

VORBERICHT ÜBER DIE KONSERVATORISCHEN ARBEITEN WÄHREND DER FRÜHJAHRSKAMPAGNE 1995 IN MUSAWWARAT ES SUFRA

Während der Frühjahreskampagne 1995 wurde eine Reihe konservatorischer Untersuchungen und Maßnahmen zum Schutz der Denkmäler von Musawwarat es Sufra eingeleitet. Die von M. PITTERTSCHATSCHER begonnene Dokumentation des konservatorischen Zustandes der Großen Anlage (I A) und des Apedemak-Tempels (II C) dient v.a. der Planung zukünftiger Schutz- und Erhaltungsmaßnahmen. Die in diesem Vorbericht dargestellten Schlußfolgerungen haben – das muß hier einschränkend erwähnt werden – vorläufigen Charakter, da genauere Aussagen erst nach Abschluß der naturwissenschaftlichen Analysen der genommenen Materialproben, die derzeit bei ICCROM (Rom) untersucht werden, möglich sind. Für die Große Anlage ist diese Untersuchung eine Fortführung der von M. Fitzenreiter während der Frühjahreskampagne 1993 begonnenen Zustandsdokumentation (s. Fitzenreiter 1993). Erkenntnisse im Zusammenhang mit der Wind- und Sanderosion wurden auch in Wolf 1995a und 1995b dargestellt.

Die konservatorischen Arbeiten am Apedemak-Tempel, dem Tempel II A sowie der Großen Anlage, über die weiter unten detailliert berichtet wird, wurden mit den zuständigen leitenden Mitarbeitern der National Corporation for Antiquities and Museums (HASSAN HUSSEIN, DR. SALAH, BUSHRA) diskutiert, für deren unbürokratische Unterstützung, Mitarbeit und Hilfe wir uns an dieser Stelle herzlich bedanken wollen. Sie wurden von M. PITTERTSCHATSCHER, P. WOLF, ST. WENIG und D. EIGNER geleitet. Alle Sachkosten und Arbeiten wurden aus den Mitteln der SAG finanziert. Die Gesamtsumme belief sich in der Frühjahreskampagne 1995 auf DM 11.173,78. Es sei allen Mitgliedern der SAG dafür gedankt, daß sie durch Beiträge, Spenden und aktive Mitarbeit die Arbeiten finanzieren halfen. Besonderer Dank gilt jedoch G. WANNING und M. ZEEBE, die bei nicht gerade europäischen Temperaturen und unter oft schweren körperlichen Anstrengungen in Musawwarat vor Ort bei der Verwirklichung der

Projekte mithalfen und ihre Reisekosten selbst trugen. Nicht zuletzt sei dem Forestry Department Shendi für die kostenlose Beratung und die Überlassung der Setzlinge für die Windschutzpflanzung gedankt.

KONSERVATORISCHE DOKUMENTATION UND MASSNAHMEN AM APEDEMAK-TEMPEL

Die konservatorische Dokumentation berücksichtigte in erster Linie den Zustand der aus Sandstein¹⁾ errichteten Außen- und Innenwände. Sie wurden blockweise untersucht und ihr Zustand wurde auf Wand-Ansichtsplänen graphisch dokumentiert (Plan K – IIC/1 ff.). Die nördliche Außenwand, die jährlich von Oktober bis Juni/Juli dem Nordost-Passat ausgesetzt ist, zeigt die stärksten Korrosionsschäden (dazu s. auch Wolf 1995a). Da das Gesteinsmaterial Sedimentschichten unterschiedlicher Härte und Korngrößenzusammensetzung besitzt, sind auch die Schäden von Block zu Block sehr unterschiedlich. Außerdem muß zwischen den stark erodierten Wandpartien im unteren Mittelteil der Nordwand, die vermutlich seit Jahrtausenden den Erosionsprozessen ausgeliefert waren und inzwischen wieder eine bräunliche Patina tragen, und den jüngeren Schäden seit dem Wiederaufbau des Tempels am Ende der 60er Jahre differenziert werden. Letztere Schäden sind wesentlich geringer, jedoch durch weißliche, patinalose Partien kenntlich, die anzeigen, daß hier rezente Erosionsprozesse aktiv sind. Sie treten auch an mehrere Meter hohen Wandlagen auf (v.a. an vorspringenden Reliefkanten). Da sich um den Tempel aber keine Echo- oder Leedünen abgelagert haben, werden diese Ero-

1) Ein stark poröser, v.a. aus Quarzkörnern und kieseligem Bindemittel bestehender Sandstein der Nubischen Serie (Quarzsandstein) mit Anteilen aus Feldspat und Glimmer (Rohdichte: 1,80 g/cm³; Dichtigkeitsgrad: 0,685 [= Rohdichte/Reindichte v. Quarz (2,64 g/cm³)]; Porosität: 31,5% [= 100 * (1-Dichtigkeitsgrad)]). Er enthält ferner wasserlösliche Eisenoxidhydrate, Eisenhydroxide und Mineralsalze (s. Hintze et al. 1993: 338).

sionsschäden das Resultat von Deflationsprozessen durch Staubwind sein – v.a. an schwach gebundenen und durch andere Erosionsformen zermürbten oberflächennahen Gesteinsschichten (beispielsweise durch Temperaturstreß und Salzdruckverwitterung, s. u.). An den anderen Außenwänden (v.a. West- und Südwand) sind Schäden durch Wind- und Sanderosion wesentlich geringer.

Von Schalenbildung, die zu Gesteinsabschieferungen (Exfoliationen) führt und in der Regel eine der Folgen der Salzdruckverwitterung ist (vgl. z.B. Wolf 1995a: 13 Anm. 4), ist der Sandstein in geringerem Maße betroffen. Verstärkt tritt diese Zerstörungsform im Sockelbereich unterhalb der beim Wiederaufbau eingefügten horizontalen Sperrschicht aus Blei auf. Bis zu dieser Sperrschicht können die in der Regenzeit angesammelte Bodenfeuchtigkeit und darin gelöste Mineralsalze kapillar wandern und die Salzdruckverwitterung verstärken. Bezeichnenderweise sind diese Schäden an der Nordseite des Tempels am stärksten. Sie ist dem Abschwemmkegel des Hafir zugewandt und wirkt bei Regenfällen wie ein Damm, an dem sich das abfließende Regenwasser sammeln und dort in den Boden versickern kann.²⁾ Außerdem wird die Nordseite des Tempels nur in den sehr frühen Morgenstunden von der Sonne beschienen. Dadurch verdunstet die hier angesammelte Feuchtigkeit nur langsam. Vereinzelt Abschieferungen gibt es auch an der Nordwand oberhalb der horizontalen Sperrschicht.

Ob die leider ohne vorherige Analysen durchgeführte Gesteinsfestigung der 60er Jahre³⁾ durch das Auftragen von „Geißeltal-Lack“ (einem benzin- und acetonlöslichen und damit reversiblen Festigungsmittel auf Zellulose- und Nitrobasis; vgl. Hinkel 1992: 159 f[14] und Anm. 68 sowie 65) die Schalenbildung gefördert hat, müssen naturwissenschaftliche Untersuchungen von Gesteinsproben erweisen. Da die Konsolidierung in den vergangenen 30 Jahren nicht wiederholt wurde, kann man u.U. davon ausgehen, daß das auf organischer Basis hergestellte Festigungsmittel inzwischen durch die aggressiven Verwitterungsfaktoren zerstört wurde.

2) *Solche zentimetertiefen Sammelbecken des Regenwassers wurden westlich des Nord-Pylons (und auch westlich des Süd-Pylons) vorgefunden und beseitigt.*

3) *Zur konservatorischen Behandlung des Tempels im Zusammenhang mit seinem Wiederaufbau s. Hintze et al. 1993: 330 – 347, zu einer Kritik an der chemischen Behandlung s. Hinkel 1992: 159 f[14].*

Dagegen ließ sich die wasserabweisende Wirkung der in den 60er Jahren durchgeführten Hydrophobierung mit Contraquin L (einem Hydrophobiermittel auf der Basis von Polyorganosiloxan) durch Wasseraufnahmetests noch gut nachweisen. Diese Maßnahme schützt den Stein vor Wasseraufnahme, läßt aber in ihm enthaltene Feuchtigkeit entweichen, wodurch Salzdruckverwitterung und ihre Folgen eingeschränkt werden.

Dennoch ist die Salzdruckverwitterung ein ernstzunehmender Zerstörungsfaktor, wenn nicht sogar einer der aggressivsten. An den Außenseiten des Tempels werden die durch die Salzdruckverwitterung herausgesprengten Gesteinskristalle durch Wind und Staubwind ausgeblasen. Dadurch werden die Zerstörungen oft der Korrosion zugeschrieben, die hierbei aber nur der „letzte Akt“ ist. Auch Ausblühungen kristallisierter Mineralsalze, die in der Regel im Zusammenhang mit der Salzdruckverwitterung auftreten, sind an der Außenseite – vermutlich durch das Wirken der Winderosion – nicht nachweisbar. Sie treten aber an der Innenseite, v.a. der Innenseite des Nord-Pylons auf, wo sie partiell einen Verlust der Gesteinssubstanz von bis zu 10 mm verursacht haben.

Eine andere „Schadensform“ sind die an den Innen- und Außenwänden in Form von bis zu mehreren Dezimetern breiten, horizontal-bandartig verlaufenden Gesteinspartien, die sich durch eine dunklere Färbung vom übrigen Gesteinsmaterial unterscheiden. Ihre dunkle Färbung wird durch die von hygroskopischen Salzen gebundene Feuchtigkeit verursacht. Da diese Salze unter den Klimabedingungen in Musawwarat offenbar nicht kristallisieren, sind die braunen Bänder lediglich ein ästhetisches Problem und stellen keinen Schaden mit Materialverlust dar. Auch diese Bänder wurden besonders an der Nordwand und an den Pylonen festgestellt.

Der beim Wiederaufbau des Tempels zum Verputz der Fehlstellen verwendete Putz⁴⁾ zeigt heute einen sehr schlechten Zustand. Außer an der äußeren Nordwand, die durch ihre Schattelage geringeren Temperaturschwankungen ausgeliefert ist, platzt der Putz an vielen Stellen

4) *Verwendet wurde ein mit Sand gemagerter Zement-Kalk-Mörtel (Zement : Kalk : Sand = 1 : 5 : 15), eingefärbt mit lokal gesiebttem Schluffsand (Mörtel : Schluffsand = 3:1), s. Hintze et al. 1993: 346, 347 [dort vermutl. Druckfehler].*

ab, wodurch das darunterliegende Mauerwerk freiliegt, welches beispielsweise an den Pylon-Ecken auch schon herauszubröckeln beginnt.

Ernsthafte Schäden im Zusammenhang mit der Statik des Bauwerkes wurden am östlichen Drittel der Südwand beobachtet. Hier kam es durch ein Absinken der Fundamente zu vertikalen Setzungsrissen, die das gesamte Mauerwerk durchziehen. Im Verlauf der Untersuchungen wurde hier eine Gipsplombe gesetzt, um festzustellen, ob die jüngeren Setzungen – der Frische des Risses nach zu urteilen – zur Ruhe gekommen sind.

Die vermutlich folgenschwersten Schäden betreffen das Dach des Tempels. Durch ein Leichtmetallgerüst⁵⁾ war es seit dem Wiederaufbau vor 30 Jahren erstmals wieder möglich, das Dach des Tempels zu besichtigen und die Schäden zu dokumentieren. Die Dachhaut hatte nur an einigen Stellen bis zu handtellergroße Löcher (durch Steinwurf), die nach der Dokumentation durch M. ZEEBE und G. WANNING mit Zinkwellblech geschlossen wurden. Ernste Schäden zeigte aber die Zinkblechabdeckung der Mauerkronen und v.a. die Verbindungs konstruktion zwischen Dachhaut und Abdeckung der Westwand, die durch Wind und Sturm teilweise gänzlich aus ihrer Verankerung gerissen waren. Folge dieser Schäden ist das Eindringen von Regenwasser in das Innere der Mauern und die Dachunterkonstruktion, was auch die oben erwähnte Setzung des Mauerwerks begünstigt haben kann. V.a. die Westwand zeigte innen starke Wasserschäden. Um den Schaden einzudämmen, wurde von M. ZEEBE und G. WANNING unter Leitung von M. PITTERTSCHATSCHER und unserem Architekten D. EIGNER eine provisorische Schutzkonstruktion angefertigt, die ein weiteres Eindringen von Regenwasser an der Westwand verhindern soll.

An den Innenwänden und auf dem Fußboden des Tempels hatte sich in den vergangenen 30 Jahren eine starke Staubschicht akkumuliert (am Boden bis zu 8 cm). Sie wurde während der Kampagne vorsichtig entfernt. Dabei mußten wir leider eine bösartige und mutwillige Zerstörung feststellen. Der Kopf der ersten Figur des Rinderfrieses an der inneren Südwand – nach dem Wiederaufbau des Tempels noch vollständig erhalten (s. Hintze et al. 1971: Taf. 52a, 53) –

⁵⁾ Für dessen Planung und Konstruktion wir an dieser Stelle Herrn Rayk Lange herzlich danken möchten.

war offenbar durch Touristen zu einem unbekanntem Zeitpunkt nach dem Wiederaufbau abgeschlagen worden. Der frische Bruch war mit Staub kaschiert worden, so daß der Schaden erst bei der Entstaubung deutlich wurde.

Die Dachunterkonstruktion aus Palmrippen bleibt aber ein Staubfänger und Nistplatz für Vögel, deren für das Gestein schädliche Exkremente an allen Wänden deutlich sichtbar sind. Eine weitere Schadensursache sind die vielen Wespennester, die fest am Sandstein der Reliefs haften.

Der zu Beginn der 70er Jahre errichtete Drahtzaun, der den Tempel in einem Radius von etwa 25 m umgibt, war an vielen Stellen über mehrere Meter zerstört. Er wurde von M. ZEEBE und G. WANNING in mühevoller Arbeit repariert, um eine spätere Windschutzpflanzung (s.u.) vor Ziegen und Schafen schützen zu können, und mit einem Stacheldraht versehen. Diese ästhetisch unschöne Maßnahme war leider notwendig, um den Zaun vor Touristen zu schützen, die (selbst während unserer Anwesenheit) den frisch reparierten Zaun wieder überkletterten.

ZUR WEITEREN PLANUNG DER ARBEITEN AM APEDEMAK-TEMPEL

Die weitere Planung der Restaurierungsarbeiten am Apedemak-Tempel ist in erster Linie von seiner Statik abhängig. Sollten die Setzungen des Mauerwerks noch aktiv sein (s.o.), ist – abhängig von ihrer Stärke – über kostspielige Baumaßnahmen nachzudenken.

An zweiter Stelle im Kosten- und Arbeitsplan steht die Reparatur des Daches. Die oben erwähnten Reparaturen haben nur provisorischen Charakter. Eine dauerhafte Lösung, die mit landesüblichen Mitteln bewerkstelligt und auch später reparierbar sein muß, muß von einem Architekturbüro in Zusammenarbeit mit einer Ingenieurbau firma erarbeitet und ausgeführt werden. Während dieser Arbeiten muß gleichzeitig die Dachunterkonstruktion (Dachstuhl) von Staub befreit werden. Außerdem muß ein Vogelschutz vorgesehen werden.

Zum Schutz der Mauerkronen vor vertikal eindringendem Regenwasser sollte nach Vorschlag von M. PITTERTSCHATSCHER nicht wieder Zinkblech, sondern ein mit Dehnungsfugen versehener Spezialmörtel eingesetzt werden, der

natürlich die zum Wasserabfluß notwendige Neigung aufweisen muß und nicht so sehr von Wind und Sturm angegriffen wird wie die Zinkabdeckung, die ja immer irgendwie mechanisch befestigt wird. Ebenso müssen auch die zerstörten Putzstellen mit Spezialmörtel ausgebessert werden.

Die Reliefblöcke der Innen- und Außenmauern sollten nach einer weiteren trockenen Säuberung (wobei auch die Wespennester vorsichtig mechanisch entfernt werden) mittels Kompressen entsalzt werden. Abhängig vom Ergebnis der naturwissenschaftlichen Untersuchungen des Steinmaterials sollte dann über eine eventuelle Konsolidierung des Gesteins (und auch eine erneute Hydrophobierung) nachgedacht werden.

DIE KONSERVATORISCHE DOKUMENTATION DER GROSSEN ANLAGE

Wie am Apedemak-Tempel ist auch bei der Großen Anlage eine konservatorische Dokumentation des Erhaltungszustandes der Ausgangspunkt für weitere Arbeiten. Die Schadensbilder wurden hier zunächst provisorisch auf Kopien von Grundrißplänen im Maßstab 1:100 kartiert. Eine detaillierte blockweise Dokumentation wird erst nach Abschluß der photogrammetrischen Dokumentation möglich sein, d.h. wenn Aufrisse für die gesamte Anlage im Maßstab 1:20 vorhanden sind. Bei der Kartierung der Schadensbilder wurden mechanisch-konstruktive Schäden (z.B. Einsturzgefahr, fehlende Blöcke in den unteren Blocklagen), Wasserschäden (v.a. durch Eindringen von Wasser in das zweischalige Mauerwerk durch fehlende Mauerabdeckungen, Unterspülungen), Schäden durch die Versalzung des Gesteinsmaterials (z.B. Salzdruckverwitterung, Salzausblühungen, Feuchtigkeitsbänder), Schäden durch Wind- und Sanderosion sowie durch Besucher (z.B. durch Besteigen von Mauern, Säulenbasen und Sohlbänken der Fenster) dokumentiert. Außerdem wurden die mit der Korrasion und den Wasserschäden im Zusammenhang stehenden Sanddünen, Abflußrinnen und -richtungen sowie Sammelbecken des Regenwassers kartiert.

Die Dokumentation ergab, daß eine der gefährlichsten Schadensursachen das Regenwasser ist – selbst wenn in der sommerlichen Regenzeit Niederschläge verhältnismäßig selten sind (s. z.B. Viète 1961). Regenwasser dringt in die meistens ihrer Bekrönung beraubten Mauern

des zweischaligen Mauerwerks ein, dessen Mauerkern mit Lehmörtel und Schutt aufgefüllt ist. Dort kann es zum Aufquellen des Lehmörtels kommen und damit zu Kräften, die das Mauerwerk seitlich aufsprengen. Außerdem werden Lehmörtel und Schuttverfüllung aus dem Mauerkern herausgeschwemmt. Beides führt zum Zusammenbruch ganzer Mauerzüge, oft begünstigt durch das Unterspülen einzelner Mauerteile bzw. das Aufweichen des Baugrundes. Schon vorhandene Mauerausbrüche (Mauerteile, bei denen einzelne Blöcke aus dem Sockelbereich fehlen) sind dabei natürlich Schwachstellen, an denen die Zerstörung besonders schnell fortschreitet.

Wie bei allen aus dem Sandstein der Nubischen Serie errichteten Bauwerken in Musawarat (und auch anderswo) spielt die Salzdruckverwitterung eine erhebliche Rolle. Wasserlösliche Mineralsalze, die im Nubischen Sandstein selbst enthalten sind, wandern im gelösten Zustand kapillar mit der Mauerfeuchtigkeit und durch den Verdunstungsdruck an die Oberfläche der Mauern. Dort werden sie – in Abhängigkeit von den Schwankungen der Temperatur und der Luftfeuchtigkeit – vermutlich mehrmals täglich den chemo-physikalischen Prozessen der Hydratation und Dehydratation, der Lösung und Kristallisation unterworfen. Durch die daraus resultierende Volumenänderung üben die Salze einen zerstörerischen mikromechanischen Druck auf das Kristallgefüge des Sandsteins aus (zu diesen Prozessen und dem Folgenden s. auch Wolf 1995a: 13f und Anm. 4 sowie Abb. 5). Das Resultat sind beispielsweise mehrere Zentimeter breite Streifen in bestimmten Wandlagen, an denen das Steinmaterial bis einige Zentimeter tief zerstört und danach durch Wind ausgeblasen wurde, aber auch Abschaltungen und Ausbrüche zentimetergroßer Gesteinspartien. Oft treten letztere an den Horizontalfugen der Mauern auf, wo diese Prozesse einerseits durch den Vertikaldruck der an der Außenkante dieser Fugen aufliegenden (nach innen aber konisch gearbeiteten) Mauerblöcke begünstigt werden. Andererseits sind diese Horizontalfugen Transportzonen der Feuchtigkeit und an den Kontaktzonen der Mauerblöcke auch Brücken für den Transport der Salze von Steinblock zu Steinblock.

Die Mauerzonen, an denen diese Vorgänge rezent aktiv sind, erkennt man an den mehrere Zentimeter breiten Streifen weißer Salzausblühungen, im allgemeinen ca. 20–50 cm oberhalb der diese Mauerpartien umgebenden

Bodenoberfläche bzw. der an die Mauern anstoßenden Sanddünen. Oft befinden sich oberhalb dieser Ausblühungen dunkle Feuchtigkeitsbänder. Hierbei handelt es sich (wie auch am Apedemak-Tempel) um Zonen, in denen hygrokopische Salze (vermutlich Chloride), die bei den gegebenen Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsverhältnissen nicht kristallisieren, die Mauer- und Umgebungsfeuchtigkeit binden. Unter diesen Prozessen leidet die Steinstruktur kaum, sie wirken lediglich ästhetisch unschön. Inwieweit sie aber durch die Bindung der Feuchtigkeit die oben erwähnten gefährlichen Hydratations- und Dehydratationsprozesse anderer Salze begünstigen, ist derzeit nicht klar.

Anders als bei den Bauwerken auf der Ostseite des Tales von Musawwarat werden diese Zerstörungsprozesse bei der Großen Anlage durch das um ein Vielfaches höhere Aufkommen von Sand unterstützt (s. Wolf 1995a: 16 – 17). Die sich durch die Spezifika des Sandtransportes an den Mauern herausbildenden Lee- und Echodünen sind hervorragende Wasserspeicher, von denen aus die Feuchtigkeit direkt in das Mauerwerk diffundieren kann. Das stetige Anwachsen dieser Dünen bewegt folglich die Zone der Salzdruckverwitterung allmählich vertikal über die gesamte Mauerfläche. Je nachdem wie schnell die Sanddünen wachsen, werden die vom Sand bedeckten Zonen zwar geschützt, die Konzentration der Salzdruckverwitterung pegelt sich jedoch auf der Höhe des Endstadiums des Dünenwachstums ein, das sich i.A. in der oberen Hälfte bzw. dem oberen Drittel der noch stehenden Mauer befindet (vgl. Wolf 1995a: 13 und Abb. 5).

Im Zusammenhang mit der Versandung, die sich in den letzten 10 Jahren erheblich verstärkt hat, stehen an der Großen Anlage auch die Schäden durch Korrosion. Über diese Schäden und die ihnen zugrundeliegenden Prozesse wurde schon ausführlich berichtet (Wolf 1995a). Die Schäden – Zerstörung der Patina, bis zu dezimetertiefe rillenförmige Windschliffe, Impaktkrater und zu Yardangs geschliffene freistehende oder hervorspringende Architekturteile – treten v.a. an den Nord- und Ostseiten der Mauern auf, d.h. den Luv-Seiten während des Nordost-Passats. Durch Windwirbel sind aber auch die Lee-Seiten der Mauern z.T. stark in Mitleidenschaft gezogen (s. z.B. Wolf 1995a: Abb. 9 – 10). Die Zone der stärksten Korrosion liegt in der Regel unterhalb von 50 cm über der Umgebungsoberfläche. Doch auch hier transportiert

das Anwachsen der Sanddünen diese Zerstörungszone vertikal über die Maueroberfläche.

Zu den von Menschen verursachten Schäden kommen auch jene, die von Tieren (Ziegen, Schafen) stammen. Allenorters sieht man frische Brüche, zertretene Mauerblöcke oder abgetretene Steinkanten. Wenn – wie beispielsweise an Sohlbänken von Fenstern und Tordurchgängen – die den Stein bis zu einem gewissen Grade schützende Patina entfernt ist, liegt der weiche, helle Gesteinskern frei und die betroffenen Mauerblöcke verwittern sehr schnell.

Leider findet sich auch eine Reihe von rezenten Graffiti in arabischer und auch in europäischen Sprachen. Kurioserweise billigt der Archäologe antiken und selbst noch den Graffiti aus dem letzten Jahrhundert einen gewissen historischen Wert zu. Das ist aber kein Freibrief, diese die Wände zerstörende Unsitte fortzuführen (vgl. Hinkel 1992: 154 – 155 c[10] und Anm. 47). An einigen Stellen wurden während der Grabungen der 60er Jahre die Nummern der Grabungsschnitte unsachgemäß mit Öl- bzw. Lackfarbe an die Wand geschrieben. Sie sind noch heute deutlich zu sehen und beeinträchtigen das Gesamtbild der entsprechenden Wände (vgl. Hinkel 1992: 157 f[12 und pl. 4]). Dagegen sind die von Hinkel (1992: 158 – 159 f[13]) erwähnten Beschädigungen der Patina durch die Herstellung von Latex-Abklatschen in den 60er Jahren inzwischen nicht mehr sichtbar.⁶⁾

Eine Reihe konstruktiver (im Sinne von Hinkels „intrinsic causes“, s. Hinkel 1992: 151) Eigenschaften sind Ursache meist mechanischer Schäden am aufgehenden Mauerwerk. Hier sind einerseits konstruktive Fehler der antiken Baumeister (schlechte Verzahnung von Mauern, schwache Fundamentierung etc.) zu nennen, aber auch konstruktive Schwachstellen, die erst beim Verfall des Bauwerkes gravierend wurden: Beispielsweise war der Fußboden der Tempel und einiger Nebenräume vermutlich mit Holzbohlen ausgelegt (Priese, mündl. Mittlg.). Die Leibungen der Türdurchgänge saßen z.T. auf diesem Boden auf. Nach dem Verschwinden der Fußbodenkonstruktion fehlt einigen der Leibungsblöcke die Auflage. Es ist klar, daß an diesen Stellen der Verfall durch Einsturz der Türleibungen droht.

6) Um derartige Schäden bei der Fortführung der Dokumentation der Graffiti von Musawwarat von vornherein auszuschließen, werden 1:1 Kopien seit der Kampagne 1994 mit Aluminium-Folien hergestellt.

DIE KONSERVATORISCHEN MASSNAHMEN IN DER GROSSEN ANLAGE

Einerseits fördern die hohen Sanddünen in der Großen Anlage die Zerstörungsprozesse. Angesichts der riesigen Ausdehnung dieses Bauwerkes ist es aber unrealistisch, einen Schutz in Form einer Überdachung oder einer vollständigen Bedeckung mit Sand herzustellen (s.o. und Wolf 1995a: 13 – 16, 17 – 18 Nr. 3). Andererseits ist es notwendig, viele der Dünen als Vorbereitung für die geplante photogrammetrische Dokumentation zu entfernen. Daher wurde beschlossen, mit diesen Arbeiten schon in der Vorbereitungskampagne zu beginnen. Die Entfernung der Sanddünen (soweit sie nicht einsturzgefährdete Mauerzüge destabilisiert) setzt die in den letzten 30 Jahren zugesandeten Mauerteile zwar wieder den Erosionsprozessen aus, konzentriert aber die Schäden durch Salzdruckverwitterung und Korrosion (soweit nicht umherliegende Gesteinstrümmer Windwirbel hervorrufen) auf den Sockelbereich der Mauern (bis ca. 50 cm oberhalb des Bodenniveaus, s. Wolf 1995a: 15 – 16). Die Gesteinsoberfläche der Blöcke aus diesem Bereich ist an vielen Stellen ohnehin zerstört und muß konservatorisch behandelt werden. Diese Maßnahme setzt natürlich voraus, daß man Vorkehrungen trifft, um ein weiteres Eindringen von Sand in die Große Anlage möglichst einzuschränken (z.B. Windschutzpflanzung, s.u.) und neue Sanddünen in regelmäßigen Abständen entfernt.

Aus dem Zentraltempel und der ihn umgebenden Terrasse wurden ca. 180 m³ Sand entfernt, so daß der Tempel jetzt fast vollständig von Sand befreit ist. Der Terrassenboden wurde mit lehmhaltigem Material äolisch stabilisiert. Diese Lehm packungen wurden derart nivelliert, daß das Regenwasser vom Tempel weggeleitet wird.

Bei einigen Lee- und Echodünen (z.B. in den Höfen 501, 513, 528), die durch ihre Form das Regenwasser in der Nähe der Wände sammelten (d.h. Becken zwischen Wand und dem Pik der Düne bildeten), wurden Durchbrüche geschaffen, um möglichst viel Regenwasser abzuleiten (abgesehen allerdings von dem größten Anteil, der sofort versickert).

Mit dem Abraum wurden nach dem Studium der Hauptabflußrinnen des Regenwassers Durchbüche in den Außenmauern der Großen Anlage geschlossen und Deiche im Norden und Nordwesten der Anlage aufgeschüttet, so daß

das von den nordwestlichen Tafelbergen abfließende Regenwasser von der Großen Anlage ferngehalten wird und ein Teil dieses Regenwassers in das Gebiet der geplanten Windschutzpflanzung (s.u.) einige Meter nördlich der Großen Anlage bzw. direkt zur Wadi-Sohle geleitet wird. Die Oberfläche dieser Deiche wurde ebenfalls mit Gesteinsschutt und mit lehmhaltigem Material äolisch stabilisiert.

Fünf besonders gefährdete Säulenfragmente vor dem Eingang zum Zentraltempel (102/103 Ostseite) wurden mit einer Ziegelummauerung versehen, die mit Sand aufgefüllt und oben mit lehmhaltigem Material geschlossen wurde. Diese provisorische Maßnahme soll sie vor „kletterfreudigen“ Touristen und vor Sanderosion schützen. Außerdem soll die Herstellung einer relativ konstanten Umgebungstemperatur u. -feuchtigkeit die Salzdruckverwitterung eindämmen. Ähnlich wurden schon 1968 die zwei tiergestaltigen Säulenbasen aus Raum 108 in situ „vergraben“, indem Raum 108 bis über die Oberkante dieser Säulenbasen mit Sand aufgefüllt wurde und der Boden ebenfalls mit Gesteinsschutt und lehmhaltigem Material stabilisiert wurde. Eine dauerhafte Lösung bestünde beispielsweise in der Anfertigung von Kopien und der Lagerung der Originale im Museum.

Zukünftige konservatorische Arbeiten in der Großen Anlage müssen sich auf die Eindämmung der derzeitigen Hauptschadensursache konzentrieren, das Regenwasser. Durch weiteres Forträumen der Sanddünen und ein geeignetes Nivellieren der Bodenoberfläche muß das Regenwasser von den Mauern fortgeleitet werden. Besonders wichtig ist es, die Mauerkronen abzudecken – beispielsweise mit einem geeigneten Mörtel –, um das Einsickern des Regenwassers in das Innere des zweihäufigen Mauerwerks zu verhindern. Ebenso dringend müssen vom Einsturz bedrohte Mauerzüge durch geeignete Reparaturmaßnahmen stabilisiert werden, insbesondere die oben erwähnten Unterfugungen der Durchgangsleibungen. Erst nach diesen Arbeitsschritten kann man über die Entsalzung und eventuelle Festigung gefährdeter Partien nachdenken.

DIE KONSERVATORISCHEN MASSNAHMEN AM TEMPEL II A

Wie schon mehrfach erwähnt, ist eine der sehr aggressiven Zerstörungsformen die Salzdruckverwitterung, die durch das tägliche Durchlau-

fen bestimmter Temperatur- und Luftfeuchtigkeitswerte ausgelöst wird. Der einige Meter westlich des großen Hafir stehende kleine Tempel II A, dessen teilweise noch vorhandenen Innenreliefs von außerordentlich hoher Qualität sind, ist von dieser Erosionsform besonders betroffen. Einige der Reliefblöcke zeigen nicht nur Schäden an der Gesteinsoberfläche, sondern zentimetertiefe Sprengungsrisse und sind in einem derart desolaten Zustand, das kaum noch mechanische Gewalt notwendig ist, um die Gesteinsschalen abzubrechen.

Die einzig sinnvolle Maßnahme – abgesehen von einer Entsalzung des Gesteinsmaterials, die aber bei großen Objekten wie den Tempelruinen von Musawwarat mit den zur Verfügung stehenden Mitteln (z.B. Kompressen mit destilliertem Wasser) nie vollständig durchgeführt werden kann – ist die Schaffung konstanterer Klimabedingungen. Eine Möglichkeit dazu ist die Errichtung einer Schutzkonstruktion um das zu schützende Bauwerk. Was bei größeren Tempeln wie dem Apedemak-Tempel mit den derzeit verfügbaren finanziellen Mitteln der SAG nicht möglich bzw. wie bei der Großen Anlage unrealistisch ist, liegt bei dem Tempel II A durchaus im Rahmen des Machbaren. Daher wurde von M. FITZENREITER in Berlin ein Projekt erarbeitet, den Tempel II A mit einem Schutzdach zu versehen. Nach der Diskussion dieses Projektes mit der National Corporation for Antiquities and Museums und der Überarbeitung des Projektentwurfs durch Architekten TARIQ ABU SALIH aus Khartoum, der seine Leistungen unentgeltlich zur Verfügung stellte, wurde diese Schutzkonstruktion durch den Schlosser AHMED in Khartoum hergestellt und mit der tatkräftigen Unterstützung von RAYK LANGE aus Berlin (Transport) sowie MOHAMMED HASSAN in Musawwarat montiert (s. auch den Beitrag von G. Wanning, oben S. 12 – 13).

Die Schutzkonstruktion ist ein insgesamt etwa 2,5 m hohes, auf einer entsprechenden von 7 Stahlstützen getragenen Unterkonstruktion errichtetes Satteldach aus Metall, das den gesamten Tempel überdacht. Dadurch liegt der Tempel ganztägig im Schatten und die Konstanz der Umgebungstemperatur wird so durch Vermeidung der direkten Sonneneinstrahlung erheblich verbessert. Zusätzlich schützt das Dach den Tempel vor dem Regen in der Regenzeit. Etwa 50 cm vor den Außenwänden des Tempels sind zwischen den Stützen etwa 1,5 m hohe Metallgitter montiert. Auf diese Weise sind alle wesent-

lichen Details (insbesondere auch die Reliefs an den jetzt noch etwa 80 – 100 cm hoch stehenden Wänden) von außen gut sichtbar, das Mauerwerk des Tempels aber vor dem Erklettern durch Tiere und Touristen geschützt. Da die Reliefs und die architektonischen Details von außen gut sichtbar sind, muß der Tempel nicht betreten werden. Eine an der Eingangsseite montierte und in der Regel verschlossene Tür wird somit nur für notwendige wissenschaftliche oder konservatorische Arbeiten geöffnet. Als zusätzlichen Schutz gegen seitliche Sturmböen in der Regenzeit werden in den Sommermonaten rings um den Tempel bis zur Unterkante des Daches hinaufreichende Schilfmatten montiert, die im Oktober wieder abgenommen werden können.

Außerdem wurde auch der Tempel II A von Sand befreit. In seinem Inneren wurden nach der Errichtung der Schutzkonstruktion die in seiner Umgebung umherliegenden Architekturblöcke gelagert. Die Bodenoberfläche im Umkreis des Tempels wurde so nivelliert, daß Regenwasser vom Tempel fortgeleitet wird.

DIE WINDSCHUTZPFLANZUNG

Schon am Ende der Grabungsarbeiten der 60er Jahre hatte F. HINTZE eine Baum- und Strauchpflanzung zum Schutz des wiederaufgebauten Apedemak-Tempels vor Wind- und Sanderosion angeregt (s. Hintze et al. 1993: 347). Diese Anregung ist zu Beginn der Feldarbeiten in Musawwarat 1993 durch ST. WENIG wieder aufgenommen worden. Nach der Gründung der SAG wurde die Pflanzung als eines der wichtigsten Themen innerhalb der SAG, aber auch mit vielen Experten aus dem Sudan und aus Europa (Ökologen, Botanikern, Forstwirtschaftlern, Entwicklungshelfern) diskutiert. Die Notwendigkeit der Pflanzung, die damit verbundenen Probleme und Risiken sind in Wolf 1995a und 1995b dargestellt.

Nach mehreren Gesprächen und Besichtigungen vor Ort mit Forstexperten des Forestry Department Shendi, des Rural Department Shendi sowie mit leitenden Mitarbeitern der National Corporation for Antiquities and Museums, bei denen vor allem die Positionierung der Pflanzungen, die Auswahl geeigneter Pflanzen und die praktische Durchführbarkeit der Pflanzung, ihrer Bewässerung und der Schutz der Jungpflanzen beraten wurden, haben wir uns während der Frühjahrskampagne dazu entschlossen, gemeinsam mit dem Forestry

Department Shendi eine Meskit-Pflanzung zu projektieren und für den Sommer 1995 in Auftrag zu geben. Ein darüber abgeschlossener Vertrag zwischen dem Forestry Department Shendi und der SAG sieht vor, die in der Baumschule von Shendi gezogenen Setzlinge von den Mitarbeitern des Departments im Juni/Juli pflanzen und in den darauffolgenden zwei Monaten bewässern zu lassen. Die Setzlinge wurden kostenlos zur Verfügung gestellt. Die Pflanzung, die Bewässerung sowie zwei Wächter aus der nomadischen Bevölkerung von Musawwarat, die die Jungpflanzen die ersten Monate vor Ziegen und Schafen schützen sollen, werden laut diesem Vertrag aus den Mitteln der SAG bezahlt. Nach der Erstabwässerung und dem erhofften Regen der Sommermonate müßten die Pflanzen danach ohne weitere Bewässerung und Pflege auskommen.

Die Pflanzung wurde vorerst an 3 Stellen projektiert:

- 100 Pflanzen im Vollkreis um den Tempel II A, in einem Radius von ca. 20 m um den Tempel.
- 100 Pflanzen im Norden und Nordosten des Apedemak-Tempels (im Luv zum Nordost-Passat) in einem Abstand von ca. 25 – 30 m vor dem Tempel. Die Pflanzung ist wenige Meter innerhalb des reparierten Zaunes geplant, so daß der Zaun die Jungpflanzen vor Ziegen und Schafen schützt.
- 200 Pflanzen im Norden und Nordosten der Großen Anlage in einem Abstand von ca. 30 – 50 m nord-nordöstlich der Außenmauer des Komplexes 200.

Bei diesen zweireihigen Pflanzungen sollten die Pflanzen alle 1,5 – 2 m diagonal versetzt gepflanzt werden um eine ausreichende Windberuhigung zu erreichen. Um beim Apedemak-Tempel zu testen, wieviel Sandmaterial jährlich tatsächlich in Richtung des Tempels transportiert wird und ob eine Palisade diese Sandbewegungen aufhält, wurde probeweise eine 25 m lange und 2 m hohe Schilfrohrpalisade im Luv des Tempels errichtet. Hierzu wurde der reparierte Drahtzaun durch weitere Pfosten verstärkt und die Schilfrohrmatten wurden mit Draht am Zaun befestigt (s. dazu den Bericht von M. Zeebe, oben S. 11 – 12). •

LITERATUR

Fitzenreiter, M.: MUSAWWARAT ES SUFRA, KAMPAGNE FEB./MÄRZ 1993, Begehung Große Anlage; Berlin 1993, nicht veröffentlicht

Hinkel, F.W.: PRESERVATION AND RESTORATION OF MONUMENTS. CAUSES OF DETERIORATION AND MEASURES FOR PROTECTION, Études Nubiennes, vol. I, Actes du VIIe Congrès int. d'Études Nubiennes, 3. – 8.9.1990; Genève 1992, 147 – 185

Hintze, F. et al.: MUSAWWARAT ES SUFRA I,2: DER LÖWENTEMPEL. Tafelband; Berlin 1971

Hintze, F. et al.: MUSAWWARAT ES SUFRA. I,1: DER LÖWENTEMPEL. Textband; Berlin 1993

Viete, G.: OBJEKT II H, GROSSER HAFIR, GEOLOGISCH-HYDROLOGISCHER BERICHT, Dok. Nr. 61 der Ausgrabungen in Musawwarat es Sufra; Berlin 1961, nicht publiziert.

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 1995a

Wolf, P.: BEMERKUNGEN ZUM SCHUTZ DER DENKMÄLER VON MUSAWWARAT ES SUFRA VOR WIND- UND SANDEROSION, Teil II: Möglichkeiten des Schutzes, in: MittSAG 4, 6 – 10; Berlin 1995b