Veröff. Museum für Naturkunde Chemnitz	**40**	2017	133-150

Zur Mineralogie von Vulkaniten im Bereich des Kemmlitzer Porphyrs (Oschatz-Formation, Nordwestsächsisches Becken)

Jens Götze, Franziska Lessig, Robert Möckel, Freiberg & Ulrich Georgi, Belgern

Kurzfassung

Mineralogische und geochemische Untersuchungen an Proben des *Kemmlitzer Porphyrs* sowie von Lithophysen (Hochtemperatur-Kristallisationsdomänen) im entsprechenden Verbreitungsgebiet wurden durchgeführt, um eine mineralogisch-petrographische Charakteristik dieser vulkanischen Bildungen und deren Zuordnung zu möglichen vulkanischen Edukten zu ermöglichen. Phasenanalytische Untersuchungen (Röntgendiffraktometrie, Mikroskopie, Kathodolumineszenz – KL) erbrachten eine monotone Mineralzusammensetzung, die von Quarz und den beiden Kalifeldspatphasen Sanidin und Orthoklas dominiert ist. Anhand der geochemischen Charakteristika (Röntgenfluoreszenzanalyse – RFA) lassen sich die untersuchten Vulkanite als Rhyolithe einstufen. Das Vorkommen von hypidiomorphen Quarzphänokristen, z. T. mit Resorptionserscheinungen, gut erhaltenen Kalifeldspäten, sowie das Fehlen von Glas-Shards und Fiamme (Bimsfetzen) deuten darauf hin, dass es sich bei den vulkanischen Ablagerungen im Untersuchungsgebiet um Laven und keine Pyroklastite (Ignimbrite) handelt.
Aus den deutlichen Übereinstimmungen hinsichtlich mineralogischer Zusammensetzung, chemischer Charakteristik und Ausbildung der Phänokristen kann geschlussfolgert werden, dass alle untersuchten Proben einem vulkanischen Ereignis (Kemmlitzer Rhyolith) zuzuordnen sind. Auftretende Unterschiede sind im Wesentlichen auf sekundäre Alterationen zurückzuführen. Das übereinstimmende Erscheinungsbild der Phänokristen sowie deren KL-Eigenschaften deuten auf eine Herkunft aus einer gemeinsamen Schmelze hin. Obwohl die mineralogischen und geochemischen Ähnlichkeiten von Lithophysen und *Kemmlitzer Porphyr* auffällig sind, zeigt der glasarme *Kemmlitzer Porphyr* als Äquivalent der Kernfazies keine sphärolithischen Bildungen. Randliche Anhaftungen von Pechsteinrelikten an den Lithophysen verschiedener Vorkommen lassen dagegen vielmehr auf deren Bildung im Bereich einer glasigen Fazies schließen.

Abstract

Mineralogical and geochemical investigations of the *Kemmlitz porphyry* and lithophysae (high-temperature crystallization domains) in the associated area were carried out to get information concerning mineralogical-petrographical characteristics of these volcanic formations and their relation to possible parent rocks. An integrated analytical study by X-ray diffraction, microscopy and cathodoluminescence (CL) revealed a monotonic mineral composition dominated by quartz, sanidine and orthoclase. The rocks can be classified as rhyolite based on the chemical composition (XRF). The predominance of hypidiomorphic quartz phenocrysts, partially with resorption features, well preserved K-feldspar as well as the lack of glass shards and fiamme indicate that the volcanic rocks derived from lava flows and are not related to ignimbrites.
The investigated samples can probably be related to the same volcanic event (Kemmlitz rhyolite) because of the similarities in mineral composition, chemical characteristics and phenocrysts. Detected variations

Anschrift der Autoren
Prof. Dr. Jens Götze, TU Bergakademie Freiberg, Institut für Mineralogie, Brennhausgasse 14, 09599 Freiberg
Franziska Lessig, TU Bergakademie Freiberg, Institut für Mineralogie, Brennhausgasse 14, 09599 Freiberg
Dr. Robert Möckel, Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie, Chemnitzer Str. 40, 09599 Freiberg
Dr. Ulrich Georgi, Dröschkau 5a, 04874 Belgern

mainly result from secondary alteration processes. The consistent appearance of phenocrysts and their CL characteristics indicate the origin from a common melt source. Despite these mineralogical and geochemical similarities between the Kemmlitz porphyry and the lithophysae, no spherulithic aggregates have been found within the massive porphyric volcanics. Marginal relics of pitchstone on some of the lithophysae instead indicate their formation in a glassy facies.

1 Einleitung

Das Nordwestsächsische Becken (auch NW-Sächsischer Vulkanitkomplex) ist eines der größten Verbreitungsgebiete verschiedenartiger Vulkanite überwiegend saurer Zusammensetzung im Rotliegend Europas (Abb. 1). Die petrographische und stratigraphische Charakterisierung und Unterscheidung der Vulkanite hat schon eine lange Tradition (z. B. Pietzsch 1962; Kraft & Schräber 1968; Röllig et al. 1970; Röllig 1976; Eigenfeld 1978; Glässer 1983; Wetzel et al. 1995; Walter et al. 1996; Walter 2012). Nach derzeitigem Kenntnisstand werden die Rotliegend-Gesteine des Nordwestsächsischen Beckens unter Einbeziehung der sedimentären Einschaltungen in vier Formationen gegliedert (Kohren-, Rochlitz-, Oschatz-, Wurzen-Formation; Walter 2012).
Die dominante Folge im Rahmen der vulkanischen Aktivitäten stellt dabei die mächtige Rochlitz-Formation dar, die auch flächenmäßig die größte Verbreitung aufweist. Nach Röllig et al. (1970) wurde der „Rochlitzer Porphyr“ auf Ignimbrite eingegrenzt und die regionalen Lavaergüsse, die bis dato zum Rochlitzer Porphyr gezählt wurden, von diesem abgegrenzt. Entscheidendes Kriterium ist nach Röllig et al. (1970) hierbei, dass trotz stofflicher Ähnlichkeiten die Einsprenglinge der Ignimbrite stets als Bruchstücke vorliegen.
Zu den zahlreichen Lavavorkommen, die überwiegend im Süd- und Ostteil des Nordwestsächsischen Beckens auftreten, zählen vor allem die älteren prä-ignimbritischen Laven (Modelwitzer, Remsaer und Seifersdorfer Porphyr). Der Gattersberger und *Kemmlitzer Porphyr* werden den jüngeren post-ignimbritischen Laven zugeordnet, die unmittelbar im Hangenden des Rochlitz-Ignimbrits auflagern (Oschatz-Formation). Die Unterscheidung dieser Lavaergüsse auf petrographischer Grundlage ist schwierig und erfolgt deshalb nach regionalen Gesichtspunkten. Die um Grimma verbreiteten effusiven Vulkanite werden als *Gattersburger Porphyr* bezeichnet (Neumühlenporphyr nach Röllig et al. 1970), während die im Ost- und Nordteil zum *Kemmlitzer Porphyr* gerechnet werden (Eigenfeld 1978). Der *Kemmlitzer Porphyr* ist dabei auf einer Fläche von ca. 80 km^2 im Raum Döbeln-Mügeln-Oschatz verbreitet.
Im Verbreitungsgebiet des *Kemmlitzer Porphyrs* ist eine starke Kaolinisierung zu verzeichnen, die zur Bildung entsprechender Lagerstätten geführt hat (Schwerdtner et al. 2007). Die starke Alteration der primären vulkanischen Gesteine macht eine geochemische und petrographische Charakterisierung schwierig, sodass nur wenig detaillierte mineralogische Daten zum *Kemmlitzer Porphyr* vorliegen. Eine weitere Besonderheit im Ausbreitungsbereich des *Kemmlitzer Porphyrs* ist das lokale Auftreten von kugeligen, oft hohlraumhaltigen Bildungen, die in älteren geologischen Karten als sphärolithischer Rochlitzer Quarzporphyr ausgehalten werden (Siegert 1916). Diese heute als Lithophysen bezeichneten Aggregate stellen Hochtemperatur-Kristallisationsdomänen (HTCD) in SiO_2-reichen Vulkaniten dar, die sich vor allem in randlichen und fluidareichen Partien oberhalb der Glasbildungstemperatur T_g in der unterkühlten Schmelze bilden (Breitkreuz 2013). Durch verschiedene Faktoren (z. B. Scherspannungen, Entgasung, Korrosion, etc.) entstehen in den Sphärolithen Hohlräume, die durch sekundäre Mineralisationen (z. B. SiO_2) gefüllt werden können. Auf Grund der höheren Verwitterungsstabilität im Vergleich zur vulkanischen Matrix sind diese Lithophysen oftmals selbst in Bereichen starker Kaolinisierung erhalten und können somit Hinweise auf die Mineralogie und Petrographie der Eduktvulkanite liefern.
In der vorliegenden Arbeit wurden Lithophysen von verschiedenen Vorkommen im Bereich des *Kemmlitzer Porphyrs* mineralogisch und geochemisch untersucht und mit dem Typusgestein des *Kemmlitzer Porphyrs* verglichen. Ein Schwerpunkt lag dabei u. a. auf der Untersuchung der Einsprenglingskristalle (Phänokristen), da diese die stabilsten Komponenten der Vulkanite darstellen. Zu klären war dabei, ob die mineralogischen Eigenschaften von Lithophysen und Porphyr identisch sind und ob eine klare Zuordnung zu einer pyroklastischen (ignimbritischen) Bildung oder einem Lavafluss möglich ist. Des Weiteren sollten die Lithophysen als nicht/wenig alterierte Repräsentanten des Kemmlitzer Rhyoliths Daten zur Geochemie der vulkanischen Gesteine liefern.

2 Geologie und Probenmaterial

2.1 Geologie des Untersuchungsgebietes

Die Rotliegend-Gesteine des Nordwestsächsischen Beckens werden nach aktuellem Stand in insgesamt vier Formationen gegliedert (Abb. 1).

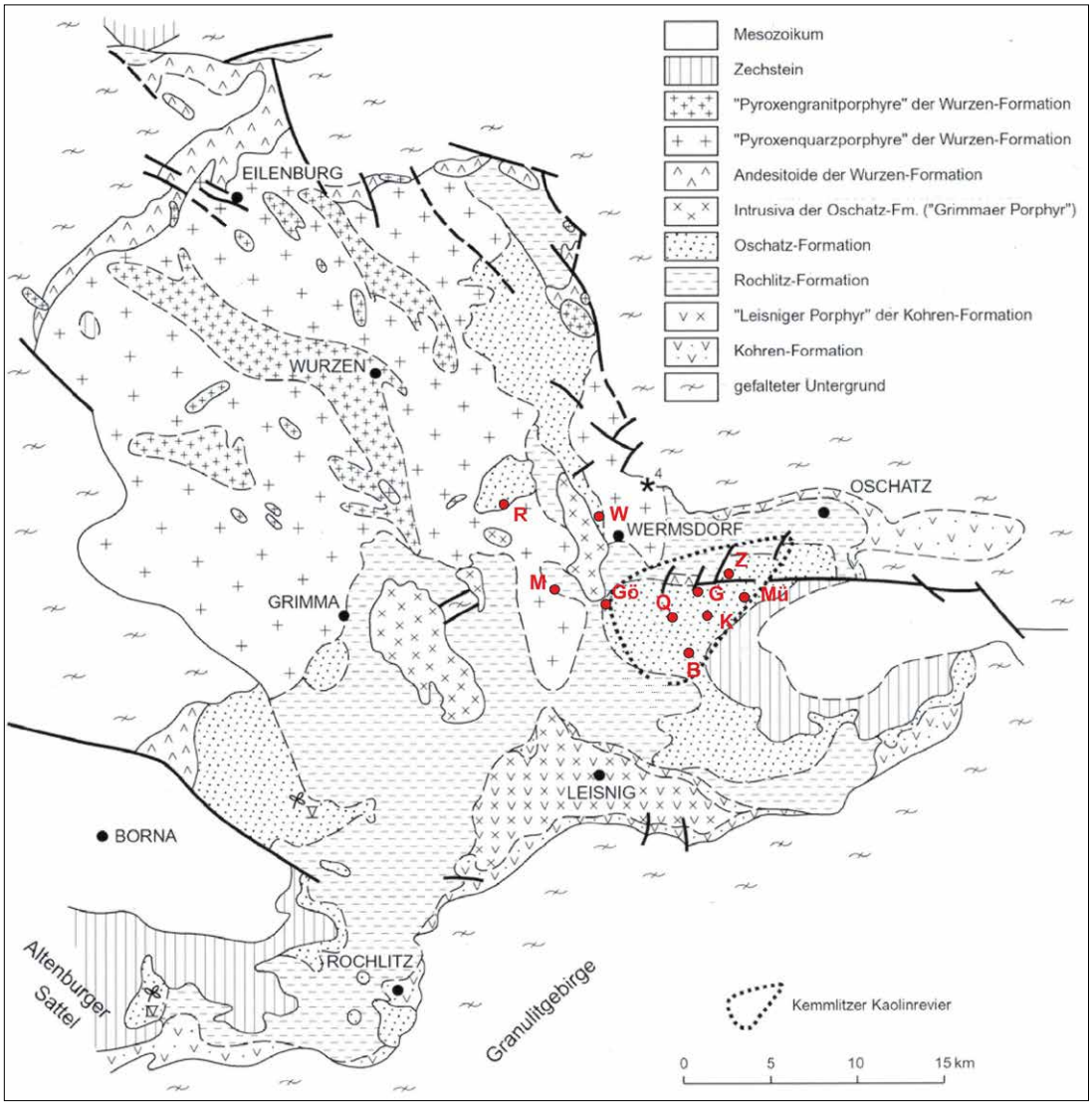


Abb. 1
Geologische Übersichtskarte der Nordwestsächsischen Senke (ohne känozoische Bedeckung) mit Probenahmepunkten der aktuellen Untersuchung (modifiziert nach Walter 2012): B – Börtewitz, G – Gröppendorf, Gö – Göttwitz, K – Kemmlitz, M – Mutzschen, Mü – Mügeln, Q – Querbitzsch, R – Roda, W – Wermsdorf, Z – Zetzschlig.

Die 150–200 m mächtige **Kohren-Formation** an der Basis wird durch eine zyklische Fanglomerat-Sandstein-Schluffsteinfolge im Südosten des Beckens gebildet und ist mit sauren, intermediären und basischen Vulkaniten und Pyroklastiten verzahnt (früher als Unteres Tuffrotliegendes bezeichnet). Dominierende vulkanische Bildung ist der Lavakomplex des *Leisniger Porphyrs*, der aus Trachyandesiten-Rhyodaciten aufgebaut ist und nach neueren Datierungen ein Alter von 298,3 ± 9,1 Ma aufweist (Hoffmann et al. 2013).
Die **Rochlitz-Formation** mit dem bis 400 m mächtigen *Rochlitz-Ignimbrit* zeigt die größte regionale Verbreitung im Becken und ist daher ein wichtiger Leithorizont. Der Rochlitz-Ignimbrit ist aus 4 Untereinheiten aufgebaut und wurde mit 294,4 ± 1,8 Ma datiert (Hoffmann et al. 2013).
Am östlichen Rand des Beckens ist die 150–250 m mächtige **Oschatz-Formation** aus alluvialen Schuttfächern ausgebildet, die zum Beckenzentrum in fluviatile und lakustrische Bildungen übergehen. Dazu kommen zahlreiche Einschaltungen und Verzahnungen mit sauren Vulkaniten, die im Unterschied zu den Ignimbriten der unterlagernden Rochlitz-Formation aus rhyolitischen Laven aufgebaut sind. Am Südrand des Beckens findet sich der *Rochlitzer Porphyrtuff* vom Rochlitzer Berg (früher Oberes Tuffrotliegendes), der allerdings ignimbritischen Charakter besitzt (mündl. Mitt. C. Breitkreuz).
Die jüngste Einheit der Rotliegend-Abfolge ist im nordwestlichen Teilbecken in Form der überwiegenden Ignimbrite und Intrusiva der **Wurzen-Formation** ausgebildet. Auf ca. 600 km^2 sind im Raum Wermsdorf, Eilenburg, Leipzig vor allem Pyroxenporphyre mit ignimbritischem Charakter ausgebildet, die wahrscheinlich aus der Magmenmischung zweier Komponenten hervorgegangen sind. Datierte Alter von 289,3 ± 4,1 Ma (porphyrischer Dyke – Hoffmann et al. 2013) bzw. 287 ± 3 Ma (Pyroxenporphyr – Wendt et al. 1995) weisen sie als jüngste vulkanische Bildungen des Nordwestsächsischen Beckens aus.
Die Rotliegendabfolgen des Nordwestsächsischen Beckens werden abgeschlossen mit porphyrhaltigen Konglomeraten und Sandsteinen des Oberrotliegend. Darüber folgen lokal Zechstein- und Buntsandstein-Sedimente sowie Deckschichten des Oligozäns bis Miozäns und des Quartärs.

2.2 Probenmaterial

Proben von insgesamt zehn Lokationen im Bereich des *Kemmlitzer Porphyrs* wurden in der vorliegenden Arbeit untersucht (s. Abb. 1). Neben einer Probe des massiven, lithophysenfreien *Kemmlitzer Porphyrs* aus dem Steinbruch *Am Zetzschlig* (Walter et al. 1996) wurden neun Vorkommen von Lithophysen beprobt. Dieses Material umfasste drei Vorkommen im Bereich von Kaolintagebauen (Gröppendorf, Kemmlitz, Querbitzsch) sowie sechs weitere lokale Vorkommen im Raum Börtewitz, Göttwitz, Mutzschen, Mügeln, Roda und Wermsdorf (Abb. 2).
Von den Proben wurden jeweils polierte Dünnschliffe (ca. 30 μm Dicke) repräsentativer Bereiche für mikroskopische Untersuchungen sowie Analysen mittels Kathodolumineszenz (KL) angefertigt. Repräsentative

Abb. 2
Steinbruch *Am Zetzschlig* mit anstehendem lithophysenfreiem Kemmlitzer Porphyr (a) und Lithophyse (b) aus dem Kaolintagebau Querbitzsch mit sekundärer Füllung von Chalcedon und Kaolinit.

Proben aus möglichst nicht bzw. wenig alterierten Bereichen wurden separiert und von evtl. sekundären Mineralisationen getrennt. Anschließend erfolgte eine Homogenisierung und Teilung der Proben sowie eine Zerkleinerung auf eine Korngröße <10 μm bzw. <63 μm für nachfolgende mineralogische und geochemische Analysen.

3 Untersuchungsmethoden

Ziel der Untersuchungen war es, durch die Kombination verschiedener mineralogischer und geochemischer Untersuchungen Aussagen zum Chemismus, Phasenbestand und Gefüge der vulkanischen Gesteine zu erhalten.
Nach einer ersten Dokumentation und makroskopischen Ansprache des Probenmaterials erfolgten lichtmikroskopische Untersuchungen an Dünnschliffen mittels eines „Axio Imager A1m“ Polarisationsmikroskops der Firma Zeiss. Das Hauptaugenmerk lag hier auf der Charakterisierung der feinkörnigen Matrix (Gefüge, Ausbildung) und der Phänokristen (Mineralbestand, Korngröße, Form, Mengenverhältnisse, etc.) sowie sonstiger mineralogischer Besonderheiten (z. B. Glasbestandteile, Akzessorien, sekundäre Überprägungen, etc.). Ergänzt wurden die optischen Untersuchungen durch Kathodolumineszenz- (KL) Analysen am KL-Mikroskop „HC1-LM“. Das Wesen dieser Analysenmethode besteht darin, dass unter Elektronenbeschuss in Abhängigkeit von Mineralzusammensetzung, Defekten oder eingebauten Spurenelementen charakteristische Lumineszenzerscheinungen erzeugt werden, die direkt abgebildet oder spektral analysiert werden können. Die Methode ermöglicht es daher, Wachstumszonierungen, Internstrukturen oder eingebaute Defekte und Spurenelemente in Mineralen sichtbar zu machen, die mit anderen Methoden nicht nachweisbar sind. Das eingesetzte System arbeitet im Vakuum mit 14 kV Beschleunigungsspannung bei ca. 0,2 mA Strahlstrom. Die optische Dokumentation erfolgte mit einer digitalen Videokamera (OLYMPUS DP 72). Die Aufnahme von KL-Spektren ausgewählter Bereiche erfolgte mit dem Spektrometer SpectraPro 2300i der Firma Acton Research Corporation bei Messzeiten von 5 s.
An Materialpulvern der vulkanischen Gesteine wurden sowohl Analysen zur chemischen Zusammensetzung mittels Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA) als auch zum Phasenbestand mittels Röntgendiffraktometrie (XRD) durchgeführt. Für die chemische Analyse wurden die Proben über Nacht bei 105 °C getrocknet und anschließend für 2 h bei 950 °C geglüht, um den Glühverlust zu bestimmen. Aus je 1 g Probenpulver und 8 g Schmelzmittel (Lithiumtetraborat) wurden Schmelztabletten hergestellt, mit der am wellenlängendispersiven RFA-Gerät „AXIOSmAX minerals“ der Firma PANalytical die chemische Zusammensetzung analysiert wurde. Die qualitativen und quantitativen Phasenanalysen der Nebengesteine erfolgten am Röntgendiffraktometer „Empyrean“ der Firma PANalytical mit Co Kα-Strahlung im Bereich 5–80° mit PIXcel 3D Flächendetektor. Die quantitative Auswertung mittels Rietveldverfeinerung wurde mit dem Programmpaket BGMN/Profex v 3.9.2 (Doebelin & Kleeberg 2015) durchgeführt.

4 Ergebnisse

4.1 Makroskopische Probenansprache

Makroskopisch zeigten alle untersuchten Proben ein ähnliches Erscheinungsbild. Charakteristisch ist ein porphyrisches Gefüge mit grau-weißer aphanitischer Grundmasse und vielen Einsprenglingen (vgl. Abb. 2b). Die meisten Phänokristen lassen sich aufgrund ihres muschligen Bruchs und des Glanzes als Quarz identifizieren. Eine Reihe von Phänokristen (vor allem Feldspat) ist teilweise oder vollständig kaolinisiert. Vorhandene Hohlräume der Lithophysen sind häufig mit Chalcedon und/oder Kaolinit gefüllt (Abb. 2b).

4.2 Chemische Zusammensetzung und Phasenbestand

In Tabelle 1 sind die Ergebnisse der chemischen Analysen mittels RFA aufgelistet. Die SiO_2-Gehalte variieren in einem Bereich zwischen 72,19 Gew-% (Gröppendorf) und 82,31 Gew-% (Wermsdorf) und charakterisieren die Gesteine damit als saure Vulkanite. Schwankungen in den Al_2O_3-, K_2O- und Na_2O-Gehalten sind vor allem auf den unterschiedlichen Erhaltungszustand der Proben zurückzuführen. Die Probe aus der Ka-

olingrube Kemmlitz weist K_2O- und Na_2O-Gehalte unterhalb der Nachweisgrenze auf, was durch die mehr oder weniger vollständige Kaolinisierung primärer Feldspäte bedingt ist. Diese Probe zeigt auch den höchsten Glühverlust. Die extrem niedrigen CaO-Gehalte in allen Proben zeigen, dass faktisch keine Plagioklase (mehr) in den Vulkaniten vorhanden sind. Auffällig ist auch der etwas erhöhte Gehalt an Fe_2O_3 in der Probe von Roda, der sich in einer leichten rötlichen Färbung des Gesteins durch Eisenoxide äußert.
Auf Grundlage der chemischen Analysen wurde eine petrochemische Klassifikation der untersuchten Vulkanite vorgenommen. Im Klassifikationsdiagramm nach Winchester und Floyd (1977) plotten alle Proben mit Ausnahme von Gröppendorf in das Feld der Rhyolithe (Abb. 3). Diesem Diagramm liegen mit den Zr- und TiO_2-Gehalten zwei Komponenten zu Grunde, die auch unter Verwitterungseinflüssen relativ stabil sind. Allerdings muss eine mögliche Veränderung des primären SiO_2-Gehaltes durch sekundäre SiO_2-Zufuhr während der Alteration berücksichtigt werden. Obwohl bei der Probenauswahl darauf geachtet wurde, möglichst unverändertes Gestein zu separieren, muss die getroffene Zuordnung mit Vorsicht interpretiert werden.
Die Ähnlichkeit der untersuchten Gesteine zeigt sich auch in den Ergebnissen der Röntgendiffraktometrie (Tabelle 2). Alle Proben zeigen eine sehr monotone Mineralzusammensetzung, die vor allem durch Quarz und die beiden Kalifeldspatphasen Sanidin und Orthoklas dominiert wird. Plagioklase, Glimmer oder akzessorische Mineralphasen (Zirkon, Apatit, etc.) konnten in keiner Probe nachgewiesen werden. Außer in den Lithophysen von Mutzschen, Roda und Wermsdorf ist in allen anderen Proben Kaolinit vorhanden, der auf sekundäre Umwandlungen instabiler Mineralphasen zurückzuführen ist. Erhöhte Kaolinitgehalte lassen somit auf einen zunehmenden Verwitterungsgrad schließen. In der Probe aus Kemmlitz ist der höchste Kaolinitgehalt zu verzeichnen, und es sind keine Feldspatphasen mehr nachweisbar.

Tabelle 1 Chemische Zusammensetzung der untersuchten Vulkanitproben (in Gew-%)

	Börte-witz	Gött-witz	Gröppen-dorf	Kemm-litz	Mü-geln	Mutz-schen	Quer-bitzsch	Roda	Werms-dorf	Zetzschlig
SiO_2	77,85	81,08	72,19	81,46	76,09	80,97	80,74	79,84	82,31	79,79
TiO_2	0,08	0,07	0,27	0,11	0,09	0,12	0,08	0,09	0,09	0,07
Al_2O_3	12,31	10,46	14,89	5,92	12,63	9,84	10,13	10,30	9,32	11,45
Fe_2O_3	0,41	0,29	0,23	0,20	0,41	0,54	0,52	1,07	0,36	0,31
MgO	0,13	<0,05	0,08	0,06	0,11	0,11	0,13	0,12	0,06	0,13
CaO	0,06	0,07	0,04	0,06	0,09	0,10	0,10	0,03	0,11	0,11
Na_2O	0,96	0,73	0,52	<0,2	1,00	0,53	0,61	0,26	<0,2	0,53
K_2O	6,79	5,84	9,82	<0,1	7,77	5,95	5,68	6,96	6,58	6,38
P_2O_5	<0,06	<0,06	0,07	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06
Cr_2O_3	0,01	0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
ZrO_2	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01
BaO	0,01	<0,01	0,06	<0,01	<0,01	0,01	0,02	0,01	0,06	<0,01
Glüh-verlust	1,6	1,4	1,7	12,4	1,3	1,4	1,6	1,5	1,1	1,4
Summe	100,28	99,99	99,85	100,24	99,48	99,62	99,64	100,17	100,00	100,19

In allen Proben unter der Nachweisgrenze:
$SO_3 < 0,3$, $Mn_3O_4 < 0,03$, $V_2O_5 < 0,01$, SrO < 0,01, NiO < 0,01, PbO < 0,005, CuO < 0,01, ZnO < 0,005, $HfO_2 < 0,01$

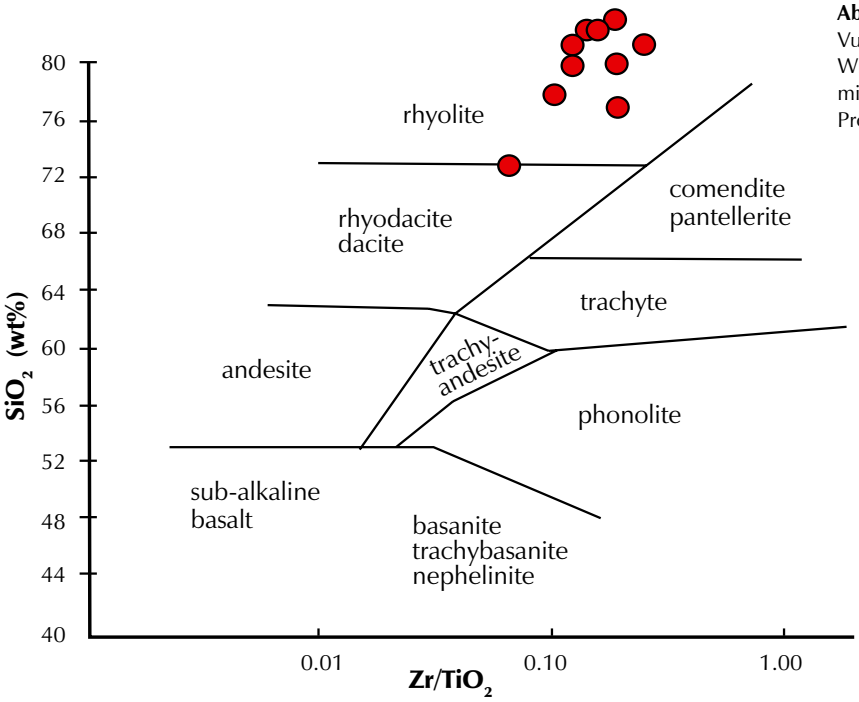


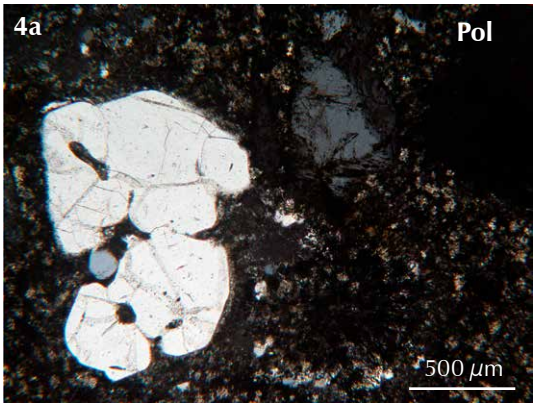
Abb. 3
Vulkanitklassifikation nach Winchester und Floyd (1977) mit den untersuchten Proben.

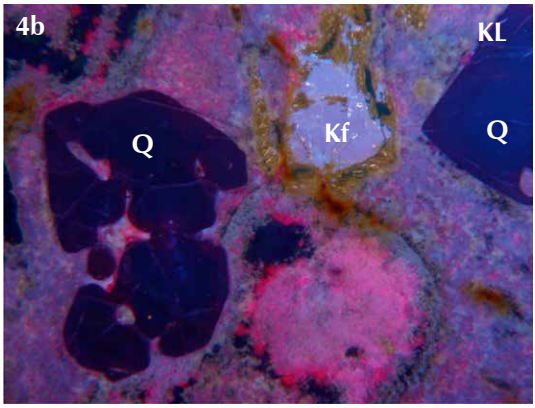
Tabelle 2
Quantitative Ergebnisse (in Gew-%) der röntgendiffraktometrischen Analysen zur Mineralzusammensetzung der Vulkanitproben aus NW-Sachsen; die angegebenen Fehler ergeben sich aus der 3-fachen Standardabweichung.

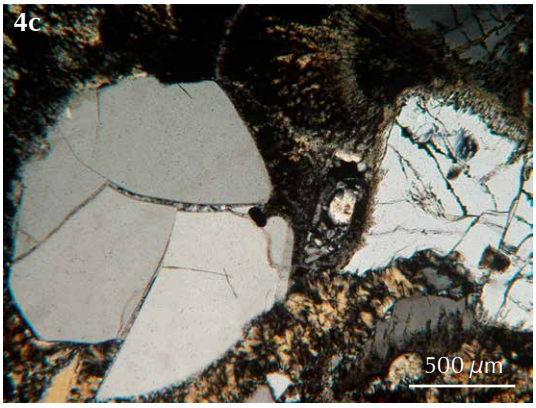
	Quarz	Sanidin	Orthoklas	Kaolinit
Börtewitz	48,2 ± 0,6	33,1 ± 1,0	14,5 ± 0,8	4,2 ± 0,5
Göttwitz	55,6 ± 0,6	30,5 ± 1,2	10,8 ± 1,0	3,1 ± 0,5
Gröppendorf	28,0 ± 0,5	51,0 ± 1,3	16,4 ± 1,1	4,6 ± 0,5
Kemmlitz	86,1 ± 0,5	-	-	13,9 ± 0,5
Mügeln	40,0 ± 0,5	43,1 ± 1,1	14,2 ± 1,0	2,7 ± 0,4
Mutzschen	58,7 ± 0,5	34,6 ± 1,2	6,7 ± 1,0	-
Querbitzsch	58,5 ± 0,7	25,6 ± 1,2	13,7 ± 1,0	2,2 ± 0,4
Roda	53,2 ± 0,5	43,8 ± 1,2	3,0 ± 1,1	-
Wermsdorf	58,1 ± 0,6	36,9 ± 1,1	5,0 ± 0,8	-
Zetschlig	48,9 ± 0,6	40,1 ± 0,9	5,2 ± 0,7	5,8 ± 0,5

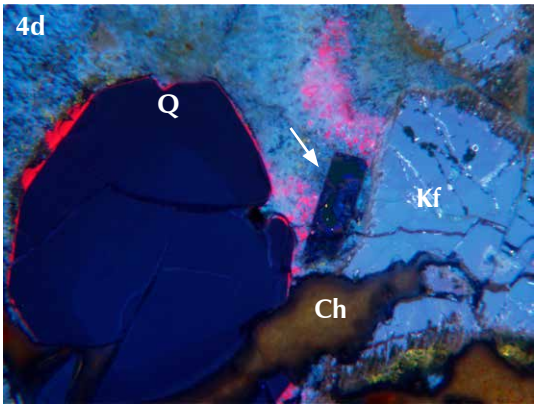
4.3 Polarisationsmikroskopie und Kathodolumineszenz

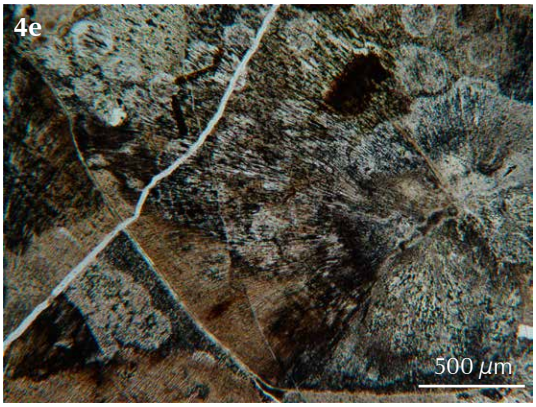
Die mikroskopischen Untersuchungen zeigen eine Reihe von Gemeinsamkeiten der untersuchten Vulkanitproben. Vorherrschend ist eine feinkörnige, dichte Grundmasse von meist gelblicher bis rötlicher Farbe. Pigmentierungen durch Eisenverbindungen und Bleichungen durch Kaolinisierung können z. T. zu fleckigen Farbvariationen führen. Die Matrix ist kaum glasig ausgebildet und enthält keine Glas-Shards oder Bims-Partikel (Abb. 4a/b). Häufig sind Bereiche mit sphärolithischer Textur zu sehen, die Hinweise auf Entgla-

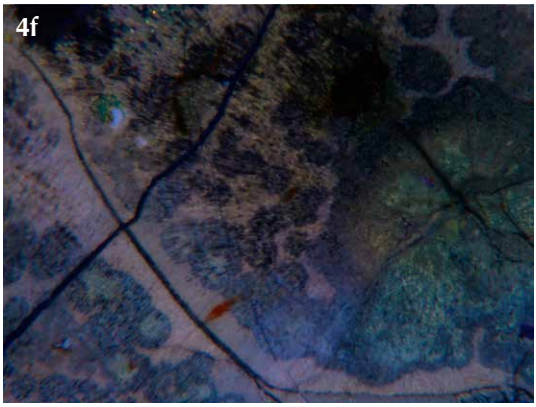

4a
Pol
500 µm


4b
KL
Q
Kf
Q


4c
500 µm


4d
Q
Kf
Ch


4e
500 µm


4f

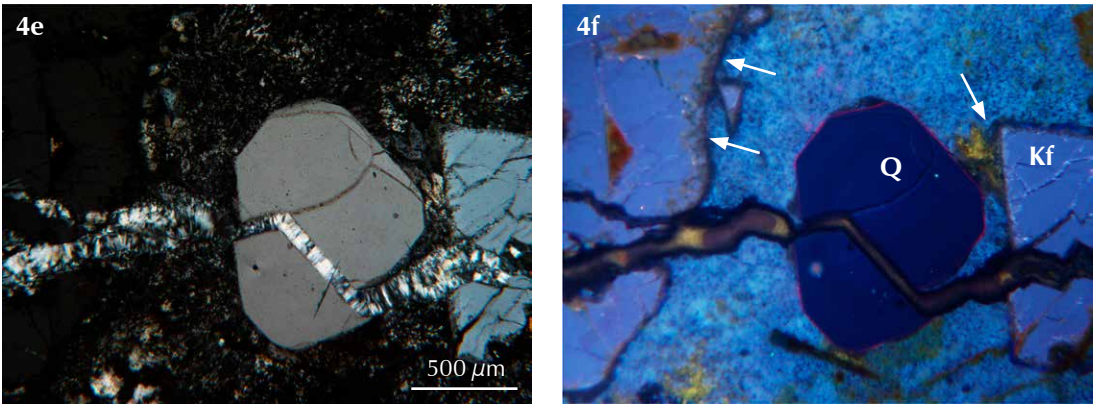


Abb. 4
Typische Ausbildung der Gesteinstexturen in den untersuchten Vulkaniten im polarisierten Licht (Pol) und Kathodolumineszenz-Modus (KL); **a**/**b** – Kemmlitzer Porphyr vom Steinbruch *Am Zetzschlig* mit feinkörniger Grundmasse und Phänokristen von Quarz (Q) und Kalifeldspat (Kf); **c**/**d** – sphärolithische Ausbildung am oberen Rand eines Kalifeldspatkristalls (Kf) im Vulkanit von Mügeln; neben großen Quarz-Phänokristen (Q) ist auch sekundärer Chalcedon (Ch) zu sehen; der Pfeil zeigt einen komplett kaolinisierten Kristall (Plagioklas oder Biotit?); **e**/**f** – die Grundmasse in der Lithophyse von Mutzschen weist zahlreiche kleinere und größere sphärolithische Entglasungsbereiche auf; **g**/**h** – Grundmasse und Phänokristen in einer Lithophyse von Börtewitz sind von einem sekundären Quarztrum durchschlagen; die Kalifeldspat-Phänokristen sind randlich alteriert (Pfeile).

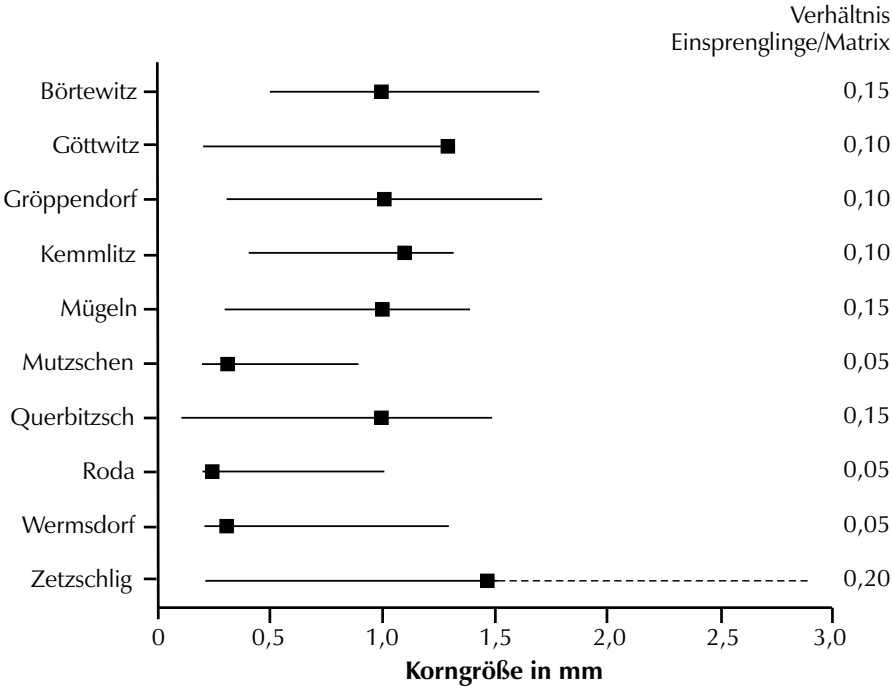
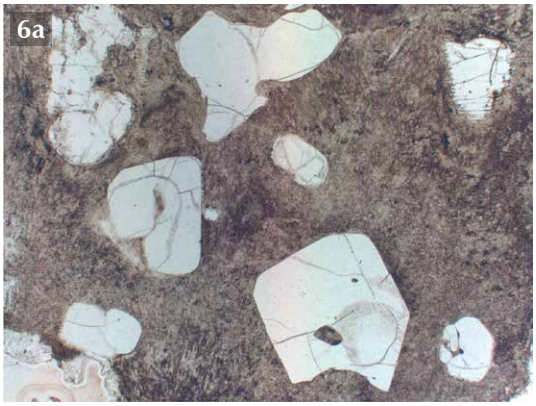
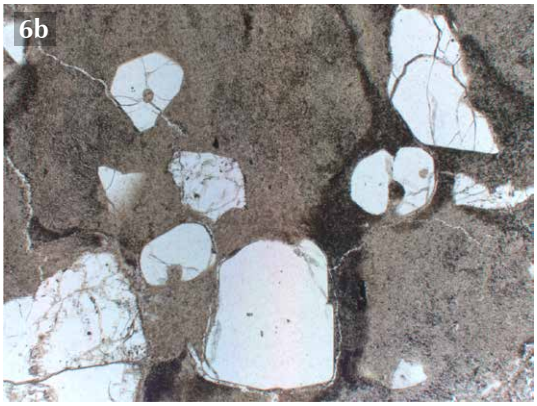
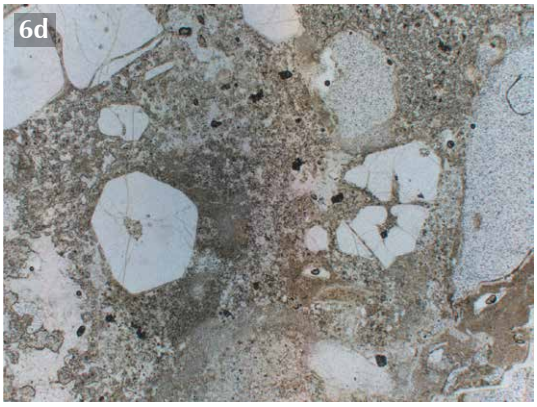


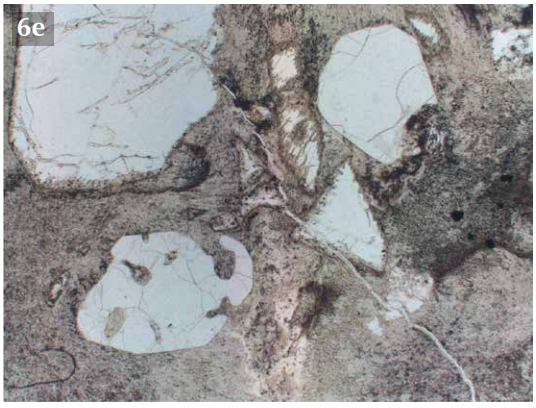
Abb. 5
Spanne der Korngrößen (Balken) und Hauptkorngröße (■) der Quarzphänokristen sowie Mengenanteil (Fläche) der Phänokristen in den untersuchten Vulkaniten.


6a


6b

6c


6d


6e

6f

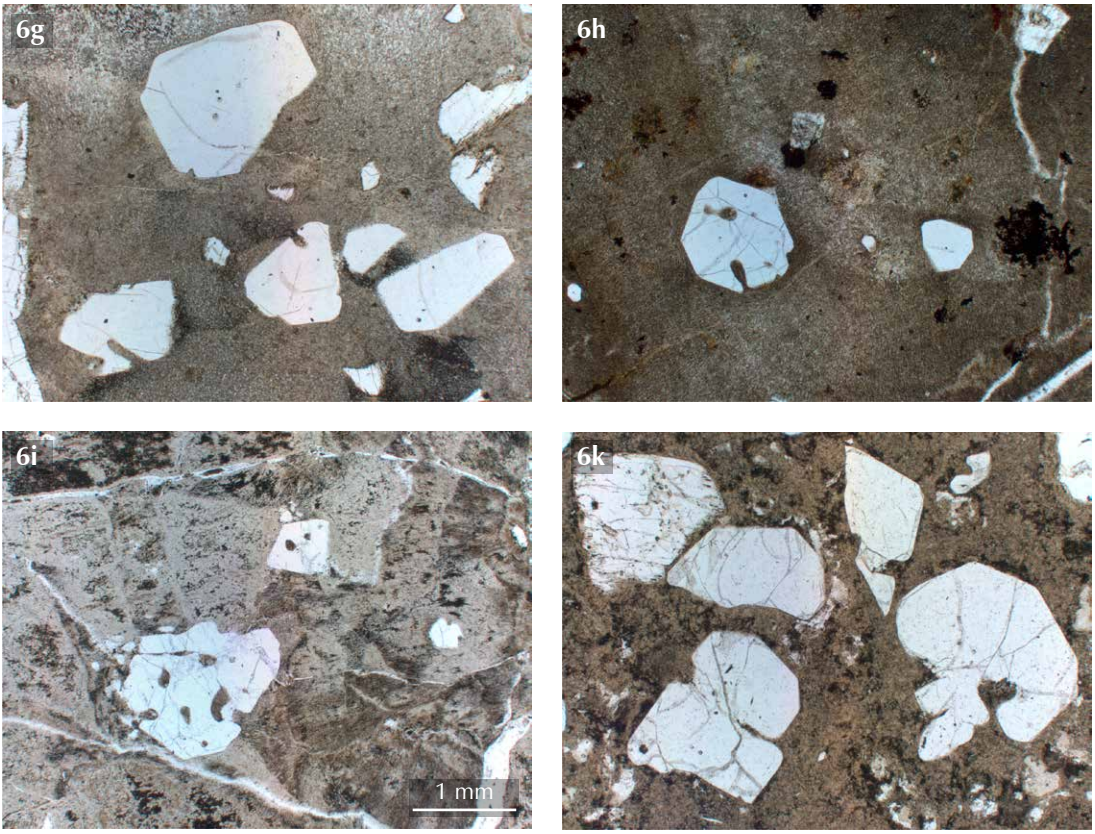
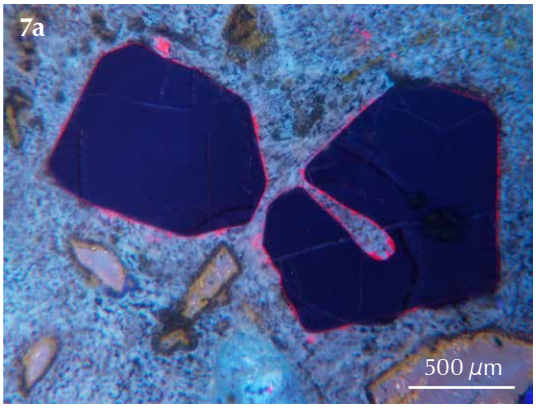
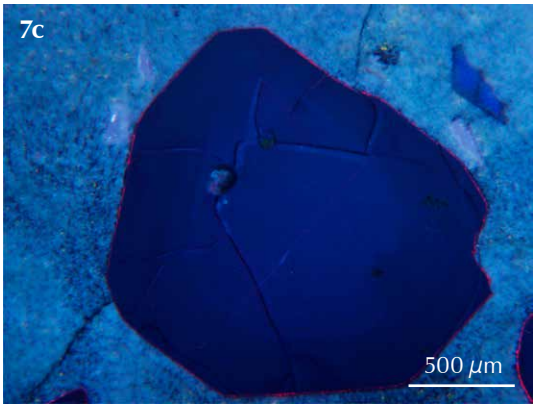


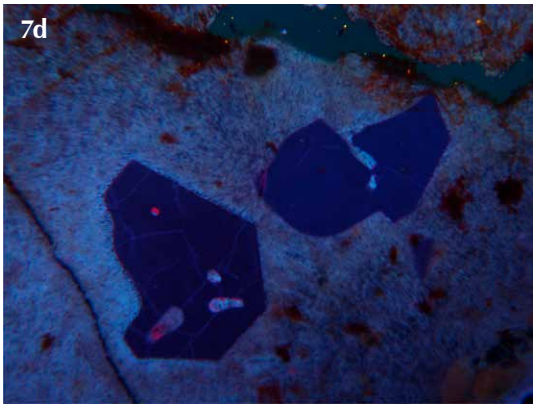
Abb. 6
Typische Ausbildung der Quarzphänokristen in den untersuchten Vulkaniten; charakteristisch sind hypidiomorphe Kristalle mit abgerundeten Ecken und z. T. deutliche Resoptionserscheinungen (**a** – Börtewitz, **b** – Göttwitz, **c** – Gröppendorf, **d** – Kemmlitz, **e** – Mügeln, **f** – Mutzschen, **g** – Querbitzsch, **h** – Roda, **i** – Wermsdorf, **k** – *Am Zetzschlig*).

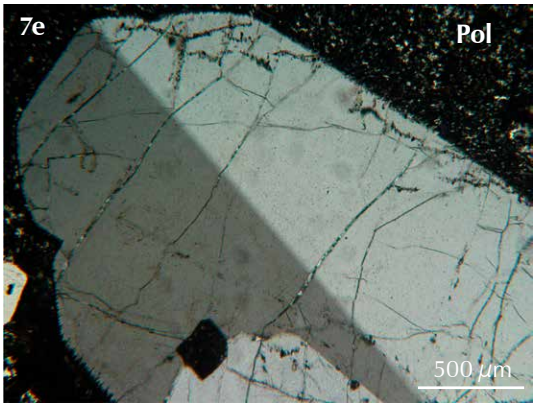
sungsvorgänge geben. Sphärolithische Bildungen sind oftmals an Randbereiche von Einsprenglingskristallen gebunden, die offenbar als Kristallisationskeime gewirkt haben (Abb. 4c/d).
Sphärolithische Bereiche können aber auch großflächig in der Matrix ausgebildet sein (Abb. 4e/f). Sekundäre Silifizierungen resultieren in einigen Bereichen in einer Vergröberung der ansonsten mikrokristallinen Grundmasse. Sekundäre Trümer durchziehen teilweise die primäre Matrix und durchschlagen dabei häufig auch die größeren Einsprenglingskristalle (Abb. 4g/h).
Der Gehalt an Phänokristen variiert in den einzelnen Proben zwischen 5 und 20 Flächen-% (Abb. 5). Auch die Größe der Einsprenglinge schwankt etwas innerhalb der Proben und zwischen den Lokalitäten. Insgesamt bewegt sich die Hauptkorngröße meist um einen Wert von ca. 1 mm (Abb. 5). Im *Kemmlitzer Porphyr* vom Steinbruch *Am Zetzschlig* wurde ein Quarzkristall mit einer Größe von 2, 9 mm gemessen, die anderen Kristalle lagen im Bereich der anderen Proben. Etwas kleinere Korngrößen waren in den Lithophysen von Mutzschen, Roda und Wermsdorf vorhanden.
Der Hauptanteil der Einsprenglinge waren Quarzkristalle. Die Quarzphänokristen sind überwiegend hypidiomorph ausgebildet, wobei die Ecken leicht abgerundet sind. Häufig sind auch deutliche Resorptions- und Korrosionserscheinungen an den Kristallen sowie Schmelzeinschlüsse zu beobachten (Abb. 6). In der Kathodolumineszenz zeigen die Quarze einheitliche Charakteristika. Typisch ist eine tiefblaue Lumineszenz mit leichter Zonierung, im Randbereich ist ein roter Saum erkennbar (vgl. Abb. 4, 7).

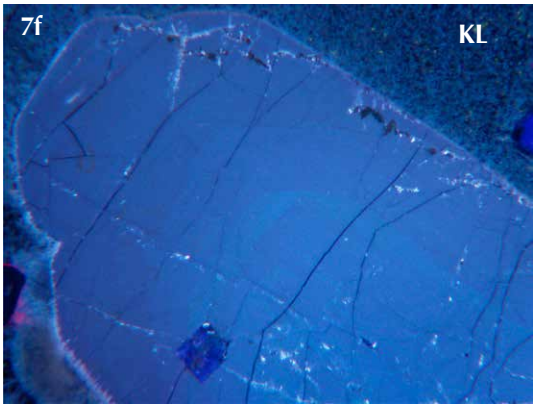

7a
500 µm

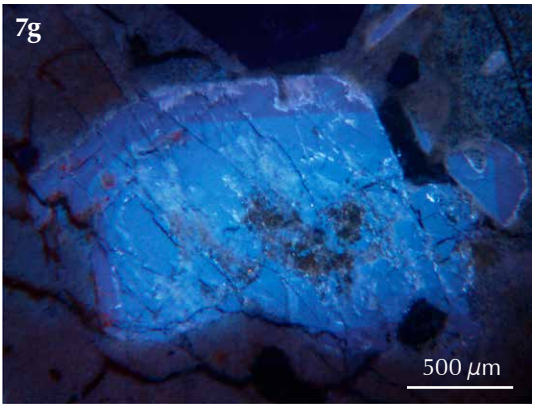
7b


7c
500 µm


7d


7e
Pol
500 µm


7f
KL



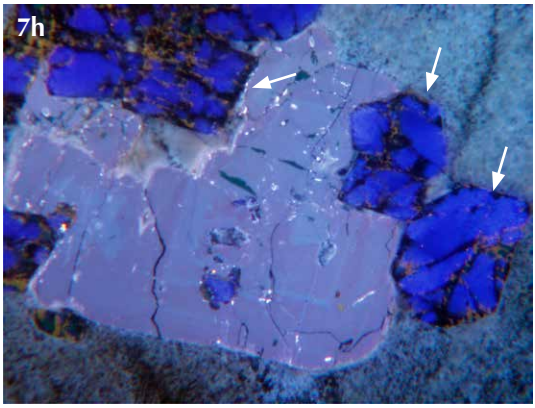


Abb. 7
Quarz-Phänokristen in den Lithophysen von Börtewitz (**a**), Gröppendorf (**b**), Querbitzsch (**c**) und Roda (**d**) mit typischer hypidiomorpher Ausbildung und z.T. gerundeten Ecken und Resorptionserscheinungen; in der KL zeigen alle Kristalle eine tiefblaue Lumineszenz mit teilweise schwacher Zonierung und roten Säumen; **e/f** – großer Sanidin-Einsprengling in einer Lithophyse aus Querbitzsch mit einfacher Verzwilligung im polarisierten Licht (Pol) und Wachstumszonierung in der KL; **g** – Kalifeldspat-Phänokrist im Vulkanit von Roda mit deutlicher Zonierung in der KL; **h** – gut erhaltener Kalifeldspatkristall mit hellblauer KL-Farbe und leichter Zonierung in der Probe aus Querbitzsch, verwachsen mit komplett kaolinisierten ehemaligen Plagioklaskristallen (Pfeile).

Neben Quarz ist als einzige weitere Mineralgruppe als Einsprengling Kalifeldspat (Sanidin, Orthoklas) nachzuweisen. Die Kalifeldspäte zeigen eine hellblaue Lumineszenz und sind teilweise zoniert (Abb. 7f-h). Die überwiegende Mehrheit der Kalifeldspat-Phänokristen ist noch gut erhalten und zeigt nur randlich beginnende Alterationserscheinungen, die durch bräunliche KL sichtbar sind (Abb. 4h). Im Gegensatz dazu konnten keine primären Plagioklase nachgewiesen werden. Auch Biotitkristalle waren als Einsprenglinge nicht vorhanden. Anhand der Kristallform einiger komplett kaolinisierter ehemaliger Einsprenglinge ist anzunehmen, dass vor allem Plagioklase vorhanden waren, aber vollständig zu Tonmineralen umgewandelt wurden (Abb. 4d, 7h). Auch Akzessorien wie Zirkon oder Apatit, die auf Grund ihrer auffälligen KL-Charakteristika gut zu identifizieren sind, wurden nur sporadisch nachgewiesen.

Zwei Besonderheiten in der Ausbildung der Vulkanite konnten durch die mikroskopischen Untersuchungen nachgewiesen werden. Zum einen betrifft dies das unmittelbare Nebengestein der Lithophysen, welches an vier der untersuchten Proben (Gröppendorf, Mutzschen, Querbitzsch, Roda) in Relikten anhaftete. In den anderen Proben war das Nebengestein durch die Verwitterung komplett entfernt. Im Gegensatz zum charakteristischen sphärolithischen Gefüge der Lithophysen zeigt das Nebengestein in der Grundmasse glasige Bereiche und perlitische Sprünge, die deutliche Signaturen eines vulkanischen Glases (Pechstein) darstellen (Abb. 8). Die vorhandenen Quarz- und Kalifeldspat-Phänokristen zeigen analoge Ausbildungen und Eigenschaften wie in den Lithophysen selbst.

Die Probe von Kemmlitz unterscheidet sich von den übrigen Lithophysen nicht nur durch einen alterationsbedingten anderen Mineralbestand (vgl. Tabelle 2). Auch texturell sind einige Besonderheiten zu verzeichnen. Die Lithophyse ist stark alteriert und zeigt Hinweise auf hydrothermale Prozesse (Abb. 9a,b). Der Quarz in der vulkanischen Grundmasse ist z. T. makrokristallin ausgebildet und dadurch im polarisierten Licht nicht von den primären Einsprenglingsquarzen zu unterscheiden (Abb. 9c,d). Eine dritte Quarzgeneration ist in Form von sekundärem Chalcedon nachweisbar, der entweder lagige Strukturen mit Kaolinit bildet (Abb. 9e,f) oder als Achat Hohlräume in der Lithophyse mit SiO_2 füllt (Abb. 9g,h). Alle diese Merkmale weisen auf intensive Alteration und mögliche hydrothermale Aktivitäten hin.

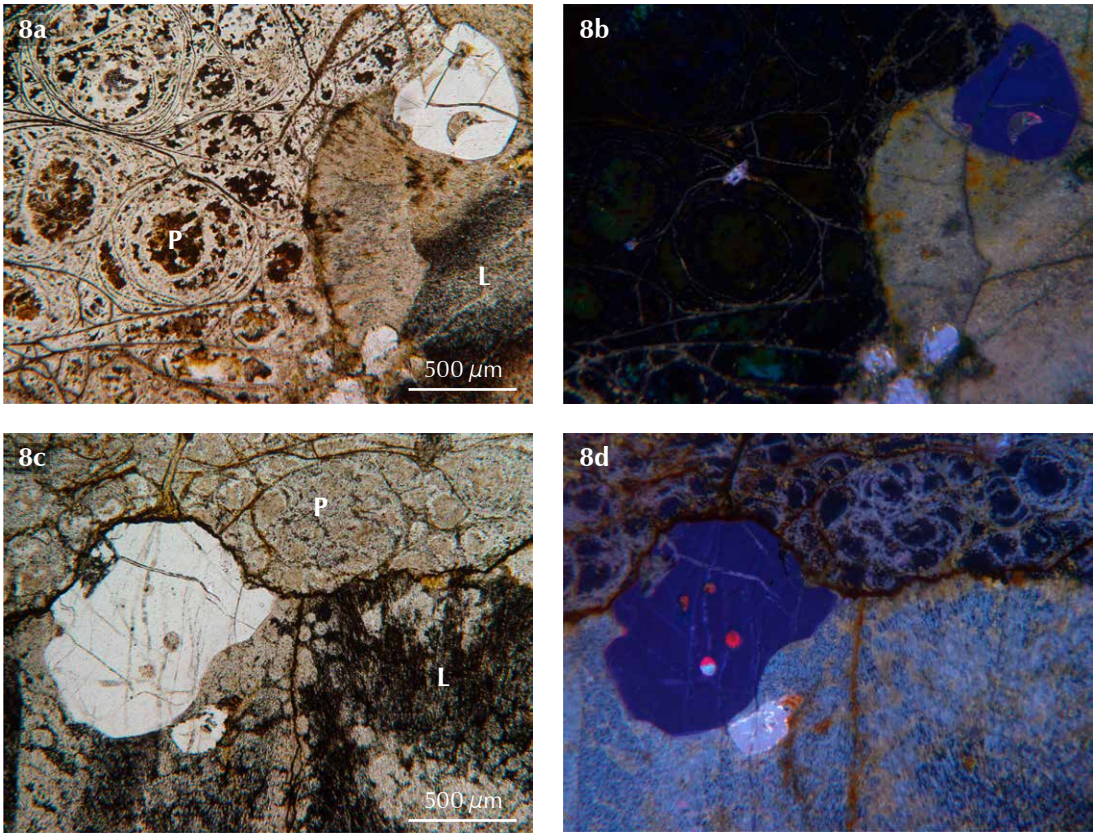


Abb. 8
Übergangsbereich von Lithophyse (L) zum Nebengestein (Pechstein – P) in den Proben von Mutzschen (**a**/**b**) und Roda (**c**/**d**) im polarisierten Licht (links) und im KL-Modus (rechts); im Gegensatz zur sphärolithischen Textur der Lithophysen zeigt das Nebengestein deutliche perlitische Sprünge; im Grenzbereich sind jeweils Quarzphänokristen zu erkennen.

5 Diskussion und Schlussfolgerungen

In der vorliegenden Arbeit wurden neun Proben von Lithophysen aus dem Verbreitungsbereich des *Kemmlitzer Porphyrs* mittels mineralogischer und chemischer Analytik untersucht und mit einer Probe des lithophysenfreien *Kemmlitzer Porphyrs* vom Steinbruch *Am Zetzschlig* verglichen.
Die phasenanalytischen Untersuchungen erbrachten eine monotone Mineralzusammensetzung, die von Quarz und den beiden Kalifeldspatphasen Sanidin und Orthoklas dominiert ist. Die hohen Gehalte der Kalifeldspatphase Sanidin weisen auf hohe Bildungstemperaturen und schnelle Abkühlung hin, was typisch für saure Vulkanite ist. Die in der Literatur (z. B. Röllig 1976, Eigenfeld 1978) für den *Kemmlitzer Porphyr* angegebenen Minerale Plagioklas, Biotit und Pyroxen konnten in den vorliegenden Proben nicht nachgewiesen werden. Anhand der Morphologie von kaolinisierten ehemaligen Einsprenglingen lässt sich schlussfolgern, dass Plagioklase möglicherweise primär vorhanden waren und vollständig in Tonminerale umgewandelt wurden. Die feinkörnige Grundmasse ist in den meisten Proben dagegen gut erhalten.

Anhand der geochemischen Charakteristika lassen sich die untersuchten Vulkanite als Rhyolithe einstufen, wobei mögliche sekundäre SiO_2-Anreicherungen zu berücksichtigen sind. Die deutlichen Übereinstimmungen hinsichtlich mineralogischer Zusammensetzung, chemischer Charakteristik und textureller Ausbildung lassen vermuten, dass alle untersuchten Proben einem vulkanischen Ereignis entstammen und dem Kemmlitzer Rhyolith zuzuordnen sind. Auftretende Unterschiede (vor allem in der chemischen Zusammensetzung) sind im Wesentlichen auf sekundäre Alterationen zurückzuführen.

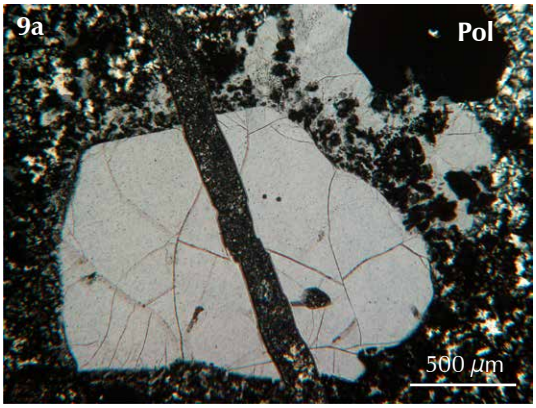
Das Vorkommen von hypidiomorphen Quarzphänokristen und gut erhaltenen Kalifeldspäten sowie das Fehlen von Glas-Shards und Fiamme (Bimsfetzen) deuten darauf hin, dass es sich bei den vulkanischen Ablagerungen im Untersuchungsgebiet um Laven und keinen Pyroklastit (Ignimbrit) handelt. Das bestätigt Aussagen von Eigenfeld (1978), der die Bildung des *Kemmlitzer Porphyrs* aus heterogen ausgebildeten Laven ableitete.

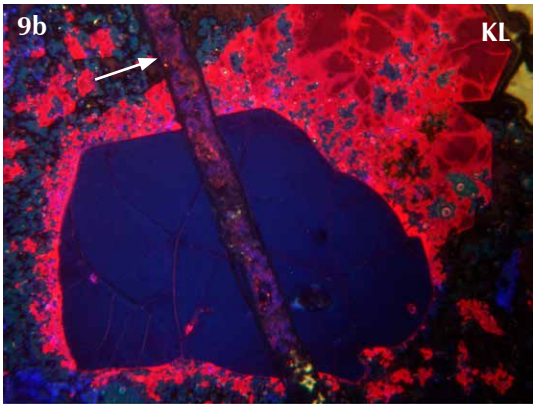
Das übereinstimmende Erscheinungsbild der Phänokristen, insbesondere der Quarzeinsprenglinge, deutet auf eine Herkunft aus einer gemeinsamen Schmelze hin. Die Quarzkristalle zeigen in der Kathodolumineszenz alle eine tiefblaue Lumineszenz mit leichter Zonierung. Die Randbereiche sind durch rote Säume gekennzeichnet, die wahrscheinlich von der Reaktion mit der Schmelze herrühren. Dieser Fakt zusammen mit den vorhandenen Resorptionserscheinungen spricht für eine Auskristallisation der Quarzphänokristen zu einem frühen Zeitpunkt in der Magmenkammer.

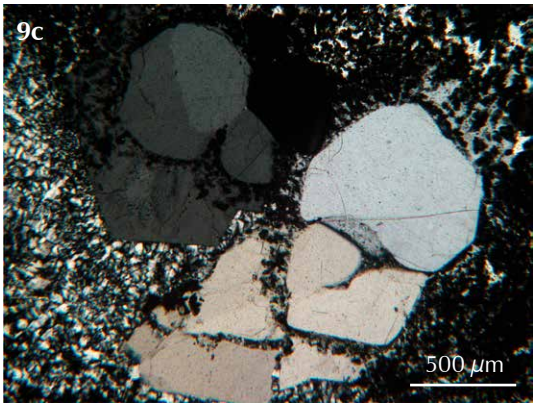
Eigenfeld (1978) ordnete die Laven des *Kemmlitzer Porphyrs* einem postignimbritischen Schichtvulkan ca. 10–15 km östlich des Grimmaer Vulkans zu. Er fand Hinweise auf Schlot- bzw. Extrusionsbereiche (steil stehende Fließtexturen), Spaltenfüllungen und hydrothermale Verquarzungen im Bereich der Kaolingrube Kemmlitz und vermutete, dass sich dort wahrscheinlich die Hauptförderzone befand. Hinweise auf starke vulkanische Aktivitäten und hydrothermale Prozesse lassen sich auch durch einige Charakteristika der Probe Kemmlitz finden (vgl. Abb. 9). Unter Annahme des vulkanischen Zentrums im Raum Kemmlitz ließen sich möglicherweise auch die etwas niedrigeren Gehalte und Korngrößen der Einsprenglinge in den Vulkanitproben von Mutzschen, Roda und Wermsdorf erklären (vgl. Abb. 5), da diese Lokationen am weitesten vom angenommenen Lavaaustritt entfernt liegen.

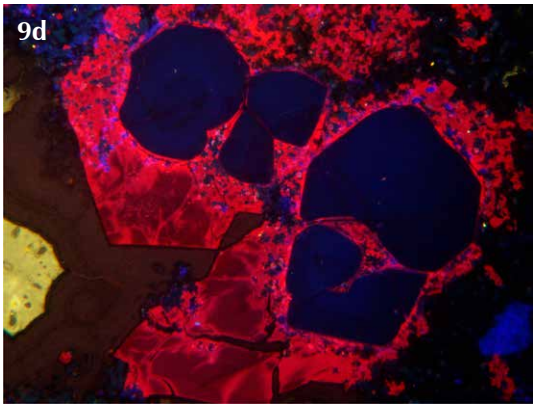
Schwerdtner et al. (2007) berichteten, dass in den Kaolingruben im Ausbreitungsbereich des verwitterten Kemmlitzer Porphyrs neben dem Haupttonmineral Kaolinit auch begrenzte Bereiche auftreten, die durch hohe Gehalte an Illit-Montmorillonit-Wechsellagerungen ausgezeichnet sind (sog. „Ignimbrit-Kaolin“). Da auf Grund der komplett alterierten Ausgangsgesteine deren direkte Bestimmung nicht möglich war, schlussfolgerten sie, dass diese Partien von „Ignimbrit-Kaolin“ möglicherweise an den glasreichen Rochlitz-Ignimbrit gebunden sind, dessen Verwitterung zur bevorzugten Bildung der Illit-Montmorillonit-Wechsellagerungsminerale geführt hat. Diese Schlussfolgerung konnte in den aktuellen Untersuchungen nicht bestätigt werden. Die vorliegenden Ergebnisse erbrachten keinen Hinweis auf ignimbritische Bildungen.

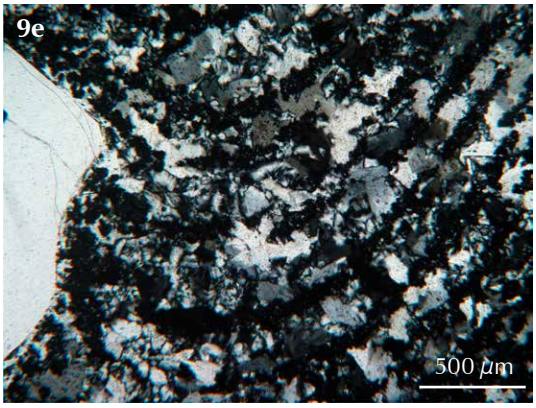
Allerdings zeigte sich im Feldbefund, dass in den Kaolingruben das Auftreten von Lithophysen offenbar ausschließlich an diese Partien mit erhöhten Gehalten an Illit-Montmorillonit-Wechsellagerungen gebunden ist. Obwohl die Ähnlichkeiten in Mineralogie, Geochemie und Ausbildung der Phänokristen von Lithophysen und *Kemmlitzer Porphyr* auffällig sind, konnten bisher im massiven, porphyrisch ausgebildeten Vulkanit des glasarmen *Kemmlitzer Porphyrs* keine Lithophysen nachgewiesen werden. Die randlichen Anhaftungen von Gesteinsresten an den Lithophysen von Gröppendorf, Mutzschen, Querbitzsch und Roda lassen dagegen vielmehr auf eine Bildung im Bereich eines Pechsteins schließen. Möglicherweise lassen sich bei weiteren Untersuchungen derartige Hinweise auch in den anderen Lokalitäten finden. Ob es sich hierbei um glasige Bildungen im Randbereich des Vulkanitkörpers handelt oder aber gangartige Pechsteinablagerungen vorliegen, lässt sich derzeit nicht feststellen. Hinweise auf gangförmige Vulkanite gibt es in anderen Bereichen der Nordwestsächsischen Senke.

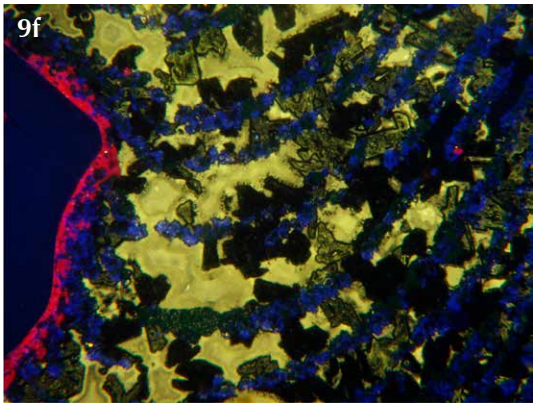

9a
Pol
500 µm


9b
KL


9c
500 µm


9d


9e
500 µm


9f

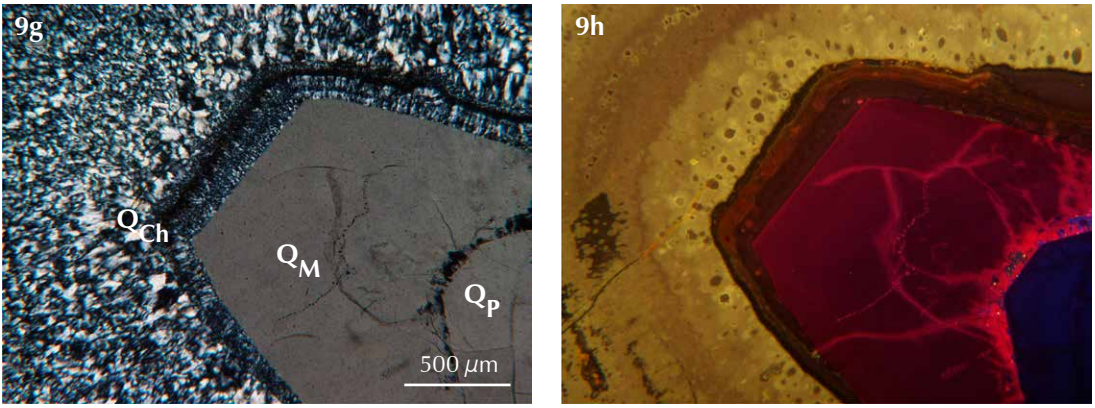


Abb. 9
Mikrophotos der Lithophyse von Kemmlitz im polarisierten Licht (Pol) und in der Kathodolumineszenz (KL);
a/**b** - Quarzphänokrist (blaue KL) in rot lumineszierender vulkanischer Grundmasse, die beide von einem sekundären hydrothermalen Trum (Pfeil) durchschlagen wurden;
c/**d** – Quarzphänokristen (blaue KL) in vulkanischer Matrix (rote KL); der makrokristalline Matrixquarz ist im polarisierten Licht nicht von den primären Einsprenglingen zu unterscheiden;
e/**f** – auffällige gebänderte Struktur von Kaolinit (blaue KL) und Chalcedon (gelbe KL); am linken Bildrand ist ein Quarzphänokrist mit Relikten der Grundmasse zu erkennen;
g/**h** – genetisch verschiedene Quarzbildungen mit Quarzphänokrist (Q_P), makrokristallinem Grundmassequarz (Q_M) und sekundärem Chalcedon (Q_{Ch}).

Dank

Die Autoren bedanken sich bei Fr. Doreen Ebert, Freiberg, für die Unterstützung bei Vorbereitungen und Durchführung der mineralogisch-geochemischen Untersuchungen.

Literatur

Breitkreuz, C. (2013): Spherulites and lithophysae – 200 years of investigation on high-temperature crystallization domains in silica-rich volcanic rocks. – Bulletin of Volcanology, **75**: 705–720.
Doebelin, N. & Kleeberg, R. (2015): Profex: a graphical interface for the Rietveld refinement program BGMN. – Journal of Applied Crystallography, **48** (5): 1573–1580.
Eigenfeld, F. (1978): Zur geologischen Entwicklung der vulkanischen Gesteine im Süd- und Ostteil des NW-Sächsischen Vulkanitkomplexes. – Dissertation, Fachber. Geol. Wiss., Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, 236 S.
Glässer, W. (1983): Beitrag zur Petrologie und Vulkanologie der andesitoiden Vulkanite Nordwestsachsens. – Hallesches Jahrbuch für Geowissenschaften, **8**: 1–30.
Hoffmann, U.; Breitkreuz, C.; Breiter, K.; Sergeev, S.; Stanek, K. & Tichomirowa, M. (2013): Carboniferous–Permian volcanic evolution in Central Europe – U/Pb ages of volcanic rocks in Saxony (Germany) and northern Bohemia (Czech Republic). – International Journal of Earth Sciences, **102**: 73–99.
Kraft, W. & Schräber, D. (1968): Beitrag zur Kenntnis des Perm und der Trias im Mügelner Becken. – Geologie, **17** (9): 1051–1061.
Pietzsch, K. (1962): Geologie von Sachsen. 1. Aufl., 870 S.; Berlin (VEB Dt. Verlag d. Wissenschaften).
Röllig, G. (1976): Zur Petrogenese und Vulkanotektonik der Pyroxenquarzporphyre (Ignimbrite) des Nordsächsischen Vulkanitkomplexes. – Jahrbuch für Geologie, **5** (6): 175–268.

Röllig, G.; Eigenfeld, F.; Fischer, I. & Kuhn, B. (1976): Die Ignimbrite des Nordwestsächsischen Vulkanitkomplexes. – Wissenschaftliche Zeitschrift der Martin-Luther Universität Halle-Wittenberg, Math.-Nat. R., **19**: 67–78.

Schwerdtner, G.; Anger, H.; Störr, M. (2007): Die Kaolinlagerstätten des Kemmlitzer Reviers. Bergbaumonographie, Freiberg, 116 S.

Siegert, Th. (1916): Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte des Königreichs Sachsen – Blatt Mutzschen, 2. Auflage, 70 S.; Dresden (G. A. Kaufmann's Buchhandlung).

Walter, H. (2006): Das Rotliegend der Nordwestsächsischen Senke. – Veröff. Museum für Naturkunde Chemnitz, **29**: 157–176.

Walter, H. (2012): Rotliegend im Nordwestsächsischen Becken. – Schriftenreihe der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften, **61**: 517–529.

Walter, H.; Grimmer, A. & Krentz, O. (1996): Sucharbeiten auf Quarzporphyrkaoline in Nordwestsachsen.– Geoprofil, **6**: 115–128.

Wendt, I.; Höhndorf, A.; Wendt, J. I.; Müller, P. & Wetzel, K. (1995): Radiometric dating of volcanic rocks in NW-Saxony by combined use of U-Pb and Sm-Nd zircon dating as well as SM-Nd and Rb-Sr whole-rock and mineral systematics. – Terra Nostra, **7**: 147–148.

Wetzel, K.; Gerstenberger, H.; Wand, U. & Wendt, I. (1995): Zur Geochemie der nordwestsächsischen Vulkanite. – Zeitschrift für geologische Wissenschaften, **23** (4): 371–400.

Winchester, J. & Floyd, P. A. (1977): Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements. – Chemical Geology, **20**: 325–343.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Veröffentlichungen des Museums für Naturkunde Chemnitz

Jahr/Year: 2017

Band/Volume: 40

Autor(en)/Author(s): Götze Jens, Lessig Franziska, Georgi Ulrich

Artikel/Article: Zur Mineralogie von Vulkaniten im Bereich des Kemmlitzer Porphyrs (Oschatz-Formation, Nordwestsächsisches Becken) 133-150