



LIMES GMBH • Carnaperhof 8 – 10 • 45329 Essen

Heral GmbH & Co. KG
Herrn Henrik Alichmann
Herrn Jürgen Herbst
Dornierweg 4 - 6
48155 Münster

Essen, 09.10.2019
PSC

per E-Mail an:
ha@heral.de
ih@heral.de

Materialmischung aus Sand, Tonmehl und Zement mit dem Markennamen „Heral M9“

Kontrollprüfungen nach Wechsel des Zementproduktes

- Projekt-Nr. der LIMES GmbH: L-8403 -

Sehr geehrter Herr Alichmann, sehr geehrter Herr Herbst,

die grundsätzliche Eignung der werksmäßig hergestellten Materialmischung aus Sand, Tonmehl und Zement mit dem Markennamen „Heral M9“ zur Verwendung als Auflager von Dränrohren in Deponie-Basisabdichtungssystemen wurde in unserer bewertenden Stellungnahme vom 4. Oktober 2016 bestätigt.

Mit Datum vom 6. August 2019 erhielten wir den Auftrag, die Materialmischung „Heral M9“ (Produktionsdatum 3. Juli 2019) hinsichtlich der kennzeichnenden bodenmechanischen Parameter zu kontrollieren, da das ursprünglich eingesetzte Zementprodukt (CEM I 42,5 N) durch einen Zement der Klasse CEM II/B-S 42,5 N (na) ersetzt wurde.

Die Werksmischung Heral M9 der HERAL GmbH & Co. KG besteht, gemäß Ihrer Angaben, aus den nachfolgend aufgeführten Komponenten und Gewichtungen:

- 70 Gew.-% Rheinsand, Körnung 0/4 mm, Kieswerk Breels (Heeren-Herkener-Kiesbaggerei GmbH, Hahnerfeld 8a, 46499 Isselburg)
- 27 Gew.-% Tonmehl mit hohem Kaolinanteil bestehend aus 25,65 % Tonmehl H 31 (HERAL GmbH & Co. KG) und 1,35 % smektitisches Tonmehl CPA (Herbst GmbH, Otto-Hahn-Str. 6, 48291 Telgte)
- 3 Gew.-% **neu:** Zement CEM II/B-S 42,5 N (na) (Spenner Zement GmbH & Co. KG, Bahnhofstr. 20, 59597 Erwitte)

Die Datenblätter der Ausgangsmaterialien und grundsätzliche Informationen zu der Werksmischung sowie zu den Ergebnissen der bereits durchgeführten Laboruntersuchungen sind unserer Stellungnahme vom 4. Oktober 2016 zu entnehmen. Das Datenblatt des neu eingesetzten Zementes ist diesem Schreiben beigelegt.

45329 Essen • Carnaperhof 8-10
Tel.: 0201 999 864 -00 Fax: -69
info@limes-essen.de
www.limes-essen.de

GF: Dipl.-Ing. Peter Schreiber
Dipl.-Ing. Rolf Woltering

Verwaltungssitz:
Eiland 3 45131 Essen
HRB Dortmund 18037
StNr. 316/5751/0250
Ust-IdNr. DE 220984172

Sparkasse Essen BIC SPESDE33XXX
IBAN DE76360501050000267021



Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17020 **akkreditierte Inspektionsstelle** und nach DIN EN ISO/IEC 17025 **akkreditiertes Prüflabor**. Die Akkreditierungen gelten für die in den Urkunden aufgeführten Prüf- und Inspektionsverfahren.

Durch Erlass des Ministeriums für Bauen, Wohnen, Stadtentwicklung und Verkehr des Landes NRW vom 25.06.2019-III.1 – 30-05/48.175 – für die Fachgebiete / Prüfungsarten A1, A3, D0, D3, I1, I2, I3, K0 und K3 anerkannte **Prüfstelle gemäß RAP Stra 15**.



Abstimmungsgemäß wurden durch uns ausschließlich an der angelieferten, fertigen Mischung folgende Untersuchungen durchgeführt:

- Bestimmung des Wassergehaltes gemäß DIN EN ISO 17892-1
- Bestimmung der Korngrößenverteilung gemäß DIN EN ISO 17892-4
- Bestimmung der Proctordichte gemäß DIN 18127
- Bestimmung des Kalkgehaltes gemäß DIN 18129
- Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes gemäß DIN 18130
- Bestimmung der einaxialen Druckfestigkeit gemäß DIN 18136

Die Ergebnisse der Laboruntersuchungen werden nachfolgend kurz beschrieben und bewertet. Alle Versuchsformblätter sind dem Anhang zu diesem Schreiben beigelegt.

Der **Anlieferungswassergehalt** wurde gemäß DIN EN ISO 17892-1 bestimmt. Der ermittelte Wert beträgt $w = 2,6 \%$. Für die Untersuchungen des Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes wurde die Materialmischung auf den Anforderungswert für den Einbauwassergehalt von $w = \text{ca. } 9 \%$ ($D_{Pr} = 100 \%$) und $14,5 \%$ ($D_{Pr, \text{nasserAst}} = 95\%$) hochgewässert.

Die **Korngrößenverteilung** wurde gemäß DIN EN ISO 17892-4 in einer kombinierten Sieb-/Sedimentationsanalyse bestimmt. Das Material ist ein Sand-Ton-Gemisch, das im Wesentlichen aus Sand besteht und schluffige bzw. schwach tonige und kiesige Anteile aufweist. Gemäß DIN 18196 ist das Material definitionsgemäß in die Bodengruppe der Sand-Ton-Gemische (Kurzzeichen: ST*) einzuordnen. Der Tonanteil (Kurzzeichen: Cl) beträgt $9,1 \%$ und der Schluffanteil (Kurzzeichen: Si) wurde zu $24,3 \%$ bestimmt. Die Hauptfraktion „Sand“ weist einen Anteil von [Kurzzeichen: Sa] $58,0 \%$ auf. Der Kiesanteil (Gr) liegt bei $8,7 \%$. Das Körnungsband liegt in der vergleichbaren Bandbreite der Referenzmischung M9 der TU München.

Die **Proctordichte** wurde gemäß DIN 18127 im Prüftopf mit einem Durchmesser von $d = 100 \text{ mm}$ bestimmt. Die Proctordichte beträgt $\rho_{Pr} = 1,97 \text{ t/m}^3$. Der **optimale Wassergehalt** liegt bei $w_{\text{opt}} = 9,0 \%$. Die Proctordichte bei $D_{Pr} = 95 \%$ beträgt $\rho_{Pr} = 1,87 \text{ t/m}^3$. Die Einbauwassergehaltsgrenzen bei $D_{Pr} = 95 \%$ liegen zwischen $w_{Pr, 0,95} = 3,1$ bis $14,5 \%$. Der Wert für die Proctordichte liegt in vergleichbarer Größenordnung zur Referenzmischung M9 der TU München. Die obere Einbauwassergehaltsgrenze der Referenzmischung M9 entspricht grundsätzlich der Laborprüfung der Mischung Heral M9.

Der **Kalkgehalt** wurde gemäß DIN 18129 bestimmt. Der Kalkgehalt beträgt $v_{ca} = 2,2 \%$.

Der **Wasserdurchlässigkeitsbeiwert** wurde gemäß DIN 18130 im Triaxialversuch bestimmt. Die Probe wurden hierzu in 3 Lagen und mit Proctorenergie (je Lage 25 Schläge) im Proctorzylinder auf $D_{Pr} = 100 \%$ bzw. 95% verdichtet. Die Proben wurden unmittelbar nach Herstellung der Probekörper aus dem Proctorzylinder ausgedrückt, ohne Aushärtungszeit im Triaxialversuchsstand eingebaut und mit einem hydraulischen Gradienten von $i = 30$ (entspricht einer Wassersäule von $3,6 \text{ m}$ bzw. $0,36 \text{ bar}$) beaufschlagt.

Bei den untersuchten Proben wurden über den gesamten Versuchszeitraum keine messbaren Wasserdurchflüsse aufgezeichnet. Die Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte beider Proben betragen nach einer Versuchsdauer von 27 Tagen jeweils $k_f < 1,0 \text{ E-12 m/s}$ und sind gemäß DIN 18130 als wasserundurchlässig zu bezeichnen. Die Prüfergebnisse des technischen Datenblattes mit $k_f = 7,5 \text{ E-10 m/s}$ werden bestätigt bzw. sogar deutlich unterschritten. Die Probekörper waren nach Versuchsende gut ausgehärtet und wurden anschließend hinsichtlich der einaxialen Druckfestigkeit überprüft.

Die **einaxiale Druckfestigkeit** wurde gemäß DIN 18136 bestimmt. Die Proben wurden nach Versuchsende der Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes im Versuchsstand eingebaut und geprüft. Die ermittelte Druckfestigkeit der Probe 001 ($D_{Pr} = 95 \%$) beträgt hierbei $q_u = 1.302,5$



kN/m². Die Druckfestigkeit an der Probe 001a ($D_{Pr} = 100 \%$) wurde zu $q_u = 1.786,4$ kN/m² ermittelt. Die Prüfergebnisse des technischen Datenblattes mit $q_u = 694,1$ kN/m² werden bestätigt bzw. deutlich überschritten.

Die Prüfmerkmale und einzuhaltenden Kriterien sind nachfolgend tabellarisch dargestellt.

Prüfmerkmal	Prüfung gem.	Soll-Wert	Anforderungen erfüllt	Bemerkung
- Körnungslinie	DIN 18 196 DIN EN ISO 17892-4	Gemäß Referenzmischung M9	ja	
- Wassergehalt	DIN EN ISO 17892-1	Einbau- und verdichtbar	Ja	Empfohlener Einbauwassergehalt $w = 12 - 14 \%$
- Proctordichte	DIN 18127	Gemäß Referenzmischung M9	Ja	
- Durchlässigkeit	DIN 18 130	$k \leq 1,0 \text{ E-}09 \text{ m/s}$	ja	Bei Einbauwassergehalt $w = 12-14 \%$ und Verdichtung von $D_{Pr} = 95-100\%$
- Kalziumcarbonatanteil	DIN 18 129	$V_{Ca} \leq 20 \%$	ja	
- Einaxiale Druckfestigkeit	DIN 18136	Gemäß Planungsanforderung	-	Im Einzelfall prüfen

Das Material Heral M9 entspricht in der Grundcharakteristik dem Referenzmaterial M9 der TU München. Die Ergebnisse zeigen gute Materialeigenschaften hinsichtlich Homogenität, Materialzusammensetzung, Einbaufähigkeit, Wasserdurchlässigkeit und Tragfähigkeit.

Der Wechsel des Zementproduktes hat hinsichtlich der überprüften Materialeigenschaften keinen signifikanten Einfluss, insbesondere da nur ein sehr geringer Anteil dem Gesamtprodukt beige-mischt wird.

Bei Fragen wenden Sie sich bitte an den Herrn Dipl.-Ing. Peter Schreiber (Mobil: 0173 270 74 48).

Mit freundlichen Grüßen

Dipl.-Ing. P. Schreiber
- Leiter der Inspektionsstelle -

ANLAGEN

Prüfbericht

Prüfnummer: L 8403 08.08.2019 H2O-OT MÜL
Ort der Durchführung: Labor



LIMES GMBH
INSPEKTION + MATERIALPRÜFUNG
Carnaperhof 8-10 D-45329 Essen
Fon: +49 201 99 98 64-00 Fax: -69

Auftraggeber: **HERAL GmbH & Co. KG**

Dornierweg 4-6
48155 Münster

Projekt: **Materialuntersuchungen HERAL Baustoffe**

Probenbezeichnung: Heral M9-Mischung vom 03.07.2019

Probennummer: L - 8403 - 07.08.2019 - EXT - 001
Projekt - Nr. Probenahme Probenehmer Ifd.-Nr.

Bestimmung des Wassergehaltes nach DIN EN ISO 17892-1: 2015-03

Teil 1: Ofentrocknung

Bodenart: **gr'cl'siSa**
Größtkorn: **4,0 mm**

Wassergehalt: 2,6 %

Bemerkung:

Dieser elektronisch erstellte Prüfbericht wurde geprüft und freigegeben.
Er entspricht den Anforderungen der ISO/IEC 17025:2005 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

Prüfbericht

Prüfnummer: L 8403 13.08.2019 KV - SS KNI
Ort der Durchführung: Labor



LIMES GMBH
INSPEKTION + MATERIALPRÜFUNG
Carnaperhof 8-10 D-45329 Essen
Fon: +49 201 99 98 64-00 Fax: -69

Auftraggeber: **HERAL GmbH & Co. KG**
Dornierweg 4-6
48155 Münster

Projekt: **Materialuntersuchungen HERAL Baustoffe**

Probenbezeichnung: Heral M9-Mischung vom 03.07.2019

Probennummer: L - 8403 07.08.2019 - EXT - 001
Projekt - Nr. Probennahme Probenehmer lfd.-Nr.

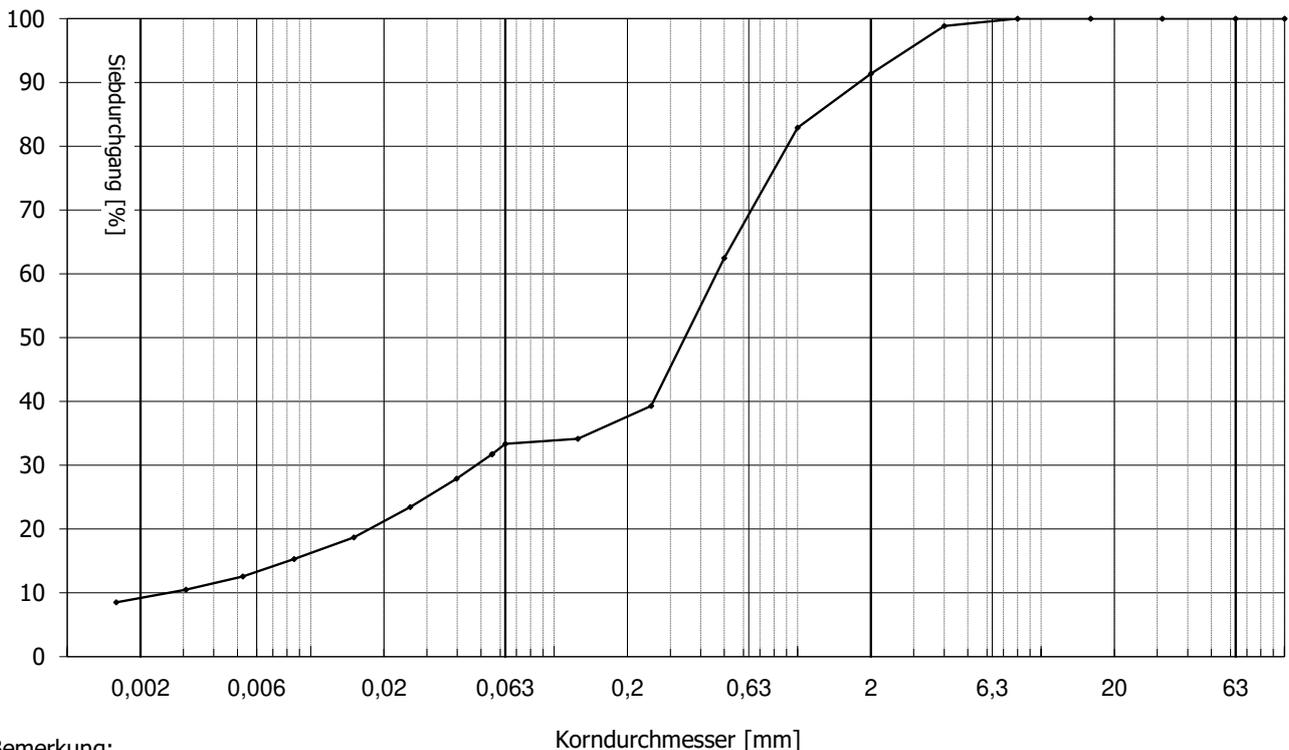
Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4: 2017-04

kombinierte Sieb-Schlamm-Analyse

Bodenart nach EN ISO 14688: **gr'cl'siSa** Bodenart n. DIN 4022 T1: **S,u,t',g'**
Bodenart: **Sand, schluffig, schwach tonig, schwach kiesig**
Bodengruppe nach DIN 18196: **ST*** Ungleichförmigkeitszahl: **176,06**
Krümmungszahl: **1,84**
Kornform: **gebrochen**
Korndichte: **2,65 g/cm³**
Wassergehalt: **2,6%**

Anteile: Cl: 9,1 % Si: 24,3 % Sa: 58,0 % Gr: 8,7 % Co: 0,0 %

Feinstes			Schluffkorn			Sandkorn			Kieskorn			Steine
Fein-	Mittel-	Grob-	Fein-	Mittel-	Grob-	Fein-	Mittel-	Grob-	Fein-	Mittel-	Grob-	



Bemerkung:

Der o.a. Wert für die Korndichte wurde nicht im Labor bestimmt und ist ein angenommener Erfahrungswert.

Dieser elektronisch erstellte Prüfbericht wurde geprüft, freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.

Prüfbericht

Prüfnummer: L 8403 19. 08. 2019 PRO 100 WES
Ort der Durchführung: Labor



LIMES GMBH
INSPEKTION + MATERIALPRÜFUNG
Carnaperhof 8-10 D-45329 Essen
Fon: +49 201 99 98 64-00 Fax: -69

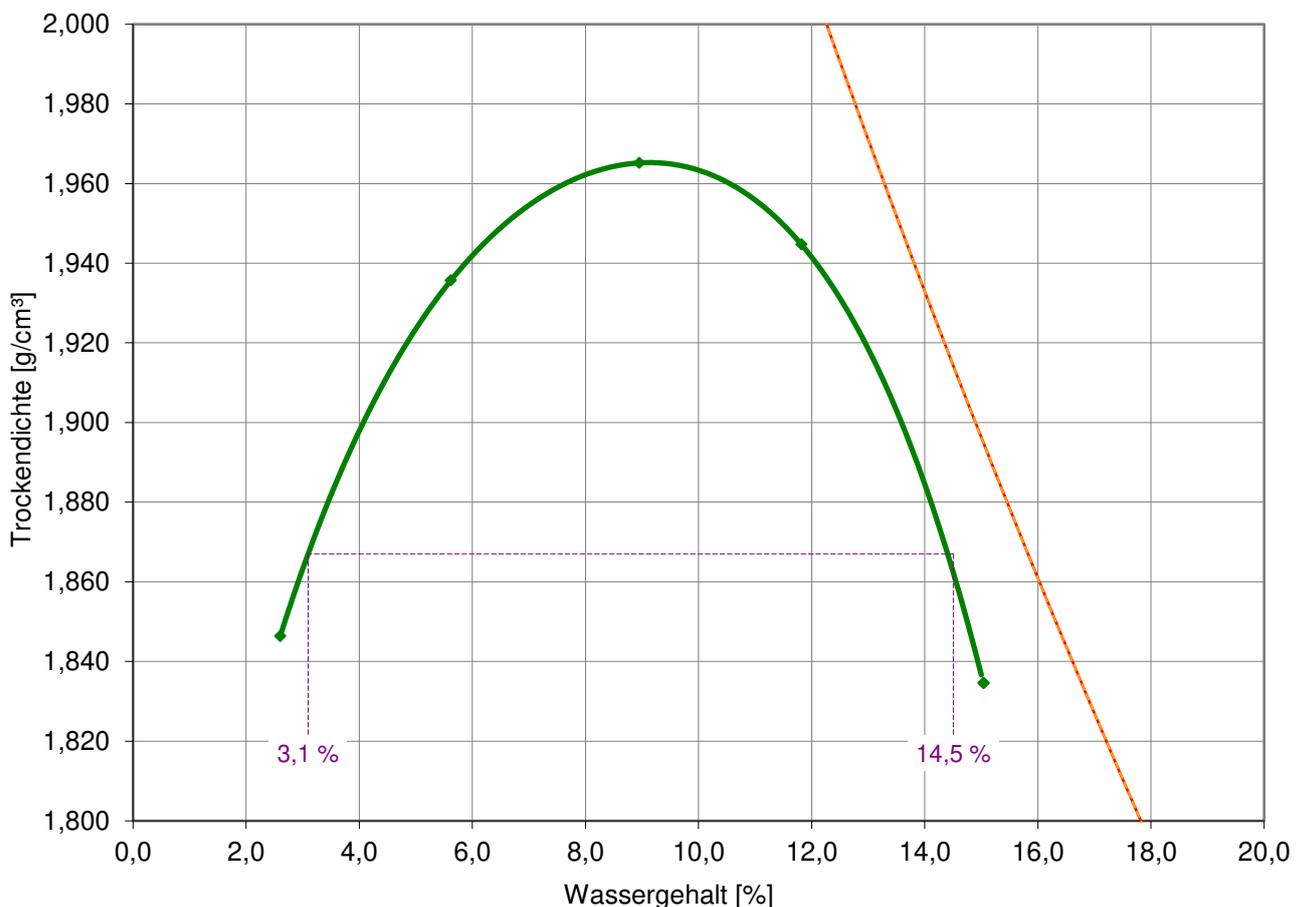
Auftraggeber: **HERAL GmbH & Co. KG**
Dornierweg 4-6
48155 Münster

Projekt: **Materialuntersuchungen HERAL Baustoffe**
Probenbezeichnung: Heral M9-Mischung vom 03.07.2019

Probennummer: L-8403 - 07.08.2019 - EXT - 001
Projekt - Nr. Probennahme Probenehmer lfd.-Nr.

Proctorversuch nach DIN 18 127: 2012-09

Bodenart:	gr'cl'siSa	Bodengruppe n. DIN 18196:	ST*
Größtkorn:	4,0 mm	Korndichte:	2,65 g/cm³
Prüftopf-Durchmesser:	100 mm	Überkornanteil:	0,0 %
Sättigungslinie:		Verdichtungsgrad	
Proctordichte:	1,97 g/cm³	95,0 % :	1,87 g/cm³
optimaler Wassergehalt:	9,0 %		



Bemerkung:

Dieser elektronisch erstellte Prüfbericht wurde geprüft und freigegeben.
Er entspricht den Anforderungen der ISO/IEC 17025:2005 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

Prüfbericht

Prüfnummer: L 8403 13.08.2019 Vca POL
Ort der Durchführung: Labor



LIMES GMBH
INSPEKTION + MATERIALPRÜFUNG
Carnaperhof 8-10 D-45329 Essen
Fon: +49 201 99 98 64-00 Fax: -69

Auftraggeber: **HERAL GmbH & Co. KG**

Dornierweg 4-6
48155 Münster

Projekt: **Materialuntersuchungen HERAL Baustoffe**

Probenbezeichnung: Heral M9-Mischung vom 03.07.2019

Probennummer: L-8403 - 07.08.2019 - EXT - 001
Projekt - Nr. Probenahme Probennehmer lfd.-Nr.

Bestimmung des Kalkgehaltes nach DIN 18 129: 2011-07

Bodenart: **gr'cl'siSa**

Bodengruppe: **ST***
nach DIN 18 196

Größtkorn des Bodens: **4,0 mm**

Größtkorn der Probe: **0,063 mm**

absoluter Luftdruck: **101,3 kPa**

Raumtemperatur: **23,1 °C**

Kalkgehalt: 2,2 %

Kalzitanteil: 1,8 %

Dolomitanteil: 0,4 %

Bemerkung:

Dieser elektronisch erstellte Prüfbericht wurde geprüft und freigegeben.
Er entspricht den Anforderungen der ISO/IEC 17025:2005 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

Prüfbericht

Prüfnummer: L 8403 Tri 100
Ort der Durchführung: Labor



LIMES GMBH
INSPEKTION + MATERIALPRÜFUNG
Carnaperhof 8-10 D-45329 Essen
Fon: +49 201 99 98 64-00 Fax: -69

Auftraggeber: **HERAL GmbH & Co. KG**
Dornierweg 4-6
48155 Münster

Projekt: **Materialuntersuchungen HERAL Baustoffe**

Probenbezeichnung: Heral M9-Mischung vom 03.07.2019 95% Proctor nasser Ast

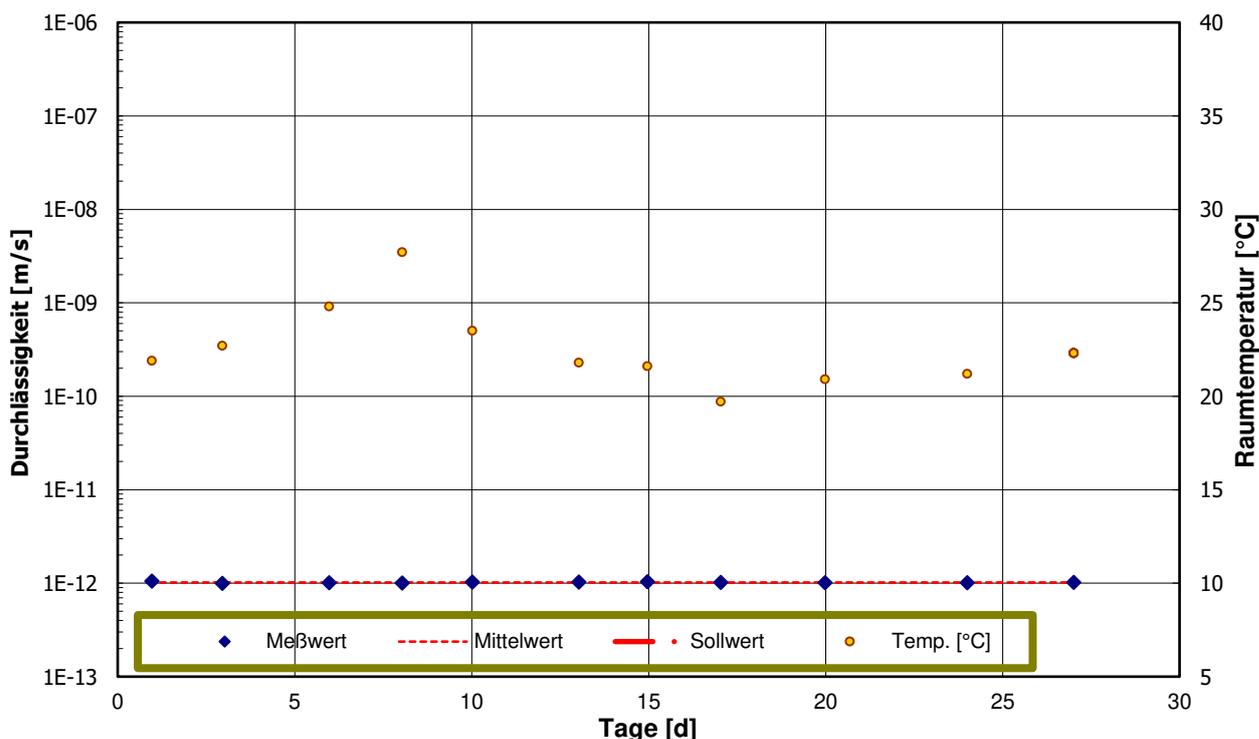
Probennummer: L - 8403 - 07.08.2019 - EXT - 001
Projekt - Nr. Probenahme Prüfer lfd.-Nr.

Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit nach DIN 18 130: 1998-12

TX-DE-MZ-U0-2

Bodenart:	gr'cl'siSa	Bodengruppe n. DIN 18196:	ST*
Größtkorn:	4,0 mm	Trockendichte:	1,87 g/cm³
Porenzahl:	0,42	Porenanteil:	0,29
Wassergehalt w _a :	14,5 %	Wassergehalt w _e :	15,2 %
Sättigungszahl S _{ra} :	0,92	Sättigungszahl S _{re} :	0,97
hydraulisches Gefälle:	i = 30	Art der Probe:	aufbereitet
Probenhöhe:	120	Probendurchmesser:	100 mm
Durchströmung	von unten nach oben	Versuchsdauer:	27,0 Tage

Wasserdurchlässigkeitsbeiwert: **1,0 E-12 m/s**



Bemerkung:

Dieser elektronisch erstellte Prüfbericht wurde geprüft und freigegeben.
Er entspricht den Anforderungen der ISO/IEC 17025:2005 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

Prüfbericht

Prüfnummer: L 8403 20.08.2019 Tri 100 WES
Ort der Durchführung: Labor



LIMES GMBH
INSPEKTION + MATERIALPRÜFUNG
Carnaperhof 8-10 D-45329 Essen
Fon: +49 201 99 98 64-00 Fax: -69

Auftraggeber: **HERAL GmbH & Co. KG**
Dornierweg4-6
48155 Münster

Projekt: **Materialuntersuchungen HERAL Baustoffe**

Probenbezeichnung: Heral M9-Mischung vom 03.07.2019, Dpr = 100%

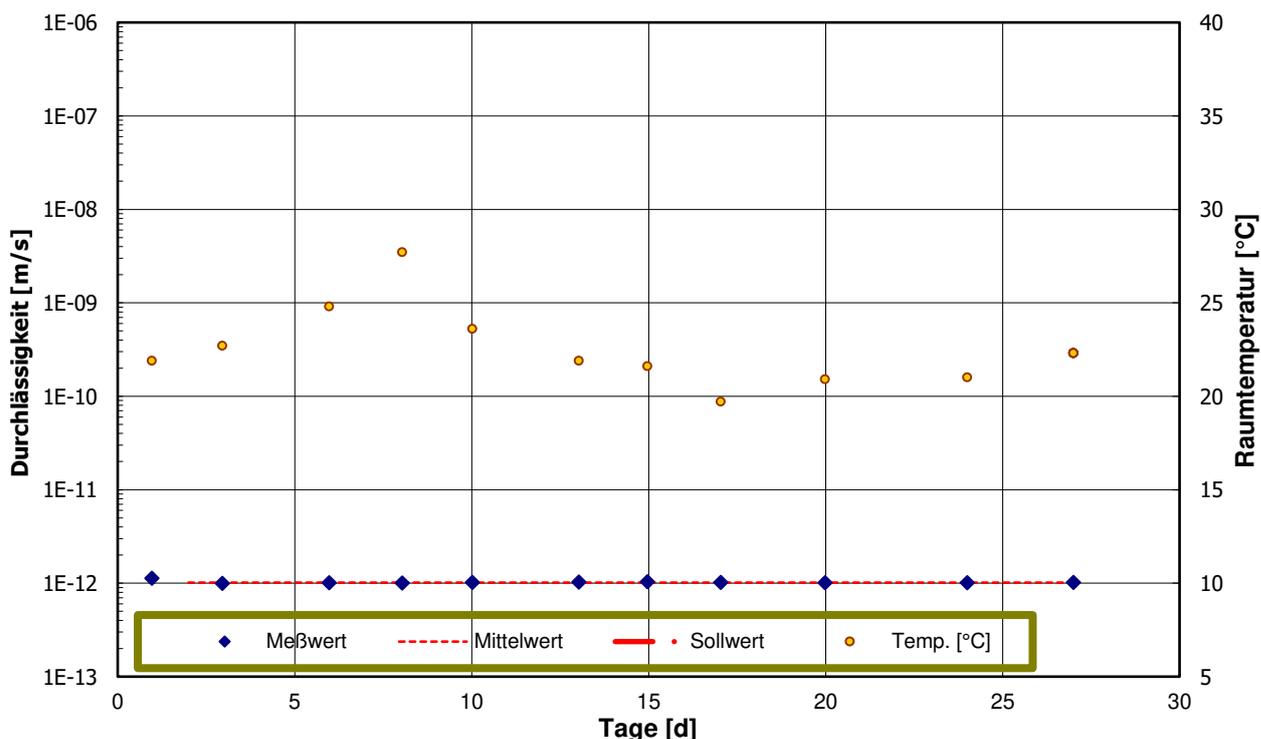
Probennummer: L - 8403 - 07.08.2019 - EXT - 001a
Projekt - Nr. Probenahme Prüfer lfd.-Nr.

Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit nach DIN 18 130: 1998-12

TX-DE-MZ-U0-2

Bodenart:	gr'cl'siSa	Bodengruppe n. DIN 18196:	ST*
Größtkorn:	4,0 mm	Trockendichte:	1,97 g/cm³
Porenzahl:	0,35	Porenanteil:	0,26
Wassergehalt w _a :	9,0 %	Wassergehalt w _e :	12,5 %
Sättigungszahl S _{ra} :	0,69	Sättigungszahl S _{re} :	0,96
hydraulisches Gefälle:	i = 30	Art der Probe:	aufbereitet
Probenhöhe:	120	Probendurchmesser:	100 mm
Durchströmung	von unten nach oben	Versuchsdauer:	27,0 Tage

Wasserdurchlässigkeitsbeiwert: **1,0 E-12 m/s**



Bemerkung:

Dieser elektronisch erstellte Prüfbericht wurde geprüft und freigegeben.
Er entspricht den Anforderungen der ISO/IEC 17025:2005 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

Prüfbericht

Prüfnummer: L 8403 17. 09. 2019 EinaxDruck POL
Ort der Durchführung: Labor



LIMES GMBH
INSPEKTION + MATERIALPRÜFUNG
Carnaperhof 8 – 10, D-45329 Essen
Tel.: +49 (0)201/99 98 64-00 Fax: -69

Auftraggeber: **HERAL GmbH & Co. KG**
Dornierweg 4-6
48155 Münster

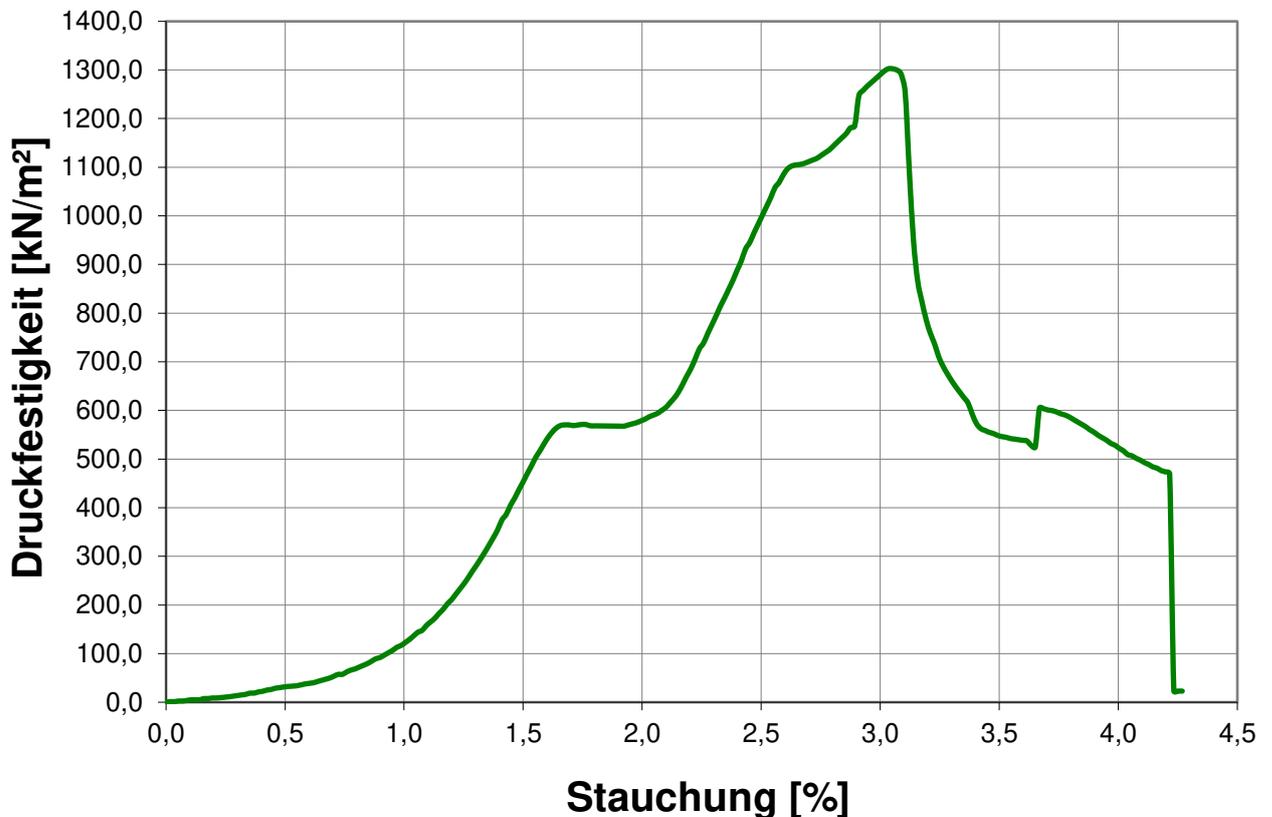
Projekt: **Materialuntersuchungen HERAL Baustoffe**

Probenbezeichnung: Heral, M9-Mischung vom 03.07.2019, 95% Proctor nasser Ast

Probennummer: L - 8403 - 07.08.2019 - EXT - 001
Projekt - Nr. Probenahme Probenehmer lfd.-Nr.

Einaxialer Druckversuch nach **DIN 18 136: 2003-11**

Bodenart:	gr'cl'siSa	Größtkorn:	4,0 mm
Feuchtdichte:	2,135 g/cm³	Probenhöhe:	12,0 cm
Trockendichte:	1,865 g/cm³	Probendurchmesser:	10,0 cm
Wassergehalt:	14,5 %	Prüfgeschwindigkeit:	1,27 mm/min
einaxiale Druckfestigkeit:	1302,5 kN/m²	Bruchstauchung:	3,1 %



Bemerkung:

Dieser elektronisch erstellte Prüfbericht wurde geprüft und freigegeben.
Er entspricht den Anforderungen der ISO/IEC 17025:2005 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

Prüfbericht

Prüfnummer: L 8403 17. 09. 2019 EinaxDruck POL
Ort der Durchführung: Labor



LIMES GMBH
INSPEKTION + MATERIALPRÜFUNG
Carnaperhof 8 – 10, D-45329 Essen
Tel.: +49 (0)201/99 98 64-00 Fax: -69

Auftraggeber: **HERAL GmbH & Co. KG**
Dornierweg 4-6
48155 Münster

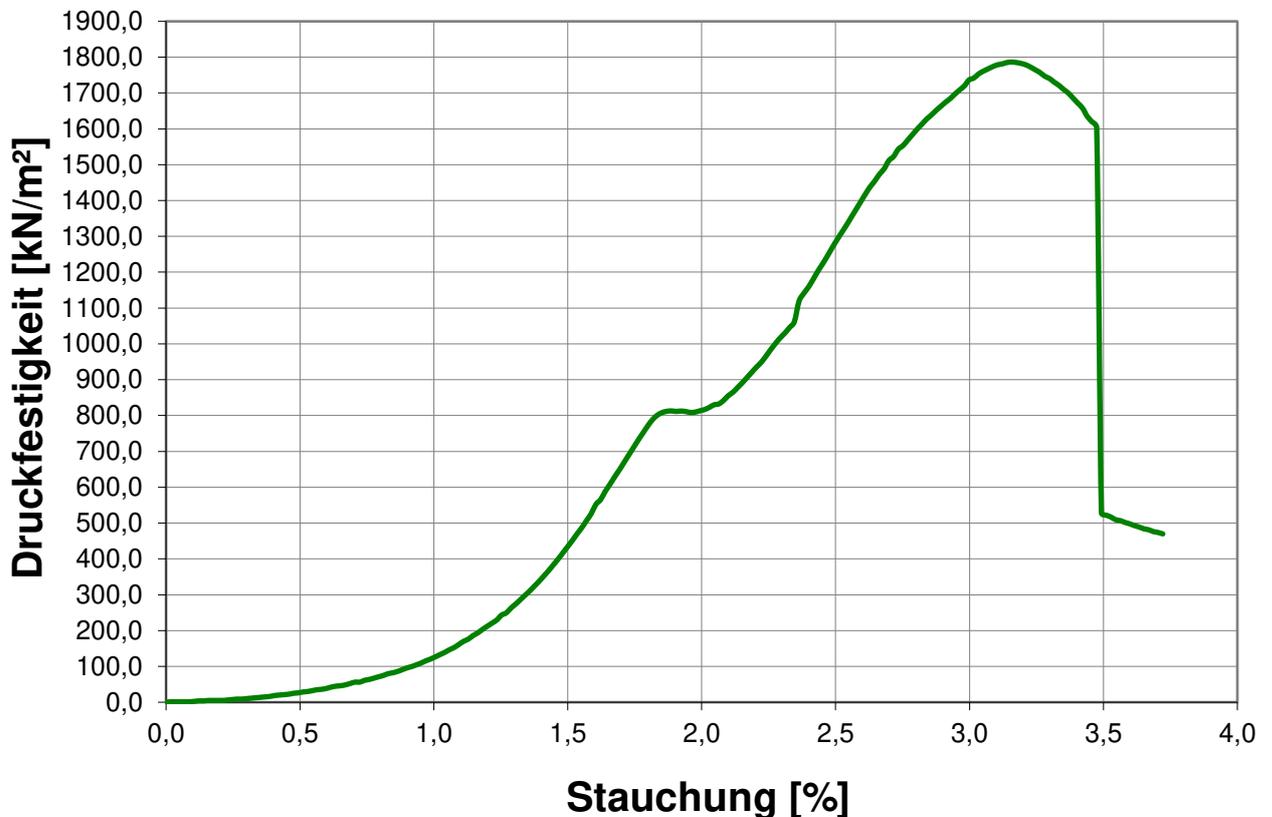
Projekt: **Materialuntersuchungen HERAL Baustoffe**

Probenbezeichnung: Heral, M9-Mischung vom 03.07.2019, Dpr =100 %

Probennummer: L - 8403 - 07.08.2019 - EXT - 001a
Projekt - Nr. Probenahme Probenehmer lfd.-Nr.

Einaxialer Druckversuch nach **DIN 18 136: 2003-11**

Bodenart:	gr'cl'siSa	Größtkorn:	4,0 mm
Feuchtdichte:	2,147 g/cm³	Probenhöhe:	12,0 cm
Trockendichte:	1,970 g/cm³	Probendurchmesser:	10,0 cm
Wassergehalt:	9,0 %	Prüfgeschwindigkeit:	1,27 mm/min
einaxiale Druckfestigkeit:	1786,4 kN/m²	Bruchstauchung:	3,2 %



Bemerkung:

Dieser elektronisch erstellte Prüfbericht wurde geprüft und freigegeben.
Er entspricht den Anforderungen der ISO/IEC 17025:2005 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

Produktinformation

CEM II/B-S 42,5 N (na)

Chemische Daten

		Prüfwert	Norm
SO ₃	M.-%	2,9	≤ 3,5
Cl	M.-%	0,04	≤ 0,10
Na ₂ O-Äquivalent	M.-%	0,66	≤ 0,70
Glühverlust	M.-%	0,9	

Physikalische Daten

Rückstand 90 µm	M.-%	0,2	
Spez. Oberfläche nach Blaine	cm ² /g	3500	
Raumbeständigkeit	mm	0,8	≤ 10
Wasseranspruch	M.-%	28	
Erstarren Beginn	min	240	≥ 60

Druckfestigkeiten

1 Tag	MPa		
2 Tage	MPa	21	≥ 10,0
7 Tage	MPa		
28 Tage	MPa	57	42,5 - 62,5

Hinweise zum Umgang mit unseren Produkten entnehmen Sie bitte den Sicherheitsdatenblättern. Die in unseren Datenblättern und Druckschriften angegebenen Daten sind Durchschnittswerte zahlreicher Messungen aus 2018 ohne Rechtsverbindlichkeit.
Stand: 2019