

Resource efficiency in the clay brick and tile industry

Part X: Fine grit from granite quarrying

Ressourceneffizienz in der Ziegelindustrie

Teil X: Feinkörnungen aus der Granitaufbereitung

1 Geological background and site

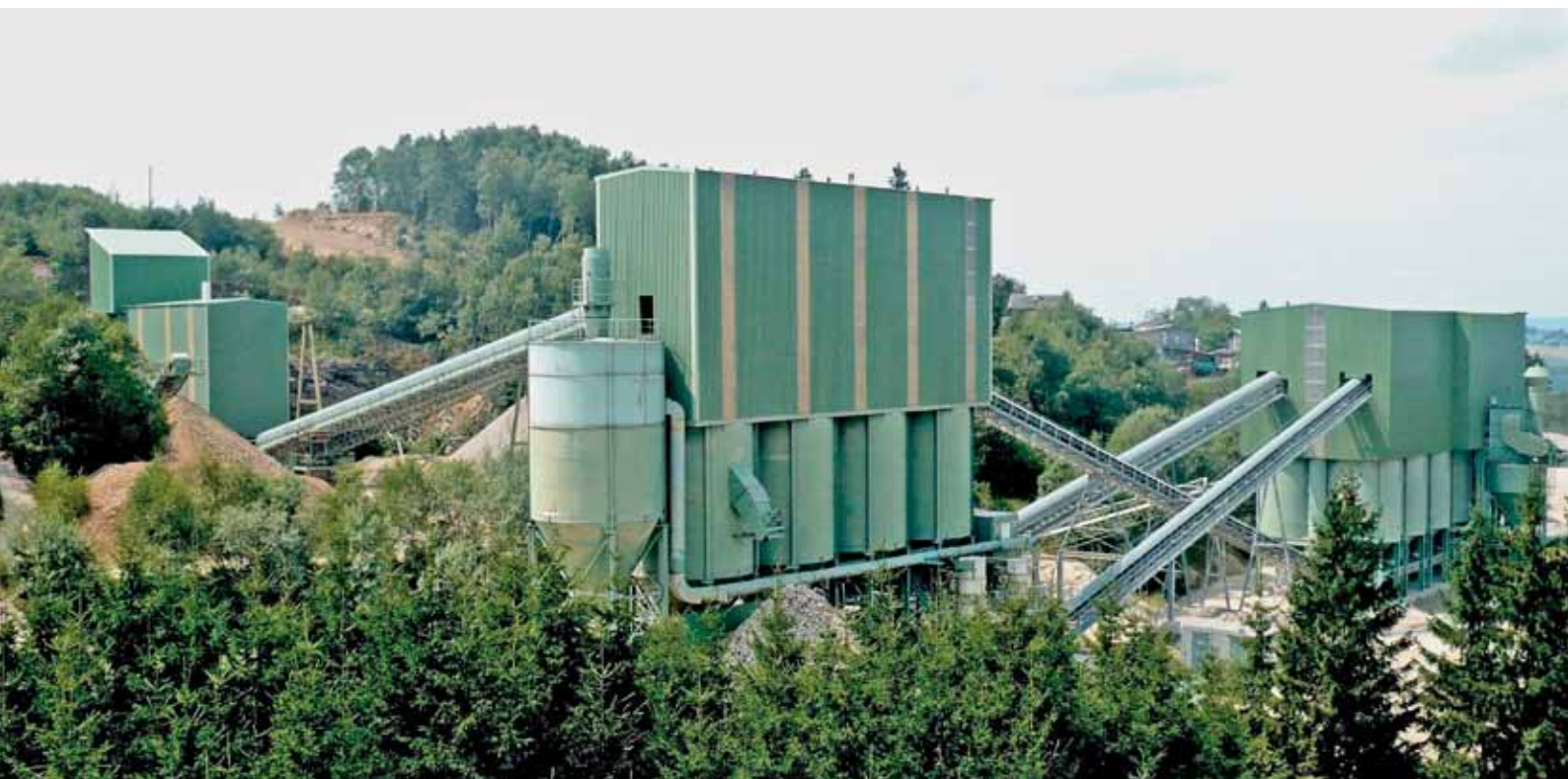
At the Henneberg quarry near Heberndorf, Thuringia, Lower Carboniferous granite is extracted and processed to obtain such high-quality building materials as high-grade stone chips, track ballast and mineral aggregate. The rock is excavated by means of borehole blasting followed by several rounds of crushing and sizing. The by-products include precipitation filler and crusher dust rich in feldspar with particle sizes < 2 mm. Opened in 1927 by the Fischer brothers, the mine now operates under the name Granitwerk Fischer GmbH & Co. KG and is located in Southern Thuringia's Franconian Forest, bordering directly on district road K 107.

Geologically, the mine is situated at the north-eastern rim of the Thuringian-Franconian Slate Mountain range. At the time of the upper Lower Carboniferous some 347 to 331 million years ago, this area was part of an elongate geosyncline, where thick layers of sand and clay collected in the Culm facies. Gradually, in the course of Variscan orogenesis, the sediments underwent tectonic culmination. Sour magma intruded in stockwork fash-

1 Geologischer Rahmen und Standort

Im Steinbruch am Henneberg bei Heberndorf wird Granit aus der Zeit des Unterkarbons gewonnen und zu hochwertigen Baustoffen wie Edelsplitten, Gleisschottern und Mineralgemischen aufbereitet. Das Gestein wird mithilfe von Bohrlochsprengungen gelöst und anschließend mehrfach gebrochen und klassiert. Als Nebenprodukte fallen Entstaubungsfüller und feldspatreiche Brechsande mit Korngrößen < 2 mm an. Der Tagebau wurde im Jahr 1927 von den Gebrüdern Fischer aufgeschlossen und firmiert heute als Granitwerk Fischer GmbH & Co. KG. Er befindet sich im Frankenwald in Südthüringen direkt an der K 107.

Geologisch liegt der Tagebau am Nordostrand des Thüringisch-Fränkischen Schiefergebirges. Zur Zeit des oberen Unterkarbons vor rund 347–331 Mio. Jahren lag dieses Gebiet im Bereich einer langgestreckten Geosynklinale. Mächtige Sande und Tone kamen in Kulm-Fazies zur Ablagerung. Im Zuge der variszischen Gebirgsbildung wurden die Sedimente geotektonisch aufgefaltet. An tektonischen Bruchzonen aus der tieferen Erdkruste intrudierte dabei saures Magma stockförmig in den



- »1 State-of-the-art facility engineering for quarrying granite at Henneberg, Thuringia
- »1 Modernste Anlagentechnik zur Granitaufbereitung am Henneberg/Thüringen



»2 Henneberg is the only open-pit granite quarry in Thuringia
 »2 Der Henneberg ist der einzige Granittagebau in Thüringen

ion into the higher strata. Following crystallization and successive erosive exposure over millions of years, this magmatic body now constitutes the legendary Henneberg granite, most of which is grey but also sometimes appears with a reddish or yellowish hue (»2).

2 Mineralogical composition

The fabrication of high-grade stone chip products yields a diversity of fine grit occupying a defined particle-size spectra. The available grit sizes are 0/0.09 mm, 0/0.5 mm, 0.5/1 mm and 0/2 mm. In one current R&D project, it has been shown that, atypically, there is no correlation between particle size and mineralogical constitution. For the sake of simplicity, then, the following standard mineralogical-chemical composition can be assumed for all available grit product sizes.

The fine grit is characterized by an extraordinarily high feldspar content amounting to, in all, some 65 mass %. This breaks down into 35 mass % sodic plagioclase and 30 mass % potassium feldspar. The tectosilicate series is also seen to contain 19 mass % quartz. Adding up to Σ TM = 15 mass %, the layer silicate fraction comprises 10 mass % mica and 5 mass % chlorite. Pyrite amounting to 1 mass % may occur as an accessory mineral.

In the distribution of relevance, silicon dioxide, at 69.65 mass %, is the dominant chemical compound, followed by 15.16 mass % alumina and 2.70 mass % iron oxide. Equal amounts of potassium oxide and sodium oxide (approx. 3.97 mass % each) are found as alkaline flux. Only small fractions of 1.68 mass % calcium oxide and 0.96 mass % magnesium oxide are present as alkaline-earth flux.

höher gelegenen Schichtverband. Nach der Auskristallisation und sukzessiven erosiven Freilegung über Millionen von Jahren stellt dieser Magmenkörper heute den legendären Henneberggranit dar. Das Gestein ist meistens grau, bisweilen aber auch rötlich oder gelblich gefärbt (»2).

2 Mineralogische Zusammensetzung

Bei der Herstellung der hochwertigen Splittprodukte fallen diverse Feinkörnungen in definierten Kornspektren an. Es handelt sich dabei um die Lieferkörnungen 0/0,09 mm, 0/0,5 mm, 0,5/1 mm sowie 0/2 mm. Ein laufendes FuE-Projekt hat gezeigt, dass so gut wie keine Korrelationen zwischen der Korngröße und dem Mineralbestand bestehen, was grundsätzlich untypisch ist. Vereinfachend kann daher für alle Lieferkörnungen von einer mineralogisch-chemischen Normzusammensetzung wie folgt ausgegangen werden.

Die Feinkörnungen sind durch einen außerordentlich hohen Feldspatgehalt von in Summe rund 65 Masse-% gekennzeichnet. Dieser resultiert aus 35 Masse-% Na-Plagioklas und 30 Masse-% Kalifeldspat. In der Reihe der Tectosilikate wird darüber hinaus Quarz mit 19 Masse-% nachgewiesen. Der Anteil an Schichtsilikaten beträgt Σ TM = 15 Masse-% und setzt sich aus 10 Masse-% Glimmer und 5 Masse-% Chlorit zusammen. Akzessorisch kann Pyrit mit 1 Masse-% auftreten.

In Bezug auf die Elementverteilung dominiert Siliziumdioxid mit 69,65 Masse-% deutlich vor Aluminiumoxid mit 15,16 Masse-% und Eisenoxid mit 2,70 Masse-%. In der Reihe der alkalischen Flussmittel werden Kaliumoxid und Natriumoxid zu jeweils gleichen Anteilen mit rund 3,97 Masse-% nachgewiesen. Erdalkalische Flussmittel sind mit Anteilen von 1,68 Masse-%



- »3 Storage pile of 0/2 mm crusher dust containing approx. 65 mass % feldspar
- »3 Vorratshalde mit Brechsand 0/2 mm mit rund 65 Masse-% Feldspat

3 Ceramics-related characteristics

The fine grit is available both as silo-stored material and as moist bulk material. Due to the small particle sizes involved, the available grit < 0.5 mm requires no further comminution and needs only be homogeneously introduced into the composition. For coarser grit, superfine comminution upstream is advisable, particularly if the material is intended for use in roof tiles.

With regard to preparation, shaping and drying, the behaviour of the fine grit is that of a conventional nonplastic additive, or opening material. The fine-grained material reduces the gauging water content and improves the material's drying characteristics. The use of fine-grained silo-stored material also makes it possible to bind excess water. The material itself can be classified as insensitive to drying, because it contains no swellable intercrystalline mineral phases whatsoever. This amounts to a fundamental difference to such alkaline opening materials as basalt, diabase or melaphyre.

In conformance with its dominant feldspar content, the material characteristically shows weak exothermic and endothermic reactions on firing. Its Lol amounting to only 1.3 mass % up to 1 000° C is primarily attributable to the expulsion of constitutional water from the micaceous minerals. The reaction proceeds with increased vigour in the 500 to 800° C temperature interval. The material serves mainly as a sintering aid in the upper temperature range for clinker products and stoneware pipes.

The material can serve as a fine-grained nonplastic additive in red-firing bodies in fractions up to 20 mass % and is also suitable for use as a substitute for sand containing high-temperature quartz. It is also useful for producing filigreed perforation patterns and bricks with smooth surfaces. It makes a very good additive for heavy bricks and acoustic bricks.

4 Volume availability and final remarks

Calciumoxid und 0,96 Masse-% Magnesiumoxid nur in geringen Mengen vorhanden.

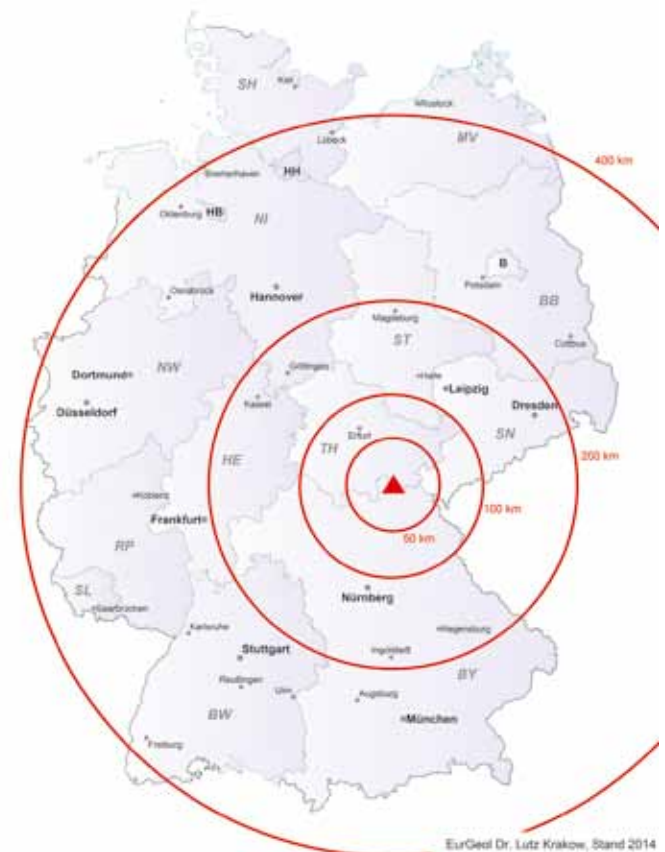
3 Keramotechnologische Charakteristik

Die Feinkörnungen können wahlweise als Siloware oder angefeuchtet als Schüttgut geliefert werden. Aufgrund der geringen Korngröße müssen die Lieferkörnungen < 0,5 mm nicht weiter zerkleinert, sondern lediglich über geeignete Mischaggregate homogen in die Masse eingebracht werden. Bei den größeren Körnungen ist eine vorgeschaltete Feinstvermahlung zu empfehlen, insbesondere wenn ein Einsatz in Dachziegelmassen vorgesehen ist.

In Bezug auf die Aufbereitung, Formgebung und Trocknung verhalten sich die Feinkörnungen als klassische Magerungsmittel. Sie senken den Anmachwassergehalt und verbessern die Trocknungseigenschaften. Bei Bezug feinkörniger Siloware kann darüber hinaus etwaiges Überschusswasser gebunden werden. Das Material selbst ist als trocknungsunempfindlich einzustufen, da jegliche Anteile an innerkristallin quellfähigen Mineralphasen fehlen. Hierin besteht ein grundlegender Unterschied zu basischen Magerungstoffen wie etwa Basalten, Diabasen oder Melaphyren.

Entsprechend des dominanten Feldspatgehaltes ist das Material beim Brennen nur durch schwache exotherme sowie endotherme Reaktionen gekennzeichnet. Der Glühverlust beträgt bis 1 000° C lediglich 1,30 Masse-% und ist vorwiegend auf den Ausrieb des Kristallwassers aus den Glimmermineralen zurückzuführen. Diese Reaktion läuft verstärkt im Temperaturintervall

Übersichtslageplan Henneberg Granit 6315



EurGeol Dr. Lutz Krakow, Stand 2014

- »4 Site plan, Henneberg granite, no. 6315
- »4 Übersichtslageplan des Henneberggranits 6315

The available grit sizes 0/0.09 mm, 0/0.5 mm and 0.5/1 mm are produced during the frost-free season at a rate of roughly 15000 t/a. The products consist of dust-dry silo-stored material that can be homogeneously moistened and delivered as bulk material on request. Coarser material sized 0/2 mm is available year-round as bulk stockpile material. Present stocks total well over 500000 t (»3). With a view to optimally integrating this valuable potential of high-grade residue into the value creation chain, intensive research activities are being pursued with public funding provided under the funding reference number KU2135993KI3. We would like to express our appreciation to the German Federal Ministry for Economic Affairs and Energy for this grant. The quoted data constitute a merely orientational guideline and are subject to major fluctuation.

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

zwischen 500 und 800° C ab. Der Einsatz des Materials wird vor allem als Sinterhilfsmittel im oberen Temperaturbereich für Klinkerprodukte und Steinzeugröhren gesehen.

Das Material kann als feinteiliges Magerungsmittel in rot-brennenden Massen mit Versatzanteilen von bis zu 20 Masse-% eingesetzt werden und ist zur Substitution hochquarzhaltiger Sande geeignet. Gut einsetzbar ist es auch für filigrane Lochbilder und Ziegel mit glatten Oberflächen. Es ist ein sehr guter Zusatzstoff zur Herstellung schwerer Ziegel/Schallschutzziegel.

4 Mengenverfügbarkeit und Schlussbemerkungen

Die Lieferkörnungen 0/0,09 mm, 0/0,5 mm und 0,5/1 mm werden während der frostfreien Monate in einer Jahrestonnage von rund 15000 t hergestellt. Es handelt sich um staubtrockene Siloware, die bei Bedarf aber auch homogen angefeuchtet und dann als Schüttgut geliefert werden kann. Gröberes Material mit der Körnung 0/2 mm ist ganzjährig ab Halde als Schüttgut verfügbar. Der Vorrat beträgt derzeit weit über 500000 t (»3). Um dieses wertvolle Potenzial an hochwertigen Reststoffen optimal in den Wertschöpfungskreislauf zu integrieren, laufen intensive Forschungsaktivitäten, die unter dem Förderkennzeichen KU-2135993KI3 öffentlich gefördert werden. Wir danken dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie für diese Zuwendung. Die angegebenen Daten stellen lediglich orientierende Richtwerte dar und können größeren Schwankungen unterliegen. 