



IBE GmbH • Bössingerstr. 23 • 74243 Langenbrettach

Firma
bmk Steinbruchbetriebe
GmbH & Co. KG
Robert-Bopp-Straße 2

74388 Talheim

**Institut für Baustoffprüfung
und Umwelttechnik GmbH**

Bössingerstraße 23
Langenbeutigen
74243 Langenbrettach

TELEFON (0 7946) 94498-0
TELEFAX (0 7946) 94498-10

www.ibegmbh.de
e-mail: info@ibegmbh.de

IHRE ZEICHEN

IHR SCHREIBEN VOM

UNSERE ZEICHEN

DATUM

Bo/UH

04.09.2023

ERSTPRÜFUNG

Labornummer : 32795

Firma / Werk : Firma bmk
Werk Unterohrn

Auftraggeber : bmk Steinbruchbetriebe
GmbH & Co. KG
Herr Schüll

Vorgang : Erstprüfung für Hydraulisch
Gebundene Tragschichten (HGT)
der Korngröße 0/45 mm



Inhaltsverzeichnis

1. Allgemeines

- 1.1 Grundlagen
- 1.2 Anforderungen
- 1.3 Bindemittel
- 1.4 Mineralstoffe
- 1.5 Wasser

2. Korngrößenverteilungen

3. Untersuchungen des Baustoffgemisches

- 3.1 Wahl der Bindemittelmenge
- 3.2 Proctordichte und optimaler Wassergehalt
 - 3.2.1 Durchführung
 - 3.2.2 Auswertung
- 3.3 Druckfestigkeitsprüfung
 - 3.3.1 Wahl der Versuchsmischungen
 - 3.3.2 Probekörperherstellung
 - 3.3.3 Auswertungen

4. Beurteilung

Anlagen:

- Proctorversuch (graphisch)



1. Allgemeines

Das Institut für Baustoffprüfung und Umwelttechnik GmbH wurde durch Herrn Schüll der Firma bmk Steinbruchbetriebe GmbH & Co. KG beauftragt für eine Hydraulisch Gebundene Tragschicht (HGT) der Körnung 0/45 mm eine Erstprüfung durchzuführen.

Für die Erstprüfung wurden von Herrn Borchert am 12.07.23 folgende Mineralstoffe vom Laufband des Werkes Unterrohr entnommen:

500 kg Brechsand / Splitt / Schotter – Gemisch 0/45 mm

Hersteller Firma bmk Steinbruchbetriebe GmbH & Co. KG, Unterrohr

50 kg Bindemittel Zement CEM II/B-V 42,5 N

Hersteller Firma TBS Mannheim

1.1. Grundlagen

TL Beton - StB 07	Technische Lieferbedingungen für Baustoffe und Baustoffgemische für Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton
ZTV Beton - StB 07	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton
TP Beton-StB 10	Technische Prüfvorschriften für Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton
TP Gestein-StB 08	Technische Prüfvorschriften für Gesteinskörnungen im Straßenbau
TL Gestein-StB 04/07	Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau
DIN EN 13242	Gesteinskörnungen für ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische für Ingenieur- und Straßenbau
DIN 18506	Hydraulische Boden- und Tragschichtbinder
DIN 18127	Baugrund, Proctorversuch



1.2 Anforderungen

Mineralstoffe / Mineralstoffgemische:

Es sind natürliche oder künstliche Mineralstoffe, ungebrochen als Kiese und Natursand, gebrochen als Schotter, Splitt und Brechsand, zu verwenden.

Für die Wahl der zweckmäßigen Zusammensetzung des Mineralstoffgemisches sind die Anforderungen der ZTV Beton-StB 07 Abschn. 2.1.2 zu beachten.

Baustoffgemische für hydraulisch gebundene Tragschichten müssen nach TL G SoB-StB güteüberwacht werden. Dabei sind die gemischspezifischen Anforderungen der TL SoB-StB Abschn. 3.1.3 und 3.2.3 einzuhalten.

Liegt der Kornanteil $< 0,063$ mm im Mineralstoffgemisch zwischen 5 und 10 M.-%, so muss bei der Eignungsprüfung der ausreichende Frostwiderstand des erhärteten Baustoffgemisches durch eine Frostprüfung gemäß TP Beton-StB nachgewiesen werden.

Zugabewasser:

Zugabewasser muss die Anforderungen der DIN EN 1008 erfüllen.

Bindemittel:

Als Bindemittel werden Zemente nach DIN EN 197 / DIN 1164 entsprechend Tab. 1 TL Beton-StB 07 oder Hydraulische Tragschichtbinder der Festigkeitsklasse HRB 12,5 E und HRB 32,5 E nach DIN 18506 verwendet. Schnell erstarrende Bindemittel sind nicht zugelassen.

Baustoffgemisch:

Die Bindemittelmenge darf 3,0 M.-%, bezogen auf das trockene Mineralstoffgemisch, nicht unterschreiten.

Ferner ist die Bindemittelmenge so zu wählen, das bei der Eignungsprüfung folgende Anforderungen eingehalten werden:

- Bei hydraulisch gebundenen Tragschichten unter Asphaltsschichten wird der Bindemittelgehalt bei einer interpolierten Druckfestigkeit von 7 N/mm^2 bestimmt. Wird bei der Mindestbindemittelmenge von 3,0 M.-% die Druckfestigkeit von 7 N/mm^2 überschritten, ist die Mindestbindemittelmenge maßgebend.
- Bei hydraulisch gebundenen Tragschichten unter Fahrbahndecken aus Beton muss die mittlere Druckfestigkeit von drei zusammengehörenden Probekörpern nach 28 Tagen mindestens $15,0 \text{ N/mm}^2$ betragen.

Das Baustoffgemisch muss in einer Mischanlage hergestellt sein.



Die Kornanteile über 2 mm, 8 mm und 16 mm des Einbaugemisches dürfen die auf Grund der Ergebnisse der Erstprüfung angegebenen Kornanteile des Baustoffgemisches (ohne Bindemittel) um nicht mehr als 8 M.-% über- oder unterschreiten.

Bei Einbaugemischen darf der Kornanteil $< 0,063$ mm die Summe aus dem aufgrund der Ergebnisse der Erstprüfung angegebene Kornanteil $< 0,063$ mm und des Bindemittelanteils des Baustoffgemisches um nicht mehr als 2,0 M.-% überschreiten.

1.3 Bindemittel

Bindemittel CEM II/B-V 42,5 N - Hersteller Firma TBS Mannheim

1.4. Mineralstoffe

Als mineralische Zuschlagsstoffe wurden aus dem Brechsand-Splitt-Schotter-Gemisch

100 kg Kalkstein-Brechsand	0/2 mm
100 kg Kalkstein-Splitt	2/8 mm, 8/16 mm, 16/32 mm
100 kg Kalkstein-Schotter	32/45 mm

der Firma bmk Steinbruchbetriebe GmbH & Co. KG, Unterohrn verwendet.

Die Mineralstoffe lagen trocken vor. Die Eignung der Mineralstoffe wurde im Fremdüberwachungsbericht IBE GmbH Nr. 32217 nach TL G SoB-StB vom 19.05.2023 nachgewiesen.

1.5 Wasser

Bei dem verwendeten Wasser des Werkes Unterohrn handelt es sich um in der Natur vorkommendes Wasser, dessen Eignung bereits in vorgehenden HGT – Mischungen nachgewiesen wurde.



2. Korngrößenverteilungen

Das Korngemisch setzt sich dabei aus folgenden Korngruppen / Lieferkörnungen zusammen:

Mineralstoff	Korngruppe [mm]	Anteil [M.-%]
Kalkstein-Brechsand	0/2	20
Kalkstein-Splitt	2/8	20
Kalkstein-Splitt	8/16	20
Kalkstein-Splitt	16/32	20
Kalkstein-Schotter	32/45	20

Tab. 1: Anteile der Korngruppen / Lieferkörnungen

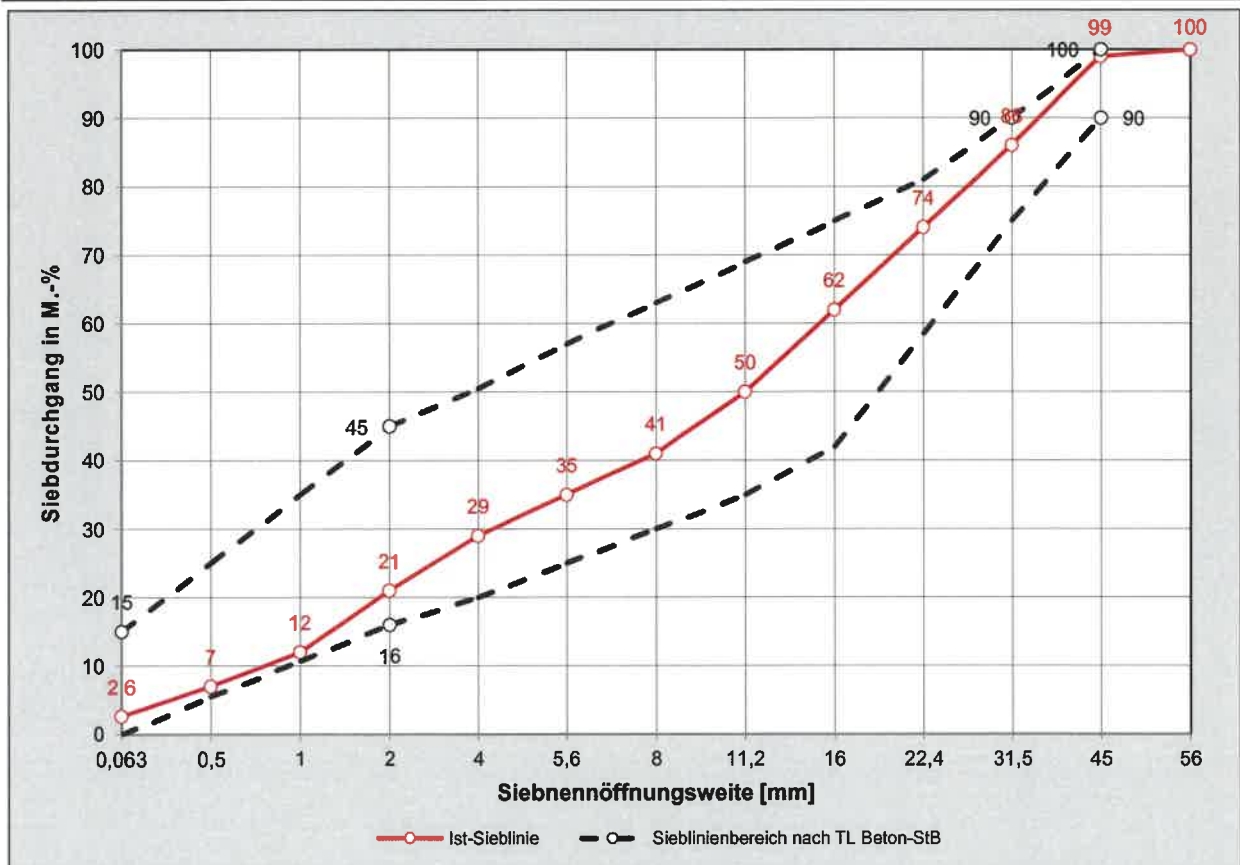
In der vorgenannten Zusammensetzung entspricht das Korngemisch 0/45 mm in der Korngrößenverteilung den Anforderungen der TL Beton StB 07 für Hydraulisch gebundene Tragschichten.

Das Korngemisch weist einen Sandanteil von 21 M.-% bei einem Anteil < 0,063 mm von 2,6 M.-% auf. Der Kornanteil > 2,0 mm beträgt in der vorgegebenen Zusammensetzung 79 M.-% bei einem Überkornanteil von 1,2 M.-%.

Die Ermittlung des Frostwiderstandes des erhärteten Baustoffgemisches durch eine Frostprüfung ist nicht erforderlich (Anteil < 0,063 mm am Korngemisch unter dem zulässigen Schwellenwert von 5 M.-%).



Kornverteilung		
Kornklasse in mm	Anteil in M.-%	Σ Durchgang in M.-% (Kornverteilungskurve)
56 - 63	0	100
45 - 56	3	97
31,5 - 45	13	84
22,4 - 31,5	11	73
16 - 22,4	7	66
11,2 - 16	9	57
8 - 11,2	6	51
5,6 - 8	9	42
4 - 5,6	6	36
2 - 4	6	30
1 - 2	12	18
0,5 - 1	8	10
0,063 - 0,5	7,3	2,7
< 0,063	2,7	-
Kornform Ungünstig geformt in M.-%	11	
Mergelige Bestandteile in M.-% an der Prüfkömung 8/11 mm	-	



Tab. 2: Kornverteilung / Diagramm 1: Grafische Darstellung der Kornverteilung



3. Untersuchungen des Baustoffgemisches

3.1 Wahl der Bindemittelmenge

Gemäß TP Beton-StB 10 Tab.1 bzw. aufgrund vorhandener Erfahrungswerte mit den vorliegenden Mineralstoffen wurde die mittlere Bindemittelmenge des Baustoffgemisches für den Proctorversuch mit 4,0 M.-%, bezogen auf 100 M.-% trockenes Baustoffgemisch, gewählt. (Siehe hierzu auch Punkt 3.3.1)

3.2 Proctordichte und optimaler Wassergehalt

3.2.1 Durchführung

Geräte:

Proctorzylinder*: Innendurchmesser 150 mm / Höhe 125 mm (ohne Aufsatz)

Proctorhammer*: Fallgewicht 4,5 kg / Fallhöhe 450 mm

Anzahl der Schichten: 3

Anzahl der Schläge: 22

Zulässiges Größtkorn: 31,5 mm

* Weitere Maße gemäß TP Beton-StB 10 Tab.1 Zeile 1: Kornanteile $> 31,5 \text{ mm} \leq 35 \text{ M.-%}$.

Proben:

Zur Durchführung des Proctorversuches am Baustoffgemisch (Ausgangsstoffe 0/45 mm; Kornanteile $> 31,5 \text{ mm} \leq 35 \text{ M.-%}$) im Versuchszylinder 150 mm wurde der Anteil $> 32 \text{ mm}$ vor Versuchsbeginn ausgesiebt und in Gewichtsprozent erfasst um später eine Überkornkorrektur durchzuführen.

Die Wassergehalte 1 bis 5 wurden entsprechend praktischer Gesichtspunkte ansteigend gewählt. Bindemittel und Wasser wurden dem Korngemisch im Zwangsmischer zugemischt.

Die Proctorversuche wurden entsprechend der vorgegebenen Bedingungen gemäß TP Beton - StB 10 Punkt 3.1.2.5 durchgeführt.



3.2.2 Auswertung

bis 31,5 mm Größtkorn	
Proctordichte [g/cm ³]	optimaler Wassergehalt [M.-%]
2,262	6,7
Überkornkorrektur	
korrigierte Proctordichte (ü) [g/cm ³]	korrigierter optimaler Wassergehalt (ü) [M.-%]
2,290	5,8

Tab. 3: Ergebnisse des Proctorversuchs

Die Proctorkurve sowie die ermittelten Werte für die entsprechend dem Überkornanteil zu korrigierende Proctordichte und den dazu gehörenden optimalen Wassergehalt (Bestimmt durch Ofentrocknung) sind aus dem Übersichtsblatt in der Anlage ersichtlich.

3.3 Druckfestigkeitsprüfung

3.3.1 Wahl der Versuchsmischungen

Gemäß TP Beton-StB 10 Tab.1 und Punkt 3.1.3.2 bzw. aufgrund vorhandener Erfahrungswerte mit dem vorliegenden Baustoffgemisch wurden Probemischungen mit 3,0 M.-%, 4,0 M.-% und 5,0 M.-% Bindemittel und dem 0,9 – fachen des optimalen Wertes für den Wassergehalt gewählt.

3.3.2 Probekörperherstellung

Die Probekörper mit einem Durchmesser von 150 mm und einer Höhe von 125 +/- 1 mm wurden entsprechend TP Beton-StB 10 Punkt 3.1.3.3 mittels rüttelnder Verdichtung hergestellt. Die Trockendichte des einzelnen Probekörpers lagen im Bereich der zulässigen Toleranzen von 0,02 g/cm³ bezogen auf die Proctordichte des Baustoffgemisches aus Tab. 3.

Aus jeder Versuchsmischung wurden je 1 Probekörper für die Druckfestigkeitsprüfung nach 7 Tagen und je 3 Probekörper für die Druckfestigkeitsprüfung nach 28 Tagen hergestellt.



3.3.3 Auswertungen

Nach vorschriftsmäßiger Lagerung entsprechend TP Beton-StB 10 Punkt 3.1.3.4 und Prüfung der Parallelität und Ebenheit wurde die Druckfestigkeit mit stetig steigender Druckspannung (0,1 N/mm² / sec.) an 7 - und 28 - Tage alten Probekörpern entsprechend Punkt 3.1.3.6 ermittelt.

Dabei ergaben sich folgende Werte:

7 - Tage – Druckfestigkeit (Orientierungswert)

Bindemittelgehalt M.-%	Trockendichte (Einzelwert) g/cm ³	Festigkeit (Einzelwert) N/mm ²
3,0	2,260	5,9
4,0	2,262	8,2
5,0	2,266	10,6

Tab. 4: 7-Tage-Druckfestigkeit

28 - Tage - Druckfestigkeit

Bindemittelgehalt M.-%	Trockendichte (Einzelwert) g/cm ³	Trockendichte (Mittelwert) g/cm ³	Festigkeit (Einzelwert) N/mm ²	Festigkeit (Mittelwert) N/mm ²
3,0	2,260	2,258	8,4	8,3
	2,258		8,3	
	2,256		8,2	
4,0	2,260	2,260	10,1	10,4
	2,262		10,8	
	2,260		10,4	
5,0	2,264	2,264	15,7	15,7
	2,268		15,6	
	2,266		15,8	

Tab. 5: 28-Tage-Druckfestigkeit, Trockendichte



Unter Asphaltsschichten:

Anforderung gemäß ZTV Beton-StB 07 - 7 N/mm² nach 28 Tagen

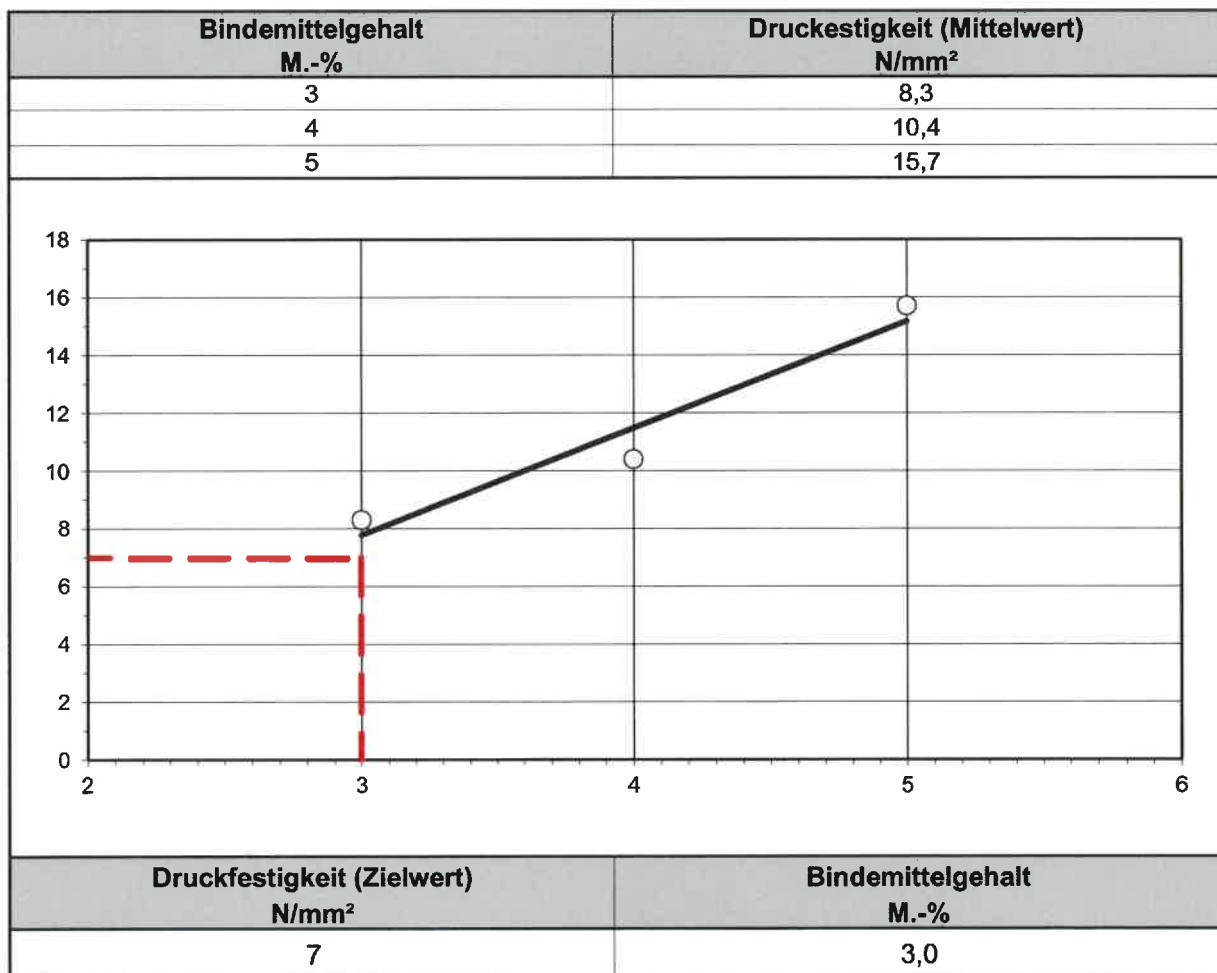


Diagramm 2: Interpolation Druckfestigkeit-Bindemittelgehalt (unter Asphaltsschichten)

Aus den Ergebnissen ergibt sich unter Berücksichtigung der Mindestzementmenge von 3,0 M.-% sowie des vorgegebenen Druckfestigkeitswertes von 7 N/mm² nach 28 Tagen mit einem festgelegten Zielwert von 7,0 N/mm² ein Bindemittelgehalt von 3,0 M.-% bezogen auf das trockene Korngemisch.



Unter Betondecken:

Anforderung gemäß ZTV Beton-StB 07 mind. 15 N/mm² nach 28 Tagen

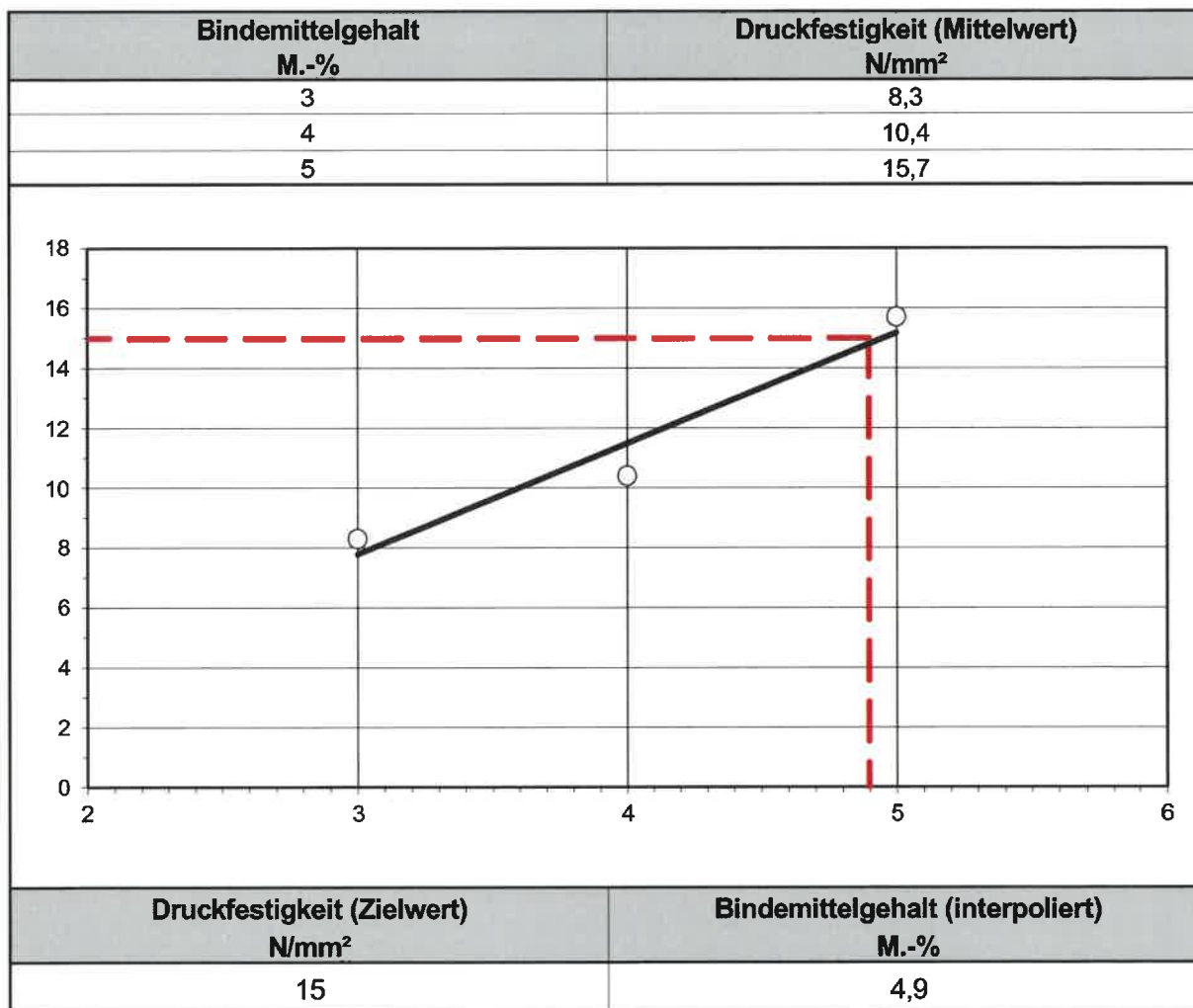


Diagramm 3: Interpolation Druckfestigkeit-Bindemittelgehalt (unter Betondecken)

Aus den Ergebnissen ergibt sich nach linearer Interpolation aufgrund der vorgegebenen Mindest - Druckfestigkeit von 15 N/mm² nach 28 Tagen ein Mindest - Bindemittelgehalt von 4,9 M.-% bezogen auf das trockene Korngemisch.



4. Beurteilung

Die entnommenen Gesteinskörnungen waren frei von schädlichen Bestandteilen. Unter der Voraussetzung einer ordnungsgemäßen Zertifizierung und Überwachung für die Gesteinskörnungen (unter Einhaltung der geforderten Frostbeständigkeit) sowie für das Bindemittel bestehen gegen eine Verwendung der geprüften Materialien keine Bedenken.

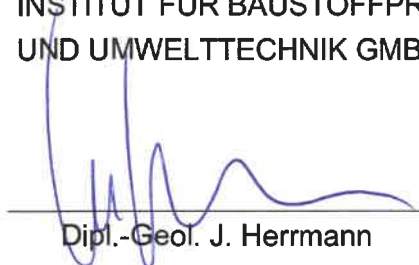
Für die hydraulisch gebundene Tragschicht nach ZTV Beton-StB 07 werden aufgrund der vorliegenden 28 – Tage – Druckfestigkeiten folgende Bindemittelmengen empfohlen:

Verwendung unter Asphaltsschichten:	Mindestzementmenge = 3,0 M.-%
Verwendung unter Betonfahrbahndecken:	mind. 4,9 M.-%

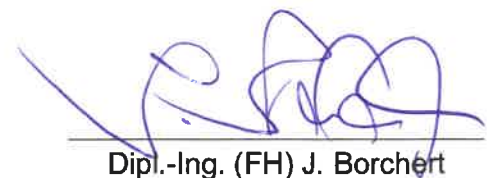
Der Einbauwassergehalt (am Baustoffgemisch 0/45) muss mit mindestens 5,2 M.-% (90 % des optimalen Wassergehaltes) eingestellt werden, darf jedoch den Wert von 5,8 M.-% nicht überschreiten. Der Wassergehalt muss fortlaufend kontrolliert werden.

Das fertige Baustoffgemisch ist beim Transport oder bei evtl. Wartezeiten vor Austrocknung sowie Regen zu schützen. Der Wassergehalt beeinflusst die Verdichtungswilligkeit entscheidend und ist laufend zu kontrollieren.

INSTITUT FÜR BAUSTOFFPRÜFUNG
UND UMWELTTECHNIK GMBH


Dipl.-Geol. J. Herrmann




Dipl.-Ing. (FH) J. Borchert

Anlagen
Proctorversuch
(grafisch)

Proctorkurve

bmk
 Unterohrn

Bearbeiter: DS

Datum: 13.07.2023

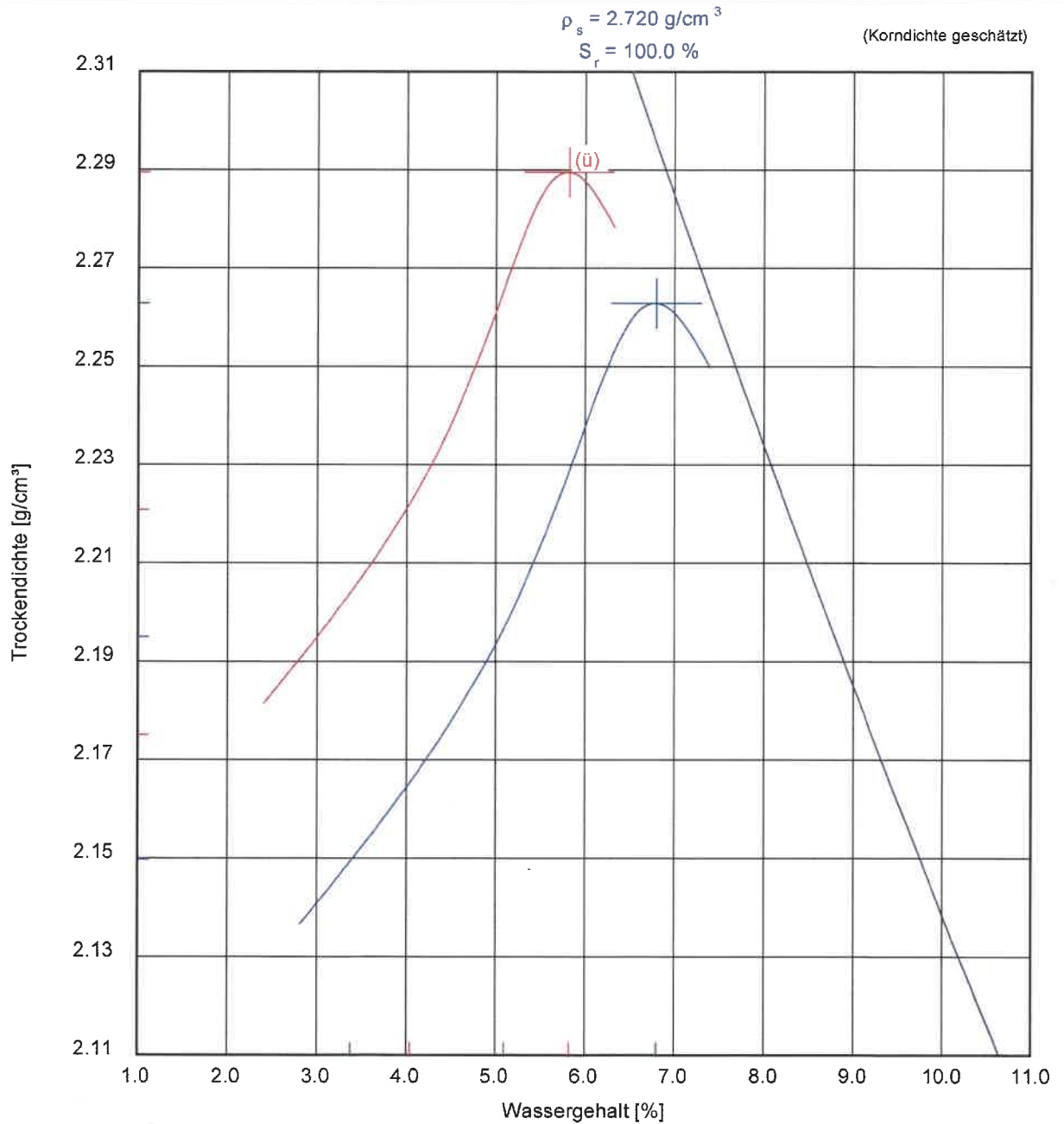
Prüfungsnummer: 32318

Entnahmestelle: Unterohrn

Art der Entnahme: gestört

Bodenart: Sand, Splitt, Schrotter, 4% CEM II/B-V 42,5 N

Probe entnommen am: 12.07.2023



(ü) 100 % der Proctordichte $\rho_{Pr} = 2.290 \text{ g/cm}^3$

Optimaler Wassergehalt $w_{Pr} = 5.8 \%$

(ü) 97.0 % der Proctordichte $\rho_d = 2.221 \text{ g/cm}^3$

min/max Wassergehalt $w = 4.0 / - \%$

(ü) 95.0 % der Proctordichte $\rho_d = 2.175 \text{ g/cm}^3$

min/max Wassergehalt $w = - / - \%$