am Talrand zeigen diese sehr dunkle Bedeckung lediglich auf den Sohlen von Hangstufen, hier in Streulage, sowie auf den Bergfußflächen, dort in anfangs dichter,

teren, weiter talwärts dann auslaufenden Schleiern.

Wie ein nur im Abbaugbiet SO östlich gegenüber dem Bruch R 3 a festgestellter natürlicher, knapp hundert Meter langer Aufschluß einer flacheren, aber hammadafreien Unterhangzone zeigt,<sup>19)</sup> sind Hänge und Hangzonen mit starker Patina unter diesem schwarzen Pflaster kleinstückig bis zu Anfall von Lockermaterial verwittert. Dieses Klüftungsmuster setzt sich nur allmählich abnehmend ins Felsinnere fort. Wer solche Hänge zur Steingewinnung angegangen wäre, hätte eine enorme Menge an Abraum ablesen (Hammada) und abtragen („mürbes“ Gestein) müssen, um Blöcke in den benötigten Dimensionen zu erhalten.

Die antiken Prospektoren wußten also ganz genau, welchen Hangflächen im Tal von Musawwarat gutes Baumaterial auf rationelle Weise zu entnehmen war: hammadafreien Insel- bzw. Schildinselbergen und gerundeten Spornen von sonstigen Plateauresten ohne Hammada.<sup>20)</sup>

### 3.2. VERFAHREN UND ARBEITSORGANISATION

In Musawwarat es Sufra ist der Steinabbau nicht bergmännisch betrieben worden; man hat den Haustein weder unterirdisch noch in offenen Grubenbrüchen in ebenem Gelände gewonnen.<sup>21)</sup>

Die festgestellten Verfahren der Anlage/des Betriebes der Übertage-Brüche sind aber vielfältig. Ihre abschließende Identifizierung war reizvoll, weil sie nur in einigen Fällen tiefere Spuren in Form klar erkennbarer Steinbruchstrukturen in der Landschaft hinterlassen haben. Zudem sind durch Wind- und Sanderosion, die an windexponierten Hängen mit Abtragungsra-

17) Hammada: (arab.), Fels- oder Steinwüste, durch die ausblasende Kraft des Windes der feineren Schutteilchen beraubte, nur noch aus größerem Gesteinsschutt bestehende Wüste (Steinwüste in den Formen der Tafel- oder Gebirgshammada).

18) Die Begriffe „Patina“, „Rinde“ und „Wüstenlack“ werden in der geomorphologischen Literatur nicht einheitlich und gegeneinander abgegrenzt verwendet (vgl. Text und Verweise bei Besler 1992: 51-56). Obwohl die Bezeichnung „Rinde“ als geeignet erscheint, benutze ich für alle damit angesprochenen Gesteinsüberzüge ausschließlich den Terminus „Patina“, weil wiederum „Rinden“ und „Krusten“ trotz unterschiedlicher Genese und Zusammensetzung nicht durchgehend unterschieden werden (oft werden hiermit lediglich unterschiedliche Stärken der Patina differenziert angesprochen).

19) In diesem schmalen, paßartigen Übergang ins Wadi Qulba ist gegenüber Bruch R 3 a kleineres Hammada-Pflastermaterial bis auf gut zwei Meter Unterhanghöhe in jüngster Zeit einer „kanalisierten“ Wind- und Sanderosion zum Opfer gefallen. Darüber ist der Hang bei gleicher Neigung in scharfer horizontaler Abgrenzung mit dichter Hammada in z.T. größeren Brocken bedeckt.

20) Man gewinnt den Eindruck, daß das Becken, in dem Musawwarat es Sufra liegt, mit seiner starken Randgliederung neben den guten Voraussetzungen für die Anlage großer Hafire auch im Hinblick auf günstige Transportmöglichkeiten von der Steingewinnung her für das Entstehen eines so großen Anlagekomplexes überaus prädestiniert war (eine Gesamtplanung habe ich dabei nicht im Auge).

21) Diese beschwerlichen Verfahren erübrigten sich, weil sich genügend leichter auszubeutende Hänge mit sehr günstigen Gewinnungsmöglichkeiten anboten.

ten in Zentimeter- bis Dezimeterstärken gewirkt hat, Hangzonen mit und ohne Gewinnungsstellen gleichermaßen einer in jüngster Zeit verstärkten Flächenabtragung ausgesetzt worden. Das verfahrensbedingt überwiegend ohnehin geringe Aufkommen an Werkzeugmarken und -spuren ist also auch noch durch Verwitterung weitgehend überstört.<sup>22)</sup>

Die von den kuschitischen Steinhauern und -brechern angewendeten Abbauverfahren können wie folgt unterschieden werden:

- Oberflächennahes, selektives Herauslösen von weitgehend in gewünschten Dimensionen freigewitterten Einzel- oder mehreren benachbarten Blöcken; flacher Abbau über ein größeres Feld, der ohne feste Bruchgrenzen entsprechende Leerstellen (sog. Felsbetten,<sup>23)</sup> bei Entnahme in kleineren Reihen könnte man auch von „hanggeneigten Pinggen“ sprechen) im mäßig geneigten, ungegliederten Unterhang hinterläßt; das natürliche Zerteilungsmuster der Hangfläche ist hier eine weitgehend engständige Klüftung mit geringmächtiger bis mittlerer Bankung (bis um einen halben Meter)

- tieferes, unsystematisches Schürfen (nach vorangegangener „erster Entnahme und Köpfung der oberen Gesteinsschicht“<sup>24)</sup> in unterschiedlichen Breiten und Höhen einer stärker geneigten, gut gebankten Hangfläche zur Gewinnung auch größer dimensionierter Rohblöcke
- Abbau von natürlichen Felskanten an terrassenartig gegliederten, steileren Oberhängen von Insel- und Schildinselbergen mit mächtigeren Schichten und relativ weitabständiger Klüftung (hangparallele und Querabgänge); Produkte: großdimensionierte Rohblöcke bester Gesteinsqualität
- Gewinnung großblockigen Rohmaterials aus einem Haldenhang; natürlich herausgelöste und im Oberhang auch anthropogen gelockerte Blöcke fester Qualität konnten hier am Hang zum Gleiten gebracht und am Bergfuß ggf. nach Grobformatierung abtransportiert werden
- systematischer Vortrieb durch weitgehende Schrotarbeit<sup>25)</sup> in klar abgegrenzter Bruchlän-

24) Zitat J. Röder 1972: 281.

25) Unter Schrotten (bergmännische Bezeichnung: „Schrämen“) ist das Aushämmern/Ausmeißeln/Ausbauen/Ausbohren (s. Abschn. 3.3.) von Gräben oder schmalen, tiefen Trennfugen zu verstehen, die den zu gewinnenden Gesteinsblock lateral vom Mutterfelsen isolieren, so daß er nur noch basal mit ihm zusammenhängt (auf Sonderfälle von Schrotarbeit insbesondere bei der Gewinnung von Hartgestein sei hier nicht eingegangen).

22) Das Ermitteln aussagefähiger verfahrenstypischer Abbauspuren nahm sowohl bei der Spurensuche wie im Zuge der Identifizierung der jeweils eingesetzten Werkzeuge und Hilfsmittel zuweilen kriminalistische Züge an.

23) Vgl. J. Röder 1972: 40; Borg-Borg 1998: 515.



Abb. 6: Werkspuren des kräftigen Steinbruchmeißels: Ziemlich geregelt, Vortriebslänge pro Schlägelschlag 2–3 cm, Schrotlinien knapp 30 cm lang. Sog. Zweilinienschrot für eine Blockhöhe von knapp 0,40 m in einer Abteilung von Bruch 3a.



ge, auch in mehreren Abteilungen und mit Seiterweiterung,<sup>26)</sup> als sog. Lehenbruch im Unterhang; Bankungen von zwei Metern und darüber, durch eine durchgehende, ausgeprägte Fuge getrennt, noch einmal von um einen Meter lieferten hier Rohblöcke in Dimensionen bis gut 0,70 Meter Höhe insbesondere für Architekturteile

- in der Höhe gestaffelter Bruchbetrieb in Form mehrerer kleinerer Lehenbrüche; Terrassenbruch und terrasserter Abbau
- Abtragen oder Herausbrechen ± senkrecht anstehender dicker Abschaltungsplatten oder großer Plattensegmente „mit brachialer Gewalt“
- Auslese bei letzterem Verfahren „automatisch“ angefallener handlicher Gesteinsplatten oder einfaches Herauslösen solcher in schief-riger Form anstehender Platten in Dicken von um einen Dezimeter.

Einer besonderen Planung des eigentlichen Bruchbetriebes, wie sie in großen, zusammenhängenden antiken Bruchrevieren zu beobachten ist, bedurfte es in Musawwarat es Sufra wegen der Streuung der Brüche und im Hinblick auf die über Jahrhunderte der Bautätigkeit erstreckte Steingewinnung nicht.<sup>27)</sup>

Dafür, daß die Steinbrüche ausschließlich unter geographischen Gesichtspunkten, d.h. der Nähe bestimmter Brüche zu bestimmten Gebäudekomplexen „planerisch“ ausgewählt worden sein könnten, läßt sich aus den abbautechnischen Untersuchungsbefunden nichts herleiten. Angesichts der geringen Entfernungen im Tal von Musawwarat erscheinen Streckenunterschiede bei der Klärung der Fragen, welche Steinbrüche welche Gebäude versorgten, von untergeordneter Bedeutung gegenüber den Erkenntnissen zu einer lokalen Abfolge der Steingewinnung, die den Abbauverfahren und der Technologieentwicklung entsprochen hat. Dem steht nicht entgegen, daß im wesentlichen der Bezirk I aus dem Abbaugebiet W-NW und die Bezirke II und III aus dem Abbaugebiet SO beliefert worden sind.

Zur Arbeitsorganisation in den verschiedenen Brüchen ermöglichen die jeweiligen lokalen Gegebenheiten durchaus konkrete Aussagen:

26) Dies geschieht durch Abweichen von der Hauptvortriebsrichtung gegen den Berg um etwa 90° und hangparallele Weiterführung des Seitenvortriebs.

27) Für Maßnahmen zur Vermeidung gegenseitiger Behinderung der Bruchmannschaften gleichzeitig in einem Bruch vorrückender Arbeitsplätze, der Abraum- und Schuttbehinderung oder der Störung des Abtransports boten die einzelnen Steinbrüche keinen Anlaß.

- Der Abbaubetrieb jeweils in *einem* Bruch ist kaum über den Umfang von Kleinbergbau (1 Arbeitskopf als selbständig produzierender Arbeitsplatz mit 2-4 Mann) und Mittelbetrieben (gleichzeitig mehrere Arbeitsköpfe) hinausgegangen (Kriterien für diese Einstufung: geringe Bruchausdehnung oder Verfahren mit „Flächenverbrauch“, aber geringem Personalbedarf, oder Technologie-Unterschiede aufeinander folgender Abbau-Perioden in einem Bruch). Man mag allenfalls den markanten Steinbruch R 4 a im Abbaugebiet W-NW in die etwas unbestimmte Kategorie der Großbetriebe einordnen<sup>28)</sup>
- Bruch K 2 im Abbaugebiet W-NW läßt Arbeitsteilung bei der Blocktrennung (Spezialisten jeweils für Schrotarbeit mit dem Bohrer und basale Blocklösung) erkennen; Folge: Effizienzsteigerung und flexibler Personaleinsatz (Austausch zwischen Bruch und Baustelle)
- sehr rationelle Festlegung der Schnittstelle für die Steinbearbeitung (nach unmittelbarem Lösen des Rohmaterials aus dem Gesteinsverband) zwischen Bruch und Baustelle unter Berücksichtigung der in Musawwarat angewendeten Mauerkonstruktion und -technik
- rationelle Behandlung von Abraum und Abschlagschutt
- keine „Binnen“transporte im Bruch (entsprechende Erschwernisse im eigentlichen Bruchgelände!) mit größeren Lasten als den Lasten des Transports zur Baustelle: Einsparung an Arbeitskräften und Herstellung von Roh- und Halbfabrikaten größerer Dimensionen.<sup>29)</sup>

### 3.3 ABBAUTECHNOLOGIEN UND WERKZEUGE

Für die Verfahren des selektiven, oberflächennahen „Ablesens“ reichten einfache Mittel und Werkzeuge aus. Schichtung und Klüftung, letztere häufig in sog. Klufscharen<sup>30)</sup> ausgebildet,

28) Ich folge bezüglich der Einstufung der Brüche nach Betriebsgrößen den organisatorischen Vorstellungen J. Röders (1972: 258, 260-263, 275, 281).

29) Große Blöcke und mächtige Abschaltungsplatten wurden unmittelbar im Felsbett bzw. in Lage nach dem Absturz zu Rohblöcken / Halbfabrikaten zugerichtet. Dies ersparte erhöhten Transportaufwand im Bruch und erlaubte es, unter Berücksichtigung der erschwerten Transportbedingungen im Bruch bereits mit einem um das Gewicht der Abschläge „erleichterten“ Rohblock / Halbfabrikat an Grenzen des technisch Möglichen heranzugehen.

30) Folgen etwa paralleler Risse oder Spalten. Wenn diese Folgen nahezu orthogonal aufeinander treffen, trennen sie das anstehende Gestein zusammen mit der Schichtenfolge bereits weitgehend in natürlichen Quaderformen variierender Dimensionen, darunter vielfach in geeigneten Baustein-Abmessungen.

erlaubten Blockentnahmen schon durch Rütteln per Hand;<sup>31)</sup> im übrigen wurden handliche Hebel aus Holz (möglicherweise durch einen Metallschuh an der Spitze bewehrt) und Brechstangen senkrecht hinter dem zu lösenden Block in Spalten eingeführt, um das basale, einer Schichtfuge mit geringem Gesteinszusammenhalt folgende Lösen zu bewirken.<sup>32)</sup>

31) Die Beobachtungen legen dies nahe, weil diese Verfahren obnein kaum Arbeitsspuren hinterlassen und die intensive Nachsuche an entsprechenden Hangflächen solche nur in geringster Anzahl erbrachte (vgl. auch Klemm-Klemm 1993: 363).

32) Es ließen sich auch vereinzelt kleinere, taschenförmige Einarbeitungen mit besonderen „genormten“ rundwandigen, länglichen und spitz zulaufenden Abdrücken feststellen, die das oben bergwärts gedrückte, unten talwärts hebelnde Hilfsmittel / Werkzeug hinterlassen hatte. Einzelne Schliffritzen von Spitzmeißeln sind hier eher Relikte der Grobformatierung gelöster Blöcke als Hinweise auf nachhelfende Schrotarbeit beim Herauslösen. Zweifelsfrei gilt dies für an solchen Hängen mehrfach vorkommende wenig tiefe, flächige Mulden, die vom Schleifen von Flachmeißeln mit bis zu etwa 5 cm breiten Schneiden herrühren. (Bei den „Taschen“ mit „Norm“-Abdrücken handelt es sich jeweils um Halbformen: für die rezente Ausbildung der typischen Anfänge von Lochformen der Schattenverwitterung prädestinierte Kleinflächen und für Geomorphologen wie Archäologen interessante Anschauungsobjekte). Zum Einsatz von Brechstangen vgl. Röder-Röder (1993: 41).

Bei tiefer und breiter, oft auch in Reihungen, aber insgesamt nicht systematisch gegen den Berg vorgetriebenen Schürfen an gut gebankten, steileren Hangflächen und an natürlichen Felskanten kamen stärkere hölzerne Rundbalken zum Einsatz. Identifizierungsmerkmal sind stets „weiche“, unterschiedlich ausgeprägte Halblöcher in  $\pm$  senkrechten Klufflächen (durch Blockentnahme geöffnete Risse und Spalten) in Tropfenform, wobei der mehr oder weniger spitz beginnende Abdruck nach oben *gleichmäßig* in die breitere, runde Form übergeht.<sup>33)</sup>

Vereinzelt wurde auch geschrotet, wenn z. B. der Kluffverlauf der gewünschten Quaderdimension nicht vollständig entsprach; kleinere Schrotgraben- oder Trennfugenwandflächen sowie kurze Reihen basaler Löcher von Spitz- und Flachmeißeln mit schmalen Schneiden zeigen dies an.

33) Ich habe die Genese dieser Abdruckform experimentell im „Labormaßstab“ überprüft, um Formen der Lochverwitterung, speziell Lochformen beginnender oder durch Windschliff überstörter Schattenverwitterung, auszuschließen. Rundhölzer mit glattem oder auch durch Gebrauch abgerundetem Ende erzeugten exakt die beobachteten Abdruckformen. Die als Hebel verwendeten Hölzer wurden bei diesem Einsatz talwärts über die hintere Blockkante niedergedrückt.



Abb. 7: Spuren der Schlagbohr-Technologie (ab Mitte 3. Jh. v. Chr.): Vollständige Blocktrennungsfugen mit einer Wandspanne von  $\pm$  10 cm. Gruppe freigeschroteter, basal aber nicht gelöster Großblöcke im Oberhang von Bruch K 2.

Lediglich im Steinbruch R 5 (Abbaugelände W-NW) mit besonderer Stellung in der lokalen und zeitlichen Abfolge der Steingewinnung (s. Abschn. 3.5.) ist neben den bereits genannten einfachen Mitteln auch ein eiserner Pickhammer<sup>34)</sup> nachgewiesen. Die gute Erhaltung einer entsprechenden Werkspur (s. Abb. 2) hat die Identifizierung einer Ausprägung dieses Steinbruchwerkzeugs ermöglicht (s. Abb. 3: Replik einer sog. Keilhau, gefunden im römischen Steinbruch „Kriemhildenstuhl“ bei Bad Dürkheim;<sup>35)</sup> Deutsches Bergbau-Museum, Bochum). Vergleichende Messungen an allen form- und größenbestimmenden Stellen der Spur und der Keilhau ergaben verblüffend genaue Übereinstimmung. Die Gesteinsabsplitterungen am unteren, spitzen Rand der Werkspur in Musawwarat, deren keilförmiger weiterer Verlauf nach oben und ihr Übergang in eine flachere, „weich“ gerundete Mulde<sup>36)</sup> zeigen, daß ein Pickhammer in einen hangparallelen Klüftungsriß eingeschlagen und der Riß durch Anziehen des Hammerstiels zur klaffenden Spalte erweitert wurde. Dabei hat sich der leicht gerundet ausgebauchte Helmlochabschnitt des Hammerkopfes in die rückwärtige Wandpartie eingedrückt, während sich das abgewinkelte stumpfe Kopfende nicht abbilden konnte. In die so am Rande eines mittelgroßen Segments einer Abschaltungsplatte geschaffene Rißerweiterung wurde dicht neben dem Hammer ein Hebel eingesetzt, dessen ebenfalls „weicher“ Abdruck eines abgenutzten Endes ein Rundholz mit Durchmesser von -10 cm ermitteln läßt, das talwärts niedergedrückt worden ist. Die aus der Arbeitsspur des Pickhammers ermittelbare Gesamtlänge des Hammerkopfes von lediglich -20 Zentimetern sowie ein an etwas entfernter Abbaustelle sehr gut erhaltener Abdruck eines stumpfen Hammerkopfes lassen ein der Pickhammer-Konfiguration ähnliches, aber schwereres, beidhändig an einem längeren Stiel geführten Hauwerkzeug<sup>37)</sup> mit großer Wahrscheinlichkeit ausschließen.

Bei systematischer Schrotarbeit, d. h. dem allseitigen Isolieren passender Blöcke für Mauersteine und Architekturteile aus dem fest anste-

henden Gestein,<sup>38)</sup> wurden verschieden breite und tiefe Schrotgräben ausgemeißelt und in einer als spektakulär zu bezeichnenden Technologie schmale, tiefe Blocktrennungsfugen ausgebohrt.

Für die Fragen der Datierung (s. Abschn. 3.5.) ist die nach intensiver örtlicher Detailprüfung aufgrund anderweitiger Erkundungen antiker Steinbrüche und nach Auswertung der einschlägigen Literatur eindeutige Feststellung von besonderer Bedeutung, daß in Musawwarat keine beidhändig an einem längeren Stiel geführten Hau-Werkzeuge (s. Anm. 37) zur Anlage von Schrotgräben benutzt worden sind.<sup>39)</sup> Ob in einem Einzelfall (Bruch K 2 im Abbaugelände W-NW, Oberhang mit verfestigter Gesteinsschicht) solche Gräben ausgehämert wurden, bedarf noch einer abschließenden Untersuchung.<sup>40)</sup>

Insbesondere eine vertiefte Analyse der Meißel-Schrotgrabenwände<sup>41)</sup> begründet die

37) *In Betracht kämen teils aus archaischer, teils aus klassischer Zeit bekannte und in der Antike weiterentwickelte Ausprägungen dieses typischen Steinbruchwerkzeugs: leichtere und schwerere Formen der / des Zweispitz- (an beiden Enden spitzer Hammer) und der Spitzhau (gegenständige Kombination von Beil-/Axtklinge und langem, leicht gebogenem Dorn - lat. dolabra - oder von kürzerem stumpfem Schlagende und langem, leicht gebogenem Dorn).*

38) *Bei dieser aufwendigen Blocktrennung nutzte man auftretende günstige Klüfte natürlich aus.*

39) *Das für gehauene Schrotgräben charakteristische Schrotmarkenbild tritt in Musawwarat es Sufra nicht auf.*

40) *Die Klärung dieser speziellen Frage spielt im Rahmen des von mir unternommenen Versuchs, eine Chronologie der Steingewinnung in Musawwarat aufzustellen, keine Rolle; die Schlagtechnik mittels Hammerwerkzeugen (aus Hartgestein oder Metall, ohne oder mit kurzem Stiel; nicht angesprochen sind alle Formen von Fäusteln/Schlägeln, die - sehr oft und bis in die Neuzeit noch aus Holz - zum Antreiben von Meißeln, Eintreiben von Spaltkeilen o. ä. verwendet wurden) ist zu unspezifisch, um daraus einen signifikanten Schritt einer Abbautechnologie-Entwicklung ableiten zu können. Der Frage ist aber nachzugehen, um die Identifizierung einer Anzahl der in den Anlage-Bezirken gefundenen Objekte aus Stein möglicherweise optimieren zu können. Ihre Klärung dient im übrigen einer definitiven Aussage über die in Musawwarat insgesamt eingesetzten Abbautechniken.*

41) *Diese Analyse bestand im wesentlichen in detaillierten Messungen der Meißelmarken, d. h. der einzelnen Meißelstoß-Linien sowie der Mehrfachlinien-Schrote (größere Blockhöhen wurden z. B. durch Drei- oder durch Vierlinienschrote erzielt) nach einem 8 Merkmale umfassenden Kriterienkatalog, in einer statistischen Auswertung sowie in einer vergleichenden Bewertung nach den Kriterien: „Völlig ungeregelt“, „noch recht ungeregelt“ und „ziemlich geregelt“.*

34) *Schlagwerkzeug mit einer kurzen, stumpfen Schlagfläche (sog. Bahn) und einer längeren, spitzen Fläche, mit der gepickelt wird.*

35) *Nach den Untersuchungen von J. Röder war dieser Steinbruch nur kurze Zeit um 200 n. Chr. in Betrieb (Bernhard 1990: 313).*

36) *Abb. 2 macht deutlich, daß die Werkspur in den äußeren Randbereichen Absplitterungen infolge der mechanischen Belastungen des Werkzeugeinsatzes und insgesamt mehr oder weniger starke Korrosionsschäden aufweist.*

höchstwahrscheinliche Verwendung folgender Typen von Meißeln im Steinabbau von Musawwarat:

- Spitzmeißel<sup>42)</sup> mit rundem Schaft in Länge eines typischen Steinmeißels von knapp 25 cm und Durchmesser von ~2 cm aus für den Steinbruch fast ungeeignetem Metall (Steinmetzmeißel aus Bronze, Schrotbild s. Abb. 4)
- Spitzmeißel von kaum gegenüber vorbezeichnetem Typ geänderter Dimension, aber auffällig verbesserter Durchschlagskraft aus härterem Metall (Umsetzung des Meißels der erstgenannten Kategorie wohl 1:1 in einen Eisenmeißel, ein sog. Spitzeisen; Schrotbild s. Abb. 5)
- Spitz- / (mögl. auch) Flachmeißel in Länge von mindestens 40 Zentimetern aus Eisen mit zu Stahl<sup>43)</sup> geschmiedeter Spitze / mögl. auch

*Anm.: Die einzelnen Neuansätze der Meißelstöße in einem Mehrfachlinien-Schrot sind an dem regelmäßig planem Schrotwandabschnitt eines entnommenen Blocks größerer Höhe bei genauer Beobachtung erkennbar: Dies ist für Aussagen hinsichtlich Dimension und Qualität des verwendeten Werkzeugs, insbesondere eines Meißels, von ganz entscheidender Bedeutung. (Die Länge eines Meißelstoßes ist im übrigen nicht zu verwechseln mit der Länge des einzelnen Vortriebs eines Meißels pro Schlägelschlag; aus diesem Parameter ergeben sich im wesentlichen die Feststellungen zur Durchschlagskraft des Meißels und zur Metallqualität).*

Schneide (echter Steinbruchmeißel; Schrotbild s. Abb. 6). Vollständige Meißel-Schrotgräben in Originalbreite sind in Musawwarat nicht

42) *Ich wurde von Chr. Bartels, Deutsches Bergbaumuseum, Bochum, darauf hingewiesen, daß Spitzmeißel/-eisen keine geeigneten Werkzeuge für den Steinabbau seien, weil sich ein spitzer Meißel nach kürzester Zeit im Gestein festsetze (maximaler Reibungswiderstand: Die Meißelspitze könne kein sog. Bohrklein, d.h. kleine Gesteinssplinter und Grus, an der Lochsohle erzeugen sowie zermahlen und daher nicht den erforderlichen geringen Freiraum zwischen Lochwandung und Meißel herstellen). Diesen Einwand halte ich zwar grundsätzlich für zutreffend, insbesondere wenn mit einem Meißel Löcher ins Gestein geschlagen werden sollten. Dies ist beim Ausmeißeln eines Schrotgrabens aber nicht der Fall. Vielmehr werden stets von einer Gesteinskante „streifenweise“ verhältnismäßig kleine Gesteinsscherben anfänglich gelockert und auf die Grabensohle abgesprengt. Der Meißel, auch mit einer Spitze, kann sich dabei nur bei unfachmännischer Handhabung gelegentlich „festfressen“. Zur Verwendung von Spitzeisen im antiken Steinabbau s. Röder-Röder (1993: 45) mit dem Hinweis auf den eindeutigen Spurenbefund.*

43) *Zum Standard des meroitischen Schmiedehandwerks mit dem Einsatz aufgekohlter und gezielt gehärteter Stähle an funktional wichtigen Stellen z. B. von Meißeln aus Musawwarat s. Rehren (1996:24-26). Den Untersuchungsergebnissen liegt die Auskunft St. Wenigs zugrunde, daß u. a. die geprüften Meißel in die meroitische Periode (zwischen 270 v. Chr. und 350 n. Chr.) zu datieren sind.*

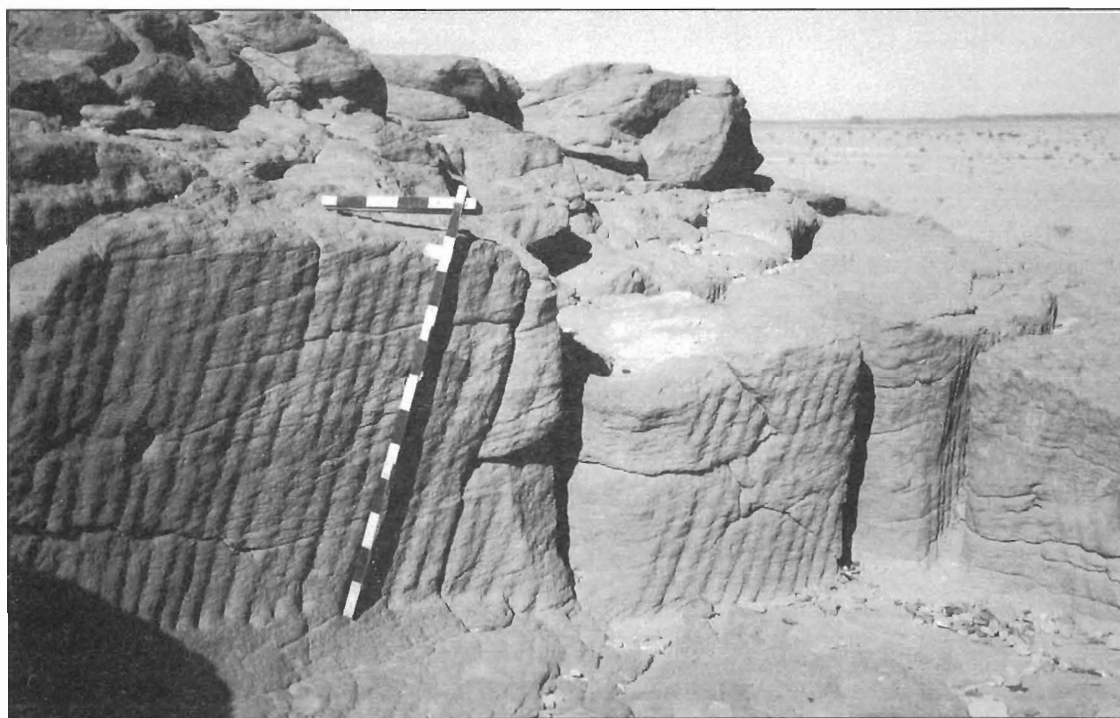


Abb. 8: Schrotbild des Schlagbohrers: Markante, auffällig parallele, bis 0,60 m lange Schrotlinien; Vortriebslänge pro Schlägelschlag + 3 cm. (leichte Störungen der Schrote durch schichtbezogen unterschiedliche Erosion). Bildvordergrund: Typische Struktur von Abrißflächen. – Oberhang von Bruch K 2.

erhalten geblieben. Um etwa eine Vorstellung davon zu gewinnen, welches Steinvolumen für einen größeren Rohblock, z. B. ein Architekturteil von um 70 cm Blockhöhe, mühevoll in Meißelarbeit entfernt werden mußte, kann man durch Rückgriff auf Erkenntnisse aus anderen antiken Steinbrüchen<sup>44)</sup> auf einen nach unten leicht abgestuften Schrotgraben von einer oberen Breite von etwa 30 cm und einer unteren Wandspanne von  $\pm 20$  cm schließen. Der damit verbundene hohe Arbeits- und Zeitaufwand konnte durch die Einführung der Bohrtechnik in den antiken Steinabbau erheblich verringert werden. In Musawwarat finden sich nämlich neben breiten Gräben erstaunlich schmale, tiefe Blocktrennungsfugen, die „in einem Zuge“ niedergebracht worden sind (s. Abb. 7). Diese Präzisionsarbeit (s. Abb. 8) setzt eine nochmals verbesserte und unter innovativer Verfahrensänderung höchst wirksame Werkzeugqualität voraus:

- Bohrmeißel in Länge von zunächst mindestens 65 Zentimetern, zuerst eingesetzt im Bruch R 3 a – Abbaugelände SO – in einer besonderen Bruchabteilung, und weiterentwickelt bis zu 90 Zentimetern, ausschließlich verwendet im Bruch K 2 – Abbaugelände W-NW – in verfestigtem Sandstein des Oberhangs (Breitschneidenbohrer mit  $\pm 21$  mm starkem Schaft aus vermutlich Vierkant-Stabeisen mit zu Stahl gehärteter Schneide; ergologisch ein überdimensionierter Meißel, dessen spezielle Anwendung ihn zu einem besonderen Werkzeugtyp macht).

Analyse und Auswertung der primären Marken<sup>45)</sup> der in Musawwarat ausschließlich eingesetzten Schrotwerkzeuge (drei jeweils verbesserte „normale“ Meißeltypen, ein Bohrmeißel in Längen von etwa 65 bis 90 Zentimetern) lassen zu Qualität und Dimension der Geräte eine Entwicklungsreihe erkennen. Diese ist kurzgefaßt zu charakterisieren: „schlechte“ Spur = „schlechtes“ Werkzeug – „bessere“ Spur – „besseres“ Werkzeug – „gute“ Spur = geeignetes Steinbruchwerkzeug – „hervorragendes Schrotbild“ = exzellentes Gerät.

44) S. Röder-Röder 1993: 29, 34.

45) In diese Prüfung wurden auch die im Rahmen der Instandhaltung der Hauptabbauwerkzeuge in Steinbruch-Wänden und auf -Blockabrisßflächen hinterlassenen sekundären Werkzeugspuren des formgebenden und schärfenden Schliffs einbezogen. S. zur Charakteristik der Schleifsteine/Schleifwannen in Siedlungen einerseits und der ortsfesten sog. Polissoirs außerhalb von Siedlungen andererseits die aufschlußreiche Abhandlung steinbearbeitungstechnischer Fragen von Weiner (1996; hier einschlägig: 122).

Der mit dem Bohrmeißel oder – um seine ergologische Selbständigkeit herauszustellen und ihn treffender zu bezeichnen – dem „Schlagbohrer“ (kurz: Bohrer) erreichte Technologie-Sprung bedeutet: Aus der stetig nach Material und Dimension verbesserten Meißeltechnologie heraus, die in meißelndem d. h. kleinere Gesteinsscherben abschlagendem/absprengendem Werkzeugeinsatz besteht, ist ein neues für die Gewinnung des Nubischen Sandsteins optimales Gerät und ein Verfahren entwickelt worden, das aus der Meißeltechnik die (Ab-)Schlagwirkung übernimmt und diese mit dem Bohren in Stein „kombiniert“. Die Besonderheiten der in Musawwarat entdeckten Schlagbohrtechnologie sind:

- Kraftaufwand für den wirksamen Einsatz des kräftigen Schrängeräts und dokumentierte auffällig parallele Bohrersteuerung von Stoß zu Stoß bei Vortriebslänge pro Fäustelschlag von  $\pm 3$  Zentimetern erforderten einen 2-Mann-Betrieb (s. Abb. 9; sie zeigt als Beispiel des Vorgangs, nicht der Anwendung, ein Diorama im Dt. Bergbau-Museum, Bochum, mit der frühneuzeitlichen und bis Anfang des 20. Jhs. fortgesetzten Verwendung des Schlagbohrens im europäischen Bergbau im Zusammenhang mit der Einführung des Schießens)<sup>46)</sup>
- die Bohrerschneide blieb in ständiger Berührung mit der niedergehenden Bohrlochsohle; ein Drehen nach dem Schlag mit dem Bohrfäustel (sog. Umsetzen) verteilte die Kerbe über die Bohrlochsohle, gab der Bohrung die erforderliche Rundung, um ein „Festsetzen“ des Bohrers zu verhindern
- die festgestellten Abstände der Bohrer-Schrotlinien von um 2 bis 3 Zentimetern sind so gering, daß in aller Regel die schmalen Gesteins„stege“ zwischen den Bohrungen (längs der Trennungsfugenwände und quer von Wand zu Wand)<sup>47)</sup> bereits im Zuge des Bohrvorgangs bröckelten oder unter kurzen Bewegungen des Bohrers abbrachen: Es entstand eine Fuge ohne zusätzliche Schrotarbeit. Dieser Effekt wurde noch abgesichert durch

46) Deutlich werden u. a. die Länge des Schlagbohlers, der Einsatz des Bohrfäustels (schwerer Hammer), dessen Wirkung auf den Kopf des Bohrers, die gefahrgeleitete Arbeit des Bohrerführers und die Länge des ergologisch / ergonomisch notwendigen Überstands des Geräts über seine vom jeweiligen Einsatzzweck bestimmte Eindringtiefe (beide Maße ergeben die Werkzeuglänge).

47) Die oberen Wandabstände der in Bruch K 2 erhalten gebliebenen Blocktrennungsfugen betragen lediglich  $\pm 10$  cm, im Bruch R 3 a wurden basal nur noch  $\pm 4$  cm klaffende Fugen festgestellt.

mittiges Versetzen der Bohrungen beider Reihen einer Blocktrennungsfuge („versetzte Bohrungen“, s. Abb. 10, mit ihrer engen Anordnung; hier an der Sohle einer Trennfuge im Bruch R 3 a).

Die Effizienzsteigerung gegenüber der Meißelschrotarbeit muß als erstaunlich bewertet werden und macht das Schlagbohren als Abbautechnologie im Steinbruch zu einer technischen Innovation von hohem Rang:

- Das Verfahren bewirkte eine ganz erhebliche Ersparnis an Arbeitsaufwand für die Hauptarbeit bei Abbau gut gebankten, kluftarmen Gesteins und
- die so gewonnenen Rohblöcke waren viel schneller verfügbar
- die Spezialisten für die vertikale Blocktrennung konnten schneller vorankommen als die mit der horizontalen Blocklösung beschäftigten Steinbrecher und ggfs. auch auf dem Werkplatz eingesetzt werden; die bei K 2 freigeschroteten, basal noch fest verbundenen Großblöcke könnten dies belegen
- bereits bei der Gewinnung im Steinbruch ermöglichte diese Technologie eine den Bauformaten weitgehend entsprechende Formierung insbesondere von Architekturteilen mit der Folge von Arbeitseinsparung auf dem Werkplatz.

Aus montanarchäologischer Sicht zeigt sich damit ein so früh in der Gewinnungstechnik bisher unbekanntes „faszinierend rationelles“<sup>48)</sup> Verfahren.

In der Reihe der Brüche K 3 a, K 3 b, R 4 a und R 4 b im Abbaugbiet W-NW ist der Übergang zur Blockgewinnung aus  $\pm$  senkrechten, durch natürliche Abschalung (Druckentlastungsklüftung) weitgehend isolierten meterhohen, mächtigen Gesteinsplatten erkennbar. Nachdem in den Unterhangbereichen dieser Abbaue anfänglich noch eine günstige Klüftigkeit zur einfachen Steingewinnung ausgenutzt werden konnte, ist anschließend mit „brachialer Gewalt“ vorgegangen worden. Außer kleineren, speziellen Hilfsmitteln wie Seilen, Haken und evtl. auch einfachen Hebezeugen, die man voraussetzen kann, ist der Einsatz von stärkeren Meißeln, Stemmeisen, Brechstangen und vor allem starken Hebeln aus Kant- und Rundhölzern nachgewiesen. Die Gesamtspurenlage läßt über das „energische Vorgehen“ keinen Zweifel.

Die kleineren Spuren des Abdrückens werden hier naturgemäß größer. Sie kennzeichnen durch ihre zwar in der Ausprägung wechselnden, aber regelmäßig von unten spitz/schmal nach oben breiter werdenden Formen die physikalisch eindeutigen Abläufe an den Wänden, gegen die z. B. ein starker Hebel beim Abdrückvorgang bis zum Lösen eines großen Blocks oder eines wesentlich größeren Gesteinsschalensegments an der Unterseite einwirkte.

In den genannten Brüchen ist der Abbau stets eingestellt worden, wenn Sondagen mit  $\pm$  4 cm starken Sonden aus Vierkant-Stabeisen in einem Wandbereich ergaben, daß bergwärts der Abstand zur nächsten hangparallelen Kluft zu groß wurde oder die Entspannungsrisse ganz aufhörten.

In schieferartiger Form im nördlichsten Bruch R 5 partienweise anstehende handliche und etwa 1 dm dicke Gesteinsplatten hat man aus dem Unterhang auf einfachste Weise herauslösen können. Da in diesem Bruch die Verwendung eines Pickhammers im Zusammenhang mit der Entnahme kleinerer Blöcke oder auch dem



Abb. 9: Schlagbohren: 2-Mannbetrieb; deutlich werden Bohrersteuerung, gefahrgeneigte Arbeit, Wirkung des Bohrfaustels auf das Bohrerende (scharfer „Bart“) und für den jeweiligen Einsatzzweck erforderliche Bohrerlänge. Bisheriges Erstdatum: 1588 (Bohrlöcher beim Steinbruchbetrieb in Tolfa bei Rom). Diorama im Deutschen Bergbau-Museum, Bochum.

48) So Chr. Bartels gegenüber dem Verfasser im Rahmen einer eingehenden Diskussion seiner Bild-Dokumentation betr. Musawwarat.

Entfernen von Abraum vor gut gebanktem, homogenem Gestein nachgewiesen ist, war damit sehr wahrscheinlich auch bei der Gewinnung des Plattenmaterials gearbeitet worden.

### 3.4. STEINBRUCHZEICHEN UND ANDERE FELSEINARBEITUNGEN

Mit Ausnahme der Brüche bei R 3 a und R 3 b (Abbaugbiet SO) sowie K 1 und R 4 b (Abbaugbiet W-NW) befinden sich in den Steinbrüchen meist auf Abrißflächen, aber auch an Wänden und auf Blöcken im Schuttfuß Felseinarbeitungen;<sup>49)</sup> in den Brüchen K 2 und T 2 treten sie relativ zahlreich auf. Die Verwitterungszustände dieser Einarbeitungen sind unterschiedlich.

Eindeutig als Graffito ist lediglich ein Sandalen-Motiv in Ritztechnik im Bruch T 2 zu identifizieren. Der Konturenverlust durch Verwitterung sowie die Patina der Ritzspur entsprechen dem Erscheinungsbild der umgebenden Gesteinsfläche (Abrißfläche, horizontal).

Für alle übrigen Einarbeitungen ist die Identifizierung entweder als Graffito späterer Besucher oder als jüngerer Clan-Zeichen oder als Steinbruchzeichen aus der jeweiligen Abbauperiode – ggfs. mit phonetischer Bedeutung<sup>50)</sup> oder als betriebsorganisatorischer Hinweis – nicht abgeschlossen. Weitere Prüfungen können sich auf solche Einarbeitungen beschränken, deren Eigenschaft als Steinbruchzeichen aufgrund der konkreten Bruchsituation „nach dem ersten Anschein“ naheliegt. Denn nur anhand von Einarbeitungen, die aus der Zeit des jeweiligen Bruchbetriebes stammen, lassen sich möglicherweise größere Datierungsspannen noch weiter eingrenzen.

### 3.5. LOKALE UND ZEITLICHE ABFOLGE DES STEINABBAUS

Der örtliche Gesamtbefund zur Steingewinnung in Musawwarat es Sufra erlaubt wegen eines sehr günstigen Bedingungsrahmens und vor dem

Hintergrund überschaubarer Faktoren externer Einwirkung folgende Aussagen:

- Die Geschichte des Steinabbaus für die Bautätigkeit in Musawwarat ab Übergang zur Blockbauweise beginnt im Abbaugbiet SO und endet im Abbaugbiet W-NW am nördlichsten Ausläufer der Talrandberge. Der über einen sehr langen Zeitraum in unterschiedlichen Abbauverfahren und -techniken rundum und in der Höhe nur noch auf einen Felsentorso „anthropogen denudierte“ und für die damaligen Prospektoren kleinste Solitärkegel im ganzen Tal markiert als Bruch T 2 im Südosten den Ausgangspunkt auf auch in geomorphologischer Hinsicht eindrucksvolle Weise. Die montanarchäologische Befundlage bei Bruch R 5 (Abbaugbiet W-NW) zeigt in Synopse mit allen anderen Steinbrüchen, daß hier ganz offensichtlich ein letztes günstiges, größeres Gewinnungsfeld im Tal nur noch stellenweise, und zwar wegen fehlender Technologie zur beabsichtigten Entnahme groß dimensionierter Architekturblöcke in begrenzter Stückzahl erfolglos und im übrigen überwiegend nur für Baumaterial der sog. Plattenbauweise angegangen worden ist

- der Übergang von einer anfänglichen, einfachen oberflächennahen Entnahme an der westlichen Flanke von Bruch T 2 mit dichter Klüftung<sup>51)</sup> zu Abbau homogenen Sandsteins in bis zu 2 m mächtigen Lagen mit höherem Organisationsgrad<sup>52)</sup> vollzog sich im Abbaugbiet SO bei Bruch R 3 a. In diese örtliche und zeitliche Abfolge lassen sich die weiteren Brüche im Südosten mit Gewinnung größerer Rohblöcke eher selektiv an einem längeren Unter- und Mittelhang (R 1 a), am Haldenhang (R 3 b) sowie aus mittelgroßen Abschaltungsplatten im Oberhang (R 1 b) wegen des geringen bzw. fehlenden Befundes an unmittelbaren Spuren der Abbautechnik nicht sicher einordnen. Vereinzelte sekundäre Werkzeugspuren in Form sehr markanter Schliffrillen bei R 1 a könnten diesen Bruch aber in die Technologieentwicklungsstufe der kräftigen Steinbruchmeißel stellen (für die Annahme etwa zeitgleichen Abbaus bei T 2 und R 1 a sprechen auch transportökonomische Gründe: Verkürzung der Entfernung zum Baubezirk II bei gesteigerter Bautätigkeit)

49) *Unter diesem Begriff fasse ich alle Spuren zusammen, die erkennbar nicht im Zusammenhang mit abbautechnischen Vorgängen entstanden sind (primäre Werkzeugmarken, sekundäre Werkzeugspuren wie Schliffrillen und Schleifmulden sowie Spuren / Abdrücke von Hilfsmitteln wie Hebeln o.ä. scheiden also aus).*

50) *Antike Inschriften fehlen. Im Bruch R 5 ist eine arabishe Inschrift unter dem Datum 05.06.1977 mit etwa dem Wortlaut „Zur Erinnerung und das Datum von Muhammad Ahmad ad-Dali“ in eine Abrißfläche im Unterhang eingeschliffen.*

51) *Nichtstrukturierter „ad hoc-Abbau“, der bis in archaische Zeit zurückweist (vgl. Borg - Borg 1998:517 mit weiteren Literaturangaben).*

52) *Bruch mit 4 Abteilungen, welche die Schrottechnologie-Entwicklung vom Bronze- über den Eisen- und Stahlmeißel bis zu Erfindung des Schlagbogens für den Steinabbau auch örtlich klar belegen.*

- Abschätzungen des Gesamtabbauvolumens im Südosten<sup>53)</sup> indizieren eine Versorgung aus dem Abbaugbiet SO nicht allein der nahe und näher gelegenen Bezirke III (geringes Bauvolumen) und II (Löwentempel mit Umfassungsmauer und umliegende kleinere Objekte), sondern auch frühester Bauperioden im Bezirk I (Große Anlage und weitere Bauten). Beginn der Abbautätigkeit bei T 2 (Westflanke) und R 3 a (Abteilung mit Bronzemeißel-Schroten) sowie Beginn der Bautätigkeit in Musawwarat mit Hausteinen scheinen sich demnach korrelieren zu lassen. Untermuert wird diese Annahme dadurch, daß die Spurensuche im Abbaugbiet W-NW keine Schrotarbeit mit Bronzemeißeln erbrachte und vor allem die Strukturen der dort angegangenen Gesteinspartien grundsätzlich einfache, weniger mühevollere Abbaufverfahren erlaubten oder aber die Anwendung von „Brachialgewalt“ erforderten. Eine Ausnahme bilden die Bruchzonen im Oberhang von Bruch K 2, die zwar Schrotarbeit zeigen, aber wegen der dort anstehenden Schichten verfestigten Sandsteins keinen Abbau mit Bronzemeißeln zuließen, sondern die Benutzung wesentlich härterer Werkzeuge belegen wie Meißel/Bohrer aus Eisen/Stahl. Näher zu prüfen ist noch die Verwendung von für bronzezeitlichen Bergbau typischen Rillenschlägeln aus Hartgestein<sup>54)</sup> –
- im Abbaugbiet W-NW folgte auf die Ausbeutung der anlagenahen Schildinselberge K 1 und K 2 die bei K 2 schon angewandte Steingewinnung aus mächtigen Abschaltungsplatten gleichermaßen auch bei den Brüchen K 3 a, K 3 b, R 4 a und R 4 b. Deren Abbaubilder belegen, daß man jeweils bei Erreichen zu kompakt anstehenden Gesteins zum nächsten Bruch übergang. Die zeitliche Abfolge kann rasch erfolgt sein, da Altersunterschiede der Brüche nicht indiziert sind
- zwei markante Einschnitte gliedern den Gesamt-Abbauzeitraum in Musawwarat:
  - Der „Einzug des Eisens“ in die Abbautechnologie im frühen 4. Jh. v. Chr.
  - die Weiterentwicklung der Meißeltechnik zur Schlagbohrtechnologie, gesichert in der Regierungszeit König Arnekhamanis (spätes 3. Jh. v. Chr.), anzunehmen schon mit Beginn

der meroitischen Periode, d. h. um 270 v. Chr.

- die aus den Baubefunden hergeleitete Vermutung, die Bautätigkeit unter Verwendung von Steinmaterial habe unter König Aspelta (frühes 6. Jh. v. Chr.) begonnen, kann montanarchäologisch gestützt werden
- die Aufgabe des Steinabbaus in Musawwarat – unbeschadet weiterer Bauaktivitäten unter Wiederverwendung von Hausteinen – hängt damit zusammen, daß Versuche aus technologischen Gründen gescheitert sind,<sup>55)</sup> langformatige, tonnenschwere Architekturteile, z. B. Türsturzbalken aus Sandstein oder Unterzüge für Dachkonstruktionen aus Stein, in der näheren Umgebung von Musawwarat zu gewinnen. Das in der spätesten Abbauphase unvermittelt auftauchende Hiebwerkzeug (Pickhammer als Kleinform einer Spitzhau; einer im Sandsteinabbau um 200 n. Chr. nachgewiesenen römischen Keilhau in Form und Maßen ent-

55) Unzulängliche Techniken für das basale Lösen von Blöcken mit großer Basisfläche.

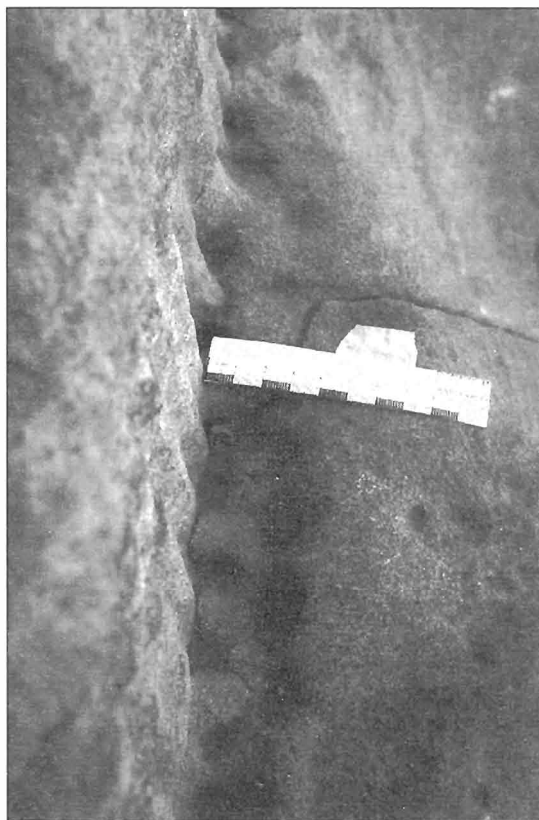


Abb. 10: Werkspuren des Bohrers an der Sohle einer ehemaligen Blocktrennungsfuge: Basale Fugenwandspanne nur  $\pm 4$  cm; Reste dünner Gesteins „stege“ zwischen den Bohrerschneidenlöchern zeigen an, daß allein zwei eng niedergebrachte Bohr-Reihen bei mittig versetzten Bohrungen praktisch schon zur Blocktrennung führten (Abt. in Bruch R 3a).

53) Für die Brüche T 2 und R 3 a liegen bereits Ergebnisse vor; die übrigen Brüche müßten noch unter entsprechendem Zeitaufwand genauer abgeschätzt werden.

54) Vgl. Slotta, R.: Vorislamische Zinnengewinnung in Mittelasien, in: Jahresbericht 1997 des Deutschen Bergbau-Museums: 46-47 mit Abbildung und Bildtext; Bochum 1998.



sprechend) bestätigt die Datierung der letzten kuschitischen Bauperiode durch Hintze in die spätmeroitische Zeit (etwa 1. bis 3. Jh. n. Chr.). In diesen Zeitrahmen ist auch die Einstellung der Steingewinnung in Musawwarat zu datieren.

### 3.6. ZUSAMMENFASSUNG UND INTERPRETATION

Von Ergebnissen spezieller Einzeluntersuchungen abgesehen, können aus dem Abbaugeschehen keine weiteren Erkenntnisse für die Baugeschichte von Musawwarat mehr erwartet werden.

Eine Reihe von Einzelfeststellungen dürfte im Rahmen einer späteren Korrelation der Abbau- mit der Baugeschichte nützliche Hinweise liefern.

In kulturell-technischer Hinsicht ist die Entdeckung der Schlagbohrtechnik ein herausragendes Einzelergebnis. Die Umsetzung einer gewiß viel älteren, in Einzelfällen der Steinbearbeitung bereits praktizierten Methode in eine Steinbruch-Technologie von höchster Effizienz ist als eine ingenieure Erfindung der kuschitischen Kultur zuzurechnen. Wäre sie im Wege des Kulturaustausches (Akkulturation) über Ägypten aus dem hellenistischen Kulturbereich übernommen worden, hätten die umfassenden montanarchäologischen Untersuchungen im Mittelmeerraum einschließlich Ägyptens mit Sicherheit den Nachweis dieser Technologie außerhalb Altsudans erbracht. Da dies nicht zutrifft, ist eine autochtone kuschitische technische Leistung unabweisbar.

### EXKURS: ROHSTOFFE FÜR KERAMIK

Die während der Erkundungsarbeit im Frühjahr 1999 entdeckten Gesteins- bzw. Sedimentmaterialien, die neben dem Sandstein im Bruch T 2 auftreten, lassen nach einer ersten Einschätzung und visueller Begutachtung zwei verschiedene tonmineralische Rohstoffe vermuten. Das weiße, relativ gut verfestigte Material ist wahrscheinlich ein Kaolin, der in einer Primärlagerstätte als Verwitterungsmaterial vorliegt. Bei dem lockeren Material handelt es sich wahrscheinlich um einen Ton, der in einer Sekundärlagerstätte lagert. Beide Rohstoffe scheinen zur Herstellung keramischer Erzeugnisse einsetzbar. Der hellere Rohstoff (evtl. Kaolin) wäre für die Herstellung feinkeramischer Erzeugnisse anwendbar. Der etwas stärker gefärbte Rohstoff (evtl. Ton) ist für die Fertigung von grob- und feinkeramischen Erzeugnissen denkbar. Um diese Vermutungen zu bestätigen, sind entsprechende Untersuchungen an den vor Ort gewon-

nenen Proben beider Rohstoffe (3 bis 4 Stichproben) eingeleitet. Geeignet sind hierfür die chemische und Mineralphasenanalyse sowie die Ermittlung einfacher keramtechnischer Kenngrößen. Um Zusammenhänge zwischen der Rohstoffgewinnung und den daraus hergestellten Erzeugnissen zu reproduzieren, sollten ebenso vergleichende Untersuchungen ange stellt werden (Eggshell-Keramik, Gefäßkeramik). Hierfür wären 3 bis 4 Proben zur Verfügung zu stellen, um eine gewisse statistische Sicherheit zu gewährleisten. •

## LITERATUR

- Arnold, D.: BUILDING IN EGYPT. Pharaonic Stone Masonry; New York 1991
- Arnold, D.: LEXIKON DER ÄGYPTISCHEN BAUKUNST; Zürich 1994
- Bartels, C.: VOM FRÜHNEUZEITLICHEN MONTANGEWERBE ZUR BERGBAU-INDUSTRIE. ERZBERGBAU IM OBERHARZ 1635 - 1866, in: Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum 54; Bochum 1992
- Bernhard, H.: BAD DÜRKHEIM. STEINBRUCH, in: H. Cüppers (ed.): Die Römer in Rheinland-Pfalz: 313-315; Stuttgart 1990
- Besler, H.: GEOMORPHOLOGIE DER ARIDEN GEBIETE; Darmstadt 1992
- Borg, G./Borg, B.: DIE UNSICHTBAREN STEINBRÜCHE. ZUR BAUSTEIN-PROVENIENZ DES APOLLON-HEILIGTUMS VON DIDYMA, in: Antike Welt 6: 509 - 518; Mainz 1998
- Dallibor, K.: MEROE-ERITREA-MUSAWWARAT - UND DER KAMPF UM DEN ERHALT DER SUDANARCHÄOLOGIE, in: MittSAG 8: 19-23; Berlin 1998
- Fitzenreiter, M.: VOM „KORRIDOR“ ZUR „KREUZUNG“ - NEUE ERGEBNISSE DER ARCHÄOLOGIE DES MEROITISCHEN REICHES, in: MittSAG 8:86 - 95 b; Berlin 1998
- Gabriel, B.: ZUR QUARTÄREN LANDSCHAFTSENTWICKLUNG DER NÖRDLICHEN BUTANA (SUDAN), in: MittSAG 7: 23-30; Berlin 1997
- Harell J. A. - Brown, V. M.: A LATE PERIOD QUARRY FOR NAOI IN THE EASTERN DESERT, in: Egyptian Archaeology 14: 18-20; London 1999
- Hintze, F./Hintze, U.: EINIGE NEUE ERGEBNISSE DER AUSGRABUNGEN DES INSTITUTS FÜR ÄGYPTOLOGIE UND SUDANARCHÄOLOGIE DER HUMBOLDT-UNIVERSITÄT ZU BERLIN, in: E. Dinkler (ed.); Kunst und Geschichte Nubiens in christlicher Zeit: 49 - 65; Recklinghausen 1970
- Hintze, F. et al.: MUSAWWARAT ES SUFRA. I, 1. Der Löwentempel, Textband; Berlin 1993
- Klemm, R./Klemm, D. D.: STEINE UND STEINBRÜCHE IM ALTEN ÄGYPTEN; Berlin usw. 1993
- Louis, H.: ALLGEMEINE GEOMORPHOLOGIE; Berlin 1968
- Mehling, G. (Hrsg.): NATURSTEIN-LEXIKON. WERKSTOFF, WERKZEUGE UND MASCHINEN - WIRTSCHAFT UND HANDEL - GESTALTUNG UND TECHNIKEN VON DER ANTIKE BIS HEUTE; München 1981
- Rehren, T.: MEROITISCHE EISENOBJEKTE AUS MUSAWWARAT ES SUFRA, in: MittSAG 5: 19-27; Berlin 1996
- Röder, J.: MARMOR PHRYGIUM. DIE ANTIKEN MARMORBRÜCHE VON ISCEHISAR IN WESTANATOLIEN, in: Archäologischer Anzeiger: 253-312; Berlin 1972
- Röder, J. - Röder, G.: DIE STEINBRÜCHE DES NUMIDISCHEN MARMORS VON CHEMTOU, in: F. Rakob (ed.): Simitthus, Bd. I. Die Steinbrüche und die antike Stadt; Mainz 1993
- Weiner, J.: ZUR TECHNOLOGIE BANDKERAMISCHER DECHSELKLINGEN AUS FELSGESTEIN UND KNOCHEN. EIN BEITRAG ZUR FORSCHUNGSGESCHICHTE, in: Archaeologia Austriaca 80: 115-156; Wien 1996
- Wenig, St. (Hrsg.): DIE TEMPEL VON MUSAWWARAT ES SUFRA. AUSGRABUNGEN DER HUMBOLDT-UNIVERSITÄT ZU BERLIN IM SUDAN, Inst. f. Sudanarchäologie und Ägyptologie der Humboldt-Universität zu Berlin; 1996
- Wiesmüller, B.: UNTERSUCHUNGEN ZUR CHRONOLOGIE DER FRÜHEN EISENZEIT IN AFRIKA ANHAND LINGUISTISCHER, ARCHÄOLOGISCHER UND NATURWISSENSCHAFTLICHER QUELLEN, in: Beiträge zur Allgemeinen und Vergleichenden Archäologie / Komm. für Allg. u. Vergleichende Archäologie d. Dt. Archäolog. Inst., Bonn 4: 139 - 214; Mainz 1996
- Wolf, P.: BEMERKUNGEN ZUM SCHUTZ DER DENKMÄLER VON MUSAWWARAT ES SUFRA VOR WIND- UND SANDEROSION, Teil I; Mechanismen und Schäden der Erosion, in: MittSAG 3: 10 - 19; Berlin 1995

DIETER EIGNER

## MEROE JOINT EXCAVATIONS: EXCAVATION AT SLAG HEAP NW1 IN MEROE<sup>1)</sup>

About fifteen slag heaps of different sizes<sup>2)</sup> are situated on the eastern periphery of the city of Meroe. They are the relics of an iron industry which had its golden season from about 200 B.C. to 300 A.D. The lion temple was built around the year 255 A.D. on top of the heap SE 1 and is therefore a *terminus ante quem* for this area of production. The ironwork was not restricted to the city of Meroe; during the pre-campaign in 1992, the MJE team has also investigated neighbouring archaeological sites, and iron slag was found at Hamadab and Sayal Sirag.

Since the outer appearance of the heaps today is defined by the yellow desert sand, the slag pieces (up to 15 cm in diameter) can only be seen at certain parts. Especially the foot of the heap is covered by sand, which renders precise measurements impossible. The diameter is about 10 m to 100 m with a height of several metres. None of the heaps still retains its original form, all show signs of digging or excavations, be it by treasure-hunters or archaeologists. However, there are no reports about archaeological investigations of the slag heaps. The heap SE 2 is cut through by the railway line.

One of the main objectives of the MJE is the investigation of the role of iron-technology in ancient Meroe, its technical means, technological processes and economic factors. Until today the slag heaps of Meroe have obviously not yet been archaeologically investigated; therefore, the first and most basic step of the MJE is the investigation of a slag heap by archaeological experts, with an exact documentation and analysis of the findings, especially as concerns archaeo-metallurgical findings.

For this purpose, the heap NW1 (= north: western mound 1, ref. to R. F. Tylecote 1970,

Fig. 1) was selected. There are several reasons: the original shape of the mound has mostly been preserved, while all other heaps have been dug into or dug under to a great amount. The size of the mound roughly corresponds to the average volume of the slag heaps of Meroe. The results of the archaeological investigation could therefore be considered to be typical and can be achieved within a reasonable period of time (about 4 campaigns).

During a test-excavation in 1969-70, R. F. Tylecote has found the remains of smelting-ovens at the southern foot of the heap. The MJE excavations shall – in their last phase – provide the junction to this section, whereby a fundamental broadening and completion of Tylecote's findings it to be expected.

The present base of the heap is rather circle-shaped, with a diameter of about 35 m.<sup>3)</sup> The highest point is not located in the middle, but shifted 3-4 m to the east and is elevated about 3 m above the adjoining sandy plane in the east. The level of the adjoining area in the west is about 1 m higher. It can therefore be assumed that the original base of the heap is located further west than the one visible now. Thus, the heap would have an oval ground plan, as can also be observed at other mounds. In the west, the peak of the mound has got a dent, which is brought about by a horizontal plane, about 1 m lower than the highest point. It could be the traces of an archaeological excavation. In the South, the foot of the mound is cut through by Tylecote's excavation, as well as by running water, due to heavy rainfall. The northern side shows some irregular excavations, whereas the eastern side of the heap is completely intact. In the north lies the irregularly-shaped slag heap 1 a, which could be the result of an excavation attempt.

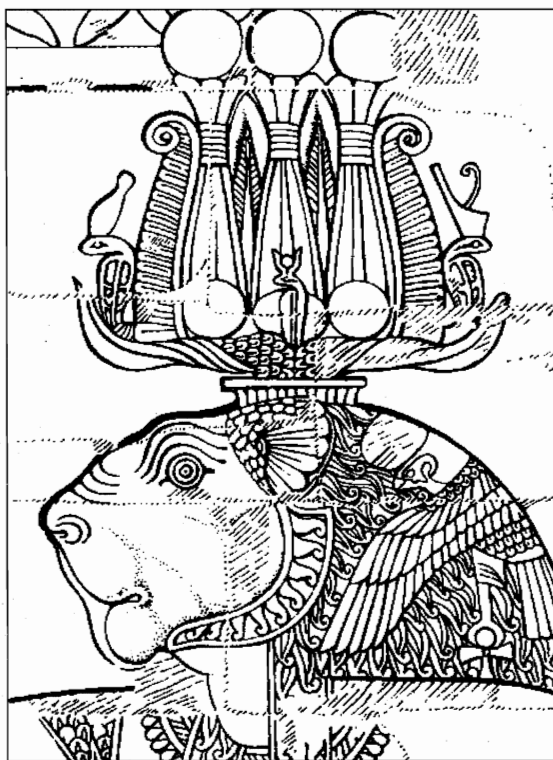
The two smaller heaps 1b and 1c are situated in the south; their circle-round base suggests antique piling-up. The eastern foot of the heap

1) Translated from *MittSAG 4*, 1996, pp. 23 - 27. For cited literature see the German version of this article. - Several Sudanese colleagues asked us to publish some of the more important articles in *MittSAG* in English. This is the first of a planned series.

2) See fig. 1 on page 23 of *MittSAG 4*.

3) See fig. 2 on page 24 of *MittSAG 4*.

MITTEILUNGEN DER  
SUDANARCHÄOLOGISCHEN GESELLSCHAFT  
ZU BERLIN E.V.



HEFT 10  
2000

Abbildung auf der Titelseite:

Blick auf die Terrasse des Zentraltempels der Großen Anlage von Musawwarat,  
1994 (Foto P. Wolf)

**ISSN 0945-9502**

**Mitteilungen der  
Sudanarchäologischen Gesellschaft zu Berlin e.V.**

**Kurzcode: MittSAG**

**Heft 10, 2000**

## INHALT

---

EDITORIAL .....	4
NACHRICHTEN DER SUDANARCHÄOLOGISCHEN GESELLSCHAFT ZU BERLIN E.V.	
<i>A. Lohwasser, Mitgliedervollversammlung 1999</i> .....	6
<i>M. Fitzenreiter, 6. Rechenschaftsbericht 1998/1999</i> .....	7
<i>B.-O. Kühn, Finanzbericht für die Jahre 1997 &amp; 1998</i> .....	10
<i>St. Wenig, Die konservatorischen Arbeiten der SAG in Musawwarat es Sufra 1999</i> .....	11
<i>Fritz Hintze-Vorlesung 1998: W. Y. Adams, Medieval Nubia – The Forgotten Civilization</i> .....	14
<i>Neuerscheinungen</i> .....	26
NACHRICHTEN AUS DEM SEMINAR FÜR SUDANARCHÄOLOGIE UND ÄGYPTOLOGIE	
<i>St. Wenig – P. Wolf, Feldarbeiten des Seminars für Sudanarchäologie und Ägyptologie der Humboldt-Universität zu Berlin in Musawwarat es Sufra. Vierte Hauptkampagne, 12.1. – 1.4.1998</i> .....	28
<i>F. Hintze, Meroe and the Noba</i> .....	49
<i>J. Becker, Die Sandsteinbrüche im Gebiet von Musawwarat es Sufra</i> .....	56
<i>D. Eigner, Meroe Joint Excavations: Excavation at Slag Heap NW1 in Meroe</i> .....	74
VARIA	
<i>A. Lohwasser, Mille fiori - Tausend Blumen aus Omdurman</i> .....	77
<i>M. Fitzenreiter, Geschichte, Religion und Denkmäler der islamischen Zeit im Nordsudan. Teil III. Denkmäler islamischer Zeit im Nordsudan</i> .....	84
<i>M. H. Zach, Zwei Berichte über die Ruinen von Adulis aus dem Jahr 1862</i> .....	112
<i>M. H. Zach, Varia Meroitica III: Die Beschreibung eines verschollenen napatanischen Tempels in einem Reisebericht des 17. Jahrhunderts?</i> .....	113
NEUE MITGLIEDER DER SUDANARCHÄOLOGISCHEN GESELLSCHAFT .....	118
VORSCHAU AUF HEFT 11/IMPRESSUM .....	119