

Vererzungen in Quarzgängen des Görlitzer Schiefergebirges – Neufunde beim Bau der Windkraftanlagen nördlich von Görlitz

Von THOMAS GIESLER, OLAF TIETZ und THOMAS WITZKE

Zusammenfassung

Im östlichen Görlitzer Schiefergebirge treten sowohl monomineralische als auch vererzte Quarzgänge auf. Die Vererzungen werden zwei Paragenesen zugeordnet, einmal sulfidischen Fe-Cu-Mineralisationen (I) und zum anderen oxidischen/hydroxidischen Mn-Fe-Mineralisationen (II).

Im Zeitraum von 2002 bis 2013 wurden in sieben weiteren Aufschlüssen zum Teil vererzte Quarzgänge festgestellt. Besonders bemerkenswert ist dabei die Entdeckung einer reichhaltigen Mn-Fe-Mineralisation bei Charlottenhof, die im Zusammenhang mit einer 400–600 m entfernten, schon aus der Literatur bekannten Lokalität wahrscheinlich ein umfangreicheres Erzvorkommen bildet. Von diesen Vorkommen bei Charlottenhof liegen drei aktuelle chemische Erzanalysen vor, die mit vier historischen und zwei neueren, bisher nicht publizierten Analysen der Mn-Mineralisationen bei Rengersdorf (ca. 6 km nordwestlich) verglichen werden. Im Ergebnis zeigen sie übereinstimmend ein Erz mit Gehalten von 30–60% Manganoxid und durchschnittlich 2,1% Eisenoxid, 1,7% Kobaltoxid, 1,1% Nickeloxid und 0,8% Kupferoxid auf. Die sulfidischen Fe-Cu-Mineralisationen sind der Literatur nach als endogene Bildungen anzusehen. Dagegen ist die Genese der Mn-Fe-Mineralisationen bis heute nicht eindeutig geklärt. Einige Autoren vertreten eine exogene Bildung, so in Verbindung mit intensiven und langanhaltenden Verwitterungsprozessen, wobei die Herkunft des Mangans offen bleibt. Im Gegensatz dazu halten die Autoren der vorliegenden Arbeit eine endogene Genese für sehr wahrscheinlich, bei der in Quarzgängen und dem Nebengestein die oxidischen/hydroxidischen Mn-Fe-Mineralien primär zur Abscheidung gelangten. Später kam es möglicherweise lokal zur Mobilisierung, Umverteilung und zum erneuten Absatz der gleichen, nun sekundären Mn-Mineralien.

Unter Annahme einer endogenen Genese kann für die Mineralisationen der Paragenesen I und II höchstwahrscheinlich ein postvariszisches oder noch jüngeres Bildungsalter zu Grunde gelegt werden. Sie stehen nicht mit den Intrusionen der variszischen Granite von Königshain in Verbindung.

Abstract

Ore mineralization in quartz veins of the Görlitz Schiefergebirge – New discoveries from the excavations of wind power turbines north of Görlitz (Saxony/Lausitz)

Monomineralic as well as ore containing quartz veins may be found in the eastern Görlitz Schiefergebirge. The ore deposits can be assigned in to two mineral parageneses; sulphide Fe-Cu mineralizations and oxidic/hydroxidic Mn-Fe mineralizations.

In the period 2002–2013 partially ore containing quartz veins were detected at a further seven outcrops. The discovery of a rich manganese iron mineralization near Charlottenhof (7 km NNE of Görlitz) is particularly noteworthy. This ore occurrence is probably related to a Mn-Fe deposit 400–600 m away, which is known from former literature. Three current chemical ore analyses from the new Charlottenhof ore locality are compared with four historical ore analyses and two not yet published modern analyses from the Mn deposit near Rengersdorf, roughly 6 km to the northwest. All nine analyses show consistent metal contents with 30–60% manganese oxide and average contents of 2.1% iron oxide, 1.7% cobalt oxide, 1.1% nickel oxide and 0.8% copper oxide.

The sulfide Fe-Cu mineralizations can be described according to the literature as an endogenous formation. However, the formation of Mn-Fe mineralization has not yet been clarified. Some authors associate exogenous formation with e.g. intensive and long-lasting weathering processes, but the origin of the manganese remains unclear. The authors of the present work also consider an endogenous genesis in which oxidic/hydroxidic Mn-Fe ores were primarily deposited in quartz veins and the country rock. Later it came perhaps to mobilize, redistribution and segregation of the same, now secondary manganese minerals.

Assuming an endogenous genesis, a post-Variscan or even younger age can most likely be assumed for the mineralizations of the parageneses I and II. They are not connected with the intrusions of the Variscan granites of Königshain.

Keywords: Sulfide Fe-Cu mineralization, oxidic/hydroxidic Mn-Fe mineralization, cobalt, nickel, copper, lithium, X-ray diffractometer, energy dispersive X-ray spectroscopy, X-ray fluorescence spectroscopy.

1 Einleitung

Im östlichen Görlitzer Schiefergebirge (Abb. 1) gaben neue, zum Teil bemerkenswerte Funde von Eisen-, Kupfer- und Manganmineralen (Abb. 2) den Anlass, sich näher mit der Zusammensetzung und der Genese dieser Mineralisationen zu beschäftigen.

Dazu werden im ersten Teil der vorliegenden Arbeit die bisherigen Erkenntnisse zusammengestellt. Es erfolgen eine Auflistung und Gliederung der bereits bekannten Vererzungen des Görlitzer Schiefergebirges sowie die Wiedergabe der Genesemodelle.

Danach blieb die Bildung, als auch der primäre Charakter der Manganmineralisationen unklar, weshalb diesen Themen im Folgenden besondere Aufmerksamkeit gewidmet wird. Auf Grundlage des umfangreichen Fundes von Manganmineralen bei Charlottenhof werden Beobachtungen und Untersuchungen diskutiert, welche im Ergebnis die mögliche Genese der Manganmineralisationen im Görlitzer Schiefergebirge aufzeigen.

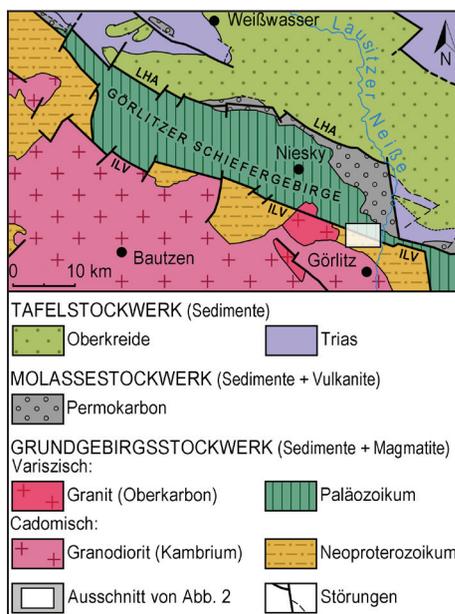


Abb. 1: Geologische Übersichtskarte des Görlitzer Schiefergebirges mit angrenzenden Einheiten. Eingetragen ist die Position des Untersuchungsgebietes (Abb. 2). Verändert nach: KRENTZ et al. (2000), LEONHARDT (1995) und CYMERMAN (2004).

2 Verzerrungen in Quarzgängen – Zusammenstellung von Fundstellen im östlichen Teil des Görlitzer Schiefergebirges

Die aus der Literatur bekannten Lokalitäten von Verzerrungen in Quarzgängen des östlichen Görlitzer Schiefergebirges werden ohne Anspruch auf Vollständigkeit in einer Zusammenstellung aufgelistet. Sie gliedert sich in Anlehnung an HIRSCHMANN et al. (1972a) in folgende zwei Mineralparagenesen: (I) Quarzgänge mit sulfidischen Fe-Cu-Mineralisationen und (II) Quarzgänge mit oxidischen/hydroxidischen Mn-Fe-Mineralisationen. Im Anschluss werden die Vorkommen primärer und/oder sekundärer Karbonatmineralisationen in Quarzgängen aufgeführt, was im Hinblick auf die Genese der Manganmineralisationen von Paragenese II von Bedeutung ist.

Zur jeweiligen Fundstellenangabe finden sich mehrere Zusatzinformationen, so das Nebengestein (in Klammern gesetzt, meist Kieseliefer-Hornstein-Konglomerat, abgekürzt K-H-Kongl.), die hauptsächlich auftretenden Minerale sowie einige Literaturquellen.

Weiterhin wird von der Paragenese und der alphabetischen Folge eine Kurzbezeichnung für einige nachfolgend behandelte Fundstellen abgeleitet, so z. B. Paragenese I und Fundstelle a (Ia) für die Grube „Maximilian“ bei Ludwigsdorf.

Paragenese I: Quarzgänge mit sulfidischen Fe-Cu-Mineralisationen, lokal mit etwas Pb, Zn, Ni, As, Sb, und Se

- Ludwigsdorf, Grube „Maximilian“ (entspricht in der Abb. 2 der Lokalität Ia) (Tonschiefer/Kieseliefer) – primär u.a.: Chalkopyrit, Pyrit; Tetraedrit, Markasit, Gersdorffit, Galenit; sekundär u.a.: „Kupferglanz“ (Roxbyit, Djurleit, Digenit, Chalkosin), „Buntkupferkies“ (PETRASCHECK 1934, HIRSCHMANN et al. 1972a, WITZKE & GIESLER 2006)
- Kodersdorf, Ortslage Rengersdorf, Erkundungsbohrung auf dem Heideberg (K-H-Kongl.) – Pyrit (RICHTER 1959)
- Kodersdorf, Ortslage Rengersdorf, Geiersberg (K-H-Kongl.) – Pyrit (TIETZ & GIESLER 2005)

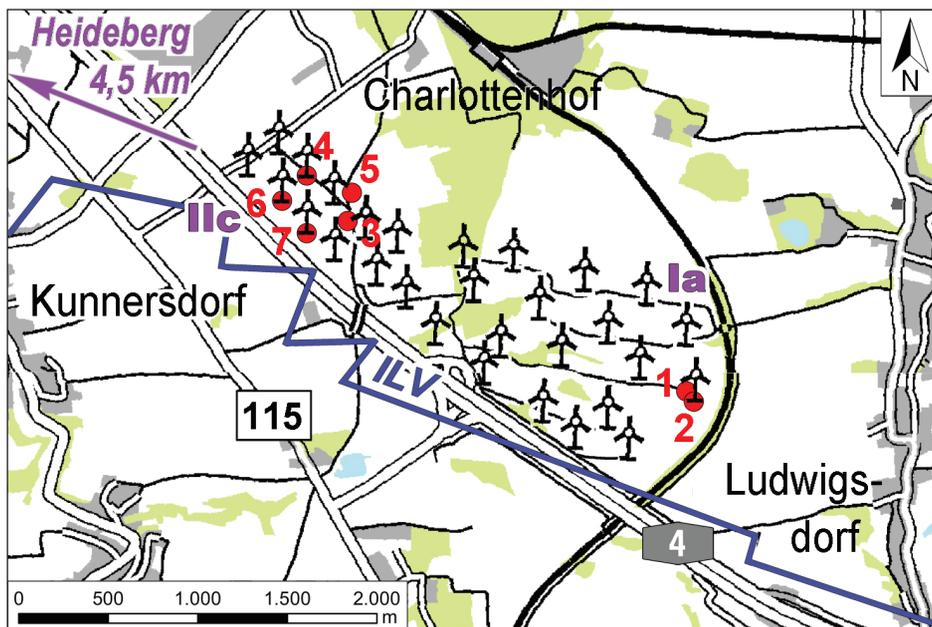


Abb. 2: Karte mit den Fundpunkten 1–7 (rot) und weiteren in diesem Bericht behandelte Erzkvorkommen (violett): Ia = Kupfererzgrube Maximilian, Ilc = bewaldete Anhöhe bei Charlottenhof, Richtungsangabe und Entfernung zum Heideberg bei Rengersdorf; ILV (blau) = Innerlausitzer Verwerfung (nach HIRSCHMANN et al. 1972b).

- d) Görlitz, Bau der Anschlussstelle der A 4 (K-H-Kongl.) – Pyrit (WITZKE & GIESLER 2006)
- e) Charlottenhof, Tieferlegung des die A 4 kreuzenden Weges am Brückenbauwerk BW 84/3 (K-H-Kongl.) – Pyrit, Chalkopyrit, Djurleit, (WITZKE & GIESLER 2006)
- f) Kodersdorf, Ortslage Rengersdorf, Gründungsarbeiten zur Brücke der A 4 über das Tal des Weißen Schöps (oberdevonische Tonschiefer) – Pyrit, Chalkopyrit, Galenit, Sphalerit (WITZKE & GIESLER 2006)
- g) Horscha, Steinbruch Pansberg (K-H-Kongl.) – Pyrit, Chalkopyrit, Tetraedrit, Sphalerit, Ferroselit, Bornit (WITZKE & GIESLER 2007)
- h) Kodersdorf, Ortslage Rengersdorf, Tagebau nahe der Anschlussstelle Kodersdorf der A 4 (Tonschiefer) – Pyrit, Chalkopyrit, Djurleit (GIESLER 2009 und 2013)
- i) Kollm, Gemeindeberg (K-H-Kongl.) – Chalkopyrit (GIESLER 2016)
- j) Ödernitz, Kiesgrube (K-H-Kongl.) – Chalkopyrit (GIESLER & WITZKE 2016)
- k) Kodersdorf, Ortslage Rengersdorf, Industriegebiet „Sandberg“ (Tonschiefer/Kieselschiefer) – Pyrit, Markasit, Chalkopyrit, Galenit, Sphalerit, Smythit (GIESLER & WITZKE 2017)
- l) 1,3 km SW von Charlottenhof unmittelbar W der A 4 (entspricht in der Abb. 2 der Lokalität IIc). Die Koordinaten der bewaldeten Anhöhe (HIRSCHMANN et al. 1972a) sind RW 5.496.272, HW 5.674.692 und die von BW 84/3 (WITZKE & GIESLER 2006) sind RW 5.496.209, HW 5.674.831¹ (K-H-Kongl.) – Pyrolusit, Kryptomelan, Todorokit, Lithiophorit, Goethit, Limonit
- d) Kodersdorf, Ortslage Rengersdorf, Schurf bei Höhe 230,6 an der Hohen Straße, 900 m NW vom Heideberg (devonische Ton- und Quarzitschiefer) – „Hartmanganerz“ (GRUHL 1953), welches sich nach einer aktuellen Untersuchung als Lithiophorit (XRD) erwies.
- e) Wiesa, NE des Ortes bzw. ca. 300 m NNE Punkt 188,8, Quarzklippe (im Tonschiefer) – Lithiophorit (HIRSCHMANN et al. 1972a)
- f) Kodersdorf, Ortslage Rengersdorf, Tagebau nahe der Anschlussstelle Kodersdorf der A 4 – Takanelit (GIESLER 2009)
- g) Kodersdorf, Ortslage Rengersdorf, Industriegebiet „Sandberg“ (devonische Tonschiefer) – Pyrolusit, wahrscheinlich Ranciéit (GIESLER & WITZKE 2017)

Quarzgänge mit Karbonaten und Hohlräumen weggelöster Kristalle² von Karbonatmineralen

Paragenese II: Quarzgänge mit oxidischen/hydroxidischen Mn-Fe-Mineralisationen

- a) Kodersdorf, Ortslage Rengersdorf, Heideberg (K-H-Kongl.) – Kryptomelan, Lithiophorit, Limonit [meist amorphe Fe-haltige Substanz] (WEISBACH 1880, HIRSCHMANN et al. 1972a, WIEDEMANN 1995)
- b) Görlitz, Anschlussstelle der A 4 (K-H-Kongl.) – Pyrolusit, Todorokit, Lithiophorit, Goethit (WITZKE & GIESLER 2006)
- c) Charlottenhof, kleine bewaldete Anhöhe ca. 250 m SSW von Punkt 235,7 m (HIRSCHMANN et al. 1972a, zur Lokalisierung von Punkt 235,7 m siehe TK WEHRKIRCH 1939) bzw. Kunnersdorf, Tieferlegung des nach Charlottenhof führenden, die A 4 kreuzenden Weges und Bau zweier Regenrückhaltebecken am Brückenbauwerk BW 84/3 der A 4 (WITZKE & GIESLER 2006). Die Fundstelle befindet sich

- a) Ludwigsdorf, Grube „Maximilian“ – primär: Siderit, Dolomit bzw. Braunspat; sekundär: Azurit, Malachit (PETRASCHECK 1934, HIRSCHMANN et al. 1972a)
- b) Kodersdorf, Ortslage Rengersdorf, Heideberg – „Negative von rhomboedrisch

¹ Koordinaten nach DHDN Gauß-Krüger 5 (EPSG: 31469), URL-1

² Die Hohlräume weggelöster Kristalle in derbem Gangquarz beschrieb GIESLER (2016) als Perimorphosen, welche aber, um Missverständnissen vorzubeugen, in dieser Arbeit als Hohlräume weggelöster Kristalle bezeichnet werden.

RÖSLER (1988, S. 221) bildet in zwei Skizzen die Entstehung von Perimorphosen ab. Dabei wird ein kristallisiertes Mineral von einem anderen Mineral überkrustet. Nach Auflösung des ursprünglichen Minerals entsteht schließlich ein, von dem überkrustenden Mineral begrenzter, kristallförmiger Hohlraum, die Perimorphose.

Als Perimorphosen im weiteren Sinne gelten jedoch auch die Hohlräume weggelöster Kristalle in, z. B. derbem Quarzgestein (URL-2), so vergleichbar den Funden in diesem Teil der Zusammenstellung.

kristallisierenden (höchstwahrscheinlich Karbonspat) und tafelig kristallisierenden (höchstwahrscheinlich Baryt) Mineralien“ sowie in einer Erkundungsbohrung „Kalzit“ (RICHTER 1959)

- c) Kodersdorf, Ortslage Rengersdorf, Gründungsarbeiten zur Brücke der A 4 über das Tal des Weißen Schöps – Dolomit (WITZKE & GIESLER 2006)
- d) Kodersdorf, Ortslage Rengersdorf, Tagebau nahe der Anschlussstelle Kodersdorf der A 4 – sekundär: Malachit (GIESLER 2009)
- e) Jänkendorf, Kiesgrube nahe des Butterberges (K-H-Kongl.) – Hohlräume eines weggelösten vermutlich karbonatischen Minerals, auf Grundlage der Lösungen vermutlich Bildung eines sekundären Karbonates und Umwandlung von diesem in Goethit (GIESLER 2016)
- f) Kollm, Gemeindeberg – Hohlräume eines weggelösten vermutlichen Karbonatminerals (GIESLER 2016)
- g) Kodersdorf, Ortslage Rengersdorf, Industriegebiet „Sandberg“ – sekundär: Rhodochrosit (GIESLER & WITZKE 2017)

3 Geowissenschaftlicher Kenntnisstand über ausgewählte Vererzungen des Görlitzer Schiefergebirges

Die mit Abstand größte und bedeutendste Anreicherung sulfidischer Minerale befand sich bei Nieder-Ludwigsdorf (Fundstelle Ia). Abgebaut wurde das Vorkommen von 1872–1879 und von 1902–1905 durch die Grube „Maximilian“. Die Lagerstätte ist an einen mehrere Meter mächtigen, etwa E–W streichenden Quarzgang gebunden. Dieser enthielt hauptsächlich Kupfer-, untergeordnet auch Blei-, Eisen-, Nickel-, Arsen- und Antimon-haltige Minerale. Bauwürdig waren ausschließlich die sekundären Anreicherungen der Oxidations- und Zementationszone, dagegen wies die tieferliegende primäre Vererzung nur einen geringen Metallgehalt auf (PETRASCHECK 1934, HERR in PETRASCHECK 1934).

Weitaus umfangreicher ist die Literatur zu einigen Manganmineralisationen der Paragenese II.

LESKE (1785) fand am südlichen Hang des Heideberges bei Rengersdorf anstehenden Quarz mit „inliegenden schwarzen Erdkobolt“.

GÖSSEL (1827) bezeichnet diesen nach der chemischen Zusammensetzung als „Kobaltmanganerz“.

A. Bernoulli (in PECK 1875), Initiator des Bergbaus (1872–1879) auf dem Heideberg bei Rengersdorf, konstatiert, dass die Lagerstätte (Quarz mit schwarzem Erdkobalt) eine Muldenform besitzt. Sie ist vermutlich nicht im Nebengestein eingelagert sondern diesem aufgelagert. Möglicherweise lasse sich deren Bildung auf das „Zutagetreten plutonischer Massen“ zurückführen, so können in größerer Tiefe Gänge auftreten, die „mit den in der Nähe auftretenden Porphyren in näherem Zusammenhange stehen“.

GRUHL (1953) berichtet von den Ergebnissen oberflächennaher Erkundungsarbeiten im Gebiet des Heideberges bei Rengersdorf bis zur nördlich davon gelegenen Schäferei Freischütz. Mehrere Schürfe trafen dabei Vererzungen auf der Kuppe des Heideberges bei Rengersdorf (IIa) und bei Höhe 230,6 (IIb) an. Derartige Vorkommen von Co-, Ni- und Cu-haltigem Manganerz finden sich in Quarzgängen, die WNW-ESE streichen und steil nach S bzw. SW einfallen. Die Annahme, dass die Eisen- und Manganerze bei Rengersdorf, Wiesa und Jänkendorf den Eisernen Hut einer anderen Erzlagerstätte, etwa eines Kupfervorkommens darstellen, konnte nicht bestätigt werden.

RICHTER (1959) fasst die Ergebnisse von Untersuchungsarbeiten der Staatlichen Geologischen Kommission zusammen. Aufgabenstellung war die Klärung der Erzführung und Genese der Lagerstätte Heideberg bei Rengersdorf. Dazu wurde eine 82,6 m tiefe Erkundungsbohrung niedergebracht, die unterhalb von 4,8 m (HIRSCHMANN & RICHTER 1958) nur noch das Grundgestein mit vereinzelt „Quarz-Kalzit-Pyritrümchen“ antraf. Durch diese und weitere Untersuchungen konnte ein oberflächennahes, muldenförmiges und flach lagerndes Quarzvorkommen festgestellt werden, welches als der Rest eines weitgehend erodierten Quarzanges anzusehen ist. Bei dem daran gebundenen Kobaltmanganerz handelt es sich um eine sekundäre Bildung innerhalb der Oxidationszone. Die primäre Mineralisa-

tion des Quarzganges ist vermutlich ähnlich der Quarz-Calcit-Pyrittrümchen, welche in der Bohrung im Liegenden des Quarzganges angetroffen wurden. Allerdings dürfte der quantitative Metallgehalt der Vererzung nicht die hier vorhandenen Mn-Co-Anreicherungen hervorgebracht haben. RICHTER (1959) nimmt daher an, dass die Mulde des Quarzganges auf dem Heideberg bei den verwitterungsbedingten Lösungsprozessen als eine Art lokales Sammelbecken für Mn- und Co-Ni-haltige Lösungen diente. Dieser mehr oder weniger mineralisierte Quarzgang auf dem Heideberg bei Rengersdorf ist „höchstwahrscheinlich“ auf den nur wenige Kilometer westlich gelegenen variszischen Königshainer Granit zurückzuführen.

HIRSCHMANN et al. (1972a) greifen die Untersuchungsergebnisse von RICHTER (1959) auf. Auch sie betonen, dass die primären Paragenesen zum Vererzungstyp Heideberg nicht eindeutig geklärt sind.

Im Rahmen von Revisionsarbeiten zu hydrothermalen Mineralisationen im östlichen Sachsen untersucht WIEDEMANN (1995) oxidische sekundäre Manganminerale in Quarzgängen unter anderem aus dem Görlitzer Schiefergebirge. Die Herkunft des Mangans bleibt im Prinzip unbekannt, wie dies typisch für solche Lagerstätten ist. So fanden sich auf dem Heideberg bei Rengersdorf weder zur Zeit des aktiven Bergbaus (1872–1879) noch bei späteren Erkundungsarbeiten Hinweise auf eine primäre Manganmineralisation. Doch zeigen die mineralogischen Untersuchungen, dass in den manganoxidischen Bildungen das Mineral Lithiophorit weit verbreitet ist und dieses möglicherweise eine genetische Bedeutung hat. Lithiophorit und andere oxidische Manganminerale besitzen eine Bindung zur Gangmineralisation. Nach WIEDEMANN (1995) lassen sich derartige Mangan-Anreicherungen vermutlich auf lang andauernde präcnomane Verwitterungsprozesse einschließlich der damit verbundenen Abtragung der alten Landoberfläche zurückführen. Sie bildeten sich aus einer Mineralisation, die vermutlich primär nur geringe Manganhalte aufwies.

4 Geologie des Untersuchungsgebietes

Das Görlitzer Schiefergebirge (Synklinorium) bezeichnet eine in nordwestliche Richtung gestreckte, etwa 60 x 13 km große regional-geologische Einheit, die im Norden durch den Lausitzer Hauptabbruch und im Süden durch die Innerlausitzer Störung begrenzt wird (KRENTZ et al. 2000, TIETZ 2011, Abb. 1). Durch zahlreiche Forschungsbohrungen ließen sich Gesteinsfolgen vom Unterkambrium bis in das Unterkarbon (Paläozoikum) belegen (HIRSCHMANN et al. 1972a und b).

Das in diesem Bericht bearbeitete und im folgenden Abschnitt umrissene Untersuchungsgebiet liegt im östlichen Görlitzer Schiefergebirge, etwa 4–7 km nördlich von Görlitz. Den Gesteinsuntergrund bilden hier hauptsächlich ein Kieselschiefer-Hornstein-Konglomerat (nähere Ausführungen zum Gestein siehe SCHWARZ et al. 2015), eine Tonschiefer-Grauwacke-Wechselagerung (beides Unterkarbon) sowie eine Quarzit-Tonschiefer-Wechselagerung (Oberdevon). Die paläozoischen Gesteine, einschließlich des Kieselschiefer-Hornstein-Konglomerates, werden von nahezu monomineralischen als auch vererzten Quarzgängen durchsetzt. Diese sind an Störungen gebunden, sie streichen zwischen 90° und 130° (von NW bis W nach SE bis E, BARTNIK 1969). Bei den Vererzungen lassen sich mehrere Paragenesen (s.o.) unterscheiden (BARTNIK 1969, HIRSCHMANN et al. 1972a und b).

5 Neue mineralogische Fundstellen

Das Untersuchungsgebiet (in den Gemarkungen Kunnersdorf und Ludwigsdorf) erstreckt sich zwischen Ludwigsdorf, Kunnersdorf und der Siedlung Charlottenhof (ehemaliges Vorwerk von Kunnersdorf). Als Begrenzungen wurden im Osten und Süden die Bahnstrecke Görlitz-Berlin, im Westen die Autobahn A 4 und im Norden der Fahrweg nach Charlottenhof gewählt (TK NEISSEAU 1999). In diesem Areal befinden sich auf einem NW-SE verlaufenden Höhenzug, zu dem auch der 266,6 m hohe Galgenberg gehört, insgesamt

29 Windkraftanlagen (WKA). Sie wurden in den Jahren 1999/2000 (8), 2003/04 (10), 2006 (1), 2008 (3) und 2010 (7) errichtet (ANONYM 2000, 2004, 2008, GERHARDT 2011). Die Einzelfundstellen sind vier Baugruben der WKA, eine kleine Anhöhe südlich der Grube „Maximilian“ sowie zwei Abbaugruben für die Gewinnung von Wegebaumaterial (Abb. 2). Alle sieben Fundstellen liegen im Kieselschiefer-Hornstein-Konglomerat. Die Tonschiefer-Grauwacke-Wechselagerung wurde dagegen in keinem der beschriebenen Aufschlüsse beobachtet.

Entgegen der oben erfolgten alphanumerischen Nummerierung (Paragenese mit römischer Ziffer und alphabetische Nummerierung der Fundstellen) besitzen die neuen Fundstellen eine fortlaufende lateinische Nummerierung.

1) Bewaldete Anhöhe (RW 5.498.862, HW 5.673.652), 700 m südlich der ehemaligen Grube „Maximilian“

Im nordwestlichen Bereich der Anhöhe entstand durch die gelegentliche Gesteinsentnahme ein ca. 7 m hoher Hanganschnitt, welchen M. Völker/Görlitz in den 1990er Jahren mit Rauchquarzfunden in Verbindung brachte. Die Nachsuche in den Jahren 2002 und 2006 legte im oberen Niveau des Anschnitts zahlreiche Bruchstücke von Quarzgängen frei, an denen der Quarz gelegentlich glänzende, kurzprismatische und miteinander verwachsene Kristalle ausbildet. Diese haben einen Durchmesser von bis zu 3 cm und eine Länge von bis zu 2,5 cm (Abb. 3). Farblich variieren sie von einem durchscheinenden Graubraun



Abb. 3: Durchscheinende, graubraune Quarzkristalle, bewaldete Anhöhe am Fundpunkt 1, ca. 700 m südlich der ehemaligen Grube „Maximilian“, Sammlung T. Giesler Nr. 1753.

bis zu einem undurchsichtigen Schwarz. Für die letztgenannte Färbung sind dabei vermutlich eingelagerte eisenhaltige Substanzen verantwortlich, wie sie auch die Oberflächen der Bruchstücke in hell- bis dunkelbraunen Krusten überziehen. An weiteren Bruchstücken, die wahrscheinlich aus einem anderen Gang/Gangbereich stammen, erscheinen dagegen weißgraue, durchscheinende, kurzprismatische und bis 1,5 x 1,5 cm (Länge x Durchmesser) messende Quarzkristalle. Sie enthalten sehr selten bis 0,4 mm große, metallisch glänzende Einschlüsse von Chalkopyrit (EDX). Die Oberfläche derartiger Stufen bedecken oft rotbraune, erdige Überzüge, die zumindest teilweise aus Hämatit (XRD) bestehen.

Am nordwestlichen Hang wurde in den letzten Jahren mehrfach Gesteinsmaterial entnommen. Dabei erschloss im Jahr 2013 der Abbau auf tieferem Niveau nochmals einen in Bruchstücke zerfallenen Quarzgang. Hier erscheinen in Teilbereichen mit stängeliger Ausbildung grauweiße, durchscheinende, kurzprismatische Quarz-Kristalle, welche bis zu einem dm² Fläche bedecken. Oftmals sind die bis zu 2,0 x 2,0 cm (Länge x Durchmesser) großen Kristalle jedoch ohne Glanz und morphologisch unvollständig ausgebildet (uneben und wie zerfressen wirkend). Gelegentlich wachsen ihnen kleinste Quarzkristalle einer zweiten Generation auf.

2) WKA Baujahr 2006 (RW 5.498.877, HW 5.673.606), Baugrube 15 m südlich der bei Fundstelle 1 beschriebenen bewaldeten Anhöhe

In der Baugrube stand ein etwa 6 cm mächtiger Quarzgang an. Daraus ließen sich bis zu einem Dezimeter große Stufen mit weißgrauen, teilweise durchscheinenden, kurzprismatischen und bis zu 1,5 x 1,5 cm (Länge x Durchmesser) großen Quarzkristallen bergen. Auf Grund einer Vielzahl von kleineren Subindividuen an den Prismenflächen der Quarzkristalle ist für diese Bildungen auch die Bezeichnung Sprossenquarz angebracht.

Zeitgleich befand sich auf dem ESE angrenzenden Feld eine Abbaugrube für Wegebaumaterial (Fläche ca. 60 x 20 m, Tiefe bis zu 3 m), in der allerdings keine Mineralfunde getätigt werden konnten.

3) Abbaugrube im Bereich der Höhe 251,7 m (RW 5.496.957, HW 5.674.608), Höhenangabe nach TS GÖRLITZ N 1990)

2008 auf einem Feld angelegt, später mit Mutterboden überplaniert.

An dieser Abbaustelle (Fläche ca. 60 x 15 m, Tiefe bis zu 1,5 m) wurden einige bis zu 30 cm große Quarzblöcke freigelegt, die sich im verwitterten Kieselschiefer-Hornstein-Konglomerat befanden. Sie stammen aus einem hier oder in der Nähe befindlichen Quarzgang. Im Quarz fanden sich gelegentlich bis zu 2,0 x 1,5 cm große Hohlräume eines weggelösten rhomboedrischen Minerals (wahrscheinlich eines Karbonates) und eine 2 x 1 cm große, aus bis zu 1,5 mm messenden Kristallen (Pentagondodekaeder) bestehende Pyritanreicherung (Abb. 4). Außerdem war auf dem Planum der Grube ein anstehender, bis zu 8 cm mächtiger Quarzgang von SE nach NW zu verfolgen. Im Anbruch zeigen die Gangstücke weiße und graue Lagen aufeinanderfolgender Kristallisationsphasen, deren letzte durchsichtige Lage die Begrenzung von bis zu 1,5 x 2,0 cm großen (Länge x Durchmesser) kurzprismatischen Quarzkristallen bildet.



Abb. 4: Anreicherung von Pyrit in Quarz, Fundstelle 3, Abbaugrube bei Höhe 251,7 m, Sammlung T. Giesler Nr. 2076.

4) WKA Baujahr 2008 (RW 5.496.717, HW 5.674.863), Baugrube 350 m NW der Höhe 251,7 m

An den Stößen der Baugrube waren bis zu 6 cm mächtige Quarztrümer aufgeschlossen. Im Quarz traten einige, nur wenige mm messende, sulfidische Anreicherungen auf, welche aus etwa 0,2 mm großen Pyritkristallen (Pentagondodekaeder) bestehen.

5) Abbaugrube (RW 5.496.976, HW 5.674.707), 150 m NNE der Höhe 251,7

2010 auf einem Feld angelegt, später mit Aushubmassen der WKA verfüllt und mit Mutterboden überplaniert.

Im Abbaubereich (Fläche ca. 30 x 40 m, Tiefe bis 5 m) lagerten an einer Stelle in mehreren Metern Tiefe zahlreiche, bis zu 1,0 x 0,7 x 0,7 m große Blöcke, die aus Quarzgängen stammen. Diese wiesen zum Teil Salbänder aus stängeligem Quarz und einem Mittelbereich aus strukturlosem, rissigem Quarz (in den Rissen gelegentlich schwarze, halbkugelige Krusten von Hämatit) auf. An anderen Blöcken zeigten sich Hohlräume, in denen wenige Millimeter messende Quarzkristalle zu beobachten waren. Auch durchzogen dunkelgefärbte Klüfte den Quarz. Die Substanz der 1–2 mm starken Kluffüllungen erwies sich dabei als das Manganoxid Kryptomelan (XRD, EDX), welches bei ausreichendem Freiraum schwarze, kolloidmorphe Krusten ausbildet. Einige sehr kompakte Quarzblöcke enthielten 2–3 cm große sulfidische Mineralanreicherungen. Sie bestehen aus einer Vielzahl von bis zu 2 mm großen Kristallen von Pyrit (FeS_2) in Form des Pentagondodekaeders, einigen bis reichlich 1 mm messenden Körnern von Chalkopyrit (CuFeS_2 , EDX) und seltener aus metallisch grauen, bis 9 x 4 mm großen Körnern von Djurleit ($\text{Cu}_{31}\text{S}_{16}$, XRD). Deren Auswitterung hinterließ Hohlräume, darin konnte eine für die Lausitz durchaus beachtliche sekundäre Mineralparagenese festgestellt werden. Sie besteht aus:

- Schwefel, S (XRD) in blassgelblichen, bis etwa 0,2 mm großen Kristallen
- Covellin, CuS (XRD), erdig, von blauschwarzer Farbe
- Hämatit, Fe_2O_3 , in schwarzen, glänzenden Krusten, einzelne Halbkügelchen messen 0,1 mm
- Goethit, FeO(OH) , in dünnen, kolloidmorphe, schwarzen, im Anbruch dunkelbraunen, radialstrahligen Krusten
- Siderit, FeCO_3 (EDX), als eine braune, glänzende, mikrokristalline Kruste auf einer hellbraunen Verwitterungssubstanz
- Malachit, $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$, in attraktiven grünen, strahligen Aggregaten bis 9 x 6 mm Größe, einzelne Garben messen bis zu 4 mm (Abb. 5).



Abb. 5: Grüne, strahlige Aggregate von Malachit in Quarz, Fundstelle 5, Abbaugrube ca. 150 m NNE der Höhe 251,7, Sammlung T. Giesler Nr. 2308.

6) WKA Baujahr 2010 (RW 5.496.581, HW 5.674.719), Baugrube 400 m WNW der Höhe 251,7 m

Auf dem Planum der Grube konnten mehrere, etwa SE-NW streichende, Quarzgänge beobachtet werden. Einer der Gänge, circa 3 cm mächtig, enthielt ursprünglich viel Pyrit, dessen Verwitterung und Fortführung zahlreiche Hohlräume in Form des Pentagondodekaeders hinterließ. Derartige Bereiche sehen wie zerlöchert aus, in den bis 1,5 mm großen Hohlräumen kommen schwarze, glänzende und aus kleinen Halbkugeln aufgebaute Krusten von Hämatit (XRD) vor.

7) WKA Baujahr 2010 (RW 5.496.720, HW 5.674.536), Baugrube 250 m WSW der Höhe 251,7 m

In der Baugrube stand ein ungewöhnlich hartes Kieselschiefer-Hornstein-Konglomerat an. Darin streichen von SE nach NW bis S nach N eine größere Anzahl von Quarzgängen. Ihre Mächtigkeit beträgt bis zu mehrere Zentimeter, nicht allzu selten treten sie geschart auf. Das Aushubmaterial lagerte vorerst neben der Baugrube (später in der Abbaugrube 150 m NNE der Höhe 251,7 m/Fundstelle 5 verkippt). Es bestand aus großen, teilweise mehr als 0,5 m³ umfassenden Konglomeratblöcken (Abb. 6 und 7), welche von unzähligen, regellos orientierten Klüften durchzogen werden.

Im Aushubmaterial und in der Baugrube fanden sich größere Mengen von Mangan- und Eisen-Oxiden/Hydroxiden als:

- großflächige manganhaltige Krusten, welche die Klüftflächen des Kieselschiefer-Hornstein-Konglomerates überziehen
- kompakte bis 1 dm große Eisenerzanreicherungen, die vorwiegend Eisenminerale und untergeordnet Manganminerale enthalten
- Manganminerale, die brekziierte Konglomeratfragmente verkitten



Abb. 6: Baugrube und im Umkreis lagernde Aushubmassen der WKA an der Fundstelle 7.

- nahezu monomineralische, bis zu 4 cm mächtige Trümer von Manganmineralen, die das Kieselschiefer-Hornstein-Konglomerat durchziehen
- vorwiegend Manganminerale führende und Quarzfragmente einschließende Trümer (Abb. 8) und
- homogene Manganmineraltrümchen, die in Teilbereiche der Quarzgänge eindringen (Abb. 9)

Diese Manganmineraltrümer durchsetzen die Quarzgänge diskordant bzw. brekzieren sie. Eine jüngere Entstehung derartiger Vererzungen und somit eine genetisch unabhängige Bildung gegenüber den Quarzgängen (s. Kap. Diskussion) ist damit sehr wahrscheinlich.

Die Manganminerale sind schwarz bis schwarzgrau und die Eisenminerale dunkelbraun gefärbt. Sie kommen meist derb in Form von dichten Massen, seltener in kolloomorphen Aggregaten vor. Im Quarz sind zudem einige wenige, kleine Drusenräume vorhanden, in

denen weiße, in Teilbereichen durchsichtige und bis 1 cm lange Quarzkristalle auskristallisierten.

An einigen ausgewählten Erzstufen konnten folgende Minerale analytisch nachgewiesen werden:

- Pyrolusit, MnO_2 (XRD), in hochglänzenden, grauen, tafelig erscheinenden und bis 0,2 mm großen Kristallen, sie kleiden kleine Drusen im Quarz und in anderen Manganmineralen aus
- Hollandit, $(\text{Ba}, \text{K}, \text{Ca}, \text{Sr})(\text{Mn}^{4+}, \text{Mn}^{3+}, \text{Ti}, \text{Fe}^{3+})_8\text{O}_{16}$ (XRD, EDX), grauschwarz, massiv, bereichsweise weist das Mineral eine glänzende, schuppige Struktur auf
- Lithiophorit, $(\text{Al}, \text{Li})\text{Mn}^{4+}\text{O}_2(\text{OH})_2$ (XRD, EDX), a) an einem bis zu 3 cm mächtigen, massiven, grauschwarzen Gang; b) an einem kollomorph geformten Aggregat, hierbei weisen die schalig aufgebauten Halbkugeln



Abb. 7: Zwischen 10 cm und 50 cm große Blöcke mit grauschwarzen Manganmineralen, Aushubmassen der WKA an der Fundstelle 7. Alle Fundstellenfotos: T. Giesler



Abb. 8: Vorwiegend Manganminerale führende und Quarzfragmente einschließende Trümer in Kieselschiefer-Hornstein-Konglomerat, Fundstelle 7, Sammlung T. Giesler Nr. 2850.



Abb. 9: Jüngere Trümer von Manganmineralen dringen in einen aufgerissenen älteren Quarzgang ein, Fundstelle 7, Sammlung T. Giesler Nr. 2851.



Abb. 10: Kollomorpher, schalig aufgebauter Lithiophorit, Fundstelle 7, Sammlung T. Giesler Nr. 2318. Alle Mineral-Fotos: O. Tietz

einen Durchmesser von bis zu 8 mm auf (Abb. 10)

- Goethit, $\text{FeO}(\text{OH})$ (XRD, EDX), a) in Form von kompakten, dunkelbraunen Massen mit muscheligen Bruch; b) in schwarzbraunen, glänzenden, kollomorphen, im Anbruch radialstrahligen Krusten auf Nebengestein; c) schichtförmig auf oder unter Manganmineralen
- Kaolinit, $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ (EDX, XRD), in grauschwarzen Manganmineralen als weißgraue, mehrere cm^3 umfassende Massen.

6 Untersuchungen an Erzen und ausgewählten Mineralen

Von den neuen mineralogischen Fundstellen wurden ausgewählte primäre und sekundäre Minerale näher untersucht. Für die Mineralbestimmung kamen hierbei die Röntgendiffraktometrie (XRD) und die energiedispersive Röntgenanalyse am Rasterelektronenmikroskop (EDX) zur Anwendung.

Mit Hilfe der Röntgenfluoreszenzspektroskopie (XRF) konnten die Metallgehalte von sulfidischen und oxidischen/hydroxidischen Mineralkonzentraten bewertet werden. Die für die letztgenannte Analysemethode benötigten Pulverpresstabletten wurden aus jeweils etwa 30–40 Gramm Konzentrat (entnommen von mehreren Stufen) gewonnen.

Eine der Röntgenfluoreszenzanalysen (XRF) diente der Prüfung des Mangangehaltes des Reicherzes der Grube „Maximilian“ in Ludwigsdorf (Ia), welches größtenteils aus sulfidischen Mineralen (hauptsächlich „Kupferglanz“, untergeordnet Chalkopyrit) besteht. Hierbei ergab die Auswertung, dass dieses kein Mangan oberhalb der Nachweisgrenze von 250 ppm enthält.

Drei weitere Röntgenfluoreszenzanalysen wurden an oxidischen Mn-Mineralisationen von Charlottenhof (Fundstelle IIc und Fundstelle 7) vorgenommen (Tabelle 1). Auf Grund des Nachweises des Minerals bzw. Manganoxides Lithiophorit (XRD) erschien es naheliegend, dass die Erze die Elemente Kobalt, Nickel und Kupfer enthalten. So ist nach POST & APPLEMAN (1994) im Kristallgit-

Tab. 1: Ergebnisse der semiquantitativen Röntgenfluoreszenzanalyse (XRF) aus Pulverpresstabletten von Konzentraten der Mn-Fe-Mineralisationen von Charlottenhof / Fundstellen 7 und IIc (Analyse CRB GmbH Hardeggen, Dr. Torben-Christoph Seidel) und vom Heideberg bei Rengersdorf / nördlicher und südlicher Gipfelbereich, Fundstelle IIa (Analyse RWTH Aachen, Angewandte Geochemie, 2004 und 2005).

Probe Fundort	Mn-01 CH Charlottenhof, Fdst. 7	Mn-02 CH CH Fdst. IIc	Mn-03 CH CH Fdst. IIc	Mn-01 RD Heidebg.-N	Mn-02 RD Heidebg.-S	arithmet. Mittelwert
Einheit	Ma-%	Ma-%	Ma-%	Ma-%	Ma-%	Ma-%
SiO_2	1,05	1,39	16,82	6,79	15,62	8,33
Al_2O_3	9,88	14,17	11,92	18,10	20,29	14,87
Fe_2O_3	7,42	4,24	1,99	0,70	1,83	3,24
P_2O_5	0,35	0,20	0,06	0,31	0,30	0,24
K_2O	0,40	0,23	0,73	0,42	0,46	0,45
MnO	59,81	55,65	49,54	44,43	32,43	48,37
CuO	0,79	1,13	0,14	0,30	0,17	0,51
ZnO	0,17	0,23	0,16	0,25	0,21	0,20
CoO	0,58	1,02	0,71	1,49	0,90	0,94
NiO	0,86	1,04	0,68	0,92	0,52	0,80
CaO	0,12	0,11	0,11	0,05	0,05	0,09
BaO	1,74	1,61	1,83	1,60	0,92	1,54
LOI	16,36	18,51	14,58	k.A.	k.A.	16,48

Ma-% = Wert in Masseprozent, LOI = Glühverlust, k.A. = keine Angabe, grau = wichtige Metalloxide

ter von Lithiophorit ein diadocher Einbau von Co, Ni und Cu, wahrscheinlich an Stelle des Al möglich, wodurch allerdings die Kristallinität des Materials herabgesetzt wird. Danach zeigen die in der Literatur aufgeführten Analysen vom Heideberg bei Rengersdorf (IIa) und Höhe 230,6 (IIId), zwei vor einigen Jahren ausgeführte Analysen vom Heideberg bei Rengersdorf und die drei neuen Analysen von Charlottenhof (Fundstelle IIc und Fundstelle 7, alle Ergebnisse s. Tabelle 1 und 2) eine qualitativ wie auch quantitativ vergleichbare Zusammensetzung der Manganmineralisationen auf. Diese vier Fundstellen sind durch das Vorkommen von Erzen mit Gehalten von 32–60% Manganoxid gekennzeichnet. Dabei geben die Manganoxidwerte nicht die durchschnittlichen Gehalte der analysierten Erzkonzentrate wieder, sondern sie sind, wie die negative Korrelation mit SiO_2 und z.T. Al_2O_3 zeigt

(s. Tabelle 1 und 2), Ausdruck der Verunreinigungen mit Quarz, Tonmineralen und Nebengestein. Außerdem enthalten die Vererzungen: 9,9–20,3% Aluminiumoxid (neue Analysen von Charlottenhof und Heideberg bei Rengersdorf, welches sowohl auf den Lithiophorit als auch auf Verunreinigungen mit Ton zurückgeführt werden kann); 0,7–7,4% Eisenoxid; 0,9–1,8% Bariumoxid (s. WIEDEMANN 1995 S. 37, auch erscheinen sehr kleine Kristalle von sekundärem Baryt in der Manganmineralisation des Heideberges bei Rengersdorf); 0,6–1,5% Kobaltoxid; 0,7–1% Nickeloxid sowie 0,1–1,1% Kupferoxid. Zudem ist durch das Auftreten von Lithiophorit in den Erzen aller vier genannten Fundstellen ein geringer Lithiumgehalt zu erwarten (s. WEISBACH 1878 und Tabelle 2), dessen Bestimmung mit der Röntgenfluoreszenzspektroskopie aber nicht möglich ist.

Tab. 2: Historische Analysen der Mn-Mineralisationen aus dem Raum Rengersdorf, 10 km nordwestlich Görlitz von den Fundstellen IIa und IIId (nasschemische Vollanalysen). Die Analysen von Iwaya (WEISBACH 1878 und 1880) sind DOELTER & LEITMEIER (1926) entnommen. Die 1940 an vererzten Lesesteinen vorgenommenen Analysen von Pietzsch veröffentlichte GRUHL (1953).

Probebez. Fundort Literatur	Kakochlor Rengersdorf, Heideberg (IIa) WEISBACH 1878	Kakochlor (Lithiophorit) Rengersdorf, Heideberg (IIa) WEISBACH 1880	Erz Rengersdorf, Höhe 230,6 (IIId) GRUHL (1953)	Erz	
Einheit	%	%	%	%	
SiO_2	13,78	3,88	SiO_2	k.A.	2,05
Al_2O_3	14,33	$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 = 11,46$	Fe_2O_3	2,49	1,98
Fe_2O_3	0,83				
Li_2O	0,91	$\text{K}_2\text{O} + \text{Li}_2\text{O} = 1,25$			
K_2O	1,26				
MnO	43,46	50,95	MnO ₂	50,24	39,94
CuO	0,53	0,55	CuO	1,25	0,99
ZnO	k.A.	k.A.			
CoO	CoO+NiO = 2,55	CoO+NiO = 4,31	CoO	2,34	1,86
NiO			NiO	1,41	1,12
CaO	k.A.	BaO + CaO = 0,73			
BaO	0,82				
Bi_2O_3	k.A.	0,41			
O	9,2	9,5			
H_2O	12,33	16,59			

Kakochlor = heute Lithiophorit, grau = wichtige Metalloide

7 Diskussion

Die in dem vorliegenden Bericht unter den Fundstellen 1, 3, 4, 5 und 6 neu beschriebenen Quarzgänge mit sulfidischen Erzmineralen (Paragenese I) streichen, soweit erkennbar, SE-NW. Sicher nachgewiesen werden konnte diese Ausrichtung nur bei Fundstelle 6, sie entspricht damit den Angaben in BARTNIK (1969) und HIRSCHMANN et al. (1972a). Jedoch sind die sulfidischen Mineralisationen der neuen Fundstellen quantitativ unbedeutend. Sie enthalten eine, im Vergleich zur Lagerstätte Ludwigsdorf (Ia), qualitativ beschränkte, primäre Eisen- und Kupfermineralisation. Darauf basierend kam es in der Oxidationszone der Vorkommen lokal zur Bildung sekundärer Minerale.

Besonders hervorzuheben ist die Entdeckung der neuen, umfangreichen Mangan- und Eisenmineralisation von Fundstelle 7 bei Charlottenhof. Auf Grund der Streichrichtung der Gänge sowie der Mineralisation und dem Chemismus des Erzes kann ein Zusammenhang mit der nur 400 m bis 600 m WNW gelegenen, bereits von HIRSCHMANN et al. (1972a) und WITZKE & GIESLER (2006) beschriebenen Fundstelle oxidischer/hydroxidischer Mangan- und Eisenminerale angenommen werden (Abb. 2, Lokalität IIc). Möglicherweise besteht in diesem Bereich ein größeres, bisher nicht näher erkundetes Erzvorkommen.

RICHTER (1959), HIRSCHMANN (1972a) und WIEDEMANN (1995) nehmen eine exogene, verwitterungsbedingte Genese für diese und vergleichbare Mn-Fe-Mineralisationen in der Oberlausitz an. Dafür kommen als primäre Mn-Träger einige schwach manganhaltige Minerale aus den Gruppen der Sulfide, Silikate und Karbonate in Betracht, deren Verwitterung und Umwandlung zu manganhaltigen Anreicherungen bzw. zur Bildung von Manganmineralen so z.B. dem Lithiophorit führen kann. Gegen das Vorkommen von manganhaltigen Sulfiden im Görlitzer Schiefergebirge sprechen jedoch, dass im Bereich der primären sulfidischen Mineralisationen sowie der sekundären, sulfidbasierenden Paragenesen keine manganhaltigen Gemenge bzw. Manganminerale auftreten und dass im Reicherz der Grube „Maximi-

lian“ in Ludwigsdorf kein Mangangehalt oberhalb der Nachweisgrenze der Untersuchungsmethode (XRF) festgestellt werden konnte.

Weiterhin enthalten oder enthielten die Quarzgänge der Paragenesen I und II geringe Mengen primärer Ca-Fe-Mg-Karbonate. Neben dem Nachweis von Siderit, Dolomit und Calcit zeugen davon rhomboedrische Hohlräume, welche die Kristallform des ursprünglich vorhandenen Minerals (vermutlich eines Karbonates) wiedergeben. Eine mögliche sekundäre Anreicherung oxidischer Manganminerale auf Grundlage potentiell manganhaltiger Karbonate wird jedoch ebenfalls als unwahrscheinlich betrachtet. So müssten dafür sehr viel größere Mengen derartiger primärer Minerale angenommen werden, was die bisherigen spärlichen Nachweise nicht bestätigen. Vielmehr reagierten die in Lösung gegangenen Karbonate und Sulfide miteinander, was schließlich zur Bildung sekundärer Kupferkarbonate und -sulfate, wie in Ludwigsdorf (Ia) und Charlottenhof (Fundstelle 5) führte.

Somit kann davon ausgegangen werden, dass die in den aufgeführten Quarzgängen (s.o.) auftretenden primären Sulfide und Karbonate keine nennenswerten Mangangehalte aufweisen bzw. aufwiesen und daher nicht als Primärquelle der Mn-Mineralisationen in Frage kommen.

Neben der exogenen³ Erklärung der Genese der Manganmineralisationen in Quarzgängen durch Verwitterung und sekundäre Anreicherungsprozesse (nach RICHTER 1959, HIRSCHMANN 1972a und WIEDEMANN 1995) ist auch eine endogene⁴ Entstehung durch hydrothermale Mobilisierung von Mangan in der Tiefe und Ausscheidung in einem höheren Stockwerke denkbar.

In Analogie dazu wird eine postsedimentäre und endogene Entstehung des

³ Exogene geologische Prozesse finden an der Erdoberfläche statt. Unterschieden werden zwei Hauptvorgänge – die Verwitterung und die Sedimentation (RÖSLER 1988, S. 193–200).

⁴ Unter endogenen geologischen Prozessen werden magmatische als auch metamorphe Vorgänge in und unterhalb der Erdkruste verstanden. Einer postmagmatischen Phase gehören die hydrothermalen Mineralbildungen an (RÖSLER 1988, S. 185–193 und S. 200–203).

Kupferschiefers durch heiße Fluide und Salzlösungen (Sole) aus der Unterkruste und dem Erdmantel diskutiert. Nach KOPP et al. (2012) sind derartige Prozesse in der ca. 50 km nordwestlich gelegenen Kupfer-Silber Lagerstätte Spremberg-Graustein der bestimmende Faktor für die Buntmetallanreicherungen an der Zechsteinbasis in 800 m bis 1500 m Tiefe. Große Bereiche des Kupferschiefers des Germanischen Beckens führen nur unbedeutende Metallanreicherungen, weshalb die Erzbildung nicht primär-sedimentär, sondern sekundär-epigenetisch erklärt wird. Die Ausfällung und damit Anreicherung der Buntmetalle erfolgte im Kupferschiefer aufgrund physikochemischer Veränderungen in der Sedimentabfolge zwischen dem Rotliegenden und dem Zechstein. Als Hauptlieferquelle für die Buntmetalle werden unterperimische Vulkanite des Rotliegenden (Andesite und Rhyolithe mit bis über 1000 m Mächtigkeit) angesehen. Diese mehrphasigen und langanhaltenden Vererzungsvorgänge werden mit der Absenkung der Mitteleuropäischen Senke und der damit einhergehenden Dehnungstektonik vom späten Rotliegenden bis in die Mittel Trias (ca. 270–160 Mill. Jahre) in Verbindung gebracht (Kopp et al. 2012). Als Lieferant für Mangan kämen z. B. Lateritböden in den mehrere 1000 m mächtigen Rotliegendablagerungen nördlich des Lausitzer Hauptabbruches in Betracht, die neben Manganhydroxiden auch Kobalt führen können (URL-3).

Den Transport und Absatz von Manganoxiden/hydroxiden aus hydrothermalen Lösungen⁵ sprach bereits SCHRÖCKE (1986, S. 600 und 610) an. Als richtungsweisend sind jedoch die Bearbeitungen der hydrothermalen Gangmineralisationen des Erzgebirges, des Vogtlandes und des Granulitgebirges durch KUSCHKA aufzufassen. Demnach stellen wahrscheinlich mehr als 90% der hydrothermalen Mineralisationen ihrem Alter nach spätvariszische (Karbon bis Untertrias) und saxonische (hauptsächlich Jura bis Kreide)

⁵ Eine hydrothermale Lösung ist eine bei der Differenzierung eines Magmas entstandene überhitzte wässrige Restlösung (unter 400°C). In ihnen angereicherte Metalle können bei sinkenden Temperaturen und Drücken hydrothermale Erzlagerstätten bilden (URL-4).

Bildungen dar. Als die jüngsten Hydrothermalite werden neoide (Kreide/Tertiär bis Quartär) Mineralisationen angesehen, deren jüngste Folgegruppe Quarz-Eisen-Manganerze (qlmnn⁶) die Mineralisationen der spätvariszischen und saxonischen Zyklen sowie alle anderen neoide Folgegruppen durchschlägt (KUSCHKA 1998). Auch wurde auf der Lagerstätte Niederschlag im Erzgebirge beobachtet, dass Mineralgänge neoider Folgegruppen tertiären Phonolithen aufsetzen bzw. den Zement für vulkanische Gneisbrekzien bilden (KUSCHKA 2002b, Abb. 51 auf S. 74 und S. 86) und diese daher jünger als die ca. 30 Mill. Jahre alten, oligozänen Vulkanbildungen sind.

Noch 1972 vertrat KUSCHKA die Ansicht, dass es sich bei den Fe-Mn-Gängen (die sogenannten e-Gänge) unter Ausschluss der älteren Paragenesen (qhm bis hm) um Oxidationsbildungen handelt. In den weiteren Untersuchungen wurden aber an einigen Lokalitäten quarzhaltige Eisen-Mangan-Oxid/Hydroxid Paragenesen nachgewiesen, die ältere Paragenesen durchschlagen und ihre Bruchstücke verkitten⁷ ohne dass in der Matrix typische Strukturen von Karbonaten oder Sulfiden sowie Mineralisationen der supergenen Oxidationszone auftreten. Auch traf auf der Lagerstätte Brunndöbra eine Bohrung in 525 m Teufe, außerhalb der Oxidationszone und von Störungsgesteinen, eine Quarz-Limonit-Mineralisation an (KUSCHKA 1998 S. 58 und 2002a S. 108 und S. 123). Nach diesen Befunden wurde die pauschale Zuordnung der Fe-Mn-Gänge zur Oxidationszone aufgegeben und eine neue hydrothermale Folgegruppe Quarz-Eisen-Manganerze (qlmnn) ausgegliedert. Diese teilt sich wiederum in bis zu drei Folgen auf, die sich im Mengenverhältnis sowie in der Art der Hauptkomponenten Quarz bzw. Eisen- und Mangan-Oxide/Hydroxide unterscheiden. (KUSCHKA 1994, 1998).

⁶ Die Folgegruppen werden nach den charakteristischen Mineralen benannt und durch dementsprechende Kürzel ausgedrückt, qlmnn = Quarz-Limonit-Mangan(hydroxide) (KUSCHKA 2002a).

⁷ Brekzisierung und Verkittung der Gesteine sind in Charlottenhof (IIc und Fundstelle 7) oft beobachtet worden. Auch berichtet RICHTER (1959) von einer stellenweise recht gut ausgebildeten „Gangbrekzie“ im Hangenden des Quarzganges auf dem Heideberg bei Rengersdorf.

Festzustellen ist eine auffallende Bindung der Folgegruppe qlmmn an NW-SE-streichende Großgänge, besonders im Einflussbereich von Tiefenbruchzonen. Im Zuge der Genese wurden unter sauren, oxidierenden Verhältnissen, zusammen mit SiO_2 , große Mengen gel-artiger Fe^{3+} und Mn^{4+} Hydroxide abgeschieden (KUSCHKA 2002a). Die mit Abstand höchsten Gehalte an Mn-Oxiden (im Vergleich zu den anderen auftretenden Mineralen) aller hydrothermalen Folgegruppen des Erzgebirges, Vogtlandes und Granulitgebirges sind während der Platznahme der Folgegruppe qlmmn (KUSCHKA 2002a, Abb. 59 auf S. 142) verzeichnet. „Die hohen Mangengehalte können nicht aus älteren Mineralisationen bezogen werden, sie stammen aus der Tiefe“ (KUSCHKA 2002a, S. 166).

An der mineralogischen Zusammensetzung sind hauptsächlich Manganomelane wie Psilomelan, Pyrolusit, Manganit und eventuell Lithiophorit als auch die Fe-Hydroxide Goethit und Lepidokrokit beteiligt. Anschließend sekundäre Überprägungen dieser Paragenesen in der Oxidationszone oberflächennaher Gangbereiche sind sehr wahrscheinlich, dabei wurden Fe-, Mn-Hydroxid-Mobilisierungen mit erneuten Absätzen der gleichen Minerale beobachtet (KUSCHKA 1998).

Insgesamt gesehen, gibt es jedoch zur Folgegruppe qlmmn sowohl genetisch, mineralogisch-paragenetisch als auch verbreitungsgeographisch noch ein deutliches Untersuchungsdefizit (KUSCHKA 2002a).

Das Erzgebirge, Vogtland und Granulitgebirge sowie das Görlitzer Schiefergebirge gehören regionalgeologisch zur Saxothuringischen Zone des variszischen Grundgebirges.

Der Vergleich zwischen der neoiden Folgegruppe Quarz-Eisen-Manganerze (nach KUSCHKA 1998, 2002a) und den Mn-Fe-Mineralisationen der Paragenese II (s. o.) ergibt auffallende Übereinstimmungen im Mineralbestand, dem Gefüge und der Raumlage. Auch HIRSCHMANN et al. (1972a, S. 80) gehen von einer Abscheidung der Quarzgänge in mehreren Zyklen aus. „Sehr wahrscheinlich existieren [in dem von ihnen bearbeiteten Teil des Görlitzer Schiefergebirges] mindestens drei altersverschiedene Gruppen,

von denen die jüngste vermutlich im Zeitraum Mesozoikum bis Känozoikum gebildet wurde.“ Die Voraussetzungen für derartige junge hydrothermale Mineralisationen könnten die neotektonischen Bewegungen liefern, deren landschaftsprägende Bedeutung für den Lausitzer Block erst jüngst anhand von Neovulkaniten und quartären Sedimenten aufgezeigt wurde (TIETZ & BÜCHNER 2015, WENGER et al. 2017).

Demnach wäre, in Anlehnung an KUSCHKA (1998, 2002a), für die Mn-Fe-Mineralisationen des Görlitzer Schiefergebirges ein sehr junges geologisches Bildungsalter mit Tertiär bis rezent anzunehmen. Ein direkter Altersnachweis, z.B. durch Isotopenbestimmungen, liegt bisher noch nicht vor (s. auch SCHWARZ et al. 2015, S. 147).

Die Beobachtungen an den Erzmineralen von Charlottenhof (IIc und Fundstelle 7) sowie teilweise von Höhe 230,6 bei Rengersdorf (IIId) unterstützen die Theorie der endogenen Genese der Manganmineralisationen im Görlitzer Schiefergebirge. Sie zeigen auf, dass die Manganmineralisationen genetisch nicht an die Quarzgänge gebunden sind, sondern unabhängig und zu einem späteren Zeitpunkt im Zuge jüngerer tektonischer Bewegungen entstanden.

Besonders am Probematerial von Fundpunkt 7 ist ersichtlich, dass es nach der Abscheidung der Quarzgänge zu einem erneuten Aufreißen der Gänge und des Nebengesteins (Kieselschiefer-Hornstein-Konglomerat) kam, in die nachfolgend hydrothermale (?) Mn-Fe-Lösungen eindringen und jüngere Trümer bilden konnten. Speziell die Mn-Mineraltrümer durchziehen das Gestein ohne eine Richtungsorientierung. So verlaufen sie parallel als auch quer zu den Quarzgängen, wodurch die Quarzbruchstücke zum Teil in den Mn-Mineralen schwimmen. Dadurch ergibt sich ein gitterartig-brekziöses Gefüge der Quarzgänge und des Nebengesteins. Diese Manganminerale füllen noch heute die beim erneuten Aufreißen des Gesteins entstandenen Klufträume nahezu vollständig aus. Dabei zeigen sich keine zellig-porösen Reliktstrukturen von potentiell Mn-haltigen Sulfiden oder Karbonaten (s. o. KUSCHKA 2002a, S. 108), die auf

eine in situ Mobilisation, Zirkulation Mn-haltiger Lösungen und letztlich Abscheidung sekundärer Mn-Mineralen hindeuten würden. Eine primäre Abscheidung der Mn-Fe-Mineralisation von Charlottenhof ist damit sehr wahrscheinlich.

Schwieriger sind dagegen die Befunde einzuschätzen, die zur Manganmineralisation auf dem Heideberg bei Rengersdorf (IIa) vorliegen. RICHTER (1959) berichtet, dass in Dünn- und Anschliffen stets der sekundäre, oxidative Charakter der Manganmineralisation zum Ausdruck kommt. Dabei erfüllt das Kobaltmanganerz im Quarz und im Konglomerat kleine Klüfte oder es kommt kollomorph in Hohlräumen vor. Außerdem sind im Quarz häufig kavernöse Strukturen⁸ zu beobachten, die auf weggelöste primäre Minerale (Pyrit, Manganminerale und Karbonat) hindeuten. Die Autoren der vorliegenden Arbeit vertreten dennoch auch für die Manganmineralisation auf dem Heideberg bei Rengersdorf eine ursprünglich endogene Genese, die aber möglicherweise sekundär überprägt wurde (s. o. KUSCHKA 1998). So könnte in der Oxidationszone der Lagerstätte eine Mobilisierung der primären Mn-Oxide und nach der Umverteilung eine erneute Abscheidung der gleichen, nun aber als sekundär einzustufenden, Mn-Oxide bzw. -Minerale stattgefunden haben.

Ungewöhnlich ist zudem die Raumlage des Quarzganges am Heideberg. In der Regel weisen im Görlitzer Schiefergebirges die (höchstwahrscheinlich postvariszischen) Quarzgänge ein Streichen NW-SE und ein steiles Einfallen nach NE oder SW auf. Im Gegensatz dazu wurde auf dem Heideberg bei Rengersdorf ein Quarzgang mit gebogener Muldenform und flacher (horizontaler) Lagerung festgestellt. Bereits RICHTER (1959) betont diese Besonderheit und gibt dafür zwei Erklärungen; neben einer primären horizontalen Anlage des Quarzganges erwägt er daher auch eine nachträgliche Rotation der Grundgebirgsscholle. Für letzteres spricht am Heideberg das mit 70°–90° steile, nach SW gerichtete Einfallen der Nebengesteins-

schichtung (RICHTER 1959), da im Görlitzer Schiefergebirge die Schichtung mit 18°–27° meist deutlich flacher einfällt (BRAUSE (1969, S. 86).

Nach den genannten Ausführungen, insbesondere auch in Anlehnung an KUSCHKA, sind die in dieser Arbeit behandelten Paragenesen I und II höchstwahrscheinlich als postvariszische oder noch jüngere Bildungen einzustufen, die nicht mit den variszischen Graniten von Königshain⁹ in Verbindung stehen. Dafür spricht z. B. das NW-SE Streichen der vererzten Quarzgänge parallel zur Innerlausitzer Störung oder dem ca. 15 km nördlich verlaufenden Lausitzer Hauptabbruch. Beide Störungen stehen im Zusammenhang mit der saxonischen und somit postvariszischen Bruchschollentektonik, die zwischen 250 und 100 Millionen Jahre für eine Dehnung und Absenkung des Norddeutsch-Polnischen Beckens nördlich des Lausitzer Hauptabbruches sorgte (TIETZ & BÜCHNER 2015, s. auch KUSCHKA 2002a, Abb. 10 auf S. 21). Im Rahmen dieser Weitungstektonik entstanden Wegsamkeiten bis in die Unterkruste und den Oberen Erdmantel, die für den Abstieg meteorischer Wässer und den Aufstieg heißer salinärer Tiefenwässer verantwortlich sind. Diese aggressiven Thermallösungen haben auf ihrem Weg Metalle aus der Erdkruste (z. B. den paläozoischen Schiefen des Görlitzer Schiefergebirges) gelöst und diese weiter oben, zusammen mit Quarz, zur Ausscheidung und damit zur Anreicherung geführt.

8 Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit erweitern und präzisieren die bisherigen Erkenntnisse zu den Erzvorkommen in Quarzgängen des östlichen Görlitzer Schiefergebirges. Demnach lassen sich zwei charakteristische Vererzungstypen unterscheiden, einmal eine

⁸ Ein Merkmal exogener Bildungen von Fe-Mn-Oxiden/Hydroxiden ist das Auftreten von zellig, porösen Reliktstrukturen (nach Sulfiden und Karbonaten) in der Matrix (KUSCHKA 2002a, S. 108).

⁹ Auch die Granite von Königshain durchziehen Quarztrümer mit entweder sulfidischen Fe-Cu-(Pb-) oder oxidischen Mn-Mineralisationen (WITZKE & GIESLER 2001). Die mit Sulfiden mineralisierten Trümer streichen W-E (Bruch III) bzw. annähernd NW-SE bis W-E (Bruch IV, beide Brüche östlich des Hochsteins bei Königshain).

sulfidische Fe-Cu-Paragenese (I) und zum anderen eine oxidische/hydroxidische Mn-Fe-Paragenese (II). Diese beiden Paragenesen treten jeweils separat auf, sie konnten im Untersuchungsgebiet nie zusammen beobachtet werden.

Das spricht für ein unterschiedliches Bildungsalter und eine möglicherweise unterschiedliche Genese. So kann eine endogene Genese für die hier vorgestellten und nicht weiter diskutierten sulfidischen Fe-Cu-Mineralisationen z. B. in Übereinstimmung mit HIRSCHMANN et al. (1972a) angenommen werden. Für die Genese der Mn-Fe-Mineralisationen kommen hingegen eine exogene Entstehung durch Verwitterungsprozesse (in Anlehnung an RICHTER 1959, HIRSCHMANN 1972a und WIEDEMANN 1995) oder eine endogene Entstehung durch heiße und mineralisierte Tiefenlösungen (wie sie von KUSCHKA 1994, 1998, 2002a vertreten wird) in Betracht.

Bemerkenswert ist die Entdeckung einer wahrscheinlich umfangreicheren Vererzung, welche sich im Zusammenhang der Fundstelle IIc und der Fundstelle 7, etwa 1,2 bis 1,3 km SSW-SW von Charlottenhof, befindet (Abb. 2). Hier wurden Manganmineralisationen aufgefunden, die eine qualitative wie auch quantitative Zusammensetzung vergleichbar den Manganmineralisationen von Rengersdorf (etwa 5,5–6,5 km NNW gelegen) aufweisen.

Unter Annahme einer exogenen Bildung durch Verwitterungsprozesse bleibt der primäre Mn-Träger derartiger Vererzungen, wie sie bei Rengersdorf und Charlottenhof auftreten, weiterhin unklar. Es konnte allerdings festgestellt werden, dass die im Rahmen dieser Arbeit untersuchten sulfidischen Fe-Cu-Mineralisationen der Paragenese I keine nennenswerten Mangangehalte aufweisen. Weiterhin treten Karbonate, als potentielle Mn-Träger, nur in geringem Umfang auf und kommen daher auch nicht als Primärmineralisation der als sekundär eingestuften Manganoxide in Frage.

Denkbar, und nach den Arbeiten von KUSCHKA (1994, 2002a) als sehr wahrscheinlich zu betrachten, ist hingegen eine endogene

Genese der mit Mn-Fe-Oxiden/Hydroxiden mineralisierten Quarzgänge des Görlitzer Schiefergebirges. Diese muss in mehreren Phasen stattgefunden haben, da die Manganmineralisationen genetisch nicht an die Quarzgänge gebunden sind, sondern im Zuge jüngerer tektonischer Bewegungen (mindestens postvariszisch) durch das Aufreißen des Gesteinsverbandes und das Eindringen hydrothermalen (?) Mn-Lösungen in die Quarzgänge und das Nebengestein entstanden. In einer ersten Phase kamen demnach monomineralische Quarzgänge zur Abscheidung, denen in einer zweiten Phase die Ausfällung (primärer) oxidischer/hydroxidischer Mn-Fe-Mineralen folgte.

Später wurden diese primären Mn-Fe-Mineralen in der Oxidationszone möglicherweise lokal wieder mobilisiert, umverteilt und erneut als die gleichen, nun sekundären Mn-Fe-Mineralen abgesetzt.

Wie die vorliegende Studie aufzeigt, gibt es zur Frage der Genese der oxidischen/hydroxidischen Mn-Fe-Mineralisationen in Quarzgängen des Görlitzer Schiefergebirges, trotz großer Fortschritte, noch einen erheblichen Forschungsbedarf. Die Autoren hoffen daher, mit der vorliegenden Arbeit weitere geowissenschaftliche Untersuchungen zu diesem Thema anzuregen.

Danksagung

Besonders bedanken möchten wir uns bei Dr. Stefan Pierdzig (CBR GmbH Hardegsen) für die kostenlos durchgeführte XRF-Analytik und bei Dr. Manuel Lapp vom LfULG Freiberg für die Literaturhinweise. Weiterer Dank gebührt Dr. Uwe Lehmann, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie Freiberg, Referat Rohstoffgeologie und Andreas Massanek, TU Bergakademie Freiberg, Geowissenschaftliche Sammlungen, für ihre konstruktiven Gutachten zur vorliegenden Arbeit sowie Adam Stewart (Görlitz und Lancaster) für die sprachliche Überarbeitung des Abstracts.

Literatur

- ANONYM (2000): Neuer Windpark. – Sächsische Zeitung, Görlitzer Zeitung, 7.1.2000: S. 7
- ANONYM (2004): Zehn neue Windräder für den Galgenberg. – Sächsische Zeitung, Görlitzer Zeitung, 24.2.2004: S. 11
- ANONYM (2008): Neue Windräder wachsen empor. – Sächsische Zeitung, Görlitzer Nachrichten, 13/14.9.2008: S. 22
- BARTNIK, D. (1969): Die Quarzgänge im Lausitzer Massiv. – *Geologie*, **18**: 21–40
- BRAUSE, H. (1969): Das verdeckte Altpaläozoikum der Lausitz und seine regionale Stellung. – *Abhandlungen der deutschen Akademie der Wissenschaften der DDR, Klasse für Bergbau, Hüttenwesen und Montangeologie 1968*, **1**: 1–143
- CYMERMAN, Z. (2004): Tectonic map of the Sudetes and the Fore-Sudetic Block, 1:200 000. – Państwowy Instytut Geologiczny; Warszawa
- DOELTER, C. & H. LEITMEIER (Hrsg. 1926): *Handbuch der Mineralchemie*. – III. Band, 2. Hälfte, Verlag Theodor Steinkopff, Dresden & Leipzig: 873–874
- GERHARDT, S. (2011): Windpark an der Autobahn ist komplett. – Sächsische Zeitung, Görlitzer Nachrichten, 18.2.2011: S. 20
- GIESLER, T. (2009): Tonschieferabbau bei Rengersdorf. – In: *Neues aus der Natur der Oberlausitz für 2008*. – *Berichte der Naturforschenden Gesellschaft der Oberlausitz* **17**: 157–158
- GIESLER, T. (2013): Nachtrag zum Tonschieferabbau bei Rengersdorf. – In: *Neues aus der Natur der Oberlausitz für 2012*. – *Berichte der Naturforschenden Gesellschaft der Oberlausitz* **21**: 180–181
- GIESLER, T. (2016): Ein Quarzgang im Kiesel-schiefer-Hornstein-Konglomerat zwischen Jänkendorf und Diehsa, *Ergänzungen zur Arbeit von Schwarz et al. (2015) in Band 23 der Berichte der Naturforschenden Gesellschaft der Oberlausitz*. – In: *Neues aus der Natur der Oberlausitz für 2015*. – *Berichte der Naturforschenden Gesellschaft der Oberlausitz* **24**: 137–139
- GIESLER, T. & T. WITZKE (2016): Wavellit und Variscit von Ödernitz bei Niesky/Sachsen. – *Mineralien Welt* **27**, 2: 25–33
- GIESLER, T. & T. WITZKE (2017): Mineralfunde bei Tiefbauarbeiten im Industriegebiet „Sandberg“ bei Kodersdorf (Ortslug Rengersdorf). – In: *Neues aus der Natur der Oberlausitz für 2016*. – *Berichte der Naturforschenden Gesellschaft der Oberlausitz* **25**: 179–181
- GÖSSEL, J. H. G. (1827): Beschreibung einiger vorzüglich interessanter Mineralien der Oberlausitz. IV Kobaltmanganerz. – *Abhandlungen der naturforschenden Gesellschaft zu Görlitz* **1**, 2: 93–95
- GRUHL, H. (1953): Ergebnisbericht der Staatlichen Geologischen Kommission über die geologischen und wirtschaftlichen Ergebnisse der Erkundungsarbeiten auf nickelhaltige Kobaltmanganerze im Raume von Rengersdorf O./I. – *Archiv des LfULG Freiberg*: 10 S.
- HIRSCHMANN, G. & P. RICHTER (1958): Kartierungsbohrung auf dem Heideberg bei Rengersdorf, Flur Kodersdorf. – VEB Geologische Forschung und Erkundung Halle, BT Freiberg, *Archiv des LfULG Freiberg*: 3 Blatt
- HIRSCHMANN, G., L. WOLF & H. LORENZ (1972a): Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte der Deutschen Demokratischen Republik, Blatt Horka-Zodel 4775/4756. – *Zentrales Geologisches Institut Berlin*: 353 S.
- HIRSCHMANN, G., L. WOLF, H. LORENZ & U. TEUCHERT (1972b): Geologische Karte der Deutschen Demokratischen Republik, Blatt Horka-Zodel (Nr. 4755), 1:25000 – *Zentrales Geologisches Institut, Berlin*
- KOPP, J., S. HERRMANN, T. HÖDING, A. SIMON & B. ULLRICH (2008): Die Kupfer-Silber-Lagerstätte Spremberg-Graustein (Lausitz, Bundesrepublik Deutschland) – Buntmetallanreicherungen an der Zechsteinbasis zwischen Spremberg und Weißwasser. – *Zeitschrift für geologische Wissenschaften* **36**, 1: 61–99
- KOPP, J., V. SPIETH & H.-J. BERNHARDT (2012): Precious metals and selenides mineralisation in the copper-silver deposit Spremberg-Graustein, Niederlausitz, SE-Germany. – *Zeitschrift der deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften* **163**, 4: 361–384
- KRENTZ, O., KOZDROJ, W. & OPLETAL, M. (Hrsg.) (2000): *Geologische Karte Lausitz-Jizera-Karkonosze 1:100000*. – Freiberg, Warszawa, Praha, 3 Blätter
- KUSCHKA, E. (1972): Über Ergebnisse einer Nachbearbeitung hydrothermalen Gangmineralisationen des Erzgebirges, Granulitgebirges und Vogtlandes. – *Zeitschrift für angewandte Geologie*, **18**, 3: 97–107
- KUSCHKA, E. (1994): Zur Mineralisation und Mineralogenese der hydrothermalen Mineralgänge des

- Vogtlandes, Erzgebirges und Granulitgebirges. – Dissertation TU Bergakademie Freiberg: 157 S.
- KUSCHKA, E. (1998): Neotide hydrothermale Gangmineralisationen im Vogtland-Erzgebirge. – Geoprofil, **8**: 50–61
- KUSCHKA, E. (2002a): Zur Tektonik, Verbreitung und Minerogenie sächsischer hydrothermaler Quarzgänge. – Geoprofil, **11**: 1–183
- KUSCHKA, E. (2002b): Die Uranerz-Baryt-Fluorit-Lagerstätte Niederschlag bei Bärenstein und benachbarte Erzvorkommen. – Bergbau in Sachsen, **6**: 204 S.
- LEONHARD, D. (1995): Geologische Übersichtskarte des Freistaates Sachsen 1:400000, Karte ohne känozoische Sedimente. – Freiberg
- LESKE, N. G. (1785): Reise durch Sachsen in Rücksicht der Naturgeschichte und Ökonomie. – Leipzig in der J. G. Müllerschen Buchhandlung: 548 S.
- PECK, R. (1875): Ueber einige neue mineralogische und geognostische Funde in der preussischen Ober-Lausitz. – Abhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft zu Görlitz **15**: 186–204
- PETRASCHECK, W. E. (1934): Die Kupferlagerstätte Ludwigsdorf bei Görlitz. – Abhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft zu Görlitz **32**: 55–61
- POST, J.E. & D.E. APPLEMAN (1994): Crystal structure refinement of lithiophorite. – American Mineralogist **79**: 370–374
- RICHTER, P. (1959): Bericht über die geologischen Erkundungsarbeiten auf Kobaltmanganerz auf dem Vorkommen Heideberg/Rengersdorf (Bezirk Dresden) in den Jahren 1957–58. – Archiv des LfULG Freiberg: 19 S. + Anlagen
- RÖSLER, H. J. (1988): Lehrbuch der Mineralogie. – VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, 4. Auflage; Leipzig: 844 S.
- SCHRÖCKE, H. (1986): Die Entstehung der endogenen Lagerstätten. – De Gryter; Berlin, New York: 878 S.
- SCHWARZ, D., O. TIETZ, O. ROGALLA & F. ROSCH (2015): Ein Quarzgang am Gemeindeberg von Kollm in der Oberlausitz. – Berichte der Naturforschenden Gesellschaft **23**: 139–150
- TIETZ, O. & J. BÜCHNER (2015): The landscape evolution of the Lausitz Block since the Paleozoic – with special emphasis to the neovolcanic edifices in the Lausitz Volcanic Field (Eastern Germany). – Zeitschrift der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften / German Journal of Geoscience **166**, 2: 125–147
- TIETZ, O. & T. GIESLER (2005): Das „Goldloch“ oder die ehemalige Zeche „Unser lieben Frauen“ von Kunnersdorf bei Görlitz. – Neues Lausitzisches Magazin **8**: 107–127
- TIETZ, O. (2011): Geologie und Böden. – In NAPP, T. & OETTEL, G. (Hrsg.): Zwischen Neißة, Schöps und Spree – Der Landkreis Görlitz, Verlag Gunter Oettel, Görlitz: 45–52
- TK NEISSEAU (1999): Topographische Karte, Blatt 4755-SO, 1:10000. – Landesvermessungsamt Sachsen
- TK WEHRKIRCH (1939): Topographische Karte (Messischblatt), Blatt 4755, 1:25000. – Reichsamt für Landesaufnahme Berlin, Aufnahme 1886, herausgegeben 1888, berichtigt 1937
- TS GÖRLITZ N (1990): Topographischer Stadtplan, Blatt M-33-30-B-d-4, 1:10000. – Ministerium für Nationale Verteidigung Militärtopographischer Dienst
- URL-1: <https://geoportal.sachsen.de> (Abgerufen am 11.8.2017)
- URL-2: <https://www.google.de/search?q=perimorphose+bilder&client=firefox-b&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0ahUKewi3tMaDzqTUAhUKIVAKHRC6CQoQ7AkIRw&biw=1538&bih=829#imgrc=op-Melgpe5sMVM>: (Abgerufen am 4.6.2017)
- URL-3: Mineralienatlas – Fossilienatlas, Lexikon, Supergene Lagerstätten: <https://www.mineralienatlas.de/lexikon/index.php/Supergene%20Lagerst%C3%A4tten?lang=de&language=german> (Abgerufen am 15.2.2017)
- URL-4: www.universal_lexikon.de/academic.com/251945/hydrothermale_Lösungen (Abgerufen am 12.7.2017)
- WEISBACH, A. (1878): Mittheilungen an Prof. H. B. Geinitz. Freiberg, den 18. August 1878. – Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie, Jahrgang 1878: 846–849
- WEISBACH, A. (1880): Mineralogische Notizen I. – Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie, Jahrgang 1880: 109–114
- WENGER, E., J. BÜCHNER, O. TIETZ & J. MRLINA (2017): The polycyclic Lausche Volcano (Lausitz Volcanic Field) and its message concerning landscape evolution in the Lausitz Mountains (northern Bohemian Massif, Central Europe). – Geomorphology **292**: 193–210
- WIEDEMANN, F. (1995): Lithiophorit in oxidischen Manganerzen aus dem östlichen Sachsen. – Tagungsband zum 6. Philips Symposium Rönt-

genbeugung vom 21. bis 23. März 1995 in Bad Hersfeld, Kassel: 31–49

WITZKE, T. & GIESLER, T. (2001): Neufunde aus Sachsen (VII): Bazzit, Bertrandit, Euxenit-(Y), Powellit und andere aus dem Königshainer Granit in der Lausitz. – *Lapis* **26**, 1: 43–48

WITZKE, T. & T. GIESLER (2006): Neufunde und Neubestimmungen aus der Lausitz (Sachsen), Teil 1. – *Der Aufschluss* **57**, 2: 91–112

WITZKE, T. & T. GIESLER (2007): Der Schieferabbau Pansberg bei Horschach in der Lausitz/Sachsen. – *Lapis* **32**, 7/8: 68–73

Anschriften der Verfasser

Thomas Giesler
Hussitenstr. 33
02828 Görlitz
E-Mail: giesler.thomas@yahoo.de

Dr. Olaf Tietz
Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz
Am Museum 1
02826 Görlitz
E-Mail: olaf.tietz@senckenberg.de

Dr. Thomas Witzke
PANalytical B.V.
P.O. Box 13,
NL-7600 AA Almelo
Niederlande
E-Mail: thomas.witzke@panalytical.com

Manuskripteingang	13.4.2017
Manuskriptannahme	18.8.2017
Erschienen	7.11.2017