

Die Seeser Sande: Schwermineralanalyse als Hilfsmittel für die Entwicklung eines geologischen Modells

DANIELA FOCKE & FRANK BRETSCHEIDER

Einleitung

Die Seeser Sande, zugehörig zur miozänen Meuro-Formation, welche für Bodenverflüssigungen und Sackungen in den Innenkippen im Hinterland gesicherter Restseeböschungen im Gebiet der ehemaligen Tagebaue Schlabendorf und Seese verantwortlich gemacht werden, wurden mittels eines umfangreichen, multidisziplinären Ansatzes detailliert untersucht. Des Weiteren wurden die Sande mit den stratigraphisch vergleichbaren Abfolgen aus den Tagebauen Welzow-Süd und Nochten verglichen und ein geologisches Genesemodell für das Untersuchungsgebiet erarbeitet (vgl. FOCKE, BRETSCHEIDER & STANDKE 2023). Hier soll nun aufgezeigt werden, welche Erkenntnisse durch die Untersuchung der Schwerminerale gewonnen werden konnten und in wie weit diese zur Modellfindung beigetragen haben.

1 Schwermineraluntersuchungen an den Seeser Sanden

Als Ausgangsmaterial standen Sedimente aus drei Bohrungen aus dem Raum Seese/Schlabendorf (SEEW3, SLAS1, SLAM4) zur Verfügung, aus welchen die Proben zur Analyse ausgewählt wurden. Dabei repräsentieren alle Proben verschiedene Faziesbereiche und Korngrößenspektren. Die Bohrung SEEW3 wurde als Leitprofil gewählt und detailliert mit Proben zur sedimentpetrographischen Analyse untersucht. Aus den anderen beiden Bohrungen wurden die Proben so gewählt, dass ein lateraler Vergleich der Sedimentpakete möglich ist. Das Leitprofil SEEW3 kann anhand der gewonnenen Ergebnisse in 7 Gruppen verschiedener Schüttungen/Ablagerungsbedingungen oberhalb des 2. Miozänen Flözes gegliedert werden (Abb. 1). Bereits hier dienten die Ergebnisse der Schwermineralanalyse als eines

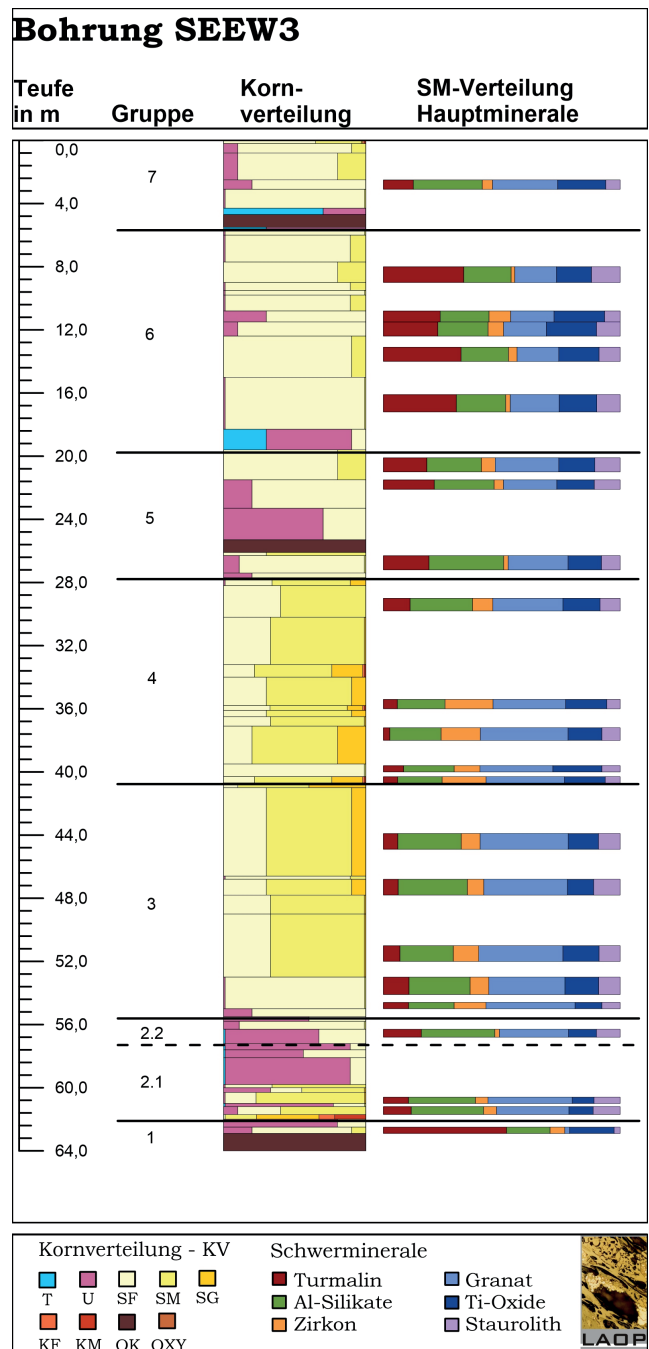


Abb. 1: Darstellung der untersuchten Bohrung SEEW3 im Raum Seese/Schlabendorf hinsichtlich der Unterteilung in Gruppen und der Analyseergebnisse der Haupt-Schwerminerale der Kornfraktion 100–200 µm

der wichtigsten Kriterien zur Unterteilung der Gruppen. In Abbildung 1 sind die Hauptschwerminerale der Kornfraktion 100–200 µm abgebildet. Schon auf den ersten Blick sind die Unterschiede in der Verteilung sichtbar, insbesondere bei Turmalin und Granat.

Im Liegenden finden sich teilweise rollige Sedimente der Gruppe 1. Ihr Schwermineralspektrum unterscheidet sich von den nachfolgenden Sedimentpaketen deutlich. Die Gruppen 2, 3 und 4 werden den Seeser Sanden zugeordnet und sind, mit Ausnahme von Gruppe 2, durch Ablagerungen eines hochenergetischen Milieus geprägt. Die Gruppen 5 und 6 entsprechen dem Grundwasserleiter (GWL) 3 der Greifenhain- und Nochten-Subformation der Meuro-Formation. Gruppe 7 stellt im Quartär umgelagertes Tertiärmaterial dar. Im Ergebnis konnten die Seeser Sande hiermit erstmals nicht nur anhand ihrer Korngröße, sondern durch ihre mineralische Zusammensetzung räumlich abgegrenzt werden. Auch wurde eine isochrone Position der Seeser Sande zum GWL 4 der marinen Greifenhain-Subformation herausgestellt.

2 Vergleich von Schwermineraluntersuchungen aus Seese, Welzow-Süd und Nochten

Nachfolgend sollen die Schwermineralassoziationen des GWL 4, genauer die GWL 430 bis 410, begrenzt durch den Hangendschluff des 2. Miozänen Flözes und die Unterbank Oberbegleiter der Greifenhain-Subformation, sowie der GWL 3 mit Sanden des Oberbegleiter-Komplexes (Greifenhain-Sbf.) und oberhalb des Spezialtons Heide (bzw. seiner Äquivalente), welche der Nochten-Subformation angehören, jeweils regional und zusammenfassend hinsichtlich ihres Schwermineralinhaltes verglichen werden. Aufgrund der paläogeographischen Lage (vgl. KNOX et al. 2010) nimmt der Raum Seese/Schlabendorf den dem offenen Meer am nächsten befindlichen Ablagerungsort ein. Eine Zwischenstellung wird dem Raum Welzow zugeschrieben und der Raum Nochten weist auf einen zur offenen Meeresküste entfernteren Ort hin.

GWL 4

Bei den Schwermineralen im Raum Seese bildet der Granat die größte Gruppe. Seine Anteile nehmen nach Nochten

über Welzow immer weiter ab (vgl. Abb. 2). Turmalin zeigt ein genau entgegengesetztes Verhalten. Zirkon erreicht in Welzow-Süd die höchsten Werte, dicht gefolgt vom Raum Seese, während die Gehalte in Nochten deutlich niedriger liegen. Gleiches ist bei den Aluminiumsilikaten zu beobachten. Betrachtet man die Aluminiumsilikate genauer, so zeigt sich eine Zunahme an Disthen bei gleichzeitiger Abnahme von Sillimanit vom Raum Seese nach Welzow. In Nochten nimmt Disthen deutlich ab, während Andalusit weitaus häufiger vorkommt, als in den anderen beiden Gebieten. Die Unterschiede in der Schwermineralzusammensetzung bilden gut die verschiedenen Ablagerungsmilieus ab. So sind deutliche Differenzen zwischen den küstennahen Ablagerungen aus Nochten, mit einer vermutlich hohen terrestrischen Komponente, und den Sanden aus dem Raum Seese/Schlabendorf zu erkennen, welche hauptsächlich von Küstenlängstransport geprägt sind. Der Raum Welzow weist dabei in der Schwermineralzusammensetzung eine Zwischenstellung/Mischung auf (vgl. FOCKE, BRETSCHNEIDER & STANDKE 2023).

GWL 3

Im räumlichen Vergleich gleicht sich der Granatgehalt zwischen dem Raum Seese und Welzow, wobei bei Letzterem der Granat zum Hangenden hin immer mehr abnimmt. In Nochten sind die Anteile deutlich niedriger (vgl. Abb. 2). Beim Zirkon weist Seese die niedrigsten Gehalte auf, während sich Welzow und Nochten ähneln. Der Turmalinanteil ist in Nochten am höchsten, gefolgt von Seese und Welzow. In Welzow steigen die Turmalinanteile jedoch vom Liegenden zum Hangenden an und erreichen in etwa das Niveau von Seese. Der Gesamtgehalt der Aluminiumsilikate ändert sich nur gering und ist in Nochten am höchsten. Ein deutlicher Unterschied zeigt sich aber in der Zusammensetzung der Aluminiumsilikate. Tritt in Seese und Welzow hauptsächlich Disthen gefolgt von Sillimanit und untergeordnet Andalusit auf, so dominiert in Nochten Sillimanit vor Andalusit. Disthen zeigt die niedrigsten Gehalte. Im GWL 3 sind die Unterschiede in der Schwermineralzusammensetzung der Räume Seese und Welzow geringer. Der Unterschied zum küstennahen Nochten jedoch bleibt bestehen. Aufgrund des regressiven Charakters der Abfolge hin zu den Klettwitz-Schichten (vgl. STANDKE 2011) ist hier aber von einer schwächeren Durchmischung der Sedimente auszugehen.

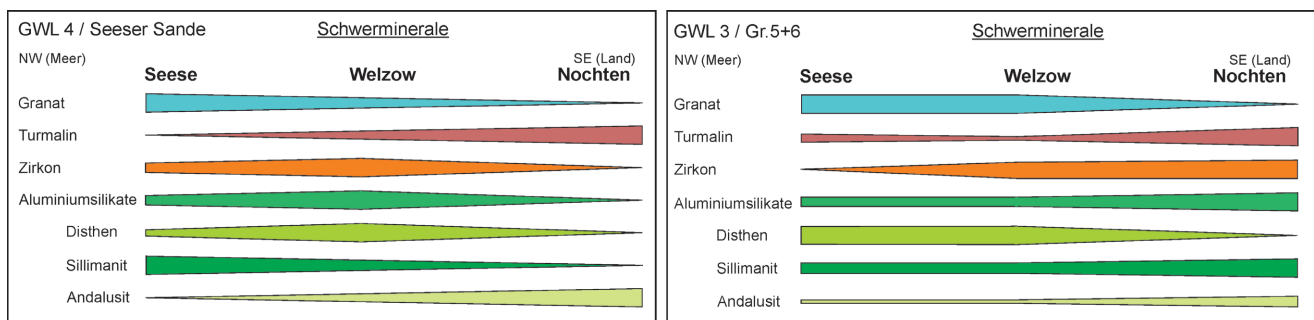


Abb. 2: Schematische Darstellung der wichtigsten Schwerminerale des GWL 4 und 3 im regionalen Vergleich

3 Provenanceanalyse

Um die Provenance der Sedimente aus Seese/Schlabendorf einzugrenzen, wurde für den GWL 4 versucht, anhand der Haupt-Schwerminerale auf mögliche Liefergebiete zu schließen. Dabei ist unklar, welche Gesteinseinheiten zur fraglichen Zeit der Verwitterung ausgesetzt waren und ob deren Material durch die entsprechenden Flusssysteme abgeführt wurde. In den entsprechenden Regionen, die für eine Sedimentherkunft in Frage kommen, wurde deshalb das Potential für das Vorhandensein der einzelnen Schwerminerale betrachtet. Unterschieden wird in die Liefergebiete Lausitzer Block (LB), Erzgebirge/Granulitgebirge, westliches Böhmisches Becken (BB), östliches Böhmisches Becken, Südflanke der Westsudeten und Adlergebirge, welche beide vermutlich über das östliche Böhmisches Becken entwässert wurden, und die Nordflanke der Westsudeten. Der Lausitzer Block bezieht sich hierbei auf den sächsischen Teil, wobei die anzutreffenden Schwerminerale (Zirkon, Turmalin, Granat und Andalusit) nur akzessorisch bzw. in kleinen Vorkommen auftreten und somit eher nicht für die Masse der benötigten Schwerminerale in Frage kommen. In den übrigen Regionen sind Zirkon und Rutil überall zu finden, so dass die beiden Minerale für eine Differenzierung der Gebiete ausscheiden. Turmalin tritt vor allem im Erzgebirge/Granulitgebirge, dem westlichen böhmischen Becken und den südlichen Westsudeten auf, in den anderen Regionen ist er nur geringfügig anzutreffen. Auch die Herkunft des Stauroliths ist vorwiegend auf diese Gebiete beschränkt. Für die Aluminiumsilikate kommen ebenfalls verschiedene Provenancen infrage. Während Disthen überall anzutreffen ist, beschränken sich größere Vorkommen von Andalusit hauptsächlich auf das Erzgebirge/Granulitgebirge und die nördlichen Westsudeten. Sillimanit hingegen ist in größeren Mengen im Granulitgebirge und im Böhmisches Becken zu finden. Laut SUHR (2003) ist auch eine Sillimanitquelle in den Westsudeten möglich. Des Weiteren identifiziert er das westliche Böhmisches Becken als Quelle für fibrolitischen Sillimanit. Da in den Seeser Sanden bzw. im GWL 4 jedoch hauptsächlich die Varietät des prismatischen Sillimanits auftritt, würde das westliche Böhmisches Becken als Liefergebiet ausscheiden. Die Herkunft des Granats kann noch einmal aufgrund der verschiedenen Granatvarietäten differenziert werden.

Mittels REM/EDX wurden die Granate der Fraktion 63–100 µm auf ihre Zusammensetzung untersucht. Die Ergebnisse sind in Dreiecksdiagrammen abgebildet, für welche hier stellvertretend das Diagramm der Probe SEEW3_065 dargestellt ist (Abb. 3). Dabei ist ersichtlich, dass in den untersuchten Proben Fe- (Almandin), Mn- (Spessartin) und Ca- (Grossular) Granate vorkommen, wobei erstere die größte Gruppe darstellen. Des Weiteren plotten die meisten Granate im Feld Bi bzw. Bii, welches amphibolitfazielle Metasedimente repräsentiert.

Als Provenance ist zum einen das Erzgebirge/Granulitgebirge zu nennen. Hier steht Almandin zur Verfügung, während alle drei Granatvarietäten aus dem östlichen böhmischen

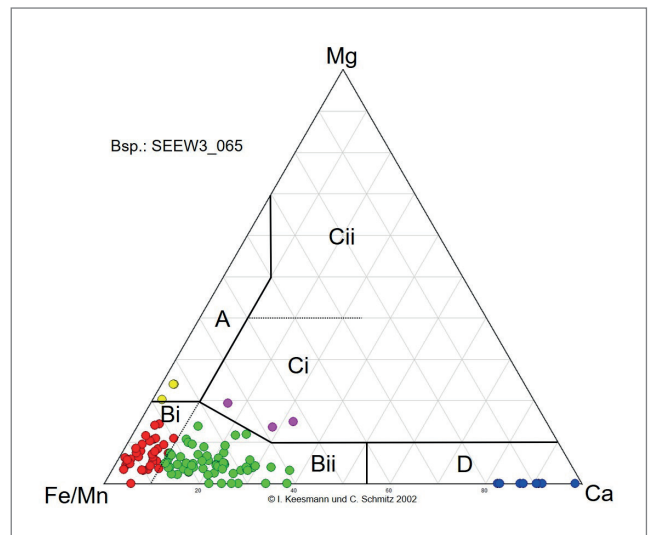


Abb. 3: EDX-Analyse von Granaten der Probe SEEW3_065 mit Zuordnung zu den jeweiligen Herkunftsgesteinen, nach MANGE & MORTON (2007):

A – granulitfazielle Metasedimente oder intermediär-silikatisch magmatische Gesteine;
 B – amphibolitfazielle Metasedimente (Bi – wenn Mn-reich: Granite/granitische Pegmatite); Ci – metabasische Gesteine;
 Cii – ultramafische Gesteine;
 D – metasomatische Gesteine, niedriggradige metabasische Gesteine, ultrahochtemperierte metamorphe Kalksilikat-Granulite

schen Becken oder den nördlichen Westsudeten zugeführt werden können. Diese drei Lokalitäten können für den GWL 4 als Hauptliefergebiete angenommen werden. Weiter ist davon auszugehen, dass immer mindestens zwei der genannten Quellen gleichzeitig aktiv waren.

4 Fazit

Die Schwermineralanalyse kann zum einen helfen, sedimentäre Abfolgen zu untergliedern und stratigraphisch zuzuordnen, auch wenn diese sich augenscheinlich im Ausgangsmaterial kaum unterscheiden. Hier ist dies vor allem in der Bohrung SEEW3, aber auch im Vergleich zwischen den GWL 4 und 3 in den Gebieten Welzow-Süd und Nochten dargelegt. Weiter lassen sich auch Veränderungen zwischen den Sedimentationsräumen aufzeigen, wie der Vergleich der drei Untersuchungsgebiete untermauert. Auch eine Aussage, ob ein oder mehrere Schüttungsquellen als Sedimentlieferanten infrage kommen, ist aufgrund der unterschiedlich stabilen Schwerminerale ableitbar. Im Raum Seese/Schlabendorf ist beispielsweise die Zunahme von Turmalin (stabil) und die gleichzeitige Abnahme von Granat (instabil) und Zirkon (stabil) bei gleichbleibenden Ti-Oxiden (stabil) nicht ausschließlich auf Aufarbeitungsmechanismen zurückzuführen, sondern auf unterschiedliche

Provenancen. Dies trifft auch in den Räumen Welzow-Süd und Nochten zu, sodass mehrere Quellen als Sedimentlieferanten infrage kommen. Die Änderungen von GWL 4 zu 3 und auch die Änderungen zwischen den Sedimentationsräumen sind demnach auf verschiedene Provenancen oder unterschiedliche Schüttungsintensitäten mehrerer Liefergebiete zurückzuführen. Genauere Angaben zur Provenance konnten hier vor allem aus der Zusammensetzung der Granate geliefert werden, welche die Liefergebiete auf drei Hauptregionen eingrenzt.

Das dem Artikel zugehörige Poster kann unter: <https://www.laop-consult.de/de/publikationen/> bezogen werden.

Literatur:

FOCKE, D., BRETSCHNEIDER, F. & G. STANDKE (2023): Die Seeser Sande als Barriereinseln: Fazielle Differenzierungen in den Ablagerungen der Greifenhain-Subformation. – *Freib. Forsch.-H. C* **561**, S. 197–217

KNOX, R. W. O. B., BOSCH, J. H. A., RASMUSSEN, E. S., HEILMANN-CLAUSEN, C., HISS, M., DE LUGT, I. R., KASIŃSKI, J., KING, C., KÖTHE, A., SŁODKOWSKA, B., STANDKE, G. & N. VANDENBERGHE (2010): Cenozoic. – In: DOORNENBAL, J. C. & A. G. STEVENSON (eds): *Petroleum geological atlas of the Southern Permian Basin area*. – EAGE Publications b.v., S. 211–223, Houten

MANGE, M. A. & A. C. MORTON (2007): Geochemistry of heavy minerals. – In: MANGE, M. A. & D. T. WRIGHT (Eds.): *Heavy Minerals in Use*. – *Developments in Sedimentology* **58**, S. 345–391, Amsterdam (Elsevier)

STANDKE, G. (2011): Tertiär. – In: AUTORENKOLLEKTIV (2011): *Die geologische Entwicklung der Lausitz*. – Vattenfall Europe Mining AG, S. 41–84, Cottbus

SUHR, P. (2003): The Bohemian Massif as a catchment area for the NW European Tertiary Basin. – *Geolines* **15**, S. 147–159

Anschrift der Autoren:

Daniela Focke
Frank Bretschneider
LAOP – Laboratories
for Applied Organic Petrology
Straße der Freundschaft 92
02991 Lauta