

EurGeol Dr. rer. nat. Lutz Krakow / Dr. rer. nat. Mathias H. Köster

Modern raw materials for the clay brick and tile industry – Part 3: Mica schist from the andalusite-mica rock quarry in Schelmburg

Moderne Rohstoffe für die Ziegelindustrie – Teil 3: Glimmerschiefer aus dem Andalusit-Glimmerfels-Steinbruch Schelmburg

The use of secondary resources is a current trend and gaining increasing acceptance. In the meantime, in clay brick and roofing tile plants, too. This report presents a contact-metamorphically overprinted mineral filler with the properties of low-carbon and finely prepared argillaceous schist.

Der Einsatz von Sekundärrohstoffen ist im Trend und setzt sich immer mehr durch. Mittlerweile auch in Klinker- und Dachziegelwerken. Vorgestellt wird ein kontaktmetamorph überprägter Gesteinsfüller mit den Eigenschaften eines kohlenstoffarmen und feinaufbereiteten Schiefertons.

1. Geological background and location

Andalusite-mica rocks are contact-metamorphic texture-free rocks. Mineralogically, they consist mainly of mica, quartz and feldspar. The metamorphic mineral andalusite is also present as an accessory mineral. Andalusite-mica rocks are formed when acidic magmatic melts intrude into clay schist layer sequences.

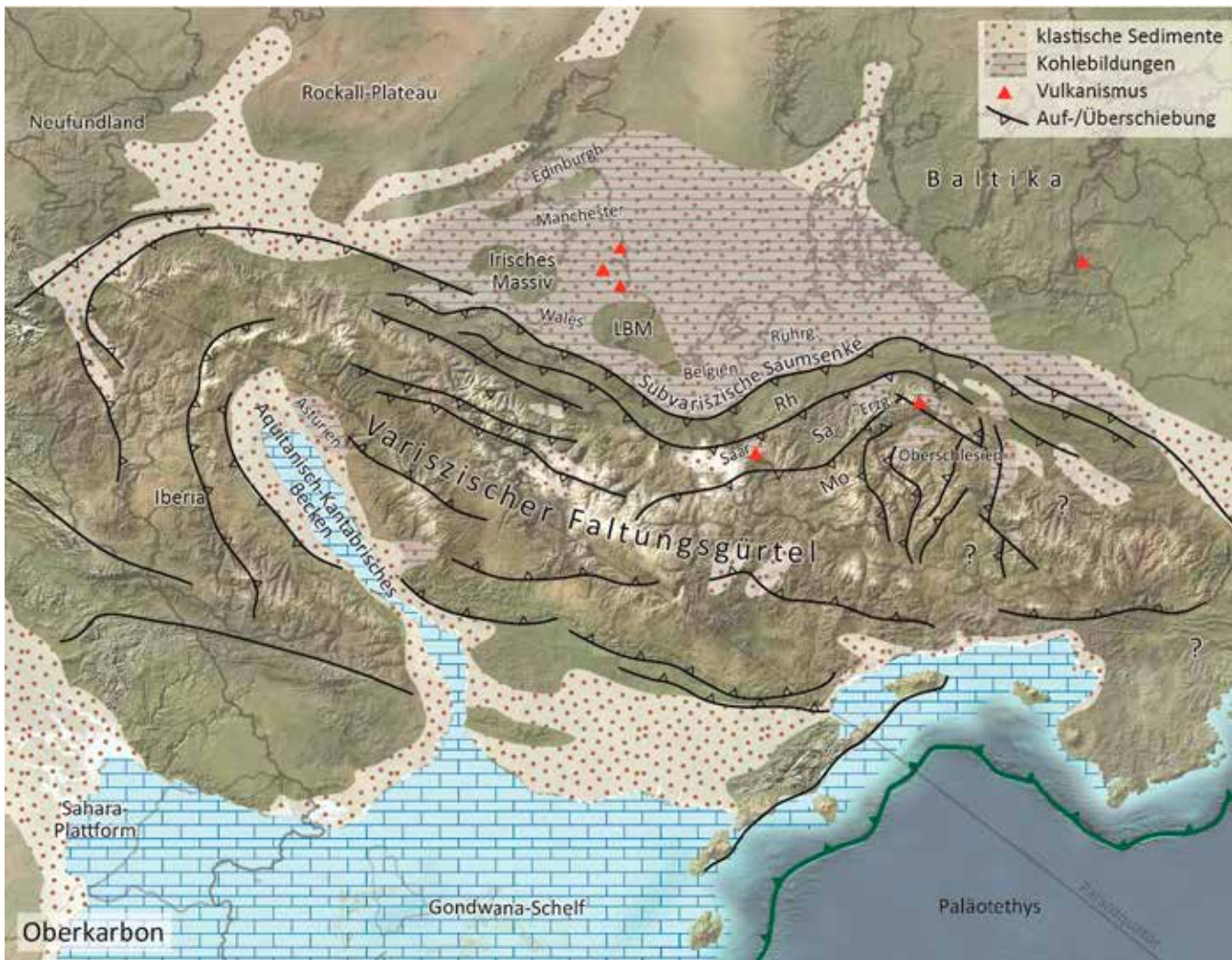
1. Geologischer Rahmen und Standort

Andalusit-Glimmerfelse sind kontaktmetamorphe texturfreie Gesteine. Mineralogisch bestehen sie hauptsächlich aus Glimmer, Quarz und Feldspat. Akzessorisch tritt das metamorphe Mineral Andalusit auf. Andalusit-Glimmerfelse bilden sich, wenn saure magmatische Schmelzen in Tonschieferschichtfolgen intrudieren.



Photos/Fotos: Krakow Rohstoffe

- »1 Germany's only andalusite-mica rock quarry is found in the Ore Mountains in Saxony.
- »1 Der einzige Andalusit-Glimmerfels-Steinbruch Deutschlands liegt im Erzgebirge/Sachsen.



»2 Palaeogeographic map of Central Europe at the time of the metamorphosis in the Carboniferous, from [2].

»2 Paläogeographische Karte Mitteleuropas zur Zeit der Metamorphose im Karbon, aus [2].

At Schelmburg quarry near Kirchberg, rock grades have been produced from andalusite-mica rock since 1999 and processed to high-grade aggregates for the asphalt and concrete industry as well as for road construction (»1). When the filler is removed from the rock grades, a fine-grained secondary resource is formed, which exhibits the properties of a finely prepared clay schist. The quarry is operated by Steinbruch Schelmburg GmbH & Co. KG, a subsidiary of Hartsteinwerke Vogtland GmbH & Co. KG. The quarry, located near the A72 motorway, has an approved extraction area of 7.3 hectares, which can be extended to 27.3 hectares.

Geologically, the quarry is in the Saxothuringian zone of the Variscan orogeny, specifically in the area of the around 1.5-km-wide contact zone of the Kirchberg granite plutons. At the turn from the Lower Carboniferous to the Upper Carboniferous, around 325 to 318 million years ago, the Kirchberg granite intruded into Ordovician phyllites and Cambrian clay schist (»2).

2. Mineralogical and chemical composition

As expected, the mineral content of the separated fines of the andalusite-mica rock reflects the mineralogical composition of the parent rock only relictically. It is affected particularly by the mechanical processing and filler removal. Primarily the low-gravity and fine-grained components are concentrated in the separated mica schist, which contains fewer heavy minerals in comparison with the coarse rock grades.

Im Steinbruch Schelmburg bei Kirchberg werden seit 1999 Gesteinskörnungen aus Andalusit-Glimmerfels hergestellt und zu hochwertigen Zuschlagstoffen für die Asphalt- und Betonindustrie sowie für den Straßenbau verarbeitet (»1). Bei der Entfüllung der Gesteinskörnungen entsteht ein feinteiliger Sekundärrohstoff, der die Eigenschaften eines fein aufbereiteten Tonschiefers aufweist. Betrieben wird der Steinbruch von der Steinbruch Schelmburg GmbH & Co. KG, einer Tochter der Hartsteinwerke Vogtland GmbH & Co. KG. Der nahe der Autobahn A72 gelegene Steinbruch verfügt über eine genehmigte Abbaufäche von 7,3 ha, die auf 27,3 ha erweiterbar ist.

Geologisch befindet sich der Steinbruch in der saxothuringischen Zone der Varisziden, speziell im Bereich der rund 1,5 km breiten Kontaktzone des Kirchbergers Granitplutons. An der Wende vom Unterkarbon zum Oberkarbon vor rund 325 bis 318 Mio. Jahren intrudierte hier der Kirchberger Granit in ordovizische Phyllite und kambrische Tonschiefer (»2).

2. Mineralogisch-chemische Zusammensetzung

Der Mineralbestand der abgetrennten Feinanteile des Andalusit-Glimmerfels spiegelt erwartungsgemäß nur relictisch die mineralogische Zusammensetzung des Ausgangsgesteins wider. Hier wirken sich besonders die mechanische Aufbereitung und Entfüllung aus. Dabei werden bevorzugt die leichten und feinkörnigen Bestandteile im abgetrennten Glimmerschiefer aufkon-

Mineral phases Mineralphasen	Schelmsberg mica schist Glimmerschiefer Schelmsberg
	Total fraction / Gesamtfraktion
Phyllosilicates / Phyllosilikate:	71
Kaolinite / Kaolinit (n)	n.n.
Kaolinite-D / Kaolinit-D (n)	4
Illite / mica Illit / Glimmer (n)	62
Illite-smectite / Illit-Smektit (q)	n.n.
Smectite / Smektit (q)	n.n.
Chlorite / Chlorit (n)	5
Chlorite-vermiculite Chlorit-Vermikulit (q)	n.n.
Tectosilicates / Tektosilikate:	24
Quartz / Quarz	17
Na-plagioclase / Na-Plagioklas	7
Potash feldspar / Kalifeldspat	n.n.
Carbonates / Karbonate:	n.n.
Calcite / Calcit	n.n.
Dolomite / Dolomit	n.n.
Siderite / Siderit	n.n.
Oxides / Oxide:	< 1
Haematite / Hämatit	< 1
Anatase / rutile Anatas / Rutil	n.n. / n.n.
Hydroxides / Hydroxide:	3
Goethite / limonite Goethit / Limonit	3 / n.n.
Lepidocrocite / Lepidokrokit	n.n.
Sulphides / Sulphates Sulfide / Sulfate:	n.n.
Pyrite / marcasite Pyrit / Markasit	n.n. / n.n.
Gypsum / jarosite Gips / Jarosit	n.n. / n.n.
Others / Sonstige:	1
Andalusite / Andalusit	1
n.n.	n.n.
n.n.	n.n.

»Table 1 Detected mineral phases XRD / FTIR (mass %)

»Tabelle 1 Nachgewiesene Mineralphasen RDA / FTIR (MA %)

Element Elemente	Schelmsberg mica schist Glimmerschiefer Schelmsberg
SiO ₂	57,53
Al ₂ O ₃	22,04
Fe ₂ O ₃	7,58
BaO	0,082
MnO	0,203
TiO ₂	0,902
V ₂ O ₅	0,021
CaO	0,32
MgO	1,74
K ₂ O	4,86
Na ₂ O	0,83
SO ₃	0,04
GLV.	3,59
Σ	99,72
Total organic carbon ¹ Org. Kohlenstoff ¹	0,07
CO ₂ emission (mass %) CO ₂ -Emission (MA %)	0,26

¹ TOC value after DIN ISO 10 694

¹ TOC-Wert nach DIN ISO 10 694

© Krakow

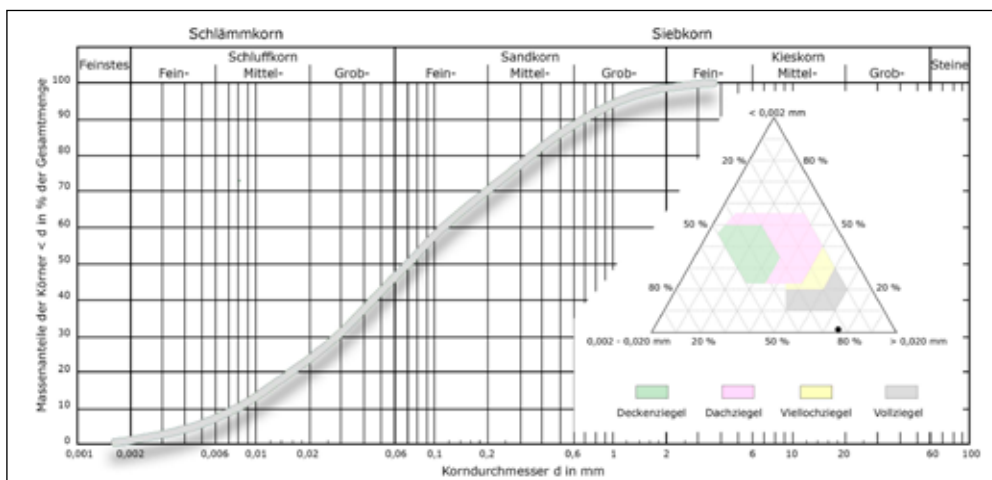
»Table 2 Chemical composition DIN/EN/ISO 12 677 (mass %)

»Tabelle 2 Chemische Zusammensetzung DIN/EN/ISO 12 677 (MA %)

zentriert, der im Vergleich zu den größeren Gesteinskörnungen weniger Schwerminerale enthält.

Der Glimmerschiefer Schelmsberg weist einen Sand- und Schluffkorn-dominierten Kornaufbau ohne nennenswerten Feinstkornanteil auf. Der Siebrückstand $d > 63 \mu\text{m}$ liegt im Schnitt bei 54 Masse-%. Die Korngrößenverteilung des Materials entspricht damit gemäß DIN 4022 einem Sand-Schluff-Gemisch (»3). Eine Besonderheit des Glimmerschiefers ist es, dass es sich bei den meisten Körnern um Gesteinsbruchstücke von eng miteinander verzahnten Mineralaggregaten mit regellosem Gefüge handelt. Der Begriff Sand ist also nicht gleichbedeutend mit dem Mineral Quarz, sondern ausschließlich im Sinne eines Korngrößenintervalls von 0,06 mm bis 2,0 mm zu verstehen.

Mineralogisch ist das Material durch einen signifikanten Anteil an Phyllosilikaten (71 Masse-%), speziell an kalium- und aluminiumreichen Dreischichtsilikaten der Glimmergruppe charakterisiert. Durch die feste Bindung der Kaliumionen an die



»3 Particle size distribution of the Schelmsberg mica schist as a grading curve and in the Winkler triangle.

»3 Kornverteilung des Glimmerschiefer Schelmsberg als Körnungslinie und im Winkler-Dreieck.



DESIGNER AND BUILDER OF COMPLETE PLANTS FOR THE CERAMIC INDUSTRY

750 metric tons of Facing Brick per day



77,000 Clay Roof Tiles per day



Grinding & Making Room for 100 million Facing Brick per year



www.direxa.com | info@direxa.com | (1) 720 263 5685
3609 S. Wadsworth Blvd. Suite 370, Lakewood, Colorado USA

© Krakow

Parameter / characteristic Parameter / Kennwert	Firing temp. Brenn- temperatur	Schelmsberg mica schist Glimmerschiefer Schelmsberg
Mixing water MW (mass %) Anmachwasser AW (MA %)	entfällt	14,3
Drying shrinkage Linear DS (%) Trockenschwindung Lineare TS (%)	entfällt	-0,2
Firing shrinkage Linear FS (%) Brennschwindung Lineare BS (%)	950 °C	-1,3
	1.000 °C	-0,9
	1.050 °C	0,2
	1.100 °C	2,5
	1.150 °C	4,5
Total shrinkage Linear TS (%) Gesamtschwindung Lineare GS (%)	1.200 °C	7,4
	950 °C	-1,1
	1.000 °C	-0,6
	1.050 °C	0,4
	1.100 °C	2,7
Water absorption WA (mass %) Wasseraufnahme WA (MA %)	1.150 °C	4,7
	1.200 °C	7,6
	950 °C	15,2
	1.000 °C	14,1
	1.050 °C	11,9
Body density D (g/cm ³) Scherbenrohddichte D (g/cm ³)	1.100 °C	8,3
	1.150 °C	4,8
	1.200 °C	1,9
	950 °C	1,75
	1.000 °C	1,78
	1.050 °C	1,87
	1.100 °C	2,00
	1.150 °C	2,18
	1.200 °C	2,35

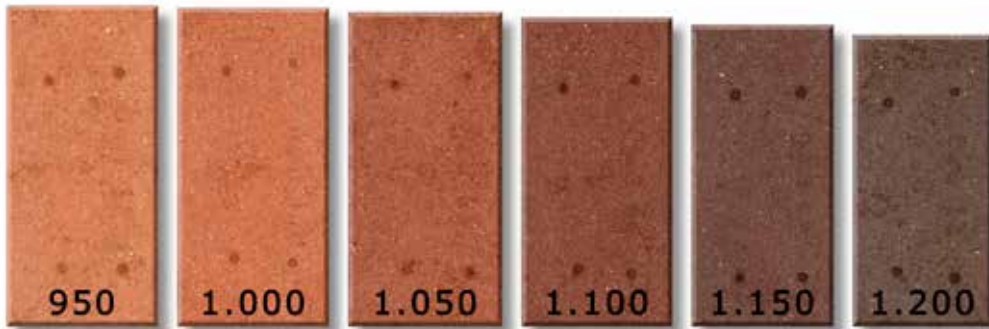
»Table 3 Ceramics-related characteristics in accordance with DKG guidelines

»Tabelle 3 Keramtechnologische Kennwerte nach DKG-Richtlinien

Schelmsberg mica schist has a grain structure dominated by sand and silt grain, without any appreciable content of very fine grains. The screen oversize $d > 63 \mu\text{m}$ averages 54 mass%. The particle size distribution of the material therefore corresponds to a sand-silt mix in accordance with DIN 4022 (»3). One special feature of the mica schist is that most of the grains are rock fragments of tightly interlocked mineral aggregates with random microstructure. The term sand is therefore not synonymous with the mineral quartz, but should be understood only in the sense of a grain size interval from 0.06 mm to 2.0 mm.

Minerologically, the material is characterized by a significant content of phyllosilicates (71 mass%), specifically potassium- and aluminium-rich three-layer silicates of the mica group. Because of the firm bonding of the potassium ions to the negatively charged basal planes of the tetrahedral layers, expansion of the crystal lattice with innercrystalline swelling is largely inhibited. In quantitative terms, illite and mica are the dominant phases, followed by low contents of chlorite and disordered kaolinite. In the series of tectosilicates, limited quartz occurs before Na-plagioclase. Goethite, haematite and andalusite are detected as accessory minerals. Accounting for 1 mass%, anda-





»4 Samples of the Schelmsberg mica schist fired in oxidizing atmosphere in a laboratory oven.

»4 Brennpfoten des Glimmerschiefer Schelmsberg bei oxidierender Atmosphäre im Laborofen.

lusite has no influence on the ceramics-related properties. Unwanted mineral phases like carbonates, sulphides or sulphates cannot be detected (»Table 1).

In chemical terms, silicon and aluminium dominate clearly ahead of all other elements. The content of aluminium is comparatively high at 22.04 mass%. As fluxes, iron and potassium impact the properties at relatively high temperatures. The high potassium content results mineralogically from the illites and the micas. The total organic carbon is very low and averages around 0.07 mass%. On account of the simultaneous absence of carbonates, only a minimum CO₂ emission of 0.26 mass% results during ceramic firing (»Table 2).

3. Ceramics-related characteristics

The material exhibits the properties of a finely prepared schist and is free from any unwanted components. The mica schist no longer has to be comminuted energy-intensively, but only homogeneously mixed with other body components. The material does not contain any swelling clay minerals and is therefore unproblematic during drying and preheating. Firing shrinkage is negative to moderate in the lower temperature intervals. Only above 1050°C does noticeable firing shrinkage occur, to reach brick properties at 1150°C with 4.8% firing shrinkage. Up to 1200°C, the mica schist remains dimensionally stable and does

negativ geladenen Basisflächen der Tetraederschichten wird die Expansion des Kristallgitters mit innerkristalliner Quellung weitgehend unterbunden. Mengenmäßig stellen Illit und Glimmer die dominierenden Phasen dar; gefolgt von geringen Anteilen an Chlorit und fehlgeordnetem Kaolinit. In der Reihe der Tektosilikate tritt wenig Quarz vor Na-Plagioklas auf. Akzessorisch werden Goethit, Hämatit und Andalusit nachgewiesen. Andalusit hat mit 1 Masse-% keinen Einfluss auf die keramtechnologischen Eigenschaften. Störende Mineralphasen wie Karbonate, Sulfide oder Sulfate sind nicht nachweisbar (»Tabelle 1).

Chemisch dominieren Silizium und Aluminium deutlich vor allen übrigen Elementen. Der Anteil an Aluminium ist mit 22,04 Masse-% vergleichsweise hoch. Als Flussmittel sind Eisen und Kalium bei höheren Temperaturen eigenschaftsprägend. Der hohe Kaliumgehalt resultiert mineralologisch aus den Illiten und den Glimmern. Der Anteil an organisch gebundenem Kohlstoff ist sehr gering und beträgt im Mittel etwa 0,07 Masse-%. In Kombination mit dem gleichzeitigen Fehlen von Karbonaten resultiert beim keramischen Brand nur eine minimale CO₂-Emission von 0,26 Masse-% (»Tabelle 2).

3. Keramtechnologische Charakteristik

Das Material weist die Eigenschaften eines fein aufbereiteten Schiefers auf und ist frei von jeglichen störenden Bestandtei-

»5 The Schelmsberg mica schist is selectively wetted during loading.

»5 Der Glimmerschiefer Schelmsberg wird während des Beladens gezielt angefeuchtet.



not tend to swell (»Table 3). The fired colours vary as a function of the firing temperature from light red to brown in oxidizing atmosphere (»4).

The material described is suitable for universal use in the heavy clay industry as a low-quartz drying and grogging agent, the predestined application being seen in the facing bricks, bricks and pavers segment. Suitable for the substitution of silica sands and traditional clay schists. It is also predestined to lower the CO₂ emissions during firing.

4. Volume availability and final remarks

After separation in the filler removal station, the mica schist can be selectively wetted and stored intermediately until it is collected (»5). Accordingly, a reliable supply is also guaranteed during the winter break. The annual volume available is currently still around 10 000 – 15 000 tonnes. The data specified are guide values and can be subject to the usual natural fluctuation. No liability or guarantee is accepted that the information provided is up to date, correct and complete. All information is non-binding.


Literatur

- [1] Geologie von Sachsen I. Geologischer Bau und Entwicklungsgeschichte, Hrsg.: Pälchen, W.; Harald, W, 2011. 2. korrigierte Auflage, 537 S., Schweizerbart'sche, E., ISBN 978-3-510-65239-6
- [2] Meschede, M. (2015): Geologie Deutschlands. – 249 S., Springer Verlag, Berlin Heidelberg, ISBN 978-3-662-45297-4.
- [3] Winkler, H.G.F. (1954): Bedeutung der Korngrößenverteilung und des Mineralbestandes von Tonen für die Herstellung grobkeramischer Erzeugnisse. Ber. Dt. Keram. Ges., 31, S. 337–343.

len. Der Glimmerschiefer muss nicht mehr energieintensiv zerkleinert, sondern nur noch homogen mit den übrigen Massekomponenten gemischt werden. Das Material enthält keine quellfähigen Tonminerale und ist somit unproblematisch beim Trocknen und Aufheizen. Die Brennschwindung ist in den unteren Temperaturintervallen negativ bis moderat. Erst oberhalb von 1.050 Grad C treten erkennbare Brennschwindungen auf, um bei 1.150 Grad C mit 4,8 % Brennschwindung Klinkereigenschaften zu erreichen. Bis 1.200 Grad C ist der Glimmerschiefer noch formstabil und neigt nicht zum Aufblähen (»Tabelle 3). Die Brennfärbungen variieren in Abhängigkeit von der Brenntemperatur von hellrot bis braun in oxidierender Atmosphäre (»4).

Das hier beschriebene Material ist als quarzarmes Trocknungs- und Magerungsmittel universell in der Ziegelindustrie einsetzbar, wobei der prädestinierte Einsatz im Bereich Vormauerziegel, Klinker und Pflasterklinker gesehen wird. Geeignet für die Substitution von Quarzsanden und traditionellen Schiefertönen. Auch prädestiniert um die CO₂-Emissionen beim Brennen zu senken.

4. Mengenverfügbarkeit und Schlussbemerkungen

Nach der Abtrennung in der Entfülleranlage kann der Glimmerschiefer gezielt angefeuchtet und bis zur Abholung zwischengelagert werden (»5). Damit ist auch während der Winterpause die Liefersicherheit gewährleistet. Die langfristig verfügbare Jahresmenge beträgt derzeit noch etwa 10.000 – 15.000 Tonnen. Die angegebenen Daten stellen orientierende Richtwerte dar und können in der üblichen Art und Weise natürlichen Schwankungen unterliegen. Jegliche Haftung oder Garantie für die Aktualität, Richtigkeit und Vollständigkeit ist ausgeschlossen. Alle Informationen sind unverbindlich. 



© Privat

» Dr Lutz Krakow is managing partner at Dr. Krakow Rohstoffe GmbH in Göttingen and at ClayServer GmbH in Osnabrück. With his team, he supports the clay brick and tile industry with raw materials and with external laboratory capacities.

» Dr. Lutz Krakow ist geschäftsführender Gesellschafter bei der Dr. Krakow Rohstoffe GmbH in Göttingen und bei der ClayServer GmbH in Osnabrück. Mit seinem Team unterstützt er die Ziegelindustrie mit Rohstoffen und mit externen Laborkapazitäten.



linkedin.com/in/lutz-krakow-9a4999161/



© Privat

» Dr Mathias H. Köster has been responsible for acquisition, the search for raw materials as well as project development at Dr. Krakow Rohstoffe GmbH since 2020. He is currently working on a research project on calcinable clays and has an excellent knowledge of special clays.

» Dr. Mathias H. Köster ist seit 2020 bei der Dr. Krakow Rohstoffe GmbH in für die Akquise, Rohstoffsuche und Projektentwicklung zuständig. Er bearbeitet derzeit ein Forschungsvorhaben zu calcinierbaren Tonen und kennt sich hervorragend mit Spezialtonen aus.



linkedin.com/in/mathiashkoester