

## **Vergleichende geochemische und mineralogische Untersuchungen an Hornstein aus Rein bei Graz (Steiermark, Österreich) und Baiersdorf bei Erlangen (Bayern, Deutschland)**

Walter POSTL, Christoph HAUZENBERGER und Walter GÖSSLER

**Zusammenfassung:** Im Rahmen einer interdisziplinären Bearbeitung einer prähistorisch genutzten Hornsteinlagerstätte sowie einer kupferzeitlichen Siedlung mit Hornstein-Verarbeitungsstätte in Rein bei Graz wurden auch erdwissenschaftlich relevante Untersuchungen durchgeführt. Die bisher erzielten Ergebnisse vergleichender mineralogischer und geochemischer Analysen an Hornsteinproben (Silex) aus Rein und aus Baiersdorf bei Erlangen (Fränkische Alb) werden hier vorgestellt. Demnach lassen sich diese beiden, im äußeren Erscheinungsbild ähnlichen Plattenhornsteinarten, an Hand des Mineralbestandes nur in geringem Maße, über den Fossilinhalt gut und über die Gehalte gewisser Spurenelemente (Lithium, Bor) ausgezeichnet unterscheiden. Auf Basis dieser Ergebnisse ist man jetzt in der Lage, einen Gutteil der zahlreichen Artefakte aus Hornstein, die im Zuge von Grabungen in der Mittelsteiermark bislang geborgen worden sind, material- und herkunftsmäßig sicher zuzuordnen. Es darf davon ausgegangen werden, dass die Hauptmasse an Hornsteinartefakten dieser Grabungskonvolute aus Reiner Plattenhornstein, und nicht, wie lange angenommen, aus Plattenhornstein der Fränkischen Alb gefertigt worden ist. Es wird vorgeschlagen, diese Annahme durch zerstörungsfreie „Laser Ablation induktiv gekoppelte Argonplasma Massenspektrometrie“ an ausgewählten Artefakten abzusichern.

**Abstract:** Within an interdisciplinary study cherts of a prehistoric mine-site and artefacts of a nearby copper-age chert-workshop were examined as well with geological methods. A chert deposit close to Rein, near Graz, was identified to be an already prehistorically used chert source. Using an interdisciplinary approach a Copper Age-village in Rein could be identified and abundant chert tools were found. The geographic source region of chert tools from Styria was not clear and in order to solve this question, fresh chert samples from Rein and Baiersdorf, near Erlangen (Fränkische Alb) were investigated mineralogically and geochemically. Optically both occurrences look very similar and a clear differentiation based on mineralogical arguments is not possible. Although fossils are different in both

localities, the scarce fossil content hampers a classification of archeological artefacts. Geochemical parameters (lithium, boron) were found to be useful in distinguishing samples from Rein and Baiersdorf. Based on these elements we are now able to assign a prehistoric chert artefacts from middle styria to its source region. It is likely that most artefacts originated from the chert deposit in Rein and not, as has been believed prior, from Baiersdorf, Fränkische Alb. We suggest that selected artefacts are analysed by the destruction free Laser Ablation Inductive Coupled Plasma Mass Spectrometry method, in order to confirm this assumption.

**Key Words:** Hornstein, Silex, Rein, Baiersdorf, Spurenelementsanalysen, mineralogische Untersuchungen

## 1. Einleitung

Über sporadische Funde von Hornstein im Neogenbecken von Rein, nördlich von Graz, ist bislang nur wenig berichtet worden. Den ersten Hinweis findet man bei HATLE (1885), der einen „in schwarzbraunen Hornstein umgewandelten Mergel aus dem untersten Kohleflöz“ erwähnt. Annähernd hundert Jahre später bearbeitete ALKER (1979) einen knollig entwickelten Hornstein, der gemeinsam mit Bentonit beim Brunnenbau im Ortsteil Hart der Gemeinde Eisbach-Rein gefunden worden war. ALKER (1979) untersuchte auch einen, kurz danach von F. Ebner in der heute nicht mehr zugänglichen, ehemaligen Mülldeponie der Gemeinde Rein kartierten, lagig entwickelten Hornstein. EBNER und GRÄF (1979), die die Faziesentwicklung des Reiner Beckens eingehender untersuchten, schlugen für die limnischen Anteile der unterbadensischen Süßwasserschichten NW von Graz den Formationsbegriff „Reiner Schichten“ vor. Sie sind im Reiner Becken in kohleführende Ablagerungen, Tegel und Süßwasserkarbonate zu gliedern und stellen eine fazielle Vertretung der fluviatilen Eckwirt-Schotter dar. Der von HATLE (1885) erwähnte Hornstein sowie der von ALKER (1979) bearbeitete knollige Typ aus dem Brunnenschacht in Hart stammen aus tieferen Anteilen der Reiner Schichten (Bentonit-Niveau I bei EBNER und GRÄF 1979), jener plattige Hornsteintyp aus einem höheren, dem Bentonit ferneren Anteil der Reiner Schichten.

Deutliche Anzeichen, dass in Rein ein prähistorischer Hornsteinabbau und eine Verarbeitungsstätte existiert haben, sind erst durch reichhaltige Funde von Abschlägen und Artefakten aus Hornstein, Keramik sowie Siedlungsspuren im Bereich des Ulrichberges, NW des Stiftes Rein durch H. Könighofer und D. Jakely in den Jahren 2004 und danach offenkundig geworden. Auch die von mehreren Personen gemachten Beobachtungen, dass eine ganze Fülle von Silex-Funden aus der Mittelsteiermark, insbesondere aus dem Grazer Raum, große Ähnlichkeit mit

dem Hornsteinmaterial aus Rein aufweist, haben zu neuen Überlegungen, was die Materialherkunft betrifft, geführt. In Archäologenkreisen galt bis zu diesem Zeitpunkt die Auffassung, dass zumindest die grauen Varietäten des bei verschiedenen Grabungen im Umfeld von Graz gefundenen Hornstein-Materials Importware aus der Frankenalb in Bayern sei. Der weiß-opake Hornstein lief unter „Herkunft unbekannt“.

BRANDL (2006), der die steirischen Silexlagerstätten im Zuge einer Diplomarbeit bearbeitete, ordnet bereits eine ganze Reihe von Hornstein-Artefakten verschiedenster Fundstellen innerhalb des Grazer Raumes dem Reiner Hornstein zu. Er stützt sich dabei nicht nur auf die farblich und textuell beobachteten Ähnlichkeiten, sondern auch auf paläontologische Untersuchungen von H. Hiden (in HIDEN und ROTTENMANNER, 2007). An wenigen Hornstein-Artefakten war es möglich, an Hand von fossilen Gastropodenresten, die sich eindeutig auf aus dem Reiner Becken bekannte Arten beziehen lassen, eine eindeutige Zuordnung zum Reiner Hornstein zu machen.

Unmittelbar nach den ersten bedeutenden Funden durch H. Könighofer und D. Jakely entwickelte sich eine interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Archäologen und Erdwissenschaftlern. Ziel dieser Zusammenarbeit ist es, die Lage der Hornsteinlagerstätte bzw. der Abbaustellen zu orten, den durch eine im Jahre 2006 durchgeführte Notbergung nahe der Ulrichskapelle entdeckten Siedlungsbereich genauer zu untersuchen sowie einen archäologischen Survey in Rein durchzuführen. Schließlich wurde versucht, den Reiner Hornstein paläontologisch, mineralogisch und geochemisch zu charakterisieren und mit Hornsteinproben aus der Frankenalb zu vergleichen. Die bislang erzielten Ergebnisse dieser interdisziplinären Zusammenarbeit wurden in einem Bericht an das Bundesdenkmalamt Graz zusammengefasst (POSTL et al. 2007). Im Rahmen dieser Arbeit werden die Ergebnisse von Dünnschliffuntersuchungen mit begleitender Röntgendiffraktometrie und IR-Spektroskopie, REM-Studien sowie Spurenelementanalysen mittels LA-ICP-MS (Laser Ablation induktiv gekoppelte Argonplasma Massenspektrometrie) vorgestellt.

## **2. Makroskopische Beschreibung der Hornsteinproben**

Zur Unterscheidung von Hornstein (Silex) aus Rein und der bis zu diesem Zeitpunkt als Importware aus Bayern angesehenen Silices aus den mittelsteirischen Grabungskonvoluten, wurden repräsentative Proben beider Vorkommen mineralogisch untersucht. Zum Vergleich wurden in einem ersten Schritt typische Plattenhornsteinproben aus Rein (Feldfunde von M. Brandl, H. Hiden, H. Könighofer und D. Jakely), überwiegend mit ausgeprägter Cortex sowie von Herrn Univ.-Prof. Dr. Gerhard Trnka bereitgestellte Hornsteinproben aus

Baiersdorf bei Erlangen, ebenfalls mit Cortex, herangezogen. Bis auf zwei Proben knolligen Typs handelt es sich beim Baiersdorfer Material durchwegs auch um Plattenhornsteine.

Die Plattendicken der zur Verfügung stehenden Hornsteinproben aus Rein liegen zwischen 7 und 22 mm. Die farbliche Variation reicht von annähernd weiß, cremefarben, über beige, braun, hell- bis dunkelgrau, selten bläulichgrau. Cremefarbige bis beige Farbtöne dominieren. Auch die in Rein gefundenen Artefakte bzw. Abschläge sind überwiegend cremefarben. Teilweise ist eine Bänderung oder fleckig-geflamnte Farbverteilung zu beobachten. Meist ist beidseitig eine, von 0.5 bis mehrere mm dicke, in seltenen Fällen eine allseits umhüllende, weiße Cortex vorhanden. Die Oberflächen der Cortices sind meist unterschiedlich entwickelt. Eine der beiden Cortexflächen (ursprüngliche Unterseite?) ist deutlich rauer anzufühlen. Die Oberfläche der Rinden ist überwiegend bräunlich gefärbt.

BRANDL (2005) teilt das Hornsteinmaterial aus Rein makroskopisch an Hand von Textur, Körnung und Verkieselungsgrad in vier Qualitätsstufen (Rein I – IV, Cortextyp 1a, 1b und 2) ein.

Die aus Baiersdorf stammenden Plattenhornsteinproben erreichen Dicken von 12 bis 25 mm (B01 – B18). Die Farbvariation reicht von cremefarben, beige, hellbraun bis grau. Bänderung und z.T. fleckige Farbverteilung sind häufig zu beobachten. Weiße oder beige Rinden bis einige mm Dicke sind beidseitig ausgebildet, wobei der Unterschied zwischen ursprünglicher Ober- und Unterseite noch ausgeprägter ist, als dies bei den Reiner Proben der Fall ist. Der Vergleich mit Schleifpapier unterschiedlicher Körnungen erscheint angebracht. Die raue Seite weist z.T. auch kavernöse, warzenartige Bereiche auf. Die Rindenoberflächen sind überwiegend rötlichbraun gefärbt. An einer Probe (B08) sind beidseitig noch Reste des ursprünglich umgebenden Kalkes in Form einer 10 mm dicken hellbeige gefärbten, dichten kreideähnlichen Auflage vorhanden. Zwei Proben sind von knolligem Hornsteintyp (B19, B20) mit Durchmesser bis 40 mm.

In der Abb. 1 und 2 sind jeweils typische Hornsteinproben aus Rein und Baiersdorf gegenübergestellt. Abb. 3 zeigt eine Auswahl an Hornstein-Artefakten, die von H. Könighofer und D. Jakely im Bereich des Ulrichberges in Rein gefunden worden sind.



*Abb. 1:* Hornsteine mit beidseitig entwickelter weißer Cortex; links: Probe R262 aus Rein, Sammlung H. Könighofer & D. Jakely, Plattendicke 22 mm; rechts: Probe B04 aus Baiersdorf, Sammlung M. Brandl, Plattendicke 25 mm; Foto W. Postl



*Abb. 2:* Hornsteine mit nahezu allseits umhüllender weißer Cortex; links: Probe RZ01, Rein, Sammlung H. Hiden, Plattendicke 7 – 10 mm; rechts: Probe B09 aus Baiersdorf, Fränkische Alb, Sammlung G. Trnka; Foto W. Postl



Abb. 3: Artefakte aus Hornstein (Silex), Ulrichsberg, Rein; Breite der „Pfeilspitze“ im Bild recht unten: 20 mm, Fund und Sammlung H. Könighofer und D. Jakely; Foto D. Jakely

### 3. Untersuchungsmethoden

Von ausgewählten Hornsteinproben aus Rein und Baidersdorf wurden An- und Dünnschliffe hergestellt, die im Polarisationsmikroskop untersucht wurden. Begleitend dazu wurde der Mineralbestand mit einem Röntgendiffraktometer (Siemens D500,  $\text{CuK}\alpha$ -Strahlung, 40 kV, 35 mA, Schrittweite  $0.2^\circ/\text{sec}$ , Glaträger) ermittelt. Von einigen Proben sind auch IR-Spektren (Perkin-Elmer FT-IR-Spektrometer Paragon 500, KBr-Presslinge) angefertigt worden. Alle diese Untersuchungen erfolgten an der Abteilung für Mineralogie am Landesmuseum Joanneum.

Ein Teil der Proben wurden auch am Rasterelektronenmikroskop (Jeol JSM 6310, EDS, Goldbedampfung) des Instituts für Erdwissenschaften der Karl-Franzens-Universität Graz näher untersucht.

Für die am Institut für Analytische Chemie der Karl-Franzens-Universität durchgeführten Spurenelementanalysen stand ein LA-ICP-MS (Laser Ablation induktiv gekoppeltes Argonplasma Massenspektrometer) der Marke New Wave UP 213, die mit einem Agilent 7500 ICP-Massenspektrometer gekoppelt wurde, zur Verfügung. Ein gepulster Laserstrahl trifft hierbei auf die Probe und verdampft das Material bzw. schlägt kleinste Partikel heraus. Ein Helium Gasstrom transportiert

das ablatierte Material in ein Plasma, in dem die Atome ionisiert werden. Anschließend werden die Ionen in einem Massenspektrometer detektiert. Diese Methode erlaubt praktisch zerstörungsfrei kleinste Probenmengen orts aufgelöst mit einer Nachweisgrenze von ca. 0.1 ppm (mg/kg) zu analysieren. Der  $1\sigma$  Fehler der Einzelmessungen liegt typischerweise bei 10-15% relativ. Pro Probe wurden 2-5 Analysenspots gemessen.

### **3.1. Durchlichtmikroskopische, röntgenografische und IR-spektroskopische Untersuchungen**

Polierte Anschliffe bzw. Dünnschliffe ausgewählter Proben zeigen ein schönes Profil mit farblich unterschiedlichen Lagen (Abb. 4). Trotz dieser optisch auffälligen Unterschiede handelt es sich, wie begleitende röntgendiffraktometrische und IR-spektroskopische Analysen zeigen, in den kompakten Hornsteinbereichen durchwegs nur um Quarz. Andere  $\text{SiO}_2$ -Phasen, wie fehlgeordneter Tieftridymit und/oder Tiefcristobalit sowie Moganit blieben unter der Nachweisgrenze. Auch nennenswerte Gehalte an Opal (Opal-CT) sind durch das Fehlen „amorpher Buckel“ im Diffraktogramm sowie die Absenz typischer Banden in den IR-Spektren auszuschließen. Einzig der von Alker (1979) bearbeitete knollige Hornstein aus Hart bei Rein zeigt Reflexe, die Quarz und fehlgeordnetem Tridymit zuzuordnen sind. Im Falle der Reiner Proben ist auch im Cortexbereich nur Quarz nachweisbar, bei den Proben aus Baiersdorf kann geringfügig Calcit dem Quarz beigemischt sein. In einem Fall (Baiersdorf B08) erwies sich eine weiße, deutlich weichere Auflage auf dem Hornstein aus Calcit bestehend (Kalk). Derartige Ergebnisse sind praktisch für eine Vielzahl von Hornsteinproben aus aller Welt zu erwarten und daher nicht ausreichend signifikant zur Unterscheidung beider Vorkommen.

Die mikroskopische Bearbeitung der Dünnschliffe liefert schon etwas mehr Anhaltspunkte zur Differenzierung und dies praktisch nur über die spärlich auftretenden Reste von Mikrofossilien. Diese wurden fotografisch dokumentiert und Mag. Hartmut Hiden zur weiteren Bearbeitung übergeben. Die Ergebnisse sind im Bericht an das Bundesdenkmalamt Graz festgehalten (HIDEN in POSTL et al. 2007). In Dünnschliffen des Reiner Hornsteins konnten mehrere Querschnitte von glattschaligen Süßwasser-Ostracoden beobachtet werden, wie sie in den marinen Jura-Ablagerungen (Malm) der Fränkischen Alb nicht vorkommen können. Die Hornsteinproben aus Baiersdorf sind noch deutlich fossilärmer. In den Dünnschliffen, aber auch in den REM-Proben sind meist nur schlecht ansprechbare Fossilreste zu sehen. In den Hornsteinproben aus Baiersdorf konnten keine näher bestimmbareren Fossilreste beobachtet werden. In den Dünnschliffen, aber auch in den REM-Proben ist lediglich schlecht ansprechbarer Biogenschlutt mit Korngrößen zwischen 5 – 20  $\mu\text{m}$  zu sehen (Abb. 5f).

Schon bald nach Beginn dieser Untersuchungen musste erkannt werden, dass diese Methoden (Durchlichtmikroskopie, Röntgendiffraktometrie) zur Unterscheidung von Hornsteinproben beider Vorkommen entweder nicht ausreichen oder nicht zielführend sind. Die Anfertigung von Dünnschliffen ist sehr aufwändig und überdies nicht zerstörungsfrei. Insbesondere wenn es um Artefakte geht, ist es daher nur in Ausnahmefällen vertretbar, wenn derart viel Substanz verbraucht wird.

Auf Grund dieser Umstände mussten andere Analysemethoden ins Auge gefasst werden. Zum einen bot sich die Untersuchung mit dem Rasterelektronenmikroskop (REM) an, wo man mit kleinsten Splintern unter Umständen schon gute Aussagen treffen kann. Wesentliche Erkenntnisse über die mineralogische Zusammensetzung, die Struktur und auch letztendlich über die Fossilführung der von ALKER (1979) untersuchten Hornsteinproben aus Rein konnten ebenfalls mittels REM-Untersuchungen gewonnen werden.

### **3.2. Rasterelektronenmikroskopische Studien**

Zweiundzwanzig ausgewählte Hornsteinproben aus Rein, Baiersdorf bei Erlangen (Deutschland) und Vižula bei Medulin (Kroatien) sind unter dem Rasterelektronenmikroskop auf charakteristische mineralogische und textuelle Eigenschaften hin untersucht worden. Im Mineralbestand gibt es kaum merkliche Unterschiede. Die Hornsteine bestehen praktisch zu 100% aus feinstkristallinem Quarz, wobei jene aus Baiersdorf eine geringfügig größere Korngröße und z.T. eine leichte Gradierung aufweisen. Während der Reiner Hornstein auch im etwas porenreicheren Cortexbereich nur aus Quarz aufgebaut wird, ist im Hornstein aus Baiersdorf stellenweise auch geringfügig Carbonat (Calcit), insbesondere im Randbereich, nachweisbar (Abb. 5a). Dies konnte ja auch schon in den Dünnschliffen und mittels Röntgendiffraktometrie festgestellt werden. Eine Hornsteinprobe aus Rein (R111) wies kleine, mit Quarzkristallen ausgekleidete Hohlräume auf (Abb. 5b). Die Hornsteinproben aus Vižula sind im Verhältnis zu jenen aus Rein und Baiersdorf etwas porenreicher (Abb. 5c).

Bei der Bearbeitung der Hornsteinproben im REM wurden einige Fossilreste bzw. Biogenschlutt dokumentiert (Abb. 5d – 5f). Die paläontologische Bearbeitung dieser Fotodokumente erfolgte ebenfalls durch H. Hiden (HIDEN in POSTL et al. 2007).



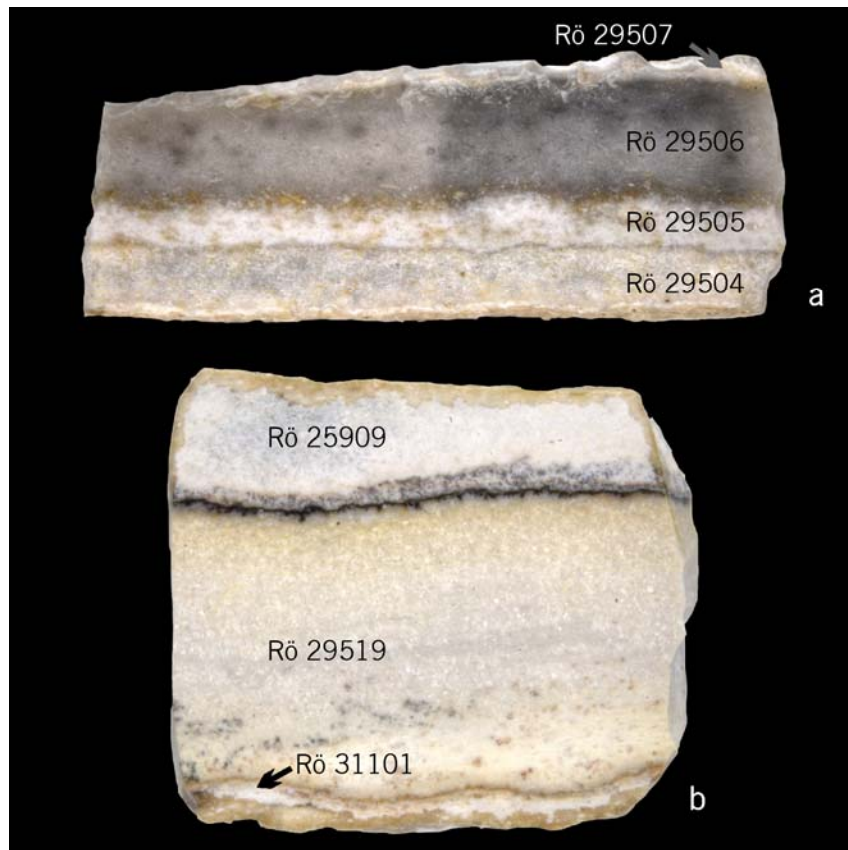


Abb. 4a: Hornstein mit beidseitig entwickelter Cortex aus Baidersdorf, Probe B01, Sammlung G. Trnka, Plattenstärke 7 mm; Begleitende Röntgendiffraktometrie: R0 29505 und 29506 ergaben Quarz, R0 29504 und 29507 ergaben Quarz und etwas Calcit  
 Abb. 4b: Hornstein aus Rein, Probe R0, mit weißer Cortex, Sammlung M. Brandl, Plattendicke 14 mm; Begleitende Röntgendiffraktometrie: R0 29509, 29519 und 31101 ergaben nur Quarz; Foto H.-P. Bojar

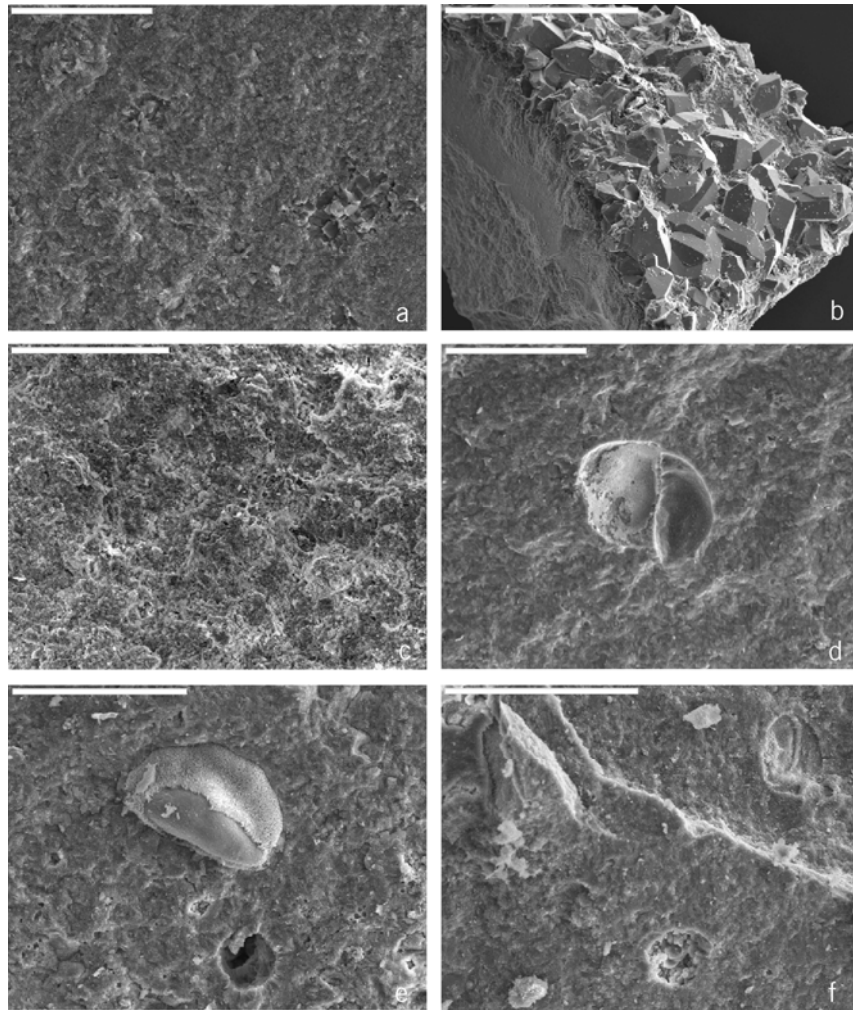


Abb. 5a: REM-Foto von Hornsteinprobe B11 aus Baiersdorf, dichter Bereich mit einzelnen Einlagerungen von Calcit; Balkenbreite = 50  $\mu\text{m}$ ; Abb. 5b: REM-Foto von Hornsteinprobe RIII aus Rein; Quarzkristalle in Hohlraum; Balkenbreite = 500  $\mu\text{m}$ ; Abb. 5c: REM-Foto von Hornsteinprobe V01 aus Vižula bei Medulin (Kroatien) zeigt etwas porenreicheres Gefüge; Balkenbreite = 50  $\mu\text{m}$ ; Abb. 5d: REM-Foto von Hornsteinprobe R267 aus Rein mit Schneckengehäuse; Balkenbreite = 20  $\mu\text{m}$ ; Abb. 5e: REM-Foto von Hornsteinprobe RIIIb mit Süßwasserostacode; Balkenbreite = 20  $\mu\text{m}$ ; Abb. 5f: REM-Foto von Hornsteinprobe B07 aus Baiersdorf mit Biogenschutt, Balkenbreite = 20  $\mu\text{m}$ ; Fotos Ch. Hauzenberger

### **3.3. Vergleichende Spurenelementsanalysen an ausgewählten Hornsteinproben aus Rein und Baiersdorf**

Die größte Hoffnung, Hornsteinproben aus Rein und Baiersdorf differenzieren zu können, lag aber zweifellos im Einsatz geochemischer Analysemethoden. Die Überlegung, dass bei so unterschiedlichen Genesen (Süßwasser : Meerwasser) im Spurenelementsbereich doch signifikante Unterschiede zu erwarten sein sollten, konnte bestätigt werden.

Anfängliche Versuche mittels Röntgenfluoreszenzanalysen zu brauchbaren Ergebnissen zu kommen, scheiterten zwar. Erste im Jahre 2006 durchgeführte Versuche, die Elementgehalte von Hornsteinproben beider Vorkommen mit Hilfe eines LA-ICP-MS (Laser Ablation – Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometer) zu messen, stimmten hingegen hoffnungsvoll. Schließlich konnte eine größere Anzahl von Proben analysiert werden. Die Ergebnisse, statistisch ausreichend abgesichert, erlauben eine klare geochemische Unterscheidung der Hornsteinproben beider Vorkommen.

Bei der Herstellung der Präparate standen 28 Hornsteinproben aus Rein und 22 Hornsteinproben aus Baiersdorf zur Verfügung. Zusätzlich wurden noch 2 von D. Jakely und H. Könighofer zur Verfügung gestellte Hornsteinproben aus Vižula bei Medulin (Kroatien) präpariert. Es wurde großer Wert darauf gelegt, dass die abgenommenen, nur maximal 2 x 2 mm großen Splitter möglichst aus einem homogenen Bereich der jeweiligen Hornstein-Probe stammten. Aus dem Cortexbereich wurde kein Präparat verwendet. Anschließend wurden die Probensplitter anpoliert.

Die untersuchten Hornsteinproben wiesen neben dem Hauptelement Si noch höhere Konzentrationen von Al, Ti und Fe auf. Die Fe-Gehalte können direkt mit der Intensität der Braun- bis Rottfärbung der Hornsteine korreliert werden. Mn variiert analog zu Fe, V, Cr und Ni hingegen zeigen leicht unterschiedliche Trends. Als geochemische Markerelemente konnten diese zuletzt genannten Elemente (Fe, Mn, V, Cr und Ni) nicht verwendet werden, da keine systematischen Unterschiede zwischen den einzelnen Hornsteinvorkommen festgestellt werden konnten (Abb. 6). Al und Ti zeigen für Baiersdorf typischerweise höhere Werte, jedoch gibt es überlappende Bereiche (Abb. 7) und sind daher nur eingeschränkt zu verwenden. Die Elemente Li und B unterscheiden sich markant in den Hornsteinproben beider Vorkommen. Diese Elemente sind im Vorkommen von Baiersdorf, aber auch von Vižula, immer um ca. 1-2 Größenordnungen höher konzentriert als in dem Vorkommen von Rein (Abb. 8). Eine nähere Betrachtungsweise der Genese der Hornsteinvorkommen lässt diese Unterschiede erklären. Der Großteil aller Hornsteine, wie z.B. auch das Vorkommen in Baiersdorf und Vižula, wird aus organisch gebildeten Skelettresten wie Kieselalgen und Schwammnadeln im Meer gebildet. Das Vorkommen von Rein dagegen entstand in einem Süßwassermilieu

als anorganische Umwandlung von SiO<sub>2</sub>-reichen Tuffen (ALKER, 1979), die dem Gleichenberger Vulkanismus zugeordnet werden können. Da SiO<sub>2</sub> fast keine Spurenelemente einbaut, ist nicht die organisch oder anorganische Genese von Bedeutung, sondern das umgebende Wasser. Der Gehalt an Li und B liegt im Meerwasser bei ca. 0.17 und 4.5 ppm (mg/kg), während im Süßwasser diese Elemente Konzentrationen von 0.003 und 0.01 aufweisen (TAYLOR & MCLENNAN, 1985). Im Zuge der Diagenese werden daher diese Elemente in Abhängigkeit des Gehaltes im umgebenden Wasser in Porenräumen eingeschlossen. Der Gehalt an diesen Elementen ist unabhängig von der Farbe der Hornsteinprobe und eignet sich in diesem Falle hervorragend, die Proben aus Rein und Baiersdorf zu unterscheiden. Ob auch eine eindeutige Unterscheidung mittels Li und B von Hornsteinproben, die ausschließlich im Meerwasser gebildet wurden, ist nicht bekannt.

#### **4. Schlussfolgerungen**

Die frappierende Ähnlichkeit von zahlreichen, aus Hornstein gefertigten Artefakten aus der Mittelsteiermark, insbesondere aus dem Grazer Umfeld (u.a. Zigeunerloch bei Gratkorn, St. Johann und Paul, Buchkogel/Graz, Kanzelkogel, Reinerkogel, Oberandritz, Florianiberg, Ries, Raababerg sowie Kögelberg, Schlossberg und Buchkogel bei Wildon) mit den in Rein gefundenen Hornstein-Artefakten und Plattenhornstein-Rohstücken gibt einen deutlichen Hinweis, dass der überwiegende Anteil an Hornstein mit hoher Wahrscheinlichkeit aus Rein kommt. Um diese Annahme mit naturwissenschaftlichen Methoden auch absichern zu können, wird vorgeschlagen, ausgewählte Artefakte der oben angeführten Grabungskonvolute geochemisch, und falls es substanzmäßig vertretbar ist, auch mineralogisch und paläontologisch zu untersuchen. Im hier dargelegten Vergleich zwischen Hornstein aus dem Neogenbecken von Rein und jenem aus der fränkischen Jura schienen die Voraussetzungen für eine Unterscheidung an Hand der Spurenelementgehalte aufgrund der unterschiedlichen Genese von Anfang an günstig. Ob eine klare geochemische Differenzierung von gleichartig gebildetem Hornstein – etwa in Jura- oder Kreidekalkvorkommen – möglich ist, muss hingegen eher skeptisch beurteilt werden. Unseres Wissens sind geochemische Untersuchungen an Hornsteinen bislang nur in geringem Maße durchgeführt worden. MORGENSTEIN (2006) berichtet über den Versuch, die Herkunft von Hornstein-Werkzeugen durch den Einsatz geochemischer und petrografischer Methoden am Beispiel zweier archäologischer Fundplätze im Westen der USA zu klären. Es wird daher angeregt, die wichtigsten Hornsteinvorkommen in Europa geochemisch zu charakterisieren, um der Archäologie eine weitere Möglichkeit zur Ermittlung von Herkunft und Verbreitung von Hornstein-Artefakten zu bieten.

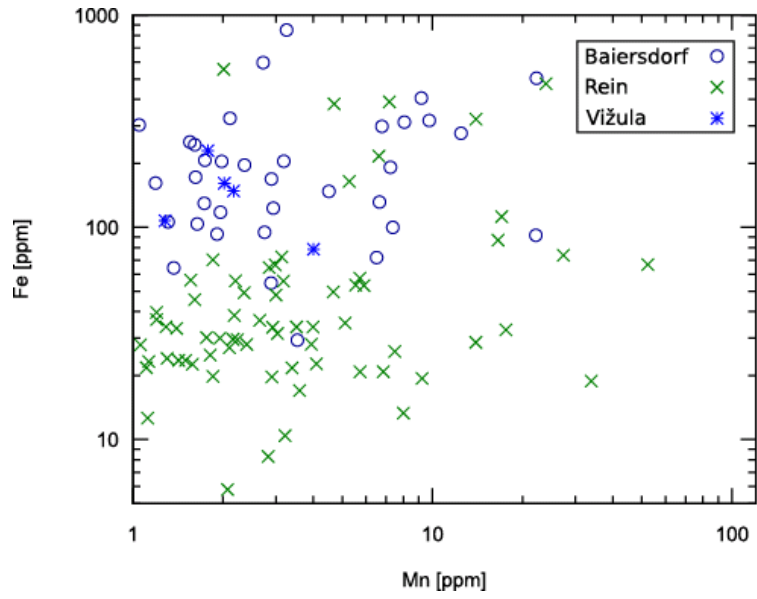


Abb. 6

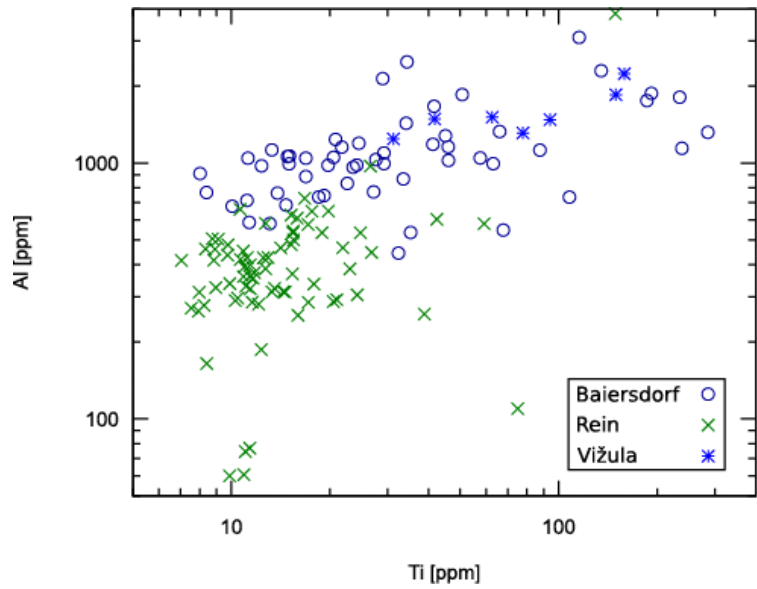


Abb. 7

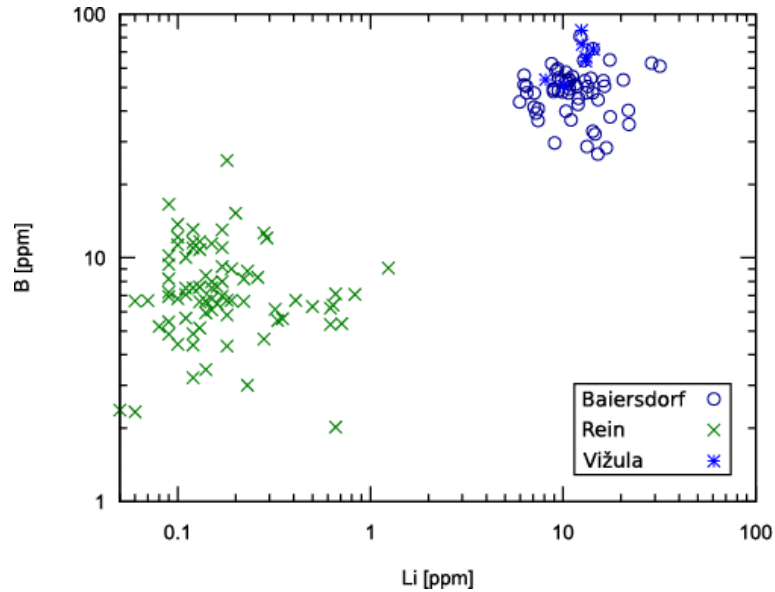


Abb. 8

Abb. 6: Eisen gegen Mangan Plot der einzelnen Analysenspots. Die Proben aus Baiersdorf zeigen tendenziell etwas höhere Fe-Gehalte. Da jedoch ein direkter Zusammenhang der Braunfärbung der Hornsteinproben mit dem Gehalt an Fe und z.T. mit Mn besteht, ist eine chemisch eindeutige Unterscheidung mittels dieser Elemente nicht möglich.

Abb. 7: Aluminium gegen Titan Plot der einzelnen Analysenspots. Die Proben aus Baiersdorf zeigen höhere Al- und Ti-Gehalte, wobei es einen Überlappungsbereich gibt.

Abb. 8: Bor gegen Lithium Plot der einzelnen Analysenspots. Die Proben aus Baiersdorf zeigen um ca. eine Größenordnung höhere Li- und B-Werte.

### Dank

Herrn Univ.-Prof. Dr. Gerhard Trnka (Univ. Wien) sei für die Bereitstellung von Hornsteinproben aus Baiersdorf bei Erlangen (Bayern) bestens gedankt. Danken möchten wir ebenso herzlich Mag. Michael Brandl (Graz), Mag. Hartmut Hiden (Graz), Herrn Dietmar Jakely (Graz) und Frau Hilde Könighofer (Graz) für die Hornsteinproben aus Rein, weiters Herrn Christoph Kurta, Abteilung für Analytische Chemie am Institut für Chemie der Karl-Franzens-Universität Graz, für

die Hilfe und teilweise Durchführung der LA-ICP-MS Analysen. Schließlich ergeht der Dank auch an Herrn Mag. Dr. Hans-Peter Bojar für Fotoaufnahmen, Herrn Franz Fürntratt für die Herstellung von Dünn- und Anschliffen sowie dem Bundesdenkmalamt für die finanzielle Unterstützung zur Durchführung der geochemischen Analysen.

#### **Literatur:**

- ALKER, A. (1979): Hornstein aus dem Becken von Rein bei Graz – Steiermark. – Mitt.-Bl. Abt. Mineralogie Landesmuseum Joanneum Graz, 47, 1-9.
- BRANDL, M. (2005): Silexlagerstätten in der Steiermark. – unveröffentlichte Diplomarbeit, Univ. Wien, 408 Seiten.
- EBNER, F. und GRÄF, W. (1979): Bemerkungen zur Faziesverteilung im Badenien des Reiner Beckens. - Mitt.-Bl. Abt. Mineralogie Landesmuseum Joanneum Graz, 47, 11-17.
- HATLE, E. (1885): Die Minerale des Herzogthums Steiermark. – Verlag Leuschner & Lubensky Graz, 212 Seiten.
- HIDEN, H. und ROTTENMANNER, G. (2007): Das Neogenbecken von Rein und seine Fossilführung. – Der Steirische Mineralog, 21, 6-9.
- MORGENSTEIN, M. (2006): Geochemical and petrographic approaches to chert tool provenance studies; evidence from two Western USA Holocene archaeological sites. - Geological Society Special Publications, vol. 257, 307-321.
- POSTL, W.; BRANDL, M.; HAUZENBERGER, Ch.; HIDEN, H.; JAKELY, D. und KÖNIGHOFER, H. (2007): Die Silexlagerstätte in Rein - Neue Erkenntnisse im Zuge von Neufunden sowie archäologischen und erdwissenschaftlichen Untersuchungen – Unveröffentlicher Zwischenbericht einer interdisziplinären Zusammenarbeit an das Bundesdenkmalamt Graz, 19 Seiten, 32 Abbildungen.
- TAYLOR, S.R. und MCLENNAN, S.M. (1985): The Continental Crust: Its Composition and Evolution. Blackwell Scientific Publications, Oxford, England, 312 pp.

Anschrift der Verfasser:

Dr. Walter Postl  
c/o Abteilung für Mineralogie  
Landesmuseum Joanneum  
Raubergasse 10,  
8010 Graz, walter.postl@chello.at und walter.postl@museum-joanneum.at

ao. Univ.-Prof. Dr. Christoph Hauzenberger  
Institut für Erdwissenschaften  
Bereich Mineralogie und Petrologie  
Karl-Franzens-Universität Graz  
Universitätsplatz 2  
8010 Graz  
christoph.hauzenberger@uni-graz.at

ao. Univ.-Prof. Mag. Dr. Walter Gössler  
Institut für Chemie  
Abteilung für Analytische Chemie  
Karl-Franzens-Universität Graz  
Heinrichstrasse 28  
8010 Graz  
walter.goessler@uni-graz.at



# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Joannea Mineralogie](#)

Jahr/Year: 2007

Band/Volume: [4](#)

Autor(en)/Author(s): Postl Walter, Hauzenberger Christoph A., Gössler Walter

Artikel/Article: [Vergleichende geochemische und mineralogische Untersuchungen an Hornstein aus Rein bei Graz \(Steiermark, Österreich\) und Baiersdorf bei Erlangen \(Bayern, Deutschland\) 99-114](#)