

Gold in sächsischen Kiessandlagerstätten

(leicht aktualisiert nach LEHMANN, U. (2010): Gold in sächsischen Kiessandlagerstätten. – Glückauf, 146, 11, 560-564)

Dr. Uwe Lehmann, Referatsleiter Rohstoffgeologie, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Postfach 540137, 01311 Dresden, uwe.lehmann2@smul.sachsen.de

Kurzfassung:

Trotz der nach Literaturangaben weiten Verbreitung von Seifengold in Sachsen sowie dessen bergbaulicher Gewinnung in der Vergangenheit ist nur wenig über das Auftreten und die Eigenschaften von Gold im Bereich aktiver Kiessandgewinnungsbetriebe bekannt. Im Rahmen erster Tastuntersuchungen wurden durch das Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) drei Kiessandlagerstätten näher hinsichtlich ihrer Goldführung untersucht. Probenaufbereitung und Ergebnisinterpretation müssen sehr sorgfältig durchgeführt werden, um Fehlerquellen zu vermeiden. An ausgewählten „Fallen“ in den Kieswerken wurde Gold im ppm-Bereich gefunden, während hinsichtlich der Goldgehalte im Rohkies noch keine verlässlichen Daten vorliegen. Nach den ermittelten Kornverteilungskurven liegen die Maxima der Goldfitterlängen etwa zwischen 100 und 200 µm. Zusätzliche Daten werden vorgestellt. Derzeit findet eine systematische Beprobung weiterer Kiessandbetriebe statt, deren Ergebnisse ab 2011 vorliegen und als Grundlage für eine Bewertung einer eventuell wirtschaftlichen Nebengewinnung von Gold verwendet werden können.

1. Einführung

In der Vergangenheit wurden gelegentlich Veröffentlichungen über Goldgewinnung in Kieswerken publiziert (5), (10), (14). Mündlichen Informationen zufolge ist in der Hobby-Goldwäscher-Szene längst bekannt, dass an geeigneten Stellen in sächsischen Kieswerken mit vergleichsweise geringem Aufwand Seifengold separiert werden kann. Diese Fakten sowie die seit 2006 im Kieswerk Rheinzabern/Oberrhieintal laufende Nebengewinnung von Seifengold werfen die Frage auf, ob auch sächsische Kiessandlagerstätten ein Goldpotential besitzen, welches sich wirtschaftlich nutzen lässt.

2. Literatur

Veröffentlichungen über Goldfunde in aktiv Abbau betreibenden sächsischen Kiessandlagerstätten sind sehr selten. Im Internet wird durch Goldwäscher über Nuggets aus der Elbe berichtet, welche aufgrund ihrer Seltenheit vermutlich nur aus einer größeren Sedimentmenge – in einem Kieswerk – gewonnen werden konnten. (1) untersuchten Gold aus der vor wenigen Jahren geschlossenen Kiessandlagerstätte Dresden-Zschieren. (9) präsentierte ein knapp 0,9 g schweres Nugget aus einer Lausitzer Kiesgrube. Wesentlich mehr publizierte Informationen existieren über Goldfunde im Bereich größerer Kiessandvorkommen, welche in vergangenen Jahrhunderten im Rahmen gewerblicher Goldwäscherei getätigt wurden (zuletzt zusammengefasst in (12)). Aus heutiger Sicht sind dabei besonders Mittel- und Unterlauf von Weißer Elster, Zwickauer und Vereinigter Mulde, Elbe und Neiße interessant.

Der durchschnittliche Goldgehalt (Clarke-Wert) der oberen Erdkruste wird in der Literatur sehr unterschiedlich angegeben (Tab. 1).

	Erdkruste	Lithosphäre	Saure bis ultrabasische Gesteine	Sandstein	(Ton)Schiefer
(2)	X,X				
(4)	1				
(13)			4 - 6		5
(15)	4,3				
(6)	2 - 5				
(7)		4,3		X,X	1
(11)	4				
(3)	5				
(16)	1,3				

Tab. 1: Clarke-Werte verschiedener Autoren

Ein spezieller Clarke-Wert für Kiessande scheint bisher nicht zu existieren. Vereinzelt Angaben von Goldgehalten in solchen Sedimenten stehen wahrscheinlich meist in einem Zusammenhang mit erhöhter Goldführung (z.B. (14): 8 – 91 ppb in Flussterasse des Rio Segre, Katalonien, Spanien; (17): im Ostsudetischen Vorland 5 goldführende Horizonte, unter anderem < 100 mg/m³ im Piedmont-Fächer, 100 – 370 mg/m³ in Kiessanden der „Weißkies“-Serie) und sind daher als Durchschnittswert nicht zu verwenden.

3. Neue Daten

Im Rahmen erster Tastversuche erfolgte Mitte 2009 durch das Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie eine Beprobung von drei aktiven sächsischen Kiessandlagerstätten im Hinblick auf deren Goldführung. Aus Datenschutzgründen sowie mit Bezug auf die Sedimentherkunft werden diese Lagerstätten nachfolgend als E1, GF1 sowie M1 bezeichnet (Tab. 2).

	Lokalität	Genese	Mittlerer Kiesgehalt
E1	Elbe	Fluviatil	40 %
GF1	Mittelsachsen	Glazifluviatil	35 %
M1	Mulde	Fluviatil	60 %

Tab. 2: Kenndaten beprobter Kiessandlagerstätten

3.1 Methodik

Zur Gewinnung von Schwerminerkonzentraten wurde eine ca. 5 – 10° geneigte, 2 m lange und 40 cm breite Waschrinne mit vier je 60 cm langen Wabengummimatten im Rinnenboden eingesetzt. Durch dosierte breitflächige Wasserzugabe kam es zum Wegspülen der leichten Bestandteile, während Schwerminerale in den Vertiefungen der Matten liegenblieben (Abb. 1).



Abb. 1: Prinzip der Goldanreicherung mittels Waschrinne

Die weitere Anreicherung der Schwerminerale erfolgte mit einer Goldwaschpfanne, bis optisch nur noch ein geringer Anteil heller Minerale erkennbar war. Aus diesem Konzentrat wurden der magnetische Anteil mit einem Neodym-Starkmagneten entfernt und schließlich die Goldflitter ausgelesen.

Zur Vermessung der Flitter wurden digitale Fotos mittels des Programmpakets ImageJ ausgewertet. Abb. 2 zeigt beispielhaft umrandete (grün) und nummerierte (rot) Goldflitter einer Probe aus dem Kieswerk M1. Damit kann auch nachträglich jedes Flitter hinsichtlich seiner konkret gemessenen Parameter (z.B. maximale Länge, Flächeninhalt etc.) kontrolliert werden.

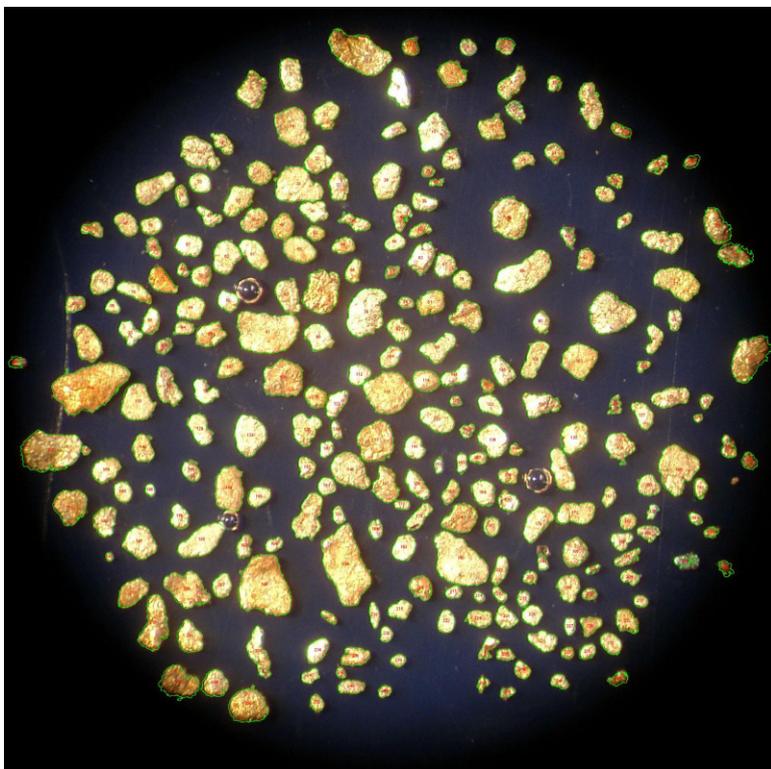


Abb. 2: Goldflitter aus dem Kieswerk M1 mit digital erfolgter Umrandung (grün) und Nummerierung (rote Zahlen)

Um möglichst viele Goldflitter für eine Charakterisierung zu gewinnen, wurden – sofern jeweils vorhanden – makroskopisch erkennbare Schwermineralfächer (Abb. 3), der Bodensatz in Sandwaschanlagen, Sedimenthäufchen unter Förderbandrollen sowie sonstige lokale Punkte mit zu erwartender Schwermineralanreicherung beprobt.



Abb. 3: goldführende Schwermineralanreicherungen in verspülten Abfallsanden einer sächsischen Kiesgrube

Zusätzlich erfolgte eine Rohkiessandbeprobung. Unter Berücksichtigung der oben angeführten Clarke-Werte sowie der Genese wird in diesem Aufsatz von einem Goldgehalt in durchschnittlichen sächsischen Kiessanden in Höhe von 5 ppb (mg/t) ausgegangen. Dieser Menge entsprechen je Tonne Kiessand etwa 800 kreisförmige Goldflitter von 150 µm Durchmesser und ca. 20 µm Durchschnittsdicke. Daher sollten in einem Eimer Probe (ca. 12 Liter = ca. 20 kg) durchschnittlich ca. 15 Goldflitter vorhanden sein. Diese Erwartung hat sich nur teilweise erfüllt (Tab. 3).

3.2. Ergebnisse

Trotz des weiter unten beschriebenen erfolgreichen Goldnachweises an ausgewählten Stellen von Kiessandaufbereitungsanlagen bleiben Goldgehaltsbestimmungen des Rohkiessandes unverzichtbar, um die eventuelle wirtschaftliche Machbarkeit einer Goldgewinnung beurteilen zu können.

Lokalität	Probenahme	Probenvolumen (Liter)	Probengewicht (kg)	Probendichte (g/cm ³)	Goldfunde
E1	Übergabestelle zwischen zwei Förderbändern	24	36,8	1,53	Kein Nachweis
GF1	Kiesreiche Lage im Anstehenden	10	18,8	1,88	Kein Nachweis
M1	Vom Förderband	20	34,1 kg	1,71	5 Flitter von insgesamt 0,037 mm ² Fläche

Tab. 3: Kenndaten von Rohkiesbeprobungen

Das von den Erwartungen abweichende Resultat der Goldsuche in Rohkiessandproben ist aus aktueller Sicht aus mehreren Gründen verständlich.

Zum einen scheint der Goldgehalt in glazifluviatilen Kiessanden deutlich geringer zu sein, als in Elbe- und Muldesedimenten. Insofern war die Probemenge im Kieswerk GF1 für einen Goldnachweis wahrscheinlich zu gering bemessen.

Aus dem mittlerweile mehrfach belegten Fakt einer Goldanreicherung in Sandhäufchen unter Förderbandrollen bzw. Bandabstreifern folgt, dass es offensichtlich während des Kiessandtransports auf einem Förderband zu Absinkprozessen der schweren Goldflitter kommt. Dieser Effekt sollte mit steigender Länge des Förderbandes, steigender Feuchte des Materials und abnehmender Kohäsion der Goldflitter an Fremdpartikeln zunehmen. Insofern muss davon ausgegangen werden, dass bei der Entnahme von Proben am Übergabepunkt eines laufenden Förderbandes mittels Schippe oder Auffangen in einem Eimer ein Teil des ursprünglich vorhandenen Goldes nicht erfasst wird.

Schließlich ist die Absätzigkeit der Goldverteilung in Sedimenten zu berücksichtigen, die einen erhöhten Probenumfang erfordert.

Dass grundsätzlich auch in relativ kleinen Probemengen (im 10 kg – Bereich) vergleichsweise goldarmer Rohkiessande mehrere Goldflitter auftreten und erfolgreich separiert werden können, zeigt die derzeit laufende Untersuchung einer Kiessand-Erkundungsbohrung im Elbegebiet. Hier wurde je Bohrmeter das gesamte Material als Beuteprobe von etwa 5 – 10 kg Gewicht gesammelt und nach Abschluss der üblichen Untersuchungen (Kiessandqualitätsbeurteilung) für eine Prüfung auf Goldführung zur Verfügung gestellt. Erste durchgearbeitete Proben zeigen, dass jeweils mehrere Goldflitter enthalten sind und beispielsweise für Konzentrationsberechnungen oder vertikale Goldverteilungskurven herangezogen werden können.

Bisher ist allerdings für Sachsen noch unsicher, inwieweit die bekannte „Absätzigkeit“ des Goldes, also eine schwankende Goldführung über geringe Distanzen, die Ergebnisse relativiert. Hierzu wird das derzeit laufende Projekt des LfULG, welches unter anderem die Untersuchung von je 5 Eimer Rohkiessand in 25 sächsischen Kieswerken zum Ziel hat, Fakten liefern.

Um das in den untersuchten Kieswerken auftretende Gold verlässlicher durch Untersuchung größerer Mengen charakterisieren zu können, wurden ergänzend zu den Rohkiesbeprobungen unter anderem im Kieswerk E1 von der Unterseite eines Förderbandes abgestreiftes Material, im Kieswerk M1 der Bodensatz einer stillgelegten Schneckenwäsche sowie in GF1 eine Schwermineralfalle vor der Aufgabe von 0/2-Sand in eine Schneckenwäsche beprobt. Ergebnisse enthält Tabelle 4.

	E1	GF1	M1
Probemenge (kg)	2	50	35
Goldgewicht (mg)	10,5	25,9	82,8
Flitter-Gesamtfläche (mm ²)	23	66	280
Durchschnittliche Flitterdicke (µm)	24	22	15
Durchschnittliche maximale Flitterlänge (µm)	179	227	156
Goldkonzentration (ppm)	5,2	0,48	2,37
Flitterzahl (Stück)	1.365	ca. 2.500	ca. 22.000
Durchschnittliches Einzelgewicht eines Flitters (µg)	7,7	10,4	3,9

Tab. 4: Ergebnisse der Goldflitterseparation und –vermessung in drei sächsischen Kieswerken

Die mittlere Dicke wurde aus gemessenen Flitterflächen und durch Wiegung bestimmten Goldgewichten über die Beziehung $D = V/A = m/\rho \cdot A$ (mit D=Dicke, A=Fläche, V=Volumen,

ρ =Dichte der Goldflitter) bestimmt. Für die Dichte wurde 18 mg/mm^3 angesetzt (entspricht bei einer Gold-Silber-Legierung einem Goldgehalt von etwa 85 Gewichts-%). Mittels der oben beschriebenen digitalen Flittervermessung ergaben sich folgende Korngrößenverteilungen (Abb. 4).

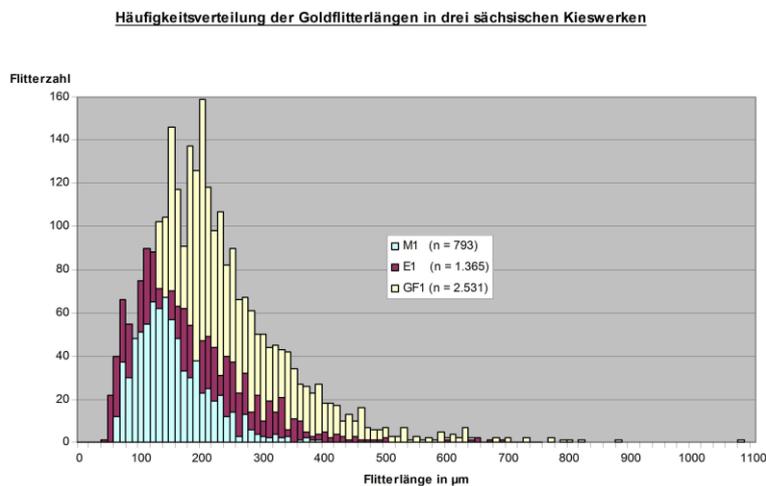


Abb. 4: Korngrößenverteilung der Goldflitter aus drei sächsischen Kieswerken

Demgemäß weisen die drei Goldflitterproben eine ähnliche Kornverteilung mit Schwerpunkten zwischen etwa 100 und 200 µm auf. Zu berücksichtigen sind dabei allerdings Klassierungsprozesse der Flitter während Gewinnung, Transport und Aufbereitung innerhalb der Kieswerke. Dies zeigt sich beim Vergleich der Kornverteilungskurven von Flitterproben aus unterschiedlichen Lokalitäten innerhalb eines Kieswerks (Abb. 5).

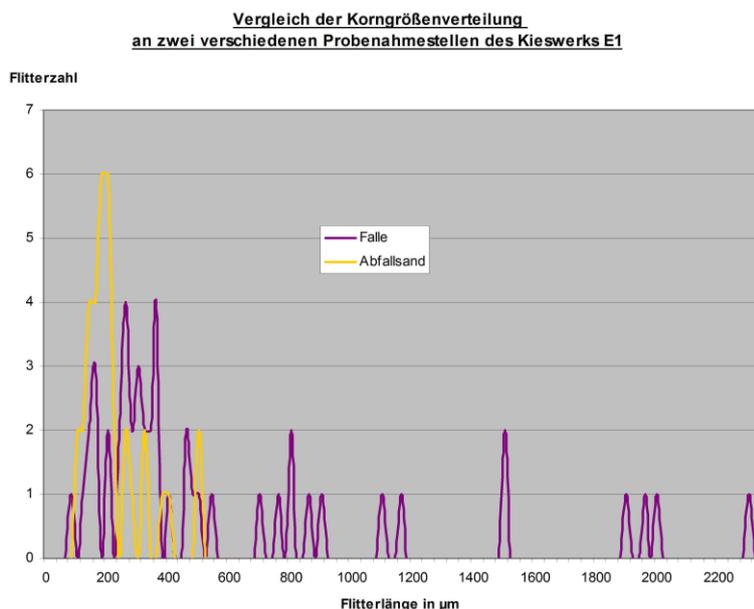


Abb. 5: Korngrößenverteilung der Goldflitter an zwei verschiedenen Anlagenteilen eines sächsischen Kieswerks

Die Probe des Anlagenteils „Falle“ stammt aus dem Boden einer Wanne, welche sehr schnell und turbulent von einem Wasser/Sand (0/1) – Gemisch durchströmt wird. Der Ausgang aus dieser Wanne ist etwa 5 cm über deren Boden konstruiert, so dass sich schwere gleichfällige Partikel (größere Schwermineralkörnchen sowie besonders große Leichtminerale) davor anreichern können. Demgegenüber wurde die Probe „Abfallsand“ aus

schwermineralreichen Schwemmfächern in verspültem Feinsand entnommen, nachdem dieser die „Falle“ passiert hat. Trotz der für eine statistische Betrachtung relativ geringen Partikelanzahl zeigt sich eine deutliche Anreicherung größerer Goldflitter in der „Falle“ gegenüber dem „Abfallsand“. Die größten Goldkörnchen aus der „Falle“ zeigt Abb. 6.

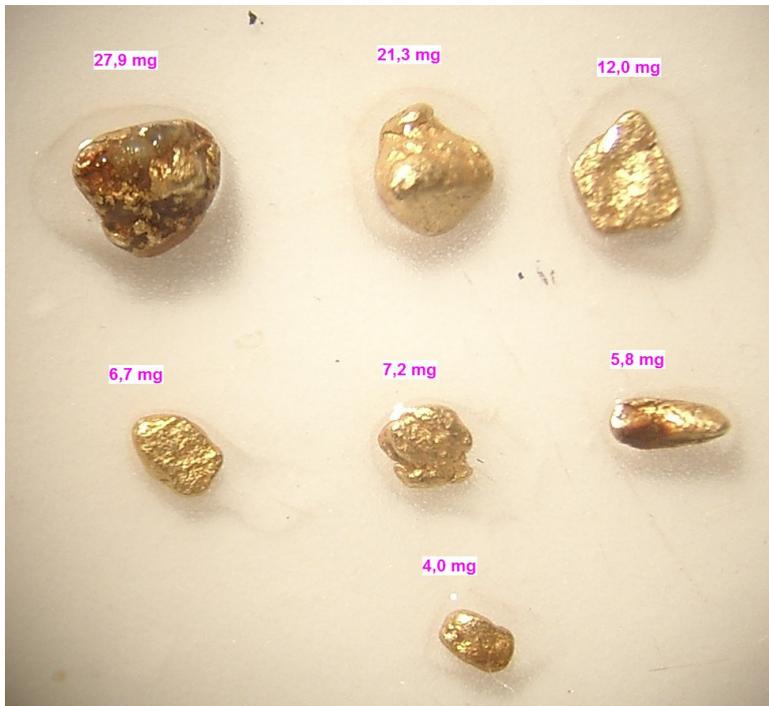


Abb. 6: bis 2,5 mm große Goldkörnchen (teils mit Quarz verwachsen) aus der Lokation „Falle“ im Kieswerk E1

Unter Berücksichtigung dieser Fakten sind die in Abb. 4 gezeigten Kornverteilungskurven als nur bedingt repräsentativ für die wahre Kornverteilung der Goldflitter in der Kiessandlagerstätte zu betrachten. Nur eine Separation aller Goldflitter unmittelbar aus dem Anstehenden kann eine unverfälschte Korngrößenverteilung der Goldflitter reflektieren. Trotz der vergleichsweise hohen statistischen Sicherheit der Kornverteilung in der Probe GF1 mit 2.531 Flittern scheint gerade dort eine Selektion größerer Flitter zuungunsten kleinerer Flitter erfolgt zu sein, was sich unter anderem in einem starken Linksabfall der Kornverteilungskurve der Abb. 4 äußert. Die Probenahme erfolgte dort aus einem „Totraum“, bei dem eine vergleichbare Situation wie eben bei der „Falle“ beschrieben existiert (Abb. 7).



Abb. 7: Probenahmestelle aus einem „Totraum“ im Kieswerk GF1

Eine reproduzierbare digitale Bewertung der Flitterformen wurde bisher nicht vorgenommen. Grundsätzlich dominieren plattige Exemplare mit wulstigen Umrissen. Häufig sind Sandwichstrukturen erkennbar, die von einem mehrfachen Umfalten und Zusammendrücken der Flitter während des Transports im Sediment zeugen (Abb. 8).

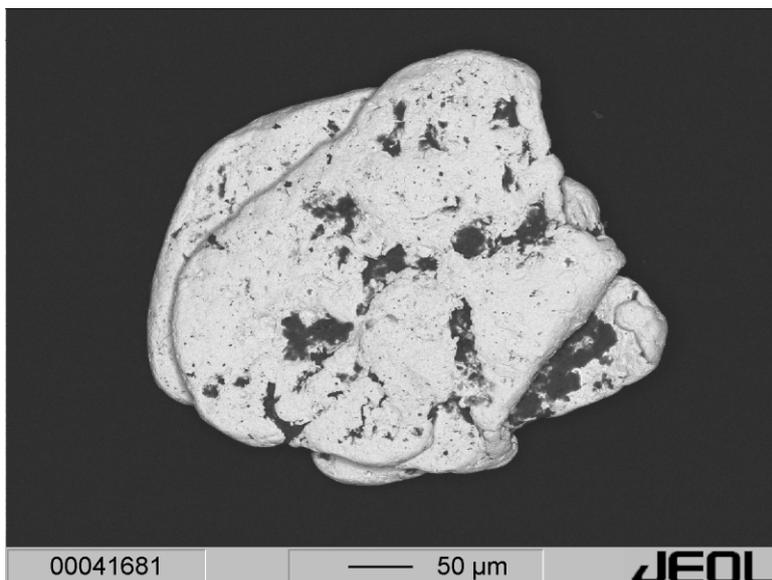


Abb. 8: Rasterelektronenmikroskopische (REM) Aufnahme eines Goldflitters mit Sandwichstruktur aus der Kiessandlagerstätte E1

Mit abnehmender Häufigkeit folgen stängelige und – vor allem bei geringeren Korngrößen – isometrische Exemplare. Eckige Umrisse treten vorwiegend bei kleineren Partikeln auf. Die Morphologie der Flitteroberflächen ist im Detail sehr unterschiedlich. Bei starker Vergrößerung zeigen sich im REM-Bild manchmal zahlreiche bizarr geformte Hohlräume im μm -Bereich mit kantigen Umrissen (Abb. 9), deren Genese noch ungeklärt ist. Manchmal sitzen darin xenomorphe Fremdpartikel (meist Quarz).

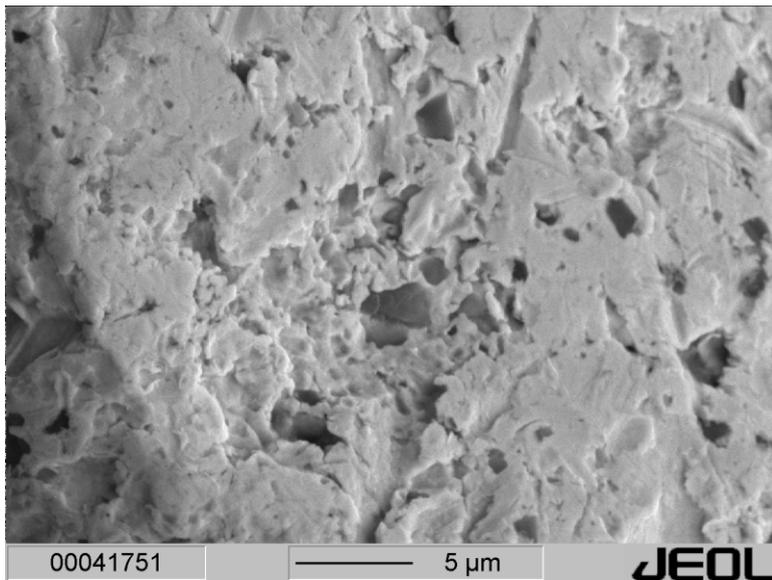


Abb. 9: stark vergrößertes Goldflitter aus dem Kieswerk M1 mit zahlreichen Hohlräumen

Schleifspuren sind nicht allzu häufig und machen oft einen sehr frischen Eindruck. Sie rühren vermutlich überwiegend von den Beanspruchungen im Kieswerk bzw. bei der Probenahme und –aufbereitung her.

Der mittels REM-EDX bestimmte Oberflächenchemismus (repräsentativ für die obersten ca. 1-3 µm) ist bei je einem Messpunkt an insgesamt 10 Flittern (3x aus Kieswerk E1, 2x aus Kieswerk GF1, 5x aus Kieswerk M1) durch nahezu reines Gold (≥ 99 Gew.-%) gekennzeichnet. Nur an einem Flitter aus dem Kieswerk M1 fanden sich knapp 3 und 24 % Silber. Weitere Elemente wurden nicht detektiert. Oberflächennahe Armut an Silber zugunsten einer Anreicherung von Gold ist oft in der Literatur beschrieben worden und wird als Folge der randlichen chemischen Herauslösung von Silber aus ursprünglich silberreichem Gold interpretiert. Die bisher durchgeführten Oberflächenanalysen mittels REM-EDX gestatten daher keine Aussage bezüglich der Gold/Silber-Verhältnisse der jeweiligen gesamten Flitter.

4. Ausblick

Die vorgestellten Ergebnisse der Untersuchung von Seifengoldflittern aus drei sächsischen Kieswerken wurden im Rahmen erster orientierender Arbeiten zur Klärung der Verbreitung und Genese von Seifengold in Sachsen erzielt. Sie sind durch ein „Herantasten“ an die Beprobungs- und Untersuchungsmethodik gekennzeichnet und erfordern daher teilweise – z.B. hinsichtlich der Bestimmung der Goldgehalte im Rohkiessand – ergänzende Arbeiten mit größeren Probemengen.

Im Unterschied zu anderen natürlichen Rohstoffen zeichnet sich Gold durch eine besondere Attraktivität aus, was sich nicht zuletzt in seinem hohen Preis widerspiegelt. Berichte über Untersuchungen an Gold sind daher in besonderem Maße der öffentlichen Aufmerksamkeit unterworfen, wobei Fakten oftmals verzerrt wiedergegeben werden. Dies führt unter anderem dazu, daß Kieswerksbetreiber aus einer Fülle von Gründen den Umgang mit Daten zum Thema „Gold“ vertraulich behandeln. Der im LfULG angesiedelte Staatliche Geologische Dienst ist als neutraler Ansprechpartner für derartige Arbeiten prädestiniert. Im Rahmen der gesetzlich vorgeschriebenen geologischen Landesaufnahme wird derzeit auch der Rohstoff Gold hinsichtlich Vorkommen, Genese, rohstoffgeologischer Eigenschaften sowie wirtschaftlicher Nutzbarkeit untersucht. Dazu erfolgte eine Auswahl von 25 Kiesgruben, wobei jeweils der Rohkiessand sowie je nach Einzelfall ausgewählte goldreichere Teile der Transport- und Aufbereitungsanlage beprobt wurden. Ergebnisse werden Ende 2011 vorliegen. Mit dem Ziel, eine mögliche Goldnebegewinnung unter

Berücksichtigung der im Vordergrund stehenden Kiessandproduktion attraktiv zu machen, ist eine weitestmögliche Publikation der Resultate vorgesehen, welche in jedem Einzelfall die Interessen der Kieswerksbetreiber an vertraulichem Umgang mit den Gold-relevanten Daten wahrt. Inwieweit die Goldvorkommen in sächsischen Kiesgruben tatsächlich eine wirtschaftliche Bedeutung besitzen, wird sich zeigen. Tatsache ist, dass im Rahmen der bisher gelaufenen Arbeiten in jedem Kieswerk Gold nachgewiesen wurde und die Goldgehalte in den Rohkiesproben bis 9 ppb erreichen.

Danksagung: Ein Großteil der vorgestellten neueren Ergebnisse wurde in Zusammenarbeit mit der TU Bergakademie Freiberg (Lehrstuhl Lagerstättenlehre und Petrologie), insbesondere mit Unterstützung durch Herrn Prof. Jens Gutzmer sowie Prof. Thomas Seifert gewonnen, denen dafür herzlicher Dank gebührt. Das Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie stellte finanzielle Mittel zur Durchführung der Untersuchungen zur Verfügung.

Literatur:

1. BÖHME, R. & THALHEIM, KL. (2002): Gold und Schwerminerale aus den Elbeschottern der Kiesgrube in Dresden-Zschieeren/Sachsen. – In: Gold in Deutschland und Österreich, Beiträge der Arbeitstagung im Museum Korbach am 9. und 10. September 2000, 155-160, Korbach
2. CLARKE, F. & WASHINGTON, H. (1927): The composition of the Earth's crust. – U.S. Geol. Surv. Prof. Papers 127, 1-117, Washington
3. FÜCHTBAUER, H. (1988): Sedimente und Sedimentgesteine. – Schweizerbart, Stuttgart
4. GOLDSCHMIDT, V.M. (1937): The principles of the distribution of the chemical elements in minerals and rocks. – Journ. Chem. Soc. , 655-673, London
5. KÜHNE, W.G. (1983): Gold für uns aus der Kiesgrube. – Aufschluß, 34, 215-218
6. LI TUNG & YIO, CHI-LUNG (1966): The abundance of chemical elements in the Earth's crust and its major tectonic units. – Sci. Sin., 15, 258-272 (zitiert in: Saager, 1986)
7. RÖSLER, H.-J. & LANGE, H. (1976): Geochemische Tabellen. – 2. Auflage, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie Leipzig
8. SAAGER, R. (1986): Goldlagerstätten: Geologie, Geochemie und Metallogenese. – In: Edelmetalle, Exploration und Gewinnung. – Herausgegeben von der GDMB Gesellschaft Deutscher Metallhütten- und Bergleute; Schriftenreihe der GDMB, H. 44, VCH Verlagsgesellschaft
9. SCHADE, M. (2008): Gold in Sachsen. – Deutsches Goldmuseum
Spiegel (2004): Der Traum vom Rheingold. – DER SPIEGEL, 12/2004
10. SPIEGEL (2004): Der Traum vom Rheingold. – DER SPIEGEL, 12/2004
11. TAYLOR, S.R. (1964): Abundance of chemical elements in the continental crust: a new table. – Geochim. Cosmochim. Acta, 28, 1273-1285
12. THALHEIM, KL. (2002): Gold in Sachsen – ein historischer Überblick. - In: Gold in Deutschland und Österreich, Beiträge der Arbeitstagung im Museum Korbach am 9. und 10. September 2000, 130-154, Korbach

13. TUREKIAN, K.K. & WEDEPOHL, K.H. (1961): Distribution of elements in some major units of the Earth's crust. – Geol. Soc. Am. Bull. 72, 175-192
14. VILADEVALL, M., PACHECO, J.A. AND CADENA, J.L. (2006): Sand and gravel plants as potential sources of gold production in the European Union. - Applied Earth Science (Trans. Inst. Min. Metall. B), Vol. 115, No 3, 94-102
15. VINOGRADOV, A.P. (1962): Die Durchschnittsgehalte der chemischen Elemente in den Hauptarten der Eruptivgesteine. - (russ.), Geochimija, 7, 555-571
16. WALSH, J.L. & CLEVERLEY, J.S. (2009): Gold deposits: where, when and why. – Elements, Vol. 5, 288
17. WIERCHOVIEC, J. (2002): Morphology and chemistry of placer gold grains – indicators of the origin of the placers: an example from the East Sudetic Foreland, Poland. - Acta Geologica Polonica, Vol. 52 (2002), No. 4, pp. 563-576