

# 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 Rhenish Ocean 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 sedimen-

### 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 Abbau-sohlen 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 Zersetzungs-zonen vor allem an ockerbraunen, aber auch an gebleichten graugrünlischen Gesteinsfarben zu erkennen (»1).

Geologisch liegt die Lagerstätte im nördlichen Teil des Oberharzer Diabaszuges, der als Südwest-Nordost streichendes Strukturelement die Clausthale 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



»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

tation basin for the detritus of the surrounding continents. In the area of deep geotectonic 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 geosynclinal 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 decom-

hierbei über einen längeren geologischen Zeitraum als Sedimentationsbecken für den 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 spät-orogenen 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-Wechselagerungen und schließlich in Smektit 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 und durch weiße Schichtsilikate charak-



»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

posed materials is easily recognized as clay from the visual appearance (»3). With regard to its genesis it is a raw clay at 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  $d < 2 \mu\text{m} = 7 \text{ mass } \%$ . The content of  $d > 63 \mu\text{m}$  averages 23 mass %. With regard to the mineral phases present, however, the material is characterized by a high content of phyllosilicates with  $\Sigma \text{TM} = 73 \text{ mass } \%$ , 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  $\text{TOC} = 0.12 \text{ mass } \%$ .

## 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-plastic properties. With an average pit moisture of

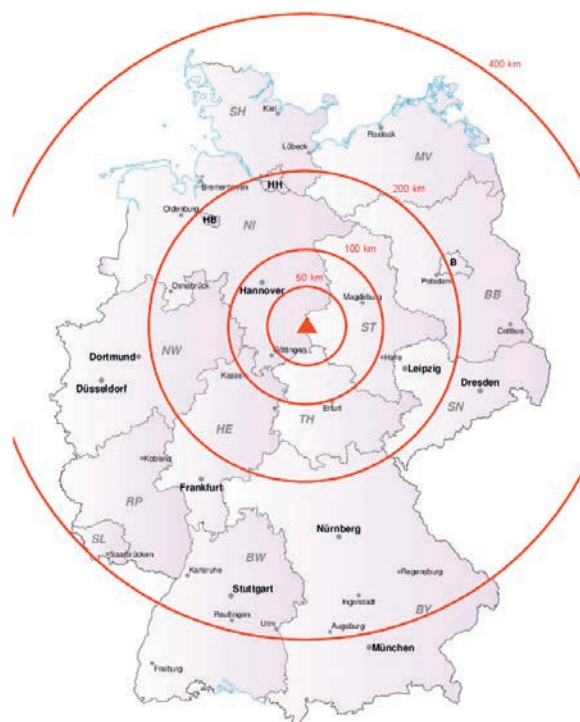
terisiert. Zum Hangenden verlieren sich die primären Diabasstrukturen und der jetzt überwiegend braun gefärbte Zersatz erscheint auch visuell als Ton (»3). Von der Genese handelt es sich um einen Rohton auf primärer Lagerstätte, da eine Umlagerung nicht stattgefunden hat. Jährlich werden rund 250 000 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 schieferonähnliche Korngrößenverteilung mit einem relativ geringen Feinstkornanteil von  $d < 2 \mu\text{m} = 7 \text{ Masse-}\%$  auf. Der Anteil  $d > 63 \mu\text{m}$  liegt im Schnitt bei 23 Masse-%. Hinsichtlich der auftretenden Mineralphasen ist das Material dagegen durch einen hohen Anteil an Schichtsilikaten mit  $\Sigma \text{TM} = 73 \text{ Masse-}\%$  charakterisiert, wobei entsprechend der basischen Charakteristik des Ausgangsgesteins innerkristalline 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 Tectosilikate 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.

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-%



EurGeol Dr. Lutz Krakow, Stand 2013

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



»6 Fired samples of the GS 6351 raw clay

»6 Brennproben Rohton GS 6351

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 1050°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 1050°C and 1150°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 1150°C. The body density varies as a function of the selected peak temperature also within wide bounds from 1.63 g/cm<sup>3</sup> to 2.49 g/cm<sup>3</sup>.

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 1100°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 1150°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](http://www.zi-online.info).

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

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 1050°C ist ein moderater Anstieg der linearen Brennschwindung im Bereich von 1,7 % bis 3,5 % zu beobachten. Im Intervall zwischen 1050°C und 1150°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 1150°C variiert. Die Scherbenrohddichte variiert in Abhängigkeit von der gewählten Spitzentemperatur ebenfalls in erheblichen Grenzen von 1,63 g/cm<sup>3</sup> bis 2,49 g/cm<sup>3</sup>.

Der bevorzugte Einsatz wird bei der Herstellung von Mauerziegeln und Klinkern gesehen. Im Brennprozess hält das Material den Scherben bis zu 1100°C offen, was für den Ausbrand organischer oder anderer problematischer Massebestandteile von Vorteil ist. Danach brennt das Material in einem sehr engen Sinterintervall bis 1150°C dicht. Die Brennfärbungen 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](http://www.zi-online.info).