

EurGeol Dr. rer. nat. Lutz Krakow

Modern Raw Materials for the Brick Industry Part 6: Filter kaolin from the Freinberg quartz quarry

Moderne Rohstoffe für die Ziegelindustrie Teil 6: Filterkaolin aus der Quarzgrube Freinberg

The Freinberg quartz quarry in Upper Austria is one of the very few mining sites in Europe that is suitable, among other things, for the production of metallic silicon. The raw material consists of high-purity quartz residual gravel. High-quality filter kaolin for construction ceramics is obtained as a byproduct from the mineral washing process.

Die Quarzgrube Freinberg in Oberösterreich gehört europaweit zu den ganz wenigen Abbauf Flächen, die unter anderem für die Herstellung von metallischem Silizium geeignet ist. Rohstoffbasis sind hochreine Quarzrestschotter. Als Sekundärrohstoff aus der Mineralwäsche wird hochwertiger Filterkaolin für die Baukeramik gewonnen.

1 Geological Context and Site

At the AT-4785 Freinberg site in Upper Austria, EWS Quarzsand GmbH has been extracting high-quality quartz sand and quartz gravel since 2023 for a wide range of applications, including the construction industry, glass manufacturing, and silicon production (»1).

The raw material is quartz residual gravel. This consists of the weathering-resistant remnants of Miocene and Pliocene gravel that were deposited in the Alpine region by major river systems. The decisive step in the formation of the residual quartz gravel was extremely intense chemical weathering under a subtropical climate. During this process, all less resistant minerals were chemically decomposed and removed. Feldspars were transformed into kaolinite with the release of silicic acid; today, kaolinite, together with mica minerals, forms the fine-grained matrix of the residual quartz gravel (»2, 3).

1 Geologischer Rahmen und Standort

Am Standort AT-4785 Freinberg in Oberösterreich gewinnt die EWS Quarzsand GmbH seit dem Jahr 2023 hochwertige Quarzsande und Quarzkiese unter anderem für vielseitige Anwendungen in der Bauwirtschaft, Glasherstellung und Siliziumproduktion (»1).

Rohstoffbasis sind Quarzrestschotter. Es handelt sich dabei um die verwitterungsresistenten Überreste miozäner und pliozäner Schotter, die im Alpenraum von großen Flusssystemen abgelagert wurden. Der entscheidende Schritt zur Entstehung der Quarzrestschotter war eine extrem starke chemische Verwitterung unter subtropischem Klima. Dabei wurden alle weniger widerstandsfähigen Minerale chemisch zersetzt und abgeführt. Feldspäte wurden unter Freisetzung von Kieselsäure in Kaolinit transformiert, der heute zusammen mit Glimmermineralen die feinteilige Matrix der Quarzrestschotter bildet (»2, 3).



»1: State-of-the-art processing plant at the Freinberg open-pit mine in Upper Austria

»1: Hochmoderne Aufbereitungsanlage im Tagebau Freinberg/Oberösterreich

Dr. Krakow



»2: Protruding residual quartz gravel in a kaolinitic, mica-bearing clay matrix

Dr. Krakow
»2: Anstehende Quarzrestschotter in kaolinitisch-glimmerhaltiger Tonmatrix



»3: Loosening and conveying the residual quartz gravel

Dr. Krakow
»3: Lösen und Fördern der Quarzrestschotter

In the Freinberg/Passau area, the quartz residual gravel occurs over a wide area. There, it lies on top of the crystalline bedrock of the Bohemian Massif. Geologically, it thus belongs to the Moldanubian and not to the Molasse Basin of the Alps.

The raw materials are processed using a wet method in a state-of-the-art processing plant, ensuring particularly efficient processing of the various grain sizes. A particular highlight is the combined water/solid recycling system with a downstream chamber filter press. Process water is recycled in a closed loop (»4, 5).

2 Mineralogical and Chemical Composition

The filter kaolin obtained in this way as a secondary raw material covers grain sizes ranging from clay to medium sand. The maximum grain size is in the fine-grain range ($d < 0.002$ mm), accounting for 48 MA % (»6). Mineralogically, the material is dominated by phyllosilicates and quartz, with the phyllosilicate content at 66 MA%. Due to severe chemical weathering, kaolinite clearly dominates over illite/mica (»Table 1). The material contains no intracrystalline swellable phases.

Chemically, silicon and aluminum clearly dominate over all other elements. The contents of alkaline and alkaline earth fluxes are consistently low and are introduced via illite/mica. Iron is present at 2.95 MA% in the form of iron hydroxide/goethite. Interfering elements such as sulfur and carbon/organic matter are

Im Raum Freinberg/Passau treten die Quarzrestschotter großflächig auf. Sie liegen dort dem kristallinen Grundgebirge der Böhmisches Masse auf. Damit gehören sie geologisch zum Moldanubikum und nicht zum Molassebecken der Alpen.

In einer hochmodernen Aufbereitungsanlage erfolgt die Aufbereitung der Rohstoffe im Nassverfahren, wodurch eine besonders effiziente Verarbeitung der unterschiedlichen Körnungen sichergestellt wird. Ein besonderes Highlight ist das kombinierte Wasser-/Feststoffrecycling mit nachgeschalteter Kammerfilterpresse. Prozesswasser wird im Kreislauf gefahren (»4, 5).

2 Mineralogisch-chemische Zusammensetzung

Der auf diese Weise als Sekundärrohstoff gewonnene Filterkaolin deckt Korngrößen vom Tonkorn- bis zum Mittelsandbereich ab. Das Korngrößenmaxima liegt im Feinkornbereich $d < 0,002$ mm mit einem Anteil von 48 MA % (»6). Mineralogisch wird das Material von Phyllosilikaten und Quarz dominiert, wobei der Phyllosilikatgehalt bei 66 MA % liegt. Aufgrund der starken chemischen Verwitterung dominiert hier klar Kaolinit vor Illit/Glimmer (»Tabelle 1). Das Material enthält keine innerkristallin quellfähigen Phasen.

Chemisch dominieren Silizium und Aluminium deutlich vor allen übrigen Elementen. Gehalte an alkalischen und erdalkalischen Flussmitteln sind durchweg gering und werden über Illit/Glimmer



»4: Combined water/solid recycling using a state-of-the-art chamber filter press
»4: Kombiniertes Wasser-/Feststoffrecycling mit hochmoderner Kammerfilterpresse



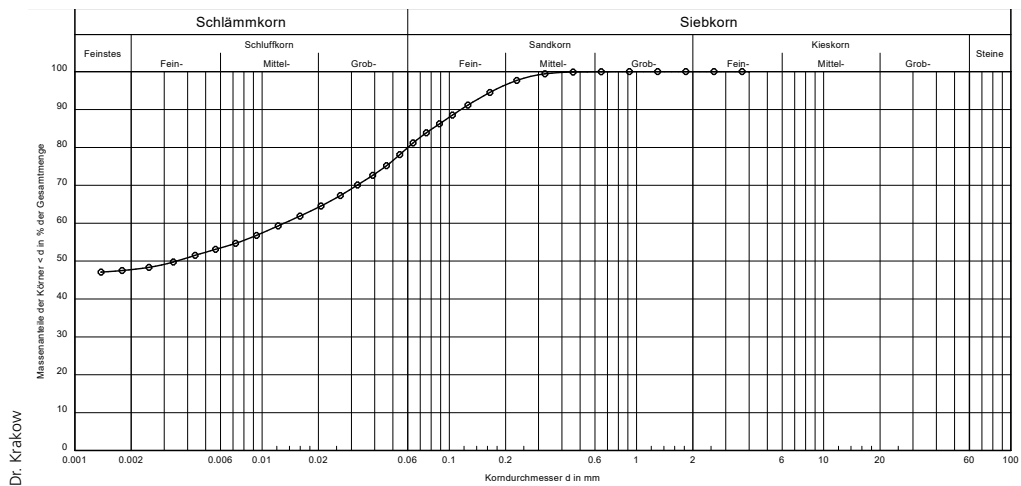
»5: Freinberg Orange Filter Kaolin as a secondary raw material
»5: Filterkaolin Freinberg Orange als Sekundärrohstoff

Mineral Phases/Mineralphasen	Share [mass %]/Anteil [MA %]
Phyllosilicate/Phyllosilikate	66
Kaolinite/Kaolinit (n)	53
Kaolinite-D/Kaolinit-D (n)	-
Illite / Mica/Illit / Glimmer (n)	13
Illite / Smectite/Illit / Smektit (q)	-
Smectite/Smektit (q)	-
Chlorite/Chlorit (n)	-
Chlorite-Vermiculite/Chlorit-Vermikulit (q)	-
Quartz/Quarz	31
Na-Plagioclase / Potash feldspar / Na-Plagioklas / Kalifeldspat	- / -
Calcite / Dolomite/Calcit / Dolomit	- / -
Haematite/Hämatit	-
Anatase / Rutile/Anatas / Rutil	- / -
Goethite / Limonite/Goethit / Limonit	2 / -
Pyrite / Marcasite/Pyrit / Markasit	- / -
Other/Sonstige	<< 1

»Table 1: Mineral phase analysis RDA / FTIR (mass %)
»Tabelle 1: Phasenanalyse RDA / FTIR (MA %)

Elements/Elemente	share [mass %]/Anteil [MA %]
SiO ₂	62,84
Al ₂ O ₃	23,18
Fe ₂ O ₃	2,95
BaO	0,027
MnO	0,011
TiO ₂	0,687
P ₂ O ₅	0,043
CaO	0,07
MgO	0,38
K ₂ O	1,12
Na ₂ O	< 0,06
SO ₃	< 0,04
GLV 1.025 °C	8,60

»Table 2: Chemical composition DIN ISO 12 677 (mass %)
»Tabelle 2: Chemische Analyse DIN EN ISO 12 677 (MA %)



»6: Grain size distribution of Freinberg Orange Filter Kaolin according to DIN 18 123
 »6: Kornverteilung Filterkaolin Freinberg Orange nach DIN 18 123

minimal and lie within the RFA detection limit. The filter kaolin is completely free of lime. (»Table 2).

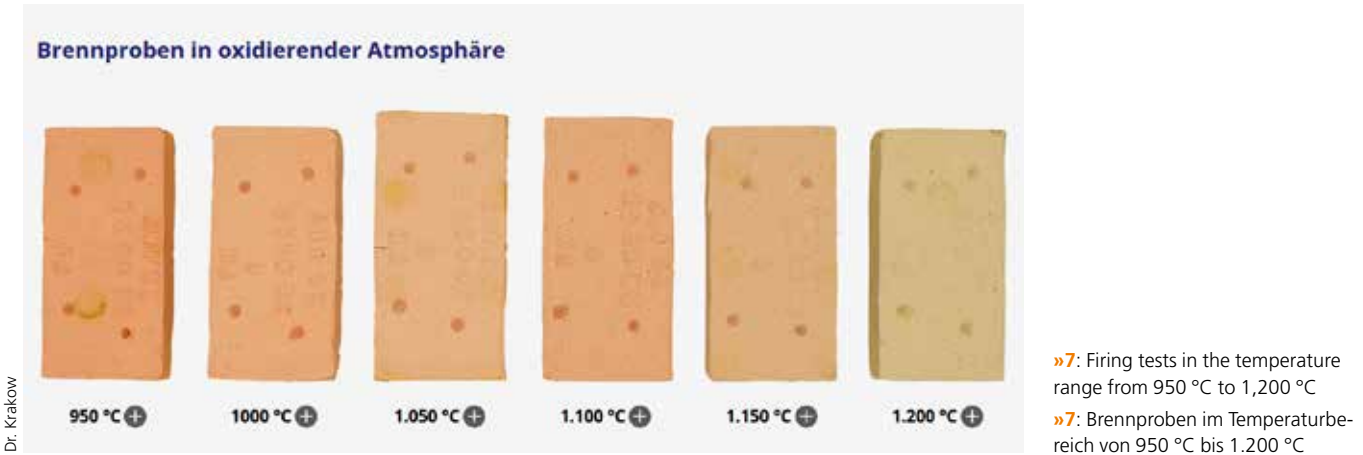
3 Ceramic Technology Characteristics

The filter kaolin from Freinberg is classified as a resource-efficient clay substitute (»Table 3). Due to its optimal particle size, the material does not require energy-intensive comminution but only needs to be homogeneously mixed with the other components of the mixture. The material is ideally suited to replace traditional clay marl and marl, thereby significantly reducing the consumption of primary raw materials as well as CO₂ emissions.

eingetragen. Eisen tritt mit 2,95 MA % in Form von Eisenhydroxid/Goethit auf. Störende Elemente wie Schwefel und Kohlenstoff/organische Substanz sind minimal und liegen im Bereich der RFA-Nachweisgrenze. Der Filterkaolin ist absolut kalkfrei. (»Tabelle 2).

3 Keramtechnologische Charakteristik

Der Filterkaolin aus Freinberg ist als ressourceneffizienter Tonerzatzstoff zu klassifizieren (»Tabelle 3). Aufgrund der optimalen Korngröße muss das Material nicht energieintensiv zerkleinert, sondern nur homogen mit den übrigen Massekomponenten gemischt werden. Das Material ist prädestiniert, traditionelle Tonmergel und



As a special plastic raw material with low body density, filter kaolin is ideally suited for use in highly thermally insulating cavity wall bricks. The material is characterized by a very broad and stable sintering range with high porosity. The firing colors vary depending on the firing temperature, ranging from ochre yellow to light yellow »7).

4 Quantity Availability and Concluding Remarks

The open-pit mine has sufficiently large geological reserves and a long-term mining permit. The annual volume of filter kaolin depends on the production volume of the primary raw material and currently amounts to approximately 10,000 metric tons. As mining progresses into underlying layers, an additional grade of filter kaolin with a creamy-white firing color will become available. The filter cakes are distributed by Dr. Krakow Rohstoffe GmbH.

Dry shrinkage/Trockenschwindung [%]	
entfällt	6,7
Firing shrinkage/Brennschwindung [%]	
950 °C	0,6
1000 °C	1,0
1050 °C	2,1
1100 °C	3,4
1150 °C	4,4
1200 °C	4,8
Water absorption/Wasseraufnahme [MA %]	
950 °C	29,0
1000 °C	28,1
1050 °C	25,7
1100 °C	22,1
1150 °C	21,0
1200 °C	18,8
Body density/Scherbenrohddichte [g/cm³]	
950 °C	1,46
1000 °C	1,48
1050 °C	1,53
1100 °C	1,60
1150 °C	1,64
1200 °C	1,69

»Table 3: Ceramic technological parameters according to DKG guidelines
 »Tabelle 3: Keramtechnologische Kennwerte nach DKG-Richtlinien

Mergel zu substituieren und auf diese Weise den Verbrauch an Primärrohstoffen sowie die CO₂-Emission signifikant zu senken.

Als plastischer Spezialrohstoff mit geringer Scherbenrohddichte ist der Filterkaolin für den Einsatz in hochwärmedämmenden Hintermauerziegel prädestiniert. Das Material ist durch ein sehr breites und stabiles Sinterintervall mit hoher Porosität gekennzeichnet. Die Brennfärbungen variieren in Abhängigkeit von der Brenntemperatur von ockergelb bis hellgelb »7).

4 Mengenverfügbarkeit und Schlussbemerkungen

Der Tagebau verfügt über ausreichend große geologische Reserven und eine langfristige Abbaugenehmigung. Die Jahresmenge an Filterkaolin ist abhängig von der Fördermenge des Primärrohstoffs und beträgt derzeit rund 10.000 Tonnen. Mit zunehmendem Abbaufortschritt in liegende Schichten wird eine weitere Qualität an Filterkaolin mit cremeweißer Brennfärbung zur Verfügung stehen. Der Vertrieb der Filterkuchen erfolgt über die Dr. Krakow Rohstoffe GmbH.

References / Literatur

[1] Elsner, H. (2017): Kaolin in Deutschland. – 73 S., Hrsg.: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover, ISBN 978-3-943566-40-6.

krakow@rohstoffconsult.de
 www.dr-krakow-labor.de