Ziegelindustrie International

Brick and Tile Industry International

EurGeol Dr. rer. nat. Lutz Krakow & Dipl.-Geol. Franziska Schunke

Resource efficiency in brick and tile industry

Background and practical examples

Rohstoffeffizienz in der Ziegelindustrie

Hintergrund und Praxisbeispiele

Photo/Foto: Krakow

For any questions please contact:

Dr. KRAKOW Rohstoffe GmbH
Dipl.-Geol. Franziska Schunke
Hans-Böckler-Straße 2
D-37079 Göttingen/Germany
Fon: +49 551 504550
Fax: +49 551 5045550
E-Mail: schunke@rohstoffconsult.de
Web: www.dr-krakow-labor.de

Resource efficiency in brick and tile industry
Rohstoffeffizienz in der Ziegelindustrie

Especially in Germany and its neighboring countries very high quality bricks are produced. But this does not happen by accident – it is the result of intense work for several decades to optimize a 6000 year-old classic building material. Innovative products like glazed roof tiles, clinker bricks of variouse structure and colour or the backing bricks, which are filled with ingenious insulation material, indicate the market trend. Apart from the product features, the manufacturing technologies have also evolved to a great extent.

It is not surprising that this process is also significantly reflected in the raw materials, that are used. The days of mono mixture are long past. Complex and often diametrically opposed requirements, such as low ceramic body density combined with high compressive strength or low water absorption combined with high refractability only can be reached by intelligent combinations of resources. This usually requires the use of externally provided special raw materials.

But that is not all. The license process becomes more and more difficult. While in the past merely the Yellow-bellied toad was the reason for canceling whole excavation projects, today the European policy on nature conservation Natura 2000 ensures a complex network of restrictions. And since the flagship initiative for a resource-efficient Europe was launched, it is clear that the end of story is far from being reached. A forecast population of 9 billion people in 2050 and the world's rapidly rising raw material consumption in mind the essential requirement is "A radical reduction of primary resources with a consistently economic performance". At a national level the new German Resource Efficiency Programme ensures the implementation of ambitious goals.

Due to this development the brick and tile industry comes to the exciting question, what a partial decoupling of primary resources might look like. Do clay minerals only exist in designated clay deposits or can we find them also in other areas of the upper crust? Are there anthropogenic sources of raw materials, which can replace the primary brick clays and provide the same constant product quality? In which quantity and continuity are these materials available? Is it possible to even improve the technical or financial parameter? What do both sides – provider of raw material and the producers of bricks – say about resource efficiency?

In this special issue of the magazine Ziegelindustrie International we want to show you some approaches with the help of selected practical examples. We present very fine-grained resource potentials, which are accumulated while processing and production of mineral products. Quantitatively in the first place are argillaceous top soil horizons in stone quarries, which have

Besonders hochwertige Ziegel werden vor allem in Deutschland aber auch in den angrenzenden Nachbarländern hergestellt. Das ist kein Zufall, denn hier wird seit Jahrzehnten intensiv an der Optimierung des über 6000 Jahre alten Baustoffklassikers gearbeitet. Innovative Produkte, wie der glasierte Dachziegel, der in Struktur und Farbe vielfältige Klinker oder der mit ausgeklügelten Dämmstoffen gefüllte Mauerziegel bestimmen den Trend am Markt. Aber nicht nur die Produkteigenschaften – auch die Herstellungstechnologien haben sich in hohem Maße weiterentwickelt.

Kein Wunder, dass sich dieser Prozess auch signifikant in der Art der eingesetzten Rohstoffe widerspiegelt. Längst vorbei sind die Zeiten des Monoversatzes. Komplexe und oft sogar diametrale Anforderungen, wie geringe Scherbenrohdichte bei gleichzeitig hoher Druckfestigkeit oder geringe Wasseraufnahme bei gleichzeitig hoher Feuerstandsfestigkeit lassen sich nur durch intelligente Rohstoffkombinationen überbrücken. Das erfordert in aller Regel den Einsatz extern zugefahrener Spezialrohstoffe.

Doch damit nicht genug. Auch die Genehmigungsverfahren werden immer schwieriger. War es früher eigentlich nur die Gelbbauchunke, die ganze Abgrabungsprojekte zum Kippen brachte, sorgt heute die europäische Naturschutzrichtlinie Natura 2000 für ein komplexes Netz von Restriktionen. Und spätestens seit Einführung der Leitinitiative für ein ressourcenschonendes Europa wird klar, dass das Ende der Fahnenstange noch lange nicht erreicht ist. Vor dem Hintergrund einer prognostizierten Weltbevölkerung von 9 Milliarden Menschen im Jahr 2050 und des weltweit rasant ansteigenden Rohstoffverbrauchs lautet die zentrale Forderung: „Drastische Einsparung von primären Ressourcen bei gleicher Wirtschaftsleistung." Auf nationaler Ebene soll das neue Deutsche Ressourceneffizienzprogramm die Umsetzung der ambitionierten Ziele gewährleisten.

In Anbetracht dieser Entwicklung stellt sich für die Ziegelindustrie die spannende Frage, wie eine partielle Abkopplung von der primären Rohstoffbasis aussehen könnte. Treten Tonminerale nur in ausgewiesenen Tonvorkommen oder auch in anderen Bereichen der obersten Erdkruste auf? Gibt es anthropogene Rohstoffquellen, die primäre Ziegeltone bei gleichbleibender Produktqualität ersetzen können? In welcher Menge und Kontinuität stehen diese Stoffe zur Verfügung? Kann der Einsatz vielleicht sogar mit technischen oder monetären Vorteilen verbunden sein? Was sagen Rohstofflieferanten und Ziegelproduzenten zum Thema Rohstoffeffizienz?

In dem hier vorliegenden Sonderdruck aus der Zeitschrift Ziegelindustrie International möchten wir Ihnen anhand von ausgesuchten Praxisbeispielen erste Ansätze aufzeigen. Wir präsentieren Ihnen feinteilige Rohstoffpotenziale, die bei der Aufbereitung und Gewinnung von Steinen und Erden freigesetzt werden. Mengenmäßig an erster Stelle sind tonige Überlagerungsschichten in Natursteinbrüchen zu nennen, die Mächtigkeiten von bis zu über 50 Metern aufweisen können. An zweiter Stelle stehen tonmineralische Schlämme aus der Kies- Sand- und Natursteinwäsche. Beim Abpressen der Schlämme werden ganz

thicknesses up to 50 meters. In second place there are clay mineral slurries from gravel, sand and stone wash. When pressing the slurries, huge tonnages of kaolinitic, illitic-muscovitic or calcareous filter cake are obtained, depending on the deposit genesis.

A new method is the granulation of stone flour from the dry processing. Valuable residual materials, which were unusable material fillers and dusts once, are now available as very fine-grained bulk materials with a fractions diameter smaller than 0.2 mm. These materials also are of interest because of their significant amount of feldspars and phyllosilicates, which affects the drying and burning characteristics of the bricks. May these examples help you or inspire you to completely new ideas.

Thanks go to the supplier of raw materials, who invest with consistency to transform very fine-grained residues into ceramic resources. In addition we wish to express our gratitude to the brick manufacturers, who are already implementing our raw material concepts thus successfully putting them into practice. As creative leader with a resource-efficient business strategy, these brickworks make a valuable contribution to the conservation of primary resources and attain a good reputation of brick industry in public.

Special thanks go to the Federal Ministry of Economy and Energy as well as to the German Mineral Resources Agency, who have awarded our previous achievements with the German resource efficiency award in 2014.

Göttingen, August 2015
EurGeol Dr. rer. nat. Lutz Krakow
Managing Director of Dr. KRAKOW Rohstoffe GmbH

erhebliche Tonnagen an Filterkuchen gewonnen, die je nach Lagerstättengenese kaolinitisch, illitisch-muskowitisch oder karbonatisch sein können.

Eine neue Entwicklung ist das Granulieren von Gesteinsmehlen aus der Trockenaufbereitung. Wertvolle Reststoffe, die früher als Füller und Stäube unverwertbar waren, stehen heute der Ziegelindustrie als feinteilige Schüttgüter mit Korngrößen von meist unter 0,2 mm zur Verfügung. Mit nennenswerten Gehalten an Feldspäten und Schichtsilikaten sind diese Stoffe auch im Hinblick auf die Trocknung und das Brennverhalten der Ziegel interessant. Mögen Ihnen auch diese Beispiele konkret weiterhelfen oder Sie aber zu ganz neuen Ideen inspirieren.

Dank gilt den Rohstofflieferanten, die keine Investitionen scheuen, um feinteilige Reststoffe in keramische Rohstoffe zu verwandeln. Und besonders den Ziegelproduzenten, die unsere Rohstoffkonzepte schon heute technisch umsetzen und damit erfolgreich in die Praxis überführen. Als kreative Vorreiter mit einer rohstoffeffizienten Unternehmensstrategie leisten diese Werke einen wertvollen Beitrag zur Schonung primärer Ressourcen und damit gleichzeitig zu einem hohen Ansehen der Ziegelindustrie in der Öffentlichkeit.

Besonderer Dank gilt auch dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie sowie der Deutschen Rohstoffagentur, die unsere bisherigen Erfolge mit dem Deutschen Rohstoffeffizienz-Preis des Jahres 2014 ausgezeichnet haben.

Göttingen im August 2015
EurGeol Dr. rer. nat. Lutz Krakow
Geschäftsführer Dr. KRAKOW Rohstoffe GmbH

Practitioner commentaries
Kommentare der Praktiker

The topic of resource efficiency is increasingly controversially discussed. In particular, absolutely illusory demands, like the reduction of primary resource usage by 85 % until 2050, meet with incomprehension and complete rejection. Rightly so, because once the clay is kilned it cannot be recycled. Irreversible mineral reactions during ceramic firing ensure that the plasticity of the clay get lost. This results in solid ceramic shards, which have always used in form of fireclay as nonplastic material. So we need to find new approaches.

If we handle this topic with necessary sensitivity and foresight, most companies react with a broad acceptance. In conclusion, the huge potential of fine-grained and low-priced residual materials is of great interest to the brick industry. Especially when it comes to plastic materials. Also the innovative resource companies are really ambitious to transform clay residues into ceramic raw materials. But it has to make sense. Not only ecological but also economical sense. Afterward the implementation is almost all by itself, as the following commentaries from practice show.

Das Thema Ressourceneffizienz wird zunehmend kontrovers diskutiert. Insbesondere absolut illusionäre Forderungen, wie etwa die nach der Einsparung von 85 % an Primärrohstoffen bis zum Jahr 2050, treffen in der Ziegelindustrie auf Unverständnis und strikte Ablehnung. Und das ganz zu Recht, denn gebrannte Tone lassen sich nicht recyceln. Irreversible Mineralreaktionen beim keramischen Brand sorgen dafür, dass die zur Formgebung erforderliche Plastizität der Tone auf immer und ewig verloren geht. Was resultiert ist ein solider keramischer Scherben und der stellt in Form von Schamotte schon seit jeher ein begehrtes Magerungsmittel dar. Es gilt also neue Ansätze zu suchen.

Wenn man das Thema dagegen mit der erforderlichen Sensibilität und Weitsicht angeht, ist bei den Unternehmen hohe Akzeptanz anzutreffen. Schließlich ist das riesige Potenzial an feinteiligen und kostengünstigen Reststoffen für die Ziegelindustrie von großem Interesse. Ganz besonders, wenn es sich um bildsame Materialien handelt. Und auch die innovativen Rohstoffunternehmen tun alles, um tonhaltige Reststoffe in keramische Rohstoffe zu verwandeln. Aber das Ganze muss Sinn machen. Nicht nur ökologischen Sinn, sondern auch technologischen und ökonomischen Sinn. Dann geht die Umsetzung fast von ganz alleine, wie die nachfolgenden Kommentare aus der Praxis exemplarisch zeigen.

Commentaries of resource companies/Das sagen die Rohstoffunternehmen

"We would have no place to store 50 000 tons of filter cake per year – great you've accomplished that."
„Wir hätten gar keinen Platz jährlich 50 000 t Filterkuchen zu lagern – großartig, dass Sie das geschafft haben."
Gerhard Berghoff
Ehemaliger Geschäftsführer, Grevenbrücker Kalkwerke GmbH & Co. KG, ein Unternehmen der SCHAEFERKALK GmbH

"Formerly, we haven't recognized the value of the shale from our stone quarry in Ueffeln. Today we sell more than 170 000 tons of shale per year."
„Früher wurde der Wert des Schiefertons in unserem Steinbruch Ueffeln nicht erkannt. Heute verkaufen wir über 170 000 Tonnen Schieferton im Jahr."
Konrad Brunsing
Vertriebsleiter, HOLLWEG, KÜMPERS & COMP. KG
Josef Prus
Betriebsleiter, HOLLWEG, KÜMPERS & COMP. KG

"We hope, that our feldspar-rich fine-grained material offers the opportunity to get into ceramic industry."
„Wir hoffen, dass wir mit unseren feldspatreichen Feinkörnungen den Einstieg in die Keramik schaffen."
Ute Fischer (Dipl.-Ing. FH)
Geschäftsführerin Granitwerk FISCHER GmbH & Co. KG

"We could supply up to 120 000 tons of kaoline filter cake to the brick industry."
„Wir könnten pro Jahr bis zu 120 000 Tonnen Kaolin-Filterkuchen in die Ziegelindustrie liefern."
Günter Forster
Geschäftsführer, STROBEL Quarzsand GmbH

"We get raw materials in 80 000 ton ships from across the ocean, nevertheless the brick industry is an interesting option."
„Wir holen Rohstoffe in 80 000 Tonnen-Schiffen aus Übersee, aber die Ziegelindustrie ist dennoch eine interessante Option."
Steffen Kirchner (Dipl.-Ing.)
Sales Manager, POSSEHL KEHRMANN GmbH

„Before we knew Dr. Krakow we have stored out most of the overlaying clay."
„Bevor wir Dr. Krakow kannten, haben wir den größten Teil des Überlagerungstons verkippt."
Uwe Neuhaus (Dipl.-Ing.)
Abteilungsleitung Steinbrüche, SCHAEFER KALK GmbH & Co. KG

"We supply to the brick industry since 2014, but it started very well."
„Wir liefern erst seit 2014 in die Ziegelindustrie, aber es ist sehr gut angelaufen"
Karel Rezek
Geschäftsführer, DEWON Sp. z o.o. (Polen)

"The good thing of the brick industry is its down-to-earth attitude and continuity."
„Das Schöne an der Ziegelindustrie ist das Bodenständige und die Kontinuität."
Holger Schmidt (Dipl.-Ing. Bergbau TU)
Betriebsleiter/Prokurist, Schiefermahlwerk TSCHIRMA GmbH

"With the high-quality filter cake, we expanded our portfolio with an interesting product. This motivates us to continue developing new fields of application."
„Mit dem hochwertigen Filterkuchen haben wir unser Portfolio um ein interessantes Produkt erweitert. Das motiviert uns, weitere Anwendungsgebiete zu erschließen."
Thomas Ziegler (Dipl.-Ing.)
Leiter Produktion Gesteinskörnung Südwest, HOLCIM Beton- und Zuschlagstoffe GmbH

Commentaries of produce of bricks/Das sagen die Ziegelproduzenten

"We are always grateful for good and low-priced secondary raw materials. Besides we got a recycling requirement in Hesse."

„Wir sind immer dankbar für gute und kostengünstige Sekundärrohstoffe. Außerdem haben wir in Hessen das Verwertungsgebot."

Rudolf Bax (Dipl.-Ing.)
Geschäftsführer, Klinker- und Ziegelwerk Franz WENZEL GmbH & Co. KG

"The filter cake gives homogeneity to our products and significantly decreases the ceramic body density. It matches very well with our own raw material basis"

„Der Filterkuchen bringt Homogenität und sorgt für eine Absenkung der Scherbenrohdichte. Er ergänzt sehr gut unsere eigene Rohstoffbasis."

Hubertus Becker (Keramikmeister)
Betriebsleiter, August LÜCKING GmbH & Co. KG, Ziegelwerk – Betonwerke

"This stuff looks good. You can bring some of this material to us."

„Das Zeug sieht gut aus. Davon können Sie uns was bringen."

Sonja Böttcher (Dipl.-Ing.)
Produktionsleiterin, STEINZEUG-KERAMO GmbH, Werk Bad Schmiedeberg

"The perfect additive for our clinker production." *„Der perfekte Zusatzstoff für unsere Klinkerproduktion."*

Ralf Borrmann (Dipl.-Ing.)
Technischer Geschäftsführer, RÖBEN Tonbaustoffe GmbH

"Shale as fine as potting soil. Super, that you've found this for us."

„Schiefer so fein wie Blumenerde. Super, dass Sie das für uns gefunden haben."

Matthias Grziwa (Dipl.-Ing.)
Technischer Direktor, RÖBEN Polska Sp. z o.o., Werke Sroda Slaska (Polen)

"A good additive for the fired colour. We need more of this."
„Ein gutes Additiv für die Brennfarbe. Davon brauchen wir mehr."

Steffen Hennicke (Dipl.-Ing. FH)
Werkleiter, WIENERBERGER GmbH, Werk Kirchkimmen

„The filter cake is so reactive that we can only use small amounts.
With this material we can finally recreate a regional and special firing shade, which did no longer exist."

„Der Filterkuchen ist so reaktiv, dass wir leider nur kleine Mengen einsetzen können. Mit diesem Rohstoff können wir endlich einen nicht mehr existierenden, regionalen und besonderen Farbton wieder herstellen."

Ralf Huber (Baustoff – Ing.)
Geschäftsführer, Ziegelwerk Klaus HUBER GmbH & Co. KG

"With the previously as waste accumulated raw materials, such as filter cake and residues of resource processing and stone dust separation, we are able to improve the characteristics of brick masses by small amounts. Thus the reduction of resource usage is also of advantage for the brickmaker. Therefor it had to break down prejudices with insistence and transfer of knowledge, as well in my case. We use filter cake in our roof tile masses for a long time, a Bavarian heritage, which really satisfy me."

„Mit den früher als Abfall anfallenden Rohstoffen, wie Filterkuchen und Rückständen aus der Rohstoffaufbereitungs-/Gesteinsmehlentstaubung, lassen sich Ziegelmassen in ihren Eigenschaften mit bereits geringen Anteilen gezielt verbessern. Somit bringt Ressourcenschonung auch dem Ziegler Vorteile, hier mussten aber erst bestehende Vorurteile durch Beharrlichkeit und Wissenstransfer auch bei mir ausgeräumt werden. Wir setzen schon lange Filterkuchen in unserer Dachziegelmasse ein, ein vorgefundenes bayrisches Erbe, welches mich voll überzeugt."

Ulrich Strüber (Dipl.-Ing.)
Technischer Direktor, Werke Bilshausen und Langenzenn, JACOBI Tonwerke GmbH

„With its high refractoriness this clay builds the framework of the brick. In addition it fractionize the texture. We didn't know that we have such a great material right at our front door."

„Durch seine hohe Feuerstandsfestigkeit bildet dieser Ton das Gerüst des Steins. Außerdem wirkt er als Texturbrecher. Wir wussten gar nicht, dass wir so ein tolles Material vor der Haustür haben."

Karl-Heinz Thele
Betriebsleiter, Klinkerwerk B. FELDHAUS GmbH & Co.

Interview with/mit EurGeol Dr. rer. nat. Lutz Krakow, Owner/Inhaber Dr. Krakow RohstoffConsult

Mineral waste – valuable resources for the clay brick and tile industry

Mineralische Reststoffe – wertvolle Ressourcen für die Ziegelindustrie

Resource efficiency is a major concern in EU policy. The flagship initiative "Resource-Efficient Europe" was launched to support the transition to a low-emission economy that uses its resources efficiently. EurGeol Dr. rer. nat. Lutz Krakow, a leading expert on utilizing waste materials in the clay brick and tile industry, explained to us the possibilities for using mineral waste in clay bricks and tiles.

Die Ressourceneffizienz ist ein Schwerpunktthema der EU-Politik. Mit der Leitinitiative „Ressourcenschonendes Europa" soll der Übergang zu einer emissionsarmen Wirtschaft unterstützt werden, die ihre Rohstoffe wirkungsvoll einsetzt. EurGeol Dr. rer. nat. Lutz Krakow, einer der führenden Experten für den Einsatz von Reststoffen in der Ziegelindustrie, erläuterte uns Möglichkeiten für den Einsatz mineralischer Reststoffe in Ziegeln.

The European Union has established that we can no longer afford to consume resources on the scale we have done so far. Does that also apply to the resources for our clay bricks and tiles?
The two of us will probably not live long enough to see the depletion of the clay deposits on earth. But if we want to leave something for our children and grandchildren, then I have to answer your question with a definite yes.

The annual consumption of clay worldwide currently totals just under 500 mill. tonnes, exceeding the ability to regenerate deposits many times over. For the formation of just a 3-cm-thick layer of clay, 1 000 years are needed on average. You just have to look at the face of the clay mine to see that. Clays are fossils and therefore very valuable, but unfortunately finite resources.

And resources have long become a global issue. Iron and bauxite come in 80 000-tonne-ships from Brazil. We import over one million tonnes bentonite and crude perlite from the Greek island of Milos to Germany. Stone from South Africa adorns our pedestrian zones. On the other hand, washed kaolins are exported from Germany all over the world, and Westerwald clays are shipped to Shanghai. Even rolling mill sludge from Duisburg is sent to cement plants in Israel.

In addition, the growth in the global population must be taken into consideration as it has a direct influence on the supply of our raw materials. And this growth is enormous, around 86 mill. people are added each year! This is a key trigger for the exponential increase in the global consumption of resources. On top of this comes the economic growth in emerging countries such as Brazil or India. In this development lies the origin of the entire issue of resource efficiency. That was the real trigger.

In the production of clay backing bricks, waste materials, such as recycled polystyrene or papermaking waste, have long been used to form pores. What about clay mineral waste? How many brick and tile plants in Germany use such materials and for which products?

Die Europäische Union stellt fest, dass wir uns einen Ressourcenverbrauch wie im bisherigen Umfang nicht mehr leisten können. Gilt das auch für unsere Ziegelrohstoffe?
Wir beide werden das Ende unserer irdischen Tonlagerstätten wohl nicht mehr erleben. Aber wenn wir unseren Kindern und Enkeln auch noch etwas übrig lassen wollen, dann muss Ihre Frage ganz klar mit einem Ja beantwortet werden.

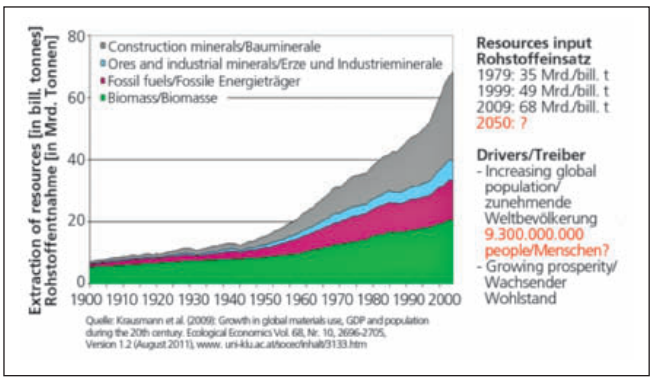
Der weltweite jährliche Tonverbrauch beträgt derzeit knapp 500 Millionen Tonnen und übertrifft die Regenerationsfähigkeit um ein Vielfaches. Zur Bildung einer nur 3 cm dicken Tonschicht werden im Mittel 1 000 Jahre benötigt. Das kann man sich an einer Tongrubenwand sehr schön vergegenwärtigen. Tone sind fossile und damit sehr wertvolle, leider aber auch endliche Rohstoffe.

Und Rohstoffe sind längst ein globales Thema. Eisen und Bauxit kommen in 80 000-Tonnen-Schiffen aus Brasilien. Über eine Million Tonnen Bentonit und Rohperlit importieren wir

Photo/Foto: Zi

»1 EurGeol Dr. rer. nat. Lutz Krakow shows Zi Editor Anett Fischer the potential of mineral waste in Germany

»1 EurGeol Dr. rer. nat. Lutz Krakow zeigt Zi-Redakteurin Anett Fischer das Potenzial an mineralischen Reststoffen in Deutschland auf



»2 Overview of the global consumption of resources [1]

»2 Überblick über die globale Rohstoffnutzung [1]

First you have to differentiate between potential and real clay mineral waste. Potential clay mineral waste consists primarily of sludge from sand and gravel as well as stone washing. There are around 15 mill. t per year in Germany. That is somewhat more than the clay Germany's clay brick and tile industry consumed in 2010 (12 mill. t). But sludges cannot be processed with conventional preparation lines in our brickworks, although it may be feasible in future – after all, why not!

And then there is that which I regard as real clay mineral waste. This consists, on the one hand, of clay mineral filter cake from mineral washing and on the other hand clayey overburden and excavated materials from gravel pits and quarries. That is waste that can be used immediately as substitute clay materials. Clay mineral filter cakes are already used by a few plants and that for more than ten years now, predominantly for backing bricks and to a lesser extent for roofing tile and floor tiles as well as for bricks for historical monuments. But we are only at the start here – in quantitative terms the usage is pretty insignificant. Initial though small successes if you want to put it that way.

The picture is different when it comes to the eco-efficient use of excavated material. Here, for example, from a quarry near Osnabrück, 150 000 t clay shale goes into the clay brick and tile industry year after year – almost all of this material used to be dumped on spoil tips. Today the clay shale is selectively recovered and then crushed to defined supply grades. Crushing and repeated rotation leads to excellent homogenization of the material. With batch content of around 30%, high-quality clay bricks, pavers and slips are produced. That is a good thing all round. The quarry can operate efficiently and secure jobs in the region. The brickworks can source a high-quality, regionally available clay with low transport costs. And as a side-effect, primary clay resources are preserved and the lifetime of the brickworks' own clay deposits increased.

Before we looked at the material, no one had properly tested it and had therefore not recognized its quality. That is a typical phenomenon. Hardly any quarry is going to invest money in laboratory tests for raw materials, which just incur costs anyway. And brickworks expect that any supplier who wants to sell something will bear the costs for testing. So nothing happens. But things were different here. Both a big brickworks and the quarry paid for the tests to be done and thus in 2002 came the initial spark for this successful project.

With regard to the subject of resource efficiency, at 90% of the clay brick and tile companies we are seeing the phenomenon of causal distance. It is like with smokers, they know in the

jährlich von der griechischen Insel Milos nach Deutschland. Südafrikanische Natursteine schmücken unsere Fußgängerzonen. Umgekehrt werden deutsche Schlämmkaoline in die ganze Welt exportiert oder Westerwälder Ton nach Schanghai. Sogar Walzzunderschlamm aus Duisburg geht in Zementwerke nach Israel.

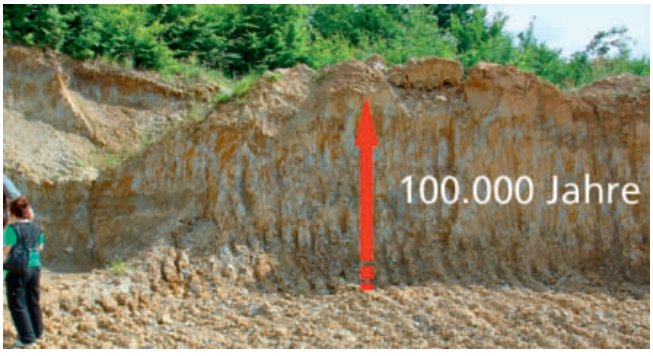
Zusätzlich muss der Zuwachs der Weltbevölkerung berücksichtigt werden, denn der hat direkten Einfluss auf unsere Rohstoffversorgung. Und dieser Zuwachs ist enorm, pro Jahr kommen ca. 86 Mio. Menschen dazu! Maßgeblich dadurch ausgelöst ist auch der exponentielle Anstieg der globalen Rohstoffnutzung. Hinzu kommt das Wirtschaftswachstum in Schwellenländern wie Brasilien oder Indien. In dieser Entwicklung liegt der Ursprung des gesamten Themas Ressourceneffizienz. Das war der eigentliche Auslöser.

Für die Produktion von Hintermauerziegeln werden seit Langem Reststoffe zur Porosierung eingesetzt, wie Recyclingpolystyrol oder Papierfangstoffe. Wie sieht es mit tonmineralischen Reststoffen aus? Wie viele Ziegelwerke in Deutschland setzen solche Stoffe ein und für welche Produkte?

Man muss da zunächst zwischen potenziellen und realen tonmineralischen Reststoffen differenzieren. Potenzielle tonmineralische Reststoffe sind vor allem Schlämme aus der Kies- und Sandsowie der Natursteinwäsche. Davon gibt es in Deutschland rund 15 Mio. t pro Jahr. Das ist etwas mehr, als die deutsche Ziegelindustrie 2010 (12 Mio. t) an Ton verbraucht hat. Aber Schlämme sind in unseren Ziegelwerken mit der konventionellen Aufbereitung nicht zu verarbeiten, wobei so etwas in Zukunft denkbar wäre – warum auch nicht!

Dann gibt es das, was ich unter realen tonmineralischen Reststoffen verstehe. Das sind auf der einen Seite tonmineralische Filterkuchen aus der Mineralwäsche und zum anderen tonige Überlagerungshorizonte und Abraumhorizonte in Kiesgruben und Steinbrüchen. Also Reststoffe, die man sofort als Tonersatzstoffe einsetzen kann. Tonmineralische Filterkuchen werden bereits von ein paar Werken eingesetzt und das schon seit über 10 Jahren, bevorzugt für Hintermauerziegel, untergeordnet für Dachziegel und Bodenplatten sowie für historische Denkmalziegel. Aber wir stehen erst ganz am Anfang – mengenmäßig ist das bis jetzt ziemlich unbedeutend. Kleine Anfangserfolge, wenn Sie so wollen.

Anders sieht das bei der ökoeffizienten Abraumverwertung aus. Da gehen zum Beispiel von einem Steinbruch bei Osnabrück Jahr für Jahr 150 000 t Schieferton in die Ziegelindustrie – vorher wurde das Material fast ausschließlich auf Innenkippen



Photos/Fotos: Dr. Krakow RohstoffConsult

»3 Clay sedimentation rate

»3 Sedimentationsrate von Ton

»4 Potential clay substitute materials: clay mineral sludge from sand, gravel and stone washing, annual quantities: Germany around 15 mill. t, Central Europe around 50 mill. t

»4 Potenzielle Tonersatzstoffe: tonmineralische Schlämme aus der Kies- und Sand- sowie Natursteinwäsche, Jahresmengen: Deutschland rund 15 Mio. t, Mitteleuropa rund 50 Mio. t

back of their mind that smoking damages their health. But they are not willing to or do not see themselves as being capable of changing anything. Only when the doctor diagnoses lung cancer does it really hit them.

So most brickworks are simply not aware of the targets of the EU and in ProgRess for the reduction of primary resources, they are outside their comfort zone. And that although the subject of resource efficiency did not simply appear out of nowhere. The first decisions were taken more than ten years ago. The sustainability strategy "Prospects for Germany" was launched back in 2002. On 17.04.2002 the German government decided to double resources productivity by 2020. That is precisely what it is all about. Saving 50% of primary resources. And in 2007 the German government announced that Germany will be the world's most resource-efficient economy by 2020. Then it was called the "Ecological New Deal". With the ProgRess decision on 29.02.2012, the then Environment Minister Norbert Röttgen announced: "Germany aims to be the world champion in renewable energies."

Therefore, for a long time, it has not been a question of whether resource efficiency is coming, but just how it will be realized. In the German government's coalition agreement the importance of the subject is stressed. It is stated there that the model test of "trading with certificates" will be observed further and land use limited to 30 hectares per day. This currently stands at 104 hectares per day. On the other hand, it seems unlikely that the widely discussed resources tax of € 2.00 per tonne will be introduced nationwide.

And naturally the environmental associations have long discovered the subject and are making sure that additional restrictions are applied to licences. It is clear: Extracting raw materials is becoming more and more difficult and expensive. But no one knows today what things will really be like in the future.

What recycled and waste materials are basically suitable for producing ceramic building materials?

With regard to filter cake, especially marl from carbonate washing, and besides this, kaolinitic and illitic filter cakes from sand and gravel washing. Some plants have been using aluminium hydroxide from electrolytic oxidation for several years now.

deponiert. Heute wird der Schieferton selektiv gewonnen und danach auf definierte Lieferkörnungen gebrochen. Das Brechen und mehrfache Umsetzen führt zu einer ausgezeichneten Homogenisierung des Materials. Mit Versatzanteilen um die 30 % werden hochwertige Klinker, Pflasterklinker und Klinkerriemchen hergestellt. Das ist rundum eine gute Sache. Der Steinbruch kann effizient wirtschaften und sichert Arbeitsplätze in der Region. Die Klinkerwerke können auf einen hochwertigen, regional verfügbaren und damit frachtkostengünstigen Ton zurückgreifen. Und als Nebeneffekt werden primäre Tonressourcen geschont und eigene Tonlagerstätten zeitlich gestreckt.

Bevor wir uns mit dem Material befasst haben, hatte keiner das Material richtig untersucht und deshalb auch die Qualität nicht erkannt. Das ist ein typisches Phänomen. Kaum ein Steinbruch investiert Geld in Laborversuche für Rohstoffe, die sowieso nur Kosten verursachen. Und die Ziegelwerke erwarten, dass der Lieferant, der etwas verkaufen möchte, die Untersuchungskosten trägt. So passiert dann aber eben nichts. Hier war das anders. Sowohl ein großes Klinkerwerk als auch der Steinbruch haben die Untersuchungskosten getragen und damit im Jahr 2002 die Initialzündung für dieses erfolgreiche Projekt gelegt.

Bezüglich des Themas Ressourceneffizienz sehen wir bei 90 % der Ziegelunternehmen das Phänomen der sogenannten kausalen Distanz. Das ist wie bei Rauchern, die vom Intellekt her ganz genau wissen, dass Rauchen gesundheitsschädlich ist. Sie sind aber nicht willens oder sehen sich nicht in der Lage, etwas zu verändern. Erst wenn der Arzt Lungenkrebs diagnostiziert, ist das Thema im Bewusstsein.

So sind die von der EU und in ProgRess angestrebten Ziele der primären Rohstoffreduktion für die meisten Ziegelwerke mental einfach nicht präsent und liegen außerhalb der sogenannten Komfortzone. Dabei ist das Thema Ressourceneffizienz nicht vom Himmel gefallen. Erste Beschlüsse liegen über 10 Jahre zurück. Seit 2002 gibt es die Nachhaltigkeitsstrategie „Perspektiven für Deutschland". Am 17.04.2002 hat die Bundesregierung eine Verdopplung der Rohstoffproduktivität bis 2020 beschlossen. Das ist genau das, worum es heute geht. Einsparung von 50 % an Primärrohstoffen. Und im Jahr 2007 hat die Bundesregierung verkündet, dass Deutschland bis 2020 die ressourceneffizienteste

With regard to the dry materials, primarily acid mineral fillers (rhyolites, granites, granodiorites), but also mineral waste from the production of insulating materials, for example expanded perlite meal.

From power plants, waste such as furnace bottom ash, fly ash and granulated slag should be mentioned. From the foundry industry, the spent sands which are currently available in large quantities on the market. From steelworks come rolling mill sludge and filter dusts, on some cases in considerable quantities. From acid regeneration, iron oxide is used successfully in clay brick bodies.

Where do you see the biggest challenges for the use of these materials, from the viewpoint of the supplier and from that of the clay brick and tile industry?

Buying in waste materials is in no way comparable with the traditional buying of clay. Most clay suppliers know pretty exactly the requirements that brick raw materials have to meet. This starts with avoiding geogenic and anthropogenic impurities and often ends with requirements for preparation and the further process steps in the brickworks.

A limeworks operator does not know at the start that limestone waste from the wheel loader shovel or the tread of the tyres does not belong in the filter cake. He has no idea that lime particles with a diameter of 0.4 mm can lead to spalling. And

Volkswirtschaft der Welt werden soll. Das hat man dann als den „Ökologischen New Deal" bezeichnet. Mit Beschluss von ProgRess am 29.02.2012 hat der damalige Umweltminister Norbert Röttgen verkündet: „Deutschland soll Weltmeister werden bei der RE."

Deshalb ist es längst keine Frage mehr, ob das Thema Ressourceneffizienz kommt, sondern nur, wie es umgesetzt wird. Im Koalitionsvertrag wird die Wichtigkeit des Themas betont. Dort steht, dass man den Modellversuch des „Handels mit Flächenzertifikaten" weiter beobachten und die Flächeninanspruchnahme auf 30 Hektar am Tag begrenzen will. Derzeit liegt dieser Wert bei 104 Hektar am Tag. Die viel diskutierte Rohstoffsteuer von € 2,00 pro Tonne scheint dagegen wohl doch nicht bundesweit zu kommen.

Und natürlich haben die Umweltverbände das Thema längst entdeckt und sorgen auf diese Weise für zusätzliche Genehmigungsrestriktionen. Fest steht: Rohstoffabbau wird immer schwieriger und teurer. Wie es in Zukunft genau werden wird, weiß aber heute noch keiner.

Welche Recycling- und Reststoffe eignen sich prinzipiell für die Herstellung von keramischen Baumaterialien?

Aus dem Bereich der Filterkuchen eignen sich vor allem Mergel aus der Karbonatwäsche, daneben kaolinitische und illitische Filterkuchen aus der Kies- und Sandwäsche. Einige Werke set-

»5 Real clay substitute materials: example Ueffeln Quarry – clay mineral overburden, crushing and use of 150 000 t/a in the clay brick and tile industry since 2002

»5 Reale Tonersatzstoffe: Beispiel Steinbruch Ueffeln – tonmineralische Überlagerungshorizonte, Brechen und Verwertung in der Ziegelindustrie von 150 000 t/a seit 2002

»6 Real clay substitute materials: dewatering on membrane filter presses, at around 15 locations in Germany with around 750 000 t filter cake
»6 Reale Tonersatzstoffe: Entwässerung über Membranfilterpressen, ca. 15 Standorte in Deutschland mit rund 750 000 t Filterkuchen

he has no idea what variations in parameters his filter cake is subject to or what can trigger these. Naturally, there is not any quality management either. This is where I see my job, to act as a sort of "interpreter" bringing together the two sides. Also the coordination of quantities during the mostly incongruent winter breaks can be a problem, as can the storage of filter cake sensitive to weathering.

From the view of the clay brick and tile industry the challenge is clearly to substitute a significant part of the primary clay resources with secondary, i.e. waste-derived resources. That means long-term assurance of the raw materials basis and the associated technological modifications. Fired bricks cannot be recycled to plastic clay, at best only to chamotte. And just a limited content of this can be used in the body. Clay substitute materials will therefore become very important in future. Exactly like the extremely plastic binder clays that have to keep the whole mix of grog together.

Resource-saving consumption of raw materials is one side, the impact of waste on product quality and cost savings another. What experience have you had here?
Clay mineral waste does not have to be qualitatively poorer than primary clay raw materials even if the name "clay substitute" or "recycled clay" might suggest it. In principle, it is the same as with primary clays: there are poor, good and very good qualities.

The qualitative evaluation should not, however, be abstract, but must always be seen with reference to the clay body in question. Here some filter cakes are, for example, ideally suited to lowering the density and thermal conductivity of the fired product. The product quality should not suffer owing to the use of waste materials. Papermaking waste, for example, even improves product quality in certain respects. Even our iron oxide from acid regeneration is qualitatively at least on a par with conventional products.

That is careful analysis, tests and assessment of the properties of the products are essential for successful use?
Yes, of course. It is like a puzzle with a thousand pieces. All the pieces have to fit together perfectly if we want to get pretty picture in the end. For this laboratory tests on all potential batch

zen auch schon seit einigen Jahren Aluminiumhydroxid aus der elektrolytischen Oxidation ein.

Bei den trockenen Anfallstoffen sind vor allem saure Gesteinsfüller (Rhyolithe, Granite, Granodiorite) zu nennen, aber auch mineralische Reststoffe aus der Dämmstoffproduktion wie zum Beispiel expandiertes Perlitmehl.

Im Bereich der Kraftwerksreststoffe sind Kesselsande, Flugaschen und Schmelzkammergranulat zu erwähnen. Aus der Gießereiindustrie kommen die sogenannten Altsande, die derzeit in relativ großen Mengen am Markt verfügbar sind. Aus Stahlwerken kommen Walzzunderschlamm und Filterstäube in zum Teil beachtlichen Mengen. Aus der Säureregenerierung wird Eisenoxid erfolgreich in Klinkermassen eingesetzt.

Wo sehen Sie die größten Herausforderungen für den Einsatz dieser Stoffe, aus Sicht des Lieferanten und aus der der Ziegelindustrie?
Der Reststoffeinkauf ist in keiner Weise mit dem traditionellen Toneinkauf zu vergleichen. Die meisten Tonlieferanten kennen die Anforderungen, die an Ziegelrohstoffe gestellt werden, ziemlich genau. Das geht bei der Vermeidung von geogenen oder antropogenen Verunreinigungen los und endet oftmals mit den Anforderungen hinsichtlich der Aufbereitung und der weiteren Verfahrensschritte im Ziegelwerk.

Ein Kalkwerksbetreiber weiß zunächst nicht, dass Kalksteinreste aus der Radladerschaufel oder dem Profil der Reifen nicht in einen Filterkuchen gehören. Er kann sich auch nicht vorstellen, dass Kalkpartikel von 0,4 mm Durchmesser zu Abplatzungen führen. Er hat auch keine Ahnung, welchen Parameterschwankungen sein Filterkuchen unterliegt und wodurch diese ausgelöst werden. Natürlich gibt es auch kein Qualitätsmanagement. Hierin sehe ich meine Aufgabe, gewissermaßen wie ein „Dolmetscher", beide Seiten zusammenzuführen. Auch die Abstimmung über Mengen während der meist nicht kongruenten Winterpausen kann ein Problem darstellen, die Lagerhaltung von witterungsempfindlichen Filterkuchen sowieso.

Aus Sicht der Ziegelindustrie liegt die Herausforderung ganz klar darin, einen nennenswerten Teil der primären Tonrohstoffe durch Sekundärrohstoffe zu ersetzen. Das bedeutet die langfristige Absicherung der Rohstoffbasis und die damit verbundenen technologischen Anpassungen. Gebrannte Ziegel können nicht

components and naturally different batches are necessary – that is simple, but solid day-to-day work in a ceramics laboratory. In the second phase, production tests are another important milestone because, as is generally known, laboratory findings can only be transferred to practice to a limited extent.

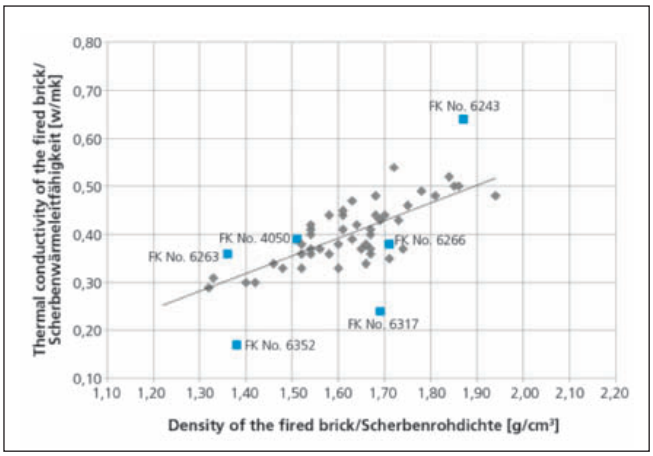
With the ever higher requirements to be met by the properties and product quality of clay bricks and roofing tiles, the use of high-quality clays is a basic precondition. What waste percentages can be used without problems, that is so as not to risk any deterioration in the properties?
Yes, that is right. The use of high-grade plastic clays will become increasingly important in future. If we therefore assume that the raw materials basis consists of extremely plastic clays, then batches for backing bricks can easily consist of a total of over 50% poreformers and clay substitute materials.

For dense-fired products such as bricks and roofing tiles, the picture is certainly different. But here too, it should be possible to incorporate a double-figure percentage of clay substitute materials into the batches. Further, it should be checked whether the natural sands used can be substituted with subsidized spent sands.

The EU would like to strengthen economic performance while reducing the input of resources. As our talk has explored, is that possible?
In technical terms your question can be answered with a definite yes. But we should not lose sight of the cost aspect. And there are currently still massive limitations derived from the only localized availability of the real clay substitute materials and also other waste materials. Favourable regions are primarily in the middle of Germany (Ruhr region, Sauerland, the region around Leipzig, Upper Palatinate). Unfavourable on the other hand is the entire Northern German region, making it impossible to talk about nationwide availability.

The second aspect is the human factor. Everyone is the architect of his own fortune. Today there are already brickworks that operate with just 50% primary resources input. But this is not something that has just fallen into their lap. You can only achieve something if you develop an awareness of the issue.

Others do not even give a thought to the subject of resource efficiency. As a consultant and raw materials supplier, I depend



»7 Fired body thermal conductivity relative to the body density for selected working batches and real clay substitute materials

»7 Scherbenwärmeleitfähigkeit im Verhältnis zur Scherbenrohdichte für ausgewählte Betriebsmassen und reale Tonersatzstoffe

wieder zu plastischem Ton recycelt werden, allenfalls zu Schamotte. Und die kann nur zu einem begrenzten Anteil wieder in der Masse eingesetzt werden. Deshalb wird den sogenannten Tonersatzstoffen in Zukunft eine große Bedeutung zukommen. Genauso wie den ausgeprägt plastischen Bindetonen, die den ganzen Mix aus Magerungsstoffen zusammenhalten müssen.

Der ressourcenschonende Verbrauch von Rohstoffen ist die eine Seite, die Auswirkungen von Reststoffen auf die Produktqualität und Kosteneinsparungen eine andere. Welche Erfahrungen haben Sie da gemacht?
Tonmineralische Reststoffe müssen qualitativ nicht schlechter sein als primäre Tonrohstoffe, wenngleich der Name „Tonersatzstoff oder Recyclington" vielleicht so etwas suggeriert. Prinzipiell ist es aber wie bei primären Tonen: Es gibt schlechte, gute und sehr gute Qualitäten.

Die qualitative Bewertung darf aber nicht abstrakt, sondern muss immer in Verbindung mit der Bezugsmasse gesehen werden. Hier können einige Filterkuchen beispielsweise hervorragend zur Absenkung der Scherbenrohdichte und Scherbenwärmeleitfähigkeit eingesetzt werden. Die Produktqualität muss beim Einsatz von Reststoffen nicht leiden. Papierfangstoffe zum Beispiel verbessern die Produktqualität sogar noch in bestimmte Richtungen. Auch unser Eisenoxid aus der Säureregeneration ist qualitativ zumindest gleichwertig mit konventionellen Produkten.

Das heißt, eine sorgfältige Prüfung, Versuche und die Eigenschaftsbewertung der Produkte sind für einen erfolgreichen Einsatz unabdingbar?
Ja natürlich. Es ist wie bei einem Puzzle mit 1 000 Teilen. Alles muss perfekt zusammenpassen, wenn wir am Ende ein schönes Bild haben wollen. Dazu sind Laborprüfungen an allen potenziellen Versatzkomponenten und natürlich an unterschiedlichen Versätzen erforderlich – sozusagen einfache, aber solide Alltagsarbeit im tonkeramischen Labor. In der zweiten Phase sind dann Produktionsversuche ein entscheidender Meilenstein, weil Laborergebnisse bekanntlich ja nur begrenzt in die Praxis übertragbar sind.

Bei immer höher werdenden Anforderungen an die Eigenschaften und die Produktqualität der Ziegel ist die Verwendung hochwertiger Tone eine Grundvoraussetzung. Welche Reststoffanteile sind problemlos einsetzbar, um keine Verschlechterung der Eigenschaften zu riskieren?
Ja, das ist richtig. Dem Einsatz hochwertiger plastischer Tone wird in Zukunft eine gesteigerte Bedeutung zukommen. Wenn wir also davon ausgehen, dass die Rohstoffbasis aus ausgeprägt plastischen Tonen besteht, dann können Massen für Hintermauerziegel in Summe ohne Weiteres bis zu über 50 % aus Porosierungsstoffen und Tonersatzstoffen bestehen.

Bei dicht gebrannten Produkten wie Klinkern und Dachziegeln sieht das sicher etwas anders aus. Aber auch hier sollten Tonersatzstoffe zu einem zweistelligen Prozentsatz eingearbeitet werden können. Ferner wäre zu prüfen, ob eingesetzte Natursande durch subventionierte Altsande substituiert werden können.

Die EU möchte eine Stärkung der Wirtschaftsleistung bei gleichzeitiger Verringerung des Ressourceneinsatzes. Das ist, wie unser Gespräch zeigt, in unserer Branche möglich?

Photo/Foto: Zi

»8 A large part of the mineral waste is currently landfilled – Dr. rer. nat. Lutz Krakow is working to make sure that this will soon change

»8 Ein Großteil der mineralischen Reststoffe wird derzeit noch deponiert – Dr. rer. nat. Lutz Krakow setzt sich dafür ein, dass sich das bald ändert

on people who support me and can be motivated in trusted partnership, who are willing to spontaneously take a calculated risk.

You regularly report in Zi Brick and Tile Industry International about new waste materials. How many further reports will there be?

Another five articles are planned at present. In 2014 we want to turn to their practical application. There are interesting projects in Austria. And in the Northern Harz region large quantities of raw clay from the breakdown of diabase are waiting for eco-efficient waste recycling.

Dr. Krakow, thank you for the interview. We look forward to hearing about your ideas for the utilization of waste materials in the clay brick and tile industry in the future.

The interview was conducted by Zi Editor Anett Fischer.

Source

[1] Dr. Helge Wendenburg, Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety, Departmental Manager for Water Management, Waste Management and Soil Conservation, Paper: Resource Efficiency as a Growth Prospect for the 21st Century?
Experts discussion: "Political Instruments for Improving Resource Efficiency" on 07.12.2012, Friedrich Ebert Foundation, Working Group on SMEs

Technisch ist Ihre Frage mit einem klaren Ja zu beantworten. Wir dürfen aber die Kostenseite nicht aus den Augen verlieren. Und da gibt es derzeit noch massive Begrenzungen, die aus der bislang nur punktuellen Verfügbarkeit der realen Tonersatzstoffe und auch sonstigen Reststoffe resultieren. Günstige Gebiete sind da vor allem in der Mitte von Deutschland (Ruhrgebiet, Sauerland, Raum Leipzig, Oberpfalz). Ungünstig ist dagegen der gesamte norddeutsche Raum. Von einer flächendeckenden Verfügbarkeit kann also keine Rede sein.

Das zweite ist der Faktor Mensch. Jeder ist seines Glückes Schmied. Es gibt schon heute Ziegelwerke, die nur mit 50 % Primärrohstoffeinsatz fahren. Aber es fällt einem nicht in den Schoß. Nur wer ein Bewusstsein für das Thema entwickelt hat, kann etwas erreichen.

Andere verschwenden nicht einmal einen Gedanken an das Thema Ressourceneffizienz. Als Berater und Rohstofflieferant bin ich auf Menschen angewiesen, die mich unterstützen und die sich vertrauensvoll motivieren lassen, die auch einmal spontan ein überschaubares Risiko eingehen.

Sie berichten regelmäßig in der Zi Ziegelindustrie International über neue Reststoffe. Wie viele Fortsetzungen wird es noch geben?

Derzeit sind weitere fünf Artikel in Planung. 2014 wollen wir uns aber auch vermehrt der praktischen Umsetzung widmen. Es gibt ein interessantes Vorhaben in Österreich. Und im Nordharz warten große Mengen Rohton aus dem Diabaszersatz auf eine ökoeffiziente Reststoffverwertung.

Herr Dr. Krakow, wir bedanken uns für das Gespräch und sind auf Ihre zukünftigen Ideen für den Einsatz von Reststoffen in der Ziegelindustrie gespannt.

Das Gespräch führte Zi-Redakteurin Anett Fischer.

Quelle

[1] Dr. Helge Wendenburg, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Abteilungsleiter Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Bodenschutz, Vortrag: Ressourceneffizienz als Wachstumsperspektive für das 21. Jahrhundert?
Expertengespräch: „Politische Instrumente zur Steigerung der Ressourceneffizienz am 07.12.2012, Friedrich-Ebert-Stiftung, Arbeitskreis Mittelstand

Dr. Krakow RohstoffConsult
www.dr-krakow-labor.de

EurGeol Dr. rer. nat. Lutz Krakow

Resource efficiency in the clay brick and roofing tile industry Part I: General introduction

Ressourceneffizienz in der Ziegelindustrie Teil I: Allgemeine Einführung

In response to the global scarcity of raw materials, the Federal German government has launched a national resource efficiency programme. Goal of this programme is to assure a sustainable supply of raw materials. The extraction of raw materials is to be massively limited while the same economic performance is to be maintained. Conversely, raw materials efficiency is to be improved by means of recycling. At the first glance it would seem as if the clay brick and tile industry would not be affected by this at all. After all, ample clay can be found in Germany. But this impression is misleading. There is already a shortage of good clay today. It is not for nothing that so many clay brick and roofing tile plants are dependent on supraregional clay suppliers. Can one million tonnes potential of waste materials solve the problem? In a series in several parts, Zi provides information about this highly topical issue.

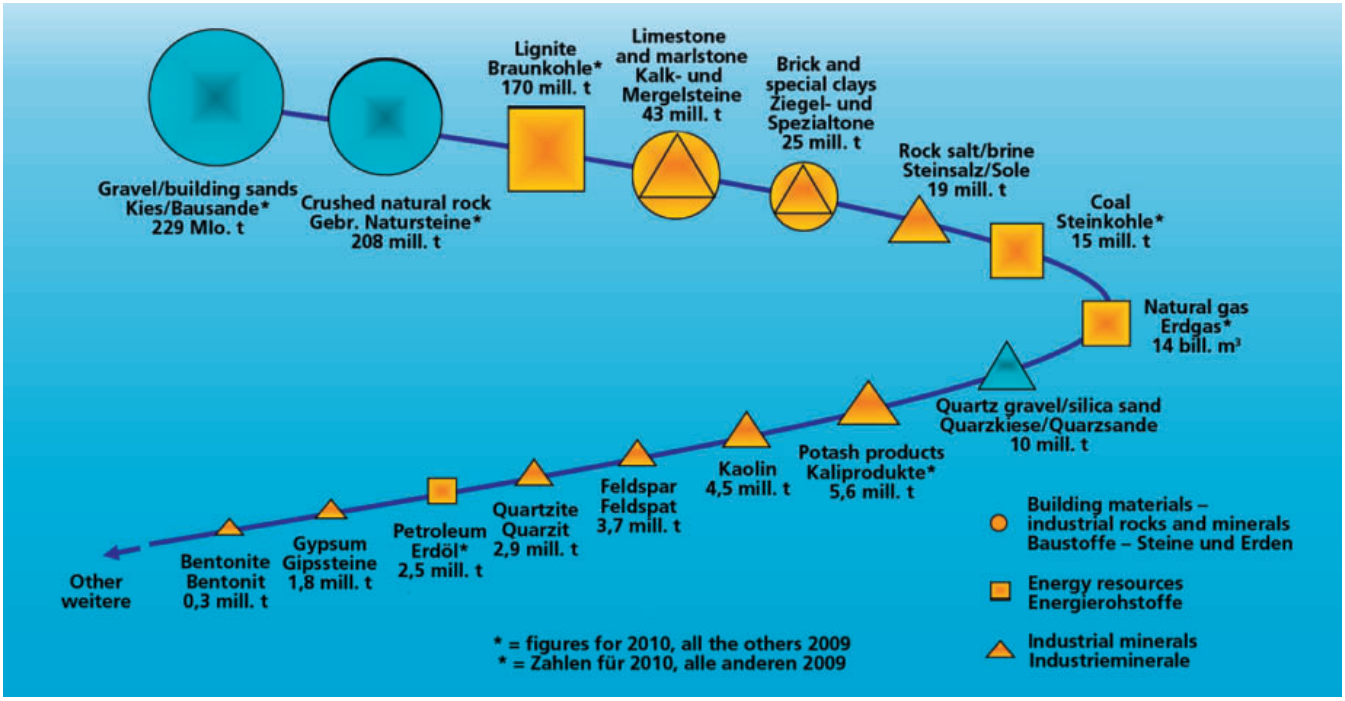
Wegen der globalen Verknappung von Rohstoffen hat die deutsche Bundesregierung ein nationales Ressourceneffizienzprogramm aufgelegt. Ziel ist es, die Rohstoffversorgung nachhaltig zu sichern. Der Abbau von Rohstoffen soll bei gleicher Wirtschaftsleistung massiv eingeschränkt werden. Im Gegenzug soll die Rohstoffeffizienz durch Recycling erhöht werden. Auf den ersten Blick sieht es so aus, als wenn die Ziegelindustrie davon gar nicht betroffen wäre. Schließlich gibt es genug Ton in Deutschland. Aber der Eindruck täuscht. Guter Ton ist schon heute knapp. Nicht umsonst stehen so viele Ziegelwerke in der Abhängigkeit überregionaler Tonlieferanten. Kann ein Millionen-Tonnen-Potenzial an Reststoffen das Problem lösen? Die Zi informiert in einer mehrteiligen Reihe über das hochaktuelle Thema.

1 Numbers and facts

Around 60 bill. t/pa abiotic raw materials (mineral resources, energy resources, ores) are consumed worldwide today, almost 50% more than in 1980, with an upwards trend. The world-

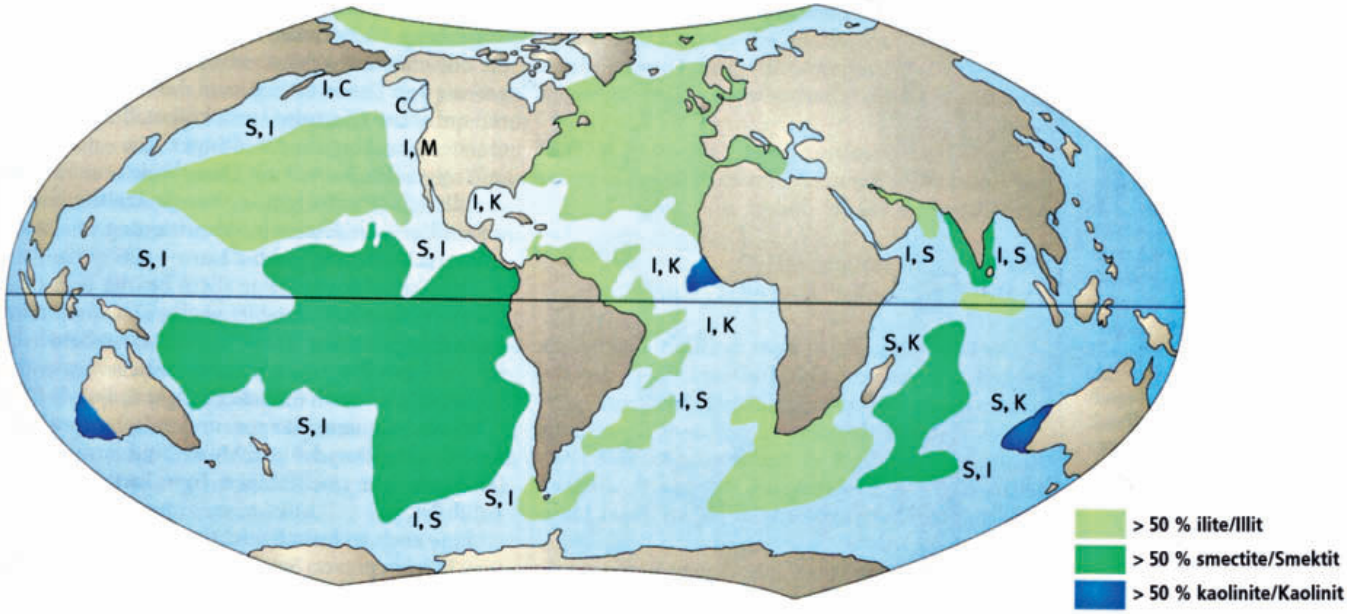
1 Zahlen und Fakten

Weltweit werden heute rund 60 Mrd. t abiotische Rohstoffe (mineralische Rohstoffe, Energierohstoffe, Erze) pro Jahr verbraucht, fast 50 % mehr als im Jahr 1980 und das mit stei-



»1 Raw materials extraction in Germany 2009/2010 (from: www.bv-miro.org)

»1 Rohstoffgewinnung in Deutschland 2009/2010 (aus: www.bv-miro.org)



»2 Global clay mineral distribution in oceanic sediments (from: [3])

»2 Globale Tonmineralverteilung in ozeanischen Sedimenten (aus: [3])

wide consumption of clay amounts to around 430 mill. t/pa [1], Germany accounting for a disproportionately high share of around 25 mill. t/pa clay (**»1**). The increasing consumption of raw materials is triggered primarily by the strong growth in the world population and the increasing per capita consumption in threshold countries such as Brazil, China and India. Exploding raw material prices, like those of rare earths, cause uncertainty and burden the German economy. The Federal German government is counter-steering this development and in 2010 established the Deutsche Rohstoffagentur (DERA – German Raw Materials Agency) based in Hanover. In 2011, the draft for the national resource efficiency programme (ProgRess) was compiled [2]. Top priority is to assure the supply of raw materials and Germany as an economic centre long term.

Resource efficiency is to be introduced in product design and standardization. Resource-efficient production and processing processes are promoted, as is the development of building materials with high thermal insulation. Reduced raw materials consumption is also to become a criterion for commerce and consumption. On account of its enormous consumption of resources, the building sector is one focus. Here the clay brick and tile industry can and must distinguish itself from other building material producers. But that is easier said than done. How are the lofty goals of resource conservation to be achieved? How can economic performance be successfully uncoupled from the consumption of natural resources? What could recycling solutions look like?

2 Regenerability of clay

According to the degree of regenerability, clays can be classed as non-renewable or even fossil raw materials. Clay minerals are formed in the geological periods as a result of chemical weathering of feldspar-rich rocks, predominantly in tropical and subtropical climate zones of the continents. The weathering crust of the original rocks is eroded sooner or later by water, wind or ice. After that, the far larger part of the clay minerals is carried in rivers into the sea and sedimented in the regions of the continental shelves and oceanic beds [3]. Here the distribution of clay

gender Tendenz. Der weltweite Verbrauch an Ton liegt bei rund 430 Mio. t pro Jahr [1], wobei auf Deutschland mit rund 25 Mio. t Ton pro Jahr ein überproportional hoher Anteil entfällt (**»1**). Der zunehmende Rohstoffverbrauch wird vor allem durch die stark wachsende Weltbevölkerung und durch den zunehmenden Pro-Kopf-Verbrauch in Schwellenländern wie Brasilien, China und Indien ausgelöst. Explodierende Rohstoffpreise wie bei Seltenen Erden sorgen für Verunsicherung und belasten die deutsche Wirtschaft stark. Die Bundesregierung steuert gegen und hat im Jahr 2010 die Deutsche Rohstoffagentur (DERA) mit Sitz in Hannover gegründet. In 2011 ist der Entwurf für das nationale Ressourceneffizienzprogramm (ProgRess) aufgelegt worden [2]. Oberstes Ziel ist es, die Rohstoffversorgung und damit den Standort Deutschland nachhaltig zu sichern.

Ressourceneffizienz soll bei der Produktgestaltung und Normung Eingang finden. Ressourceneffiziente Produktions- und Verarbeitungsprozesse werden gefördert, genauso wie die Entwicklung von Baustoffen mit hoher Wärmedämmung. Reduzierter Rohstoffverbrauch soll auch zum Kriterium für Handel und Konsum werden. Aufgrund des enormen Ressourcenverbrauchs stellt der Bausektor dabei einen Schwerpunkt dar. Dabei kann und muss sich die Ziegelindustrie gegenüber anderen Baustoffherstellern profilieren. Doch das ist leichter gesagt als getan. Wie sollen die hohen Ziele der Ressourcenschonung erreicht werden? Wie soll die Entkopplung der Wirtschaftsleistung vom Verbrauch natürlicher Ressourcen gelingen? Wie können Recyclinglösungen aussehen?

2 Regenerierbarkeit von Ton

Nach dem Grad der Regenerierbarkeit gehören Tone zu den nicht erneuerbaren oder auch fossilen Rohstoffen. Tonminerale entstehen in geologischen Zeiträumen durch chemische Verwitterung feldspatreicher Gesteine, bevorzugt in tropischen und subtropischen Klimazonen der Kontinente. Die Verwitterungskrusten der Ausgangsgesteine werden früher oder später durch Wasser, Wind oder Eis erodiert. Danach wird der weitaus größte Teil der Tonminerale mit den Flüssen ins Meer getragen

minerals in the sediments coincides roughly with the climate zones of the earth (**»2**). In tropical and subtropical latitudes kaolinites and smectites dominate, in the other regions illites dominate [4]. Sedimentation takes place unimaginably slowly. Depending on the geological position, the sedimentation rates are subject to wide variations from 0 to more than 500 mm in 1000 years [5]. An average of 30 mm sediment in 1000 years can be assumed. In comparison with the global clay consumption, this value is absolutely negligible. You do not have to be a mathematician to understand that clay reserves are dwindling.

3 Impact on the clay brick and tile industry

Against the background of the global discussion, the first question to be posed is how far the German clay brick and tile industry is affected at all by this issue. So we shall take a closer look at the raw materials situation of the brickworks. In the past, bricks were made exclusively with the brickworks' own raw material taken from the clay pit behind the brickworks. Hardly any selection of materials was performed and the clay was extracted with bucket excavators over its entire thickness. Extraction depths between 20 and 50 metres were the rule rather than the exception. But with a few exceptions, these times are long gone.

To meet the steadily increasing production requirements, producers have gone over to using only the best clays and extracting these selectively. Particularly clinkers, pavers and roofing tile plants are dependent on the use of clean clays with only minimal impurities of carbon and sulphur. In the entire Northwest German but partly in the South German region with a Mesozoic clay base (Lower Jurassic, Dogger, Cretaceous) this means that only the weathered and replasticized clay layers are used. In practice, the result is that the topmost three to four metres of the clay deposit (also termed upper clay or brown slate) are extracted, more than 50 or 100 m are left (also termed black slate).

Logically, it must be established that there is no end of clay, but there is already a shortage of really good clay. With regard to regional raw material reserves, another crucial consideration is that the best clays have already been extracted by the brickworks. They are simply no longer there. After all, there were once over 5500 brickworks operating in Germany. In addition comes the blocking of clay areas by competing uses. The extent to which the clay brick and tile industry is affected is largely documented by the externally supplied clays and the strong dependence on supraregionally operating clay suppliers. In recent times, the producers of high-thermal insulation backing bricks have also been affected by this. For the incorporation of the extremely high percentages of poreformers such as polystyrene or perlite, highly plastic clays with high compressive strength are needed. So today hardly any modern brickworks can do without buying in high-quality clays. But also in the known clay mining districts, clay is not becoming more but less. But how much longer will we have clay? That is a question that apparently nobody can answer exactly. Perhaps one or two hundred years? Even so, what time is that? Brick is an over 4 000-year-old building material. And why should we end the beautiful tradition of firing bricks so soon?

4 Alternative potential for the supply of clay

So we should develop alternative sources of clay, after all clay is not only found in clay pits. Quarries, but especially sand and

und im Bereich der Schelfe und Ozeanböden sedimentiert [3]. Dabei koinzidiert die Tonmineralverteilung in den Sedimenten grob mit den Klimazonen der Erde (**»2**). In tropischen und subtropischen Breiten dominieren Kaolinite und Smektite, in den übrigen Gebieten herrschen Illite vor [4]. Die Sedimentation erfolgt unvorstellbar langsam. Je nach geologischer Position unterliegen die Sedimentationsraten großen Schwankungen von 0 bis über 500 mm in 1000 Jahren [5]. Im Mittel kann von 30 mm Sediment in 1000 Jahren ausgegangen werden. Im Vergleich mit dem weltweiten Tonverbrauch ist das eine absolut vernachlässigbare Größe. Man muss kein Mathematiker sein, um zu erkennen, dass die Tonvorräte immer kleiner werden.

3 Auswirkungen auf die Ziegelindustrie

Vor dem Hintergrund der global geprägten Diskussion stellt sich zunächst die Frage, inwieweit die deutsche Ziegelindustrie von diesem Thema überhaupt betroffen ist. Also betrachten wir die Rohstoffsituation der Ziegelwerke einmal etwas näher: In der Vergangenheit wurden Ziegel ausschließlich mit dem werkseigenen Rohstoff aus der Tongrube hinter der Ziegelei hergestellt. Dabei wurde kaum selektiert und der Ton mit Eimerkettenbag-

»3 Clay as an accessory material: quarries can contain large quantities of clay (Ueffeln open pit, Lower Saxony)

»3 Ton als Begleitrohstoff: Steinbrüche können große Mengen an Ton enthalten (Tagebau Ueffeln, Niedersachsen)

»4 Clay as an impurity: raw gravels and sands contain up to 20 mass % clay (Osterfeld Building Materials Plant, Saxony-Anhalt)

»4 Ton als Verunreinigung: Rohkiese und Sande enthalten bis zu 20 Masse-% Ton (Baustoffwerk Osterfeld, Sachsen-Anhalt)

»5 Clay as residue from mineral washing: one million tonnes potential of waste materials (Fritzlar Gravel Works, Hesse)

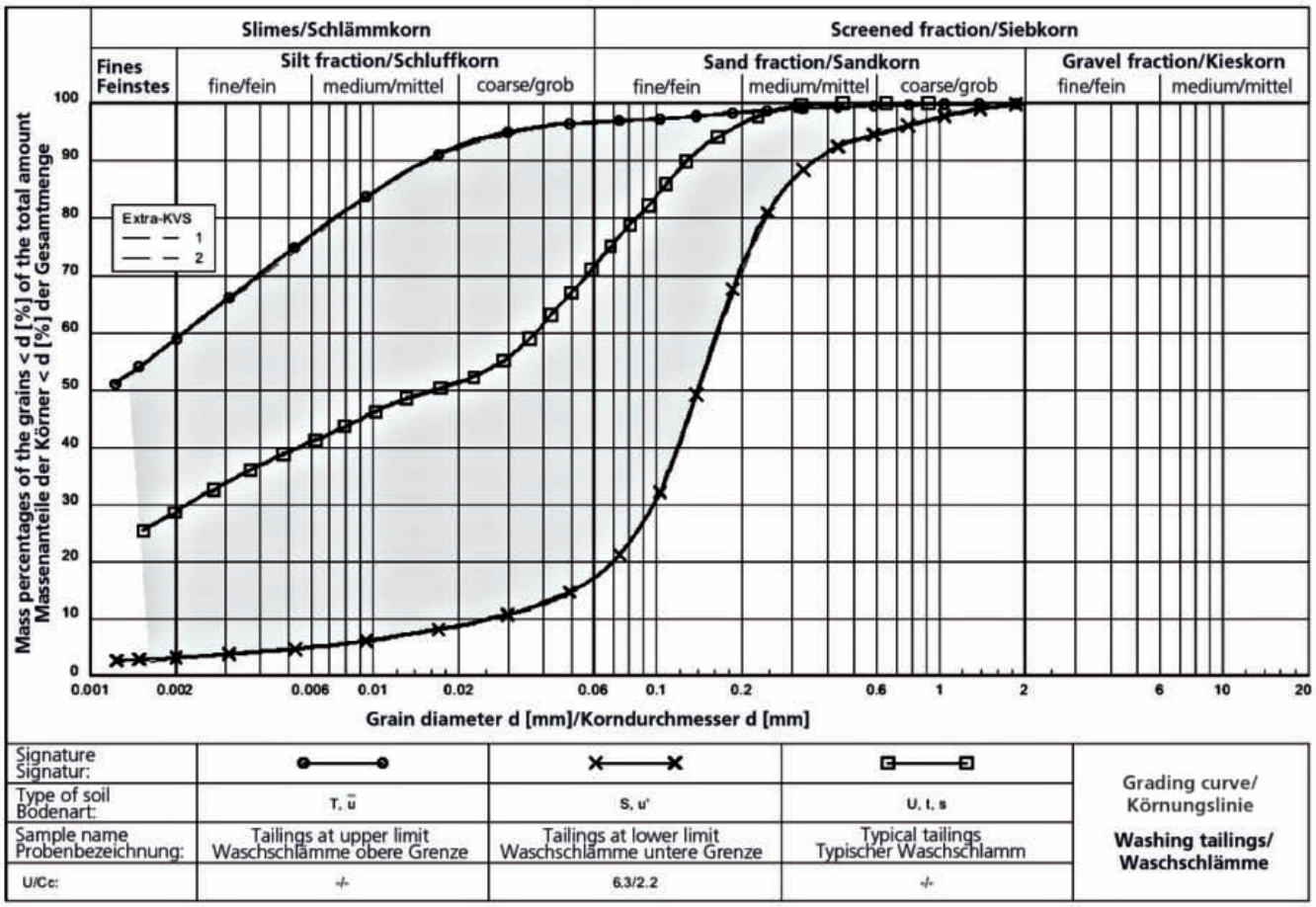
»5 Ton als Rückstand der Mineralwäsche: ein Millionen-Tonnen-Potenzial an Reststoffen (Kieswerk Fritzlar, Hessen)

gravel pits, contain appreciable quantities of clay. On the one hand, clay can be found in separate strata as overburden or as dead rock (**»3**). Such deposits already contribute to the supply of brickworks today. On the other hand, the clay can be distributed more or less homogeneously in the body of the deposit (**»4**). In this case, the clay is removed during mineral washing from the valuable rock and is then available as tailings. In Germany alone, in sand and gravel washing, around 15 mill. t clay-containing fines are produced year after year, which are mainly deposited in tailing ponds (**»5**). For Central Europe, a volume of at least 50 mill. t solids substance per year has been calculated. In addition come around 150 mill. m^3 fresh water bound in the sludge [6].

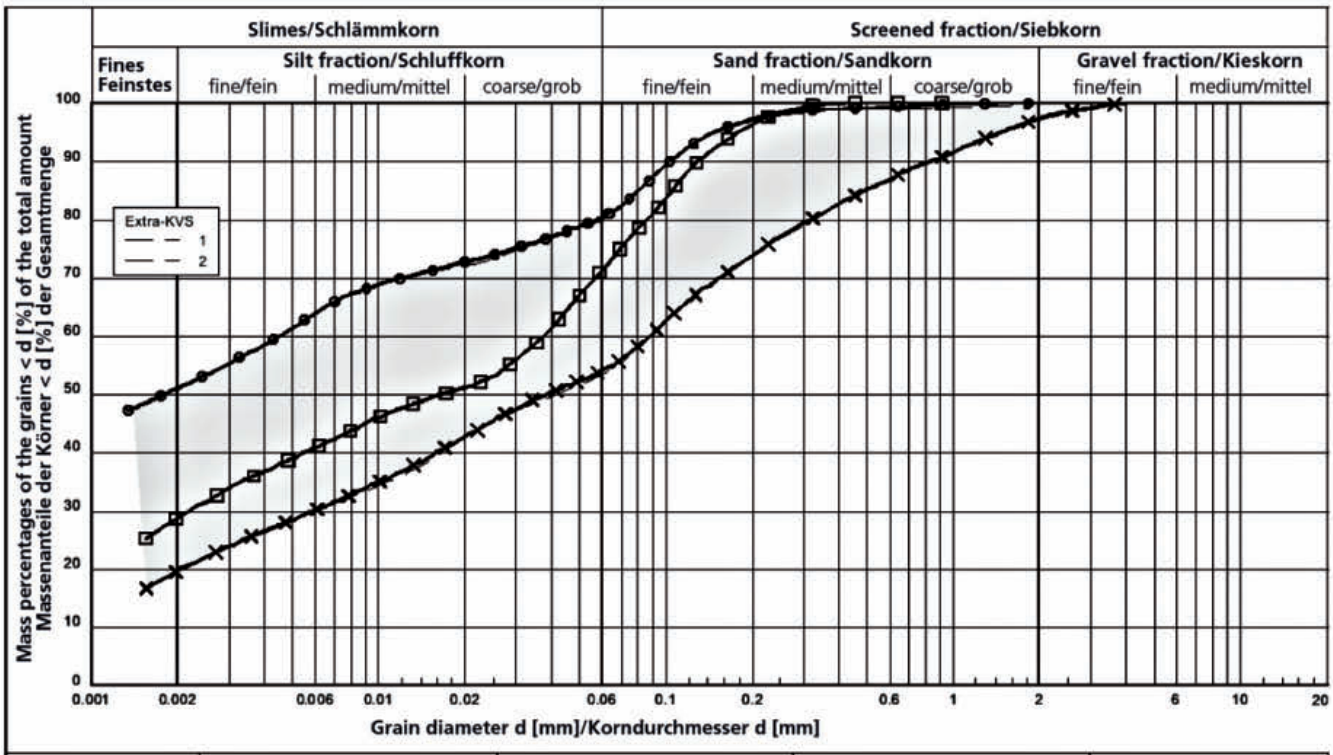
To assess this potential, in 2010 the Deutsche Rohstoff-agentur (DERA) conducted a project and took samples from a number of tailing ponds [7]. It was shown that the largest part of the tailings is potentially suitable for the clay brick and tile industry. The grain size distribution of these substances fits almost perfectly in the grain size distribution of common brick bodies (**»6**). And the mineralogy does not look too bad either. For instance, there are kaolinitic, mica-dominant and marly sludges – exactly what the clay brick and tile industry needs [8]. But there is a hitch. More than 90% of the tailings has a pulpy soft consistency and is not currently suitable for use in the clay brick and roofing tile industry. Moreover, the sporadic overgrowth of the tailing ponds is a serious problem with regard to their utilization. Much less than 10% of the fresh washing sludge is degern in seiner gesamten Aufschlussmächtigkeit abgebaut. Abbautiefen zwischen 20 und 50 Metern waren dabei eher die Regel als die Ausnahme. Doch diese Zeiten sind von wenigen Einzelfällen einmal abgesehen schon lange vorbei.

Aufgrund der stetig steigenden Produktionsanforderungen ist man dann dazu übergegangen, nur noch die besten Tone zu verwenden und selektiv abzubauen. Vor allem Klinker-, Pflasterklinker- und Dachziegelwerke sind auf den Einsatz saubererer Tone mit nur minimalen Verunreinigungen an Kohlenstoff und Schwefel angewiesen. Im gesamten nordwestdeutschen, aber zum Teil auch im süddeutschen Raum mit mesozoischer Tonbasis (Lias, Dogger, Kreide) bedeutet das, dass mittlerweile nur noch die verwitterten und replastifizierten Tonschichten verwendet werden. In der Praxis resultiert daraus: Die obersten drei bis vier Meter des Tonlagers (auch als Oberton oder brauner Schiefer bezeichnet) werden abgebaut, mehr als 50 oder 100 Meter bleiben stehen (auch als schwarzer Schiefer bezeichnet).

In logischer Konsequenz muss man feststellen: Ton gibt es ohne Ende, aber wirklich guter Ton ist schon heute knapp. Im Hinblick auf regionale Rohstoffvorräte ist dabei auch entscheidend, dass gerade die besten Tone von den Ziegeleien bereits abgebaut worden sind. Sie sind schlicht und ergreifend nicht mehr da. Immerhin gab es in Deutschland einmal über 5500 Ziegeleien. Hinzu kommt die Blockierung von Tonflächen durch konkurrierende Nutzungen. Die Betroffenheit der Ziegelindustrie dokumentiert sich demzufolge im hohen Anteil an extern zugefahrenen Tonen



Signature Signatur:				Grading curve/ Körnungslinie **Washing tailings/ Waschschlämme**
Type of soil Bodenart:	T, $\bar{u}$	S, u'	U, t, s	
Sample name Probenbezeichnung:	Tailings at upper limit Waschschlämme obere Grenze	Tailings at lower limit Waschschlämme untere Grenze	Typical tailings Typischer Waschschlamm	
U/Cc:	-/-	6.3/2.2	-/-	



Signature Signatur:				**Grading curve/ Körnungslinie** **Brick bodies/ Betriebsmassen**
Type of soil Bodenart:	U, $\bar{t}$, s	T, u, s	U, t, s	
Sample name Probenbezeichnung:	Brick bodies at upper limit Betriebsmassen obere Grenze	Brick bodies at lower limit Betriebsmassen untere Grenze	Typical tailings Typischer Waschschlamm	
U/Cc:	-/-	-/-	-/-	

»6 Grading curves of washing sludge and brick bodies in comparison

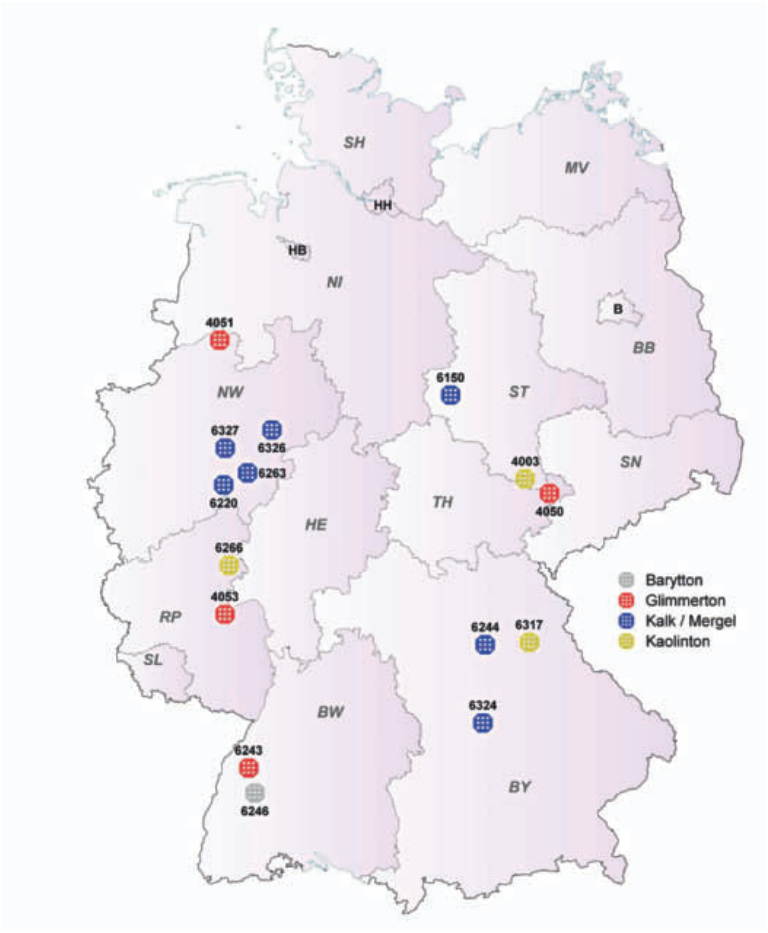
»6 Körnungslinien von Waschschlämmen und Ziegelmassen im Vergleich

watered on chamber and membrane filter presses to the extent that it can be used in the form of clay mineral filter cake (**»7**).

5 Filter cakes in Germany

Filter cakes are slurried and pressure-dewatered mineral sludges, which on account of their production have a homogeneous structure and no grain content above 0.4 mm (**»8**). Accordingly, they are free of coarse impurities such as wood, pyrite, lime or quartz aggregates [9]. The residual moistures vary depending on the mineralogy of the dominant clay mineral within the boundaries of around 15 to 30 mass %. Around 30 mass % filter cake can be used in brick bodies. In terms of particle size distribution and plasticity, they can substitute low- to medium-plastic loams and clays, generally, however, exhibiting better mineralogical properties. Use in masonry bricks and roofing tiles is basically possible.

In the sector of the sand and gravel industry and the quarrying industry there are currently around 15 sites with installed chamber filter presses in Germany. The geographic focuses are in North Rhine Westphalia, Saxony-Anhalt and Bavaria (**»9**). As **»Table 1** shows, filter cake is recovered mainly from the washing of gravel sands, sandstone and compacted lime, but also from baryte, rhyolite, dolomite and greywacke. The individual sites produce between 15 000 and 200 000 tonnes filter cake per year. A total of around 750 000 tonnes material are produced per year. In terms of their geological age, the filter cakes cover a wide range. They are won from strata formed at the time of the Middle Devonian and Upper Devonian, Upper Carboniferous, the Permian, the fringe region between the



»8 Map showing the location of chamber filter presses in Germany
»8 Karte mit Standorten von Kammerfilterpressen in Deutschland

»7 Recycled clay: absolutely stone-free filter cake (Osterfeld Building Materials Plant, Saxony-Anhalt)
»7 Recycling-Ton: absolut steinfreier Filterkuchen (Baustoffwerk Osterfeld, Sachsen-Anhalt)

und in der starken Abhängigkeit von überregional agierenden Tonlieferanten. In jüngster Zeit sind hiervon auch die Produzenten von hochwärmedämmenden Hintermauerziegeln betroffen. Zur Einbindung der extrem hohen Anteile an Porosierungsmitteln wie Styropor oder Perlit werden ausgeprägt plastische Tone mit hoher Druckfestigkeit benötigt. So gibt es heute kaum noch ein modernes Ziegelwerk, das auf den Zukauf hochwertiger Tone verzichten kann. Aber auch in den bekannten Tonrevieren wird der Ton nicht mehr, sondern weniger. Aber wie lange haben wir noch Ton? Das ist eine Frage, die einem anscheinend keiner so genau beantworten kann. Vielleicht hundert oder zweihundert Jahre? Selbst wenn, was ist das schon? Der Baustoff Ziegel ist über 4 000 Jahre alt. Und warum sollten wir die schöne Tradition des Ziegelbrennens so schnell beenden?

4 Alternative Ton-Potenziale

Also sollten wir alternative Tonquellen erschließen, denn Ton gibt es nicht nur in Tongruben. So können Steinbrüche, aber insbesondere auch Kies- und Sandgruben nennenswerte Mengen an Ton enthalten. Zum einen kann der Ton in separaten Schichten als Überlagerungsmaterial oder als Zwischenmittel auftreten (**»3**). Mitunter tragen solche Vorkommen schon heute zur Versorgung von Ziegeleien bei. Zum anderen kann der Ton mehr oder weniger homogen im Lagerstättenkörper verteilt sein (**»4**). In diesem Fall wird der Ton im Zuge der Mineralwäsche vom Wertgestein abgetrennt und liegt dann als sogenannter Waschschlamm vor. Allein in Deutschland fallen bei der Kies- und Sandwäsche Jahr für Jahr rund 15 Mio. t tonhaltige Feinpartikel an, die überwiegend in Schlammteichen deponiert werden (**»5**). Für Mitteleuropa wird mit einem Anfall von mindestens 50 Mio. t Feststoffsubstanz pro Jahr gerechnet. Hinzu kommen noch rund 150 Mio. m³ Frischwasser, das im Schlamm gebunden ist [6].

Um dieses Potenzial zu bewerten, hat die Deutsche Rohstoffagentur (DERA) in 2010 ein Projekt durchgeführt und eine Reihe von Schlammteichen bemustert [7]. Dabei hat sich gezeigt, dass der größte Teil der Schlämme für die Ziegelindustrie potenziell geeignet ist. So fügt sich das Kornband dieser Stoffe nahezu perfekt in das Kornband gängiger Ziegelmassen ein (**»6**). Und auch die Mineralogie sieht nicht schlecht aus. Es gibt kaolinitische, glimmerdominante und mergelige Schlämme – genau das, was die Ziegelindustrie eigentlich benötigt [8]. Doch die Sache hat einen Haken. Mehr als 90 % der Wasch-

Upper Permian and Lower Triassic, the Dogger, Upper Jurassic and the Tertiary (**»10**).

6 Conclusion and outlook

The experience of several brickworks shows that tailings recycled to filter cake can be used for the production of clay bricks. Here depending on the composition of the filter cake, benefits can be derived. To give just some examples, the lowering of the body density by marly filter cake, the lowering of the thermal conductivity of the body by kaolinitic filter cake or the activation of the sintering behaviour by potassium-rich filter cake of the mica group.

Now the gravel and quarrying industry is called on to take a more proactive approach to their sludge problem and make a significant contribution to improving resource efficiency. After all, around 15 mill. t ultrafine materials disappear year after year in tailing ponds and are mostly lost forever. Up to now, there are only few sites in Germany with chamber filter presses, but there are over 2 100 sand and gravel works and over 800 quarrying operations in Germany [10]. That shows how huge the potential is. The total volume could not even be absorbed by the clay brick and tile industry.

And naturally the clay brick and tile industry can profit to a large extent. Suddenly a potential of regionally available raw materials is opened up, of which we hardly dared to dream. To ensure this is successful, the political course must be set and financial incentives created. The interests of the gravel, quarrying and brick and tile industry must be coordinated and synchronized. Filter cakes are not a lot of use in the Southern Black Forest. They have to be at the centres of the clay brick and tile industry. Finally, resource efficiency should not be bought at the cost of mass transports. When these preconditions are met, recycled mineral tailings can contribute extensively to assuring the sustained supply of natural raw materials. Valuable clay resources can be stretched over time. For one thing is clear: we can't do completely without clay.

schlämme weisen eine breiig-weiche Konsistenz auf und sind damit in der Ziegelindustrie derzeit nicht einsetzbar. Darüber hinaus stellt der sporadische Bewuchs der Schlammteiche ein gravierendes Problem bei der Verwertung dar. Weit weniger als 10 % der frischen Waschschlämme werden über Kammer- und Membranfilterpressen so weit entwässert, dass sie in Form tonmineralischer Filterkuchen eingesetzt werden können (**»7**).

5 Filterkuchen in Deutschland

Filterkuchen sind aufgeschlämmte und druckentwässerte Mineralschlämme, die herstellungsbedingt eine homogene Struktur aufweisen und keine Kornanteile über 0,4 mm enthalten (**»8**). Sie sind demzufolge frei von störenden Grobbestandteilen wie Holz, Pyrit, Kalk oder Quarzaggregaten [9]. Die Restfeuchten schwanken je nach der Mineralogie des dominanten Tonminerals in Grenzen von ungefähr 15 bis 30 Masse-%. Filterkuchen können in Ziegelmassen mit Anteilen von rund 30 Masse-% eingesetzt werden. Vom Kornaufbau und der Plastizität können sie leicht- bis mittelplastische Lehme und Tone, bei in der Regel jedoch besseren mineralogischen Eigenschaften, substituieren. Grundsätzlich ist ein Einsatz sowohl bei Mauerziegeln als auch bei Dachziegeln möglich.

Im Bereich der Kies- und Sandindustrie sowie der Natursteinindustrie gibt es derzeit rund 15 Standorte von Kammerfilterpressen in Deutschland. Geografische Schwerpunkte liegen in Nordrhein-Westfalen, Sachsen-Anhalt und Bayern (**»9**). Wie **»Tabelle 1** zeigt, werden Filterkuchen vor allem aus der Wäsche von Kiessanden, Sandsteinen und Massenkalken, aber auch aus Schwerspat, Rhyolith, Dolomit und Grauwacke gewonnen. Die einzelnen Standorte produzieren zwischen 15 000 und 200 000 Tonnen Filterkuchen pro Jahr. Insgesamt werden rund 750 000 Tonnen Material pro Jahr produziert. Hinsichtlich ihres geologischen Alters decken Filterkuchen eine große Bandbreite ab. Sie werden aus Schichten gewonnen, die zur Zeit des Mittel- und Oberdevons, des Oberkarbons, des Rotliegenden, des Grenzbereiches Zechstein/Buntsandstein,

» Table 1 Filter cake from mineral washing in Germany (12/2011)

» Tabelle 1 Filterkuchen aus der Mineralwäsche in Deutschland (12/2011)

Number Kennziffer	Geology Geologie	Primary rock Primärgestein	Filter cake Filterkuchen	Annual volume Jahresmenge
No. 6266	Tertiary/Tertiär	Gravel sand/Kiessand	Kaolin clay/Kaolinton	20 000 t
No. 4003	Tertiary/Tertiär	Gravel sand/Kiessand	Kaolin clay/Kaolinton	25 000 t
No. 4053	Tertiary/Tertiär	Gravel sand/Kiessand	Mica clay/Glimmerton	30 000 t
No. 6244	Upper Jurassic/Malm	Limestone/Kalkstein	CC-marly limestone/CC-Mergelkalk	70 000 t
No. 6324	Upper Jurassic/Malm	Jurassic marble/Jura-Mamor	CC-pure limestone/CC-Reinstkalk	20 000 t
No. 6317	Dogger	Sandstone/Sandstein	Kaolin clay/Kaolinton	80 000 t
No. 4050	Lower Triassic/Buntsandstein	Sandstone/Sandstein	Mica clay/Glimmerton	40 000 t
No. 6246	Permian/Rotliegend	Baryte/Schwerspat	Baryte/Barytton	20 000 t
No. 6243	Permian/Rotliegend	Rhyolithe/Rhyolith	Mica clay/Glimmerton	80 000 t
No. 4051	Upper/Carboniferous Oberkarbon	Sandstone/Sandstein	Mica clay/Glimmerton	50 000 t
No. 6326	Middle-Upper Devonian Mittel-Oberdevon	Compact limestone/Massenkalk	CC-marl/CC-Mergel	20 000 t
No. 6327	Middle-Upper Devonian Mittel-Oberdevon	Compact limestone/Massenkalk	CC-lime marl/CC-Kalkmergel	15 000 t
No. 6263	Middle-Upper Devonian Mittel-Oberdevon	Dolomite/Dolomit	DO-marly limestone/DO-Mergelkalk	60 000 t
No. 6150	Middle-Upper Devonian Mittel-Oberdevon	Compact limestine/Massenkalk	CC-marly limestone/CC-Mergelkalk	200 000 t
No. 6220	Middle Devonian/Mitteldevon	Greywacke/Grauwacke	Marly clay/Mergelton	20 000 t

CC: Main carbonate mineral is calcite = calcium carbonate
CC: Hauptkarbonatmineral ist Calcit = Calciumcarbonat
DO: Main carbonate mineral is dolomite = calcium-magnesium-double carbonate
DO: Hauptkarbonatmineral ist Dolomit = Calcium-Magnesium-Doppelcarbonat

References/Literatur

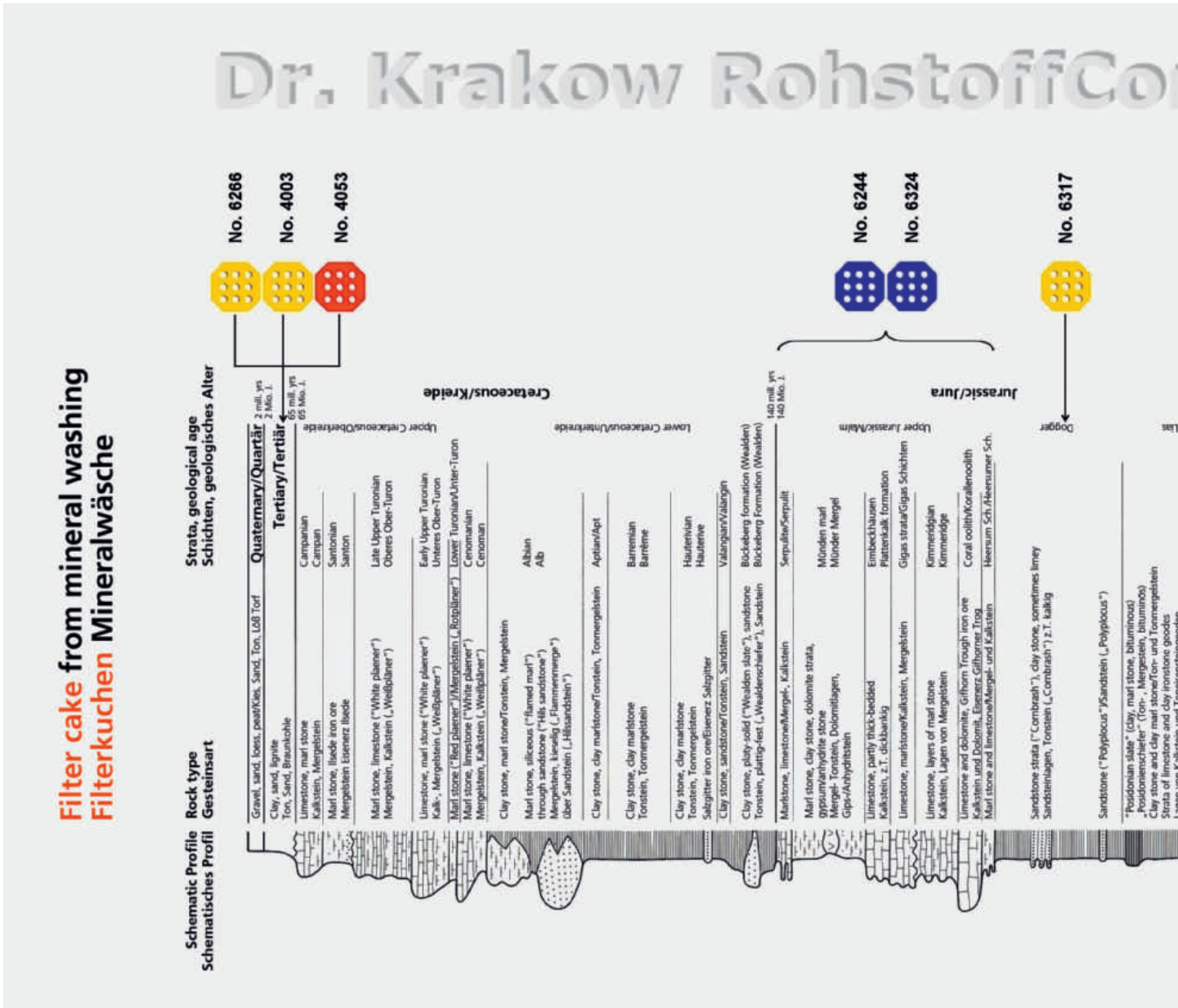
[1] Lüttig, G. (2007): Die (neue) Rohstoffschlange – Instrument für die Verständlichmachung der sozioökonomischen Bedeutung der mineralischen Rohstoffe. – World of Mining – Surface & Underground, S. 50–53, H 1 (2007)
[2] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2011): Deutsches Ressourceneffizienzprogramm (ProgRess) – Programm zum Schutz natürlicher Ressourcen in einer ökologisch-sozialen Marktwirtschaft. Arbeitsentwurf V.2.1 – Stand 07.04.2011., Hrsg.: BMU 55. S., Berlin
[3] Rothe, P. (2002): Gesteine – Entstehung, Zerstörung, Umbildung. 192 S., Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt, ISBN 3-534-16305-2
[4] Heling, D. (1988): Ton- und Siltsteine. In: Sedimente und Sedimentgesteine, S. 185–231, (Hrsg.) Füchtbauer, H., E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, ISBN 3-510-65138-3
[5] Ritzkowski, S. (2007): Sedimentationsraten von Tonen. Freundliche Mitteilung vom 21.06.2007 (unveröffentlicht)
[6] Pflug, R.: (2001): Wohin mit dem Schlamm? Möglichkeiten der wirtschaftlichen Verwertung von Mineralschlämmen. Steinbruch und Sandgrube, 94, 6, S. 6–7
[7] Schmitz, M.; Röhling, S.; Dohrmann, R. (2011): In der grobkeramischen Industrie nutzbares Potenzial der bei der Gewinnung und Aufbereitung in der deutschen Steine- und Erden- Industrie anfallenden Feinanteile. DERA Rohstoffinformation Nr. 5, Hrsg.: Deutsche Rohstoffagentur in der BGR, 76 S., Hannover

des Doggers, des Malms und des Tertiärs entstanden sind (**»10**).

6 Fazit und Ausblick

Die Erfahrungen einiger Ziegelwerke zeigen, dass zu Filterkuchen recycelte Mineralschlämme zur Ziegelherstellung eingesetzt werden können. Dabei können sich je nach Zusammensetzung des Filterkuchens Vorteile ergeben. Exemplarisch sei hier nur die Absenkung der Scherbenrohdichte durch mergelige Filterkuchen, die Absenkung der Scherbenwärmeleitfähigkeit durch kaolinitische Filterkuchen oder die Aktivierung des Sinterverhaltens durch kaliumreiche Filterkuchen der Glimmer-Gruppe erwähnt.

Jetzt ist die Kies- und Natursteinindustrie gefordert, ihr Schlammproblem offensiv anzugehen und damit maßgeblich zur Erhöhung der Ressourceneffizienz beizutragen. Zur Erinnerung: Es sind immerhin rund 15 Mio. t an feinsten Materialien, die Jahr für Jahr in Schlammteichen verschwinden und meistens für immer verloren sind. Bislang gibt es in Deutschland nur wenige Standorte von Kammerfilterpressen, aber es gibt mehr als



»9 Schematic showing the geological classification of filter cake in Germany, stratigrafic base from [11]

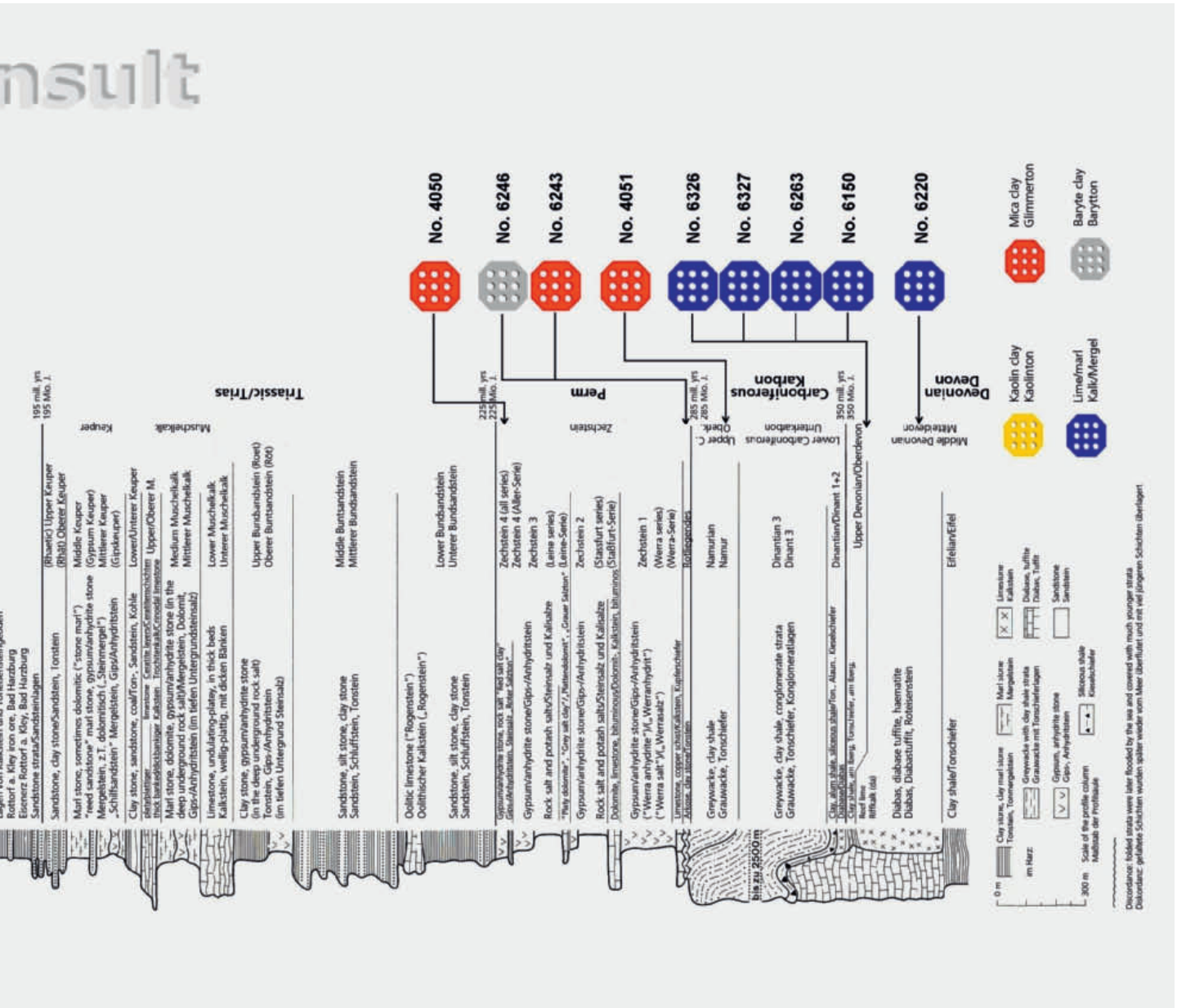
»9 Schema der geologischen Zuordnung von Filterkuchen in Deutschland, stratigrafische Grundlage aus [11]

[8] Schmitz, M., Röhling, S. & Dohrmann, R. (2011): Waschschlamm: Ein vernachlässigtes heimisches Rohstoffpotenzial? Gesteinsperspektiven, 8/2011, S. 16–18, Stein-Verlag
[9] Krakow, L. (2003): Herstellung und Einsatz tonmineralischer Filterkuchen in der Ziegelindustrie. Bauverlag, Zi Ziegelindustrie International, 07/03, S. 34–40
[10] Bundesverband Mineralische Rohstoffe (2011): Natursteinbetriebe in Deutschland. Freundliche Mitteilung vom 17.10.2011 (unveröffentlicht)
[11] Look, E.-R. (1986): Geologische Wanderkarte 1:100 000, Braunschweiger Land, 2. erw. Auflage, Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Hannover (1986)

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

2 100 Kies- und Sandwerke und über 800 Natursteinbetriebe in Deutschland [10]. Das zeigt, wie gewaltig das Potenzial ist. Es könnte in Summe gar nicht von der Ziegelindustrie aufgenommen werden.

Und natürlich kann auch die Ziegelindustrie in hohem Maße profitieren. Es erschließt sich plötzlich wieder ein Potenzial an regional verfügbaren Rohstoffen, wovon man gar nicht mehr zu träumen gewagt hätte. Damit dies gelingt, müssen die politischen Weichen richtig gestellt und finanzielle Anreize geschaffen werden. Die Interessen von Kies-, Naturstein- und Ziegelindustrie müssen koordiniert und synchronisiert werden. Im südlichen Schwarzwald helfen Filterkuchen wenig. Sie müssen in die Zentren der Ziegelindustrie. Schließlich soll Ressourceneffizienz nicht mit Massentransporten erkauft werden. Wenn diese Voraussetzungen geschaffen sind, können recycelte Mineralschlämme in hohem Maße zur nachhaltigen Sicherung der natürlichen Rohstoffversorgung beitragen. Wertvolle Tonressourcen können zeitlich gestreckt werden. Denn eines ist auch klar: Ganz ohne Ton geht es nicht.



EurGeol Dr. rer. nat. Lutz Krakow

Resource efficiency in the clay brick and tile industry Part II: Recycled clay from the washing of variegated sandstone

Ressourceneffizienz in der Ziegelindustrie Teil II: Recycling-Ton aus der Buntsandsteinwäsche

1 Geological frame and location

At Untschen Gravel Works near Gera, Germany, severely weathered clayey and pebbly sandstone is extracted and processed to road construction materials. In the processing and mineral washing of the rock, considerable volumes of recycled clay is produced in the form of filter cake. The gravel works is located in the district of Altenburger Land in Thuringia and well connected via the A4 motorway. Geologically the site lies in the outcrop of the eastern outer plateau zone of the Thuringian Basin. In lithostratigraphic terms, the exposed strata sequence is classified as part of the basal conglomerate of the Lower Triassic. The material was sedimented around 250 mill. years ago in continental-arid climatic conditions. At the turn of the Cretaceous/Paleogene around 65 mill. years ago, the strata were exposed to intensive tropical-subtropical weathering. This caused partial replasticization of the clay minerals.

2 Mineralogical composition

The filter cake exhibits a well-graded grain size distribution with an average ultrafine content of $d < 2$ µm = 36 mass %. The content $d > 63$ µm averages 8 mass %. In respect of the mineral phases it contains, the filter cake is characterized by a significant phyllosilicate content with ∑clay minerals = 61 mass %, illite/mica dominating before disordered kaolinite and low content of mixed layer minerals. White mica is not only found in the

1 Geologischer Rahmen und Standort

Im Kieswerk Untschen bei Gera werden stark verwitterte, tonig-kiesige Sandsteine gewonnen und zu Straßenbaustoffen verarbeitet. Bei der Aufbereitung und Mineralwäsche des Gesteins fallen pro Jahr erhebliche Mengen Recycling-Ton in Form von Filterkuchen an. Das Kieswerk befindet sich im Landkreis Altenburger Land in Thüringen und ist über die Autobahn A4 verkehrstechnisch sehr gut angebunden. Geologisch liegt der Standort im Ausstrich der östlichen Randplattenzone des Thüringer Beckens. Lithostratigrafisch wird die aufgeschlossene Schichtenfolge dem Basiskonglomerat des Unteren Buntsandsteins zugeordnet. Die Sedimentation erfolgte vor rund 250 Mio. Jahren unter kontinental-ariden Klimabedingungen. An der Wende Kreide/Paläogen vor rund 65 Mio. Jahren waren die Schichten einer intensiven tropisch-subtropischen Verwitterung ausgesetzt. Dadurch wurden die Tonminerale partiell replastifiziert.

2 Mineralogische Zusammensetzung

Der Filterkuchen weist eine gut abgestufte Korngrößenverteilung mit einem durchschnittlichen Feinstkornanteil von $d < 2$ µm = 36 Masse-% auf. Der Anteil $d > 63$ µm liegt im Schnitt bei 8 Masse-%. Hinsichtlich der auftretenden Mineralphasen ist der Filterkuchen durch einen nennenswerten Schichtsilikatanteil mit ∑Tonminerale = 61 Masse-% gekenn-

»1 Extraction of clayey and pebbly sandstones at Untschen Quarry

»1 Gewinnung von tonig-kiesigen Sandsteinen im Tagebau Untschen

»2 Site plan for recycled clay ABG 4050
»2 Übersichtslageplan Recycling-Ton ABG 4050

clay fraction but over the entire particle size range up to visually recognizable biaxial mica flakes. In the series of the crystalline weathered remains, quartz dominates before potassium feldspar. Most of the iron is present in the form of goethite. Accessorily, jarosite is detected as a secondary reformation. In respect of the element distribution, silicon dioxide dominates clearly before aluminium oxide and iron oxide. The flux regime is dominated by alkalis, especially by the potassium from the white mica minerals. The content of organically bonded carbon TOC amounts to 0.25 mass %.

3 Ceramic technological characteristics

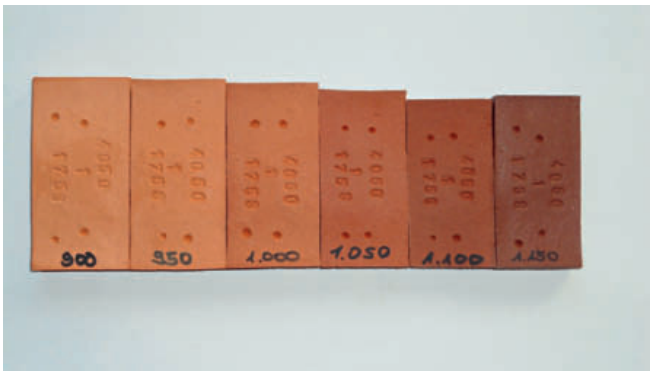
The filter cake is characterized by a stiff-plastic consistency and is ideal for processing in conventional brickworks preparation plants. It exhibits medium-plastic properties and presses well. Owing to the low content of innercrystalline expandable clay minerals, increased sensitivity during drying and in the preheating zone of the kiln is not expected. On account of the high potassium oxide content in the entire grain size range, the material is very reactive in the firing process and starts sintering early on. This is reflected in the high linear firing shrinkage and the low water absorption of the fired body. Accordingly, the material has limited refractoriness. From peak temperatures of around 1100 °C, the material releases oxygen as a result of the decomposition of iron minerals and also tends to boil. Owing to the high content of goethite, an intensive-red fired colour with strong colour effects is obtained in reduction firing. Preferred use is in the production of facing bricks and clinkers as well as in the production of high thermal insulation clay blocks. No experience in the roofing tile sector is available as yet. Technical records zeichnet, wobei Illit/Glimmer vor fehlgeordnetem Kaolinit und geringen Anteilen an Mixed-Layer-Mineralen dominiert. Muskovitischer Glimmer tritt dabei nicht nur in der Tonfraktion, sondern im gesamten Kornspektrum bis hin zu visuell erkennbaren Hellglimmerschuppen auf. In der Reihe der kristallinen Verwitterungsreste dominiert Quarz vor Kalifeldspat. Eisen liegt zum weitaus größten Teil in Form von Goethit vor. Akzessorisch wird als sekundäre Neubildung Jarosit nachgewiesen. In Bezug auf die Elementverteilung dominiert Siliziumdioxid deutlich vor Aluminiumoxid und Eisenoxid. Das Flussmittelregime wird von Alkalien, speziell vom Kalium aus den muskovitischen Glimmermineralen, beherrscht. Der Anteil an organisch gebundenem Kohlenstoff beträgt TOC = 0,25 Masse-%.

3 Keramtechnologische Charakteristik

Der Filterkuchen ist durch eine steifplastische Konsistenz gekennzeichnet und in konventionellen ziegeleitechnischen Aufbereitungsanlagen ideal zu verarbeiten. Er weist mittelplastische Eigenschaften auf und lässt sich gut verpressen. Aufgrund des geringen Anteils an innerkristallin quellfähigen Tonmineralen ist eine erhöhte Sensibilität beim Trocknen und in der Aufheizzone des Ofens nicht zu erwarten. Wegen des hohen Kaliumoxidgehaltes im gesamten Kornspektrum wirkt das Material im Brennprozess sehr reaktiv und beginnt schon früh zu sintern. Dies spiegelt sich in der hohen linearen Brennschwindung und der geringen Wasseraufnahme des gebrannten Scherbens wider. Entsprechend verfügt das Material über eine begrenzte Feuerstandsfestigkeit. Ab Spitzentemperaturen von etwa 1100 °C neigt das Material zur Abgabe von Sauerstoff aus dem Zerfall der Eisenminerale und zum Aufkochen. Aufgrund des hohen Anteils an Goethit resultiert eine intensivrote Brennfarbe mit starken Farbeffekten im reduzierenden Brand. Der bevorzugte Einsatz liegt bei der Herstellung von Vormauerziegeln und Klinkern sowie bei der Herstellung von hochwärmedämmenden Hintermauerziegeln. Erfahrungen im Dachziegelbereich liegen bislang nicht vor. Technische Empfehlung: Einsatz als mittelplastischer sinteraktiver Zusatzstoff mit Versatzanteilen zwischen 10 und 30 % in Abhängigkeit von der Spitzentemperatur, der Reaktivität und der Feuerstandsfestigkeit der Masse. Zur Farbintensivierung in rotbrennenden Massen geeignet.

4 Mengenverfügbarkeit und Schlussbemerkungen

Der Filterkuchen wird während der dauerfrostfreien Monate produziert. Die verfügbare Jahresmenge ist von der Menge des aufbereiteten Primärgesteins abhängig und beträgt bis zu



»3 Fired samples
»3 Brennproben

ommendation: use as a medium-plastic sinter-active additive in a batch content between 10 and 30% depending on the peak temperature, the reactivity and the refractoriness of the body. Suitable for intensifying the colour of red-firing bodies.

4 Volume availability and final remarks

The filter cake is produced during the permafrost-free months. The available annual volume depends on the volume of the primary rock processed and totals up to 40 000 t. To bridge the winter months, a stockpile with around 20 000 t filter cake is available.

The data given are only guide values and subject to natural fluctuation. All information is not legally binding.

40 000 t. Zur Überbrückung der Wintermonate ist eine Vorratshalde mit rund 20 000 t Filterkuchen vorhanden.

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.

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

EurGeol Dr. rer. nat. Lutz Krakow

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

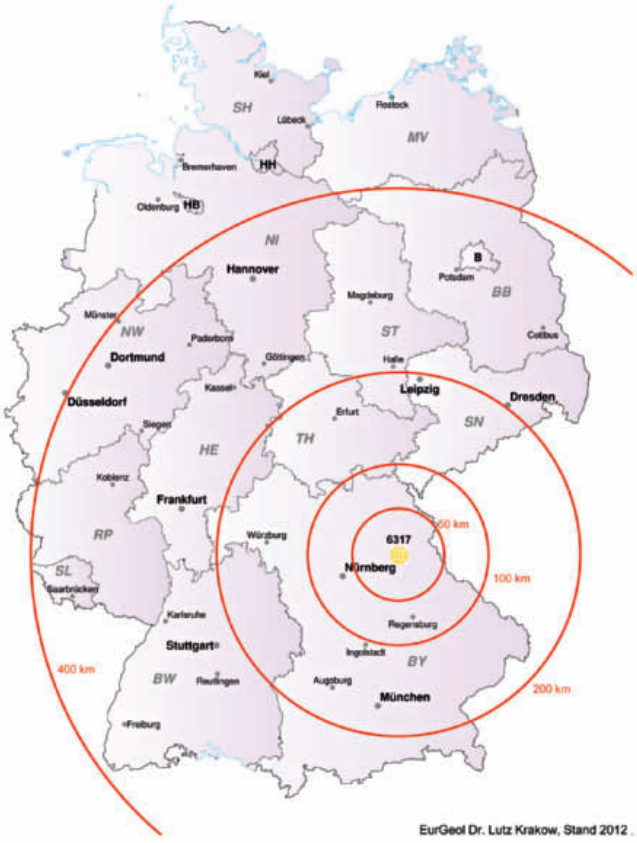
For over 135 years, the family-run company Strobel Quarzsand GmbH has been extracting kaolinitic silica sands and processing them to high-quality raw materials for the glass and construction chemical industries. The silica sand plant is located north of Amberg in the Upper Palatinate, Bavaria. Geologically, the deposit lies in the outcrop of what is known as the Dogger Sand-

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 Doggersandsteins, der dem

»1 Extraction of kaolinitic silica sands at Grossschoenbrunn/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

stone, 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 µm 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 µm = 39 mass %. The content d > 63 µm averages 20 mass %. In respect of the mineral phases contained, the filter cake features a considerable phyllosilicate content with ∑ 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 calBraunen 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 Böhmischen 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 µm 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 d < 2 µm = 39 Masse-%. Der Anteil d > 63 µm liegt im Schnitt bei 20 Masse-%. Hinsichtlich der auftretenden Mineralphasen ist der Filterkuchen durch einen deutlichen Schichtsilikatanteil mit ∑ 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 Spitzentemperatur zwischen 17,4 Masse-% bei 900 °C und 15,4 Masse-% bei 1150 °C. Aufgrund des gerin-

cium 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 between 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.

»3 Fired samples

»3 Brennproben

gen Anteils an Hämatit resultieren Brennfarben von Rosa bis Creme, wobei die Brennfarbe mit zunehmender Spitzentemperatur 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 und Klinkern ist ohne Weiteres möglich. Er kann als leicht plastischer Zusatzstoff mit Versatzanteilen von 10 bis 30 % zur Anhebung des Mittelkornanteils und der Feuerstandsfestigkeit 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.

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

EurGeol Dr. rer. nat. Lutz Krakow

Resource efficiency in the clay brick and roofing tile industry Part IV: Recycled marl from dolomite washing

Ressourceneffizienz in der Ziegelindustrie Teil IV: Recycling-Mergel aus der Dolomitwäsche

1 Geological frame and location

Since 1902 raw dolomite rock has been extracted from Grevenbrueck quarry and processed to high-quality raw materials for the steel and foundry industry. The quarry is operated by Grevenbruecker Kalkwerk GmbH & Co. KG and is located directly on the B 236 road between Finnentrop and Lennestadt. In geological terms, the deposit is situated in the northern part of the Slate Mountains on the right bank of the Rhine, in the outcrop of strata from the Middle to Upper Devonian. Around 385 million years ago, up to 1 000-m-thick reef complexes, that is massive limestones, were deposited by corals and stromatoporids. At that time the area covered by Germany today lay at the southern edge of the Old Red continent and was located geographically somewhat south of the Equator, comparable with where the South Seas are today. As a result of the exchange of calcium ions with magnesium ions, the biogenically sedimentary reef limestone was later transformed into dolomite.

The reserves in this deposit total around 80 mill. t. In dolomite processing, all fines < 40 µm are deslimed and dewatered on a modern membrane filter press to a residual moisture content of around 25 mass %. As a recycled product, considerable volumes of marl filter cake are produced with long-term supply reliability. The filter cake has a plastic consistency and is free of coarse impurities of any type.

1 Geologischer Rahmen und Standort

Seit dem Jahr 1902 werden aus dem Steinbruch Grevenbrück Dolomitrohsteine gewonnen und zu hochwertigen Rohstoffen für die Stahl- und Gießereiindustrie aufbereitet. Der Steinbruch wird von der Grevenbrücker Kalkwerk GmbH & Co. KG betrieben und befindet sich direkt an der B 236 zwischen Finnentrop und Lennestadt. Geologisch liegt die Lagerstätte im nördlichen Teil des rechtsrheinischen Schiefergebirges im Ausstrich von Schichten des Mittel- bis Oberdevons. Vor ungefähr 385 Millionen Jahren sind hier durch Korallen und Stromtoporen bis zu 1 000 m mächtige Riffkomplexe, sogenannte Massenkalke, abgelagert worden. Das Gebiet des heutigen Deutschlands lag zu dieser Zeit am Südrand des sogenannten Old Red Kontinents und befand sich geografisch etwas südlich des Äquators, vergleichbar mit der heutigen Südsee. Durch Austausch von Calcium-Ionen durch Magnesium-Ionen ist der biogen sedimentierte Riffkalk nachträglich in Dolomit umgewandelt worden.

Die Vorräte des Vorkommens betragen rund 80 Mio. t. Im Zuge der Dolomitaufbereitung werden alle Feinanteile < 40 µm abgeschlämmt und über eine moderne Membranfilterpresse bis auf Restfeuchten von rund 25 Masse-% entwässert. Dabei fallen als Recyclingprodukt erhebliche Mengen eines Mergel-Filterkuchens mit langfristiger Liefersicherheit an. Der Filterkuchen hat plastische Konsistenz und ist frei von störenden Grobbestandteilen jeglicher Art.

»1 Extraction of dolomite from the Grevenbrueck quarry in Sauerland
»1 Gewinnung von Dolomit aus dem Steinbruch Grevenbrück/Sauerland

»2 Site plan for the recycling of marl OE 6263
»2 Übersichtslageplan Recycling-Mergel OE 6263

2 Mineralogical composition

The filter cake has a loam-like particle size distribution with an average fines content of d < 2 µm = 19 mass %. The content d > 63 µm averages 6 mass %. With regard to the mineral phases present, the filter cake is characterized by the clear dominance of carbonates, dolomite being detected as making up 64 mass % and calcite with only 2 mass %. The content of phyllosilicates is ∑ TM = 23 mass % and is predominantly illitic. Innercrystalline swelling clay minerals are generally not detected. In the series of tectosilicates, free quartz is present with only 6 mass % as the only mineral phase. Iron is present predominantly in the form of goethite, making up 5 mass %.

With regard to the element distribution, calcium oxide dominates clearly before silica and magnesia. Iron oxide and alumina are also present as secondary elements. The filter cake has a low content of alkaline flux. 1.20 mass % potassium is detected. Sodium is below the detection limit of 0.03 mass %. The content of organically bonded carbon TOC is 0.16 mass %.

3 Ceramic technological characteristics

The filter cake is characterized by a soft- to stiff-plastic consistency and can be processed in conventional brickworks preparation plants. It exhibits slightly plastic properties and can be easily dried. During firing, the material is characterized up to around 550° C by only limited releases of OH groups from the adsorption and crystallization water of the present clay materials and from the goethite, which is reflected in an appro-

2 Mineralogische Zusammensetzung

Der Filterkuchen weist eine lehmähnliche Korngrößenverteilung mit einem durchschnittlichen Feinstkornanteil von d < 2 µm = 19 Masse-% auf. Der Anteil d > 63 µm liegt im Schnitt bei 6 Masse-%. Hinsichtlich der auftretenden Mineralphasen ist der Filterkuchen durch deutliche Dominanz von Karbonaten charakterisiert, wobei Dolomit mit 64 Masse-% und Calcit mit lediglich 2 Masse-% nachgewiesen werden. Der Anteil an Schichtsilikaten beträgt ∑ TM = 23 Masse-% und ist überwiegend illitisch. Innerkristallin quellfähige Tonminerale werden in der Regel nicht nachgewiesen. In der Reihe der Tektosilikate tritt freier Quarz mit lediglich 6 Masse-% als einzige Mineralphase auf. Eisen liegt überwiegend in Form von Goethit mit 5 Masse-% vor.

In Bezug auf die Elementverteilung dominiert Calciumoxid, deutlich vor Siliziumdioxid und Magnesiumoxid. Untergeordnet treten Eisenoxid und Aluminiumoxid auf. Der Filterkuchen ist arm an alkalischen Flussmitteln. Kalium wird mit 1,20 Masse-% nachgewiesen. Natrium liegt unterhalb der Nachweisgrenze von 0,03 Masse-%. Der Anteil an organisch gebundenem Kohlenstoff TOC beträgt 0,16 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. Beim Brennen ist das Material bis rund 550 °C durch nur geringe Abgaben von OH-Baugruppen aus dem Adsorptions- und Kristallwasser der vorhandenen Tonminerale sowie aus dem Goethit gekennzeichnet, was sich in einem entsprechend geringen Glühverlust von nur 3,9 Masse-% widerspiegelt. Oberhalb dieser Temperatur setzt allmählich die Entsäuerung der Karbonate ein, die im Intervall zwischen 600 und 800 °C an einem signifikanten endogenen Peak erkennbar und mit einem Glühverlust von 20,8 Masse-% korreliert ist. Ab 800 °C stellt sich ein maximaler Gewichtsverlust von 29,7 Masse-% ein, womit alle Entgasungen abgeschlossen sind.

Wegen des geringen Anteils an alkalischen Flussmitteln variiert die lineare Brennschwindung je nach Spitzentemperatur in engen Grenzen zwischen 0,2 % bei 1 000 °C und 0,6 % bei 1 150 °C. Analog stabil reagiert der Scherben in Bezug auf die Wasseraufnahme, die zwischen 41,5 Masse-% bei 900 °C und 34,4 Masse-% bei 1150 °C schwankt. Die Bildung eines gleichermaßen stabilen wie auch porösen Scherbens spiegelt sich in entsprechend geringen Scherbenrohdichten wider. Diese variieren in Abhängigkeit von der jeweils gewählten Spitzentemperatur im Bereich von 1,35 g/cm³ bis 1,39 g/cm³. Die Scherbenwärmeleitfähigkeit beträgt 0,26 W/mK bei 950 °C Brenntemperatur.

Der Einsatz des Filterkuchens wird vor allem bei der Herstellung hochwärmedämmender Hintermauerziegel gesehen. Der Filterkuchen ist hervorragend geeignet, die Scherbenrohdichte der unporosierten Tonmatrix zu senken. Technische Empfehlung: Einsatz als leicht plastischer Zusatzton mit Versatzanteilen zwischen 10 und 30 %, Substitution von leicht plastischen Lehmen und Tonen mit üblicherweise viel höherer Scherbenrohdichte. Oftmals ist der Erhalt von Kornaufbau, Plastizität sowie linearer Trocken- und Brennschwindung weitgehend möglich, was die Substitution technisch vereinfacht.

priately low loss on ignition of just 3.9 mass %. Above this temperature, the neutralization of carbonates gradually starts, which can be identified in the range between 600 and 800° C from a significant endogenous peak and correlates with a loss on ignition of 20.8 mass %. From 800° C a maximum weight loss of 29.7 mass % ensues, at which point all degasification is completed.

On account of the low content of alkaline fluxes, the linear firing shrinkage varies depending on the peak temperature within narrow bounds between 0.2% at 1 000° C and 0.6% at 1 150° C. The body exhibits a similarly stable reaction in respect of water absorption, which fluctuates between 41.5 mass % at 900° C and 34.4 mass % at 1 150° C. The formation of equally stable and porous body is reflected in correspondingly low body densities. These vary as a function of selected peak temperature in the range from 1.35 g/cm³ to 1.39 g/cm³. The thermal conductivity is 0.26 W/mK at 950° C firing temperature.

The main use of the filter cake is seen in the production of high thermal insulation backing bricks. The filter cake is ideally suitable for lowering the body density of the non-porous clay matrix. Technical recommendation: use as slightly plastic clay for addition to the batch in percentages between 10 and 30%, substitution of slightly plastic loams and clays with usually much higher body density. Often the preservation of grain structure, plasticity and linear drying and firing shrinkage is possible to a large extent, which technically simplifies substitution.

4 Volume availability and final remarks

The filter cake is produced continuously in the frost-free weather periods. The available annual volume currently amounts to around 50 000 t. The specified data are only guide values for the purpose of orientation and are subject to natural fluctuation. The information provided is not binding. Additional information is available for download at www.zi-online.info.

»3 Fired samples
»3 Brennproben

4 Mengenverfügbarkeit und Schlussbemerkungen

Der Filterkuchen wird in der dauerfrostfreien Witterungsperiode kontinuierlich produziert. Die verfügbare Jahresmenge beträgt derzeit rund 50 000 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.

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

EurGeol Dr. rer. nat. Lutz Krakow

Resource efficiency in the clay brick and tile industry Part V: Lateritic earth from quartzite processing

Ressourceneffizienz in der Ziegelindustrie Teil V: Lateriterde aus der Quarzitaufbereitung

1 Geological background and site

At Taben-Rodt Quarry, Lower Devonian hard rock is extracted and processed to high-grade chippings, track ballast and aggregates. The rock is loosened by means of large-diameter borehole blasting and then repeatedly crushed and sized. As a by-product, a fine-grained mineral blend with a particle size < 0.6 mm is produced, which is supplied to the ceramics industry under the commercial name lateritic earth. The quarry has been worked since the 1950s by the Johann Düro company and has a working height of around 220 metres at present. From the north to the south, it stretches over around 800 m. The quarry is located on the right side of the Saar Valley, directly on the B 51 road between Saarburg and Mettlach. Right next to the quarry, there is a facility for ship loading.

Geologically the quarry lies in the area of the Hünsrück-Taunus range of hills, which represents the southern border of the Rhen-

1 Geologischer Rahmen und Standort

Im Steinbruch Taben-Rodt werden unterdevonische Hartgesteine gewonnen und zu hochwertigen Edelsplitten, Gleisschottern und Baustoffgemischen aufbereitet. Das Gestein wird mithilfe von Großbohrlochsprengungen gelöst und anschließend mehrfach gebrochen und klassiert. Als Nebenprodukt fällt dabei ein feinteiliges Mineralgemisch mit einer Korngröße < 0,6 mm an, das unter der Handelsbezeichnung Lateriterde in der keramischen Industrie angeboten wird. Der Steinbruch wird seit den 1950er-Jahren von der Firma Johann Düro betrieben und besitzt eine Abbauhöhe von derzeit rund 220 Metern. Die Nord-Süd-Erstreckung liegt bei rund 800 Metern. Der Tagebau befindet sich am rechten Saartal, direkt an der B 51 zwischen Saarburg und Mettlach. In unmittelbarer Nähe des Steinbruchs besteht die Möglichkeit der Schiffsverladung.

Geologisch liegt der Tagebau im Bereich des Hunsrück-Taunus-Zuges, der den südlichen Randbereich des Rheinischen

»1 Extraction of quartzite from the Taben-Rodt Quarry, Saarland
»1 Gewinnung von Quarzit aus dem Steinbruch Taben-Rodt/Saarland

»2 Site plan, lateritic earth No. 6332
»2 Übersichtslageplan Lateriterde No. 6332

ish Slate Mountains. Around 410 million years ago the region was covered by a tropical sea. On the sea bed, thick layers of sediment were deposited, which had been eroded as weathered debris from the surrounding land masses of the Old Red Continent and flushed down from the north. In the areas near the coast of the Devonian shelf sea, thick layers of sand were sedimented, which were transformed as a result of diagenesis into sandstones and as a result of subsequent metamorphosis into quartzites. In the areas far from the coast, clay sediment was deposited, which was hardened into claystone and metamorphic clay shale. The Variscian Orogeny led to tectonic uplift and upfolding of the layers as well as the formation of extensive silt zones. Lateritic weathering and the infiltration of ferruginous solutions led to the red colouring of the rocks.

2 Mineralogical composition

The lateritic earth has a very balanced particle size distribution with an average fines content of < 2 µm = 7 mass %. The content d > 63 µm averages 33 mass %. The biggest grain lies in the range of d = 600 µm, corresponding to 0.6 mm. In respect of its mineralogy, the lateritic earth is characterized by the dominance of tectosilicates, primarily fine quartz with 55 mass %. The content of sheet silicates totals ∑ TM = 37 mass % and, with 33 mass %, can be classified predominantly under the dioctahedral minerals of the mica group. Kaolinite is present with just 4 mass %. Innercrystalline swelling clay minerals are not detected. Iron is present as haematite with 4 mass %.

Schiefergebirges repräsentiert. Vor ungefähr 410 Millionen Jahren war das Gebiet von einem tropischen Meer bedeckt. Auf dem Meeresboden lagerten sich im Laufe von Millionen Jahren mächtige Sedimentschichten ab, die als Verwitterungsschutt von den umgebenden Landmassen des sogenannten Old Red Kontinents erodiert und von Norden her eingeschwemmt wurden. In den küstennahen Bereichen des devonischen Schelfmeeres wurden mächtige Sandschichten sedimentiert, die durch Diagenese in Sandsteine und durch nachfolgende Metamorphose in Quarzite umgewandelt wurden. In den küstenfernen Bereichen kam es zur Ablagerung toniger Sedimente, die zu Tonsteinen und metamorphen Tonschiefern verfestigt wurden. Die variszische Orogenese führte zur tektonischen Hebung und Auffaltung der Schichten sowie zur Bildung ausgedehnter Verlandungszonen. Durch lateritische Verwitterung sowie durch Infiltration eisenhaltiger Lösungen wurden die Gesteine rot gefärbt.

2 Mineralogische Zusammensetzung

Die Lateriterde weist eine sehr ausgeglichene Korngrößenverteilung mit einem durchschnittlichen Feinstkornanteil von d < 2 µm = 7 Masse-% auf. Der Anteil d > 63 µm liegt im Schnitt bei 33 Masse-%. Das Größtkorn liegt im Bereich von d = 600 µm, entsprechend 0,6 mm. Hinsichtlich der Mineralogie ist die Lateriterde durch Dominanz von Tektosilikaten, allen voran von feinem Quarz mit 55 Masse-%, gekennzeichnet. Der Anteil an Schichtsilikaten beträgt ∑ TM = 37 Masse-% und ist mit 33 Masse-% überwiegend dioktaedrischen Mineralen der Glimmer-Gruppe zuzuordnen. Kaolinit tritt mit lediglich 4 Masse-% auf. Innerkristallin quellfähige Tonminerale werden nicht nachgewiesen. Eisen liegt als Hämatit mit 4 Masse-% vor.

In Bezug auf die Elementverteilung dominiert Siliziumdioxid mit 79,15 Masse-% deutlich vor Aluminiumoxid mit 11,28 Masse-% und Eisenoxid mit 3,94 Masse-%. In der Reihe der alkalischen Flussmittel wird Kaliumoxid mit 2,54 Masse-% nachgewiesen. Natrium liegt unterhalb der Nachweisgrenze von 0,03 Masse-%. Erdalkalische Flussmittel sind mit Anteilen von 0,08 Masse-% Calciumoxid und 0,52 Masse-% Magnesiumoxid nur in geringen Mengen vorhanden. Das Gleiche gilt für organisch gebundenen Kohlenstoff, der mit TOC = 0,10 Masse-% analysiert wird.

3 Keramtechnologische Charakteristik

Die Lateriterde kann wahlweise als Siloware oder angefeuchtet als Schüttgut geliefert werden. Aufgrund der geringen Korngröße muss das Material nicht weiter- zerkleinert, sondern lediglich über geeignete Mischaggregate homogen in die Masse eingebracht werden. Dabei werden etwaiges Überschusswasser gebunden und der Anmachwassergehalt der Masse abgesenkt. In der Formgebung verhält sich das Material als feinteiliges Magerungsmittel und trägt trotz des deutlichen Anteils an Schichtsilikaten nicht zur Erhöhung der Plastizität bei. Durch Eintrag von Mittelkorn verbessert das Material das Trocknungs- und Ausgasungsverhalten von plastischen Massen. Die Lateriterde selbst ist als trocknungsunempfindlich einzustufen.

Beim Brennen ist das Material durch schwache exotherme sowie endotherme Reaktionen gekennzeichnet. Der Glühverlust beträgt bis 1 000 °C lediglich 1,63 Masse-% und ist vorwiegend auf den Austrieb des Kristallwassers aus den Glimmermineralen zurückzuführen. Diese Reaktion läuft verstärkt im Temperaturintervall zwischen 500 und 900 °C ab.

With regard to element distribution, silicon dioxide clearly dominates with 79.15 mass % before alumina with 11.28 mass % and iron oxide with 3.94 mass %. In the series of alkaline fluxes, potassium oxide is detected at 2.54 mass %. Sodium is below the detection limit of 0.03 mass %. Alkaline earth fluxes are only present in small amounts with contents of 0.08 mass % calcium oxide and 0.52 mass % magnesia. The same applies to organically bound carbon, which is analysed at TOC = 0.10 mass %.

3 Ceramic technological characteristics

The lateritic earth can be supplied either in silo trucks or moistened as bulk solids. On account of the small particle size, the material does not have to be comminuted further, but only added homogeneously to the body with suitable mixing equipment. Any excess water is bound and the mixing water for the body reduced. In shaping, the material behaves as fine-grained opening material and, despite the considerable content of sheet silicates, does not contribute to an increase of plasticity. With the introduction of medium-size grain, the material improves the drying and degassing of plastic bodies. The lateritic earth itself must be classed as drying-insensitive.

During firing, the material is characterized by weak exothermic and endothermic reactions. The loss on ignition up to 1 000° C is just 1.63 mass % and can be primarily attributed to the expulsion of the water of crystallization from the mica minerals. This reaction is intensified in the temperature interval between 500 and 900° C.

Envisaged use of the material is primarily as an additive for improving drying and degassing behaviour. It behaves as a fine-grained opening material. At higher firing temperatures the sheet silicates contribute, like clay slate, actively to the sintering process. Technical recommendation: use as fine-grained opening material with intermediary quartz content with a batch content between 5 and 15%. Substitution of high-quartz sands and hard clay slates. Suitable for filigree perforation patterns and bricks with smooth surfaces. In bodies sensitive to cooling cracks, it can only be recommended when silica sands are substituted.

4 Volume availability and final remarks

With the exception of a short-term winter break, the material is produced continuously. The annual quantity available is currently around 15 000 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.

Der Einsatz des Materials wird vor allem als Zusatzstoff zur Verbesserung des Trocknungs- und Ausgasungsverhaltens gesehen. Es handelt sich um ein Material, das sich bei Aufbereitung, Formgebung und Trocknung als feinteiliges Magerungsmittel verhält. Bei höheren Brenntemperaturen tragen die Schichtsilikate, ähnlich wie bei Schiefertonen, aktiv zum Sinterprozess bei. Technische Empfehlung: Einsatz als feinteiliges Magerungsmittel mit intermediärem Quarzgehalt mit Versatzanteilen zwischen 5 und 15 %. Substitution von hochquarzhaltigen Sanden und harten Schiefertonen und Tonschiefern. Geeignet auch für filigrane Lochbilder und Ziegel mit glatten Oberflächen. In kühlrissempfindlichen Massen ist es nur zu empfehlen, wenn Quarzsande substituiert werden.

4 Mengenverfügbarkeit und Schlussbemerkungen

Mit Ausnahme einer kurzzeitigen Winterpause fällt das Material kontinuierlich an. Die verfügbare Jahresmenge beträgt derzeit rund 15 000 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.

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

EurGeol Dr. rer. nat. Lutz Krakow

Resource efficiency in the clay brick and tile industry Part VI: Recycled calcite from marble processing

Ressourceneffizienz in der Ziegelindustrie Teil VI: Recycling-Calcit aus der Mamorbearbeitung

1 Geological background and site

In the Altmuehl valley, Juma GmbH & Co. KG extracts fine-crystalline flat-cleaving limestones (Plattenkalke) and bedded limestones (Bankkalke), which are sold worldwide under the long-established trade name "Jura-Marble". The company maintains representative offices in Abu Dhabi, Italy, Poland, Russia and South Africa and agencies in Benelux, France and the USA. In quarries covering a total area of around 300 000 m², the raw material is extracted and machine-processed at the facilities in Gungolding. During sawing of the blocks of stone, a white carbonate water suspension (**»2**) is produced, which is dewatered on a modern membrane filter press to a residual water content of around 21 mass %. The filter cake formed is supplied to the ceramics industry under the trade name "Altmuehl White".

The worked strata of the White Jurassic were formed in a period around 157 to 145 million years ago as the result of combined chemical and clastic sedimentation. At this time, Southern Germany was covered by a shallow sub-tropical shelf sea, connected in the south with the Tethys Sea and an archipelago

1 Geologischer Rahmen und Standort

Im Altmühltal gewinnt die Firma Juma GmbH & Co. KG feinkristalline Platten- und Bankkalke, die unter der traditionellen Handelsbezeichnung „Jura-Mamor" weltweit vertrieben werden. Das Unternehmen unterhält Repräsentanzen in Abu Dhabi, Italien, Polen, Russland und Südafrika sowie Vertretungen in Benelux, Frankreich und den USA. Auf Steinbruchflächen von insgesamt rund 300 000 m² wird der Rohstoff gewonnen und am Standort in Gungolding einer maschinellen Bearbeitung unterzogen. Beim Sägen der Gesteinsblöcke fällt eine weiße Karbonat-Wassersuspension an (**»2**), die über eine moderne Membranfilterpresse bis auf Restfeuchten von rund 21 Masse-% entwässert wird. Die dabei entstehenden Filterkuchen werden unter der Bezeichnung „Altmühlweiß" in der keramischen Industrie angeboten.

Die im Abbau stehenden Schichten des Weißen Jura sind im Zeitraum vor rund 157 bis 145 Millionen Jahren durch kombinierte chemische und klastische Sedimentation entstanden. Zu dieser Zeit war der süddeutsche Raum von einem flachen

»1 The Altmuehl Valley is one of the largest active quarrying areas for Jurassic marble in Germany
»1 Das Altmühltal gehört zu den größten aktiven Abbaugebieten für Jura-Mamor in Deutschland

in the north. With increasing warming, the calcareous deep water of the Tethys was particularly conducive to the formation of light-coloured limestones and marls on the Franconian shelf. The climate was dry and hot. The clay content of the marl came from the Central German Ridge and was transported as a near-bed mud flow through the Hesse and Saxony straits. The morphology of the sea bed alternated between shallow platforms and extended deeper trough structures. In the deeper trough structures, especially well-bedded flat-cleaving and bedded limestones were sedimented. On the slopes of the platforms, calcareous algae and siliceous sponges formed thick reef complexes, which rose in the form of domes with diameters of around 500 metres over the sea bed. Today these sponge reefs exist as massive limestones. The thickness of the White Jurassic is a maximum of around 600 metres.

2 Mineralogical composition

The particle size distribution of the filter cake is clearly dominated by the slimes range with an average ultrafines content of d < 2 µm = 28 mass %. The content d > 63 µm averages 9 mass %. The maximum particle size is 0.2 mm. In respect of the mineral phases contained, the filter cake is characterized by the clear dominance of carbonate, especially ultrafine calcite, which makes up 98 mass %. The content of phyllosilicates is 1 mass % and consists of mica. In the series of tectosilicates, 1 mass % free silica is contained.

In respect of the element distribution, calcium oxide easily dominates with 53.61 mass % ahead of silica with 2.08 mass %, magnesia with 0.64 mass % and alumina with 0.58 mass %. The filter cake is low in alkaline fluxes. 0.13 mass % silica is detected. Sodium is below the detection limit of 0.03 mass %. The content of organically bonded carbon TOC is 0.23 mass %.

3 Ceramics-related characteristics

Owing to the high content of extremely fine calcite, the filter cake exhibits pseudoplastic behaviour with a plasticity index of IP = 4.4%. The consistency is with values around IC = 0.60 in the soft range. With regard to ceramics, the material belongs to the group of inorganic poreformers. In the drying process, the material behaviour is absolutely unproblematic as no plastic clay minerals and mineral phases containing water of crystallization are present. The firing behaviour is dominated by the deacidification of the carbonate at temperatures above 600° C. The endogenous reaction is associated with a loss on ignition of 42.41 mass % and a correspondingly strong pore forming effect.

On account of the low content of alkaline fluxes, the linear firing shrinkage varies depending on the peak temperature within narrow limits between 0.4% at 900° C and 0.8% at 1 050° C. The formation of a high-porosity body is reflected in the correspondingly low body densities. These vary depending on the selected peak temperature in the range from 0.95 g/cm³ to 0.99 g/cm³.

Use of the filter cake is seen especially in the production of high thermal insulation backing bricks. The filter cake is very suitable for lowering the body density of the non-porous clay matrix. Technical recommendation: application as inorganic pore-former in batch content between 10 and 20% substitution of slightly plastic loams with the usually much higher body densities. Often preservation of the particle structure as well as linear firing shrinkage is largely possible, which technically sim-

»2 Sawing of the marble blocks with the production of carbonate water suspension

»2 Sägen der Mamorblöcke mit Anfall der Karbonat-Wassersuspension

subtropischen Schelfmeer bedeckt, an das sich im Süden das Thetysmeer und im Norden ein Inselarchipel anschlossen. Das kalkreiche Tiefenwasser der Thetys förderte bei zunehmender Erwärmung auf dem fränkischen Schelf die Bildung heller Kalke und Mergel. Es herrschte trockenheißes Klima. Der Tonanteil der Mergel stammte dabei von der Mitteldeutschen Schwelle und wurde als bodennaher Trübestrom durch die hessische und sächsische Meeresstraße antransportiert. Die Morphologie des Meeresbodens wechselte zwischen seichten Plattformen und ausgedehnten tieferen Wannenstrukturen. In den tieferen Wannenstrukturen kamen vor allem gut geschichtete Platten- und Bankkalke zum Absatz. Auf den Hängen der Plattformen bildeten Kalkalgen und Kieselschwämme mächtige Riffkomplexe, die sich mit Durchmessern von rund 500 Metern kuppelförmig über dem Meeresboden erhoben. Heute liegen diese Schwammriffe als Massenkalke vor. Die Mächtigkeit des Weißen Jura beträgt maximal rund 600 Meter.

2 Mineralogische Zusammensetzung

Die Korngrößenverteilung des Filterkuchens wird klar vom Schlämmkornbereich mit einem durchschnittlichen Feinstkornanteil von d < 2 µm = 28 Masse-% dominiert. Der Anteil d > 63 µm liegt im Schnitt bei 9 Masse-%. Die maximale Korngröße beträgt 0,2 mm. Hinsichtlich der auftretenden Mineralphasen ist der Filterkuchen durch deutliche Dominanz von Karbonat, speziell feinstem Calcit, charakterisiert, der mit 98 Masse-% nachgewiesen wird. Der Anteil an Schichtsilikaten beträgt 1 Masse-% und besteht aus Glimmer. In der Reihe der Tektosilikate tritt freier Quarz mit 1 Masse-% auf.

In Bezug auf die Elementverteilung dominiert Calciumoxid mit 53,61 Masse-% deutlich vor Siliziumdioxid mit 2,08 Masse-%, Magnesiumoxid mit 0,64 Masse-% und Aluminiumoxid mit 0,58 Masse-%. Der Filterkuchen ist arm an alkalischen Flussmitteln. Kalium wird mit 0,13 Masse-% nachgewiesen. Natrium liegt unterhalb der Nachweisgrenze von 0,03 Masse-%. Der Anteil an organisch gebundenem Kohlenstoff beträgt TOC = 0,23 Masse-%.

»3 Secondary raw material as a result of membrane filtration of marble sludge
»3 Sekundärrohstoff durch Membranfiltration von Mamorschlamm

plifies substitution. At the same time the drying shrinkage and drying sensitivity are lowered.

4 Volume availability and final remarks

"Altmuehl White" is a valuable secondary resource, which is recovered by means of membrane filtration from marble sludge (**»3**). The filter cake is produced continuously. The available annual volume is currently around 20 000 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.

»4 Layout showing recycling of calcite EI 6324
»4 Übersichtslageplan Recycling-Calcit EI 6324

3 Keramtechnologische Charakteristik

Durch den hohen Anteil an feinstem Calcit weist der Filterkuchen ein pseudoplastisches Verhalten mit einer Plastizitätszahl von IP = 4,4 % auf. Die Konsistenz liegt mit Werten um IC = 0,60 im weichen Konsistenzbereich. Keramtechnologisch zählt das Material zur Gruppe der anorganischen Porosierungsstoffe. Im Trocknungsprozess verhält sich das Material absolut unproblematisch, da plastische Tonminerale und kristallwasserhaltige Mineralphasen fehlen. Das Brennverhalten wird durch die Entsäuerung des Karbonates bei Temperaturen oberhalb von 600 °C dominiert. Die endogene Reaktion ist mit einem Glühverlust von 42,41 Masse-% und einem entsprechend starken Porosierungseffekt verbunden.

Wegen des geringen Anteils an alkalischen Flussmitteln variiert die lineare Brennschwindung je nach Spitzentemperatur in engen Grenzen zwischen 0,4 % bei 900 °C und 0,8 % bei 1 050 °C. Die Bildung eines hochporösen Scherbens spiegelt sich in entsprechend geringen Scherbenrohdichten wider. Diese variieren in Abhängigkeit von der jeweils gewählten Spitzentemperatur im Bereich von 0,95 g/cm³ bis 0,99 g/cm³.

Der Einsatz des Filterkuchens wird vor allem bei der Herstellung hochwärmedämmender Hintermauerziegel gesehen. Der Filterkuchen ist hervorragend geeignet, die Scherbenrohdichte der unporosierten Tonmatrix zu senken. Technische Empfehlung: Einsatz als anorganisches Porosierungsmittel mit Versatzanteilen zwischen 10 und 20 % Substitution von leicht plastischen Lehmen mit üblicherweise viel höherer Scherbenrohdichte. Oftmals ist der Erhalt von Kornaufbau sowie linearer Brennschwindung weitgehend möglich, was die Substitution technisch vereinfacht. Gleichzeitig werden die Trockenschwindung und die Trocknungsempfindlichkeit herabgesetzt.

4 Mengenverfügbarkeit und Schlussbemerkungen

Altmühlweiß ist ein wertvoller Sekundärrohstoff, der durch Membranfiltration aus Mamorschlamm gewonnen wird (**»3**). Der Filterkuchen wird kontinuierlich produziert. Die verfügbare Jahresmenge beträgt derzeit rund 20 000 t. Die angegebenen Daten stellen nur orientierende Richtwerte dar und unterliegen natürlichen Schwankungen. Alle Angaben sind unverbindlich. Ergänzende Informationen stehen zum Download bereit unter www.zi-online.info.

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

EurGeol Dr. rer. nat. Lutz Krakow

Resource efficiency in the clay brick and tile industry Part VII: Ferruginous clay from diabase extraction

Ressourceneffizienz in der Ziegelindustrie Teil VII: Eisenschüssiger Rohton aus der Diabasgewinnung

1 Geological background and site

Since 1952 diabase has been extracted at Huneberg Quarry and processed to high-quality aggregate and building materials mixes for traffic route engineering. The quarry operated by Kemna Bau Andreae GmbH & Co. KG is located directly on the B4 road between Bad Harzburg and Torfhaus. It is currently working seven levels with a total height of around 150 m. As a result of deep physical-chemical weathering processes, the diabase has been decomposed to 50 m below the surface of the site and transformed into primary ferruginous clay. Visually this decomposition zone can be identified from the ochre brown rock colour, but also from the bleached, greyish-green rock colours (**»1**).

Geologically the deposit lies in the northern part of the Upper Harz diabase range, which as a structural element running from the southwest to the northeast crosses through the Clausthal Culm Fold Belt. From the Middle Early Devonian, the region of the Harz today was flooded by the RhenishOcean from the sea. In the form of an elongated geosyncline between the southern supercontinent Gondwana and the northern supercontinent Laurussia, this ocean functioned over a relatively long geological period as a sedimentation basin for the detritus of the surrounding continents. In the area of deep geotectonic

1 Geologischer Rahmen und Standort

Seit dem Jahr 1952 wird im Steinbruch Huneberg Diabas gewonnen und zu hochwertigen Gesteinskörnungen und Baustoffgemischen für den Verkehrswegebau aufbereitet. Der von der Kemna Bau Andreae GmbH & Co. KG betriebene Steinbruch befindet sich direkt an der B 4 zwischen Bad Harzburg und Torfhaus. Er erschließt derzeit sieben Abbausohlen mit einer Höhe von insgesamt rund 150 m. Durch tiefgründige physikalisch-chemische Verwitterungsprozesse ist der Diabas bis zu 50 m unter Geländeoberfläche zersetzt und in primären eisenschüssigen Rohton umgewandelt worden. Visuell sind diese Zersatzzonen vor allem an ockerbraunen, aber auch an gebleichten graugrünlichen Gesteinsfarben zu erkennen (**»1**).

Geologisch liegt die Lagerstätte im nördlichen Teil des Oberharzer Diabaszuges, der als Südwest-Nordost streichendes Strukturelement die Clausthaler Kulmfaltenzone durchzieht. Ab dem mittleren Unterdevon war das Gebiet des heutigen Harzes durch den Rheinischen Ozean vom Meer überflutet. In Form einer langgestreckten Geosynklinale zwischen dem südlichen Urkontinent Gondwana und dem nördlichen Großkontinent Laurussia fungierte dieser Ozean hierbei über einen längeren geologischen Zeitraum als Sedimentationsbecken für den

»1 Huneberg diabase quarry in Lower Saxony against the background of the Brocken panorama

»1 Diabasbruch Huneberg/Niedersachsen vor dem Hintergrund des Brockenpanoramas

»2 Decomposed material in the underlying strata: still diabase in terms of structure, already clay in terms of mineral composition

»2 Liegender Zersatz: von der Struktur noch Diabas, vom Mineralbestand schon Ton

fracture and fissure zones, besides metalliferous solutions, hot basic magmas rose up. The genesis of the Huneberg diabase can be attributed in the first step to submarine volcanism in initial geosynclinic formation periods in the Upper Middle Devonian around 387 to 381 million years ago.

Parallel to the continued plate collision to form the later supercontinent Pangaea, at the edge of the continental plates, the Variscan orogeny already initiated in the Early Devonian increased in intensity. Folding, desquamation and overthrust during the Lower Carboniferous were the consequence of these tectonic processes. At the same time the volcanic activity increased again, resulting in a further submarine period promoting the formation of so-called overthrust diabases around 350 to 320 million years ago. In the late orogenic stage around 293 million years ago, the Huneberg diabases were contact-metamorphically altered by the rise of the Brocken pluton. In this process the main mineralogical constituents such as pyroxenes were transformed into chloritic phyllosilicates.

From the turn of Cretaceous/Palaeogene periods around 65 million years ago, tropical climatic conditions triggered deep-reaching weathering processes. Accordingly, physical decomposition and mineralogical transformation of the diabases ensued, resulting in considerable thicknesses of decomposed material. In the underlying strata, the greyish green decomposition material still exhibits the exterior structure of diabase, although in mineralogical terms it is actually clay (**»2**). As a result of chemical weathering, the chloritic phyllosilicates were first transformed into alternating strata of chlorite and smectite and finally into smectites. The outwardly appearing solid rock falls apart even on slight impact of a geologic hammer into fine-particulate grit. Separation planes are characterized by secondary mineralizations of trivalent iron and characterized by white phyllosilicates. Towards the overlying strata, the primary diabase structures are lost and the now predominantly brown-coloured decomposed materials is easily recognized as clay from the visual appearance (**»3**). With regard to its genesis it is a raw clay at

Verwitterungsschutt der umgebenden Kontinente. Im Bereich tiefer geotektonischer Bruch- und Spaltenzonen stiegen dann neben metallführenden Lösungen heiße basische Magmen auf, wobei die Genese des Huneberg Diabases im ersten Schritt auf einen submarinen Vulkanismus mit initialen geosynklinalen Förderperioden im oberen Mitteldevon vor rund 387 bis 381 Millionen Jahren zurückzuführen ist.

Parallel mit dem Fortschreiten der Plattenkollision zum späteren Superkontinent Pangäa nahm am Kontinentalplattenrand die bereits im unteren Devon eingeleitete variszische Gebirgsbildung an Intensität zu. Faltungen, Verschuppungen und Überschiebungen während des Unterkarbons waren die Folge dieser tektonischen Prozesse. Gleichzeitig erhöhte sich nochmals die vulkanische Aktivität mit der Folge einer weiteren submarinen Förderperiode von sogenannten Deckendiabasen vor rund 350 bis 320 Millionen Jahren. Im spätorogenen Stadium vor rund 293 Millionen Jahren wurden die Huneberg-Diabase durch den Aufstieg des Brockenplutons kontaktmetamorph überprägt. Dabei wurden mineralogische Hauptgemengeteile wie Pyroxene in chloritische Schichtsilikate umgewandelt.

Ab der Wende Kreide/Paläogen vor rund 65 Millionen Jahren waren tropische Klimabedingungen Auslöser für tiefreichende Verwitterungsprozesse. Dementsprechend kam es zum physikalischen Zersatz und zur mineralogischen Umwandlung der Diabase, wobei erhebliche Zersatzmächtigkeiten resultieren. Im Liegenden weist der graugrünliche Zersatz noch die äußere Struktur von Diabas auf, obwohl es sich mineralogisch schon um Ton handelt (**»2**). Durch chemische Verwitterung sind die chloritischen Schichtsilikate zunächst in Chlorit-Smektit-Wechsellagerungen und schließlich in Smektite umgewandelt worden. Das visuell scheinbar feste Gebirge zerlegt sich schon bei leichter Bearbeitung mit dem Geologenhammer in feinteiligen Verwitterungsgrus. Trennflächen sind durch sekundäre Mineralisationen von dreiwertigem Eisen

»3 Decomposed material in the overlying strata: already visually identifiable as clay

»3 Hängender Zersatz: schon rein visuell als Ton erkennbar

»4 Build-up of the raw clay stockpile in the vicinity of the quarry site
»4 Aufbau der Rohtonhalde im Bereich des Steinbruchgeländes

a primary deposit as no displacement has taken place. Annually around 250 000 t raw clay is stockpiled in the quarry area (**»4**). In the interest of improved resource efficiency, the goal is to use the raw clay in a suitable technical application. To this end, the clay brick and tile industry is one option.

2 Mineralogical composition

The raw clay has a shale-like particle size distribution with a relatively low content of very fine grain d < 2 µm = 7 mass %. The content of d > 63 µm averages 23 mass %. With regard to the mineral phases present, however, the material is characterized by a high content of phyllosilicates with ∑ TM = 73 mass %, whereby, corresponding to the basic characteristics of the starting rock, innercrystalline swelling three-layer silicates of the smectite group dominate with 35 mass %. In addition, disordered kaolinite, mica and chlorite are detected, each with a content of just under 10 mass %.

In the series of tectosilicates, soda feldspar easily dominates with 20 mass % in front of potash feldspar and quartz, each with just 1 mass %. On a subordinate level the material contains inosilicates with 3 mass % amphibole and 1 mass % clinopyroxenes. Iron hydroxide is present as a separate phase in the form of goethite with 1 mass %. More than 80% of the iron is crystalline-bonded in the phyllosilicates, especially in the chlorites and smectites.

The chemical elemental distribution is dominated by silica with 47.89 mass %, alumina with 17.96 mass % and iron oxide with 12.30 mass %. After this come the alkaline earths magnesium oxide with 5.68 mass % and calcium oxide with 3.92 mass %, these also being bonded in phyllosilicates. In the series of alkali fluxes, sodium is present with 2.46 mass % in front of potassium with 1.41 mass %. The content of organically bonded carbon TOC = 0.12 mass %.

3 Ceramics-related characteristics

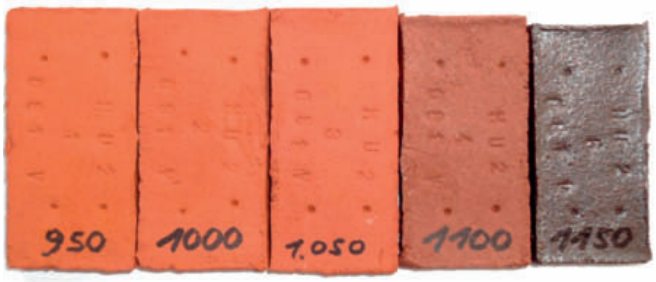
In respect of its consistency in accordance with DIN 18 122, the raw material can be classified as a semi-solid rock with medium and durch weiße Schichtsilikate charakterisiert. Zum Hangenden verlieren sich die primären Diabasstrukturen und der jetzt überwiegend braun gefärbte Zersatz erscheint auch visuell als Ton (**»3**). Von der Genese handelt es sich um einen Rohton auf primärer Lagerstätte, da eine Umlagerung nicht stattgefunden hat. Jährlich werden rund 250 000 t Rohton im Bereich des Steinbruchareals aufgehaldet (**»4**). Im Interesse einer verbesserten Ressourceneffizienz soll der Rohton in Zukunft einer adäquaten technischen Verwendung zugeführt werden. Dabei stellt die Ziegelindustrie eine Option dar.

2 Mineralogische Zusammensetzung

Der Rohton weist eine schiefertonähnliche Korngrößenverteilung mit einem relativ geringen Feinstkornanteil von d < 2 µm = 7 Masse-% auf. Der Anteil d > 63 µm liegt im Schnitt bei 23 Masse-%. Hinsichtlich der auftretenden Mineralphasen ist das Material dagegen durch einen hohen Anteil an Schichtsilikaten mit ∑ TM = 73 Masse-% charakterisiert, wobei entsprechend der basischen Charakteristik des Ausgangsgesteins innerkristallin quellfähige Dreischichtsilikate der Smektit-Gruppe mit 35 Masse-% dominieren. Daneben werden fehlgeordneter Kaolinit, Glimmer und Chlorit mit Anteilen von jeweils knapp über 10 Masse-% nachgewiesen.

In der Reihe der Tektosilikate dominiert Natronfeldspat mit 20 Masse-% deutlich vor Kalifeldspat und Quarz mit jeweils nur 1 Masse-%. Untergeordnet enthält das Material Inosilikate mit 3 Masse-% Amphibol und 1 Masse-% Klinopyroxen. Eisenhydroxid tritt als separate Phase in Form von Goethit mit 1 Masse-% auf. Mehr als 80 % des Eisens sind in den Schichtsilikaten, insbesondere in den Chloriten und Smektiten, kristallin gebunden.

»5 Layout for the GS 6351 raw clay
»5 Übersichtslageplan Rohton GS 6351



»6 Fired samples of the GS 6351 raw clay
»6 Brennproben Rohton GS 6351

um-plastic properties. With an average pit moisture of around 12 mass % the material can easily be processed with semi-wet preparation technology. Despite the increased content of adsorption-bound water, the linear drying shrinkage at 3.7% is low. This is attributed to the inhibition of the material by the contact metamorphic overprinting. Middle water present in the smectites is expelled by around 200° C, the weight loss to this temperature being 4.4 mass %. These dewatering reactions are reflected in differential thermal analysis by endothermic peaks at 88° C and 173° C. After this the material can be fired without any problems in respect of thermal reactions, the expulsion of the water of crystallization between 400° C and 600° C being associated only with a weight loss of 2.6 mass %. A quartz inversion cannot be identified in the DTA diagram.

At selected peak temperatures in the interval between 950° C and 1 050° C, a moderate increase in the linear firing shrinkage in the range from 1.7% to 3.5% can be observed. In the interval between 1 050° C and 1 150° C, as a result of the flux effect of the soda feldspar, there is a steep increase in the linear firing shrinkage up to the maximum value of 12.9%. The body reacts similarly sensitively with regard to water absorption, which varies between 22.2 mass % at 950° C and 0.2 mass % at 1 150° C. The body density varies as a function of the selected peak temperature also within wide bounds from 1.63 g/cm³ to 2.49 g/cm³.

The preferred use is considered to be in the production of masonry and clinker bricks. In the firing process the material keeps the body open up to 1 100° C, which is an advantage for the burnout of organic or other problematic components. Then the material is dense-fired in a very narrow sintering interval up to 1 150° C. The fired colours vary depending on the firing temperature between intense red and a deep dark brown (**»6**). Technical recommendation: use as a high-clay-mineral component in up to 20 mass % of the batch composition or as quartz-free clay in red- and very dark-firing clinker bodies.

4 Volume availability and final remarks

The available annual volume is around 250 000 t, although logistical restrictions still have to be expected during the winter months. To conclude, we should point out that the data given are only guide values and are subject to relatively wide natural fluctuations. No liability or guarantee is accepted regarding the completeness, accuracy and current validity of the data. This information is not binding. Supplementary details are available for download at www.zi-online.info.

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

Hinsichtlich der chemischen Elementverteilung dominieren Siliziumdioxid mit 47,89 Masse-%, Aluminiumoxid mit 17,96 Masse-% und Eisenoxid mit 12,30 Masse-%. Danach folgen die Erdalkalien Magnesiumoxid mit 5,68 Masse-% und Calciumoxid mit 3,92 Masse-%, wobei diese ebenfalls in Schichtsilikaten gebunden sind. In der Reihe der alkalischen Flussmittel tritt Natrium mit 2,46 Masse-% vor Kalium mit 1,41 Masse-% auf. Der Anteil an organisch gebundenem Kohlenstoff beträgt TOC = 0,12 Masse-%.

3 Keramtechnologische Charakteristik

Hinsichtlich seiner Konsistenz nach DIN 18 122 ist der Rohstoff als Halbfestgestein mit mittelplastischen Eigenschaften zu klassifizieren. Mit einer mittleren Bergfeuchte um die 12 Masse-% ist das Material problemlos mit halbnasser Aufbereitungstechnologie zu verarbeiten. Trotz des erhöhten Anteils an adsorptiv gebundenem Wasser ist die lineare Trockenschwindung mit 3,7 % gering. Dies wird auf die Inhibierung des Materials durch die kontaktmetamorphe Überprägung zurückgeführt. Vorhandenes Zwischenschichtwasser der Smektite wird bis etwa 200 °C ausgetrieben, wobei bis zu dieser Temperatur der Gewichtsverlust bei 4,4 Masse-% liegt. Diese Entwässerungsreaktionen spiegeln sich in der Differential-Thermo-Analyse in endothermen Peaks bei 88 °C und 173 °C wider. Danach ist das Material in Bezug auf thermische Reaktionen problemlos zu brennen, wobei auch der Austrieb des Kristallwassers zwischen 400 °C und 600 °C nur mit einem Gewichtsverlust von 2,6 Masse-% verbunden ist. Ein Quarzsprung ist im DTA-Diagramm nicht erkennbar.

Bei gewählten Spitzentemperaturen im Intervall zwischen 950 °C und 1 050 °C ist ein moderater Anstieg der linearen Brennschwindung im Bereich von 1,7 % bis 3,5 % zu beobachten. Im Intervall zwischen 1 050 °C und 1 150 °C kommt es infolge der Flussmittelwirkung des Natronfeldspats zu einem starken Anstieg der linearen Brennschwindung bis hin zu Maximalwerten von 12,9 %. Analog sensibel reagiert der Scherben in Bezug auf die Wasseraufnahme, die zwischen 22,2 Masse-% bei 950 °C und 0,2 Masse-% bei 1 150 °C variiert. Die Scherbenrohdichte variiert in Abhängigkeit von der gewählten Spitzentemperatur ebenfalls in erheblichen Grenzen von 1,63 g/cm³ bis 2,49 g/cm³.

Der bevorzugte Einsatz wird bei der Herstellung von Mauerziegeln und Klinkern gesehen. Im Brennprozess hält das Material den Scherben bis zu 1 100 °C offen, was für den Ausbrand organischer oder anderer problematischer Massebestandteile von Vorteil ist. Danach brennt das Material in einem sehr engen Sinterintervall bis 1 150 °C dicht. Die Brennfarben variieren je nach Brenntemperatur zwischen intensiv rot und tief dunkelbraun (**»6**). Technische Empfehlung: Einsatz als hochtonmineralhaltige Komponente mit Versatzanteilen von bis zu 20 Masse-% oder, als quarzfreier Ton, in rot und tief dunkel brennenden Klinkermassen.

4 Mengenverfügbarkeit und Schlussbemerkungen

Die verfügbare Jahresmenge liegt bei etwa 250 000 t, wobei derzeit noch mit logistischen Einschränkungen während der Wintermonate zu rechnen ist. Abschließend weisen wir darauf hin, dass die angegebenen Daten lediglich orientierende Richtwerte darstellen und größeren natürlichen Schwankungen unterliegen können. Jegliche Haftung oder Garantie für die Aktualität, Richtigkeit und Vollständigkeit ist ausgeschlossen. Alle Informationen sind unverbindlich. Ergänzende Informationen stehen zum Download bereit unter www.zi-online.info.

EurGeol Dr. rer. nat. Lutz Krakow

Resource efficiency in the clay brick and tile industry Part VIII: Greywacke filler from hard stone processing

Ressourceneffizienz in der Ziegelindustrie Teil VIII: Grauwackefüller aus der Hartsteinaufbereitung

1 Geological background and site

At Hüttengrund Quarry, tectonically deformed greywacke layers are extracted and processed to high-grade aggregate and building material mixes for road construction. During crushing and sizing, around 30 000 t material filler per year is collected from the dust collection system. The quarry is operated as a part of the amo/Debus Group by Hartsteinwerk Hüttengrund GmbH. It is located north of Sonneberg in Thuringian Forest and is currently working six levels with a total height of more than 100 m (**»1**). Geologically speaking, the deposit lies at the southern edge of the Thuringian-Franconian Highlands, which as a structural element running from the northwest to the southeast marks the borderland between Eastern Thuringia and Northern Bavaria.

At the time of the Lower Carboniferous around 347 to 331 mill. years ago, this region lay near the Equator and was flooded by an ocean. In the form of an elongated geosyncline between the southern supercontinent Gondwana and the northern minor large continent Laurussia, this ocean functioned as a sedimentation basin for the weathered debris of the surrounding continents. In the region of the Thuringian-Franconian Highlands today, thick sediments were deposited in Culm facies. The total of over 3 600-m-thick sediments can be divided into a number of major rhythmites, each of which starts with heavy bedded greywacke and fades off with thin shaly clay shale. In the course of the Variscan orogeny the sediments were diagenetically consolidated and tectonically folded (**»2**).

1 Geologischer Rahmen und Standort

Im Steinbruch Hüttengrund werden tektonisch deformierte Grauwackeschichten abgebaut und zu hochwertigen Gesteinskörnungen und Baustoffgemischen für den Verkehrswegebau aufbereitet. Beim Brechen und Klassieren fallen pro Jahr rund 30 000 t Entstaubungsfüller an. Der Steinbruch wird als Teil der amo/Debus Gruppe von der Hartsteinwerk Hüttengrund GmbH betrieben. Er befindet sich nördlich von Sonneberg im Thüringer Wald und erschließt derzeit sechs Abbausohlen mit einer Gesamthöhe von mehr als 100 m (**»1**). Geologisch liegt die Lagerstätte am Südrand des Thüringisch-Fränkischen Schiefergebirges, das als Nordwest-Südost verlaufendes Strukturelement den Grenzbereich zwischen Ostthüringen und Nordbayern signifikant markiert.

Zur Zeit des Unterkarbons vor rund 347 bis 331 Mio. Jahren lag dieses Gebiet im Bereich des Äquators und war von einem Ozean überflutet. In Form einer langgestreckten Geosynklinale zwischen dem südlichen Urkontinent Gondwana und dem nördlichen Großkontinent Laurussia fungierte dieser Ozean hierbei als Sedimentationsbecken für den Verwitterungsschutt der umgebenden Kontinente. Im Gebiet des heutigen Thüringisch-Fränkischen Schiefergebirges kamen mächtige Sedimente in sogenannter Kulm-Fazies zur Ablagerung. Die insgesamt über 3 600 m mächtigen Sedimente lassen sich in eine Anzahl von Großrhythmen gliedern, die jeweils mit dickbankigen Grauwacken und Sandsteinen beginnen und mit dünnplattigen Tonschiefern ausklingen. Im Zuge der variszischen Gebirgsbildung wurden die Sedimente diagenetisch verfestigt und tektonisch aufgefaltet (**»2**).

»1 Spectacular geology at Hüttengrund Quarry/Thuringia

»1 Spektakuläre Geologie im Steinbruch Hüttengrund/Thüringen

»2 Tectonically folded layers like car body sheet in a scrap baling press
»2 Schichten tektonisch gefaltet wie Autoblech in einer Schrottpresse

2 Mineralogical composition

Greywackes are clastic sediments, which are formed from submarine turbidity currents. Corresponding to this genesis, fine-particle phyllosilicates are sedimented at the same time with coarser particles like sand grains and rock fragments. Greywackes are therefore described as impure sandstones. By definition greywackes consist of a clay matrix (15–75 mass %) in which feldspars, quartz and rock fragments are embedded (**»3**). A characteristic feature of the microstructure on sample scale is graduated stratification. This means that coarser particles are deposited first and the finer particles at the end of a sedimentation sequence. The particle size curve of the greywacke analysed here shows a fines percentage of d < 2 µm = 10 mass %. The percentage d > 63 µm averages 24 mass %. The largest grain is smaller than 0.8 mm.

In respect of the mineral phases present, the material is characterized by a substantial content of phyllosilicates with ∑ TM = 39 mass %, corresponding to the geological and stratigraphic position, innercrystalline non-swelling three-layer silicates in the mica group dominate with 26 mass %. In addition, 13 mass % non-expansive minerals in the chlorite group are detected. In the series of tectosilicates, free quartz dominates with 44 mass %. A notable content of 14 mass % soda feldspar is determined. As a minor constituent, the filler contains finely dispersed carbonates with 2 mass % calcite and 1 mass % dolomite. In respect of the elemental distribution, SiO_2 dominates with 66.30 mass %, Al_2O_3 with 14.66 mass % and Fe_2O_3 with 5.81 mass %. These are followed by alkalis and alkaline earths with K_2O with 2.48 mass %, MgO with 1.87 mass %, Na_2O with 1.65 mass % and CaO with 1.43 mass %. The percentage of organically bound carbon averages TOC = 0.56 mass %.

3 Ceramics-related characteristics

In respect of its consistency according to DIN 18122, the dust-dry greywacke filler can be classed as solid rock with low plasticity. It is fine particulate silo-stored material that requires no further comminution for use in the clay brick and tile industry. In preparation, it is only important to distribute the filler homogeneously in the plastic body. The phyllosilicates effect around 3.5% linear drying shrinkage, low quantities of adsorption water being given off without any problem. There is no innercrystalline bound middle

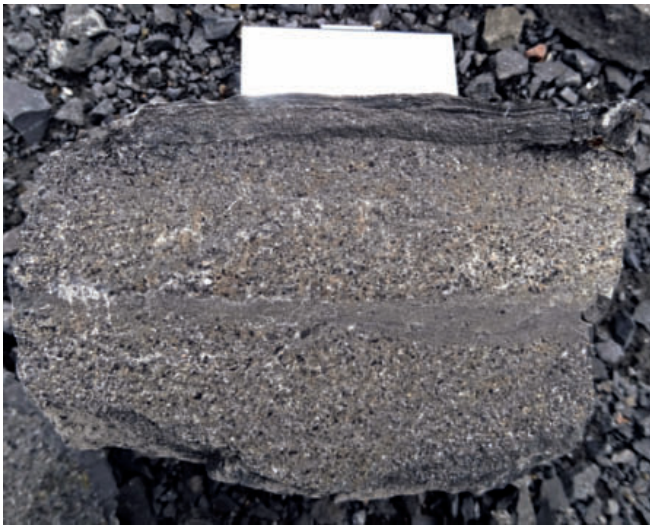
2 Mineralogische Zusammensetzung

Grauwacken sind klastische Sedimente, die aus submarinen Suspensionsströmen, sogenannten „turbidity currents", entstehen. Entsprechend dieser Genese werden feinteilige Schichtsilikate gleichzeitig mit gröberen Partikeln wie Sandkörnern und Gesteinsbruchstücken sedimentiert. Grauwacken werden daher auch als unreine Sandsteine bezeichnet. Per Definition bestehen Grauwacken aus einer Tonmatrix (15–75 Masse-%), in die Feldspäte, Quarz und Gesteinsbruchstücke eingelagert sind (**»3**). Ein charakteristisches Gefügemerkmal im Handstückmaßstab ist die gradierte Schichtung. Dies bedeutet, dass gröbere Partikel zuerst und feinere Partikel jeweils am Ende einer Sedimentationssequenz abgelagert werden. Der hier untersuchte Grauwackefüller weist in der Korngrößenkurve einen Feinstkornanteil von d < 2 µm = 10 Masse-% auf. Der Anteil d > 63 µm liegt im Schnitt bei 24 Masse-%. Das Größtkorn liegt unter 0,8 mm.

Hinsichtlich der auftretenden Mineralphasen ist das Material durch einen deutlichen Anteil an Schichtsilikaten mit ∑ TM = 39 Masse-% charakterisiert, wobei entsprechend der geologischen und stratigrafischen Position innerkristallin nicht quellfähige Dreischichtsilikate der Glimmer-Gruppe mit 26 Masse-% dominieren. Daneben werden ebenfalls nicht expansive Minerale der Chlorit-Gruppe mit 13 Masse-% nachgewiesen. In der Reihe der Tektosilikate dominiert freier Quarz mit 44 Masse-%. Natronfeldspat wird mit einem nennenswerten Anteil von 14 Masse-% nachgewiesen. Untergeordnet enthält der Füller fein verteilte Karbonate mit 2 Masse-% Calcit und 1 Masse-% Dolomit. Hinsichtlich der chemischen Elementverteilung dominieren SiO_2 mit 66,30 Masse-%, Al_2O_3 mit 14,66 Masse-% und Fe_2O_3 mit 5,81 Masse-%. Danach folgen die Alkalien und Erdalkalien mit K_2O mit 2,48 Masse-%, MgO mit 1,87 Masse-%, Na_2O mit 1,65 Masse-% und CaO mit 1,43 Masse-%. Der Anteil an organisch gebundenem Kohlenstoff beträgt im Mittel TOC = 0,56 Masse-%.

3 Keramtechnologische Charakteristik

Hinsichtlich seiner Konsistenz nach DIN 18122 ist der staubtrockene Grauwackefüller als Festgestein mit geringer Bildsamkeit zu klassifizieren. Es handelt sich um feinteilige Siloware, die für den Einsatz in der Ziegelindustrie keiner weiteren Zerkleinerung bedarf. Im Zuge der Aufbereitung geht es lediglich



»3 Characteristic microstructure of greywacke in a specimen
»3 Charakteristisches Gefüge von Grauwacke im Handstück

water. The crystalline water of the mica and chlorites is expelled in a relatively weak endogenous reaction between 400 and 600 °C.

Corresponding to the mineralogical composition and the interaction between the phyllosilicates, soda feldspar and quartz, detectable firing shrinkage and ceramic activity only start in the temperature interval between 1 000 and 1 050 °C. Above 1 050 °C the soda feldspar causes up to 8.3 % linear firing shrinkage at 1 100 °C, which is then reflected in water absorption under 2.0 mass % and fired body density of more than 2.30 g/cm³. The fired colours vary depending on the selected peak temperature between orange red and brown (**»5**).

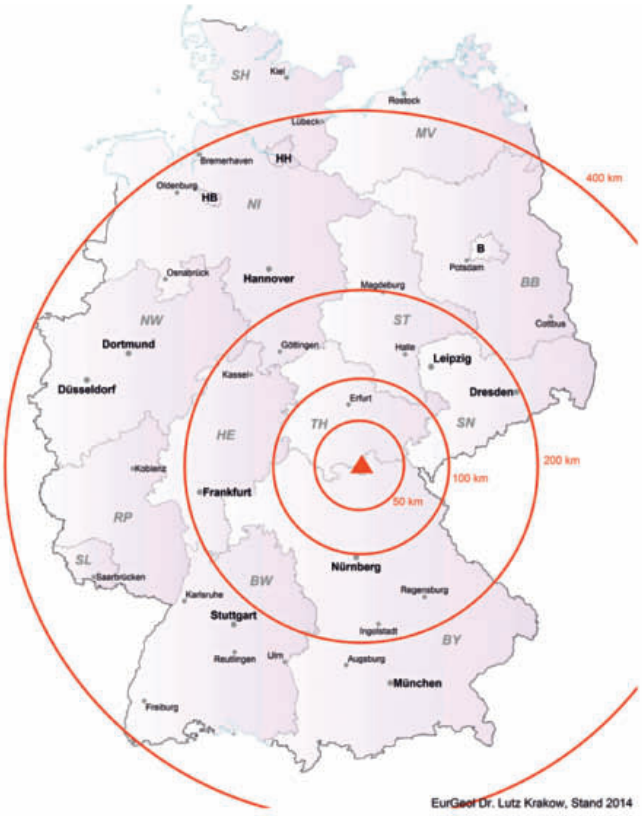
As an additive with clay shale effect, the greywacke filler can be used in many sectors of the clay brick and tile industry. The preferred use is in the manufacture of clay roofing tiles, clinker bricks and clay pavers. In the firing process, the material keeps the body open up to 1 000 °C, which is an advantage for the burnout of organic or other body constituents. After that, the material fires dense in a narrow sintering interval up to 1 100 °C.

Technical recommendation

- Synchronous and partial substitution of drying-sensitive clays and high-quartz natural sands with batch content up to 20 mass %
- As fine particulate and dry material also interesting in respect of energy saving in preparation and drying

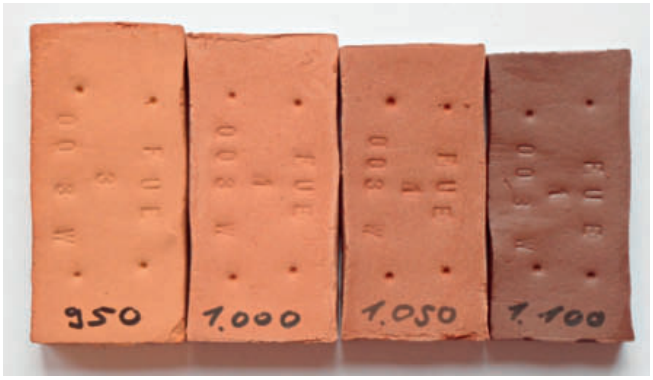
4 Volume availability and final remarks

The available annual quantity is currently around 30 000 t. Silo capacities at the site guarantee supply during the winter months if agreed. As an alternative to the filler tested here, a somewhat coarser fine grade 0/0.2 mm is also available. The specified data are only guide values and can be subject to large natural fluctuations.



»4 Layout for greywacke filler SON 5049

»4 Übersichtslageplan Grauwackefüller SON 5049



»5 Fired samples of greywacke filler SON 5049

»5 Brennproben Grauwackefüller SON 5049

darum, den Füller homogen in der plastischen Masse zu verteilen. Die enthaltenen Schichtsilikate bewirken eine lineare Trockenschwindung von rund 3,5 %, wobei geringe Mengen an Adsorptionswasser problemlos abgegeben werden. Innerkristallin gebundenes Zwischenschichtwasser ist nicht vorhanden. Das Kristallwasser der Glimmer und Chlorite wird in einer relativ schwachen endogenen Reaktion zwischen 400 und 600 °C ausgetrieben.

Entsprechend der mineralogischen Komposition und des Wechselspiels zwischen Schichtsilikaten, Natronfeldspat und Quarz setzen eine erkennbare Brennschwindung und keramische Aktivität erst im Intervall zwischen 1 000 und 1 050 °C ein. Oberhalb von 1 050 °C verursacht der enthaltene Natronfeldspat lineare Brennschwindungen von bis zu 8,3 % bei 1 100 °C, was sich dann in Wasseraufnahmen von unter 2,0 Masse-% und Scherbenrohdichten von über 2,30 g/cm³ widerspiegelt. Die Brennfarben variieren in Abhängigkeit von der gewählten Spitzentemperatur zwischen Orangerot und Braun (**»5**).

Als Zusatzstoff mit schiefertonähnlicher Wirkung ist der Grauwackefüller in vielen Bereichen der Ziegelindustrie einsetzbar. Der bevorzugte Einsatz wird bei der Herstellung von Dachziegeln, Klinkern und Pflasterklinkern gesehen. Im Brennprozess hält das Material den Scherben bis zu 1 000 °C offen, was für den Ausbrand organischer oder anderer problematischer Massebestandteile von Vorteil ist. Danach brennt das Material in einem engen Sinterintervall bis 1 100 °C dicht.

Technische Empfehlung

- synchronpartielle Substitution von trocknungssensiblen Tonen und hochquarzhaltigen Natursanden mit Versatzanteilen von bis zu 20 Masse-%
- als feinteiliges und trockenes Material auch interessant im Hinblick auf Energieeinsparungen bei Aufbereitung und Trocknung

4 Mengenverfügbarkeit und Schlussbemerkungen

Die verfügbare Jahresmenge liegt derzeit bei etwa 30 000 t. Silokapazitäten am Standort gewährleisten nach Abstimmung auch eine Versorgung während der Wintermonate. Alternativ zum hier untersuchten Füller steht eine etwas gröbere Feinabsiebung 0/0,2 mm ebenfalls zur Verfügung. Die angegebenen Daten stellen lediglich orientierende Richtwerte dar und können größeren natürlichen Schwankungen unterliegen.

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

EurGeol Dr. rer. nat. Lutz Krakow

Resource efficiency in the clay brick and tile industry Part IX: Slate flour from phyllite sizing

Ressourceneffizienz in der Ziegelindustrie Teil IX: Schiefermehl aus der Phyllitfraktionierung

»1 New equipment for loading earth-moist slate flour in Jarnoltowek/Poland

»1 Neue Anlage zur Verladung von erdfeuchtem Schiefermehl in Jarnoltowek/Polen

Photos/Fotos: Krakow Rohstoffconsult

1 Geological background and site

At a site in Jarnoltowek, Poland, Dewon SP.ZO.O extracts greyish blue phyllitic slate and processes this with state-of-the-art screening and grinding equipment to high-quality phyllitic slate chippings. Up to 90 000 t slate flour are produced per year. Since April 2014 the slate flour has been sold on the market with defined moisture content as earth-moist bulk material. The clay deposit is located in the Opawskie Mountains directly on the Polish-Czech border. The viably extractable reserves are estimated to be around 5.7 mill. tonnes by the Polish Geological Survey. Geologically the clay deposit lies at the gateway to Hrubý Jeseník, which represents the eastern part of the Sudetic Variscan [1].

The phyllitic slate extracted was formed around 385 mill. years ago at the time of the upper Middle Devonian/Givetian. Under the term "Pokrzywnica strata", it has gone into the literature as a type locality [2]. At the time of the Devonian, the area in question lay somewhat south of the Equator and was

1 Geologischer Rahmen und Standort

Am Standort Jarnoltowek, Polen, gewinnt die Firma Dewon SP.ZO.O graublaue Phyllitschiefer und bereitet diese mit modernster Sieb- und Mahltechnik zu hochwertigen Phyllitschiefersplittkörnungen auf. Dabei fallen pro Jahr bis zu 90 000 t Schiefermehl an. Seit April 2014 wird das Schiefermehl definiert befeuchtet und als erdfeuchtes Schüttgut am Markt platziert. Die Tonlagerstätte befindet sich im Zuckmanteler Bergland direkt an der polnisch-tschechischen Grenze. Die wirtschaftlich gewinnbaren Vorräte werden vom polnischen geologischen Dienst auf rund 5,7 Mio. Tonnen beziffert. Geologisch liegt die Tonlagerstätte vor den Toren des Altvatergebirges, welches den östlichsten Teil des sudetischen Variszikums repräsentiert [1].

Der im Abbau stehende Phyllitschiefer ist vor rund 385 Mio. Jahren zur Zeit des oberen Mitteldevons/Givetium entstanden. Unter dem Begriff „Pokrzywnica-Schichten" ist er als Typlokalität in die Fachliteratur eingegangen [2]. Zur Zeit des Devons lag das betrachtete Gebiet etwas südlich des Äquators und war

»2 Extraction of Devonian phyllitic slate in Jarnoltowek/Poland

»2 Gewinnung von devonischem Phyllitschiefer in Jarnoltowek/Polen

flooded by an ocean. In the shelf area, thick clay sediments settled, which were dumped from the Old-Red-Continent from the northern direction. In the course of the Variscan Orogeny, the Devonian ocean was closed up as a result of subduction processes. The clay sediments were sunk to depths of around 5 000 m and heated to over 150° C. Besides compaction and dewatering of the sediments, this also led to tectonic folding and pronounced cleavage of the mountain (**»2**). During this process, primary clay minerals such as illites, smectites and kaolinites transformed into higher crystalline layer silicates and adjusted plane-parallel to the slate surfaces [3]. Primary sediment structures, like for example the original stratification, were almost completely obliterated.

2 Mineralogical composition

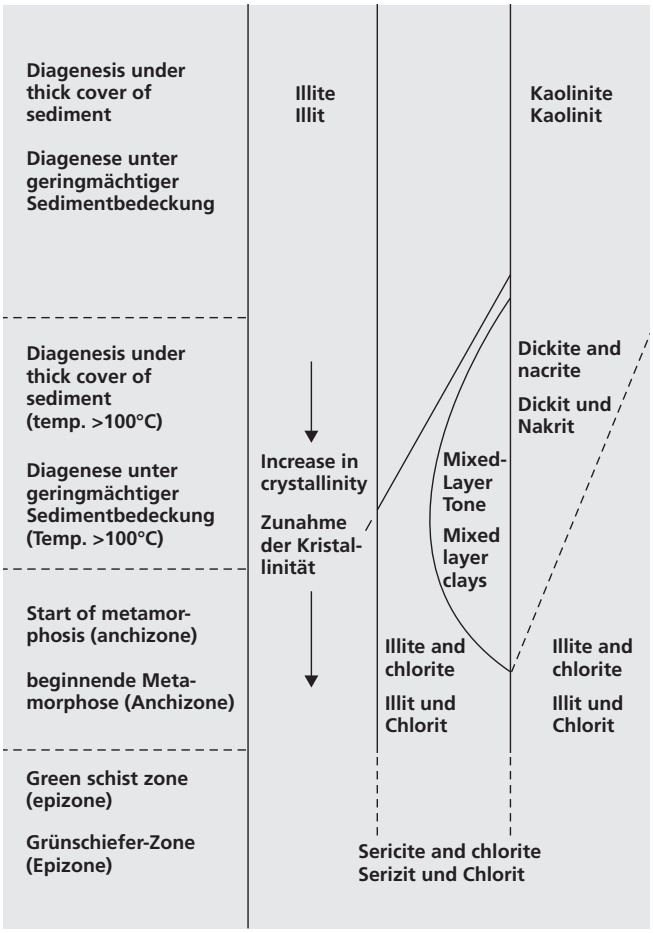
Phyllitic slates are regional metamorphically imprinted clay shales, which are characterized by the dominance of a stable clay mineral paragenesis, consisting of sericite and chlorite. By definition they are assigned to the green schist zone, which is characterized by geodynamic expulsion of the interstitial water from the crystal lattice of the clay minerals (**»3**). On account of the strong diagenetic and metamorphic consolidation, phyllitic slate can only be processed in the clay brick and tile industry after grinding/dry preparation. The slate flour produced here is available in different supply grades. The finest grade comprises a particle size range of 0/0.2 mm. The content d > 63 µm averages 12 mass %. The coarsest grade covers a grain size range of 0/1 mm with screen residue of d > 63 µm = 70 mass %.

In mineralogical terms, phyllitic slate is characterized by a notable content of innercrystalline non-swelling layer silicates with ∑ TM = 61 mass %, sericite (42 mass %) dominating before chlorite (19 mass %) in accordance with the metamorphic imprinting. In the series of tectosilicates, soda feldspar (19 mass %) is present before quartz (17 mass %). With regard to the chemical element distribution, silica (57.27 mass %), alumina (17.91 mass %) and iron oxide (9.05 mass %) are at the forefront. Then follow the alkalis and alkaline earths such as magnesia (3.13 mass %), potassium oxide (2.93 mass %), sodium oxide (2.28 mass %) and calcium oxide (1.20 mass %). The content of organically bound carbon averages TOC = 0.48 mass %.

von einem Ozean überflutet. Im Schelfbereich kamen mächtige Tonsedimente zur Ablagerung, die vom Old-Red-Kontinent aus nördlicher Richtung geschüttet wurden. Im Zuge der variszischen Gebirgsbildung wurde der devonische Ozean durch Subduktionsprozesse wieder zugeschoben. Dabei wurden die Tonsedimente bis in Erdtiefen von rund 5 000 m versenkt und auf über 150 °C aufgeheizt. Neben der Kompaktion und Entwässerung der Sedimente führte dies auch zur tektonischen Auffaltung und zur ausgeprägten Schieferung des Gebirges (**»2**). Dabei haben sich primäre Tonminerale wie Illite, Smektite und Kaolinite in höher kristalline Schichtsilikate umgewandelt und planparallel zu den Schieferflächen eingeregelt [3]. Primäre Sedimentstrukturen wie beispielsweise die ursprüngliche Schichtung wurden dadurch nahezu vollständig ausradiert.

2 Mineralogische Zusammensetzung

Phyllitschiefer sind regionalmetamorph überprägte Tonschiefer, die durch Dominanz einer stabilen Tonmineralparagenese, bestehend aus Serizit und Chlorit, gekennzeichnet sind. Per Definition werden sie der Grünschieferzone zugerechnet, die durch geodynamischen Austrieb des Porenwassers und des Zwischenschichtwassers aus dem Kristallgitter der Tonminerale charakterisiert ist (**»3**). Aufgrund der starken diagenetischen und metamorphen Verfestigung sind Phyllitschiefer in der Ziegelindustrie nur nach einer Vermahlung/Trockenaufbereitung zu verarbeiten. Das hier produzierte Schiefermehl wird in unterschiedlichen Lieferkörnungen angeboten. Die feinste Lieferkörnung umfasst einen Kornbereich



Image/Abbildung: Tucker [3]

»3 Changes in the clay mineral paragenesis caused by burying and metamorphosis

»3 Veränderungen der Tonmineralparagenese durch Versenkung und Metamorphose

»4 Defined wetting and homogenization of the slate flour

»4 Definiertes Anfeuchten und Homogenisieren des Schiefermehls

3 Ceramics-related characteristics

After selective wetting by means of rotating screws, the slate flour is available in a dust-free earthy consistency and can be transported without any problems as a bulk solid in tipper semi-trailers (»4). The material does not have to be comminuted again in the brickworks, just homogeneously incorporated into the ceramic body. In respect of its consistency according to DIN 18 122, slate flour can be classified as a fine-grained solid rock with low plasticity. The contained layer silicates effect linear dry shrinkage of around 0.9 %, very low quantities of adsorption water being easily released. Innercrystalline bound middle water is not present. Up to 200° C the weight loss is just 0.4 mass %. Drying and the entire firing process are unproblematic. The crystal water of the sericites and chlorites is expelled in a wide temperature interval between 550 and 900° C. From this relatively weak endogenous reaction, a weight loss of just 3.7 mass % results.

In accordance with the metamorphic imprint of the clay minerals, detectable firing shrinkage and ceramic activity only begin in the interval between 1000 and 1 050° C. Above 1050° C especially the soda feldspar contained causes linear firing shrinkage up to 10.6% at 1 100° C, which is then reflected in water absorption of 3.5 mass% and a fired body density of 2.22 g/cm³. The fired colours vary depending on the selected peak temperature between yellowish orange at 950° C and dark red at 1 100° C (»6).

As an additive rich in layer silicate, the slate flour can be used universally in the clay brick and tile industry. Preferred application is in the manufacture of roofing tiles, clinker bricks and clay pavers. During firing, the material keeps the body open up to 1 000° C, which is conducive to the burnout of organic or other problematic body constituents. The material then fires dense in a narrow sintering interval to 1 100° C.

Technical recommendation: Synchronous partial substitution of drying-sensitive clays and quartz-rich natural sands with a batch content up to 20 mass %. Also interesting in respect of achieving energy savings in preparation and drying.

4 Volume availability and final remarks

Forward-looking investments have been made at the Jarnoltowek site and these are making a key contribution to the preservation of primary clay resources. They are a prime example for deposit

von 0/0,2 mm. Der Anteil d > 63 µm liegt im Schnitt bei 12 Masse-%. Die gröbste Lieferkörnung umfasst ein Kornspektrum von 0/1 mm mit einem Siebrückstand von d > 63 µm = 70 Masse-%.

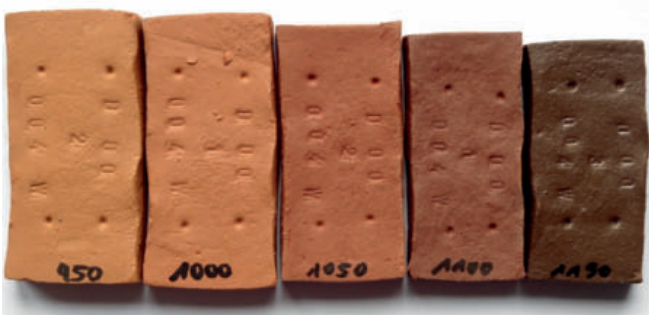
Mineralogisch ist der Phyllitschiefer durch einen nennenswerten Anteil an innerkristallin nicht expansiven Schichtsilikaten mit ∑ TM = 61 Masse-% charakterisiert, wobei entsprechend der metamorphen Überprägung Serizit (42 Masse-%) vor Chlorit (19 Masse-%) dominiert. In der Reihe der Tektosilikate treten Natronfeldspat (19 Masse-%) vor Quarz (17 Masse-%) auf. In Bezug auf die chemische Elementverteilung treten Siliziumdioxid (57,27 Masse-%), Aluminiumoxid (17,91 Masse-%) und Eisenoxid (9,05 Masse-%) in den Vordergrund. Danach folgen die Alkalien und Erdalkalien wie Magnesiumoxid (3,13 Masse-%), Kaliumoxid (2,93 Masse-%), Natriumoxid (2,28 Masse-%) und Calciumoxid mit (1,20 Masse-%). Der Anteil an organisch gebundenem Kohlenstoff beträgt im Mittel TOC = 0,48 Masse-%.

3 Keramtechnologische Charakteristik

Durch die gezielte Anfeuchtung über rotierende Schnecken liegt das Schiefermehl in staubfreier erdiger Konsistenz vor und kann problemlos als Schüttgut in Kippsattelaufliegern transportiert werden (»4). Das Material muss im Ziegelwerk nicht weiter zerkleinert, sondern nur noch homogen in die Masse eingearbeitet werden. Hinsichtlich seiner Konsistenz nach DIN 18 122 ist das Schiefermehl als feinteiliges Festgestein mit geringer Bildsamkeit zu klassifizieren. Die enthaltenen Schichtsilikate bewirken eine lineare Trockenschwindung von rund 0,9 %, wobei sehr geringe Mengen an Adsorptionswasser problemlos abgegeben werden. Innerkristallin gebundenes Zwischenschichtwasser ist nicht vorhanden. Bis 200 °C beträgt der Gewichtsverlust lediglich 0,4 Masse-%. Das Trocknen und der gesamte Brennprozess sind unproblematisch. Das Kristallwasser der Serizite und Chlorite wird in einem breiten Temperatu-

»5 Layout of Dewon 6356 phyllitic slate

»5 Übersichtslageplan Phyllitschiefer Dewon 6356



»6 Fired samples of Dewon 6356 phyllitic slate
»6 Brennproben Phyllitschiefer Dewon 6356

efficiency in practice in the clay industry. The available annual volume of earth-moist slate flour is currently around 60 000 t. Subject to 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.

Literature/Literatur

[1] Patteisky, K.: Die Geologie und Fossilführung der mährisch-schlesischen Dachschiefer- und Grauwackenformation. 354 S., 26 Taf., 1 Karte, Hrsg.: Naturwissenschaftlicher Verein, Troppau (C.S.R), 1929.
[2] Brinkmann, R.: Abriß der Geologie, Zweiter Band: Historische Geologie. 400 S., 70 Abb., 63 Taf., 21 Tab., 11. Aufl., Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 1977.
[3] Tucker, M.: Einführung in die Sedimentpetrologie. 265 S., 219 Abb., 20 Tab., Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 1985.

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

rintervall zwischen 550 und 900 °C ausgetrieben. Aus dieser relativ schwachen endogenen Reaktion resultiert ein Gewichtsverlust von nur 3,7 Masse-%.

Entsprechend der metamorphen Überprägung der Tonminerale setzen eine erkennbare Brennschwindung und keramische Aktivität erst im Intervall zwischen 1 000 und 1 050 °C ein. Oberhalb von 1 050 °C verursacht insbesondere der enthaltene Natronfeldspat lineare Brennschwindungen von bis zu 10,6 % bei 1 100 °C, was sich dann in einer Wasseraufnahme von 3,5 Masse-% und einer Scherbenrohdichte von 2,22 g/cm³ widerspiegelt. Die Brennfarben variieren in Abhängigkeit von der gewählten Spitzentemperatur zwischen gelborange bei 950 °C und dunkelrot bei 1 100 °C (**»6**).

Als schichtsilikatreicher Zusatzstoff ist das Schiefermehl universell in der Ziegelindustrie einsetzbar. Der bevorzugte Einsatz wird bei der Herstellung von Dachziegeln, Klinkern und Pflasterklinkern gesehen. Im Brennprozess hält das Material den Scherben bis zu 1 000 °C offen, was für den Ausbrand organischer oder anderer problematischer Massebestandteile von Vorteil ist. Danach brennt das Material in einem engen Sinterintervall bis 1 100 °C dicht.

Technische Empfehlung: Synchronpartielle Substitution von trocknungssensiblen Tonen und hochquarzhaltigen Natursanden mit Versatzanteilen von bis zu 20 Masse-%. Auch interessant im Hinblick auf Energieeinsparungen bei Aufbereitung und Trocknung.

4 Mengenverfügbarkeit und Schlussbemerkungen

Die Investitionen am Standort Jarnoltowek sind zukunftsweisend und tragen maßgeblich zur Schonung primärer Tonressourcen bei. Sie sind ein Paradebeispiel für praktizierte Lagerstätteneffizienz im Bereich der Tonindustrie. Die verfügbare Jahresmenge an erdfeuchtem Schiefermehl liegt derzeit bei etwa 60 000 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.

EurGeol Dr. rer. nat. Lutz Krakow

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 fashion 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).

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 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).

»1 State-of-the-art facility engineering for quarrying granite at Henneberg, Thuringia

»1 Modernste Anlagentechnik zur Granitaufbereitung am Henneberg/Thüringen

»2 The open-pit granite quarry in Thuringia

»2 Der Granittagebau Henneberg in Thüringen

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 tektosilicate series is also seen to contain 19 mass % quartz. Adding up to ∑ 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.

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

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 Tektosilikate wird darüber hinaus Quarz mit 19 Masse-% nachgewiesen. Der Anteil an Schichtsilikaten beträgt ∑ 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-% Calciumoxid und 0,96 Masse-% Magnesiumoxid nur in geringen Mengen vorhanden.

3 Keramtechnologische 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 gröberen 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

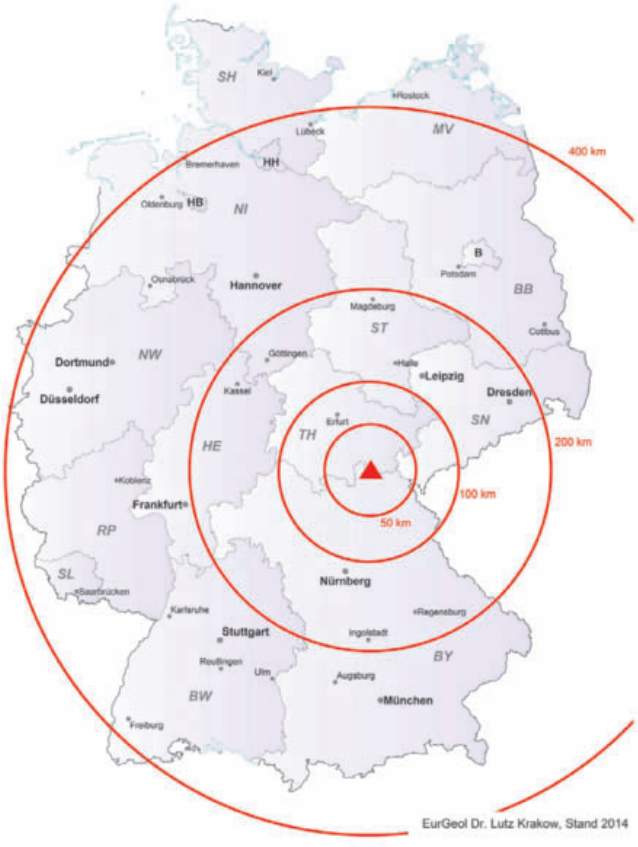
a fundamental difference to such alkaline opening materials as basalt, diabase or melaphyre.

In conformance with its dominant feldspar content, the material characteristically shows weak exothermic and endothermic reactions on firing. Its LoI 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

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 15 000 t/a. The products consist of dust-dry silo-stored material that can be homogenously 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 500 000 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.



»4 Site plan, Henneberg granite, no. 6315

»4 Übersichtslageplan des Henneberggranits 6315

»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

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 Magerungsstoffen 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 Austrieb des Kristallwassers aus den Glimmermineralen zurückzuführen. Diese Reaktion läuft verstärkt im Temperaturintervall 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 rotbrennenden 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 15 000 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 500 000 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.

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

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 Edelsplitten, 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 Feinanteile 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

»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 µm = 38 mass %. The content d > 63 µm averages 3 mass %. The largest grain is in the range of d = 100 µm, corresponding to 0.1 mm. With regard to the mineralogy, the filter cake is characterized by a high content of phyllosilicates/clay minerals with ∑ TM = 77 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 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 µm and in the fraction > 2 µm.

Randbereich des Rheinischen Schiefergebirges repräsentiert. Aufgeschlossen sind metamorphe Schichtfolgen aus der Zeit des Mittleren Unterdevon (Siegen/Pragium), 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 muskowitischen 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 µm = 38 Masse-% charakterisiert. Der Anteil d > 63 µm liegt im Schnitt bei 3 Masse-%. Das Größtkorn liegt im Bereich von d = 100 µm entsprechend 0,1 mm. Hinsichtlich der Mineralogie ist der Filterkuchen durch einen hohen Anteil an Schichtsilikaten/Tonmineralen mit ∑ TM = 77 Masse-% gekennzeichnet, wobei Muskowit/Serizit mit 42 Masse-% deutlich vor Fireclay mit 25 Masse-% und Illit mit 10 Masse-% dominiert. In der Reihe der Tektosilikate werden freier Quarz mit 20 Masse-% sowie Albit und Kalifeldspat mit jeweils < 1 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 µm und in der Fraktion > 2 µm 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 TOC = 0,16 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 1 000 °C im Einstellen der Brennschwindung widerspiegelt. In Abhängigkeit von der Spitzentemperatur 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 innercrystalline 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 %.

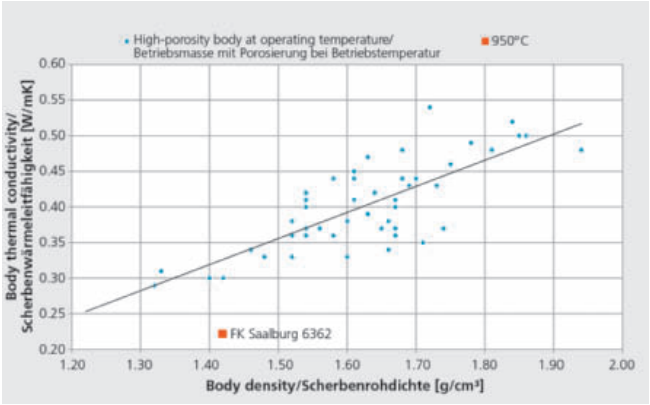
On account of the high potash content in the grain size spectrum to 20 µm, the material has a pronounced sintering capacity, which is reflected in the temperature interval between 950 and 1 000° C with the start of firing shrinkage. Depending on the peak temperature, the body density varies in a wide range between 1.46 g/cm³ at 900° C and 2.41 g/cm³ at 1 150° 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



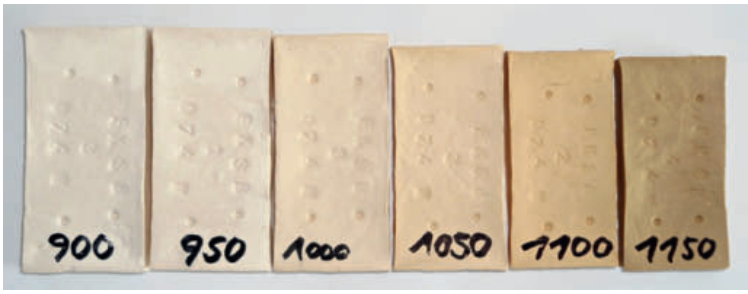
»3 Body thermal conductivity versus body density (IZF)
»3 Scherbenwärmeleitfähigkeit-Scherbenrohdichte-Diagramm (IZF)

rohdichte 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 1 150 °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 Brennfarben 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 Scherbenrohdichte 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

EurGeol Dr. rer. nat. Lutz Krakow

Resource efficiency in the clay brick and tile industry Part XII: Greywacke carbonate granulate from hard rock processing

Ressourceneffizienz in der Ziegelindustrie Teil XII: Grauwackekarbonat-Granulat aus der Hartsteinaufbereitung

1 Geological background and site

At Berge Quarry near Meschede/North Rhine-Westphalia, in one concession both greywacke and limestone are extracted and processed to aggregates and construction material mixes for the construction of transportation routes. The material consists in 70% greywacke and 30% limestone extracted from separate working sites. The underlying greywacke is concordantly covered by blackish-grey reef limestone (»1). During crushing and sizing, over 10 000 t rock flour are produced per year, which are homogeneously wetted and granulated. As part of the Basalt-Actien-Gesellschaft, the quarry is operated by Bergisch-Westerwälder Hartsteinwerke. Five levels are currently being worked with a total height of over 100 m.

Geologically the deposit lies in the Ebbe anticline, which as the prominent geotectonic structural element represents the north-eastern part of the Rhenish Slate Mountains. Quarried are greywacke and limestone from the time of the Upper Middle Devonian/Givetian, which were formed here around 374 to 380 mill. years ago as a result of sedimentation in a tropical shallow sea. The up to 700-m-thick greywacke is classified as part of the Upper Finnentrop layers. They are also called Upper Rensselandia greywacke after the leading index fossils, the brachiopods (Rensselandia circularis). The greywacke there is characterized by grey

1 Geologischer Rahmen und Standort

Im Steinbruch Berge bei Meschede/Nordrhein-Westfalen werden in einem Gewinnungsfeld sowohl Grauwacken als auch Kalksteine gewonnen und zu Gesteinskörnungen und Baustoffgemischen für den Verkehrswegebau aufbereitet. Das Material setzt sich aus 70% Grauwacke und 30% Kalkstein zusammen, welche an separaten Abbaustellen gewonnen werden. Die liegenden Grauwacken werden konkordant von schwarzgrauem Riffkalk überlagert (»1). Beim Brechen und Klassieren fallen pro Jahr über 10 000 t Gesteinsmehl an, das homogen angefeuchtet und granuliert wird. Als Teil der Basalt-Actien-Gesellschaft wird der Steinbruch von den Bergisch-Westerwälder Hartsteinwerken betrieben. Der Aufschluss erschließt derzeit fünf Abbausohlen mit einer Gesamthöhe von über 100 m.

Geologisch liegt die Lagerstätte im Bereich des Ebbe-Sattels, der als markantes geotektonisches Strukturelement den nordöstlichen Teil des Rheinischen Schiefergebirges repräsentiert. Aufgeschlossen sind Grauwacken und Kalksteine aus der Zeit des Oberen Mitteldevon/Givet, die hier vor rund 374 bis 380 Mio. Jahren durch Sedimentation in einem tropischen Flachmeer entstanden sind. Die bis zu 700 m mächtigen Grauwacken werden den Oberen Finnentroper Schichten zugeordnet. Nach den führenden Leitfossilien, den Armfüßern/Brachiopoda (Rensselandia

Photos/Fotos: Dr. Krakow

»1 Concordant deposit of greywacke and carbonate in the Berge Quarry, North Rhine-Westphalia

»1 Konkordante Lagerung von Grauwacke und Karbonat im Steinbruch Berge/Nordrhein-Westfalen

»2 Extraction site in the massive sparganophyllum limestone
»2 Abbaustelle in massigem Sparganophyllum-Kalk

»3 Geological anticline structure in the Rensselandia greywacke
»3 Geologische Sattelstruktur in den Rensselandia-Grauwacken

to greyish blue rock colours as well as the constant alternation of thinly and thickly stratified beds. They are covered by massive reef limestone, which is named Sparganophyllum limestone after the dominant type of coral (Sparganophyllum simplex) (»2). As a result of the Variscan Orogeny, the layers are tectonically deformed and folded, which is expressed in truncated anticline structures (»3).

2 Mineralogical composition

The greywacke carbonate granulate is supplied in a size of 0/0.2 mm without oversize. The ultrafine content averages d < 2 µm = 15 mass %. The content d >63 µm averages 21 mass %. In respect of the mineral phases contained, the material is characterized by a considerable content of phyllosilicates with ∑ TM = 50 mass %. Depending on the geological position, innercrystalline non-expansive three-layer silicates of the mica group dominate with 40 mass %. In addition, 8 mass % non-expansive minerals of the chlorite group are also determined. Irregular illite-smectite interbedded strata are clearly subordinate with around 2 mass %. Finely dispersed carbonates are represented with a total of 30 mass %, calcite with 28 mass % clearly dominates before dolomite with 2 mass %. In the series of tectosilicates, 15 mass % free silica, 4 mass % soda feldspar and 1 mass% potash feldspar are determined.

With regard to the chemical element distribution, as expected silicon dioxide dominates with 42.74 mass %, calcium oxide with 16.58 mass % and alumina with 12.28 mass %. These are followed by iron oxide with 4.66 mass %, potash with 2.92 mass %, sodium oxide with 0.55 mass % and SO_3 with 0.40 mass %. The loss on ignition is 16.34 mass %. The content of organically bound carbon averages TOC = 0.56 mass %.

3 Ceramics-related characteristics

The dust-fine greywacke carbonate is stored dry in silos (»4). Not until lorry loading is the material granulated with the help of tubular screw conveyors, which are installed under the storage silos. Around 10 mass % water is added to the material. The throughput rate is 100 m^3 per hour.

In respect of its consistency, in accordance with DIN 18 122 the granulate can be classified as loose rock with low plasticity. The granulate does not have to be comminuted further at the brickworks, but only homogeneously incorporated into the ceramic body. The phyllosilicates contained effect linear dry shrinkage of around 1.0%, small amounts of adsorption water being expelled without any problem. The crystalline water of the mica and chlorite is expelled in a relatively weak endogenous reaction between 400 and 600° C.

Corresponding to the mineralogical composition and the interaction between the phyllosilicates and carbonates, firing shrinkage only starts in the temperature range between 1 100

circularis), werden sie auch als Obere Rensselandia-Grauwacken bezeichnet. Die anstehenden Grauwacken sind durch graue bis graublaue Gesteinsfarben sowie durch den stetigen Wechsel von dünn- und dickbankiger Lagerung gekennzeichnet. Sie werden von massigem Riffkalk überlagert, der nach der dominanten Korallenart (Sparganophyllum simplex) auch als Sparganophyllum-Kalk bezeichnet wird (»2). Infolge der variszischen Orogenese sind die Schichten tektonisch deformiert und gefaltet, was sich in angeschnittenen Sattelstrukturen dokumentiert (»3).

2 Mineralogische Zusammensetzung

Das Grauwackekarbonat-Granulat wird mit einer Körnung von 0/0,2 mm ohne Überkornanteil ausgeliefert. Der Feinstkornanteil liegt im Mittel bei d <2 µm = 15 Masse-%. Der Anteil d >63 µm liegt im Schnitt bei 21 Masse-%. Hinsichtlich der auftretenden Mineralphasen ist das Material durch einen deutlichen Anteil an Schichtsilikaten mit ∑ TM = 50 Masse-% charakterisiert, wobei entsprechend der geologischen Position innerkristallin nicht-quellfähige Dreischichtsilikate der Glimmer-Gruppe mit 40 Masse-% dominieren. Daneben werden ebenfalls nicht-expansive Minerale der Chlorit-Gruppe mit 8 Masse-% nachgewiesen. Unregelmäßige Illit-Smektit-Wechsellagerungen treten stark untergeordnet mit rund 2 Masse-% auf. Fein verteilte Karbonate sind in Summe mit 30 Masse-% vertreten, wobei Calcit mit 28 Masse-% deutlich vor Dolomit mit 2 Masse-% dominiert. In der Reihe der Tektosilikate werden freier Quarz mit 15 Masse-%, Natronfeldspat mit 4 Masse-% und Kalifeldspat mit 1 Masse-% nachgewiesen.

Hinsichtlich der chemischen Elementverteilung dominieren erwartungsgemäß Siliziumdioxid mit 42,74 Masse-%, Calciumoxid

»4 Loading of lorries with greywacke carbonate
»4 Lkw-Verladung von Grauwackekarbonat

»5 Layout showing production of granulate 6367

»5 Übersichtslageplan Granulat 6367

and 1 150° C, although then spontaneously. Water absorption remains correspondingly stable. In the range between 950 and 1 100° C it fluctuates only slightly and at values of around 20 mass % it guarantees effective degassing in an extremely wide sintering range. In this temperature range, the body density is also very stable at values around 1.65 g/cm³. The fired colours vary depending on the chosen peak temperature between light brown and yellowish green (»6).

As an additive with a shrinkage-reducing effect, the granulate is well suited for use in the clay brick and tile industry. The preferred use is regarded as being in the production of masonry bricks. In the firing process, the material keeps the body open up to 1 100° C, which is favourable for the burnout of organic and other problematic body constituents. The granulate is completely insensitive to temperature fluctuations in the range from 950 to 1100° C and consequently has a stabilizing effect. Above 1100° C the material abruptly fires dense. Technical recommendation: substitution of clay raw materials with high drying and firing shrinkage with batch contents up to 20 mass %. Also suitable as an additive to bind fluorine.

4 Volume availability and final remarks

The annual volume currently available is around 10 000 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.

mit 16,58 Masse-% und Aluminiumoxid mit 12,28 Masse-%. Danach folgen Eisenoxid mit 4,66 Masse-%, Kaliumoxid mit 2,92 Masse-%, Natriumoxid mit 0,55 Masse-% und SO_3 mit 0,40 Masse-%. Der Glühverlust liegt bei 16,34 Masse-%. Der Anteil an organisch gebundenem Kohlenstoff beträgt im Mittel TOC = 0,56 Masse-%.

3 Keramtechnologische Charakteristik

Das staubfeine Grauwackekarbonat wird in Vorratssilos trocken gelagert (»4). Erst im Zuge der Lkw-Verladung wird das Material mithilfe von Rohrschneckenförderern granuliert, die direkt unter den Vorratssilos installiert sind. Dabei werden dem Material rund 10 Masse-% Wasser zugegeben. Die Durchsatzleistung liegt bei 100 m³ pro Stunde.

Hinsichtlich seiner Konsistenz nach DIN 18 122 ist das Granulat als Lockergestein mit geringer Bildsamkeit zu klassifizieren. Das Granulat muss im Ziegelwerk nicht weiter zerkleinert, sondern nur homogen in die Masse eingearbeitet werden. Die enthaltenen Schichtsilikate bewirken eine lineare Trockenschwindung von rund 1,0 %, wobei geringe Mengen an Adsorptionswasser problemlos abgegeben werden. Das Kristallwasser der Glimmer und Chlorite wird in einer relativ schwachen endogenen Reaktion zwischen 400 und 600 °C ausgetrieben.

Entsprechend der mineralogischen Komposition und des Wechselspiels zwischen Schichtsilikaten und Karbonaten setzt die Brennschwindung erst im Intervall zwischen 1 100 und 1 150 °C, dann allerdings spontan, ein. Entsprechend stabil bleiben auch die Wasseraufnahmen. Sie unterliegen im Intervall zwischen 950 und 1 100 °C nur geringen Schwankungen und gewährleisten bei Werten um die 20 Masse-% ein gutes Ausgasungsverhalten in einem ausgesprochen breiten Sinterintervall. Die Scherbenrohdichten sind in diesem Temperaturintervall ebenfalls sehr stabil mit Werten um 1,65 g/cm³. Die Brennfarben variieren in Abhängigkeit von der gewählten Spitzentemperatur zwischen Hellbraun und Gelblich Grün (»6).

Als Zusatzstoff mit schwindungsreduzierender Wirkung ist das Granulat gut in der Ziegelindustrie zu verwenden. Der bevorzugte Einsatz wird bei der Herstellung von Mauerziegeln gesehen. Im Brennprozess hält das Material den Scherben bis zu 1 100 °C offen, was für den Ausbrand organischer oder anderer problematischer Massebestandteile von Vorteil ist. Das Granulat ist im Intervall von 950 bis 1 100 °C absolut unempfindlich gegen Temperaturschwankungen und wirkt hier entsprechend stabilisierend. Oberhalb von 1 100 °C brennt das Material schlagartig dicht. Technische Empfehlung: Substitution von Tonrohstoffen mit hoher Trocken- und Brennschwindung mit Versatzanteilen von bis zu 20 Masse-%. Als Additiv auch geeignet zur Einbindung von Fluor.

4 Mengenverfügbarkeit und Schlussbemerkungen

Die verfügbare Jahresmenge liegt derzeit bei rund 10 000 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.

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

»6 Fired samples with granulate 6367

»6 Brennproben Granulat 6367

Lutz Krakow

Leben und Arbeit

EurGeol Dr. rer. nat. Lutz Krakow (Jahrgang 1959, verheiratet, 2 Kinder) hat an der Georg August Universität in Göttingen Geologie und Paläontologie studiert. Im Auftrag namhafter Unternehmen und staatlicher Institutionen hat Lutz Krakow zahlreiche Tonlagerstätten untersucht. Vorwiegend in Deutschland und Rumänien, aber auch in Ägypten, Österreich, Polen, der Republik Indonesien, Spanien und Tschechien. Er ist anerkannter Experte für Tonmineralogie und Ziegelrohstoffe. Seine Aufgabe ist es, optimale Rohstofflösungen zu realisieren. Dabei steht die Vermarktung von feinteiligen Reststoffen der Steine-Erden-Industrie im Fokus der Aktivitäten. Durch zahlreiche Veröffentlichungen in namhaften Fachzeitschriften sowie durch Impulsvorträge auf Lehrgängen, Tagungen und Kongressen ist Lutz Krakow auch dem internationalen Publikum bekannt.

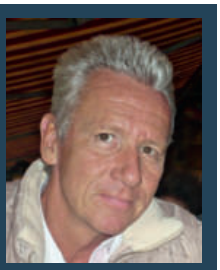
Berufliche Stationen und Auszeichnungen

Seit 2015	Geschäftsführender Gesellschafter der Dr. KRAKOW Rohstoffe GmbH in Göttingen
2014	Deutscher Rohstoffeffizienzpreis vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
2010	Titel „European Geologist" von der European Federation of Geologists in Brüssel
2002	Berufung in die Akademie der Geowissenschaften zu Hannover e.V.
Seit 2000	Geschäftsführender Gesellschafter der ClayServer GmbH in Osnabrück
1997/2015	Geokeramisches Labor Dr. Krakow RohstoffConsult in Göttingen
1990/1997	Projektleiter Deponiebau/Tone in der Erdbaulabor Göttingen GmbH
1988/1990	Graduiertengefördertes Promotionsstudium an der Georg August Universität Göttingen

Mitgliedschaften in Ausschüssen und Verbänden

Seit 1995	Arbeitskreis Tonrohstoffe im UVMB e.V.
Seit 2010	Berufsverband Deutscher Geowissenschaftler e.V.
Seit 2004	Bundesverband der Deutschen Ziegelindustrie e.V.
Seit 2011	Bundesverband Mineralische Rohstoffe e.V.
Seit 2009	Deutsche Gesellschaft für Geowissenschaften e.V.
Seit 1992	Deutsche Ton- und Tonmineralgruppe e.V.
Seit 2012	Urban Mining e.V.

Lutz Krakow



Life and work

EurGeol Dr. rer. nat. Lutz Krakow (born in 1959, married, 2 children) has studied geology and paleontology at the Georg August University in Göttingen. On behalf of well-known companies and public institutions Lutz Krakow has explored numerous clay deposits for usage in brick industry. Mainly in Germany and Romania as well as in Egypt, Austria, Poland, the Republic of Indonesia, Spain and the Czech Republic. He is a recognized expert on clay mineralogy and brick resources. The marketing of very fine-grained residues of the stone and earth industry is the focus of his efforts. Because of numerous publications in notable trade journals and specialist lectures on seminars, conferences and congresses Lutz Krakow is also known to an international audience.

Career and awards

2015	Managing Director of Dr. Krakow Rohstoffe GmbH in Göttingen
2014	German resource efficiency awarded by Federal Ministry of Economy and Energy
2010	Title of „European Geologist" by European Federation of Geologists in Brussels
2002	Appointment to the Akademie der Geowissenschaften zu Hannover e.V.
Since 2000	Managing Director of ClayServer GmbH in Osnabrück
1997/2015	Owner of the geo-ceramic laboratory Dr. Krakow Rohstoff-Consult in Göttingen
1990/1997	Project Manager Landfill construction /Clay at Erdbaulabor Göttingen GmbH
1988/1990	Research funded doctoral studies at the Georg August University of Göttingen

Memberships in committees and associations

Since 1995	Arbeitskreis Tonrohstoffe im UVMB e.V.
Since 2010	Berufsverband Deutscher Geowissenschaftler e.V.
Since 2004	Bundesverband der Deutschen Ziegelindustrie e.V.
Since 2011	Bundesverband Mineralische Rohstoffe e.V.
Since 2009	Deutsche Gesellschaft für Geowissenschaften e.V.
Since 1992	Deutsche Ton- und Tonmineralgruppe e.V.
Since 2012	Urban Mining e.V.

Franziska Schunke

Leben und Arbeit

Franziska Schunke (Jahrgang 1987, ledig) hat an der Rheinischen Friedrich-Wilhelm-Universität in Bonn Geologie/Paläontologie studiert. Während ihrer Zeit an der Universität in Bonn war sie im Fachschaftsrat des geologischen Instituts tätig, entwickelte und verwirklichte Ausstellungen im institutseigenen Museum und widmete sich als Teaching Assistant und studentischer Exkursionsleiter der akademischen Weiterbildung von Studenten. Ihr Interesse galt dabei vor allem der Sedimentologie und der umweltökologischen Entwicklung von Ablagerungsräumen. Im geokeramischen Labor Dr. Krakow RohstoffConsult bietet sich ihr nun die Möglichkeit, ihre fachlichen Kenntnisse sowohl in die keramtechnologische Analyse und Bewertung von Rohstoffen für die Ziegelindustrie als auch in verschiedene Forschungsprojekte des Unternehmens einfließen lassen zu können.

Akademische und Berufliche Stationen

Seit 2015	Diplom-Geologin bei der Dr. Krakow Rohstoffe GmbH in Göttingen
2012	Diplom der Geologie/Paläontologie an der Rheinischen Friedrich-Wilhelm-Universität in Bonn
2010	Assistierende Organisation und Durchführung der FORAMS 2010
2008/2011	Studentischer Exkursionsleiter geowissenschaftlicher Geländeaufenthalte
2008/2010	Studentische Hilfskraft und Teaching Assistant an der Universität in Bonn

Franziska Schunke

Life and work

Franziska Schunke (born in 1987, unmarried) has studied geology and paleontology at Rhenish Friedrich-Wilhelm-University in Bonn. During her study at the University of Bonn she acted as Financial Manager in the Student Council of the Geological Institute, developed and realized exhibitions in the institute's own museum and applied herself as teaching assistant and student head of field trips to the qualification of other students. Meanwhile her main concern was with sedimentology and the ecological development of depositional environments. Now, in the geoceramic laboratory of the Dr. Krakow RohstoffConsult, she got the chance to introduce her professional skills into the ceramic technological analysis and evaluation of raw materials for the brick and tile industry as well as in various research projects of the company.

Academic background and career

Since 2015	Geologist at Dr. Krakow Rohstoffe GmbH in Göttingen
2012	Master's degree in Geology and Paleontology at the Rhenish Friedrich-Wilhelm-University in Bonn
2010	Assisting organisation and realisation of the conference FORAMS 2010
2008/2011	Student Head of Field trips on geoscientific excursions
2008/2010	Student Assistant and Teaching Assistant at the University of Bonn