

THILO REHREN*

MEROITISCHE EISENOBJEKTE AUS MUSAWWARAT ES SUFRA

EINFÜHRUNG

Die antike Eisenindustrie Meroes ist seit über 80 Jahren in ihrem enormen Umfang augenfällig und brachte wesentliche Impulse in die Diskussion um die Ausbreitung der Eisentechnik in Schwarzafrika. Trotz dieser zeitweise zu einer Schlüsselrolle hochstilisierten Bedeutung ist ein beklagenswerter Mangel an begleitenden naturwissenschaftlichen und technischen Untersuchungen der materiellen Zeugen dieser frühen Schwerindustrie festzustellen. Die Arbeiten von Tylecote (1975, 1982) können lediglich als Vorberichte gewertet werden und stellen sich damit neben die gleichermaßen vorläufige archäologische Dokumentation der Grabungsbefunde von Öfen und Schlackenhalde in Meroe durch Shinnie & Kense (1982). Amborn (1976) gar geht in seiner grundlegenden Betrachtung nahezu ausschließlich von theoretischen Überlegungen aus und mußte zwangsläufig zu falschen Folgerungen gelangen, da ihm nur ungenügend untersuchte Schlacken aus Meroe zur Verfügung standen.¹⁾

Im weiteren Zusammenhang mit einer tiefergehend angelegten archäologisch-metallurgischen Bearbeitung der Eisenverhüttung in Meroe (vgl. Rehren 1995) konnte eine Anzahl von Eisenobjekten aus dem benachbarten Musawwarat untersucht werden, die bei den Grabungen der Humboldt-Universität unter

Leitung von F. Hintze in den 60er Jahren geborgen wurden. Es handelt sich überwiegend um Werkzeuge, untergeordnet auch um Beschläge, die in die meroitische Periode des Königreiches Kusch fallen.

Anhand chemischer und metallographischer Untersuchungen dieser Objekte soll die bislang noch ebenfalls weitgehend unbekannte Charakterisierung meroitischer Eisenobjekte begonnen werden, um am Ende den Versuch einer Zuordnung von Eisenverhüttung in Meroe (Rehren 1995) und Eisenobjekten aus Musawwarat zu wagen.

Die antike Stadt Meroe liegt etwa 210 km nördlich von Khartoum, der Hauptstadt des Sudan, am östlichen Nilufer in der Nähe der heutigen Stadt Kabushiya (Abb. 1a–b). Sie wurde zwischen 1909 und 1914 unter Leitung von J. Garstang und von 1965 bis 1984 unter Leitung von P. L. Shinnie partiell ergraben.

Anhand der Funde sowie der ägyptischen Überlieferung läßt sich zeigen, daß Meroe von etwa 800 vChr bis rund 350 nChr eine zentrale

* Institut für Archäometallurgie, Deutsches Bergbau-Museum, DMT – Gesellschaft für Lehre und Bildung, Bochum

1) Die von Amborn (1976: 164f) beschriebenen Schlacken aus Meroe sind makroskopisch und mikroskopisch als Rennfeuerschlacken zu erkennen. Anhand offensichtlich [ThR] falscher Röntgenfluoreszenz-Analysen sowie einer anschließenden Fehlinterpretation mehrerer technischer Vorgänge der Eisen- und Goldverhüttung gelangt Amborn (1976: 165) zu der Ansicht, es handle sich bei den Schlacken von Meroe um Reste der Goldgewinnung. Nach mündlicher Überlieferung betrachtet H. Amborn diese Interpretation jedoch mittlerweile selbst als überholt. Zu Recht aber beklagt er die zu seiner Zeit (und heute noch!) völlig unzureichende archäometallurgische Dokumentation der Metallverhüttung in Meroe.



Abb. 1a: Kartenskizze von Ägypten und dem nördlichen Sudan

Rolle im Königreich Kusch spielte. Das Reich Kusch, im Süden des alten Ägypten, stand in vielfältiger Wechselwirkung mit seinem nördlichen Nachbarn. Im 2. vorchristlichen Jahrtausend war es eine Provinz Ägyptens unter Führung eines eingesetzten Vizekönigs. Im 8. vorchristlichen Jahrhundert gelang es der aus dem Süden kommenden Bevölkerung, Ägypten zu unterwerfen und mit der 25. Dynastie (713–656 vChr) ihre eigenen Könige zu Pharaonen zu machen. Anschließend hielt sich das selbständige Reich Kusch mit einer napatianischen Periode (656 – ca 270 vChr) und einer meroitischen Periode (ca 270 vChr – ca 350 nChr), ehe es vom benachbarten Reich von Axum erobert wurde. Meroe war durch die gesamte Geschichte Kuschs hindurch Begräbnisort wichtiger Beamter und Mitglieder der Königsfamilie; von 270 vChr an auch der Könige selbst.

Eine Besonderheit Meroes sind die seit langem bekannten gewaltigen, aber noch immer nicht vermessenen Berge von Schlacken im unmittelbaren Stadtgebiet und der weiteren Umgebung, teilweise unter Tempelgebäuden, teilweise freiliegend. Sie führten A.H. Sayce (1912) zu seiner berühmten Metapher von Meroe als dem Birmingham Afrikas.

Seither ist viel über die Bedeutung Meroes für die Entwicklung und Ausbreitung der Eisenmetallurgie in Schwarzafrika diskutiert worden (Amborn 1976, Merwe 1980); jedoch liegen nur wenige archäometallurgische Untersuchungen vor (Tylecote 1975, Shinnie & Kense 1982, Tylecote 1982). Sie haben vor allem die Interpretation der gefundenen Öfen zum Gegenstand.

Wenig ist dagegen bekannt über die Art und Herkunft der Eisenerze, die zum Einsatz kamen,

über die zeitliche Entwicklung der Eisenindustrie in Meroe nach qualitativen und quantitativen Kriterien und über die Weiterverarbeitung und Verwendung des produzierten Metalls. In Vorbereitung auf eine erneute Serie von Grabungskampagnen, die auch der Klärung der Rolle Meroes in der Verbreitung der Eisenmetallurgie in Afrika dienen sollte, wurde eine Reihe von meroitischen Eisenobjekten aus Musawwarat es Sufra untersucht.

Musawwarat es Sufra entwickelte sich in Folge der Schwerpunktverlagerung von Napata im Norden nach Meroe im Süden um das Jahr 270 vChr zusammen mit weiteren Siedlungen und religiösen Plätzen um Meroe. Dieser Ort, ein ca. 40 km vom Nil entferntes religiöses Pilgerzentrum, ist einer der bedeutendsten Plätze der meroitischen Kultur. Durch Ausgrabungen der Humboldt-Universität zu Berlin unter Leitung von F. Hintze in den Jahren 1960 bis 1968 konnten Baugeschichte und Benutzungszeit der Tempelanlagen und Gebäudekomplexe vom 7. Jahrhundert vChr bis ins 4. nachchristliche Jahrhundert geklärt werden.

Die hier vorzustellenden Metallobjekte aus Musawwarat es Sufra gehören sämtlich in die meroitische Periode, d.h. sie datieren zwischen 270 vChr und 350 nChr (mdl. Auskunft St. Wenig).

KATALOG DER METALLFUNDE

DIE BUNTMETALL-OBJEKTE

Insgesamt spielen die Buntmetalle nur eine untergeordnete Rolle im Fundaufkommen; dabei zeigen sie jedoch eine bemerkenswerte Vielfalt in ihrer Zusammensetzung. Bronze ist in Form eines Gußkuchens sowie eines Gürtelbeschlages (?) vertreten (Proben 12 und 23, Abb. 4), die Probe 14 erwies sich als ein flaches, quadratisches Bleiplättchen, und die Proben 24 und 25 bestehen aus teilweise vergoldetem Silber. Lediglich für die beiden letzten Proben kann eine Funktion vermutet werden; es handelt sich um vier silberne Ringe und eine außen vergoldete Hohlkugel, die vermutlich als Schmuck dienen. Die Bronze- und Bleiobjekte dagegen sind, auch wenn sie teilweise eine deutliche Form aufweisen, in ihrer Funktion nicht zu erkennen. Das Auftreten eines Gußkuchens (Probe 12) mag als Hinweis auf eine lokale Bronze-Gießerei gewertet werden; eindeutige Funde einer solchen Werkstatt wie Tiegel oder Ofeninstallationen wurden in Musawwarat jedoch nicht gefunden.

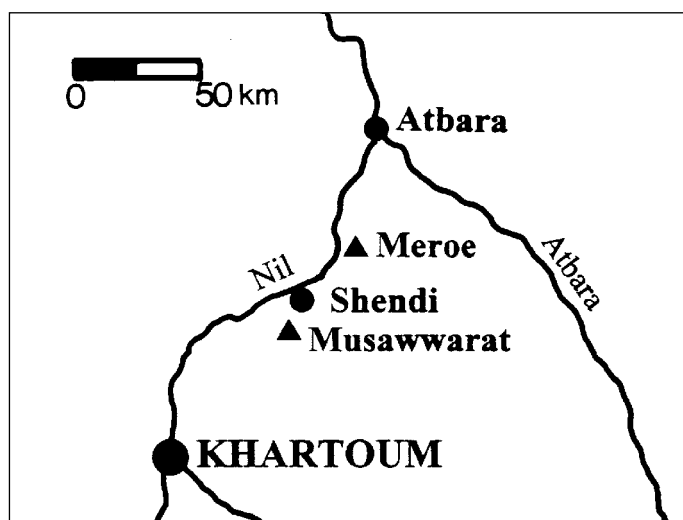


Abb. 1b: Die Lage von Meroe und Musawwarat es Sufra zwischen Khartoum und Atbara

TABELLE 1: Katalog der Metallfunde

IfA-Nr.	Fund-Nr.	HU-Nr.	Bezeichnung	Gewicht	Länge	Analyse
1-1	I A/119a	29044	Meißel	330 g	23,5 cm	AAS + Schliff
1-2	I A/123d	29045	Meißel	261 g	18,5 cm	AAS
1-3	I A/52b	29048	Spitzmeißel/Pickel	62 g	13 cm	AAS
1-4	I A/23	29046	Meißel	186 g	18,5 cm	
1-5	I A/48	29047	Feile	101 g	29 cm	
1-6	II C/3	29025	Speerspitze	38 g	21 cm	
1-7	II C/6.2		Eisenplatte	114 g	7,5x6 cm	AAS + Schliff
1-8	II C/6.1		24 Nägel	je 10-25 g	4-10 cm	2 AAS + Schliff
1-9	I A/117g		Nagel	15 g		
1-10	I A/100k		Beschlag?	62 g	7 cm	
1-11	I A/42	29050	Nagel	34 g	9 cm	
1-12	I A/110g		Gußkuchen (Bronze)	240 g	7 cm	Schliff
1-13	I A/18		Nagel	4 g	5 cm	
1-14	I A/110h		Bleiplättchen	11 g	1,5 cm	AAS
1-15	N 2		Armreif (2 Fragmente)	16 g	7+8 cm	
1-16	N 7/III		Pfeilspitzenpaar	9 g	6 cm	
1-17	II D/2 und 4		Eisenrest/Kupferrest	3+1 g	3+2 cm	
1-18	II D/12		Rost	80 g		
1-19	I B/4,5,9,10,12,18,27		Korrodiertes Eisen			
1-20	I B/20	29051	Pinzette	12 g	8 cm	
1-21	II C/17		Eisenkonkretion (natürl.)	12 g	2,5 cm	
1-22	II C/35		Rost			
1-23	II C/4	29024	Gürtelbeschlag (?), Bronze	4 g	8,5 cm	
1-24	I A/101e		4 Metall-Ringe (Silber)		1 cm	Schliff
1-25	I A/101e		Fragmente e. Hohlkugel (Silber)		1 cm	Schliff
1-26	II C/40		Meißel		17 cm	
1-27	I A/206		2 Eisenhaken		11 cm	

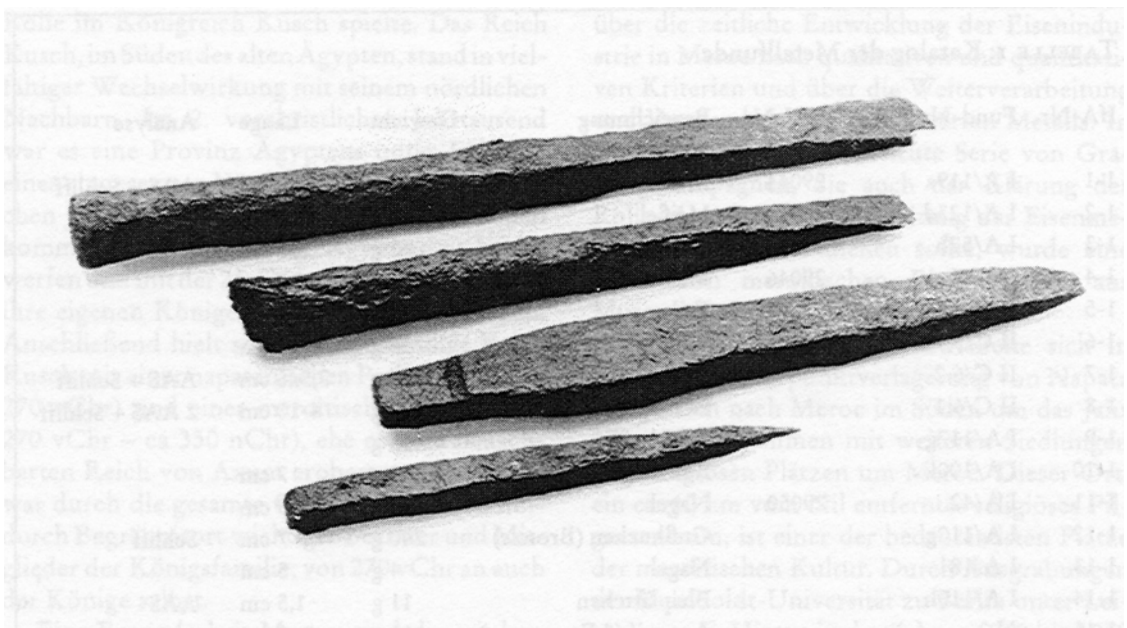
TABELLE 2:

Chemische Analysen (AAS) der Eisenobjekte in ppm (gerundet), Analysen M. Werding, Institut für Archäometallurgie des Deutschen Bergbau-Museums.

Probe	Ni	Co	Mn	Cu	Si	Ti	As	P	S
1	500	590	20	260	70	<20	40	2220	<250
2	1040	1300	170	420	130	<20	150	1990	240
3	290	340	190	170	50	<20	50	2510	200
4	700	740	40	350	<100	<30	100	na	na
7	190	280	70	120	60	420	30	2070	280
7*	190	280	70	150	<100	340	30	na	na
8a	690	830	20	290	60	<20	30	2070	370
8b	710	860	80	430	<100	<30	80	na	na
26	970	1660	20	290	na	<20	70	1910	na
27a	680	570	200	280	<100	<40	110	na	na
27b	1500	1570	60	400	na	<20	270	1900	na

Probe 1,2,4 und 26: Meißel; 3: Spitzmeißel; 7: Metallplatte (Doppelbestimmung);
8a und b: 2 Nägel; 27a und b: 2 Haken.
na = nicht analysiert.

Abb. 2:
Vier der unter-
suchten Eisen-
meißel aus Musaw-
warat es Sufra.
Von oben:
Meißel 1, Meißel 4,
Meißel 2 sowie
Spitzmeißel 3.



Eine detailliertere Beschreibung der Buntmetallfunde ist für eines der nächsten Hefte der Mitt-SAG vorgesehen.

DIE EISENOBJEKTE

Die eisernen Objekte machen die weit überwiegende Mehrzahl der Metallfunde aus. Innerhalb dieser Gruppe dominieren die Nägel, die allein fast die Hälfte der Funde umfassen. Daneben sind vor allem Werkzeuge vertreten, während Waffen oder Jagdgeräte mit einer Speerspitze (Probe 6) und zwei Pfeilspitzen (Probe 16) ganz zurücktreten. In dieser Verteilung spiegelt sich sicherlich die Funktion Musawwarats als Pilgerzentrum mit bedeutender Architektur wider. Die Untersuchungen, angelegt als Vorstudie, umfassen vier Meißel und einen Pickel (oder Ahle) (Abb. 2), einen Nagel, zwei Haken (Abb. 3) sowie eine Platte unbekannter Funktion.



Abb. 3: Einer von zwei identischen Eisenhaken aus Musawwarat es Sufra (Proben 27a und b).

Drei der Meißel (Proben Nr. 1, 4 und 26) haben einen runden Schaft. Sie sind im vorderen Bereich zu einem rechteckigen Querschnitt ausgeschmiedet, der sich zu einer Schneide verjüngt.

Meißel 1 ist 23,5 cm lang mit einem Durchmesser von 2 cm und einer auf 13 cm Länge ausgeschmiedeten Schneide von 1,5 bis 2 cm Breite versehen.

Meißel 4 ist 18,5 cm lang, sein maximaler Durchmesser beträgt 1,8 cm. Der rechteckig ausgeschmiedete vordere Bereich ist 8 cm lang und verjüngt sich auf nur noch 1 cm Breite; die Schneide selbst ist dann wieder 1,5 cm breit.

Der Meißel 26 ist 17 cm lang mit einem Durchmesser von 1,7 cm. Der Schneidenbereich ist hier nur 4 cm lang und verjüngt sich in der Breite auf lediglich noch 1 cm. Auf die Schneide ist ein vollständig korrodiertes, etwa 2 mm starkes Blech aufgeschmiedet.

Der letzte Meißel (Probe 2) ist über seine gesamte Länge von 18,5 cm rechteckig mit einer mittleren Dicke von 1,1 cm. Er verjüngt sich nach beiden Enden und dürfte, da das der Schneide gegenüberliegende Ende keinerlei Verformung zeigt, wohl geschäftet gewesen sein. Seine größte Breite, unmittelbar unter dem Schaftansatz, beträgt 2,5 cm. Zur Schneide hin verjüngt er sich bis auf 1 cm. Das Schaftende ist 1,5 cm breit und 0,5 cm dick.

Der Spitzmeißel oder Pickel (Probe 3) ist 13 cm lang mit einem annähernd quadratischen Querschnitt, der sich von 1 cm Kantenlänge im oberen Bereich gleichmäßig zur Spitze hin verjüngt.

Der Nagel (Probe 8) ist 4,5 cm lang, im Hals 5 mm stark und hat einen ellipsoiden Kopf von

1,5 cm Durchmesser und 4 mm Stärke. Die Korrosion ist im unteren Drittel deutlich stärker ausgeprägt als im oberen Bereich.

Die Metallplatte (Probe 7) ist 7,5 auf 6 cm groß und 3 mm dick. Ihre Funktion ist nicht sicher bekannt; eventuell gehört sie zu einem Kistenbeschlag.

Die beiden Haken (Probe 27 a und b) von nahezu identischem Aussehen sind aus im gestrecktem Zustand 15 - 16 cm langen und 0,5 bis 1 cm starken Metallstiften geformt. Die Haken formen sich aus einem spitz ausgebildeten Ende von gut 5 cm Länge mit quadratischem Querschnitt, an das sich rechtwinklig abgelenkt ein U-förmiges Teil anschließt. Das hochgebogene Ende erreicht etwa die halbe Höhe des herabführenden Teiles und schließt in einer halbkugelige Verdickung.

CHEMISCHE UND MIKROSKOPISCHE UNTERSUCHUNG DER OBJEKTE

Von allen genannten Objekten wurden rund 100 mg Bohrspäne entnommen und auf Nickel, Kobalt, Mangan, Kupfer, Silizium, Titan, Arsen und teilweise Phosphor und Schwefel untersucht. Die Analysen erfolgten an einem AAS-Gerät von Perkin Elmer, Silizium wurde gravimetrisch und Schwefel coulometrisch bestimmt. Zur Kontrolle des Korrosionsgrades wurde auch der Eisengehalt mit ermittelt; da die Summen regelmäßig besser als 98 Gew% lagen, kann eine tiefgreifende Korrosion der Objekte ausgeschlossen werden. Die Ergebnisse sind mit Aus-

2) Die Temperatur- und Reduktionsbedingungen für das traditionelle Rennfeuerverfahren sind mittlerweile vielfach untersucht und daher relativ gut bekannt. Danach gelangt nur ein verschwindender Anteil des Siliziums in das Eisenmetall, und auch der größte Anteil des Mangans wird verschlackt. Erst mit dem Aufkommen heißerer Öfen und schärfer reduzierender Prozesse gelangen diese Elemente gemeinsam mit mehreren Gewichtsprozent Kohlenstoff in die Metallphase; hierbei handelt es sich jedoch um Roheisen aus Hochöfen, die wir für die Alte Welt frühestens im hohen Mittelalter nachweisen können. Auf die Diskussion über die Unterscheidbarkeit von direkt schmiedbarem Renn(feuer)eisen und indirekt erzeugtem, d.h. aus Roheisen gefrischtem Schmiedeeisen (Rostoker & Dvorak 1990, Rehren & Ganzelewski 1995) sei hier nur kurz verwiesen, da sie keine unmittelbare Bedeutung für das afrikanische Eisen hat.

nahme der Eisengehalte in Tabelle 2 aufgelistet.

Weiterhin wurden vom Meißel 1, einem der Nägel sowie der Metallplatte Anschliffe hergestellt und metallographisch untersucht.

CHEMISCHE UNTERSUCHUNG

Von den analysierten Elementen sind Mangan, Silizium und Titan stets ganz überwiegend in den Schlackeneinschlüssen gebunden, die übrigen sind in der Metallphase angereichert.²⁾ Dabei neigt vor allem das Arsen dazu, sich in geschmiedeten Objekten sehr ungleichmäßig zu verteilen, so daß bei zu kleinen Probenmengen hier notgedrungen mit nur begrenzt repräsentativen Ergebnissen zu rechnen ist (Tylecote & Thomsen 1973).

Für die Interpretation werden die in den Schlacken gebundenen Elemente Silizium, Titan, Mangan und z.T. Phosphor nur eingeschränkt herangezogen, da Verteilung und Zusammensetzung der Schlackeneinschlüsse ebenfalls starken Schwankungen unterworfen sind. Somit bleiben an Elementen, die das Metall charakterisieren, Nickel, Kobalt und Kupfer sowie mit Einschränkungen Arsen übrig.

Anhand dieser Elemente heben sich mehrere Objekte von der durchschnittlichen Zusammensetzung ab (Tab. 2). Die Meißel 2 und 26 sowie der Haken 27b sind durch überproportional hohe Gehalte an Nickel (< 1000 ppm) und Kobalt (< 1300 ppm) gekennzeichnet, und auch Kupfer und Arsen sind in diesen Proben relativ reichlich vertreten. Im Gegensatz dazu besitzen die Metallplatte 7 und der Pickel 3 mit durchschnittlich 240 ppm Ni, 310 ppm Co, 145 ppm Cu und 40 ppm As besonders geringe Gehalte an diesen Elementen. Es soll bereits hier betont werden, daß dies keine Gruppenbildung im Sinne unterschiedlicher Metalltypen darstellt, sondern auf ein lediglich zufällig mengenmäßig unterschiedliches Auftreten der

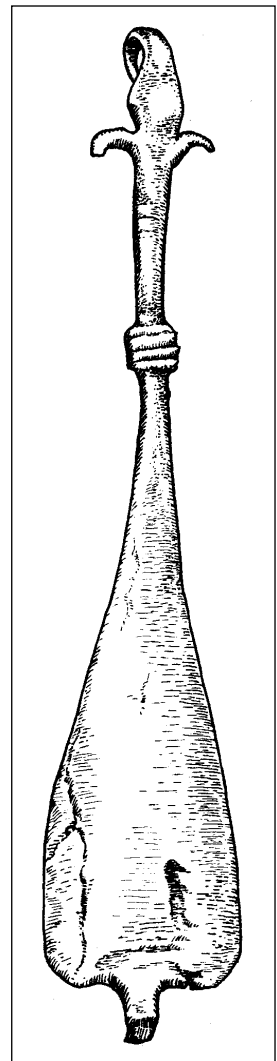


Abb. 4: Gürtelbeschlag (?) aus Bronze (Probe 23).
Zeichnung G. Rühlmann

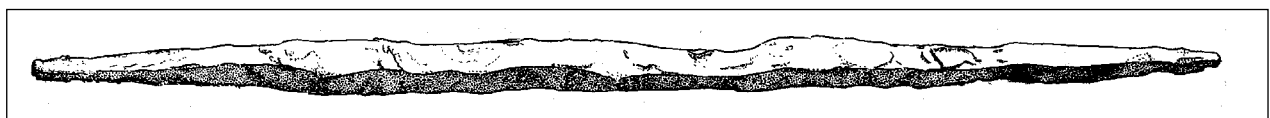
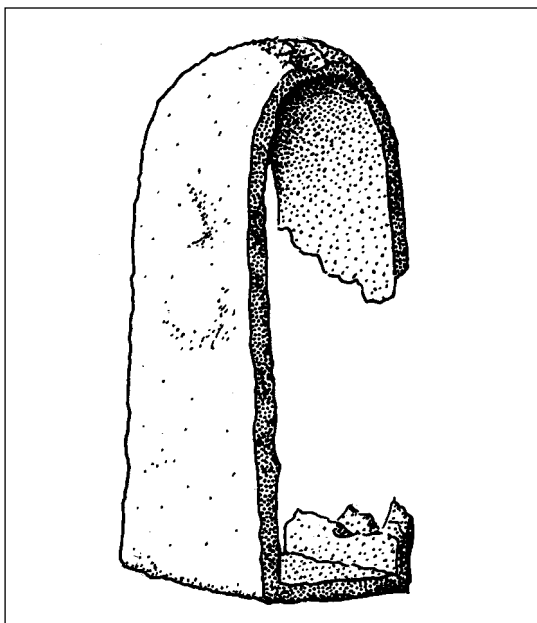


Abb. 5: Feile (Probe 5). Zeichnung G. Rühlmann

Abb. 6:
Beschlag?
(Probe 10).
Zeichnung
G. Rühlmann



Spurenelemente zurückzuführen ist (s.a. unten, Interpretation).

Sämtliche gefundenen Spurenelementgehalte liegen in den bekannten Größenordnungen frühgeschichtlicher Rennfeuer-Eisenobjekte. Phosphor, dessen Verteilung zwischen Schlacke und Metall stark von den lokal herrschenden Redox-Verhältnissen im Ofen und dem Calciumgehalt der Schlacke abhängt, ist oft neben Kohlenstoff das prominenteste Spurenelement. Der Schwefelgehalt von einigen hundert ppm ist in Übereinstimmung mit der Verwendung von Holzkohle als Brennstoff und dem Einsatz oxidischer Erze.

METALLOGRAPHISCHE UNTERSUCHUNG

Der Meißel 1 wurde an drei Stellen zur metallographischen Untersuchung beprobt; an der Schneide, im Mittelbereich und am Ende. Mittelbereich und Ende sind rein ferritisch mit äquigranularem Gefüge ausgebildet. Einige der größeren Ferritkristalle im Mittelbereich zeigen kurzna-

delige Entmischungen, deren Zusammensetzung nicht geklärt werden konnte; denkbar wären Nitrid-Einschlüsse.

Die Menge der Schlackeneinschlüsse ist in der Mitte höher als am Ende des Meißels. In der Mitte liegt ihr Anteil zwischen 5 und 10%, am

Ende unter 5%. Die Einschlüsse sind silikatisch, überwiegend kristallisiert mit glasiger Grundmasse. Eisenoxide sind in ihnen nicht vertreten.

Die Meißelspitze ist einseitig aufgekohlt. Das dabei entstandene perlitische Gefüge ist deutlich feinkörniger als der rein ferritische Bereich. Die wenigen Schlackeneinschlüsse sind hier extrem ausgelängt, unterscheiden sich in ihrem Phasenbestand jedoch nicht von den Einschlüssen aus dem Schaft des Meißels.

Die mikroskopische Untersuchung des Nagels (Probe 8) ergab, daß er aus Stahl mit unterschiedlichem Kohlenstoffgehalt besteht. Der Kopf sowie das obere Drittel des Schaftes sind überwiegend äquigranular ferritisch, während zur Spitze hin der Kohlenstoffgehalt deutlich zunimmt. Dort hat sich ein Widmannstättensches Gefüge von Ferrit und Perlit gebildet, das von der Seite her asymmetrisch zunimmt und im untersten, stark korrodierten Drittel dann völlig dominiert.

Der Nagel zeigt zahlreiche vollglasig silikatische Schlackeneinschlüsse. Sie sind sehr stark in Richtung der Nagelachse ausgelängt und biegen im Kopf um 90° um.

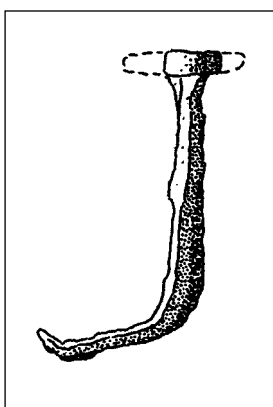
Die Metallplatte (Probe 7) ist zu etwa einem Drittel korrodiert. Der nicht korrodierte, d.h. metallisch erhaltene Kern ist ca 2 mm stark und zeigt eine ausgeprägte Zonierung des Kohlenstoffgehaltes. In den Außenseiten überwiegt Perlit, der zur Mitte hin in reinen Ferrit übergeht. Dieser kohlenstoffarme Kern macht etwa ein Drittel der erhaltenen Gesamtstärke aus. In anderen Bereichen fehlt dieser ferritische Kern, aber auch dort ist eine Abnahme des Kohlenstoffgehaltes zur Mitte hin zu erkennen.

In dem untersuchten Teil sind nur wenige Schlackeneinschlüsse vertreten; sie sind perl schnurartig parallel zur Oberseite aufgereiht und deutlich ausgelängt. Bemerkenswert ist das häufige Auftreten von Herzynit-reichen Spinellen in dieser Schlacke mit Titan-Gehalten bis 2 %, was mit dem Titan-Gehalt der chemischen Pauschalanalyse gut übereinstimmt.

INTERPRETATION

Die Untersuchung der Objekte aus Musawwarat es Sufra lassen einige interessante Beobachtungen zu. Der erkennbar hohe Standard des Schmiedehandwerks mit dem Einsatz aufgekohlter und gezielt gehärteter Stähle an funktional wichtigen Stellen überrascht angesichts des relativ jungen Alters der Funde nicht, verdient es jedoch, hervorgehoben und festgehalten zu werden. Die genauere Betrachtung der Befunde

Abb. 7:
Nagel
(Probe 13).
Zeichnung
G. Rühlmann



und ihr Vergleich mit ähnlich datierten Werkzeugen aus der Alten Welt (Weiland & Bunge 1988, Fell 1993, Maddin et al. 1996) zeigt bemerkenswerte Charakteristika: Die hohen Kohlenstoffgehalte des Nagels und der Platte sind auf jeden Fall ungewöhnlich, wenn auch im Falle des Nagels nicht ohne funktionalen Vorteil, da gerade der besonders wichtige vordere Bereich damit gehärtet ist. Es ist schwierig zu erkennen, woher dieser relativ hohe Kohlenstoffgehalt rührt: Handelt es sich um eine bewußte Aufkohlung zur Härtung, um eine unbewußte Aufkohlung während des Schmiedens, wie sie Weiland & Bunge (1988: 584) zu bedenken geben, oder gar um eine zufällige Inhomogenität der vorlaufenden Luppe?

Ein Hinweis auf einen hohen Kohlenstoffgehalt der Luppe, d.h. des aus der Eisenverhüttung stammenden Gemenges von Metall und Schlacke, findet sich in der Zusammensetzung der Schlackeneinschlüsse. Anders als in vielen europäischen Renneisen-Funden fehlt in den Objekten von Musawwarat Wüstit (freies FeO) völlig, dagegen herrschen Titan-reiche Spinelle in glasiger Grundmasse vor. Da das Auftreten von freiem FeO in der Schlacke an die Erzeugung Kohlenstoff-armen Eisens gebunden ist, Wüstit in der Schlacke also negativ mit dem Kohlenstoffgehalt des produzierten Metalls korreliert, geben die Schlackeneinschlüsse einen Hinweis auf die direkte Gewinnung von relativ Kohlenstoff-reichem Metall, also Stahl.

Alle Befunde – primär Kohlenstoff-reiche Luppen, nahezu Wüstit-freie Schlacken und Titan-reiche Spinelle – finden ihre Entsprechung in den laufenden Untersuchungen der Schlacken und Metallreste aus Meroe (Rehren 1995). Sie bestätigen damit die auch archäologisch plausible These, daß die Eisenobjekte von Musawwarat aus meroitischem Eisen hergestellt wurden. Dabei ist jedoch zu betonen, daß die Arbeiten der MJE 1992 neben den Schlackenhal- den in Meroe selbst eine weite

Verbreitung von ähnlichen Schlackenhal- den entlang des Nilufers nachgewiesen haben. Diese Schlackenhal- den, die in der Kürze der Zeit nur oberflächlich begangen und daher nicht sicher datiert werden konnten, legen es nahe, daß die antike Eisenverhüttung nicht auf die Stadt Meroe beschränkt war, sondern regionale Ver- breitung hatte. In Verbindung mit dem bekann- ten überregionalen Auftreten reicher Eisenerze (Schwarz 1991) ist daher der Terminus „meroi- tische Schlacken“ in sehr weitem Sinne zu ver- stehen.

Untersuchungen verschiedener Forscher zum afrikanischen Eisen haben in den letzten Jahren den Eindruck entstehen lassen, daß in vielen Rennfeueröfen Afrikas teilweise extrem Kohlenstoff-reiches und dabei auch oft inho- mones Metall erschmolzen wurde (siehe etwa Childs 1991, Hahn 1993). Angesichts der enor- men Vielfalt von Verhüttungstechniken, die wir aus dem ethnographischen Befund in Afrika kennen (Celis 1991), verwundert dies nicht. Die

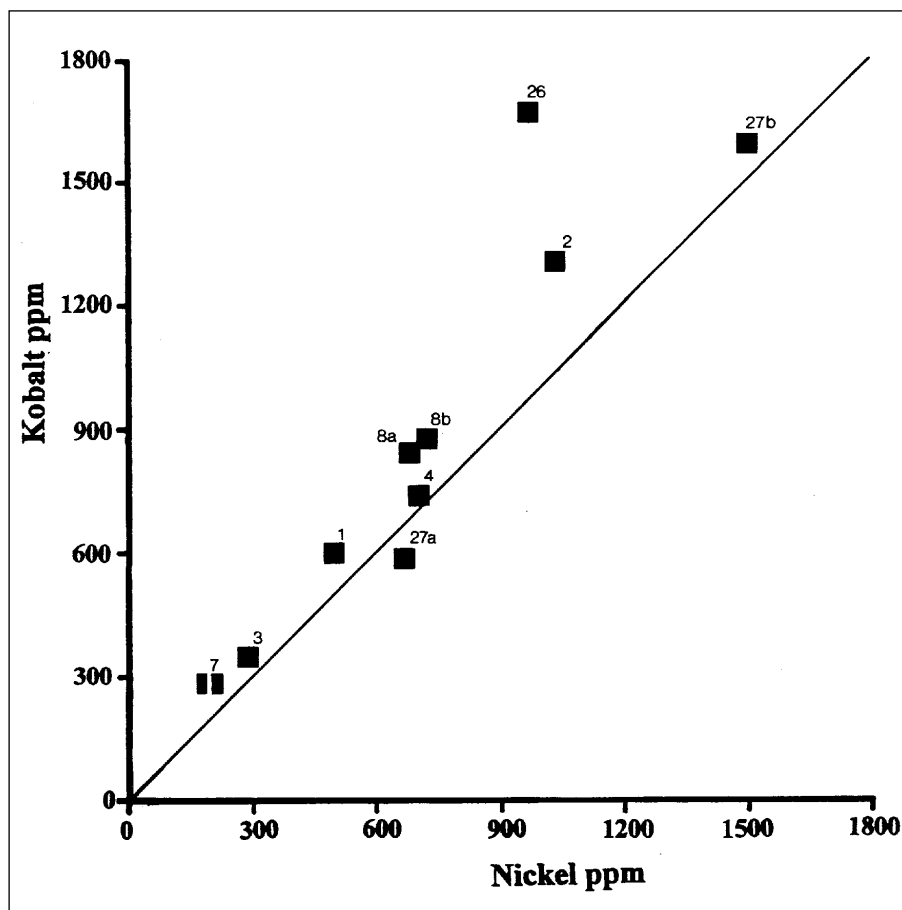


Abb. 8: Kobalt- und Nickelgehalte der analysierten Eisenobjekte aus Musawwarat es Sufra. Generell ist der Kobaltgehalt geringfügig höher als der Nickelgehalt; lediglich in der Probe 26 wurde deutlich mehr Kobalt gefunden. Das nahezu konstante Verhältnis der beiden Spurenelemente zueinander deutet darauf hin, daß trotz unterschiedlicher Absolutgehalte das Metall aus demselben Erz gewonnen wurde.

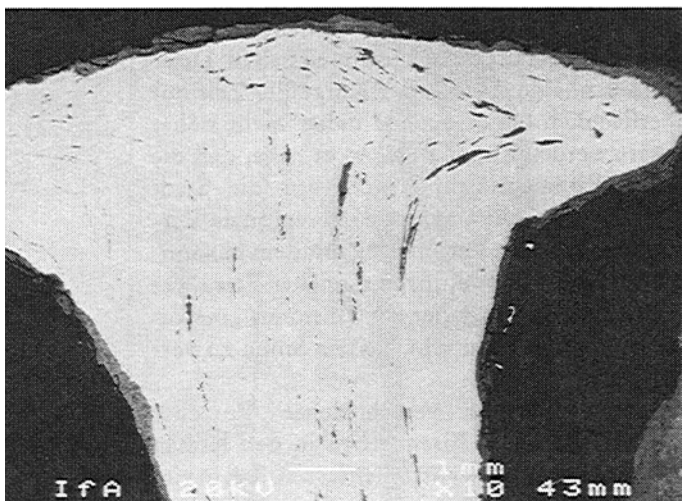


Abb. 9: REM-Aufnahme eines Nagels (Probe 8). Deutlich sind die dunklen Schlackeneinschlüsse zu erkennen, die im Bereich des Kopfes umbiegen und dadurch die Verformung des ursprünglichen Eisens anzeigen. Sie sind vollglaskig mit SiO_2 , FeO und CaO als Hauptkomponenten.

Implikationen, die dieser Eindruck für die Richtung der Know-how-Diffusion in Bezug auf Meroe aufwirft, sind in Rehren (1995: 24f) bereits genannt worden.

Von Interesse ist der Vergleich der Werkzeuge von Musawwarat mit etwa gleichalten Meißeln vom Magdalensberg in Kärnten. In einer detaillierten Studie konnte Mitsche (1961) zeigen, daß dort aus primärem Stahl hochwertige Werkzeuge hergestellt wurden. Auch hier wurden deutlich unterschiedliche Gefüge innerhalb einzelner Meißel gefunden, und auch die betonte Inhomogenität des Kohlenstoffgehaltes findet sich dort. Der Magdalensberg gilt als das Zentrum des „ferrum noricum“, das seine Qua-



Abb. 10: REM-Aufnahme von Schlackeneinschlüssen in der Eisenplatte (Probe 7). Wiederum ist die zeilenförmige Ausrichtung der Schlacke infolge der starken Verformung beim Schmiedeprozess zu erkennen. Hervorzuheben sind die extrem harten Einschlüsse von Spinell, die sich dieser Verformung erfolgreich widersetzen (Mitte und rechts).

lität offenbar den besonderen Verhüttungsbedingungen verdankt, die mit den dortigen Erzen und Öfen möglich waren (Straube pers. Mittlg.).

Die Unterschiede in den Spurenelementgehalten der Funde von Musawwarat es Sufra, vor allem bei Nickel, Kobalt, Kupfer und Arsen, dürfen nicht überbewertet werden. Zwar lassen die Analysen scheinbar drei unterschiedliche Gruppen erkennen, doch darf nicht übersehen werden, daß das Verhältnis der genannten Elemente zueinander praktisch konstant bleibt. Alle vier Elemente treten regelmäßig als Verunreinigung von Eisenerzen auf und gehen bei den Bedingungen der Rennfeuerverhüttung weitgehend vollständig in das gebildete Eisen über. Der Absolutgehalt dieser Elemente ist dabei innerhalb einer Lagerstätte weitaus variabler als ihr Verhältnis zueinander; ein Hinweis auf Erze unterschiedlicher geologischer Herkunft ist daher aus den Analyseergebnissen gerade nicht abzuleiten. Leider erlaubt es der Stand der Forschungen in Meroe selbst noch nicht, die dort zur Verfügung stehenden unterschiedlichen Eisenerz-Vorkommen (Schwarz 1991) soweit zu charakterisieren, daß eine Zuordnung der antiken Verhüttung zu einer von ihnen möglich wäre. In Frage kommen rezente Eisenkrusten als typische Oberflächenbildung, feingeschichtete Hämatiterze als Bänke im oberflächennahen Sandstein und mehrere oolithische Goethitlager. Die von Tylecote (1982) analysierten eisen-schüssigen Sandsteine jedenfalls waren es nicht; diese liegen im Stadtgebiet von Meroe zwar reichlich vor, wurden aber lediglich als Baumaterialien verwendet. Ihre Eisengehalte sind viel zu niedrig, um unter den Bedingungen des Rennfeuerverfahrens Metall aus ihnen zu gewinnen.

Zusammenfassend läßt sich festhalten, daß in Musawwarat es Sufra gutes Eisen zur Verfügung stand, das zu qualitativ hochwertigen Werkzeugen verarbeitet worden ist; die Meißel sind im Bereich der Schneide deutlich aufgekohlt (Probe 1) bzw. mit einem kohlenstoffreichen Stahl überzogen (Probe 26). Auch der untersuchte Nagel besitzt im Gegensatz zur Mehrzahl der römischen Nägel Mitteleuropas ein Kohlenstoffreiches Gefüge der Arbeitsspitze.

Die chemische und mineralogische Zusammensetzung der untersuchten Objekte steht in voller Übereinstimmung mit der archäologisch begründeten Vermutung, daß das Metall in Meroe gewonnen wurde; angesichts der Feldbefunde in der weiteren Umgebung kann dies jedoch nur als ein regional weit zu fassender Begriff gewertet werden und muß nicht notwendig auf die Stadt Meroe selbst verweisen. •

LITERATURVERZEICHNIS

Amborn, H.: DIE BEDEUTUNG DER KULTUREN DES NILTAL FÜR DIE EISENPRODUKTION IM SUBSAHARISCHEN AFRIKA; Wiesbaden; 1976

Celis, G.: EISENHÜTTEN IN AFRIKA. Museum für Völkerkunde; Frankfurt; 1991

Childs, T.S.: TRANSFORMATIONS: IRON AND COPPER PRODUCTION IN CENTRAL AFRICA, MASCA 8, 33-54; 1991

Fell, V.: EXAMINATION OF FOUR IRON AGE FERROUS HAMMER HEADS FROM BREDON HILL (Hereford and Worcester), England, Historical Metallurgy 27, 60-70; 1993

Hahn, H.: EISENTECHNIKEN IN NORD-TOGO, Kulturanthropologische Studien Bd. 21; Hamburg; 1993

Hintze, F.: VORBERICHT ÜBER DIE AUSGRABUNGEN DES INSTITUTES FÜR ÄGYPTOLOGIE DER HUMBOLDT-UNIVERSITÄT ZU BERLIN IN MUSAWWARAT ES SUFRA, 1960-1961, Wiss. Z. Humboldt-Univ. Berlin, Ges.-Sprachw. R. XI, 441-488; 1962

Hintze, F.: MUSAWWARAT ES SUFRA. VORBERICHT ÜBER DIE AUSGRABUNGEN DES INSTITUTES FÜR ÄGYPTOLOGIE DER HUMBOLDT-UNIVERSITÄT ZU BERLIN, 1961-1962 (DRITTE KAMPAGNE), Wiss. Z. Humboldt-Univ. Berlin, Ges.-Sprachw. R. XII, 63-77; 1963

Hintze, F.: MUSAWWARAT ES SUFRA. VORBERICHT ÜBER DIE AUSGRABUNGEN DES INSTITUTES FÜR ÄGYPTOLOGIE DER HUMBOLDT-UNIVERSITÄT ZU BERLIN, 1963 BIS 1966 (VIERTE BIS SECHSTE KAMPAGNE), Wiss. Z. Humboldt-Univ. Berlin, Ges.-Sprachw. R. XVII, 667-684; 1968

Hintze, F.: MUSAWWARAT ES SUFRA. VORBERICHT ÜBER DIE AUSGRABUNGEN DES INSTITUTES FÜR ÄGYPTOLOGIE DER HUMBOLDT-UNIVERSITÄT ZU BERLIN, 1968 (SIEBENTE KAMPAGNE), Wiss. Z. Humboldt-Univ. Berlin, Ges.-Sprachw. R. XX, 227-245; 1971

Maddin, R., Weiserger, G. & Hauptmann, A.: METALLOGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN AN RÖMISCHEN GEZÄHE AUS RIO TINTO/SPANIEN, Metalla 3; im Druck.

Merwe, N. vd: THE ADVENT OF IRON IN AFRICA, in: The Coming of the Age of Iron, Th. Wer-time & J. Muhly (Eds.), New Haven and London, 463-506; 1980

Mitsche, R.: UNTERSUCHUNGEN AN NORISCHEN MEISSELN VOM MAGDALENSBERG/KÄRNTEN, Berg- und Hüttenmännische Monatshefte 106, 460-465; 1961

Rehren, Th.: MEROE, EISEN UND AFRIKA, Mitt-SAG 3, 20-25; 1995

Rehren, Th. & Ganzelewski, M.: EARLY BLAST FURNACE AND FINERY SLAGS FROM THE JUBACH, GERMANY, in: G. Magnusson (Hrsg.), The Importance of Ironmaking, Stockholm, S. 172-179; Stockholm, 1995

Rostoker, W. & Dvorak, J.: WROUGHT IRONS: DISTINGUISHING BETWEEN PROCESSES, Archaeomaterials 4, 153-166; 1990

Sayce, A.H.: SECOND INTERIM REPORT ON THE EXCAVATIONS AT MEROE IN ETHIOPIA. II. THE HISTORICAL RESULTS, Liverpool Annals of Archaeology and Anthropology IV, 53-65; 1912

Schwarz, Th.: PRODUKTE UND PROZESSE EXOGENER FE-AKKUMULATION: EISENOOLITHE UND LATERITISCHE EISENKRUSTEN IM SUDAN, Dissertation TU Berlin; 1991

Shinnie, P.L. & Kense, F.J.: MEROITIC IRON WORKING, Meroitic Studies, Meroitica 6, 17-28; 1982

Tylecote, R.F.: THE ORIGIN OF IRON SMELTING IN AFRICA, West African Journal of Archaeology 5, 1-3; 1975

Tylecote, R.F.: METAL WORKING AT MEROE, SUDAN, Meroitic Studies, Meroitica 6, 29-42; 1982

Tylecote, R.F. & Thomsen, R.: THE SEGREGATION AND SURFACE-ENRICHMENT OF ARSENIC AND PHOSPHORUS IN EARLY IRON ARTIFACTS, Archaeometry 15, 193-198; 1973

Weiland, H. & Bunge, H.-J.: METALLKUNDLICHE UNTERSUCHUNGEN AN NÄGELN DER RÖMERSCHIFFE VON MAINZ, Jahrb. RGZM 35, 574-585; 1988