

Veröffentlichungen des
Landesamtes für Denkmalpflege und Archäologie
Sachsen-Anhalt – Landesmuseum für Vorgeschichte

Band 64 | 2011

Archäologie in Armenien

*Ergebnisse der Kooperationsprojekte 2010 –
Ein Vorbericht*

Հնագիտությունը Հայաստանում

2010 թ. համագործակցության ծրագրի արդյունքները.
նախնական հաղորդում

Հարալդ Մելլեր, Պավել Ավետիսյան (հրտրկ.)

Archaeology in Armenia

*Results of the Cooperation Projects in 2010 –
A Preliminary Report*



Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt
LANDESMUSEUM FÜR VORGESCHICHTE

herausgegeben von
Harald Meller und
Pavel Avetisyan

Halle (Saale)
2011

Geoarchäologische Untersuchungen der Goldvorkommen von Sotk und Fioletovo, Armenien

Հայաստանի Սոթքի և Ֆիոլետովոյի հանքավայրերում ոսկու նախապատմական արդյունահանման երկրահնագիտական հետախուզումը

Geoarcheological survey of prehistoric gold mining in Sotk and Fioletovo, Armenia

Danilo Wolf, Gregor Borg, Ernst Pernicka, Khachatur Meliksetian, René Kunze und Arsen Bobokhyan

Դանիլո Վոլֆ, Գրեգոր Բորգ, Էռնստ Պերնիկա, Խաչատուր Մելիքսեթյան, Ռենե Կունցե, Արսեն Բոբոխյան

Summary

In the year 2010 an Armenian-German survey took place in the Armenian goldfield near Sotk and Fioletovo, the largest gold source in the Caucasus. The goal of our research programme was to find evidence for fluvial gold deposits in local rivers and collecting samples in order to form the basis for future geochemical fingerprinting of archaeological finds. The identification of prehistoric mining traces and assessing the geology of the gold bearing matrix were further aspects of this survey. One aspect of the results of

this research was the positive evidence for fluvial gold in Sotk and the Fioletovo River. Other results include finding evidence for large scale distribution of spoil tips from placer mining with an estimated minimum age of 2500 years, sink holes which point to underground mining and geological circumstances which favour prehistoric as well as modern small scale mining practices. It is the Sotk region that has produced geological and geo-archaeological evidence which seems to point to Early Bronze Age mining although direct evidence is still not forthcoming.

Zusammenfassung in armenischer Sprache

2010 թվականին հայ-գերմանական մի հետախուզման ընթացքում ձեռնարկվեցին երկրահնագիտական և երկրաբանական հետազոտություններ Սոթքի և Ֆիոլետովոյի ոսկու հանքավայրերում, որոնք ամբողջ Կովկասի ամենամեծ ոսկու հանքավայրերն են: Հետազոտությունների նպատակն էր ապացույցներ գտնել գետերի օձառային ոսկեբերության մասին և նմուշ վերցնել ծագումնաբանությունը պարզելու ուղղությամբ ապագա հնագիտական հետազոտության ժամանակ նրանց երկրաքիմիական բնութագիրը տալու համար: Հետախուզման մյուս ասպարեզն էին կազմում նախապատմական լեռնագործության հետքերի հայտնաբերումը և հանքավայրային երկրաբանության գնահատականը: Հետազոտությունների մասնակի

արդյունքն էին Սոթքում և Ֆիոլետովոյի շրջանում ոսկե օձառի առկայության մասին վկայող դրական ապացույցները և նոր պեղածոները: Հետախուզման մյուս հայտնաբերումների թվին են պատկանում՝ առնվազն 2500 տարով թվագրվող ոսկե օձառի արդյունահանման թափոնակույտերի, իջվածքների ձագարների և բովանցքների մուտքերի լայնածավալ տարածումը, որոնք վկայում են ստորգետնյա լեռնագործության մասին, մի հանքավայրային երկրաբանություն, որ նպաստում է նախապատմական լեռնագործությանը, ինչպես նաև ոչ մեքենայացված լեռնագործությունը: Առաջին հերթին Սոթքի շրջանում երկրաբանական և երկրահնագիտական արդյունքները մեծ հավանականությամբ մատնացույց են անում վաղ բրոնզեդարյան լեռնագործության գոյությունը, սակայն ուղղակի ապացույցներն առայժմ բացակայում են:

Zusammenfassung

Im Zuge eines armenisch-deutschen Surveys wurden 2010 archäologische und geoarchäologische Untersuchungen an den armenischen Goldvorkommen in Sotk und Fioletovo unternommen, den größten Goldvorkommen im gesamten Kaukasus. Ziel der Untersuchungen war es zum einen, die Seifengoldführung in Flüssen nachzuweisen. Zum anderen dient die Probennahme der geochemischen Charakterisierung des Goldes für eine zukünftige archäologische Her-

kunftsbestimmung. Die Identifikation von prähistorischen Bergbauspuren und die Beurteilung der Lagerstättengeologie stellten weitere Aspekte des Surveys dar. Ein Teilergebnis der Untersuchungen waren die positiven Nachweise und Neufunde von Goldseifen in Sotk und im Revier Fioletovo. Die großflächige Verbreitung von Abraumbalden der Seifengoldgewinnung mit einem geschätzten minimalen Alter von 2500 Jahren, Einsturztrichter, die auf untertägigen Bergbau deuten, eine Lagerstättengeologie, die einen prähistorischen Bergbau begünstigt, sowie moderner artisanaler Bergbau

können als weitere Resultate des Surveys genannt werden. Vor allem in der Region Sotk weisen die geologischen und geoarchäologischen Ergebnisse mit hoher Wahrscheinlich-

keit auf einen frühbronzezeitlichen Bergbau hin; ein direkter Nachweis steht jedoch noch aus.

Einführung

Im Sommer des Jahres 2010 fanden in Armenien interdisziplinäre archäologische und geologische Untersuchungen an den Goldvorkommen von Sotk und Fioletovo durch ein armenisch-deutsches Forscherteam statt. Auf deutscher Seite waren Archäologen des Landesamtes für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt, Geologen der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg und Archäometallurgen des Curt-Engelhorn-Zentrums für Archäometrie Mannheim beteiligt, auf armenischer Seite Wissenschaftler der Institute für Geologie und Archäologie der Armenischen Akademie der Wissenschaften. Das Projekt fand im Rahmen der

Vereinbarungen zwischen den Regierungen der Republik Armenien und der Bundesrepublik Deutschland zur Zusammenarbeit im Bereich von Wissenschaft und Kultur statt. Das vorrangige Ziel dieser Pilotstudie lag in der Untersuchung der wichtigsten armenischen Goldlagerstätten und ihrer archäologischen Kontexte, um eine Basis für weiterführende Forschungsprojekte zu schaffen.

Der Golddistrikt von Sotk, bekannt seit etwa 1200 v. Chr. (Elevatorski 1982, 141), und die Region Fioletovo (Abb. 1) stellen die größten Goldvorkommen in Vorderasien dar. Gold war ein bedeutendes Material antiker Gesellschaften und ein wichtigerer Träger von Wert sowie Prestige in einer Gesellschaft. Goldartefakte können daher gesellschaftliche



Entwicklungen wie auch Veränderungen reflektieren. Ein Ziel des Projektes ist es, durch interdisziplinäre Forschungen die Bedeutung dieser Goldvorkommen in der Frühbronzezeit für einen konkreten Siedlungsraum, hier Armenien, aufzuzeigen, aber auch deren überregionale Rolle für Vorderasien und möglicherweise die Ägäis zu klären. Die frühbronzezeitliche Nutzung der Goldvorkommen in Sotk ist auf Grund der hohen Anzahl zeitgleicher Siedlungen in der Umgebung der Mine sehr wahrscheinlich (vgl. Beitrag Kunze in diesem Band).

Um die Bedeutung des Goldvorkommens von Sotk in der Bronzezeit beurteilen zu können, müssen verschiedene Aspekte berücksichtigt werden. Erstens, die Identifizierung der geochemischen Charakteristika des Goldes dieser Lagerstätten. Zweitens, Aufbau einer Datenbank mit Vergleichsanalysen von Goldartefakten. Nicht weniger von Belang ist es abzuklären, inwiefern die geologischen Begebenheiten in Sotk und Fioletovo einen prähistorischen Bergbau zugelassen oder begünstigt haben. Daher konzentriert sich die geologische bzw. geoarchäologische Fragestellung dieses Pilotprojektes auf folgende Schwerpunkte:

- 1) Die Untersuchung und Interpretation von Bergbau-relikten.
- 2) Den Nachweis und die Beprobung von Seifengold in den Flüssen der Regionen Fioletovo & Margahovit/Dilijan und Sotk.
- 3) Die Beurteilung des in der Bronzezeit erkenn- und nutzbaren geologischen Rohstoffpotenzials dieser Vorkommen für die bergmännische Goldgewinnung.
- 4) Die geochemische Analyse des Goldes, um die regionale und überregionale Bedeutung im archäologischen Kontext zu klären.

Probennahme und Probenvorbereitung

Während des Surveys 2010 wurden an insgesamt 23 Lokationen (16 Lokalitäten um Fioletovo/Margahovit und Dilijan sowie sieben Lokalitäten bei Sotk) Waschversuche auf Seifengold durchgeführt. Als Grundlage für die Probennahme wurden Literaturhinweise herangezogen und ausgewertet. Ergänzt wurde dies sowohl durch die Befragung lokaler Kontaktpersonen als auch durch das gezielte Aufsuchen typischer geomorphologischer und geologischer Fallensituationen in den Flussläufen. Mit einer systematischen Beprobung der Flüsse Agstev und Pambak in der Region um Fioletovo sowie deren Nebenflüssen konnte die Goldführung der fluvialen und alluvialen Sedimente (Abb. 2) in kurzer Zeit weitgehend flächendeckend untersucht werden. Dieselbe Methodik der Beprobung kam in der Region Sotk an den Flüssen Sotk, Masrik und Tartar zur Anwendung. In Sotk und in der Region Fioletovo wurden jeweils ca. 700 Liter schwachsandiger Grobkies aufbereitet. Die Goldanreicherung erfolgte unter Einsatz einer 75 cm langen Waschrinne (Abb. 3), die mit verschiedenen Gummimatten und Verwirbelungsrippen ausgelegt war. Die in der Waschrinne voran-

gereicherte Fraktion von Sand und Schwermineralen wurde anschließend mit einer Goldwaschpfanne zu einem goldhaltigen Schwermineralkonzentrat angereichert.

Die Geländeuntersuchungen schlossen zudem einen qualitativen Survey ein, der zum Ziel hatte, alte, möglicherweise prähistorische Pingen, Explorations- und Abbaustollen sowie Bergbauhalden zu identifizieren und dokumentieren. Eine repräsentative Gesteinsbeprobung im Rahmen dieses Surveys diente der geologischen und lagerstättenkundlichen Charakterisierung der Goldvorkommen. Insgesamt konnten acht Goldproben gewonnen werden. Eine Auswahl von Goldkörnern aus diesen Proben wird zurzeit am Institut für Geowissenschaften und Geographie der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg mittels Rasterelektronenmikroskop und EDX (JEOL 6300 JSM/OXFORD LINK ISIS) morphologisch charakterisiert. Zusätzlich wird die geochemische Zusammensetzung und mögliche Einschlüsse halbquantitativ bestimmt. Geochemische Vollanalysen der Goldproben werden anschließend mit einem Laser-Quadrupol-Induktiv gekoppelten Plasma-Massenspektrometer (LA-QICP-MS) am Curt-Engelhorn-Zentrum (CEZ) erstellt. Diese Daten dienen dann als Grundlage einer ersten geochemischen Charakterisierung des Naturgoldes aus dieser Region.

Das Goldvorkommen in der Region Fioletovo/Margahovit und Dilijan

Die Vererzung bei Fioletovo gehört mit großer Wahrscheinlichkeit zu dem mineralisierten Gangsystem, dessen Haupterzkörper in Megradzor, nur wenige Kilometer südlich von Fioletovo liegt. Die dortigen, erzführenden Quarzgänge durchschlagen späteozäne Andesite, Dazite sowie pyroklastische Gesteine (Kovalenker u. a. 1990, 74) und sind an alkalinen Magmatismus des Eozäns bis Miozäns gebunden (Kovalenker u. a. 1990, 75). Die vererzten Gänge stellen eine epithermale, d. h. relativ niedrig temperierte und relativ oberflächennahe Gold-Tellur-Mineralisation dar. Insgesamt umfasst der vererzte Bereich zehn einzelne Erzkörper, die in Form von Linsen, Gängen und fein disseminierten Vererzungen im Nebengestein der Gänge vorkommen. Die Vererzung findet sich entlang von stark brekziierten Ost-West bzw. Nordost-Südwest verlaufenden Störungen, die sowohl die späteozänen Vulkanite, als auch die später intrudierten Magmatite durchschlagen (Kovalenker u. a. 1990, 75). Über 40 hypogene Erzminerale konnten identifiziert werden, wobei Pyrit, Chalkopyrit, Sphalerit, Galenit und Fahlerze mengenmäßig am häufigsten auftreten. Die dominierende Gangart ist Quarz, seltener auch Dolomit oder Kalzit. Die Vererzung erfolgte in fünf zeitlich versetzten Phasen mit unterschiedlichen Mineralassoziationen (Kovalenker u. a. 1990, 75). Im Gebiet der Lagerstätte von Megradzor werden noch 60 t Gold und 30 t Silber vermutet (Gugushvili 2010). Zwischen den Orten Margahovit, Fioletovo und Dilijan sind entlang der Flüsse Agstev und Pambak sowie ihrer Nebenflüsse zahlreiche Seifengoldvorkommen beschrieben und auch intensiv abgebaut worden (Mkrtchyan 1967). Von den Terrassen des Flusses Agstev zwischen Fioletovo und Margahovit sind Goldgehalte von 0,5–3 g/m³ beschrieben. In den rezenten Flusssedimenten sollen Konzentrationen von

Abb. 1 (linke Seite) Topographisch-politische Karte von Armenien mit den Untersuchungsgebieten (rote Kreise).



Abb. 2 Anschnitt von rezenten bis subrezentem alluvialen und fluvialen Sedimenten am Fluss Sotk.

0,5–1,56 g/m³ Gold vorhanden sein. Für Lokalitäten östlich von Fioletovo werden Goldkonzentrationen von 1 g/m³ angegeben und zwischen Fioletovo und Dilijan Gehalte von bis zu 20 g/m³. Die kleineren Nebenflüsse bei Fioletovo und Margahovit führen 139 mg/m³–1,56 g/m³ Gold in ihren Sedimenten und Flussterrassen, die Nebenflüsse des Pambak am Russkaya Balka 2–20 g/m³ und bei Golovinka werden 7,6 mg/m³ verzeichnet. Die Größe der Körner erreicht Durchmesser von bis zu 4 mm (Mkrtychyan 1967). Das schwerste bisher in dieser Region gefundene Goldnugget wird mit 146 g angegeben und wurde im Russkaya Balka entdeckt (Amiryan 1984).

Die Goldlagerstätte von Sotk

Die Lagerstätte von Sotk liegt 25 km östlich des Sevan Sees, nahe der Stadt Vardenis, und gehört zum Sotk-Agduzdag Lagerstättendistrikt innerhalb der Kel'badzhar Mulde, die wiederum der Großstruktur der Sevan-Akerinskaya-Zone angehört. Diese Synklinale, durch eine einsetzende Subsidi-

denz im Eozän entstanden, ist durch tertiäre Vulkanite, Intrusivgesteine und Sedimente charakterisiert, die in Verbindung mit den Gesteinen des kreidezeitlichen Ophiolit-Gürtels des Kleinen Kaukasus stehen. Diese Absenkung hatte die Ausbildung und Reaktivierung tieferreichender Störungen zur Folge. Die kretazischen und tertiären Gesteinseinheiten sind durch drei zeitlich versetzte tektono-magmatische Phasen der alpidischen Orogenese dieser Region geprägt. Während dieser tektono-magmatischen Phasen kam es entlang der Schwächezonen vom Früheozän bis zum Pliozän zur Intrusion von Vulkaniten und Plutoniten mafischer bis ultramafischer Zusammensetzung sowie zur Platznahme intermediärer bis felsischer Subvulkanite (Konstantinov/Grushin 1990, 1447ff.).

Die Erzmineralisationen des Sotk-Agduzdag Lagerstättendistrikts sind an die drei alpidischtektono-magmatischen Phasen unterschiedlichen Alters sowie an unterschiedliche tektonische Strukturen (Störungen und Kreuzungsbereiche von Störungen) und Gesteine (Gabbro, Peridotit, vulkanosedimentäre Sequenzen) gebunden (Smirnov 1977, 19). Insgesamt können in Sotk fünf Mineralisationsabfolgen unter-

Abb. 3 Vorbereitung der Goldwaschrinne.



schieden werden, die an gangartige felsische Intrusionen des Miozäns sowie deren Alterationszonen gebunden sind (Konstantinov/Grushin 1990, 1452).

Die hydrothermalen Gänge erreichen Breiten von bis zu 50 m und weisen einen relativ hohen Goldgehalt auf (Smirnov 1977, 20). Die durchschnittliche Mächtigkeit der erzführenden Gänge bzw. der Erzkörper beträgt 0,3–0,5 m, stellenweise 2 m (Smirnov 1977, 20) (Abb. 4). Pyrit, Arsenopyrit, Markasit, Sphalerit, Pyrrhotin, Chalkopyrit, Fahlerze, Freibergit, Antimonit und Gold stellen die mengenmäßig häufigsten Erzminerale dar. Über 40 weitere Minerale sind bekannt, kommen aber seltener vor. Die Gangart wird hauptsächlich von Quarz und Karbonat gebildet, gelegentlich besteht sie auch aus Chalcedon, Rhodochrosit, Talk, Serizit, Zeolithen oder Serpentin (Smirnov 1977, 21).

Das Berggold tritt in verschiedenen Mineralassoziationen auf, aber hauptsächlich zusammen mit Bismut-Telluriden, Nickel, Silber, Blei-Antimonsulfiden und in Arsensulfiden.

Die nachgewiesenen Konzentrationen des Goldes sind sehr unterschiedlich und reichen von 20 ppm bis hin zu mehreren 1000 ppm, wobei die höchsten Konzentrationen

in den oberflächennahen Bereichen der Oxidationszone festgestellt wurden (Elevatorski 1982, 141). Die Konzentration des Goldes nimmt mit zunehmender Tiefe der Gänge ab und tritt dort fein verteilt in Assoziation mit Sulfiden und Telluriden auf. Die oben erwähnte Oxidationszone besaß eine große Mächtigkeit, in der Gold das Haupterz darstellt und zusätzlich Erzminerale bzw. Mineralassoziationen wie Kupfersekundärminerale, Eisenhydroxide sowie sekundäre Nickel- und Arsenminerale zu finden waren (Elevatorski 1982, 141). Diese Zone wurde durch den fortschreitenden modernen Bergbau im 20./21. Jh. vollständig abgebaut.

Das Gold ist sehr unterschiedlich ausgebildet, dominierend sind xenomorphe, kantige und eckige Formen. Die durchschnittliche Größe der Berggoldpartikel reicht von 0,005 bis 1–2 mm bei einer Reinheit von 875–925 (Smirnov 1977, 21; Elevatorski 1982, 141). Die Sedimente der östlich, westlich und nördlich abfließenden Flüsse sind durch ihre hohe Konzentration an Goldseifen seit 1200 v. Chr. bekannt, aber bisher nur wenig detailliert beschrieben (Elevatorski 1982, 141). Das größte bisher nachgewiesene Goldnugget wog 150 g.

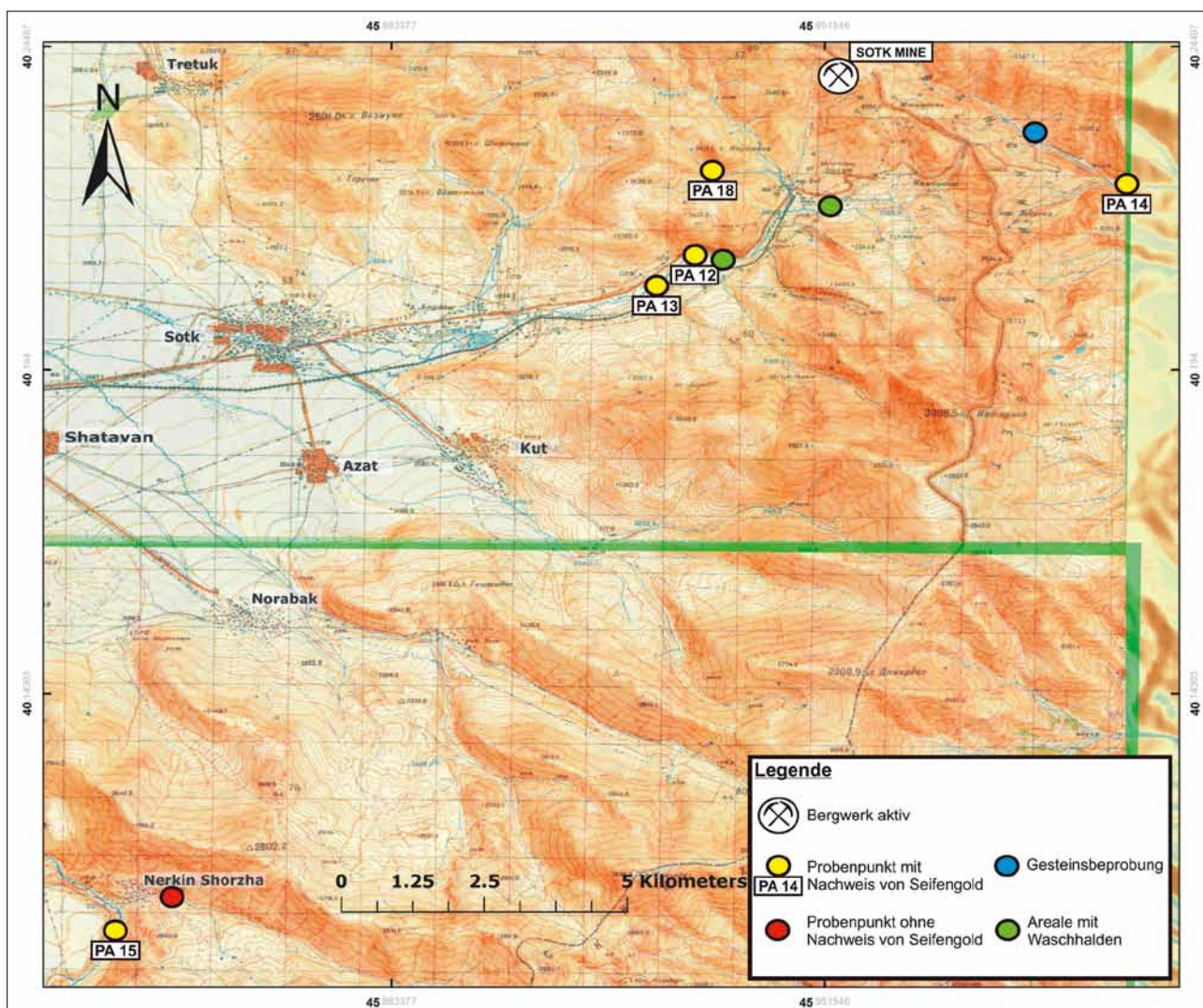
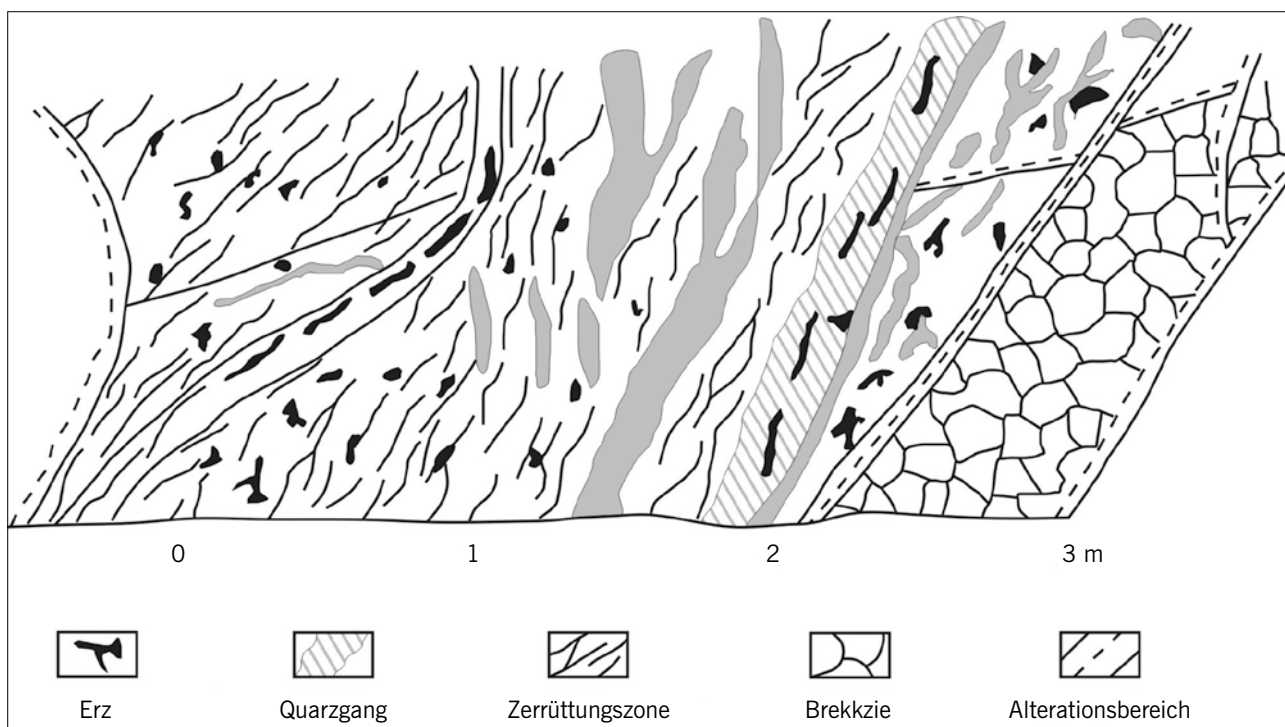


Abb. 4 (oben) Profil eines Erzkörpers in Sotk.

Abb. 5 Karte der Probenlokalitäten in der Region Sotk.

Goldbeprobung und Surveyarbeiten in der Region Sotk

Gold aus fluviatilen, alluvialen und eluvialen Seifen

Bei Waschversuchen in der Region Sotk konnte an fünf von sechs beprobten Waschknoten Seifengold nachgewiesen werden (Abb. 5). Seifengold konnte in den Sedimenten des Sotk und in einem Nebenfluss des Tartar belegt werden. Das Gold fand sich sowohl in rezemem und subrezemem alluvialen bis fluviatilen Material als auch in eluvialen Sedimenten. In den Ablagerungen des Flusses Masrik südlich von Sotk gelang erstmalig der Nachweis von alluvialen Gold. Ein erstes wichtiges Ergebnis der Untersuchungen ist, dass bei allen Waschversuchen Gold mit einfachsten Mitteln und bei Durchsatz von relativ wenig Sediment gewonnen werden konnte.

Die farbliche Varianz der gewonnenen Goldnuggets reicht von goldgelb, über silbrig-golden bis hin zu Goldkörnchen mit einem rötlichen Farbstich (Abb. 6). Die Goldkörner aus dem Nebenfluss des Tartar und des Sotk sind in der Regel nur wenig kantengerundet, oft mit anderen Mineralen verwachsen und erreichen Größen von bis zu 1,5 mm. Das Gold von Nerkin Shorzha zeigt eine geringere Farbvariabilität und die Goldnuggets sind hier wesentlich stärker plattig bzw. ausgewalzt (Abb. 7). Bei der Goldprobe PA 18 (Sotk Mine) handelt es sich um eluviales Seifengold, d. h. sie entstammt Hangschutt, der nur wenige 100 m von seiner primären Festgesteinsquelle – vermutlich einer Berggoldader – transportiert wurde. Dementsprechend zeigen die Körner nur geringe Transport- bzw. Rundungs- und Plättungsspuren (Abb. 8). Mineralverwachsungen sind bei den größeren

Abb. 6 Seifengold des Sotk mit einigen schwarzen Schwermineralen (Probe PA 12).

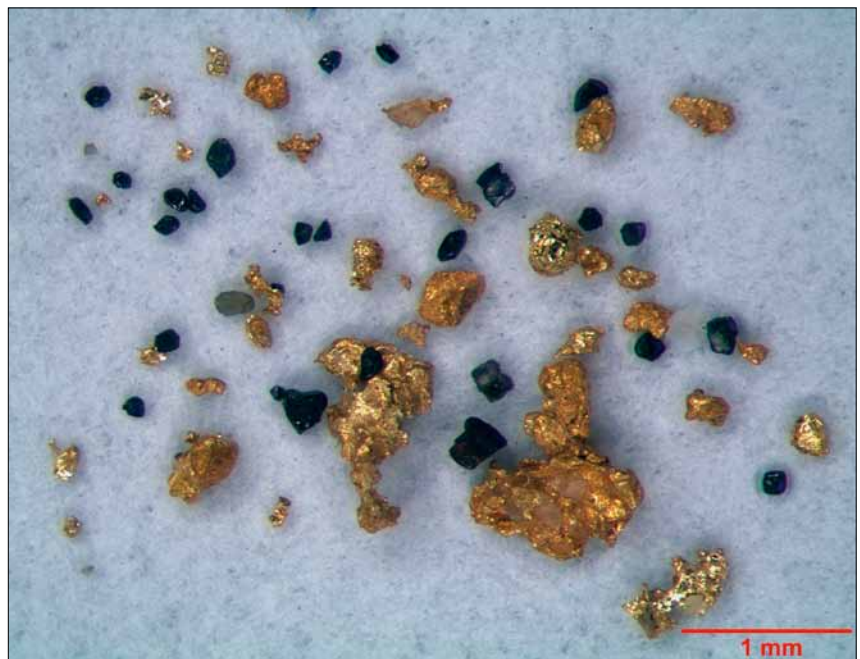


Abb. 7 Seifengold aus dem Masrik bei Nerkin Shorzha (Probe PA 15).

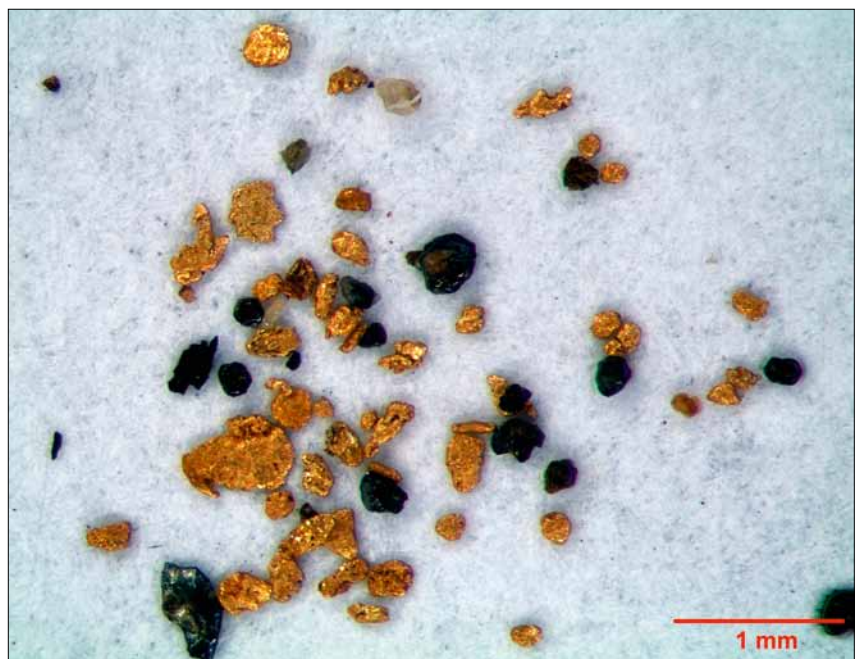




Abb. 8 Seifengold aus dem Sotk mit morphologischen Relikten von dendritischem Wachstum und Verwachsungen mit Gangart (Probe PA 18).

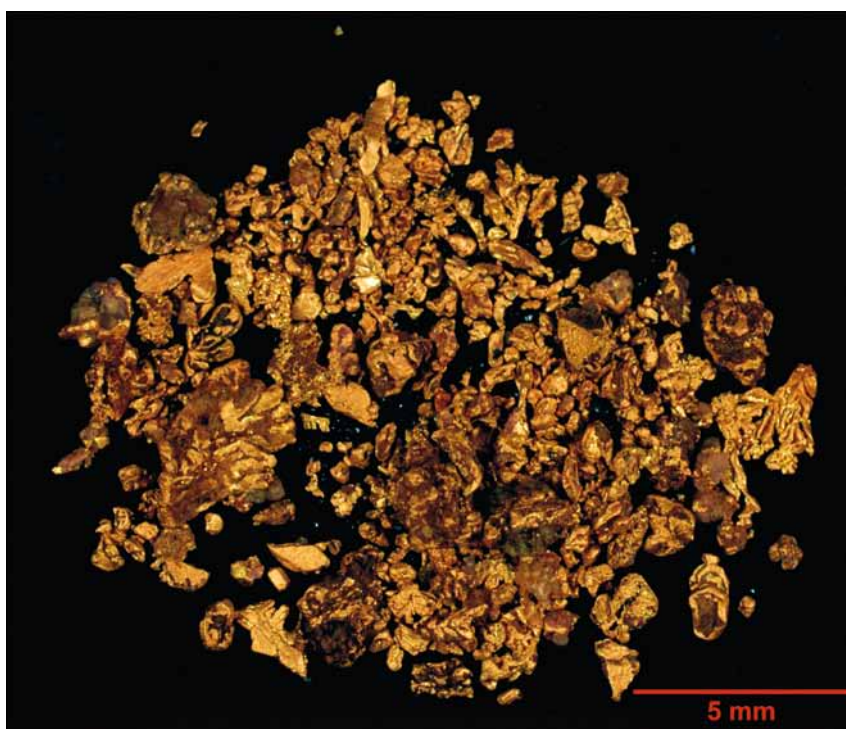


Abb. 9 Eluviales Seifengold (Gewicht 0,7 g).

Körnern sehr häufig, und die Kornmorphologie stimmt weitgehend mit der von primärem Berggold überein; zu sehen an den dendritischen Wachstumsformen (Abb. 8). Die Probe PA 18 wiegt 0,7 g (Abb. 9) und wurde von zwei Goldwäschern innerhalb von zwei Tagen aus von Kalkstein dominiertem Hangschutt gewonnen. Einzelne Goldnuggets in dieser Probe erreichen ein Gewicht von mehr als 33 mg sowie Größen von bis zu 4,5 mm.

Geoarchäologische und montanarchäologische Beobachtungen

Im Bereich der alluvialen Talsedimente südlich und südwestlich der Sotk Mine – entlang des gleichnamigen Flusses – finden sich großflächig verteilt Halden, die Höhen von bis zu vier Metern aufweisen (Abb. 10). Diese Halden stellen den Abraum der alluvialen Seifengoldgewinnung dar. Einige dieser etwa 30 Halden nehmen Flächen von zum Teil mehreren 10er Quadratmetern Basisfläche ein. Das Material, welches in Anschnitten einzelner Halden aufgeschlossen ist,

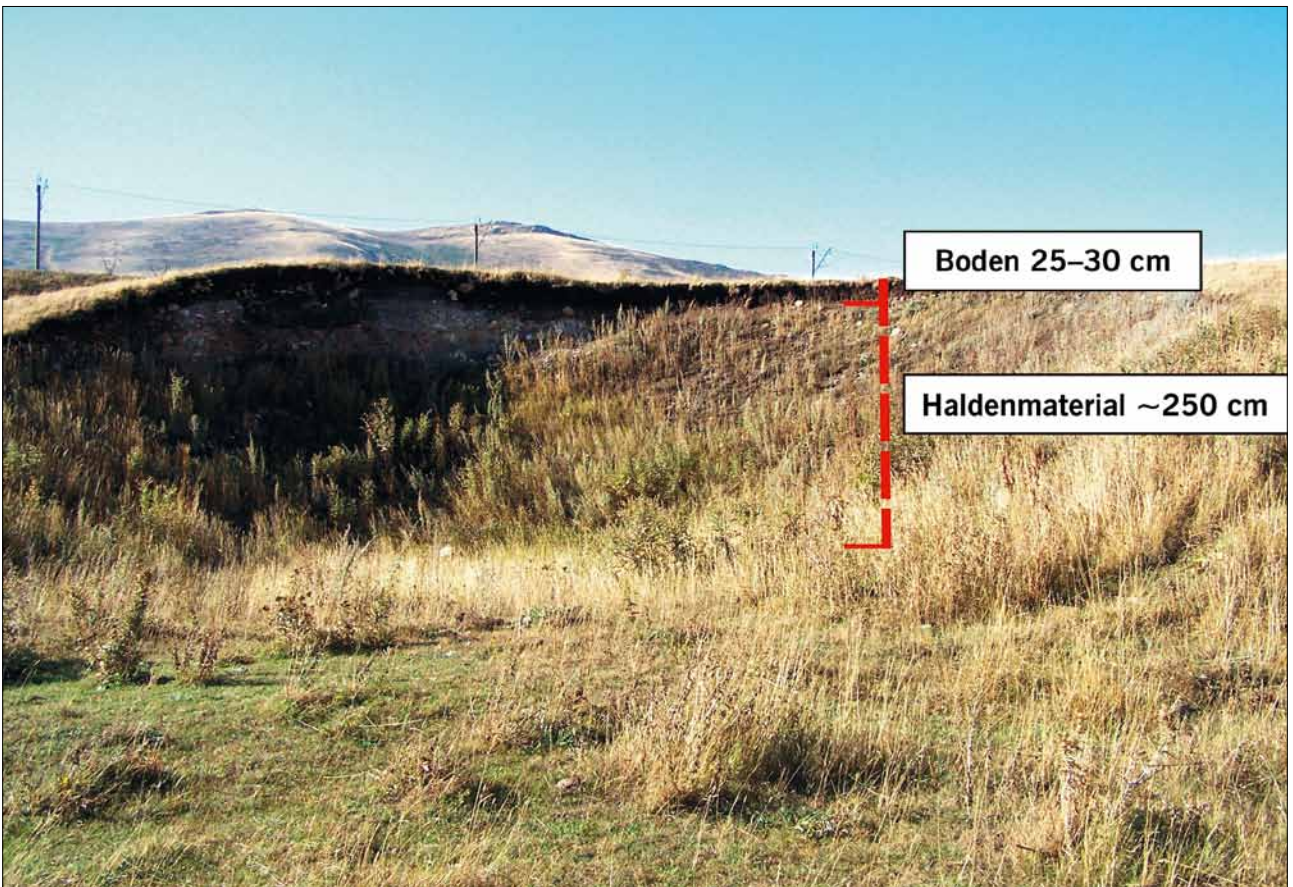
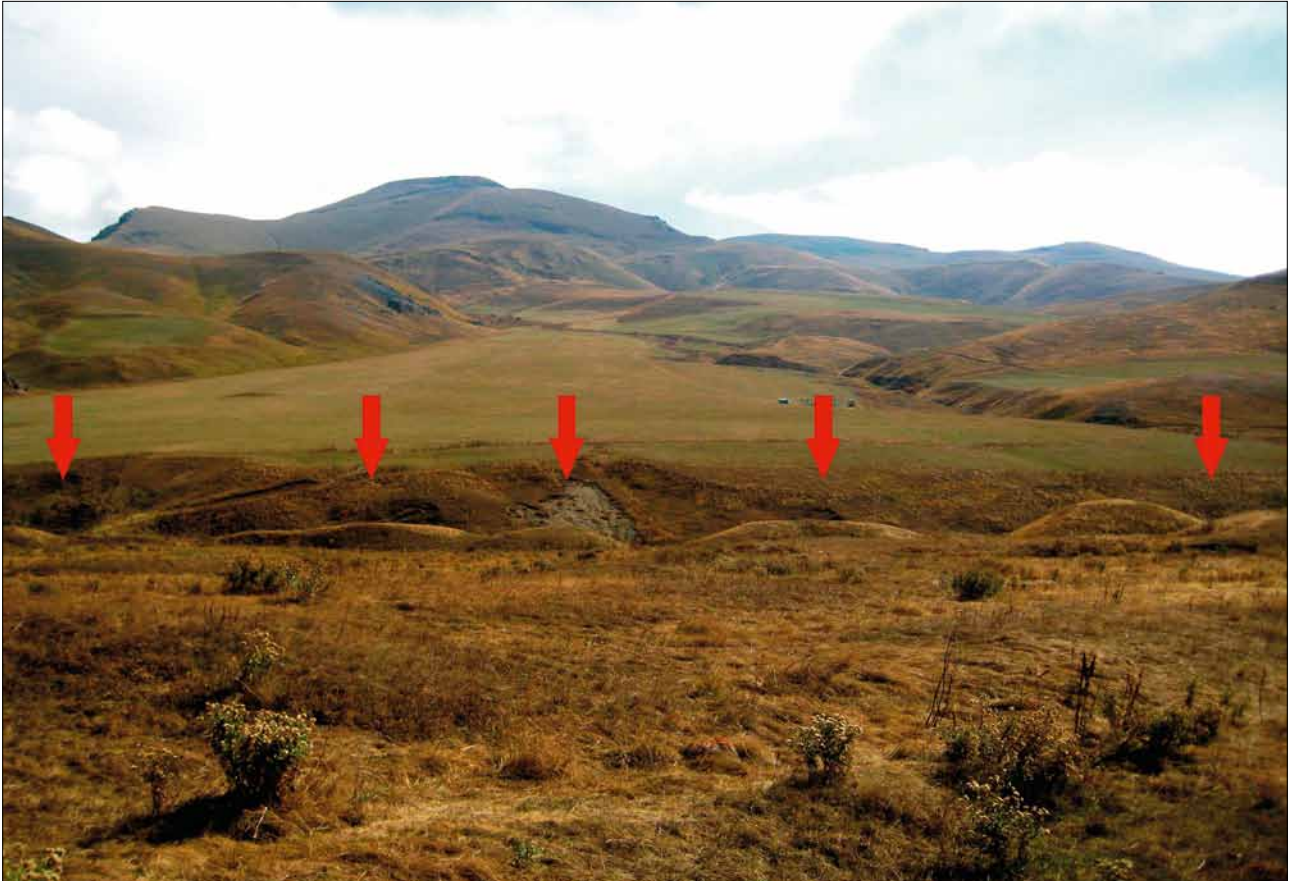


Abb. 10 (oben) Abraumhalten (Pfeile) der Seifengoldgewinnung entlang des Ufers des Sotk.

Abb. 11 Anschnitt einer Abraumhalde fluvialer Seifengoldgewinnung.



Abb. 12 Abbauspuren von rezentem, artisanalem Goldbergbau.

besteht zum einen aus fluviatilem Schotter und zum anderen aus einem sandig-kalkig-lehmigen Gemisch mit einem geringen Anteil an Kies. Die Bodenbedeckung der Halden erreicht zum Teil eine Mächtigkeit von bis zu 30 cm (Abb. 11).

Im westlichen Teil des Minenkomplexes von Sotk konnten Spuren von rezentem artisanalem Bergbau beobachtet werden (Abb. 12). Dieser Abbau konzentriert sich auf den stark mit Kalkstein durchsetzten Hangschutt. Die Aufbereitung des Materials erfolgt durch örtliche Goldwäscher mit einfachsten Mitteln und unter Nutzung von sehr geringen Mengen von Wasser. Teilweise zeigen die Abbauspuren, dass es Versuche gab, tiefer in den Hangschutt vorzudringen. In demselben Bereich befinden sich zudem ein Einbruchtrichter eines Stollens oder einer Abbaugalerie sowie ein weiteres mögliches Stollenmundloch. Der Durchmesser des Einbruchtrichters beträgt ca. 2 m (Abb. 13).

Rund um den Minenkomplex säumen viele moderne (Explorations-) Stollen – auf unterschiedlichen Höhenniveaus und mit variierenden Abbautiefen – die Bergflanken. Diese Stollen sind in verschiedene Gesteinsformationen, hauptsächlich in ultramafische und felsische Magmatite (Abb. 14), aber auch in sedimentäre Gesteinseinheiten getrieben worden. Im Eingangsbereich der Stollenmundlöcher wurden großflächige Bildungen von Azurit (Abb. 15) beobachtet. Genauere Untersuchungen der Stollen waren während der Geländekampagne aus Zeit- und Sicherheitsgründen nicht möglich.

Goldbeprobung und Surveyarbeiten in der Region Fioletovo/Margahovit und Dilijan

Gold aus fluviatilen, alluvialen und eluvialen Seifen

Im Gebiet von Fioletovo/Margahovit und Dilijan konnte Gold in den Sedimenten des Flusses Agstev sowie in einem seiner Nebenflüsse nachgewiesen werden. Bisher gelang der Nachweis an drei der 16 beprobten Lokationen (Abb. 16), wobei die separierte Goldmenge jeweils relativ gering ist. Die Beprobung verschiedener typischer Fallensituationen fiel trotz eines Sedimentdurchsatzes von ca. 700 Litern Grobkies an 13 Probenahmestellen negativ aus. Die an den drei goldführenden Lokationen gewonnenen 16 Goldkörner sind nur geringfügig kantengerundet und weisen zum Teil Verwachsungen mit anderen Mineralen auf (Abb. 17). Farblich variieren die Körner zwischen einem goldgelben und einem gold-silbrigen Farbton.

Geoarchäologische und montanarchäologische Beobachtungen

An der südlichen Seite des Agstevtals bei Margahovit und Fioletovo befinden sich drei Explorationsstollen. Zwei dieser Explorationsstollen liegen südlich von Margahovit und wurden dort in Granit angelegt. Die Explorationsstollen stammen teilweise aus den 1950er Jahren (Abb. 18) und zum Teil

Abb. 13 Einsturztrichter und mögliches Stollenmundloch eines vermutlich darunter befindlichen Abbaustollens.



von den Explorationsversuchen der Jahre 2002 bis 2007. Der neuere der beiden Stollen reicht 200 m weit in den Berg. Ein weiterer Stollen, der ebenfalls aus den 1950er Jahren stammt, liegt südwestlich von Fioletovo. Hier wurden auf der Suche nach goldhaltigen Gängen Vulkanite und vulkanische Auswurfprodukte durchteuft. Keiner der drei Stollen konnte begangen werden, da diese im Eingangsbereich verstürzt waren. Nur im Bereich des Mundloches aus dem jüngsten der aufgefahrenen Stollen wurden Gesteinsproben genommen. Durch keinen dieser Explorationsversuche kam es offenbar zu einer bergmännischen Goldgewinnung.

Westlich von Fioletovo und am Fluss Russkaya Balka bei Golovinka liegen Abraumhalden der Goldgewinnung. Die Halde bei Fioletovo mit einer Höhe von ca. 20 m und einer großen flächenhaften Ausdehnung besteht sowohl aus Rückständen der Seifengoldgewinnung, als auch aus Abraum des untertägigen Goldabbaus dieser Lokalität. Dabei lassen sich diese Rückstände bis in prähistorische Zeit zurückverfolgen, die jüngsten stammen von den Bergbauaktivitäten um 1950 (mündl. Mitt. K. Meliksetian). Die Halden bei Golovinka stellen eine eher kleine Haldenlandschaft mit geringer räumlicher Ausdehnung dar (Abb. 19). Die kleinen Hal-

den mit einer maximalen Höhe von ca. 2 m liegen entlang des Flusses und bestehen aus fluviatilen Material, überwiegend aus Grobkies. Die Bodenbildung auf diesen Halden ist geringmächtig und der Bewuchs spärlich.

Diskussion der Ergebnisse und Zusammenfassung

Die Ergebnisse der hier vorgelegten archäologischen und geoarchäologischen Pilotstudie ergaben die Bestätigung und z. T. den neuen Nachweis von Goldseifen sowohl im Bereich der Goldlagerstätte von Sotk sowie im Gebiet Fioletovo/Margahovit und Dilijan. Mit Blick auf die archäologischen Untersuchungen (vgl. Beitr. Kunze in diesem Band), welche den geologischen Survey flankierten, ist eine frühbronzezeitliche Goldgewinnung, vor allem in der Region Sotk, sehr wahrscheinlich. Ein direkter Nachweis, z. B. durch datierbare Abbauspuren, Werkzeuge oder Halden, steht jedoch noch aus.

Der Umfang der bisherigen Ergebnisse und somit auch die Interpretationsmöglichkeiten der vorliegenden Resultate unterscheiden sich zwischen den Regionen Sotk und Fiole-



Abb. 14 Berghang mit modernem Explorationsstollen östlich der Sotk Mine.

tovo erheblich. Daher soll die vorläufige Diskussion zum Revier Fioletovo nur kurz ausfallen. Trotz einer systematischen und relativ engmaschigen Beprobung konnte in der Region Fioletovo/Margahovit und Dilijan bisher nur an drei von 16 Probennahmestellen Seifengold gewonnen werden. Die dabei separierte Goldmenge ist sehr gering, was mit den Literaturangaben zur historischen Goldführung und Goldproduktion in diesem Gebiet kontrastiert (vgl. Angaben Kap. 4). Die Gründung des Ortes Fioletovo geht auf die Ansiedlung von erfahrenen russischen Goldwäschern aus dem mittleren Ural zurück und erfolgte auf Geheiß des Zaren zu Beginn des 17. Jh. (Mkrtchyan 1967).

Die über mehrere Jahrhunderte währende Goldförderung in Fioletovo ist auch aus den Schilderungen der heutigen Bevölkerung belegt. Allerdings weisen die dort lebenden Bewohner darauf hin, dass die Goldführung der umliegenden Flüsse heute so gering geworden ist, dass sich die Goldgewinnung zu kommerziellen Zwecken nicht mehr lohne. Diese Einschätzung konnte durch unsere eigenen Waschversuche bestätigt werden, für die Bronzezeit muss allerdings von einer höheren Seifengoldführung ausgegangen werden. Die heute nur noch geringe Goldführung kann durch mehrere Ursachen erklärt werden. Die Goldseifen in der Region Fioletovo sind mindestens seit dem 18. Jh. bekannt und wurden im großen Umfang abgebaut (Mkrtchyan 1967). Zudem wurden in der ganzen Region Rückhaltebecken an den

Oberläufen der Nebenflüsse errichtet sowie Flussläufe kilometerlang begradigt, reguliert und einbetoniert, was ein Abschneiden der Seifengoldfallen von ihren primären Goldliefergebieten und damit des »Nachschubs« zur Folge hatte. Die Angaben über die Goldführung der Flüsse sind zudem nur sehr ungenau (Mkrtchyan 1967). Informationen über die Gold führenden Sedimentschichten sowie deren Lage, Ausdehnung, Gehalte und historische Fördermengen liegen nicht vor. Auch über die Art der Gewinnungsmethodik, die zu diesen Angaben geführt hat, sind wir nicht unterrichtet.

Einige Goldseifen, wie z. B. rund um Dilijan, gelten heute als weitgehend ausgebeutet (Madatyan 1987). Selbst der seit Jahrhunderten für die Region bekannte artisanale Abbau der Goldseifen wurde vor etwa 20 Jahren aufgegeben, da der Ertrag zu gering war. Selbst der derzeitige Goldpreis auf Rekordniveau von 1.500 \$/Unze gab bislang keinen Anstoß, die Suche nach Seifengold wieder aufzunehmen.

Im Gebiet um Fioletovo wurden zwei moderne Explorationsstollen gefunden. Dass diese Stollen älteren Bergbau Spuren gefolgt sind, ist zwar denkbar, kann aber an dieser Stelle nicht verifiziert werden. Waschhalden bei Golovinka gehören der jüngsten Vergangenheit an; die letzten größeren Waschversuche erfolgten hier im Jahr 1945 (mündl. Mitt. K. Meliksetian). Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, dass durch die intensive, lange und vermutlich auch wiederholte Ausbeutung in den letzten Jahrhunderten

Abb. 15 Subrezente bzw. rezente Azuritbildungen auf Gesteinen an einem Stollenmundloch westlich der Sotk Mine.



die meisten prähistorischen Spuren, die auf Gewinnung von Seifengold deuten könnten, zerstört wurden. Der Fund einer antiken Silbermünze in einer der Waschhalden belegt allerdings den sehr frühen Abbau der Goldseifen. Sie trägt die Prägung des Partherkönigs Orodes I. (90–80 v. Chr.) (Madyan 1987). Anders verhält es sich mit Spuren, die auf den bergmännischen Abbau von primärem Berggold hindeuten. In unveröffentlichten Berichten von Goginian, Karakhanyan, Badalyan, Avetisyan und Gevorgyan werden Pingenzüge und Stollen mit Stützbalken sowie Hinweise auf Spuren einer frühen Erzaufbereitung bereits während der Kura-Araxes-Kultur (2600–2200 v. Chr.) beschrieben (mündl. Mitt. K. Meliksetian). Auffällig ist die hohe Anzahl frühbronzezeitlicher Siedlungen im Hochtal um Fioletovo (Mnatsakanian 1956; Khanzadian 1967); unter ihnen sind auch mehrere Neuentdeckungen im Rahmen dieses Surveys (vgl. Beitr. Kunze in diesem Band).

In der Region um die Goldmine Sotk konnte in allen größeren Flüssen (Agstev, Tartar, Masrik) Seifengold in erheblichen Mengen nachgewiesen werden. Dabei ist wichtig zu bemerken, dass es in dieser Region noch zu keinerlei anthropogenen Regulierungen der goldführenden Bäche und

Flüsse gekommen ist. Die natürlichen Sedimentfallen der Goldseifen erhalten somit ungehindert weiterhin Nachschub an Goldpartikeln aus den primären Berggoldvorkommen; somit liegt eine völlig andere Situation als in Fioletovo vor. In der Region um Sotk gelang der Nachweis von Naturgold in unterschiedlich alten alluvialen, fluviatilen und eluvialen Ablagerungen. Eine wichtige Beobachtung der Goldwaschversuche bei diesem ersten Survey war, dass an jedem Gold führenden Punkt mit einfachsten Mitteln sowie in kurzer Zeit größere Mengen Gold gewonnen werden konnten. Diese Beobachtung spricht dafür, dass eine prähistorische Gewinnung von Gold sehr leicht möglich gewesen sein dürfte und daher auch wahrscheinlich ist.

Die großflächige Ausdehnung von Waschhalden der alluvialen Talfüllungen südlich sowie südwestlich der Sotk Mine belegen, dass Goldseifen aus dem Fluss Sotk in sehr großen Mengen gewonnen wurden. Der neu gebildete Boden auf den Halden besitzt eine durchschnittliche Mächtigkeit von 25–30 cm, was auf ein geschätztes minimales Alter der Halden von 1000 bis 500 v. Chr. hindeutet. Diese Schätzung beruht auf einer Bodenbildungsrate von 1 cm Boden in 100 bis 500 Jahren (Hudson 1995, 41; Maitre 1994; 195). Aller-

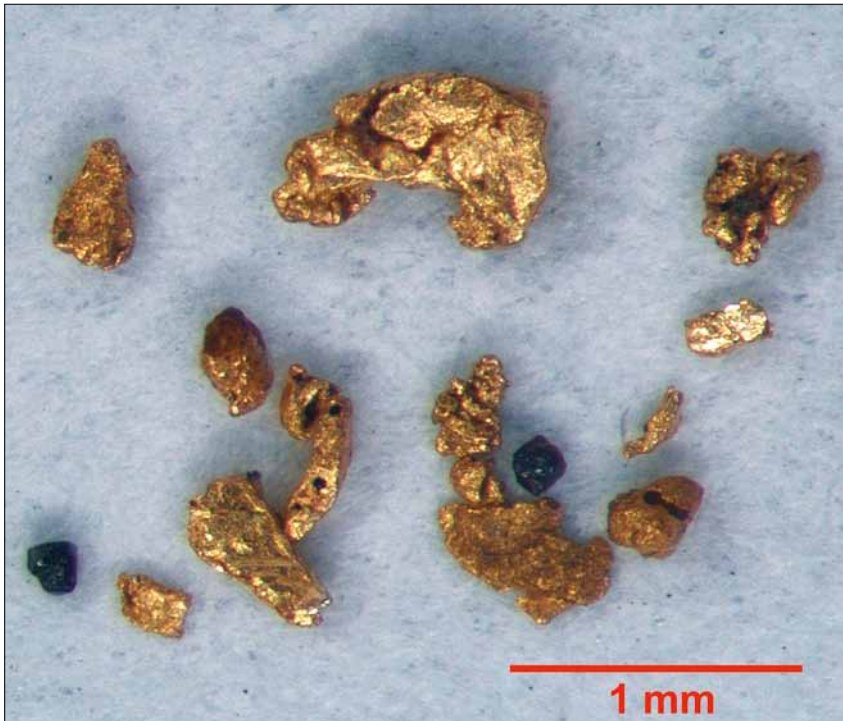
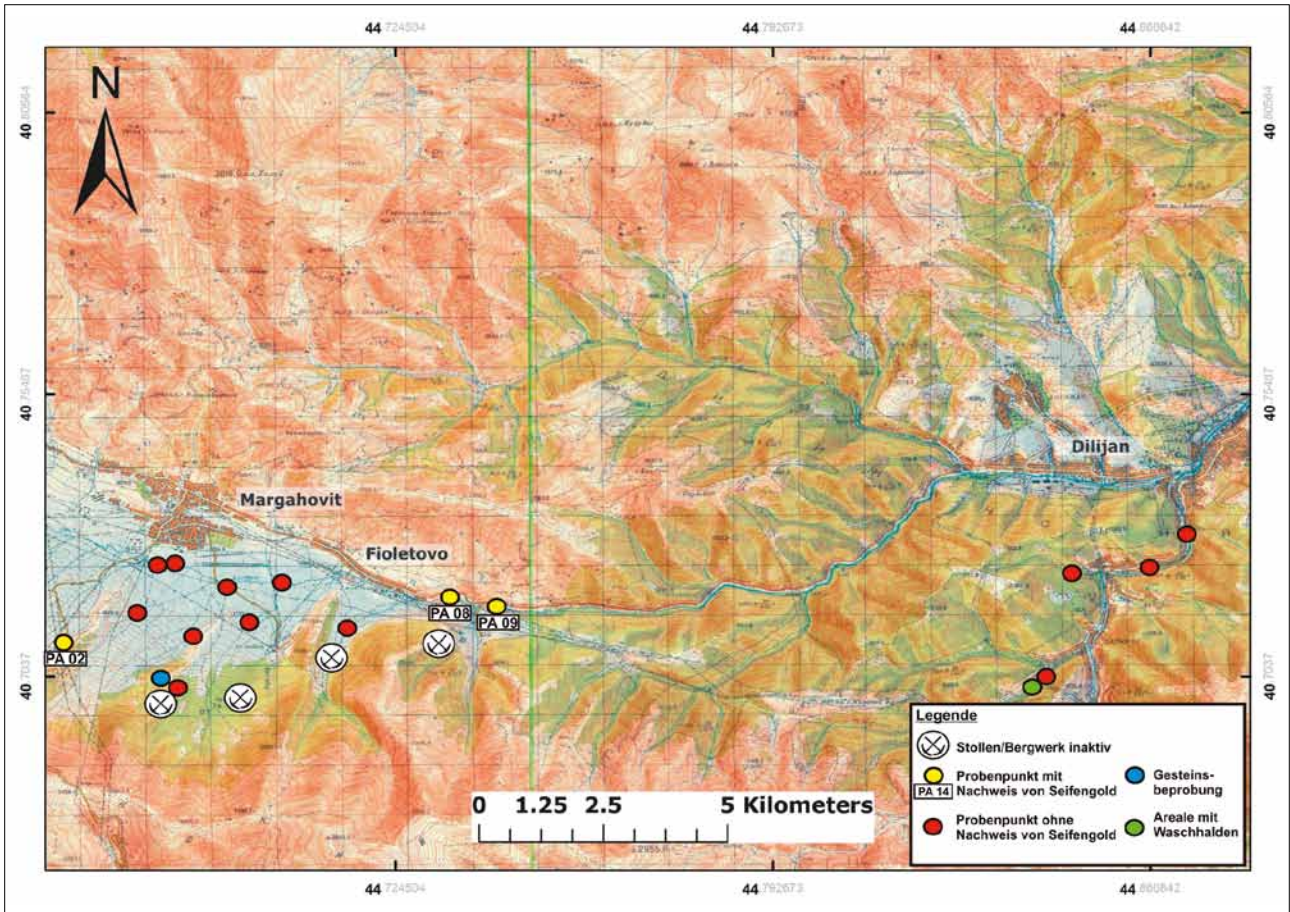


Abb. 16 (oben) Probenpunkte der Region Fioletovo/Margahovit und Dilijan.

Abb. 17 Seifengold aus einem Nebenfluss des Agstevs, südöstlich Margahovit.

dings kann mit einiger Wahrscheinlichkeit ein noch höheres Alter der Halden angenommen werden, da die schlechten klimatischen Standortfaktoren für die Bodenbildung in Sotk eine geringere Bodenbildungsrate als oben angegeben vermuten lassen. Die absolute Altersdatierung des Halden-

materials mittels Optically Stimulated Luminescence (OSL) dürfte hier in Zukunft die Methode der Wahl sein, um die geschichtliche Einordnung der Halden zu ermöglichen.

Das Ausmaß der Goldgewinnung von der Anzahl, dem Volumen und der Größe der Halden abzuleiten, muss mit



Abb. 18 Neuzeitliches Stollenmundloch bei Margahovit.

Vorsicht erfolgen, da Halden durch Erosion teilweise zerstört wurden. Die unterschiedliche Zusammensetzung des Haldenmaterials deutet darauf hin, dass neben alluvialem und fluviatilem Material auch eluviales Hangmaterial abgebaut und prozessiert wurde. Die Goldhöflichkeit des Hangschutts konnte im Verlauf dieses Surveys noch nicht genauer untersucht werden. Allerdings zeigt sich, dass um Sotk ein riesiges Volumen an womöglich goldhaltigem Lockermaterial zu Verfügung stand und steht, welches mit geringem Aufwand aufbereitet werden konnte. Der Erstfund von Seifengold am Fluss Masrik bei Nerkin Shorzha (mündl. Mitt. K. Meliksetian), südlich von Sotk, wirft neue Fragen auf und bietet weitere Untersuchungsansätze für die Zukunft. Zum jetzigen Stand der Untersuchungen sei zunächst nur darauf verwiesen, dass es auch im weiteren Umfeld von Sotk primäre wie auch sekundäre Goldvorkommen gibt, die jedoch derzeit noch nicht in einen archäologischen oder geoarchäologischen Kontext gestellt werden können. Aus diesem Naturgoldfund ergeben sich aber folgende Fragen:

- 1) Welche räumliche Ausdehnung und welchen mengenmäßigen Umfang haben diese Goldseifen?
- 2) Gibt es entlang des Flusses Masrik Hinweise auf prähistorischen Bergbau?
- 3) Wo liegt die primäre, d. h. geogene Quelle des Goldes, und wie ist der geologische Rahmen geschaffen?
- 4) Gibt es eine geologische und/oder archäologische Verbindung zwischen den Goldvorkommen von Sotk und Nerkin Shorzha?

Insgesamt ist festzustellen, dass der Aufbau, die Struktur und die Art der Mineralisation der Lagerstätte Sotk den prähistorischen Abbau von Berggold stark begünstigt haben und damit möglich erscheinen lässt. Diese Annahme wird dadurch gestützt, dass die goldhaltigen Gänge zum einen an vielen Stellen direkt an der Oberfläche austreichen und somit prähistorischer Pingen-Bergbau möglich war. Da Gold führende Quarz-Sulfid-Adern oberflächennah verwittern und die Sulfide dabei bevorzugt oxidieren, ist davon auszugehen, dass sich in prähistorischer Zeit in den zu Tage tretenden Quarzadern leicht gewinnbares oder sogar makroskopisch sichtbares Freigold gefunden hat, das leicht zu erkennen war. Dies unterstützt zusätzlich die Annahme einer sehr frühen, d. h. prähistorischen Goldgewinnung aus diesen Vorkommen. An den umliegenden Berghängen finden sich zudem in großer Zahl auffällige geomorphologische Negativformen, die als verwitterte ehemalige Pingen gedeutet werden können. Eine genauere Untersuchung konnte bisher noch nicht durchgeführt werden, da eine Begehung des Minengeländes zu diesem Zeitpunkt des Surveys nicht möglich war. Ein oberflächennaher, zuweilen auch ein untertägiger Abbau würde dadurch erleichtert, dass Teile der harten Gold-Quarzgänge und -adern von relativ weichen sedimentären Gesteinseinheiten umgeben sind, hier vor allem Kalkstein. Der beobachtete Einbruchtrichter im westlichen Teil des Minengeländes kann als ein erster Hinweis für einen solchen Untertage-Bergbau gedeutet werden. Die Vererzung von Sotk hat zumindest teilweise einen polymetallischen



Abb. 19 Rezente bzw. subrezente (?) Halden der Goldwäsche am Russkaya Balka bei Dilijan.

Charakter (Au, Cu, Zn, Pb), woraus sich die Frage ergibt, inwiefern andere Metalle der Lagerstätte prähistorisch gewonnen worden sein könnten. Das Auftreten von Kupfermineralen wie Chalkopyrit oder Kupfersekundärmineralen legen zumindest die Möglichkeit der prähistorischen Kupfergewinnung nahe, was in nachfolgenden Untersuchungen berücksichtigt werden sollte.

Ein Vergleich der geochemischen Zusammensetzung des Goldes von Sotk mit dem der Goldlagerstätte von Sakdrisi in Südwest Georgien ist für die Zukunft geplant. Die räumliche Entfernung zwischen den beiden Vorkommen beträgt weniger als 200 km, und ein frühbronzezeitlicher Goldbergbau ist in Sakdrisi bereits nachgewiesen (Stöllner u. a. 2010, 103ff.; Hauptmann u. a. 2010, 139ff.).

Die Goldvorkommen in Sotk und Sakdrisi unterscheiden sich vom geologischen Aufbau nur wenig. Die Ausbildung der Erzgänge, die Alterationen der Nebengesteine, die Gangart, die Mineralassoziationen und die Entwicklung der Goldkonzentration zur Tiefe hin sind sehr ähnlich. Ebenso sind zahlreiche Goldseifen in den Fließgewässern der Umgebung beider Berggoldvorkommen zu finden. Allerdings ist die Größe der beiden Lagerstätten sehr unterschiedlich und auch die Goldkonzentrationen der oberflächennahen Lagerstättenbereiche differieren sehr deutlich – bei der Lagerstätte Sotk handelt es sich um das bei weitem größte Goldvorkommen des gesamten Kaukasus. Für Sakdrisi wird ein ursprünglicher Lagerstätteninhalt von insgesamt 23,5 t Gold angenommen (Gugushvili u. a. 2002), mit Goldkonzentrationen

bis zu 50g/t (Hauptmann u. a. 2010, 144). Für Sotk wird mit etwa 124 t Gold ein deutlich höherer Lagerstätteninhalt angegeben (Gugushvili 2010). Die oberflächennahen Goldkonzentrationen erreichen in Sotk bis zu 300g/t in einigen Lagerstättenbereichen (Elevatorski 1982, 141).

Da in Sakdrisi frühbronzezeitlicher Bergbau nachgewiesen ist und Sotk in vielen Bereichen Sakdrisi stark ähnelt bzw. in Größe und Gehalten weit übersteigt, ist ein prähistorischer Bergbau in Sotk sehr wahrscheinlich. Erste Untersuchungen zum frühen Goldbergbau in Sotk unterteilen die Goldgewinnung in drei Phasen (Madatyan 1965). Charakteristisch für die Anfänge sind bergmännische Aktivitäten durch Gewinnung von Goldseifen. Diese erste Phase wird für das Spätneolithikum prognostiziert, die Datierung ist aber unsicher. Eine zweite Abbauphase, die sich durch die Gewinnung von Berggold auszeichnet, wird für das 2.–1. Jt. v. Chr. angenommen. Die dritte Phase kann in die Zeit von ca. 100–300 n. Chr. datiert werden; kennzeichnend für diese ist ein intensiver untertägiger Bergbau, belegt durch Stollen und Schächte bis in Tiefen von 150 m (Madatyan 1965).

Ausblick

Die vorliegende Untersuchung stellt die Ergebnisse eines ersten Surveys dar, der anhand breit gefächelter Untersuchungsmethoden aus den Fachgebieten der Archäologie (vgl. Kunze in diesem Band), Geoarchäologie und Geologie die

Goldvorkommen Armeniens erfassen sollte, mit dem Ziel vor Augen, für die zukünftige interdisziplinäre Forschung eine wissenschaftliche Grundlage zu schaffen. Die bisherigen Resultate sollen durch einen zweiten Survey im Jahr 2011 mit Schwerpunkt in der Region Sotk vertieft werden. Die laufenden geochemischen Untersuchungen der Goldproben, die mittels LA-QICP-MS und REM-EDX erfolgen, sowie eine entsprechende Charakterisierung derselben dienen zukünftigen Provenienzstudien von archäologischen Goldobjekten am Beispiel Armeniens, des Nahen Ostens, Anatoliens und gegebenenfalls der Ägäis. Langfristig soll durch umfangreiche Analysen von Goldobjekten und Naturgold der Region eine analytische Datenbank aufgebaut werden, um Herkunftsfragen auf breiter statistischer Basis klären zu können.

Danksagung

Auf die vielfältige Unterstützung, welche die Autoren dieses Beitrages erfahren durften, sei an dieser Stelle hingewiesen.

Unser Dank gebührt zunächst der Republik Armenien für die Ermöglichung dieser Untersuchungen und hier vor allem Pavel Avetisyan, der uns bei der Durchführung des Surveys hilfreich zu Seite stand. Zu danken haben wir außerdem den Mitarbeitern der Deutschen Botschaft in Eriwan für die administrative Unterstützung.

Das Projekt wurde vom Land Sachsen-Anhalt gefördert, wofür an dieser Stelle ein besonderer Dank ausgesprochen sei. Für einen reibungslosen Ablauf der Arbeiten im Vorfeld sowie nach Abschluss des Surveys sorgte verdientermaßen Frau Franziska Knoll vom Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt.

Literaturverzeichnis

- Amiryan 1984**
S. O. Amiryan, Gold ore formations of Armenian SSR. Academy of Science of Armenian SSR (Yerevan 1984).
- Elevatorski 1982**
E. A. Elevatorski, Au: Volcanic Gold deposits (Minobras 1982).
- Gugushvili 2010**
V. Gugushvili, Nonferrous and precious metals postcollisional metallogeny in the Lesser Caucasus and NW Iran. In: Mineral Research & Exploration General Directorate of Turkey (Ed.), 63th Geological Congress of Turkey (Istanbul 2010).
- Gugushvili u. a. 2002**
V. Gugushvili/R. Akhvediani/M. Natssvlshvili/I. Hart, Two stages of gold mineralization within Sakdrissi deposit (Bolnisi Mining District, Georgia). *Geologica Carpathica special Issue* 53, 2002.
- Hauptmann u. a. 2010**
A. Hauptmann/Ch. Bendall/C. Brey/I. Japarize/S. Gambašize/S. Klein/M. Prange/T. Stöllner, Gold in Georgien. Analytische Untersuchungen an Goldartefakten und Naturgold aus dem Kaukasus und dem Transkaukasus. In: S. Hansen/A. Hauptmann/I. Motzenbäcker/E. Pernicka (Hrsg.), Von Mai-kop bis Trialeti: Gewinnung und Verbreitung von Metallen und Obsidian in Kaukasien im 4.–2. Jt. v. Chr. Beiträge des Internationalen Symposiums in Berlin vom 1.–3. Juni 2006 (Bonn 2010) 139–165.
- House 2005**
A. House (Ed.), Armenia. Mining Journal. Special Publication, 2005.
- Hudson 1995**
N. W. Hudson, Soil Conservation, 1995.
- Khazadzyan 1967**
E. V. Khazadzyan, The Culture of Armenian Highland in III Millenium BC (Yerevan 1967).
- Konstantinov/Grushin 1990**
M. M. Konstantinov/V. A. Grushin, Geologic position of the Zod-Agduztag gold-ore node in Transcaucasia. *Internat. Geol. Rev.* 12, 1990, 1447–1354.
- Kovalenker/Prokof'yev/Zalibekyan 1991**
V. A. Kovalenker/V. Y. Prokof'yev/M. A. Zalibekyan, Physicochemical conditions of sulphide-telluride mineralization at the Megradzor ore field, Armenia. *Internat. Geol. Rev.* 33, 12, 1991, 74–91.
- Kovalenker/Zalibekyan/Laputina 1990**
V. A. Kovalenker/M. A. Zalibekyan/I. P. Laputina, Sulfid-tellurid mineralization of the Megradzor ore field, Armenia. *Internat. Geol. Rev.* 32, 7, 1990, 705–720.
- Madatyan 1965**
E. M. Madatyan, On history of exploitation on Sotk gold mine deposit. In: *Earth Sci., Letter, Academy of Science of Armenian SSR. V. XVIII*, 3–4 (Yerevan 1965) 128–137.
- Madatyan 1987**
E. M. Madatyan, Exploitation of Armenian gold placers in antiquity. *History of Science and Technics in Armenia* 8, 1987, 90–102.
- Maitre 1994**
A. Maitre, Memorias de la Primera Reunión de Agroecología y Producción Sostenible en San Gil, Santander, Colombia. CIAT, Documento de Trabajo 135, 1994, 195–226.
- Mkrtchyan 1967**
S. S. Mkrtchyan, Geology of Armenian SSR 4. Ore deposits of Armenian SSR (Yerevan 1967).
- Mnatsakanyan 1965**
A. O. Mnatsakanyan, The principal stages of development of Lchashen culture. *IFJ* 2 (Yerevan 1965).
- Smirnov 1977**
V. I. Smirnov (Ed.), Ore deposits of the USSR 3 (London, San Francisco 1977).
- Stöllner u. a. 2010**
T. Stöllner/I. Gambašize/A. Hauptmann/G. Mindiašvili/G. Gogočuri/G. Steffens, Goldbergbau in Südostgeorgien – Neue Forschungen zum frühbronzezeitlichen Bergbau in Georgien. In: S. Hansen/A. Hauptmann/I. Motzenbäcker/E. Pernicka (Hrsg.), Von Mai-kop bis Trialeti: Gewinnung und Verbreitung von Metallen und Obsidian in Kaukasien im 4.–2. Jt. v. Chr., Beiträge des internationalen Symposiums in Berlin vom 1.–3. Juni 2006 (Bonn 2010) 103–138.

Abbildungsnachweis

1 K. Meliksetian
2; 6–9; 11–13; D. Wolf
15; 17–19
3 R. Kunze

4 V. I. Smirnov
5; 16 TK 1:50.000 verändert durch
K. Meliksetian und D. Wolf
10; 14 A. Bobokhyan

Anschriften

Dipl.-Geol. Danilo Wolf
Institut für Geowissenschaften und Geographie
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Von-Seckendorff-Platz 3
06120 Halle (Saale)
Danilo.wolf@geo.uni-halle.de

Dr. Arsen Bobokhyan
Institute of Archaeology and Ethnography
Armenian Academy of Sciences
Charentsi 15
Yerevan 375025, Armenia
arsenbobokhyan@yahoo.com

Prof. Dr. Gregor Borg
Institut für Geowissenschaften und Geographie
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Von-Seckendorff-Platz 3
06120 Halle (Saale)
gregor.borg@geo.uni-halle.de

Prof. Dr. Ernst Pernicka
Curt-Engelhorn-Zentrum für Archäometrie
gGmbH
An-Institut der Eberhard-Karls
Universität Tübingen
D6, 3
68159 Mannheim
Ernst.Pernicka@cez-archaeometrie.de

Dr. Khachatur Meliksetian
Senior Research Scientist
Institute of Geological Science
Armenian National Academy of Science
24a Marshal Baghramian Ave.
0019, Yerevan, Armenia
km@geology.am

Dipl.-Arch. René Kunze
Curt-Engelhorn-Zentrum für Archäometrie
gGmbH
An-Institut der Eberhard-Karls
Universität Tübingen
D6, 3
68159 Mannheim
Rene.Kunze@cez-archaeometrie.de