

EurGeol Dr. rer. nat. Lutz Krakow

Resource efficiency in the clay brick and tile industry

Part XI: Muscovite filter cake from quartzite washing

Ressourceneffizienz in der Ziegelindustrie

Teil XI: Muskowitischer Filterkuchen aus der Quarzitwäsche

1 Geological background and site

At Saalburg Quarry near Friedrichsdorf/Hesse, Germany, Early Devonian Taunus quartzite is extracted and processed into high-grade chippings, light-coloured road construction materials and building material mixes. With the help of conventional processing technology, until recently large volumes of clay-containing stony soil were produced, most of which had to be landfilled. To increase raw material efficiency, the quartzite has undergone mineral washing since late 2014. With the effective separation of the fines, it has been possible to substantially increase the yield of qualified chipping sizes. The washing water suspension is filtered on a membrane filter press. Per year, up to 90 000 t muscovite filter cake is obtained. The quarry was opened up in the year 1901 and currently has 11 levels with a working height of around 150 m. Having been owned by the Bähr family, the Readymix Construction Materials Group and Mexican Construction Materials Group Cemex, the quartzite plant has been in the hands of the Swiss Holcim group since 2015. Quarrying is to continue for up to 50 years thanks to the newly approved quarrying area.

In geological terms the quarry lies in the Taunus chain of mountains, which as part of the Hunsrück-Taunus range represents the southern edge of the Rhenish Slate Mountains.

1 Geologischer Rahmen und Standort

Im Steinbruch Saalburg bei Friedrichsdorf/Hessen wird unterdevonischer Taunusquarzit gewonnen und zu hochwertigen Edelsplittten, hellen Straßenbaustoffen und Baustoffgemischen aufbereitet. Mithilfe konventioneller Aufbereitungstechnik sind bis vor Kurzem noch große Mengen an tonhaltiger Steinerde angefallen, die überwiegend deponiert werden mussten. Im Interesse einer erhöhten Rohstoffeffizienz wird der Quarzit seit Ende 2014 einer Mineralwäsche unterzogen. Durch effektive Abtrennung der Feianteile ist es gelungen, die Ausbeute an qualifizierten Splittkörnungen deutlich zu erhöhen. Die anfallende Waschwassersuspension wird über eine Membranfilterpresse filtriert. Dabei werden pro Jahr bis zu 90 000 t an muskowitischem Filterkuchen gewonnen. Der Steinbruch wurde im Jahr 1901 erschlossen und besitzt derzeit 11 Sohlen mit einer Abbauhöhe von rund 150 m. Nach der Familie Bähr, der Readymix Baustoffgruppe und dem mexikanischen Baustoffkonzern Cemex liegt das Quarzitwerk seit 2015 in Händen des schweizerischen Konzerns Holcim. Noch bis zu 50 Jahre soll der Abbau mit der neu genehmigten Fläche weitergehen.

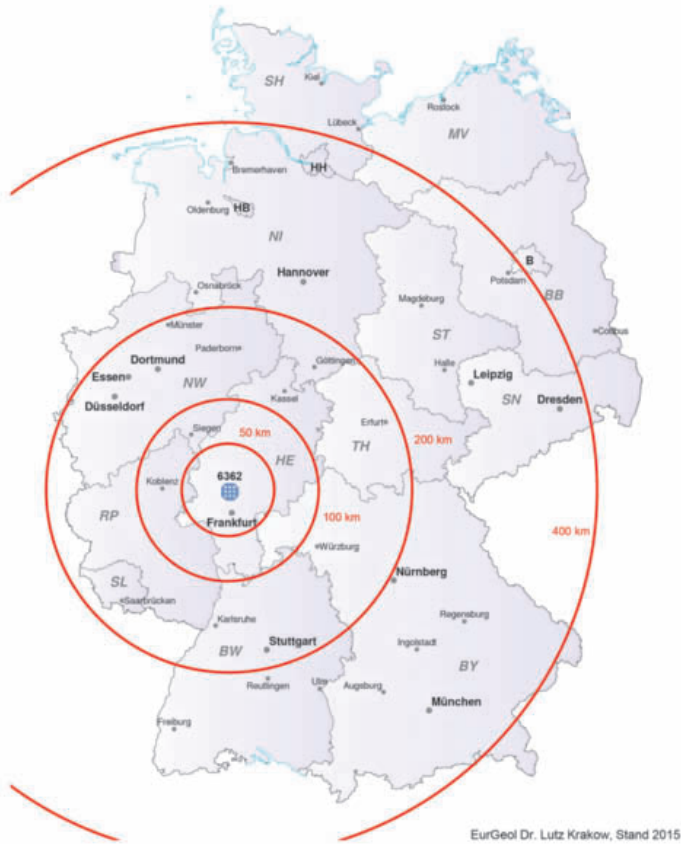
Geologisch liegt der Steinbruch im Bereich des Taunuskamms, der als Teil des Hunsrück-Taunus-Zuges den südlichen



Pictures/Bilder: Dr. Krakow

- »1 One of the biggest quartzite quarries in Europe is located in Saalburg near Friedrichsdorf/Hesse
- »1 Einer der größten Quarzitsteinbrüche Europas liegt in Saalburg bei Friedrichsdorf/Hessen

Übersichtslageplan Filterkuchen Saalburg 6362



- » 2 Layout showing filter cake 6362 production
- » 2 Übersichtslageplan Filterkuchen 6362

Worked at the quarry are metamorphic series of strata from the Middle Early Devonian (Siegen/Pragian), formed here around 410 mill. years ago as a result of sedimentation in a tropical shelf sea. They represent the weathered debris of the Old Red Continent. In the course of the Variscan Orogeny, the several-hundred-metre-thick sands were transformed first into sandstone and, then as a result of the geological sinking, into metamorphic quartzite. The fine clastic sediments were also metamorphized, which is reflected in the dominance of Muscovite mineral phases and the absence of innercrystalline swelling clay minerals.

2 Mineralogical composition

The filter cake is characterized by a uniform grain structure with a mean fines content of $d < 2 \mu\text{m} = 38 \text{ mass } \%$. The content $d > 63 \mu\text{m}$ averages 3 mass %. The largest grain is in the range of $d = 100 \mu\text{m}$, corresponding to 0.1 mm. With regard to the mineralogy, the filter cake is characterized by a high content of phyllosilicates/clay minerals with $\Sigma \text{TM} = 77 \text{ mass } \%$, muscovite/sericite with 42 mass % clearly dominating before fireclay with 25 mass % and illite with 10 mass %. In the series of tectosilicates, free quartz is detected with 20 mass % as well as albite and potash feldspar each with $< 1 \text{ mass } \%$. From comparison between the results of the mineralogical phase analysis and particle size analysis, it is shown that the phyllosilicates are found in around the same content both in the fraction $< 2 \mu\text{m}$ and in the fraction $> 2 \mu\text{m}$.

Randbereich des Rheinischen Schiefergebirges repräsentiert. Aufgeschlossen sind metamorphe Schichtfolgen aus der Zeit des Mittleren Unterdevon (Siegen/Pragian), die hier vor rund 410 Mio. Jahren durch Sedimentation in einem tropischen Schelfmeer entstanden sind. Sie repräsentieren den Verwitterungsschutt des Old Red Kontinents. Im Zuge der variszischen Orogenese wurden die mehreren Hundert Meter mächtigen Sande zunächst in Sandsteine und dann infolge der geologischen Versenkung in metamorphe Quarzite umgewandelt. Die feinklastischen Sedimente wurden ebenfalls metamorph überprägt, was sich in der Dominanz von muskowitzischen Mineralphasen und dem Fehlen innerkristallin quellfähiger Tonminerale widerspiegelt.

2 Mineralogische Zusammensetzung

Der Filterkuchen ist durch einen gleichmäßigen Kornaufbau mit einem mittleren Feinstkornanteil von $d < 2 \mu\text{m} = 38 \text{ Masse-}\%$ charakterisiert. Der Anteil $d > 63 \mu\text{m}$ liegt im Schnitt bei 3 Masse-%. Das Größtkorn liegt im Bereich von $d = 100 \mu\text{m}$ entsprechend 0,1 mm. Hinsichtlich der Mineralogie ist der Filterkuchen durch einen hohen Anteil an Schichtsilikaten/Tonmineralen mit $\Sigma \text{TM} = 77 \text{ Masse-}\%$ gekennzeichnet, wobei Muskowit/Sericit mit 42 Masse-% deutlich vor Fireclay mit 25 Masse-% und Illit mit 10 Masse-% dominiert. In der Reihe der Tectosilikate werden freier Quarz mit 20 Masse-% sowie Albit und Kalifeldspat mit jeweils $< 1 \text{ Masse-}\%$ nachgewiesen. Aus dem Abgleich zwischen den Ergebnissen der mineralogischen Phasenanalyse und der Korngrößenanalyse resultiert, dass die Schichtsilikate etwa zu gleichen Anteilen in der Fraktion $< 2 \mu\text{m}$ und in der Fraktion $> 2 \mu\text{m}$ vorliegen.

In Bezug auf die Elementverteilung dominiert Siliziumdioxid mit 59,43 Masse-% und Aluminiumoxid mit 25,03 Masse-%, deutlich vor Kaliumoxid mit 5,38 Masse-% und Eisenoxid mit 1,80 Masse-%. Außer Kalium werden alkalische und erdalkalische Flussmittel nur in sehr geringen Anteilen mit Natriumoxid 0,10 Masse-%, Calciumoxid mit 0,09 Masse-% und Magnesiumoxid mit 0,84 Masse-% gemessen. Das Gleiche gilt für organisch gebundenen Kohlenstoff, der mit $\text{TOC} = 0,16 \text{ Masse-}\%$ analysiert wird. Schwefel liegt unterhalb der röntgenfluoreszenzanalytischen Nachweisgrenze von 0,04 Masse-%.

3 Keramtechnologische Charakteristik

Der Filterkuchen ist durch weichplastische Konsistenz und ausgeprägte Plastizität gekennzeichnet. Mit einem Größtkorn von unter 0,1 mm ist er frei von Grobbestandteilen. Wegen der relativen Grobkörnigkeit der Schichtsilikate und des Fehlens von innerkristallin quellfähigen Tonmineralen ist keine erhöhte Sensibilität beim Trocknen und in der Aufheizzone des Ofens zu erwarten. Dies spiegelt sich auch in der moderaten linearen Trockenschwindung von 2,7 % wider. Bei einer Temperatur von 500 °C liegt der Glühverlust bei nur 1,3 Masse-%. Im Temperaturintervall zwischen 500 und 800 °C erfolgt die Entwässerung der Schichtsilikate, was in Anbetracht des hohen Anteils an Schichtsilikaten ebenfalls mit einem moderaten Glühverlust von 4,3 Masse-% verbunden ist.

Aufgrund des hohen Kaliumoxidgehaltes im Kornspektrum bis 20 μm verfügt das Material über ein ausgeprägtes Sintervermögen, das sich im Temperaturintervall zwischen 950 und 1000 °C im Einstellen der Brennschwindung widerspiegelt. In Abhängigkeit von der Spitztemperatur variiert die Scherben-

With regard to the elemental distribution, silica dominates with 59.43 mass % and alumina with 25.03 mass %, clearly ahead of potassium oxide with 5.38 mass % and iron oxide with 1.80 mass %. Apart from potassium, alkali and alkaline earth fluxes are measured only in very small contents with sodium oxide 0.10 mass %, calcium oxide with 0.09 mass % and magnesia with 0.84 mass %. The same applies to organically bonded carbon, which is analysed with TOC = 0.16 mass %. Sulphur lies below the X-ray fluorescence analysis detection limit of 0.04 mass %.

3 Ceramics-related characteristics

The filter cake is characterized by a soft-plastic consistency and pronounced plasticity. With a maximum grain size smaller than 0.1 mm, it is free of coarse components. On account of the relevant coarse-grained phyllosilicates and the absence of inner-crystalline swelling clay minerals, no increased sensitivity during drying and in the preheating zone of the kiln can be expected. This is also reflected in the moderate linear drying shrinkage of 2.7%. At a temperature of 500°C, the loss on ignition is only 1.3 mass %. In the temperature interval between 500 to 800°C, the phyllosilicates are dewatered, which in respect of the high content of phyllosilicates is also associated with a moderate loss on ignition of 4.3 mass %.

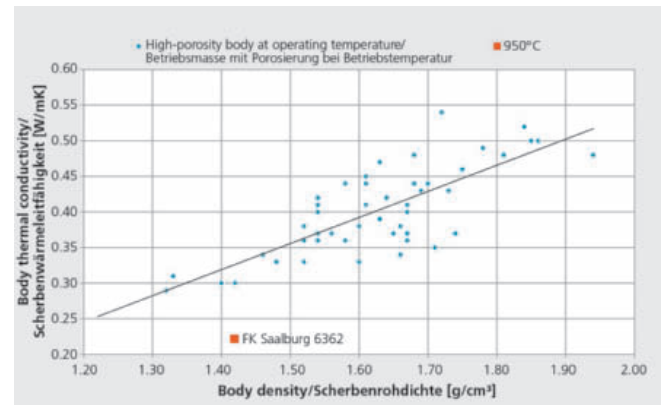
On account of the high potash content in the grain size spectrum to 20 µm, the material has a pronounced sintering capacity, which is reflected in the temperature interval between 950 and 1000°C with the start of firing shrinkage. Depending on the peak temperature, the body density varies in a wide range between 1.46 g/cm³ at 900°C and 2.41 g/cm³ at 1150°C. Water absorption varies between 29.0 mass % at 900°C and 0.1 mass % at 1150°C. The thermal conductivity of the body can be rated as outstanding and has been determined at 0.22 W/mK (»3) at the Brick Research Institute Essen Regd. The fired colours vary depending on the firing temperatures between light cream and yellowish green (»4).

As a pronounced plastic additive rich in phyllosilicates and without expanding clay minerals, the filter cake can be used universally in the clay brick and tile industry. The preferred use is currently seen in the production of high thermal insulation backing bricks. The additive is suitable to substitute plastic clays with high body density and/or high body thermal conductivity. The substitution of drying- and preheating-sensitive clays can also be considered. Recommended is a batch content of up to around 20 mass %.

4 Volume availability and final remarks

The investments at the Saalburg site are forward-looking and make a significant contribution to improving deposit efficiency as well as the conservation of primary clay resources. As a result of anthropogenic processes, a completely new type of clay raw material is formed, the ceramic potential of which will only be recognized over the course of next few years. The available annual quantity is according to initial estimations up to 90 000 t. On agreement, storage capacity at the site guarantees supply during the winter months. The specified data are only guide values and can be subject to relatively wide fluctuations.

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




»3 Body thermal conductivity versus body density (IZF)

»3 Scherbenwärmeleitfähigkeit-Scherbenrohddichte-Diagramm (IZF)

rohddichte in weiten Bereichen zwischen 1,46 g/cm³ bei 900°C und 2,41 g/cm³ bei 1150°C. Die Wasseraufnahmen schwanken zwischen 29,0 Masse-% bei 900°C und 0,1 Masse-% bei 1150°C. Als herausragend kann die Scherbenwärmeleitfähigkeit angesehen werden, die im Institut für Ziegelforschung Essen e.V. mit 0,22 W/mK ermittelt worden ist (»3). Die Brennfärbungen variieren in Abhängigkeit von den Brenntemperaturen zwischen Hellcreme und Gelblichgrün (»4).

Als schichtsilikatreicher und ausgeprägt plastischer Zusatzstoff ohne expansive Tonminerale ist der Filterkuchen universell in der Ziegelindustrie einsetzbar. Der bevorzugte Einsatz wird derzeit bei der Herstellung von hochwärmedämmenden Hintermauerziegeln gesehen. Der Zusatzstoff ist zur Substitution von plastischen Tonen mit hoher Scherbenrohddichte und/oder hoher Scherbenwärmeleitfähigkeit geeignet. Auch der Ersatz von trocknungs- und aufheizsensiblen Tonen kann in Betracht gezogen werden. Empfohlen werden Versatzanteile von bis zu rund 20 Masse-%.

4 Mengenverfügbarkeit und Schlussbemerkungen

Die Investitionen am Standort Saalburg sind zukunftsweisend und tragen maßgeblich zur Erhöhung der Lagerstätteneffizienz sowie zur Schonung primärer Tonressourcen bei. Durch anthropogene Prozesse ist ein völlig neuer Typus von Tonrohstoff entstanden, dessen keramisches Potenzial wohl erst im Laufe der nächsten Jahre erkannt werden wird. Die verfügbare Jahresmenge liegt nach ersten Schätzungen bei bis zu 90 000 t. Lagerkapazitäten am Standort gewährleisten nach Abstimmung auch eine Versorgung während der Wintermonate. Die angegebenen Daten stellen lediglich orientierende Richtwerte dar und können größeren Schwankungen unterliegen. 



»4 Fired samples of filter cake 6362

»4 Brennproben Filterkuchen 6362