

Stahl Gerlafingen AG
Zentrallager (Ch. Zeltner)
4563 Gerlafingen
Schweiz

Datum: 14. Juni 2023
Durchwahl: -26
Unser Zeichen: lgr
E-Mail: l.gronen@fehs.de

Prüfbericht 1128-1 FEHS23

Regelmäßige Untersuchung von Elektro-
ofenschlacke (Ruvido) 1. Trimester 2023

Auftraggeber: Stahl Gerlafingen AG
4563 Gerlafingen
Schweiz

Auftrag vom: 23.01.2023

FEhS-Auftragsnummer: AU23-0437

Prüfzeitraum: 23.05. – 14.06.2023

Auftrag: Chemische Analyse der
Hauptbestandteile, Eluattest
nach CH-TVA und Sétra,
mineralische Analyse,
Bestimmung der Raum-
beständigkeit; Chemischen
Anforderungen an Gesteins-
körnungen DIN EN 1262:2002
Bestell-Nr.: 4500149211/USC

Probenahme durch: Auftraggeber

Probeneingang: 25.04.2023



Planung der
Instandhaltung
Betonbauwerke



Gütegemeinschaft
Planung der Instandhaltung
von Betonbauwerken e.V.

Bauaufsichtlich anerkannte Prüf-, Überwachungs- und
Zertifizierungsstelle (PÜZ) Kennziffer NRW05





Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-20209-01-00

Die Akkreditierung Nach DIN EN ISO/IEC 17025 gilt
für die in der Urkundenanlage D-PL-20209-01-00
aufgeführten Prüfverfahren

Privatrechtlich anerkannte Prüfstelle nach RAP Stra für
Baustoffe und Baustoffgemische sowie für wasserwirt-
schaftliche Merkmale im Straßenbau



Unter der Nummer VMPA-B-2030
geführte VMPA anerkannte Beton-
prüfstelle



Mitglied der Landesgütegemein-
schaft Instandsetzung von Beton-
bauwerken Nordrhein-Westfalen
e. V.

Die Akkreditierung nach DIN EN ISO/IEC 17025 gilt für
die in der Urkundenanlage D-PL-20209-01-00 aufgeführ-
ten Prüfverfahren.
a: akkreditiert, b: nicht akkreditiert, c: fremdvergeben,
akkreditiert, d: fremdvergeben, nicht akkreditiert
Soweit nicht anders mit dem Auftraggeber vereinbart,
werden Rückstellproben 4 Wochen aufbewahrt.
Die auszugsweise Vervielfältigung des Prüfberichts be-
darf der schriftlichen Genehmigung durch das FEhS -
Institut für Baustoff-Forschung e.V.

Dieser Prüfbericht umfasst
6 Seiten und 1 Seite Anlagen.

Probenbezeichnung:

Probe	Probenbezeichnung	Probenummer
1	Ruvido T1 2023 Jan/Feb Dampf	P23-0000654-01
2	Ruvido T1 2023 Mrz/Apr Dampf	P23-0000654-02
3	Ruvido T3 2022 Sep/Okt7Nov/Dez XRF/XRD	P23-0000654-03

Verfahren:

Für die Proben **1** und **2** erfolgte die Bestimmung der Raumbeständigkeit im Dampfversuch ^{b)} nach DIN EN 1744-1. Die Proben wurden bei 40 °C +/- 5 °C für 72 h in einem Trockenschrank getrocknet. Für die Probe **3** wurden die chemische Analyse gemäß DIN EN 196-2^{a)}, EN ISO 11885^{a)}, EN ISO 12677^{a)} und EN 1744-1^{a)}, Eluattest gemäß Schweizer VVAE (Messmethoden im Abfall- und Altlastenbereich, BAFU, 2022) ^{a)} sowie der Eluattest nach Setra (EN 12457-4)^{a)} und die mineralische Analyse mittels Röntgenbeugung^{b)} durchgeführt. Dazu wurden Unterproben quantitativ abgetrennt und separat für die verschiedenen Untersuchungen aufbereitet. Die chemischen Anforderungen an Gesteinskörnungen für eine Verwendung im Beton laut EN 1262:2002+A1 wurden gemäß DIN EN 1744-1, Abs. 15.1 (Humus), A1 (wasserlösl. Sulfat und Chlorit) und DIN EN 1744-5 (säurelösl. Chlorit) bestimmt.

Prüfergebnis:

Die verschiedenen Ergebnisse der chemischen und mineralogischen Untersuchungen der Probe **3** sind nachfolgend in den Tabellen 1 bis 5 dargestellt. Das Röntgendiagramm ist als Anlage 1 beigefügt. Die Ergebnisse der Dampfversuche der Proben **1** und **2** finden sich in den Tabellen 6 und 7. In der Tabelle 8 finden sich die Ergebnisse zu den chemischen Anforderungen an Gesteinskörnungen.

Tabelle 1: Chemische Analyse der Hauptbestandteile.

Parameter	Einheit	Probe 3
Al₂O₃	<i>M.-%</i>	10,9
BaO	<i>M.-%</i>	0,17
PbO	<i>M.-%</i>	< 0,01
CaO	<i>M.-%</i>	30,0
Cr₂O₃	<i>M.-%</i>	1,82
Fe₂O₃	<i>M.-%</i>	26,1
K₂O	<i>M.-%</i>	0,11
CuO	<i>M.-%</i>	0,11
MgO	<i>M.-%</i>	4,47
MnO	<i>M.-%</i>	4,24
Na₂O	<i>M.-%</i>	0,05
NiO	<i>M.-%</i>	< NWG
P₂O₅	<i>M.-%</i>	0,37
SiO₂	<i>M.-%</i>	18,5
SO₄	<i>M.-%</i>	0,23
SrO	<i>M.-%</i>	0,03
TiO₂	<i>M.-%</i>	0,54
V₂O₅	<i>M.-%</i>	0,08
ZnO	<i>M.-%</i>	0,05
ZrO₂	<i>M.-%</i>	0,02
LOI¹⁾	<i>M.-%</i>	-0,10
H₂O	<i>M.-%</i>	0,32
TIC²⁾	<i>M.-%</i>	1,61
CaO/SiO₂	-	1,6
CaO_{frei}	<i>M.-%</i>	0,5

1) LOI berechnet, 2) TIC als CO₂, NWG: Nachweisgrenze

Tabelle 2: Chemische Analyse der Spurenbestandteile nach Mikrowellenvollaufschluss.

Parameter	Einheit	Probe 3
Cr ⁶⁺	<i>mg/kg</i>	< 1
Cu	<i>mg/kg</i>	234
Mo	<i>mg/kg</i>	16
Ni	<i>mg/kg</i>	33
Pb	<i>mg/kg</i>	5
V	<i>mg/kg</i>	343
Zn	<i>mg/kg</i>	363

Tabelle 3: Parameter gemäß Eluat nach VVEA (F-22), Prüfkörnung 8/11 mm.

Parameter	Einheit	Probe 3	
		Test 1 (CO ₂)	Test 2 (H ₂ O)
pH-Wert		5,9	10,3
elektr. Leitf.	$\mu\text{S}/\text{cm}$	902	101
Cr_{ges.}	$\mu\text{g}/\text{l}$	0,5	
Cr⁶⁺	mg/l		< 0,01
Cu	$\mu\text{g}/\text{l}$	0,6	
Ni	$\mu\text{g}/\text{l}$	< 0,1	
Pb	$\mu\text{g}/\text{l}$	0,2	
Zn	$\mu\text{g}/\text{l}$	0,8	
SO₄²⁻	mg/l		3,6
Cl	mg/l		< 1,0
F	mg/l		< 0,4

Tabelle 4: Parameter gemäß Setra-Eluattest, Körnung 0/10 mm.

Parameter	Einheit	Messwert Probe 3	Einheit	Messwert Probe 3	Grenzwerte Setra, Typ 1
pH-Wert		11,1			
elektr. Leitf.	$\mu\text{S}/\text{cm}$	364			
As	$\mu\text{g}/\text{l}$	0,7	mg/kg	0,007	0,6
Sb	$\mu\text{g}/\text{l}$	0,6	mg/kg	0,006	0,08
Ba	$\mu\text{g}/\text{l}$	225	mg/kg	2,25	36
Pb	$\mu\text{g}/\text{l}$	0,2	mg/kg	0,002	0,6
Cd	$\mu\text{g}/\text{l}$	< 0,1	mg/kg	< 0,001	0,05
Cr_{ges.}	$\mu\text{g}/\text{l}$	0,9	mg/kg	0,009	4
Cr⁶⁺	mg/l	< 0,01	mg/kg	< 0,0001	1,2
Cu	$\mu\text{g}/\text{l}$	0,5	mg/kg	0,005	3
Mo	$\mu\text{g}/\text{l}$	29,9	mg/kg	0,299	5,6
Ni	$\mu\text{g}/\text{l}$	< 0,1	mg/kg	< 0,001	0,5
Hg	$\mu\text{g}/\text{l}$	< 0,1	mg/kg	< 0,001	0,01
Se	$\mu\text{g}/\text{l}$	1,5	mg/kg	0,015	0,50
Zn	$\mu\text{g}/\text{l}$	0,7	mg/kg	0,007	5
SO₄²⁻	mg/l	12	mg/kg	120	10.000
Cl	mg/l	< 0,1	mg/kg	< 10	10.000
F	mg/l	< 0,4	mg/kg	< 4	60

Tabelle 5: Mineralische Zusammensetzung, Mengenangaben nach RIR in M.-%¹⁾.

		Probe: 3
	XRD-Nr.:	18472
Mineral:	Formel:	
Quarz	SiO ₂	5
Larnit	Ca ₂ SiO ₄	25
Bredigit	Ca _{1,7} Mg _{0,3} SiO ₄	-
Merwinit	Ca ₃ MgSi ₂ O ₈	20
Kirschsteinit	CaFe _{0,8} Mg _{0,2} SiO ₄	10
Monticellit	CaMgSiO ₄	-
Gehlenit/Äkermanit	Ca ₂ Mg _{0,25} AlSi _{1,25} O ₇	30
Wüstit	FeO	5
Fe-Mg Spinelle	Fe ₃ O ₄ / MgFe ₂ O ₄	< 5
Hämatit	Fe ₂ O ₃	-
Periklas	MgO	-
Brucit	Mg(OH) ₂	-
Freikalk	CaO	-
Portlandit	Ca(OH) ₂	-
Calcit	CaCO ₃	5

¹⁾ Mengenangaben nach Reference-Intensity-Ratios sind grobe Näherungen

Tabelle 6: Volumenzunahme Probe **1** im Dampfversuch, in Vol.-% (Doppelbestimmung).

Probenbezeichnung	Probenbezeichnung	Rohdichte [Mg/m ³]	DV _{24h} [Vol.-%]	DV _{168h} [Vol.-%]
P23-000654-01	Ruvido T1 2023 Jan/Feb Dampf	3,23	0,00	0,00
P23-000654-01-1			0,00	0,00
Mittelwert	-		0,0	0,0

Tabelle 7: Volumenzunahme Probe **2** im Dampfversuch, in Vol.-% (Doppelbestimmung).

Probenbezeichnung	Probenbezeichnung	Rohdichte [Mg/m ³]	DV _{24h} [Vol.-%]	DV _{168h} [Vol.-%]
P23-000654-02	Ruvido T1 2023 Mrz/Apr Dampf	3,36	0,00	0,00
P23-000654-02-1			0,08	0,36
Mittelwert	-	-	0,0	0,2

Tabelle 8: Betontechnik für EOS als Betonzuschlag gemäß DIN EN 12620.

Parameter	Einheit	Probe 3	Anforderung (Kategorie)
S_{ges}	M.-%	0,095	$\leq 1 (S_1)$
Sulfat, wasserlöslich	M.-%	0,02	$< 0,2 (SS_{0,2})$
Sulfat, säurelöslich	M.-%	0,240	$< 0,8 (AS_{0,8})$
Cl, wasserlöslich	M.-%	$< 0,001$	-
Cl, säurelöslich	M.-%	0,006	-
Leicht gewichtige Verunreinigungen	M.-%	$< 0,1$	-
Humusgehalt	<i>Bewertung des Überstandes</i>	Heller als Bezugslösung (kein Humus nachgewiesen)	-

Beurteilung:

Die angelieferte Probe **3** (T1 2023) aus der routinemäßigen Schlackenaufbereitung der Stahl Gerlafingen GmbH weist einen analytischen MgO_{ges} -Gehalt von 4,5 M.-% auf. Röntgenographisch ist in der Probe **3** freies MgO (Periklas) nicht nachweisbar.

Im Dampfversuch gemäß DIN EN 1744-1 weisen die untersuchten Proben **1** und **2** eine maximale Volumenzunahme von maximal 0,2 Vol.-% bei einem Versuchsabbruch nach 168 h Versuchsdauer auf. Sie entsprechen damit der Anforderung der Kategorie $V_{3,5}$ gemäß DIN EN 13242, wie sie in Deutschland für den Einsatz von Stahlwerksschlacke als Gesteinskörnung in ungebundenen Tragschichten gefordert wird. Dies entspricht dem Ergebnis der chemischen und mineralogischen Untersuchungen, in denen weder Periklas noch Freikalk nachgewiesen wurden.

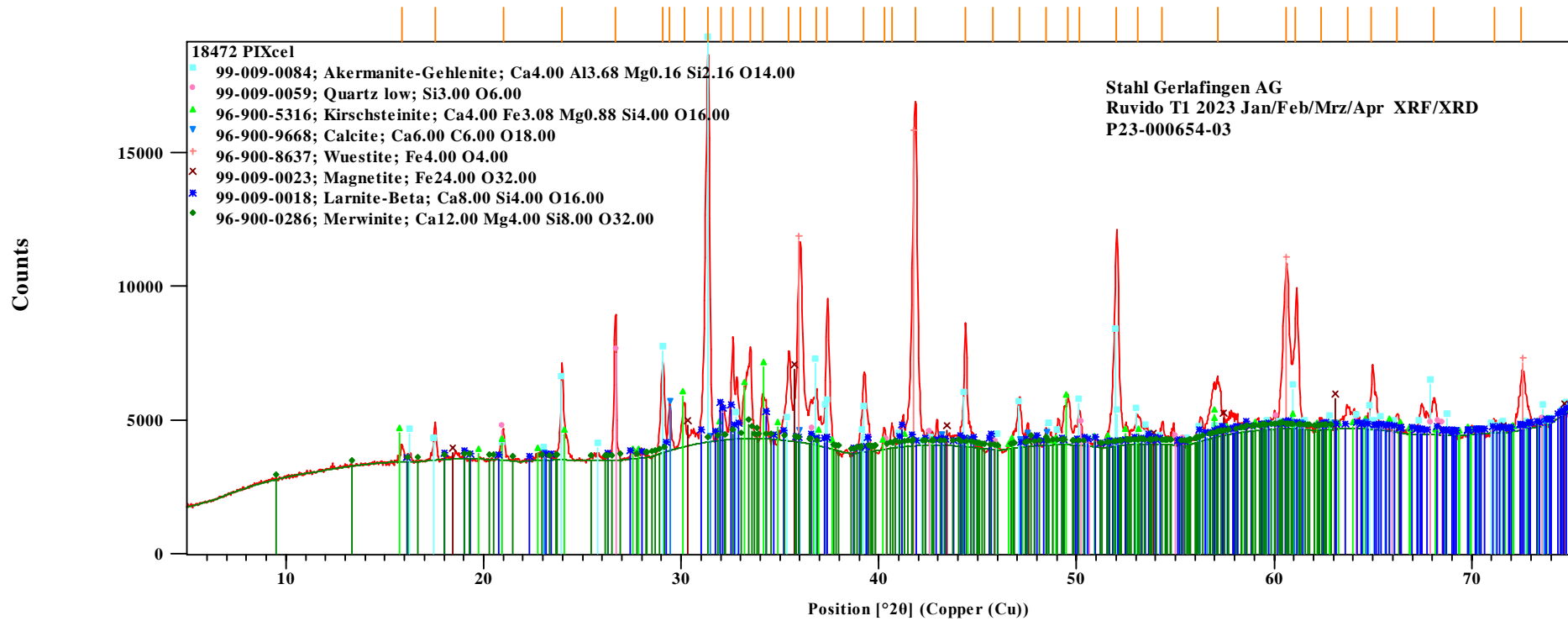
Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die angelieferten Proben.

FEHS - Institut für Baustoff-Forschung e.V.

D. Algermissen, M.Sc.
(Abteilungsleiter)



Dr. rer. nat. L. Gronen
(Sachbearbeiter)



Peak List
99-009-0084; Akermanite-Gehlenite; Ca4.00 Al3.68 Mg0.16 Si2.16 O14.00
99-009-0059; Quartz low; Si3.00 O6.00
96-900-5316; Kirschsteinite; Ca4.00 Fe3.08 Mg0.88 Si4.00 O16.00
96-900-9668; Calcite; Ca6.00 C6.00 O18.00
96-900-8637; Wuestite; Fe4.00 O4.00
99-009-0023; Magnetite; Fe24.00 O32.00
99-009-0018; Larnite-Beta; Ca8.00 Si4.00 O16.00
96-900-0286; Merwinite; Ca12.00 Mg4.00 Si8.00 O32.00