

EurGeol Dr. rer. nat. Lutz Krakoww

Modern raw materials for the clay brick and tile industry Part 4: White rock fillers from Henau Quarry

Moderne Rohstoffe für die Ziegelindustrie Teil 4: Weiße Gesteinsfüller aus dem Steinbruch Henau

The raw materials sector is currently characterized by far-reaching transformation and the collapse of supply chains. The clay brick and roofing tile industry is increasingly impacted by this. The expeditious implementation of new raw materials concepts appears more important than ever.

Derzeit ist der Rohstoffsektor durch tiefgreifende Transformationen und den Zusammenbruch von Lieferketten gekennzeichnet. Davon ist in zunehmendem Ausmaß auch die Ziegelindustrie betroffen. Die sofortige Umsetzung neuer Rohstoffkonzepte erscheint wichtiger denn je.

1 Geological background and location

At Henau Quarry, Taunus quartzite from the Lower Devonian is extracted and processed to high-quality aggregates and high-grade chippings. The material is used amongst other things as brighter in road surfaces and runways at airports. The equipment for crushing, sizing and dedusting was completely revamped in the year 2020 (»1). With the new processing equipment, rock fillers with different particle size distribution are now produced. The quarry is operated by Nahe-Hunsrück Baustoffe GmbH & Co. KG, a subsidiary of Basalt-Actien-Gesellschaft. Sales for the ceramics and steel industries are managed by Dr. Krakow Rohstoffe GmbH.

With regard to its geology, the quarry forms part of the Hunsrück-Taunus range, which represents the southern fringe of the

1 Geologischer Rahmen und Standort

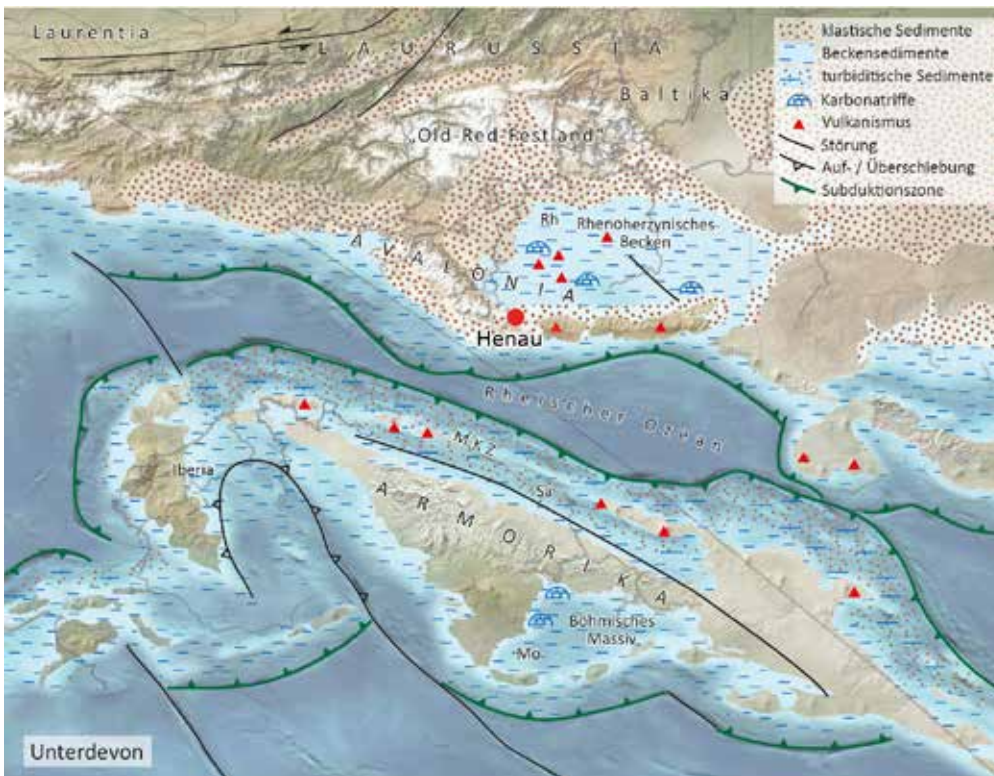
Im Steinbruch Henau wird Taunusquarzit aus dem Unterdevon gefördert und zu hochwertigen Gesteinskörnungen und Edelsplitten aufbereitet. Eingesetzt wird das Material unter anderem als Aufheller in Fahrbahndecken und Rollbahnen von Flughäfen. Die Anlagen zum Brechen, Klassieren und Entstauben sind im Jahr 2020 vollständig neu aufgebaut worden (»1). Mit der neuen Aufbereitungstechnik werden nun auch Gesteinsfüller unterschiedlicher Korngrößenverteilung produziert. Betrieben wird der Steinbruch von der Nahe-Hunsrück Baustoffe GmbH & Co. KG, einer Tochter der Basalt-Actien-Gesellschaft. Der Vertrieb im Bereich der Keramik und Stahlindustrie erfolgt über die Dr. Krakow Rohstoffe GmbH.



Krakow, 2021

»1 New processing plant at the Henau site in Rhineland-Palatinate

»1 Neue Aufbereitungsanlage am Standort Henau in Rheinland-Pfalz



»2 Palaeogeographic map of Central Europe in the Lower Devonian
 »2 Paläogeographische Karte Mitteleuropas zur Zeit des Unterdevon

modifiziert aus: Meschede, M. (2015): Geologie Deutschlands.

Rhenish Slate Mountains. The region is therefore part of the Laurussia supercontinent, specifically the Avalonia microplate (»2). The stratigraphic sequences opened up at the quarry from the Middle-Lower Devonian (Siegenian/Pragian), which were formed

Geologisch ist der Steinbruch Teil des Hunsrück-Taunus-Zuges, der den südlichen Randbereich des Rheinischen Schiefergebirges repräsentiert. Das Gebiet ist damit Teil des Großkontinents Laurussia, speziell der Mikroplatte Avalonia (»2).



WE UNDERSTAND WEAR PROTECTION

- Tungsten Carbide Flux-cored arc welding wires
- Tungsten Carbide Rods for Oxy-acetylene Welding
- Nickel-, Cobalt- and Iron-based Flux-Cored Wires
- Tungsten Carbides, Complex Carbides and Chromium Carbides for Manual Arc (stick electrodes)
- PTA Welding Powders, Fe-Ni-Co based Powders and special blends
- PTA machines, torches and powder feeders
- Powders and Wires for Laser Cladding
- Powders for Oxy-acetylene Welding and Spraying
- Fused Crushed and Spherical Fused Tungsten Carbides
- Pre-manufactured replacement wear parts
- Tungsten Carbide Wear Plates
- Wear Plates with Chromium Carbides and Complex Carbides
- Thermal Spray Powders (conforming to DIN EN 1274)
- Thermal Spray Wires (conforming to DIN EN 14919)





Krakow, 2021

- »3 Tectonically overthrust Taunus quartzite at Henau Quarry
- »3 Tektonisch steilgestellter Taunusquarzit im Steinbruch Henau

here around 410 – 405 million years ago as a result of sedimentation in the Rhenohercynian Back-Arc basin. In the course of diagenesis, the up to 1 000-m-thick coastal sand were first buried geologically and transformed into silicified sandstones/quartzites. As part of the Variscan Orogeny, in the Carboniferous the strata were exhumed and tectonically deformed/overthrust (»3).

2 Mineralogical and chemical composition

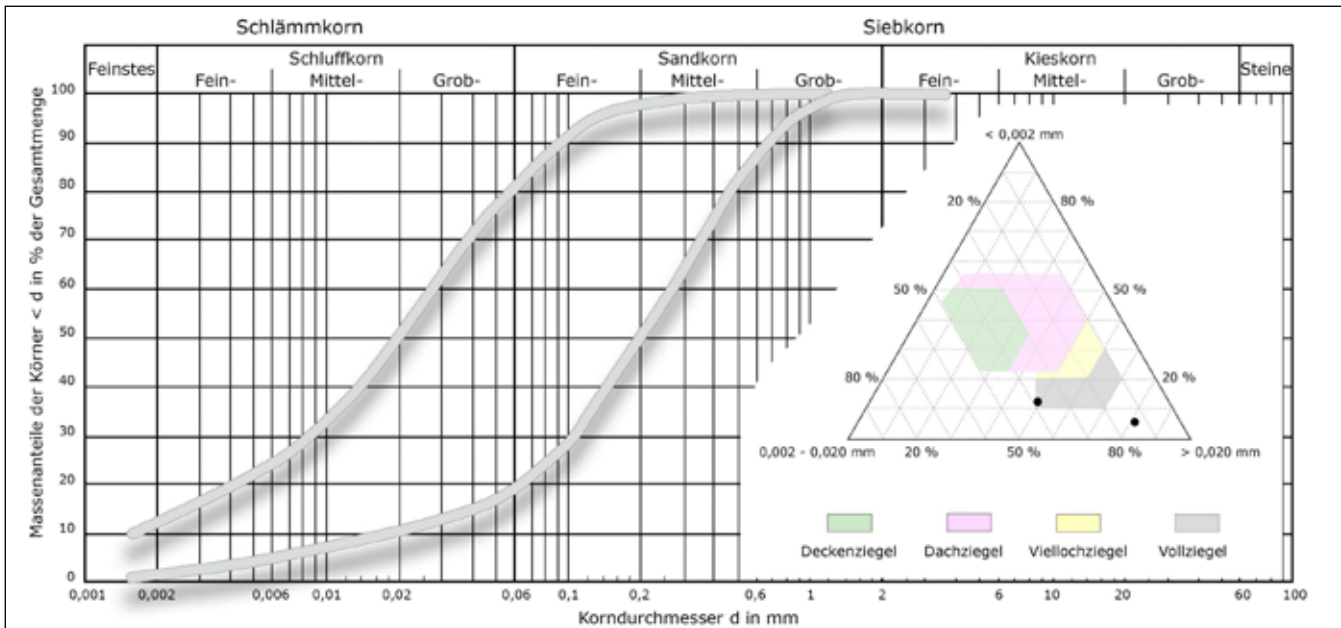
The rock fillers from Henau cover a particle size spectrum from the clay grain range to coarse sand. For the fine rock filler, the maximum particle sizes lie in the silt range from $d = 0.002 - 0.06$ mm. In the coarse rock filler, the maximum particle sizes are in the fine to medium sand range from $d = 0.06 - 0.6$ mm (»4). Differences in the particle size distribution are reflected as expected also in the mineralogical and chemical composition of the rock fillers.

When it comes to their mineralogy, the rock fillers from Henau have a comparatively simple composition. According to X-ray diffractometric analysis, they consist of a mix of tecto-

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

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

Mineral phases / Mineralphasen	Rock filler Henau, fine Gesteinsfüller Henau, fein	Rock filler Henau, coarse Gesteinsfüller Henau, grob
	Total fraction / Gesamtfraktion	Total fraction / Gesamtfraktion
Phyllosilicates / Phyllosilikate:	33	18
Kaolinite / Kaolinit (n)	n.n.	n.n.
Kaolinite-D / Kaolinit-D (n)	10	1
Illit / Glimmer (n)	23	16
Illite-smectite / Illit-Smektit (q)	n.n.	n.n.
Smectite / Smektit (q)	n.n.	n.n.
Chlorite / Chlorit (n)	n.n.	1
Chlorite-vermiculite / Chlorit-Vermikulit (q)	n.n.	n.n.
Tectosilicates / Tektosilikate:	67	82
Quartz / Quarz	66	81
Albite/Na-plagioclase / Albit/Na-Plagioklas	1	< 1
Potash feldspar / Kalifeldspat	n.n.	n.n.
Carbonates / Karbonate:	n.n.	n.n.
Calcite / Calcit	n.n.	n.n.
Dolomite / Dolomit	n.n.	n.n.
Siderite / Siderit	n.n.	n.n.
Oxides / Oxide:	n.n.	n.n.
Haematite / Hämatit	n.n.	n.n.
Anatase / rutile Anatas / Rutil	n.n.	n.n.
Hydroxides / Hydroxide:	n.n.	n.n.
Goethite / limonite Goethit / Limonit	n.n.	n.n.
Lepidocrocite / Lepidokrokrit	n.n.	n.n.
Sulfide / Sulfate:	n.n.	n.n.
Pyrite / marcasite Pyrit / Markasit	n.n.	n.n.
Gypsum / jarosite Gips / Jarosit	n.n.	n.n.
Others / Sonstige:	n.n.	n.n.
n.n.	n.n.	n.n.
n.n.	n.n.	n.n.



- »4 Particle size distribution of Henau rock filler as a grading curve and in the Winkler triangle
- »4 Kornverteilung Gesteinsfüller Henau als Körnungsband und im Winkler-Dreieck

silicates/quartz and phyllosilicates, the phyllosilicate content varying between 18 – 33 mass% depending on the filler type. Dominant clay mineral is illite/mica, which can be classified as an innercrystalline non-swelling three-layer silicate. Disordered kaolinite is present as an auxiliary mineral. As expected, on account of the diagenetic burial, expansive clay minerals are absent (»Table 1).

In chemical terms, silicon and aluminium dominate clearly before all other elements. Alkaline and alkaline earth fluxes are

Aufgeschlossen sind Schichtfolgen des Mittleren Unterdevon (Siegen/Pragium), die hier vor rund 410 – 405 Millionen Jahren durch Sedimentation im Rhenohercynischen Back-Arc-Becken entstanden sind. Im Zuge der Diagenese wurden die bis zu 1.000 m mächtigen Küstensande zunächst geologisch versenkt und dabei in verkieselte Sandsteine/Quarzite transformiert. Im Zuge der variszischen Orogenese erfolgte dann im Karbon die Exhumierung und tektonische Deformierung/Steilstellung der Schichten (»3).

Element Elemente	Rock filler Henau, fine Gesteinsfüller Henau, fein	Rock filler Henau, coarse Gesteinsfüller Henau, grob
SiO ₂	85,35	91,25
Al ₂ O ₃	8,66	4,81
Fe ₂ O ₃	0,77	0,52
BaO	0,111	0,037
MnO	0,011	0,011
TiO ₂	0,582	0,411
V ₂ O ₅	0,007	< 0,004
CaO	0,05	0,06
MgO	0,27	< 0,05
K ₂ O	2,29	0,18
Na ₂ O	< 0,04	1,51
SO ₃	0,05	< 0,06
GLV. 1.025 °C	1,57	0,06
Σ	99,72	98,85
Total organic carbon ¹ Org. Kohlenstoff ¹	< 0,01	0,06
CO ₂ emission (mass %) CO ₂ -Emission (MA %)	< 0,04	0,22

¹ TOC value after DIN ISO 10 694
¹ TOC-Wert nach DIN ISO 10 694

»Table 2 Chemische Zusammensetzung DIN/EN/ISO 12 677 (MA %) »Tabelle 2 Chemical composition DIN/EN/ISO 12 677 (mass %)

2 Mineralogisch-chemische Zusammensetzung

Die Gesteinsfüller aus Henau decken insgesamt ein Korngrößenspektrum vom Tonkorn- bis zum Grobsandbereich ab. Korngrößenmaxima liegen beim feinen Gesteinsfüller im Schluffkornbereich von d = 0,002 – 0,06 mm. Beim groben Gesteinsfüller im Fein- bis Mittelsandbereich von d = 0,06 – 0,6 mm (»4). Unterschiede in der Korngrößenverteilung spiegeln sich dabei erwartungsgemäß auch in der mineralogisch-chemischen Zusammensetzung der Gesteinsfüller wider.

Mineralogisch sind die Gesteinsfüller aus Henau vergleichsweise einfach zusammengesetzt. Nach der röntgendiffraktometrischen Analyse sind es Gemische aus Gerüstsilikaten/Quarz und Phyllosilikaten, wobei der Phyllosilikatgehalt je nach Füllersorte zwischen 18 – 33 MA % variiert. Dominantes Tonmineral ist Illit/Glimmer, der als innerkristallin nicht quellfähiges Dreischichtsilikat zu klassifizieren ist. Als Nebengemengteil tritt fehlgeordneter Kaolinit auf. Aufgrund der diagenetischen Versenkung fehlen expansive Tonminerale erwartungsgemäß (»Tabelle 1).

Chemisch dominieren Silizium und Aluminium deutlich vor allen übrigen Elementen. Alkalische und erdalkalische Flussmittel fehlen weitgehend, lediglich im feinen Gesteinsfüller ist Kalium durch den deutlichen Gehalt an Illit/Glimmer in nennenswerter Menge vorhanden. Sehr geringe Eisengehalte zwischen 0,52 – 0,77 MA % lassen helle Brennfärbungen erwarten. Das Fehlen von Karbonaten und nur minimale Gehalte an organisch gebundenem Kohlenstoff bedingen kaum messbare CO₂-Emissionen zwischen < 0,04 – 0,22

Parameter / characteristic Parameter / Kennwert	Firing temp. Brenntemperatur	Rock filler Henau, fine Gesteinsfüller Henau, fein	Rock filler Henau, coarse Gesteinsfüller Henau, grob
Mixing water MW (mass %) Anmachwasser AW (MA %)	entfällt	20,7	11,9
Drying shrinkage Linear DS (%) Trockenschwindung Lineare TS (%)	entfällt	1,9	1,0
Firing shrinkage Linear FS (%) Brennschwindung Lineare BS (%)	950 °C	-0,3	-
	1.000 °C	0,3	-0,6
	1.050 °C	1,1	-0,5
	1.100 °C	1,5	-0,5
	1.150 °C	1,8	-0,3
	1.200 °C	3,6	-0,2
	1.250 °C	-	0,3
	1.300 °C	-	0,8
Total shrinkage Linear TS (%) Gesamtschwindung Lineare GS (%)	950 °C	1,6	-
	1.000 °C	2,2	0,4
	1.050 °C	3,0	0,5
	1.100 °C	3,4	0,5
	1.150 °C	3,7	0,7
	1.200 °C	5,5	0,8
	1.250 °C	-	1,3
	1.300 °C	-	1,8
Water absorption WA (mass %) Wasseraufnahme WA (MA %)	950 °C	15,3	-
	1.000 °C	13,7	11,6
	1.050 °C	12,0	10,8
	1.100 °C	12,0	10,5
	1.150 °C	8,8	10,5
	1.200 °C	5,1	10,5
	1.250 °C	-	9,2
	1.300 °C	-	7,8
Body density D (g/cm ³) Scherbenrohddichte D (g/cm ³)	950 °C	1,79	-
	1.000 °C	1,86	1,83
	1.050 °C	1,88	1,85
	1.100 °C	1,92	1,85
	1.150 °C	1,99	1,85
	1.200 °C	2,09	1,85
	1.250 °C	-	1,87
	1.300 °C	-	1,91

»Table 3 Keramtechnologische Kennwerte nach DKG-Richtlinien

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

largely absent, only in the fine rock filler is potassium is present in a significant amount owing to the considerable content of illite/mica. Very low iron content between 0.52 – 0.77 mass % mean light fired colours can be expected. The absence of carbonates and only minimal contents of organic carbon cause hardly measurable CO₂ emissions between < 0.04 – 0.22 mass % (»Table 2). For comparison: Conventional brick clays and clay marl reach values up to 15.0 mass % CO₂.

3 Ceramics-related characteristics

The fine-grained rock filler can be supplied dry in a silo truck or wetted in a tipping semi-trailer. In the wetted state, the moisture content ranges between 5 – 8 mass %. In brick plants, the fillers do not have to be comminuted further, but only homogeneously mixed with the other body components. The weakly plastic rock

MA % (»Tabelle 2). Zum Vergleich: Konventionelle Ziegeltonne und Tonmergel erreichen Werte von bis zu 15,0 MA % CO₂.

3 Keramtechnologische Charakteristik

Die feinteiligen Gesteinsfüller können sowohl trocken im Silozug als auch angefeuchtet im Kippsattel-Auflieger geliefert werden. Im angefeuchteten Zustand beträgt die Feuchte zwischen 5 – 8 MA %. Im Ziegelwerk müssen die Füller nicht mehr zerkleinert, sondern nur noch homogen mit den übrigen Massekomponenten gemischt werden. Die schwach bildsamen Gesteinsfüller werden als Trocknungs- und Magerungsmittel, bevorzugt in hell- und gelbbrennenden Massen, eingesetzt. Der grobe Gesteinsfüller trägt dabei zur Stabilisierung des Korngerüstes im Sandkornbereich bei. Beide Füller weisen helle Brennfärben und hohe Feuerstandsfestigkeit auf (»7).



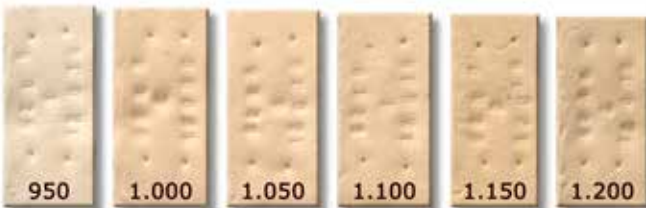
Krakow, 2021

- »5 Silo loading with tubular screw conveyor for wetting
- »5 Siloverladung mit Rohrschneckenförderer zum Befeuchten



Ranft, 2020

- »6 White rock filler from the Henau quartzite plan
- »6 Weißer Gesteinsfüller aus dem Quarzitwerk Henau



- »7a Fired samples rock filler Henau, fine in the temperature range 950 °C to 1300 °C
- »7a Brennpföben Gesteinsfüller Henau, fein im Temperaturbereich 950 °C bis 1.300 °C



- »7b Fired samples rock filler Henau, coarse in the temperature range 950 °C to 1300 °C
- »7b Brennpföben Gesteinsfüller Henau, grob im Temperaturbereich 950 °C bis 1.300 °C

fillers are used as a drying agent and grog, predominantly in light-and buff-firing bodies. The coarse rock filler contributes to stabilizing the granular structure in the sand grain range. Both fillers exhibit light firing colours and high refractoriness (»7).

4 Volume availability and final remarks

At Henau Quarry, around 11 000 tpa of the coarse and 4 000 tpa fine rock filler are currently available. However, the energy transition is already casting dark shadows. To an exponentially increasing degree, rock fillers are now being used outside ceramics, for example in the steel industry, in agriculture and forestry or as a fly ash substitute. Interested brick plants should therefore secure their required annual quotas promptly.

References / Literatur

- [1] Werner, W. & Kleeberg, K. (2012): Quarzrohstoffe und Industriesande. - In: Steine- und Erden-Rohstoffe in der Bundesrepublik Deutschland, S. 185 - 219, Hrsg.: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und die Staatlichen Geologische Dienste der Bundesrepublik Deutschland, Geologisches Jahrbuch, Reihe D, Sonderhefte, SD 10, S. 356, Hannover, ISBN 978-3-510-95995-2.
- [2] Meschede, M. (2015): Geologie Deutschlands. – 249 S., Springer Verlag, Berlin Heidelberg, ISBN 978-3-662-45297-4.
- [3] Walliser, O. H. & Ziegler, W. (2008): 1.2 Paläogeographie und Fazies des Devons in Deutschland. – In: Stratigraphie von Deutschland VIII. Devon. – Deutsche Stratigraphische Kommission (Hrsg.: Lange, J.-M.; Röbling, H.-G.), Schriftenreihe der Deutschen Gesellschaft der Geowissenschaften, Heft 52, 17 – 21, Hannover, ISBN 978-3-510-49200-8.
- [4] 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.

4 Mengenverfügbarkeit und Schlussbemerkungen

Im Steinbruch Henau sind derzeit noch rund 11.000 Jahres-Tonnen von dem groben und 4.000 Jahres-Tonnen von dem feinen Gesteinsfüller verfügbar. Jedoch wirft die Energiewende dunkle Schatten voraus. In exponentiell zunehmendem Maße werden Gesteinsfüller neuerdings auch außerhalb der Keramik eingesetzt. Etwa in der Stahlindustrie, in der Land- und Forstwirtschaft oder als Flugasche-Substitut. Interessierte Ziegelwerke sollten sich daher umgehend entsprechende Jahreskontingente sichern.



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