

# PRÄHISTORISCHER ZINNBERGBAU IN MITTELASIEN

## ORTA ASYA'DA TARİHÖNCESİ KALAY MADENCİLİĞİ

Gerd WEISGERBER

**Schlagwörter:** Zinn Bergbau und Metallurgie, Bronzezeit, Andronovo Kultur, Mittelasien

**Anahtar Sözcükler:** Kalay madenciliği, Tunç Çağ, Andronovo Kültürü, Orta Asya

**Key Words:** Tin mining, Bronze Age, Andronovo culture, Central Asia

### ÖZET

*Yapılan son dönem araştırmalarından Orta Asya ülkelerinde MÖ 3. ve 2. bin yıldan beri kalay ve bakır madenciliğinin varlığı anlaşılmaktadır. Madencilik ve hammadde ticaretinin, organizasyonu hakkında yeterli bilgiye sahip olmamamıza rağmen, göçebe yaşam tarzı ile doğrudan ilişkili olduğu düşünülebilir. Ancak kapsamlı yeni araştırmalar konuya açıklık getirecektir.*

*VW ve Gerda-Henkel vakıflarının desteği ile gerçekleştirilen projeler, son 120 yılda Orta Asya ülkelerinde ilk kez Tunç Çağı'na ait kalay ve bakır madenciliğinin araştırılmasını sağlamıştır. Böylece kalay konusu hem yataklar hem de madencilik arkeolojisi açısından son derece sağlam bir temel üzerinde tartışılmaya başlanmıştır. Sınırları yeni açılan ve bu nedenle geçmişte yapılan arkeoloji çalışmalarının iyi bilinmediği Özbekistan, Tacikistan ve Kazakistan'da, özellikle buluntuların tarihlenmesi ile ilgili temel araştırmalar gerekmektedir. Kar-nab, Muschiston ve Askaraly'da yapılan araştırmalarda madenci yerleşmelerine rastlanması bu açıdan önemlidir. Böylelikle, ilk defa madencilerin yaşamları ve organizasyonu hakkında birçok önemli bilgiye ulaşılmıştır. Bu üç ülkede de Andronovo kültürüne ait toplumların madencilikle uğraştıkları anlaşılmıştır. Oysaki göçebe çoban olarak bilinen Andronovo kültürü toplumlarının metal buluntularının zenginliğine anlam verilememektedir. Bu sonuçlar Andronovo kültürünü ve dolayısıyla ekonomisini ve özellikle işletmeden izabeye kadar tüm safhalarıyla madenciliğini anlamamıza katkıda bulunmaktadır.*

### EINFÜHRUNG

Seit einigen Jahrzehnten ist es Mode geworden, das Ende der Rohstoffe nach - in der Zwischenzeit längst vergangenen - 20 oder 40 Jahren zu prophezeien (Meadows 1972; Gruhl 1992). Dieses Jammern offenbart nur das Fehlen jeglichen historischen Bewusstseins, denn der Mangel oder das Ende von Rohstoffen ist keineswegs eine neuzeitliche Erscheinung. Das hat sich viele Male

im Laufe der Geschichte wiederholt, und immer hat die Menschheit das Problem gelöst und man Neues erfunden, um die auftauchenden Engpässe zu bewältigen. Die Geschichte des Kupfers ist dafür ein klassisches Beispiel, das hier aber nur in seinen ersten beiden Schritten angedeutet werden kann (Hauptmann and Weisgerber 1985). Sieht man von der Nutzung roter Eisenerze als Farb-

träger vor weit mehr als 100.000 Jahren ab (Lumley 1966), reicht der Gebrauch von Metall und Metallerzen an sich bis ins 9. Jtd. v. Chr. zurück. Damals begann man in Anatolien neben Malachitperlen auch Stückchen gediegenen Kupfers zu kleinen Perlen und Nadeln zu formen, aber auch zu schweren Keulenköpfen (Yalçın 1998; Yalçın and Pernicka 1999), also natürlich vorhandenes Metall zu ver- und zu bearbeiten. Die Vorräte dieses natürlichen Kupfers reichten aber nur für vier Jahrtausende. Doch um 5000 v. Chr. wurde es notwendig, das Metall selbst zu erzeugen, d.h. aus Erzen zu erschmelzen. Vor allem eine steigende Nachfrage aus den sich entwickelnden Kulturen im Zweistromland wird den Verbrauch und damit die Entwicklung beschleunigt haben. Der Drang nach Schmuck, Prestige- und Motivobjekten war größer als der nach besseren Gebrauchsgegenständen wie Waffen und Geräten. In Anatolien wurden die ältesten Verhüttungsreste für das 5. Jtd. v. Chr. festgestellt (Yalçın 2000). Legierungen von Kupfer mit Antimon und/oder Arsen setzen sich hier bereits im 4. und 3. Jtd. durch. Deshalb kann in der Geschichte der Metallurgie die Rolle des erzeichen Anatoliens gar nicht überschätzt werden (Yalçın 2000; 2002; 2003; 2005; Yener 2000; 2003). Das gilt auch später noch, als die bekannte Produktion und Nutzung des Eisens im späten 2. Jtd. v. Chr. in Anatolien beginnt, Buntmetalle und ihre Legierungen nach und nach in den Hintergrund zu drängen, besonders bei Waffen und Werkzeugen (Yalçın, 1998b). Der Wert, den man Edelmetallen aber seit dem 5. Jtd. beimaß, bleibt bestehen, ja er wird im 1. Jtd. durch die Erfindung des gemünzten Geldes, ebenfalls in Anatolien, maßgebend.

Vor 3000 v. Chr. sind bereits alle wichtigen Metalle (Kupfer, Blei, Gold, Silber) bekannt, außer Zinn. Es konnte also kaum mehr darum gehen, neue Metalle zu entdecken, sondern „nur“ noch darum, die erkannten schwachen Eigenschaften der bekannten Metalle zu optimieren. So war gerade das Kupfer für manche Zwecke einfach nicht hart genug, und es ließ sich auch nicht besonders gut gießen. Wahrscheinlich aufmerksam geworden durch unterschiedliche Qualitäten des Kupfers, je nach Herkunft und unterschiedlichen natürlichen Beimengungen, begann man mit Zusätzen zu experimentieren – und hatte einen epochalen Erfolg (Pernicka 1995; 1998; 2000). Es zeigte sich nämlich, dass sich sowohl Härte als auch Gießverhalten durch die Beimengung von Zinn zu Kupfer entscheidend verbessern ließen.

Diese Kupfer-Zinnlegierung – optimal bei 90% Kupfer und 10% Zinn – nennt man in Europa erst seit etwa 500 Jahren „Bronze“. Produktion und Metallurgie der Bronze riefen so viele technische und gesellschaftliche Veränderungen hervor, dass die Altertumsforschung vor über 170 Jahren eine Epoche danach bezeichnete, die „Bronzezeit“ (Thomsen 1837).

### Die Zinnfrage

Da chemische Zusammensetzungen prähistorischer Metallfunde bereits seit der Mitte des 19. Jhs. bekannt sind, stellt sich seither die Frage nach der Herkunft der Metalle Kupfer und Zinn im Allgemeinen und im metallergelosen Mesopotamien im Besonderen (Riederer 1987: 139-141). Für das Kupfer kommen als Lieferanten Anatolien, Kaukasien, Iran und Oman in Frage. Zwar konnte durch die analytischen und archäologischen Arbeiten des DBM der Oman als das in sumerischen Keilschrifttexten erwähnte Kupferland Magan identifiziert werden (Prange 2001; Prange and Hauptmann 2001), aber bis heute fehlt ein naturwissenschaftlicher Bezug der anderen genannten Regionen zum Fundgut des Zweistromlandes, obwohl zu dieser Zeit auch in den genannten Gebieten Kupfer in großem Umfang aus seinen Erzen reduzierend erschmolzen und wohl auch exportiert worden war.

Da metallisches Zinn gediegen kaum vorkommt, setzt die Metallurgie des Zinns die Kenntnis der Erzreduktion voraus. Der Prozess der Zinnerreduktion ist, wie ethnographische Beispiele zeigen, in kleinen Öfen leicht durchzuführen (Bartelemy 1938). Als zu reduzierendes Erz kommt hauptsächlich Kassiterit ( $\text{SnO}_2$ ) in Frage, welches noch heute z.B. in Hinterindien vorwiegend aus Sedimentlagerstätten (Seifen) ausgewaschen wird. Für Zinn konnte bislang noch kein Bezug zwischen Geologie und Metallurgie, zwischen irgendeiner Lagerstätte und altorientalischem Verbrauch nachgewiesen werden.

Die Auswertung schriftlicher Quellen zum Zinn zeigt das gleiche Dilemma auf. Es wird z.B. zu Beginn des 2. Jtd. Zinn aus Assyrien nach Syrien und Anatolien geliefert, aber von wo es dorthin gelangt war, bleibt weiter rätselhaft, die Herkunft bleibt unklar (Charles 1975; Crawford 1974; Dercksen 1996; Dossin 1970; Franklin 1978; Muhly 1973; 1985; Stech 1986; Wertime 1978). Dabei wird die Frage

nach der Herkunft des Zinns des Alten Orients seit über 130 Jahren gestellt (Baer 1876). Alle Gebirge mit Zinnerzreserven (Abb. 1) von der Cordillera Central in Spanien bis Afghanistan oder von Ägypten (Sabet *et al.* 1976) bis Indien (Chakrabarti 1979; Hegde 1978; Kochhar *et al.* 1999) waren in Betracht gezogen worden. Sie mussten nach geologischen Forschungen schließlich verworfen werden oder sie erwiesen sich als unergiebig oder von zu geringer Reserve oder waren, wie das ägyptische Beispiel, zu jung (für Europa vgl. Roden 1985).

Ein kleines Vorkommen in der Türkei bei Kestel im Taurus ist noch in der Diskussion: Auf dem Siedlungshügel Göltepe im Taurus wurden Gusstiegelbruchstücke mit zinnhaltiger Verschlackung entdeckt. Nachdem sich Kassiterit in benachbarten Flusssedimenten nachweisen ließ, glaubte man in einer nicht weit entfernten kleinen Grube Zinnspuren in den Erzen entdeckt zu haben (Yener *et al.* 1987; 1989; 1992; 1993; Willies 1995). Dem wurde heftig widersprochen (Belli 1991; Muhly 1993; Muhly *et al.* 1991; Pernicka *et al.* 1992). Erzanalysen schienen diese Grube als Goldmine auszuweisen. Das Bergwerk selbst datiert archäologisch und nach Radiokarbonaten ins 3. Jtd. v. Chr. Neueste Forschungen haben aber so viele Gusstiegel mit reinen Zinnablagerungen in den Schlacken nachgewiesen, dass an eine gewerbliche Zinnproduktion gedacht werden muss (vgl. Özbal in diesem Band). Gleichwohl kann die Produktion nicht ausreichend für die Versorgung des Zweistromlandes im 3. Jtd. gewesen sein; sie hatte wohl mehr lokale Bedeutung.

Eine völlig neue Dringlichkeit erhielt die Diskussion zur Herkunft des Zinns durch die seit den sechziger Jahren hauptsächlich an drei Stellen an den Küsten des östlichen Mittelmeeres gefundenen Zinnbarren:

Zwei 1976 im Hafen von Haifa sichergestellte u.a. quaderförmige Barren (rd. 31 x 20 x 3,7 cm, rd. 12 kg Gewicht) werden durch Zeichen zyprisch-minoischer Schrift in die Zeit von 1500 – 1100 datiert. Sie sind der Rest einer größeren Schiffsladung aus Kupfer- und Zinnbarren, welche leider durch den Finder als Schrott verkauft worden waren (Galili and Shmueli 1983; 1986; Galili *et al.* 1986; Maddin *et al.* 1977, Muhly 1985; Raban and Galili 1985; Stos-Gale *et al.* 1998). Ein später dazugekommener Barren zeigt eine als Göttin

Arethusa gedeutete Gravur und datiert in die gleiche Zeit (Artzy 1983).

Leider waren die Funde in dem Schiffswrack bei Kap Gelidonia nicht so eindeutig. Neben zahlreichen oxsenhautförmigen Kupferbarren war auch ein weißliches Material gefunden worden, in dem man korrodierte Zinnbarren sah. Wegen ägyptischer Funde konnte der Untergang dieses Handelsfrachters ins 13. Jh. v. Chr. datiert werden (Bass 1986; 1967; Maddin 1989).

Aber erst der sensationelle Wrackfund von Uluburun vor der südwesttürkischen Küste mit mehr als 300 Kupfer- (10 t) und ca. 40 Zinnbarren (1 t) zeigte auf, welche Mengen dieses Metalls in der Spätbronzezeit verfügbar waren (Bass 1989; Gülçur 1995; Hiebert 1994; Kilian 1993, Yalçın *et al.* 2005).

Nachdem sich die in der älteren Literatur für Persien genannten Zinnvorkommen öfter als nicht zutreffend heraus stellten, wurde überraschend eine Lagerstätte in Westiran identifiziert (Momenzadeh *et al.* 2005; Nezafati *et al.* 2006; 2008). Bislang wurden die Pingenaue dieser Bergbauaktivitäten ins 2. Jtd. v. Chr. datiert und passen damit sehr gut zur üppigen Metallproduktion dieser Zeit in Luristan. Zukünftige Forschungen können vielleicht zu älteren Daten führen.

Allerdings können alle diese Barren-Entdeckungen und das iranische Zinnvorkommen aus deutlich jüngeren Perioden (!) nur als Hintergrundinformation für die Herkunft des mesopotamischen Zinns im 3. Jtd. dienen. Auch, wenn wir für die frühe Periode kaum ahnen können, woher das auf die Schiffe geladene Zinn kam, so war es damals im Zweistromland doch reichlich verfügbar und wurde in großen Mengen und über weite Entfernungen verhandelt.

## MITTELASIEN, GEOLOGIE UND MONTANHISTORIE

Seit langem gibt es Hinweise darauf, dass Mittelasien (nicht "Zentralasien"! ) eine wichtige Rolle für die Rohstoffversorgung (vor allem Metalle und Edelsteine) der frühen Hochkulturen in Mesopotamien gespielt haben könnte, aber wegen der allgemeinen weltpolitischen Lage war es im 20. Jh. lange Zeit nicht möglich, diese Vermutung durch Geländeuntersuchungen in den entsprechenden Ländern zu überprüfen.

Berichte über Zinnvorkommen in Mittelasien (**Abb. 2**) reichen bis in die Mitte des 19. Jahrhunderts zurück (Baer 1876). Zwar begann die wissenschaftliche Erforschung Mittelasiens, nachdem das Khanat Buchara in das russische Reich eingegliedert worden war, aber systematisch geologisch wurde das Gebiet erst unter der Sowjetunion untersucht. Außerdem dauerte es noch geraume Zeit, bis Anzahl und Umfang von Zinnvorkommen in Afghanistan (Wolfart und Wittekind 1980; Cleuziou und Berthoud 1982) und im südlichen Pamir-Gebirge (Rossovsky *et al.* 1987) bekannt wurden. Nunmehr scheint sich abzuzeichnen, dass Zinn innerhalb von zwei Gürteln auftritt, die einerseits vom Hilmandbecken in Westafghanistan über Kandahar bis nach Pakistan und andererseits von Buchara über das Serafschantal bis zum Issyk-Kul in Kirgisien und darüber hinaus (Materikov 1974) reichen und auch das nördlicher gelegene Kasachstan umfassen.

Vor diesem geologischen Hintergrund gewinnen ältere Berichte über prähistorische bzw. bronzezeitliche Zinnengewinnung in Usbekistan und Kasachstan eine besondere Bedeutung. Sie sind im Deutschen Bergbau-Museum seit langem bekannt gewesen und übersetzt worden. Später wurden sie auch in einem umfassenden Buch über Zinn im Altertum (Penhallurick 1986) angesprochen.

### INTERKULTURELLER FERNHANDEL

Der Gedanke, dass mittelasiatische Zinnlagerstätten für die Kulturen des Alten Orients im 3. Jtd. durchaus in Frage kommen, ist keinesfalls so abwegig wie es nach den großen Entfernungen scheinen könnte. Frühbronzezeitliche mittelasiatische Importe, z.B. an der südlichen Küste des Persischen Golfes, wie z.B. Steatitschminkbehälter oder Kämmen (Potts 2000) zeugen bereits damals von einem unerwartet weiten Netz von Handelsbeziehungen. Seit langem wird z.B. das Lapislazuli-Vorkommen von Badakhschan in Nordostafghanistan als Ursprung der Funde dieses Halbedelsteins in Iran, Mesopotamien, Anatolien, Ägypten und des Indus-Tals angesehen (Casanova 1992; Herrmann 1968; Kuhlke 1976; Pinnock 1988; Sarianidi 1971; Tosi 1974; Tosi und Lamberg-Karlovsky 2003; Weisgerber 2004). Am bekanntesten ist die hervorragend gearbeitete Prunkaxt im Schatzfund A von Troja IIg. Sie stellt eines der größten Objekte aus dem blauen Mineral dar, wenn auch die Farbe nicht besonders intensiv ist. Ähnli-

che Überlegungen bezüglich der Herkunft des Rohstoffes werden bei Gegenständen aus Nephrit und/oder Jadeit angestellt. Auch hier mögen als Beispiel die drei Prunkäxte aus demselben Schatzfund angeführt werden. Im Gegensatz dazu sind die berühmten tiefblauen Lapislazuli-Skarabäen ägyptischer Pharaonen meist aus armseligen Lapiskrümeln hergestellt, was Versorgungsprobleme auf dem Weg nach Ägypten belegt.

Steatitgefäße des 3. Jahrtausends v. Chr. aus Sarazm im östlichen Serafschan-Tal (Tadschikistan) haben solch exakte Parallelen mit nahezu identischer Materialzusammensetzung in den Vereinten Arabischen Emiraten, dass an deren mittelasiatischer Herkunft kaum gezweifelt werden kann (Kohl 2004; Vogt 1985; Potts 2000). Elfenbeinkämme aus Baktrien gelangten ebenso auf die östliche Arabische Halbinsel wie Lapislazuliperlen von dort (Potts 1993; 2000). Umgekehrt gelangten aber auch Importgegenstände aus Mesopotamien, dem Iran und dem Indus-Tal nach Mittelasien (Sarianidi 1977; Masson 1992).

Ein Grund für diese weit reichenden Verbindungen liegt sicher bei den wichtigen Fernhandelswegen, die Mittelasien seit frühester Zeit durchziehen und diese Kulturräume miteinander verbinden. Deren Trassen waren und sind durch die starke naturräumliche Gliederung der Landschaften zwischen Kara Kum im Westen und Taklamakan im Osten durch die naturräumliche Gliederung festgelegt. Darüber hinaus ist zu vermuten, dass die Zinn- und Goldlagerstätten im Tienschan und im Pamir zumindest in der Bronzezeit eine wichtige Attraktion gebildet haben. Es ist schon früher darauf hingewiesen worden, dass in Mesopotamien und Anatolien neben seltenen Halbedelsteinen auch Gold und Zinnbronze innerhalb eines relativ kurzen Zeitraumes fast schlagartig und zeitgleich auftauchen (Muhly 1973). Diese Kombination von Rohstoffen (Zinn, Gold, Lapislazuli, Nephrit) existiert auf der eurasischen Landmasse nur in Mittelasien und in der Altai-Region.

### PROJEKT: ZINN IN MITTELASIEN

Es war das Ziel eines von der VW-Stiftung geförderten Projektes, das lagerstättenkundliche Potential Usbekistans und Tadschikistans im Hinblick auf die frühe Ausbeutung von Zinnvorkommen zu

untersuchen. Neben den geologischen Gegebenheiten sollten sowohl die bergmännische Ausbeutung der Lagerstätten als auch die siedlungsarchäologischen Hinterlassenschaften der Bergbau-Revier überprüft werden. Das Projekt sollte also nicht nur einen Beitrag zu der wichtigen Frage nach dem Ursprung des Zinns in vorgeschichtlicher Zeit liefern, sondern auch einen wichtigen Schritt in der Erforschung der frühen Kulturen des Zerafschantales darstellen, das zu den bedeutendsten West-Ost-Verbindungsstraßen Zentralasiens gehört.

So schnell wie möglich wurden nach dem Untergang der Sowjetunion in Erkundungsreisen des Deutschen Bergbau-Museums Bochum 1992 und 1994 die Verhältnisse vor Ort in Usbekistan überprüft und Kontakte mit Wissenschaftlern und Institutionen geknüpft, nachdem diese 1991 in Bochum vorstellig geworden und uns eingeladen hatten. 1994 erfolgte ein Hinweis auf eine Zinn-Lagerstätte im Hochgebirge von Tadschikistan, die ebenfalls besucht werden konnte (s.u.).

Für das Projekt schlossen sich das Eurasien-Institut des DAI in Berlin, der Lehrstuhl für Archäometallurgie der Bergakademie TU Freiberg und das Institut für Montanarchäologie des Deutschen Bergbau-Museums Bochum zusammen, um mit dem Archäologischen Institut Samarkand der Akademie der Wissenschaften der Republik Usbekistan (Taschkent) und dem Historischen Institut der Akademie der Wissenschaften der Republik Tadschikistan (Duschanbe) gemeinsam an diesen Problemen zu arbeiten. Bis heute sind einige Publikationen erschienen (Alimov *et al.* 1998; 1999; Boroffka *et al.* 2000; 2003; Cierny *et al.* 2003; 2005; Parzinger 2000; 2002; Parzinger und Boroffka 2001; 2003; Rusanov *et al.* 1999; Weisgerber und Cierny 1999).

## ZINNGRUBEN IN USBEKISTAN

### KARNAB

In Usbekistan liegen die Zinn führenden Berge südlich der alten Straße Samarkand – Bucharā in den Serabulak-Zaijidin-Bergen (39°49'49.50" N 65°31'53.51" E). Von den drei Revieren bei den Dörfern Karnab, Çangali (80 km östlich von Karnab) und Lapas (15 km entfernt) war Karnab bei Navoi am bedeutendsten, weshalb hier die Arbeiten konzentriert wurden (Abb. 2).

Offensichtlich begleitend zu geologischen Prospektionen hatte im Jahre 1946 der Archäologe Boris A. Litvinskij die Spuren alten Bergbaus im Serabulak- und Zaijidin Gebirge untersucht und bald berichtet (Litvinskij 1950a, b; 1954). Damals ging es um die Frage, ob es zu den zahlreichen Kupferlagerstätten auch Zinnvorkommen für die mittelasiatische Bronzezeit und ihre zinnreichen Artefakte gäbe. Aber da man im dortigen Land Rillenschlängel seinerzeit ins Mittelalter datierte, entging vielen die wahre Bedeutung seiner Beobachtungen. Nur Ruzanov wies darauf hin (Ruzanov 1979; 1999; Ruzanov *et al.* 1999).

Das Zinnerz-Revier von Karnab liegt rd. 1,5 km östlich des gleichnamigen quellenreichen Dorfes, geografisch bei N 39°49'43.11" und E 65°32'5.53", in einer flachhügeligen Steppenlandschaft. Diese Berge liegen südlich der Autostraße etwa in der Mitte zwischen Samarkand und Bucharā. Im Zentrum des heutigen Dorfes liegt ein Siedlungshügel, der bis zur Oktoberrevolution bewohnt war. Deutlich erhebt sich dieser Tell ca. 6-8 m über das Gelände. Ausgrabungen ergaben, dass er, wie die anderen Siedlungshügel Mittelasiens nicht bis in die hier interessierende Vorgeschichte zurück reicht, sondern um die Mitte des 1. Jtds. beginnt (Parzinger und Boroffka 2001; 2003).

Der Untergrund des Zinnreviers wird von Granit und Kalken gebildet, in deren Kontaktzone die Zinn führenden Quarzgänge eingebettet sind. Diese durchziehen den anstehenden Granit, mit dem sie genetisch verbunden sind. Sie stehen steil bis senkrecht und waren an der Oberfläche gut sichtbar. Die einige Zentimeter bis 1 m starken Quarzgänge streichen in Ost-West-Richtung. Darin sind in den Erzgängen rd. 2% Zinn als fein verteilter Kassiterit (SnO<sub>2</sub>) enthalten. Der Bereich mit den alten Gruben erstreckt sich über ein Areal von ca. 1500 m Länge und 500 m Breite zwischen ca. 450 – 500 m Meereshöhe. An zehn verschiedenen Stellen wurden in einem Gebiet von 10 ha alte Abbaue beobachtet. Dabei kommen sowohl Tage- als auch Tiefbaue vor. Beide Abbauverfahren zeichnen sich als Pinggen ab. Ein großer, wohl jüngerer Tagebau hat eine Länge von 140 m, bis zu 20 m Breite und noch 3 m Teufe.

Viele prähistorische Objekte und Strukturen wurden durch die Abbauarbeiten der 50er Jahre und neuere Prospektionsarbeiten in den 80er Jahren verschüttet. Nach zur Verfügung stehenden Unterlagen und loka-

ler, mündlicher Überlieferung, war die Lagerstätte im Jahre 1944 (wieder-) entdeckt worden. Im folgenden Jahr (1945) wurde mit den Prospektionsarbeiten begonnen, der Abbau dauerte von 1951 bis 1958, in dem man die alten Gruben von tieferen Schächte aus unterfuhr. In den ersten Jahren haben die Geologen an die 20 Gruppen mit alten Pinggen kartiert und z.T. untersucht. Die Oberfläche des Geländes ist insgesamt sehr stark zerwühlt, neben den aufgeschütteten Abraum- und Aufbereitungshalden wurden damals mehrere Hundert (>300) Prospektionsgräben (1 m breit, 10 bis 300 m lang) angelegt. Dazu kommen noch Bulldozer-Schürfe von 5 m Breite und bis zu 200 m Länge als Zeugnisse der groß angelegten Prospektionsarbeiten der sowjetischen Geologen. Diese kilometerlangen Baggergräben - quer zu den W-O streichenden Erzgängen - sind auf den Satellitenbildern von Google-Earth gut zu erkennen.

Während dreier Grabungskampagnen 1997-99 wurden in Karnab 6 Bergwerke (Gruben 3-1, 3-2, 5-1 (+5-4), 5-2, 5-5 (+5-3) und 6-1) archäologisch untersucht. Bis zur Sohle in 17,50 m Teufe konnte allerdings nur Grube 6/1 ausgegraben werden, bei den anderen stand der Grundwasserspiegel bei 9,5 m unter der Oberfläche an. Wegen der Enge der Grubenbaue, 1 m Breite wurde selten erreicht, gestalteten sich die Räumarbeiten zeitaufwendig, konnten doch nur wenige Mann in den Bauen arbeiten, um das eingewehte und eingeschwemmte Erdreich mittels kleiner Blecheimer zu fördern (Cierny *et al.* 2005; Weisgerber and Cierny 1999; 2002).

Bei den Gruben handelt es sich um Abbauschürfe, welche den am Tage zwischen Granit ausbeißenden senkrechten bzw. steil stehenden Erzgängen in die Teufe folgen. Es wurde immer nur das Gangmaterial ausgebrochen. Die Gänge sind bis zu 1 m mächtig, meist jedoch nur rd. 60 cm breit, die Abbaue folglich sehr eng. Manche Abbaubereiche sind so klein, dass auch in der Vorzeit kein erwachsener Mann darin hatte arbeiten können, Kinder- und Frauenarbeit müssen daher angenommen werden. Für heutige Mitteleuropäer sind sie oft nur mit großer Mühe zu befahren, an ein Arbeiten mit Gezähnen ist nicht zu denken. Da die Gruben sämtlich zusedimentiert sind, waren die russischen Untersuchungsbaue oft eine große Hilfe beim Entdecken der alten Grubenbaue.

Stehen gelassene Bergfesten waren besonders interessant, weil sie noch das ursprüngliche Erz - mit

Zinngehalten um 2 % - enthalten. Sie waren aber auch bei der Befahrung der Gruben und der Erzförderung als Zwischenstufen hilfreich. Einmal wurde eine Schleiffrille vom Förderseil festgestellt im Übergangsbereich von der zweiten zu den tieferen Sohlen.

Die meisten Gruben konnten nicht vollständig ausgegraben werden, da jeweils nach 8 – 15 m Teufe Grundwasser anstand. Lediglich in einem Bau von nur 7 m Teufe wurde die Sohle erreicht. Sie ist unregelmäßig und uneben und zeigt, dass eben nur dort geteuft wurde, wo Erz herein gewonnen werden konnte. Taubes Gangmaterial blieb stehen. Nur an wenigen Stellen konnten Fahrhilfen wie Trittlöcher oder Stufen beobachtet werden. Zum Vortrieb wurde die Feuersetzmethode eingesetzt, als hauptsächliches Gezähne dienten schwere Schlägel aus ortsfremdem Kalkstein (Abb. 3).

Die Grube 3-2 zeichnet sich dadurch aus, dass sie im Schnittpunkt der Scharung von zwei Erzgängen angelegt worden war, da sich in einer derartigen Situation erfahrungsgemäß die stärkste Mineralisation befindet. Die bronzezeitlichen Bergleute bewiesen bemerkenswerte geologische Kenntnisse. Es konnte nur der obere Scharungsbereich näher untersucht werden. Die Stelle lieferte neben einer Vielzahl von Steinschlägeln auch datierbare Keramikfunde, die gut in die Andronovo-Tazabag'jab-Kultur passen.

Die Grube 3-3 liegt unmittelbar am linken Ufer eines Trockentälchens (Abb. 4) und stellt die längste noch offene Pinge des Bergreviers dar, sie war wohl seinerzeit von den Russen frei geräumt worden. 27 m lang, an der Oberfläche 1,8 m breit und 6 bis 7 m tief folgt sie sichtlich dem Verlauf eines Quarzanges. An zwei Stellen in der Sohle wurde sie von einer rezenten Strecke, die ebenfalls in der Richtung des Erzanges vorgetrieben worden war und deren Firste ca. 8 -9 m unter der heutigen Oberfläche liegt, angeschnitten. An diesen zwei Stellen reichte die prähistorische Pingensohle offensichtlich tiefer. Die moderne Strecke selbst stand aber unter Wasser. Das östliche Ende der Pinge bildet der anstehende Fels mit dem (hier tauben) Quarzgang. Am Westende aber befand sich ein ca. 2,5 m langer und 4 m tiefer, ungestörter Pingenteil, dessen unterer Bereich zusedimentiert war (Abb. 4). Nach Freiräumen der Verfüllung kam in 5,9 m Teufe die

Sohle zum Vorschein. Im Profil zeigte sich, dass die Verfüllung vorwiegend aus scharfkantigem Versatz mit Lehm bestand und nur im oberen Bereich ein Lößpaket von bis zu 50 cm Stärke auflag. Bei den Aufräumarbeiten wurden insgesamt 11 Steinschlägel oder deren Fragmente geborgen.

Die Grube 5-1 (Abb. 5) stellte sich in der Mitte als rd. 10 m lange offene Grabenpinge heraus, die dann aber mit dem westlichen Ende höhlenartig unter die Tagesoberfläche reichte. Dort stand in der Firste der Erzgang noch fast 1 m mächtig an. Östlich reichte der Abbau ebenfalls unter die Tagesoberfläche, wo er von einem rezenten Wetterschacht angeschnitten worden war. Dort war ein Teil des Erzganges als Sicherheitspfeiler stehen geblieben. Die Sohle erreicht nirgendwo das Grundwasser, sondern endet stumpf und gerundet im tauben Granit. An einer Stelle war im anstehenden flachen Fels in der Nähe der Sohle, aber noch unter freiem Himmel (wegen des besseren Lichts) eine rundliche Vertiefung durch das Ausschlagen des Erzes entstanden. Die dazu passenden kugeligen Schlagsteine waren in größerer Zahl in der Verfüllung gefunden worden. Zwei Trittstufen im Liegenden erleichterten die Befahrung ebenso wie eine schräg einfallende begehbare Kante der entlang man bis zum heute höhlenartigen Abbauort gelangen konnte. Dieser scheint längere Zeit offen gestanden zu haben. Feuerstellenreste und eine Lanzenspitze des 1. Jahrtausends v. Chr. belegen eine spätere Wohnfunktion dieser praktischen Überwölbung.

Die Gruben 5-3 und 5-5 (Abb. 6. 7) wurden über eine Länge von 45 m in fünf Quadranten untersucht. An ihrem westlichen Ende schart sie sich mit der Grube 5/2. Hier fällt der Erzgang weniger steil ein, so dass der bergmännische Hohlraum sehr schnell unter die Tagesoberfläche gerät. Gleichwohl fällt genügend Licht zum Arbeiten ein. Die Mächtigkeit des Gangs, der an manchen Stellen als vertaubte Sicherheitsbrücke stehen gelassen worden war, konnte sogar 1 m überschreiten. Die Sohle ist mit rezenten Strecken voller Wasser zum großen Teil durchschlägig. In dieser Grube wurden, neben den zahlreichen Steinschlägeln und ihren Trümmern, auch Keramik sowie einige Menschen- und viele Tierknochen gefunden (s. u.). Ein steinernes Zepter oder Idol, belegt einerseits den bronzezeitlichen Abbau, andererseits aber auch, dass im Bergbau außer wirtschaftlichen noch andere Gesichtspunkte wichtig waren (Boroffka and Sava 1998).

Die Grube 6-1 gehört zu einer Pingengruppe am östlichsten Ende des Reviers. Wegen ihrer Lage auf einem Hügel (Abb. 8) bestand Hoffnung, dass dort der Grundwasserspiegel tiefer liegen würde. In der Tat wurde nach mühseligem Räumen Wasser nur im allertiefsten Bereich angetroffen (Abb. 9). Die Grube beutete einen fast senkrechten Gang über eine Länge von rd. 30 m bei einer Teufe von über 17 m aus. Sie ist sehr eng und erreicht an keiner Stelle eine Weite von mehr als 1 m. Taube Gesteinsbrücken bzw. erzhaltige Bergfesten (Sicherheitspfeiler) zwischen dem linken und rechten Stoß hielten die Grube bis heute ohne Verbruch stabil (Abb. 10). Sie war allerdings völlig durch wieder eingeschwemmtes Haldenmaterial und eingewehten Löss verschlossen gewesen. Mit dem Haldenmaterial waren ebenfalls Hunderte von steinernen Schlägeln mit Tausenden von ihnen abgeplatzten Trümmern (Abb. 3) in die Verfüllung geraten.

Diese vollständig ausgegrabene Grube eignet sich zu folgender Berechnung: Bei 30 m Länge und 15 m Teufe und einer durchschnittlichen Breite von 60 cm hat sie einen Hohlraum von  $270 \text{ m}^3$ , was etwa 730 t Gestein entspricht. Nimmt man eine Erzmächtigkeit von nur 5 cm an, so können mindestens 60 t Erz errechnet werden. Bei einem Zinngehalt von 2% lieferte diese Grube rd. eine Tonne Zinn, was der Ladung des Uluburun-Schiffes entspricht. Es ist von besonderer Pikanterie, dass einige Gruben bei Karnab wie dieses in die zweite Hälfte des 2. Jtd. v. Chr. datieren.

#### ZUR GEWINNUNGSTECHNIK

Mit Quarz als Ganggestein und Granit als umgebendem Nebengestein sahen sich die prähistorischen Bergleute sowohl in Karnab als auch in Čangali bereits an der Oberfläche mit sehr harten Gesteinen konfrontiert, wenn sie an das Erz gelangen wollten. (Im karstigen Lapas, wo im Kalk Erz in einer Höhle abgebaut wurde, war die Technik ähnlich, jedenfalls wenn man von den zahlreichen Rillenschlägeln dort ausgeht.) Um in Karnab im Erzgang Teufe zu gewinnen, wendete man die Methode des Feuersetzens an. Gerade Granit kann aufgrund seiner kristallinen Struktur gut mit Hitze bearbeitet, d.h. mürbe gemacht werden. Dabei stellt das Teufen mittels Feuersetzen eine besondere Schwierigkeit dar, weil die Hitze von Feuern naturgemäß nach oben wirkungsvoller arbeiten kann. Die prähistorischen Bergleute kannten offensichtlich

die, oder ähnliche, Tricks und Wege, welche noch im 19. Jh. zu demselben Zweck eingesetzt wurden.

Tierknochen geben Auskunft einerseits über Fleischproduktion und –verbrauch dieser Nomaden an Schafen, Ziegen und Rindern, andererseits aber auch über einen Teil der Werkzeuge. Die Hörner von Ziegen und Gazellen (*Gazella subgutturosa*) wurden als Gezähe genutzt, wahrscheinlich zum Auskratzen der Erzsplinter aus dem Gang. Ihre Hornzapfen haben gelegentlich in den Gruben überlebt. Außerdem war ein Rinderschulterblatt als Schaber genutzt worden (Doll 2003) (Abb. 12).

Ein weiteres Problem stellt die fehlende Baumvegetation dar. Die Steppe selbst ist zwar dicht mit Wermutbüschen bestanden, aber in der Steppe um Karnab wachsen heute die wenigen Bäume nur an Quellen. Von Herrn J. Cierny durchgeführte Experimente haben aber gezeigt, dass mit trockenen Wermutstauden gemachte Feuer sehr wohl ausreichen, um Granit mittels Feuer setzen zu zermürben. Steinschlägel waren nach dem Erlöschen des Feuers am Granit sehr wirkungsvoll. Der schnell verbrennende Wermut hinterlässt keine Holzkohle sondern nur Asche. In der Tat waren Holzkohle in den Bergwerken von Karnab selten, graue Lagen mit Asche dagegen häufig.

### STEIN SCHLÄGEL

Die Zahl der gefundenen Steinschlägel geht in die Tausende (Abb. 3. 14). Allein über 3000 wurden in einer Datenbank erfasst. Der größte Teil stammt aus den Bergwerken selbst, wohin sie mit der Rücksedimentation bzw. Rückverfüllung des Haldenmaterials gelangt waren, nur wenige konnten an der Erdoberfläche gefunden werden. Im Gegensatz zu nahezu allen anderen bekannten prähistorischen Bergbauen bestehen die Steinschlägel in Karnab nicht aus Flussgeröllen, die in der Steppe von Karnab ja auch nicht vorkommen. Hier wurden Kalkbrocken in einem nahen Vorkommen wahrscheinlich steinbruchmäßig gewonnen und dort zu Schlägeln zurecht geschlagen. Die Schlägel haben meistens Kerben, seltener eine Rille, manchmal jedoch sogar deren zwei, mit denen eine hölzerne Schäftung befestigt war. Da alle diese Schlägel nicht rund wie Gerölle, sondern kantig sind und eine flache Seite aufweisen, kann von einer so genannten „Knorrenschaftung“ ausgegangen werden. Dabei wird das flache Ende von Ästen, die

am Stamm abgeschnitten wurden, mittels Bindematerial an der flachen Seite des Steins festgebunden, wobei sich Schnur oder Leder in den Kerben oder Rillen fixieren (Craddock 1990; Rieser and Schratenthaler 2004: Abb. 8 und 10) (Abb. 13). Wegen ihrer Form und wegen fehlender Kerben oder Rillen ist aber auch sicher, dass manche Schlagsteine einfach mit der Hand geführt wurden.

### BEWERTUNG DES BERGBAUS

Stellt sich die Frage nach der Bedeutung der Bergwerke von Karnab. Diese kann nicht überschätzt werden. Rechnet man den Erzgehalt der Grube 6/1 hoch, so hat dieses Grubengebäude rd. 1 Tonne Zinn geliefert (s. o.). Wie ihre außergewöhnliche Enge im Vergleich zu den anderen Bergwerken aber zeigt, gehört sie zu den ärmeren und kleineren Gruben. Wo Gangbreiten von mehr als 1 m vorkommen, muss man von einem Vielfachen des Metallgehalts ausgehen. Angesichts der Hunderte von Bergwerken in Karnab kann man schätzen, dass das Revier während der Dauer seiner Ausbeutung zwischen 500 und 1000 Tonnen Zinn geliefert hat.

Nach kulturgeschichtlicher Aussage der Funde, welche fast ausnahmslos in die Andronovo-Tazabag'jab-Kultur gehören, geschah dies in den Jahrhunderten vor 1400 v.Chr., also in der Mittleren- und Spätbronzezeit. Radiokarbonaten von Holzkohle und Asche erweitern die Produktionsdauer von 1700 bis 800 v.Chr. Mittelalterliche Daten und Keramik belegen den späteren Versuch einer erneuten Nutzung, aber in den von uns freigelegten Bergwerken kann diese Aktivität nicht bedeutend gewesen sein, es wurden keinerlei Spuren von Metallwerkzeugen entdeckt. Lediglich keramische Scherben zeigen, dass die Gruben geöffnet bzw. zumindest begangen (Wohnhöhlen?) worden waren. Möglicherweise gibt es aber doch Gruben, die größtenteils mittelalterlich sind.

### DIE SIEDLUNG KARNAB SIČKONČI

Im Bereich des Karnab-Reviers, nur 1 km von den Gruben entfernt, wurden, wie Keramikfunde zeigen, Siedlungsreste aus der Andronovo-Kultur entdeckt und ganz ausgegraben (Parzinger und Boroffka 2001; 2003). Die Siedlung Karnab-Sickonci war unter einer 1 m dicken Lössschicht begraben und nur zufällig am Profil eines Geologenschnitts zu erkennen gewesen. Sie liegt oberhalb des heute ausgetrockneten Sickonci-Saj

Tälchens. Kleine Metallfunde kamen in Grubenhäusern und Herdstellen zu Tage. Vor allem die für Karnab so typischen Steinschlägel mit zwei Rillen stellen eine direkte Verbindung zwischen Siedlung und Bergbau her. Keramik und Radiokarbondaten datieren zwischen dem 18. und 14. Jh. v. Chr., was auch den Daten aus dem Bergbau entspricht. Zahlreiche Feuerstellen fielen auf, die gleichzeitig in Betrieb waren. Ofen 2 hat einen analytisch festgestellten hohen Zinngehalt, was auf seine metallurgische Funktion hinweist. Ein kleiner Kupferbarren und Gusstropfen aus Zinnbronze belegen die Verarbeitung von Metall. Mahlsteine, Hammersteine und Anhäufungen von Quarzsplintern stammen möglicherweise von der Erzaufbereitung.

Zumindest bei der heutigen Bewuchslage wäre eine Verhüttung aber auch nur durch Holzimport möglich gewesen. Wie die Vegetation zur Bronzezeit aussah, ist weitgehend unbekannt. Tatsache ist aber, dass der heute die Landschaft prägende, und vor allem die meisten archäologischen Zeugnisse 1 m hoch überdeckende Löss erst nach der Bronzezeit abgelagert wurde. Eventuell vorhandene Verhüttungsüberreste mögen deshalb überdeckt sein.

## ÇANGALI

Bei den Dörfern Kotschkarly und Çangali liegen jeweils Zinnlagerstätten (N 39°48'26.13" E 66° 00' 33,36") (Abb. 1). Auf den Satellitenbildern sind gleichfalls die sowjetischen Baggerschnitte in der Umgebung gut auszumachen. Noch heute zeichnen sich viele der abgebauten Erzgänge durch nicht mehr sehr tiefe Graben- oder Trichterpingen im Gelände ab. In Kotschkarly ziehen sie den Hang eines Granitberges hinauf und setzen sich auf der Höhe fort. Gewinnung fand als Tagebau in 0,70 bis 1,20 m breiten Verhauen statt, deren Länge 20 und mehr Meter bei Teufen von bis zu 12 m betragen konnte, wie einzelne Sondagen ergaben. An einer Stelle wird der Kamm eines Hügels durchschnitten, der entstandene Verhau ist bis heute offen geblieben. Bei den Grabungen wurden viele hammerartige Steinwerkzeuge angetroffen, wie sie für prähistorischen Bergbau typisch sind (Abb. 14). Aber es wurden auch mittelalterliche Scherben angetroffen.

Von besonderem Interesse war zunächst, dass 800 m westlich des heutigen Dorfes am Nordufer des dortigen Baches ein Siedlungshügel auf einer 10 m hohen Düne liegt (Abb. 15) mit einem Durchmesser von 40-

50 m an der Basis, 22 m auf dem Gipfel und 6 m Kulturschichten. Die Siedlungsreste auf der Oberfläche gehen bis ins 10. Jahrhundert n. Chr. zurück. Prähistorische Besiedlung wurde aber weder hier noch sonst im Gelände festgestellt. Aber in dem vorbei fließenden Bach wurden Zinnschlacken entdeckt.

## ZINNGRUBEN IN TADSCHIKISTAN

Unter Geologen liegt der gute Ruf des Serafschantales (Abb. 16) an seinem Mineralreichtum begründet (Chernykh 1992; Kuzima 1991), vor allem wegen seiner Goldlagerstätten (der Name des Flusses lautet übersetzt "Goldbringer"). Aber die Kombination von Zinn und Gold im Verein mit den Zugängen zu den Lapislazulivorkommen in der südlichen Pamir-Region weisen diese Landschaft als möglichen Ausgangspunkt des oben erwähnten Materialtransportweges von Luxusgütern aus (Anon 1954).

1992 hatte man uns in der Sammlung der Tadschikischen Geologischen Expedition in Pendjikent u.a. Erzproben mit Zinn und Kupfer gezeigt und überlassen, die genaue Herkunft aber nicht mitgeteilt. Erst 1994 konnte nach einem Hinweis tadschikischer Geologen und mit deren Hilfe der Berg Muschiston besucht werden. Obwohl völlig überprägt von modernen Prospektionsschürfen konnten doch verschiedene alte Mundlöcher von Stollen festgestellt werden. Bei der Befahrung eines modernen Stollens (N 39°18.650' E 67°58.742) konnten Spuren alten Bergbaus auch im Innern des Berges ausgemacht werden. Erst die Ausgrabungen von 1997 und 1999 konnten diese als prähistorisch identifizieren. Außerdem war noch die Wolfram und Zinn führende Lagerstätte von Takfon besucht worden.

## MUSCHISTON

Im August 1994 konnte nach Gesprächen mit dem Chefgeologen Gorshkow eine große Zinnlagerstätte in 3000 bis 3300 m Höhe bei Muschiston in einem Seitental des Serafschan besucht werden (Abb. 1). Sie wurde vor mehreren Jahren von der Geologischen Expedition Tadschikistans durch Bohrungen und Prospektionsarbeiten erschlossen. Sie wird auf eine gesamte Erzreserve von etwa 70 Millionen Tonnen geschätzt. Die hydrothermalen Erzgänge liegen zwischen devonischen Kalken und Schiefer. Sie streichen mit 310° und fallen mit 50-80° nach Westen ein.

Das Besondere an dieser Lagerstätte ist aus archäometallurgischer Sicht, dass hier Kupfer und Zinn gemeinsam vorkommen. Alle Bergwerke gehen in der Oxidationszone um. Neben Kassiterit ( $\text{SnO}_2$ ) als wichtigstem Erzmineral tritt auch Zinnkies (Stannit,  $\text{Cu}_2\text{FeSnS}_4$ ), ein Zinn-Kupfer-Sulfid, auf. Hinzu kommt noch Muschistonit ( $\text{Cu Zn Fe Sn(OH)}_6$ ), erst 1984 entdeckt und nach dem Fundort selbst benannt, außerdem Varlamoffit ( $\text{Sn,Fe(O,OH)}_2$ ). Aus diesen Mineralien entstehen bei der Verwitterung grün gefärbte Oxidationsprodukte, die von gewöhnlichen oxidischen Kupfererzen kaum zu unterscheiden sind (Abb. 17). Die Verhüttung eines solchen Erzes würde zwangsläufig zu einer "natürlichen" Zinnbronze führen.

Darüber hinaus haben die rezenten Prospektionsarbeiten auch alte Grubenbaue angeschnitten (Cierny 1995). Nach Aussage der Geologen befinden sich in diesem Revier weitere 150 alte Gruben- und Verhüttungsreste. Die Beschreibung der Lagerstätte erfolgte durch russische Geologen vorwiegend in internen Berichten. Aber eine weitere Untersuchung mit dem Schwerpunkt Geochemie erscheint unumgänglich.

Vor der Prospektion unter dem Einsatz von Großmaschinen (Abb. 18) sollen mehr als 40 Mundlöcher am Berghang sichtbar gewesen sein. Jetzt konnten am Berghang nur noch 11 Gruben ausgemacht werden. Ihre Untersuchung ergab, dass Stollen vom Hang aus in den Berg vorgetrieben worden waren (Abb. 19). Die Stollenform wurde nach den Gewinnungsmöglichkeiten sogleich aufgegeben, wenn man seitlich Erz gewinnen konnte. Dadurch entstanden Weitungen. In einem Falle befand sich in der Sohle ein Abhauen in ein tieferes Niveau, wo ebenfalls in einer Richtung eine Abbauweitung entstand. Zur anderen Seite ging der Stollen weiter in den Berg hinein. Die Zeit reichte nicht aus, um alle Stollen bis zum Ende freizulegen. Allerdings ergibt sich aus der Vermessung, dass offensichtlich die Gruben im Berginnern von den Stollen am Berghang aus zugänglich gewesen sein müssen.

Die besondere Situation, dass die bronzezeitlichen Gruben im Berginnern heute durch einen modernen Stollen zugänglich sind, erlaubte deren leichtere Untersuchung vor Ort (Abb. 20). Es stellte sich heraus, dass sie ebenfalls im vererzten Quarz bauen, der reichlich Zinnminerale enthält. Hier hat man

ebenfalls mit Rillenschlägeln gearbeitet, wenn sie auch in wesentlich geringerer Zahl vorkommen als in Karnab. Die für Feuersetzen typischen rundlichen Stoßstrukturen wurden nirgends beobachtet. Gelegentliche Spuren metallener Werkzeuge deuten auf deren Verwendung. Jedenfalls sehen Stöße und manche fast rechtwinkligen Durchhiebe deutlich nach Metallwerkzeugen aus. In Muschiston wurden in der Bronzezeit wegen der Größe der Weitungen und wegen des brüchigen Nebengesteins aus Sicherheitsgründen Holzstempel gesetzt (Abb. 21). Das dazu nötige Holz lieferten die auch heute noch bis in 3000 m Höhe vorkommenden Wacholderbäume. Scherbenfunde stammen, wie in Usbekistan, ebenfalls aus der Andronovo-Tazabag'jab-Kultur. Aber Radiokarbonaten ergaben auch höhere Alter als für Karnab, nämlich vorwiegend den Anfang und die erste Hälfte des 2. Jtds. v. Chr. Dieses hohe Alter, zusammen mit frühen Siedlungen wie Sarazm und deren Metallreichtum, gibt einer frühen Bedeutung dieser Lagerstätte ihr besonderes Gewicht.

Da ein gemeinsames Schmelzen der Minerale wie sie in Muschiston vorkommen, eine natürliche Bronze ergibt, kann die Kenntnis über diese Legierung durchaus auf empirische Weise entstanden sein (Cierny 1995).

## ZINNGRUBEN IN KASACHSTAN

Das Serafschan-Tal bringt einerseits die Mittelasiens so kennzeichnenden kulturellen Gegensätze zwischen Nomadengruppen und frühstädtischen Oasen, also zwischen Nord und Süd, andererseits aufgrund seiner verkehrsstrategischen Bedeutung aber auch zwischen West und Ost deutlich zum Ausdruck. Und gerade im Serafschan-Tal liegen bedeutende Zinnlagerstätten (Materikov 1970).

Das erzeiche Vorland des Altai-Gebirges liegt im Osten Kasachstans (Abb. 1) und steigt von 600 m über d. Meer auf bis zu 2700 m zum Berg-Altai an. Wegen seines Erzreichtums heißt es auch Rudnyj Altai (=Erzaltai) (Ermolaeva et al. 1998; Nechroschev 1966; Scherba et al. 1984). Bereits die ersten Völkerkundler berichten von Spuren alten Bergbaus, dachten aber, er gehe auf die einheimischen Nomaden zurück (Pallas 1971). Im Mittelalter hatten die Mongolen sogar deutsche Bergleute und Metallurgen in den Altai verschleppt (Weisgerber 1986).

In den Granitoiden sind die Zinn- und Goldvererzungen an Intrusionen gebunden. Ein Zentrum ist das Revier Askaraly im Gebirgsmassiv des Delbegetej im Oblast Vostocnyj (Askaraly I: E 505392,480, N 5523756,415; Askaraly II: E 503127,000, N 5529077,000). Auch hier zeichnet sich eine Intensivierung der Gewinnung in der Andronovo-Kultur ab, entwickelt sich also neben der Nomadenkultur eine Abteilung von Spezialisten mit dem Schwerpunkt Metallproduktion.

Seit dem Jahre 2003 gibt es ein gemeinsames Projekt des Deutschen Bergbau-Museums und des Archäologischen Instituts am Ministerium für Bildung und Wissenschaft der Republik Kasachstan, das den prähistorischen Montanaktivitäten gewidmet ist. Es wird ermöglicht durch die Förderung der Gerda-Henkel-Stiftung.

Besiedlungsspuren seit der frühen Mittelbronzezeit unterstreichen die Bedeutung und Nutzbarkeit der Region, für die der Irtysh als Kulturscheide aber auch als Transportweg eine Bedeutung hatte (Berdenov 1998; 2002a, b; Koutznetsova et al. 1988; Kyzlasov 1965). Mehr als 100 Plätze mit alten Schächten und Pingen waren bereits in den 1970er Jahren festgestellt worden. Pingenzüge folgen den Erzgängen und zeigen diese an (Abb. 22).

Auch die Nomadenwirtschaft des Westaltai gewann metallische Rohstoffe. Besonders Zinnvererzungen im Kalba-Narim Gebirge lockten den frühen Bergbau an. Das Metall findet sich bereits in den Bronzen der sibirischen Okunev-Kultur in den Jahrhunderten um 2000 v. Chr. bevor es im Andronovo-Fedorovka-Kulturkomplex üblich ist.

Bei einem ersten Besuch in 2003 im Gebiet des Delbegetej-Berges wurde die Bedeutung derartiger Grubenreviere deutlich. Lohnend war die Zinnerzlagerstätte Kalai Topkan (Černikov 1949). Neben Zinnerz führenden Seifen, in denen noch in den 1950er Jahren gewaschen wurde, fielen vor allem die Pingen in der Zinnerz führenden Gangvererzung auf. Dort gab es auch kleine, feuergesetzte oberflächennahe Gruben. Bronzezeitliche Gewinnung ist bewiesen.

Desweiteren wurden in Novaja Schulba, 180 km nordwestlich von Ust-Kamenogorsk, wo man schon in den 1980er Jahren montanarchäologische Spuren

festgestellt hatte, Kupferbergbau, aber auch Schlackenstreuungen samt zugehörigen Siedlungen kartiert. Mit Holzkohle konnten die Befunde ins 3. Jtd. datiert werden.

An der Zinnlagerstätte Kalai Topkan bei Belaja Gora wurden zwei untertägige Gruben untersucht. Klopffesteine sowie Holzkohle weisen auf eine spätbronzezeitliche Ausbeute hin (Stöllner 2009).

An der Fundstelle Askaraly I wurden an die dreißig Pingen in elf Gruppen gezählt. Davon konnten viele kleinere an ihren kleinstückigen Abraumhalden und den Steingeräten (Schlägel, Hacken, Keile, Klopffesteine, Scheidplatten) als prähistorisch angesprochen werden. Beim Freilegen wurden Hunderte von Steinschlägeln geborgen, die in den Typen und der Art ihrer Befestigung an den Stielen denen von Karnab sehr gleichen. Große und bis zu 7,50 m tiefe Untersuchungsschnitte stellten fest, dass es wegen des mürben Nebengesteins nicht nötig war, auf die Feuersetzmethode zurück zu greifen. Interessant, dass man an den Sedimentations- und Verfüllungsschichten der Grabenpingen erkennen kann, dass die Abbaue bewusst wieder verfüllt worden waren. Dies ist ein in der Völkerkunde mehrfach beobachtetes Vorgehen, um den Frieden mit den Erdgöttern wieder her zu stellen.

An der Stelle Askaraly II wurde eine Pinge geräumt (Abb. 23) und in einer Teufe von 9 m Holzkohle gefunden. 2006 wurde eine weitere Grube in einem Erzgang fast vollständig frei geräumt: Feuersetzen und zermalmende Gewinnung durch Steinschlägel waren die Abbaumethoden. Der Fund eines hölzernen Schäftungsgriffes ist als Sensation zu bewerten. Keramik sowie Holzkohle erlaubten eine Datierung ins 2. Jtd. v. Chr. In der Nähe lag auch das Gräberfeld Tschernogorka. Steinhämmer in den Grabmauern und als Beigaben können evtl. Bergleute identifizieren. Deshalb sind die Untersuchungen von Siedlungen und Gräbern der Bergleute bei den Zinn- und Kupfergruben für die Erforschung der Gesellschafts- und Organisationsstrukturen vor dem Hintergrund weiträumiger Verflechtungen von besonderer Bedeutung.

## ZUSAMMENFASSUNG

Dieser summarische Überblick macht deutlich, dass in Mittelasien im 3. und 2. Jtd. v. Chr. sowohl bron-

zeitlicher Zinn- als auch Kupferbergbau umgingen. Die nomadischen Kulturverhältnisse in den verschiedenen Teilen Mittelasiens bilden deren Hintergrund, ohne dass bereits eine klare Vorstellung herrscht über die Organisation der Arbeit durch die, welche diese schwere Arbeit zu schultern hatten. Ebenso wenig kennt man die Art und die Wege des Transportes. Hier können nur weitere Erkenntnisse vor allem zur chronologischen Differenzierung weiter helfen.

Mit dem von der VW Stiftung und der Gerda-Henkel-Stiftung geförderten Projekten ist es erstmals seit 120 Jahren gelungen, bronzezeitlichen Zinn-Bergbau nachzuweisen und zu beschreiben. Damit ist die Diskussion zur Herkunft des Zinns zwar nicht beendet, sie hat aber zum ersten Mal einen konkreten Hintergrund bekommen, sowohl lagerstättenmäßig als auch bergbauarchäologisch. Da dies in drei archäologischen Entwicklungsländern geschah, die erst kürzlich zugänglich wurden, galt es viel Grundlagenarbeit

zu leisten, wo es um Fragen der Datierung archäologischer Funde und Befunde ging. Dabei war es ein besonderer Glücksfall, dass sowohl in Karnab als auch in Muschiston und in Askaraly die Siedlung der Bergleute angetroffen und teilweise ausgegraben werden konnte. Damit sind zu mindest in Ansätzen Aussagen zu Struktur und Organisation der Arbeit möglich. Dabei stellte sich heraus, dass an allen Plätzen in den Ländern Träger der Andronovo-Kultur den Bergbau betrieben (Sarianidi *et al.* 1977; Litvinskij and Pjankova 1992). Dies ist insbesondere deshalb erstaunlich, weil man sich bislang Andronovo-Leute als nomadische Hirtenvölker vorstellte, deren Metall-Reichtum schon immer schwer zu erklären war. Nachdem sie jetzt selbst als Metallproduzenten vom Bergbau bis zur Verhüttung (letztes zumindest, was das Kupfer betrifft) fassbar werden, wird man sich ein völlig neues Bild ihrer Ökonomie machen müssen, bei dem Spezialarbeiter wie Bergleuten, Hüttenleuten und Metallhandwerkern sicher eine größere Bedeutung zukommen wird.

## REFERENCES

- Alimov, K. et al. 1998  
 "Prähistorischer Zinnbergbau in Mittelasien", *Eurasia Antiqua* 4: 137-199.
- Alimov, K. et al. 1999  
 "Research at Karnab", *Usbekistan. Istorija Material'noj Kultury Uzbekistana* 30: 80-87.
- Anon, 1954  
*Drevnejschie stranicy istorii gornoga dela Tadschikistana i drugich respublik Sredney Azii* (Die älteste Geschichte des Bergbaus Tadschikistans und anderer Republiken Mittelasiens). Populärwissenschaftliche Bibliothek 10, Stalinabad.
- Artzy, M. 1983  
 "Arethusa of the tin ingot", *Bulletin of the American Schools of Oriental Research* (BASOR) 250: 51-55.
- Baer, K.E. von 1876  
 "Von wo das Zinn zu den ganz alten Bronzen gekommen sein mag?", *Archiv f. Anthropologie* 9: 263.
- Bartelemy, R.E. 1938  
 "Primitive Tin Metallurgy in Laos", *Mining and Metallurgy* 19: 244-246.
- Bass, G.F. 1967  
*Cape Gelidonya, A Bronze Age Shipwreck. Transact. American Philosophical Society* NS 57, part 8, Philadelphia.
- Bass, G.F. 1986  
 "A Bronze Age Shipwreck at Ulu Burun (Kaş). 1984 Campaign", *American Journal of Archaeology* 90: 269-296.
- Bass, G.F. 1989  
 "Das Wrack von Ulu Burun", *Geo H.* 1: 84-98.
- Belli, O. 1991  
 "The problem of tin deposits in Anatolia and its need for tin, according to the written sources", A. Çilingiroğlu and D.H. French (eds.) *Anatolian Iron Ages* (The Proceedings of the Second Anatolian Iron Ages): 1-9. British Institute of Archaeology at Ankara, Oxbow Books, Oxford.
- Berdenov, S.A. 1998  
 "Kazachstanskaja gorno-metallurgičeskaja oblast", *Voprosy Archeologii Kazachstana* 2: 180-190.
- Berdenov, S.A. 2002a  
*Drevnie istotschniki dobytschi medi i olova v Kazachstane. Potgotovka specialista novoj formacii: nauka, metodika, praktika.* Taldykorgan, Institut Zhetysu. Materialy mezhdunarodnoj konferencii. Almaty.
- Berdenov, S.A. 2002b  
*Drevnee gornoe delo Kazachstana. Drevnejschie etapy gornogo dela i metallurgii v Severnoj Evrazii: Kargalinskij kompleks.* Materialy simpoziuma. Moskva.

- Boroffka, N. and Sava, E. 1998  
 “Zu den steinernen “Zeptern/Stößel-Zeptern”, “Miniatursäulen” und “Phalli” der Bronzezeit Eurasiens”, *Archäologische Mitteilungen aus Iran und Turan* 30: 17-113.
- Boroffka, N. et al. 2000  
 “Issledowanija rajone drevnich rasrabotok olowa w sewernom Tadschikistane (Muschiston i Takfon)”, *Archeologičeskije Rabotij w Tadschikistane* XXVII: 71-120.
- Boroffka, N. et al. 2003  
 “Bronze Age Tin from Central Asia: Preliminary Notes”, K. Boyle, C. Renfrew and M. Levine (eds.) *Ancient interactions: east and west in Eurasia*: 135-159. McDonald Institute Monographs, Oxford.
- Casanova, M. 1992  
 “The Sources of the Lapis-lazuli found in Iran”, C. Jarrige (ed.) *South Asian Archaeology*: 49-56. Monograms of World Archaeology No 14, Prehistory press, Madison.
- Chakrabarti, D.K. 1979  
 “The problem of tin in Early India - a preliminary survey”, *Man and Environment* 3: 61-74.
- Charles, J.A. 1975  
 “Where is the tin?”, *Antiquity* 49: 19-24.
- Chernykh, E.N. 1992  
*Ancient Metallurgy in the USSR*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Cierny, J. 1995  
 “Die Gruben von Muschiston in Tadschikistan - Stand die Wiege der Zinnbronze in Mittelasien?”, *Der Anschnitt* 47/1-2: 68-69.
- Cierny, J., Th. Stöllner and G. Weisgerber 2005  
 “Zinn in und aus Mittelasien”, Ü. Yalçın, C. Pulak and R. Slotta (eds.) *Das Schiff von Uluburun*: 431-448. Deutsches Bergbau Museum, Bochum.
- Cierny, J. and G. Weisgerber 2003  
 “Bronze Age Tin Mines in Central Asia”, A. Giumliamair and F. Lo Schiavo (eds.) *Le problème de l'étain à l'origine de la métallurgie*: 23-31. Âge du Bronze en Europe et en Méditerranée, BAR International Series 1199, Oxford.
- Cleuziou, S. and T. Berthoud 1982  
 “Early tin in the Near East. A reassessment in the light of new evidence from western Afghanistan”, *Expedition* 25: 14-19.
- Craddock, B.R. 1990  
 “The Experimental Hafting of Stone Mining Hammers”, P. Crew and S. Crew (eds.) *Early Mining in the British Isles*: 58-74. Plas Tany Bwlch.
- Crawford, H.E.W. 1974  
 “The problem of tin in Mesopotamian bronzes”, *World Archaeology* 5-6: 242-247.
- Černikov, S.S. 1949  
*Drevnaja metallurgija I gornoje delo zapadnogo Altaja*. Alma-Ata.
- Dercksen, J.G. 1996  
*The Old Assyrian Copper Trade in Anatolia*. Nederlands Historisch Archaeologisch Instituut, Leiden.
- Doll, M. 2003  
 “Animals and Men in Mines – the Bone Assemblages from Karnab and Mušiston”, *Der Anschnitt* 16: 113-125.
- Dossin, G. 1970  
 “La route de l'étain en Mésopotamie au temps de Zimrilim”, *Revue d'Assyriologie* 64: 97-106.
- Ermolaeva, A.S., L.N. Ermolenko, E.F. Kuznetsova and T.M. Teplovodskaja 1998  
 “Poselenie drevnich metallurgov VIII-VII vv. do n. E. na Semiplatinskom pravoberesche Irtyscha”, *Voprosy Archeologii Kazachstana* 2: 39-46.
- Franklin, A.D., J.S. Olin and T.A. Wertime (eds.) 1978  
*The Search for Ancient Tin*. U. S. Government Printing Office, Washington.
- Galili, E. and N. Shmueli 1983  
*The International Journal of Nautical Archaeology* 12, (Israel). 178.
- Galili, E. and N. Shmueli 1986  
 “Metal from the Depth of the Sea”, *IAMS Newsletter* 1: 4-6.
- Galili, E., N. Shmueli and M. Artzy 1986  
 “Bronze Age ship's cargo of copper and tin”, *The International Journal of Nautical Archaeology* 15.1: 25-37.
- Gruhl, H. 1992  
*Himmelfahrt ins Nichts. Der geplünderte Planet vor dem Ende*. Langen Müller, München.
- Gülçur, S. 1995  
 “Das bronzezeitliche Wrack von Uluburun bei Kaş”, *Antike Welt* 26: 453-461.
- Hauptmann, A. and G. Weisgerber 1985  
 “Vom Kupfer zur Bronze: Beiträge zum frühesten Berg- und Hüttenwesen”, H. Born (ed.) *Archäologische Bronzen, Antike Kunst, Moderne Technik*: 16-36. Staatl Museen Press Kulturbesitz, Berlin.

- Hedge, K.T.M. 1978  
 "Sources of ancient tin in India", A.D. Franklin, J.S. Olin and T.A. Wertime (eds.) *The Search for Ancient Tin*: 39-42. U. S. Government Printing Office, Washington.
- Herrmann, G. 1968  
 "Lapis lazuli, the early phases of its trade", *Iraq* 30: 21-57.
- Hiebert, F.T. 1994  
 "Production evidence for the origins of the Oxus Civilization", *Antiquity* 68/259: 372-387.
- Kilian, I. 1993  
 "Überlegungen zum spätbronzezeitlichen Schiffswrack von Ulu Burun (Kaş)", *Jahrb. Röm. Germ. Museum* 49: 333-352.
- Kochhar, N., R. Kochhar, S. Chakrabarti and K. Dilip 1999  
 "A New Source of Primary Tin Ore in the Indus Civilisation", *South Asian Studies* 15: 115-118.
- Kohl, Ph. 2004  
 "Chloritgefäße und andere steinerne Behältnisse und ihr Austausch im Gebiet des Iranischen-Zentral-Plateaus und jenseits davon", T. Stöllner et al. (eds.) *Persiens antike Pracht*: 282-289. Deutsches Bergbau Museum, Bochum.
- Kouznetsova, E.F., N.F. Pchenitchnaia and E.N. Souleimenov 1988  
 "Études physico-chimiques: des matières premières et production métallurgique à l'âge du Bronze au Kazakhstan central", *Paléorient* 14/1: 49-55.
- Kulke, H. 1976  
 "Die Lapislazuli-Lagerstätte Sare Sang (Badakhshan). Geologie, Entstehung, Kulturgeschichte und Bergbau", *Afghanistan Journal* 1: 43-56.
- Kuzmina, E. 1991  
 "Die urgeschichtliche Metallurgie der Andronovo-Kultur. Bergbau, Metallurgie und Metallbearbeitung", *Zeitschrift für Archäologie* 25: 29-48.
- Kyzlasov, L.R. 1965  
 "Drevnejšie orudija gornogo dela na Altaje. Mat. i Issled", *Arch. SSSR* 130: 165-168.
- Litvinskij, B.A. 1950a  
 "K istorii dobytschi olova v Uzbekistane. Trudy Sredneaziatskogo Gosudarstvennogo Universiteta", *Archeologija srednej Azii* N.S. 9: 51-67.
- Litvinskij, B.A. 1950b  
 "Towards a history of tin-mining in Uzbekistan", *Arbeiten der Mittelasiatischen Staatsuniversität* 11: 56-68.
- Litvinskij, B.A. 1954  
*Drevnejschie stranicy istorii gornoga dela Tadschikistana i drugich respublik Srednej Azii*. Geschichte des Bergbaus Tadschikistans und anderer Republiken Mittelasiens, Stalinabad.
- Litvinskij, B.A. and L.T. Pjankova 1992  
 "Pastoral Tribes of the Bronze Age in the Oxus Valley (Bactria)", A.H. Dani and V.M. Masson (eds.) *History of Civilisations of Central Asia I*: 374-394. UNESCO Publ., Paris.
- Lumley, H. de 1966  
 "Les fouilles de Terra Amata à Nice", *Bulletin du Musée d'Anthropologie et de Préhistoire de Monaco* 13: 29-51.
- Maddin, R. 1989  
 "The copper and tin ingots from the Kas shipwreck. Archäometallurgie der Alten Welt - Beiträge zum Internationalen Symposium 'Old World Archaeometallurgy', Heidelberg 1987", *Der Anschnitt* 7: 99-105.
- Maddin, R., T. Stech Wheeler and J.D. Muhly 1977  
 "Tin in the ancient Near East, old questions and new finds", *Expedition* 19/2: 35-47.
- Masson, V.M. 1992  
 "The Bronze Age in Khorasan and Transoxania", A.H. Dani ve V.M. Masson (eds.) *History of the Civilisations of Central Asia I*: 225-246. UNESCO Publ., Paris.
- Materikov, M.P. 1970  
 "Tin International, Jan. 1970", S. 20 für Tien Shan Gebirge; 1970 Juni, S. 165 für Kasachstan.
- Materikov, M.P. 1974  
 "Tin deposits - patterns of tin ore deposits of Tien-Shan", *Soviet Geology* 8: 74-90.
- Meadows, D. 1972  
*The Limits to Growth- a report for the Club of Rome's project on the predicament for mankind*. Universe Books, New York.
- Momenzadeh, M., N. Nezafati and E. Pernicka 2005  
 "First indication of tin at the ancient mining site near Deh Hosein", H. Kars and E. Burke (ed.) *Proceedings of the 33rd International Symposium on Archaeometry*: 116-117. Vrije Universiteit, Amsterdam.
- Muhly, J.D., 1973 und Suppl. 1976  
 "Copper and Tin", *Trans. Connecticut Academy of Arts and Sciences* 43: 155-535 und 46, 77-136.
- Muhly, J.D. 1985  
 "Sources of tin and the beginnings of bronze metallurgy", *American Journal of Archaeology* 89: 275-291.

- Muhly, J.D. 1993  
 “Early bronze age tin and the Taurus”, *American Journal of Archaeology* 97: 239-253.
- Muhly, J.D. et al. 1991  
 “The Bronze Metallurgy in Anatolia and the Question of Local Tin Sources”, E. Pernicka and G.A. Wagner (eds.) *Archaeometry* 90: 209-220. Proceedings of the 27th Symposium on Archaeometry held in Heidelberg, Basel.
- Nezafati, N., E. Pernicka and M. Momenzadeh 2006  
 “Ancient tin: Old question and a new answer”, *Antiquity* 80/308. <http://antiquity.ac.uk/ProjGall/nezafati%20et%20al/in dex.html>
- Nezafati, N., E. Pernicka and M. Momenzadeh 2008  
 “Iranian Ore Deposits and Their Role in the Development of the Ancient Cultures”, *Anatolian Metal IV* (Der Anschnitt, Beiheft 21): 77-90.
- Pallas, P.S. 1971  
*Reise durch verschiedene Provinzen des Russischen Reiches*. Bd. 2, St. Petersburg 1771-1776, Nachdruck Graz.
- Parzinger, H. 2000  
 “Zinn für Mesopotamien. In: Archäologische Entdeckungen”, *Die Forschungen des Deutschen Archäologischen Instituts im 20. Jh.*, Bd. 2: 247-251.
- Parzinger, H. 2002  
 “Das Zinn in der Bronzezeit Eurasiens”, *Anatolian Metal II* (Der Anschnitt, Beiheft 15): 159-177.
- Parzinger, H. and N. Boroffka 2001  
 “Woher stammt das Zinn der Bronzezeit in Mittelasien?”, *Archäologie in Deutschland* 17/3: 12-17.
- Parzinger, H. and N. Boroffka 2003  
*Das Zinn der Bronzezeit in Mittelasien I*. Die siedlungsarchäologischen Forschungen im Umfeld der Zinnlagerstätten, Archäologie in Iran und Turan 5, Mainz.
- Pernicka, E. 1996  
 “Gewinnung und Verbreitung der Metalle in prähistorischer Zeit”, *Jahrbuch des Römisch Germanischen Zentralmuseums Mainz* 37: 21-129.
- Pernicka, E. 1998  
 “Die Ausbreitung der Zinnbronze im 3. Jahrtausend”, B. Hänsel (ed.) *Mensch und Umwelt in der Bronzezeit Europas*: 135-148. Abschlusstagung: Die Bronzezeit: das erste goldene Zeitalter Europas, FU Berlin 1997, Kiel.
- Pernicka, E. 2000  
 “Das Rätsel des Zinns”, *Spektrum der Wissenschaft* November 2000: 88-89.
- Pernicka, E., G.A. Wagner and J.D. Muhly 1992  
 “Comment on the discussion of ancient tin sources in Anatolia”, *Journal of Mediterranean Archaeology* 5: 91-98.
- Pinnock, F. 1988  
 “Observations on the Trade of Lapis Lazuli in the 3rd Millennium B.C.”, H. Hauptmann and H. Waetzoldt (ed.) *Wirtschaft und Gesellschaft von Ebla*: 107-110. Akten der Internationalen Tagung Heidelberg, Heidelberg.
- Potts, D.T. 1993  
 “A new Bactrian find from southeastern Arabia”, *Antiquity* 67: 591-596.
- Potts, D.T. 2000  
*Ancient Magan - The Secrets of Tell Abraq*. Trident Press, London.
- Prange, M. 2001  
 “5000 Jahre Kupfer in Oman, Bd. 2. Vergleichende Untersuchungen zur Charakterisierung des omanischen Kupfers mittels chemischer und isotopischer Analysenmethoden”, *Metalla* 8/1-2: 1-126.
- Prange, M. and A. Hauptmann 2001  
 “The Chemical composition of Bronze Objects from Ibri/Selme”, P. Yule and G. Weisgerber (eds.) *The Metal Hoard from Ibri/Selme, Sultanate of Oman*: 75-84. Prähistorische Bronzefunde XX, Bd. 7, Stuttgart.
- Raban, A. and E. Galili 1985  
 “Recent maritime archaeological research in Israel – A preliminary report”, *International Journal of Nautical Archaeology* 14/4: 321-356.
- Riederer, J. 1987  
*Archäologie und Chemie – Einblicke in die Vergangenheit*. Staatl Museen Preussischer Kulturbesitz, Berlin.
- Rieser, B. and H. Schrättenthaler 2004  
 “Prähistorischer Kupferbergbau im Raum Schwaz/Brixlegg (Nordtirol)”, *Der Anschnitt* 17: 75-94.
- Roden, Ch. 1985  
 “Montanarchäologische Quellen des ur- und frühgeschichtlichen Zinnerzbergbaus in Europa”, *Der Anschnitt* 37: 50-80.
- Rossovsky, L.N., V.V. Mogařovskiy and V.M. Chmirev 1987  
 “The metallogeny of tin and rare metals in the eastern part of the Mediterranean folded belt”, S. Jankovic (ed.) *Mineral deposits of the Tethyan Eurasian metallogenic belt between the Alps and the Pamirs* (selected examples): 170-177. UNESCO/ICCP Project no. 169.

- Ruzanov, V.D. 1979  
 "About some ancient tin sources on the territory of Uzbekistan (in Russisch)", *The history of material culture in Uzbekistan* 15: 98-104.
- Ruzanov, V.D. 1999  
 "Zum frühen Auftreten der Zinnbronzen in Mittelasien", *Der Anschnitt* 9: 103-105.
- Ruzanov, V., J. Cierny and G. Weisgerber 1999  
 "Ob itogach raboty meshdunarodnoj usbeksko-nemeckoj ekspedicii v 1997-1998 godach po archeologitscheskomu obsledovaniju drevnich istotschnikov olova v Zirabulak-Ziaetdinskich gorach (Ergebnisse archäologischer Untersuchungen der usbekisch-deutschen Expedition in den Jahren 1997/98 in den alten Zinnerz-Abbaurevieren der Zirabulak-Ziaetdin-Berge)", *Obschtschestvennyye nauki v Uzbekistane* 7-8: 68-72.
- Sabet, A.H. et al. 1976  
 "The Placer Tin-Deposits of Igla, Abu Dabbab and Nuweibi", *Annals of the Geological Survey of Egypt* 6: 169-180.
- Sarianidi, V. 1971  
 "The Lapis Lazuli route in the ancient Near East", *Archaeology* 24: 12-15.
- Sarianidi, V., N.N. Terekhova and E.N. Tchernykh 1977  
 "The beginning of metalworking in ancient Bactria", *Sov. Ark.*: 35-42.
- Scherba G.N., B.A. Djatschkov and G.P. Nachtigal 1984  
*Metallogenija Rudnogo Altaja i Kalby*. Alma-Ata.
- Stech, T. and V. Pigott 1986  
 "The Metals Trade in Southwest Asia in the Third Millennium B.C.", *Iraq* 48: 39-64.
- Stos-Gale, Z.A. et al. 1998  
 "The Copper and Tin Ingots of the Late Bronze Age Mediterranean: New Scientific Evidence", *Proceedings of the Fourth International Conference on the Beginning of the Use of Metals and Alloys (BUMA-IV)*: 115-126. Kuniibiki Messe, Matsue, Shimane, Japan.
- Stöllner, Th. 2009  
 "Zinnbergbau in Kasachstan", *Damals* 2009/6: 43-44.
- Thomsen, Ch.J. 1837  
*Leitfaden zur nordischen Altertumskunde*. Copenhagen.
- Tosi, M. 1974  
 "The Lapis Lazuli Trade across the Iranian Plateau in the 3rd Millennium B.C.", *Gururajamanjarika* (Festschrift Guiseppa Tucci Vol. 1): 3-22. Instituto Universitario Orientale, Napoli.
- Tosi, M. and C.C. Lamberg-Karlovsky 2003  
 "Pathways across Eurasia", J. Aruz (ed.) *Art of the first Cities. The Third Millennium B.C. from the Mediterranean to the Indus: 347-350*. Katalog Metropolitan Museum of Art, New York.
- Vogt, B. 1985  
*Zur Chronologie und Entwicklung der Gräber des späten 4. – 2. Jtsd. v. Chr. auf der Halbinsel Oman*. Diss, Göttingen.
- Weisgerber, G. 1986  
 "Deutsche Bergleute im Mongolenreich - Bergmännisches bei Wilhelm von Rubruck vom Jahre 1255", *Der Anschnitt* 38/3-4: 147.
- Weisgerber, G. 2004  
 "Schmucksteine im Alten Orient (Lapislazuli, Türkis, Achat, Karneol)", T. Stöllner et al. (eds.) *Persiens antike Pracht*: 64-74. Deutsches Bergbau Museum, Bochum.
- Weisgerber, G. and J. Cierny 1999  
 "Ist das Zinnrätsel gelöst? Auf den Spuren der Bronzezeit in Zentralasien", *Oxus* 4: 44-47.
- Weisgerber, G. and J. Cierny 2002  
 "Tin for Ancient Anatolia?", *Anatolian Metal II* (Der Anschnitt, Beiheft 15): 179-186.
- Wertime, Th.A. 1978  
 "The search for ancient Tin, the geographic and historic boundaries". A.D. Franklin, J.S. Olin and T.A. Wertime (eds.) *The Search for Ancient Tin*: 1-6. U. S. Government Printing Office, Washington.
- Willies, L. 1992  
 "Kestel Tin Mine, Turkey. Interim Report 1995", *Bulletin of the Peak District Mines Historical Society* 12/5: 1-11.
- Wolfart, R. and H.P. Wittekind 1980  
*Geologie von Afghanistan*. Beiträge zur regionalen Geologie der Erde 14, Berlin/Stuttgart.
- Yalçın, Ü. 1998a  
 "Der Keulenkopf von Çan Hasan (TR): Naturwissenschaftliche Untersuchung und neue Interpretation", *Der Anschnitt* 8: 279-289.
- Yalçın, Ü. 1998b  
 "Frühe Eisenverwendung in Anatolien", *Istanbulur Mitteilungen* 48: 79-95.
- Yalçın, Ü. 2000  
 "Anfänge der Metallverwendung in Anatolien", *Anatolian Metal I* (Der Anschnitt, Beiheft 13): 17-30.
- Yalçın, Ü. (ed.) 2002  
*Anatolian Metal II*. Der Anschnitt, Beiheft 15, Bochum Bergbau Museum, Bochum.

## PRÄHISTORISCHER ZINNBERGBAU IN MITTELASIEN

Yalçın, Ü. 2003

“Metallurgie in Anatolien”, *Der Anschnitt* 16: 527-536.

Yalçın, Ü. (ed.) 2005

*Anatolian Metal III*. Der Anschnitt, Beiheft 18, Bochum Bergbau Museum, Bochum.

Yalçın, Ü. and E. Pernicka 1999

“Frühneolithische Metallurgie von Aşıklı Höyük”, *Der Anschnitt* 9: 45-54.

Yalçın, Ü., C. Pulak and R. Slotta 2005

*Das Schiff von Uluburun – Welthandel vor 3000 Jahren*. Katalog zur Ausstellung des Deutschen Bergbau Museums Bochum (Veröffentlichung aus dem Deutschen Bergbau Museum Bochum Nr. 138), Bochum.

Yener, K.A. 2000

*The domestication of metals: the rise of complex metal industries in Anatolia*. E. J. Brill, Leiden.

Yener, K.A. and H. Özbal 1987

“Tin in the Turkish Taurus mountains: the Bolkardag mining district”, *Antiquity* 61: 220-26.

Yener, K.A. and M. Goodway 1992

“Response to Mark E. Hall and Sharon R. Steadman, Tin and Anatolia. Another look”, *Journal of Mediterranean Archaeology* 5: 77-90.

Yener, K.A. and P. Vandiver 1993

“Reply to J.D. Muhly, ‘Early Bronze Age Tin and the Taurus’”, *American Journal of Archaeology* 97: 255-262.

Yener, K.A., A. Adriaens, B. Earl and H. Özbal 2003

“Analyses of Metalliferous Residues, Crucible Fragments, Experimental Smelts, and Ores from Kestel Tin Mine and the Tin Processing Site of Göltepe, Turkey”, P.T. Craddock and J. Lang (eds.) *Mining and Metal Production Through The Ages: 181-197*. The British Museum Press, London.

Yener, K.A. et al. 1989

“Kestel: an early Bronze Age source of tin ore in the Taurus Mountains”, *Science* 244: 200-203.



Abb. 1: Karte Eurasiens mit den bekanntesten Zinnvorkommen. Dabei handelt es sich bei den nachgewiesenen Bergbaurevieren 1-3 und 5 um große bronzezeitliche Gewinnungsstätten, während 4 noch nicht genug untersucht ist. Die mittelasiatischen Plätze liegen an den alten Verbindungswegen gen Westen.

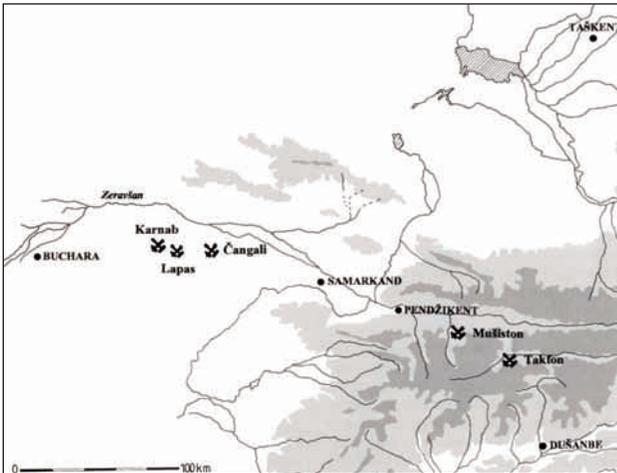


Abb. 2: Lage der Reviere Karnab, Lapas und Čangali in Usbekistan entlang des Flusses Amu-Darja, dem antiken Oxus, und Mushiston in Tadschikistan in der Nähe des Zerafshan.



Abb. 4: Karnab, Grube 5-3-II. Blick auf das östliche Grabungsende der Grabenpingen. Gut sichtbar ist die Löss-Sedimentabdeckung im oberen Teil.



Abb. 3: Karnab, Grube 6. Blick über den abgebauten Erzgang mit einer Auswahl der dort geborgenen kantigen Steinwerkzeuge. Man beachte ihre unregelmäßige Form.

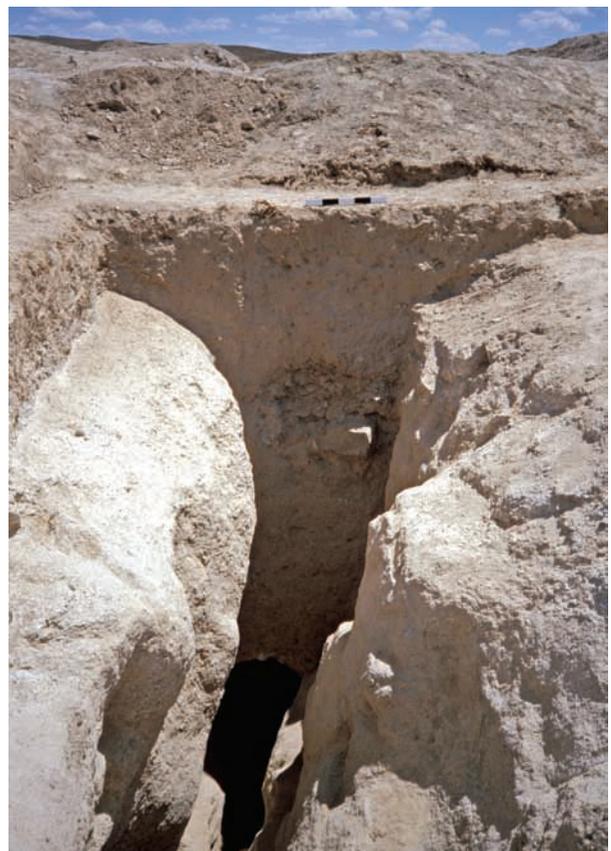


Abb. 5: Karnab, Grube 3-2. Blick über den frei geräumten, nahezu senkrechten Gangverlauf.

## PRÄHISTORISCHER ZINNBERGBAU IN MITTELASIEN



Abb. 6: Karnab, Grube 5-3. Blick aus dem Inneren nach oben, wo die stehen gelassene Bergfeste mit dünnen Gangresten (Pfeil) seit Jahrtausenden die Sicherheit garantiert.



Abb. 7: Karnab, Grube 5-1. Auch im tieferen Bereich des Bergwerks schützten Bergfeste die Bergleute (Pfeil: Reste des Erzgangs).



Abb. 8: Karnab, Grube 6-1. Der senkrechte schmale Erzgang wurde bis zum Grundwasser frei geräumt.

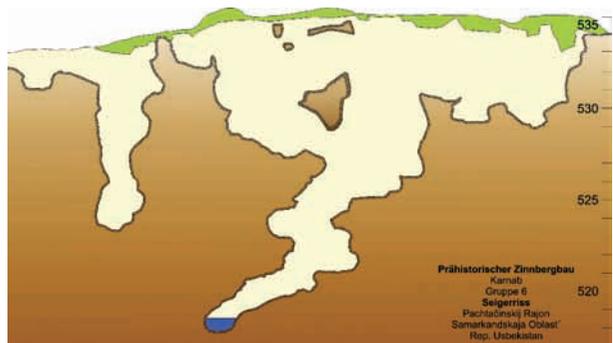


Abb. 9: Karnab, Grube 6-1. Seigerriss des Bergwerks.



Abb. 10: Karnab, Grube 6-1. In der Bergfeste an der Tagesoberfläche hat sich ein Rest des Erzgangs erhalten, der zwecks Analysen beprobt werden konnte (Pfeil: Reste des Erzgangs).



Abb. 11: Karnab-Sičkonči. Ausschnitt aus der Siedlung von Bergleuten und Metallurgen.



Abb. 12: Mushiston. Ziegenhörner wurden ehemals als Werkzeuge benutzt, sie sind bis auf die Hornzapfen vergangen.

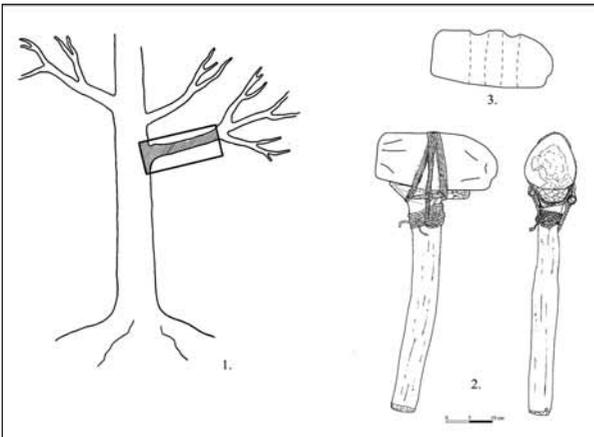


Abb. 13: Schäftungsvorschlag für Steinschlägel mit einer flachen Seite, die sog. "Knorrenschäftung" (Nach Rieser und Schrattenthaler 2004, Abb. 8 und 10, Umzeichnung J. Garner).



Abb. 14: Čangali. Der schwere Rillenschlägel hat die für eine Knarrenschäftung nötige flache Seite.

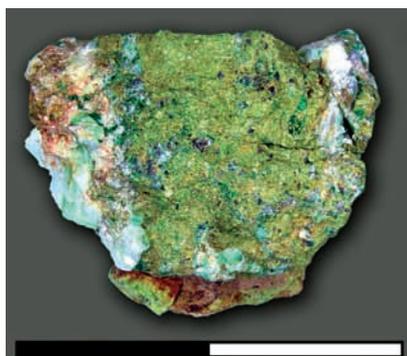


Abb. 15: Čangali. Hinter den Häusern des Dorfes erhebt sich der mittelalterliche Siedlungshügel.



Abb. 16: Vom Aufstieg zu den Bergwerken von Mushiston Blick zurück ins Tal des Zerafshan (2007).

Abb. 17: Mushiston. In der Mineralprobe sind neben weißem Quarz und schwarzem Stannit weiter grüne und blaue Kupferminerale sichtbar, auch Muschistonit.



## PRÄHISTORISCHER ZINNBERGBAU IN MITTELASIEN



Abb. 18: Mushiston. Blick auf den Berg mit den prähistorischen Bergwerken auf dem Hang. Heute ist diese Hangseite gekennzeichnet von den zahlreichen Prospektionsschürfen sowjetischer Geologen, welche viele alte Baue verschütteten oder zerstörten. Einige konnten vom Tage aus untersucht werden. Auf die graue Halde wurde der Abraum des rezenten sowjetischen Bergbauversuches gekippt. Durch dessen Stollen waren manche alten Baue für uns auch aus dem Berginneren her zugänglich. Sie reichten vom Stollenmundloch ca. 80 m schräg in den Berg.

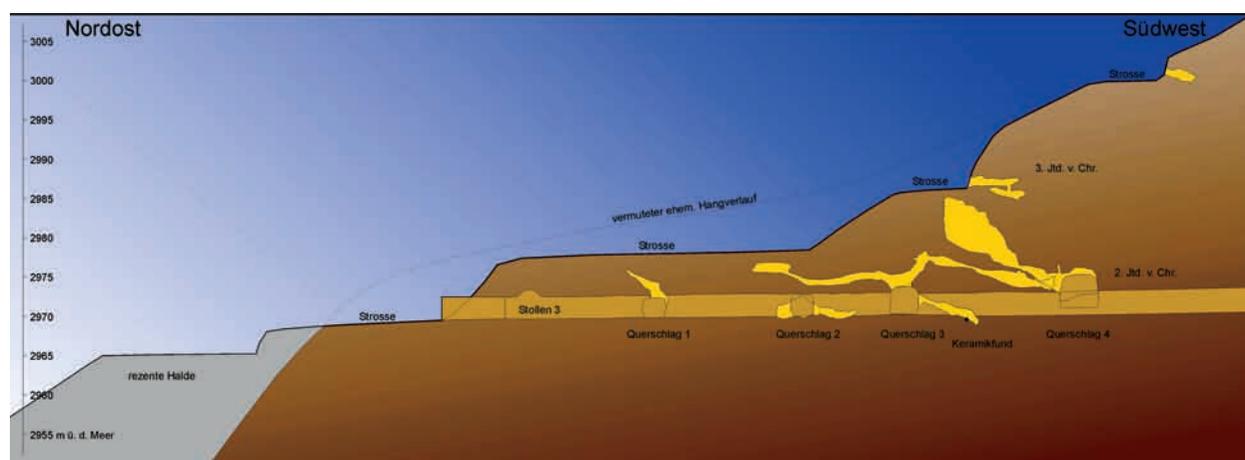


Abb. 19: Mushiston, Stollen 3. In den Seigerriss des rezenten horizontalen Stollenverlaufs wurden alle bekannt gewordenen bronzzeitlichen Abbaue projiziert, die vom Hang aus freigelegt worden waren.



Abb. 20: Mushiston, Stollen 3. Vom rezenten Querschlag 3 aus war der obere Teil des bronzzeitlichen Abbaus nur schwierig zu erreichen. Die grüne Mineralisation zeigt, dass beide Baue satt in der Vererzung stehen.

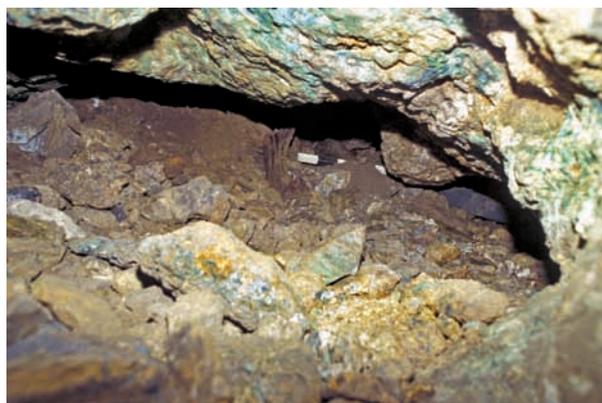


Abb. 21: Mushiston, Stollen 3. Eine Weitung war mit einem hölzernen Stempel gesichert. Später wurde sie mit Abraum verfüllt. Der bronzzeitliche Holzstempel ist über 3200 Jahre alt.



Abb. 22: Askaraly, Michaelovka. Zwischen den Felsen hat sich eine Grabenpinge gut erkennbar erhalten.

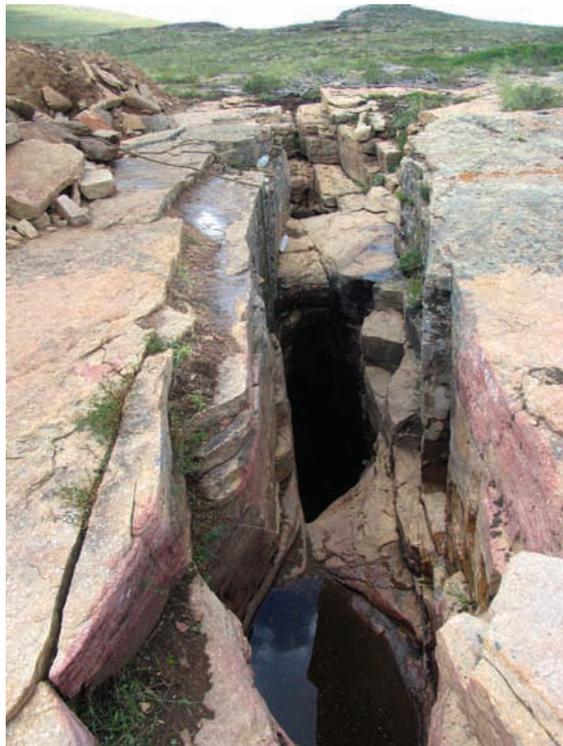


Abb. 23: Askaraly II. Die Grube baute einen steil stehenden Zimmergang ab.