

# Resource efficiency in the clay brick and tile industry

## Part III: Recycled kaolin from silica sand washing

# Ressourceneffizienz in der Ziegelindustrie

## Teil III: Recycling-Kaolin aus der Quarzwäsche

### 1 Geological background and site

For over 135 years, the family-run company Strobel Quarzsand GmbH has been extracting kaolinitic silica sands and processing them to high-quality raw materials for the glass and construction chemical industries. The silica sand plant is located north of Amberg in the Upper Palatinate, Bavaria. Geologically, the deposit lies in the outcrop of what is known as the Dogger Sandstone, which can be attributed to the Brown Jurassic, especially the Dogger beta. The formation of the silica sands goes back to delta-like coastal deposits around 170 mill. years ago. Starting from crystalline source areas from the area of the Bohemian Massif, the fine-grained silica sands were deposited together with kaolinitic fines in a thickness of just under 100 m. The deposit reserves total around 150 mill. tonnes. On account of the generally low iron content, whitish grey sediment colours dominate. On a minor scale, there are yellowish as well as pinkish red to intensive red colours. During washing of the silica sands, the fines  $< 40 \mu\text{m}$  are deslimed and dewatered on modern membrane filter presses to a residual moisture content of around 20 mass %. Here considerable quantities of kaolin filter cakes are produced as a recycled product with long-term assured supply. The filter cake has a plastic consistency without any problematic coarse components, impurities or organic substances.

### 2 Mineralogical composition

The filter cake has a well-graded particle size distribution with an average fines content of  $d < 2 \mu\text{m} = 39 \text{ mass } \%$ . The content  $d > 63 \mu\text{m}$  averages 20 mass %. In respect of the

### 1 Geologischer Rahmen und Standort

Seit über 135 Jahren werden im Familienunternehmen der Strobel Quarzsand GmbH kaolinitische Quarzsande gewonnen und zu hochwertigen Rohstoffen für die Glasindustrie und Bauchemie aufbereitet. Das Quarzwerk befindet sich nördlich von Amberg in der Oberpfalz/Bayern. Geologisch liegt die Lagerstätte im Ausstrich des so genannten Dogger-Sandsteins, der dem Braunen Jura, speziell des Dogger-Beta zugeordnet wird. Die Entstehung der Quarzsande geht auf deltaähnliche Küstenablagerungen vor rund 170 Millionen Jahren zurück. Ausgehend von kristallinen Liefergebieten aus dem Bereich der Böhmisches Masse wurden die feinkörnigen Quarzsande zusammen mit kaolinitischen Feinanteilen in einer Mächtigkeit von knapp 100 Metern abgelagert. Die Vorräte des Vorkommens betragen rund 150 Millionen Tonnen. Aufgrund der überwiegend geringen Eisengehalte dominieren weißgraue Sedimentfarben. Untergeordnet treten gelbliche, bräunliche sowie rosarote bis intensiv rote Farben auf. Im Zuge der Quarzsandwäsche werden die Feinanteile  $< 40 \mu\text{m}$  abgeschlämmt und über moderne Membranfilterpressen bis auf Restfeuchten von rund 20 Masse-% entwässert. Dabei fallen als Recyclingprodukt erhebliche Mengen Kaolin-Filterkuchen mit langfristiger Liefersicherheit an. Der Filterkuchen weist eine plastische Konsistenz auf, wobei störende Grobbestandteile und Verunreinigungen sowie organische Stoffe fehlen.

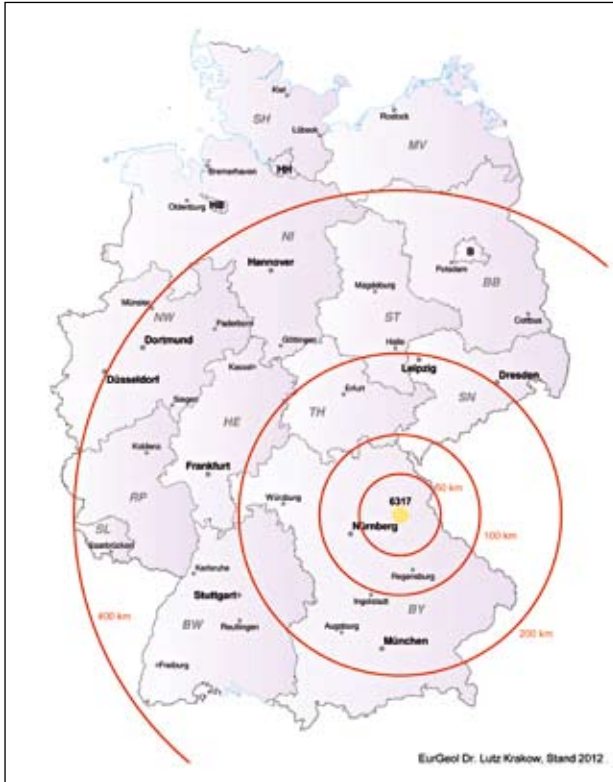
### 2 Mineralogische Zusammensetzung

Der Filterkuchen zeigt eine gut abgestufte Korngrößenverteilung mit einem durchschnittlichen Feinstkornanteil von



»1 Extraction of kaolinitic silica sands at Grossschöenbrunn/Upper Palatinate

»1 Gewinnung von kaolinitischen Quarzsanden bei Großschönbrunn/Oberpfalz



- »2 Scheme showing the recycling of AS 6317 kaolin
- »2 Übersichtslageplan Recycling-Kaolin AS 6317

mineral phases contained, the filter cake features a considerable phyllosilicate content with  $\Sigma TM = 50$  mass %, well-ordered kaolinite significantly dominating compared to illite/mica. Innercrystalline swelling clay minerals are not detected. With regard to the series of crystalline weathering residue, quartz is the only phase. Iron is present as an accessory phase in the form of haematite. In respect of the element distribution, silica dominates clearly in front of alumina and iron oxide. The filter cake has an exceptionally low content of alkaline and alkaline earth flux. Potassium dominates with 0.38 mass % in front of magnesium with 0.1 mass % and calcium with 0.07 mass %. Sodium is below the detection limit of 0.03 mass %. The content of organically bonded carbon is also very low and amounts to  $TOC = 0.09$  mass %.

### 3 Ceramic characteristics

The filter cake is characterized by a soft to stiff plastic consistency and can be used in conventional brickwork preparation plants. It exhibits slightly plastic properties and can be dried without any problem. In the firing process, the filter cake first demonstrates an exceptionally low release of OH groups from adsorption and interlayer water. Up to a range of around 400°C, the material is therefore very firing-insensitive. Typical for the content of kaolinite are the clear endogenous peak of the water of crystallization at 533°C as well as the exothermal reformation reaction at 990°C. Already at around 700°C, the maximum weight loss of 5.7 mass % is reached, all degassing having been completed. On account of the low content of flux, the filter cake has an extremely wide sintering interval and only starts sintering at a late stage. This is reflected in a very high refractoriness and correspondingly low linear firing shrinkage, which only starts at around 1100°C with 0.2%. The water absorption of the fired body varies depending on the peak temperature be-

$d < 2 \mu m = 39$  Masse-%. Der Anteil  $d > 63 \mu m$  liegt im Schnitt bei 20 Masse-%. Hinsichtlich der auftretenden Mineralphasen ist der Filterkuchen durch einen deutlichen Schichtsilikatanteil mit  $\Sigma TM = 50$  Masse-% gekennzeichnet, wobei gut geordneter Kaolinit weit vor Illit/Glimmer dominiert. Innerkristallin quellfähige Tonminerale werden nicht nachgewiesen. In der Reihe der kristallinen Verwitterungsreste tritt Quarz als einzige Phase auf. Eisen liegt akzessorisch in Form von Hämatit vor. In Bezug auf die Elementverteilung dominiert Siliziumdioxid deutlich vor Aluminiumoxid und Eisenoxid. Der Filterkuchen ist ausgesprochen arm an alkalischen und erdalkalischen Flussmitteln. Kalium dominiert mit 0,38 Masse-% vor Magnesium mit 0,1 Masse-% und Calcium mit 0,07 Masse-%. Natrium liegt unter der Nachweisgrenze von 0,03 Masse-%. Der Anteil an organisch gebundenem Kohlenstoff ist ebenfalls sehr gering und beträgt  $TOC = 0,09$  Masse-%.

### 3 Keramtechnologische Charakteristik

Der Filterkuchen ist durch eine weich- bis steifplastische Konsistenz gekennzeichnet und in konventionellen ziegeleitechnischen Aufbereitungsanlagen zu verarbeiten. Er weist leicht plastische Eigenschaften auf und ist problemlos zu trocknen. Im Brennprozess ist der Filterkuchen zunächst durch eine ausgesprochen geringe Abgabe von OH-Baugruppen aus Adsorptions- und Zwischenschichtwasser gekennzeichnet. Bis zu einem Bereich von rund 400°C ist das Material damit sehr unempfindlich. Typisch für den Gehalt an Kaolinit sind der deutliche endogene Peak der Kristallwasserabgabe bei 533°C sowie die exotherme Neubildungsreaktion bei 990°C. Bereits bei rund 700°C stellt sich ein maximaler Gewichtsverlust von 5,7 Masse-% ein, womit alle Entgasungen abgeschlossen sind. Wegen des geringen Anteils an Flussmitteln hat der Filterkuchen ein ausgesprochen breites Sinterintervall und beginnt erst spät zu sintern. Dies spiegelt sich in einer sehr hohen Feuerstandsfestigkeit und einer entsprechend geringen linearen Brennschwindung wider, die erst bei rund 1100°C mit 0,2% einsetzt. Die Wasseraufnahme des gebrannten Scherbens variiert je nach Spitztemperatur zwischen 17,4 Masse-% bei 900°C und 15,4 Masse-% bei 1150°C. Aufgrund des geringen Anteils an Hämatit resultieren Brennfärbungen von Rosa bis Creme, wobei die Brennfärbung mit zunehmender Spitztemperatur heller wird. Aufgrund der sehr geringen Scherbenwärmeleitfähigkeit von 0,24 W/mK liegt der bevorzugte Einsatz bei der Herstellung von hochwärmedämmenden Hintermauerziegeln. Praxiserfahrungen im Dachziegelbereich liegen seit dem Jahr 2003 durchgängig vor. Auch ein Einsatz bei der Herstellung von Vormauerziegeln



- »3 Fired samples
- »3 Brennproben

tween 17.4 mass % at 900°C and 15.4 mass % at 1150°C. On account of the low content of haematite, the fired colours range from pink to cream, the fired colour becoming lighter with increasing peak temperature. Owing to the very low thermal conductivity of the body of 0.24 W/mK, its main use is in the manufacturing of high thermal insulation backing bricks. Practical experience in the roofing tile sector has been available continuously since 2003. Use in the production of facing bricks and clinkers is also easily possible. It can be used as a slightly plastic additive with a batch content of 10 to 30% to increase the content of the medium grain and improve refractoriness as well as to lower the thermal conductivity of the body in backing brick bodies. It is also suitable for lightening the colour of red-firing bodies.

#### **4 Volume availability and final remarks**

The filter cake is produced throughout the whole year without any winter break in two heated press facilities. The available annual volume currently amounts to over 80 000 t. The specified data are only guide values and are subject to natural fluctuations. This information is not binding. Supplementary details are available for download at [www.zi-online.info](http://www.zi-online.info).

und Klinkern ist ohne Weiteres möglich. Er kann als leicht plastischer Zusatzstoff mit Versatzanteilen von 10 bis 30 % zur Anhebung des Mittelkornanteils und der Feuerstandfestigkeit sowie zur Senkung der Scherbenwärmeleitfähigkeit in Hintermauerziegelmassen eingesetzt werden und ist zur Farbaufhellung in rotbrennenden Massen geeignet.

#### **4 Mengenverfügbarkeit und Schlussbemerkungen**

Der Filterkuchen wird ganzjährig ohne Winterpause in zwei beheizten Pressenhäusern produziert. Die verfügbare Jahresmenge beträgt derzeit über 80 000 t. Die angegebenen Daten stellen nur orientierende Richtwerte dar und unterliegen natürlichen Schwankungen. Alle Informationen sind unverbindlich. Ergänzende Informationen stehen zum Download bereit unter [www.zi-online.info](http://www.zi-online.info).



[krakow@rohstoffconsult.de](mailto:krakow@rohstoffconsult.de)  
[www.dr-krakow-labor.de](http://www.dr-krakow-labor.de)

---