

Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik

Heft

1141

2022

Forschungsberichte aus dem Forschungsprogramm
des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr
und der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V.

Bewertung der Innenhydrophobierung von Fahrbahndeckenbetonen als neuartige AKR-Vermeidungsstrategie

Dr.-Ing. Frank Weise
M.Sc. Matthias Fladt
M.Sc. Ivo Meyer

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung
Berlin

Februar 2022

Herausgegeben vom Bundesministerium für
Digitales und Verkehr, Abteilung Straßenbau, Bonn

Inhalt

Abkürzungen	10	5.2.3 Frischbetonkennwerte	33
1 Problem- und Zielstellung	11	5.2.4 Festbetonkennwerte	35
2 Grundlagen, Stand der Technik	11	5.3 Prüfung der Robustheit der optimierten Betonrezeptur (A3)	39
2.1 Vorbemerkungen	11	5.3.1 Variation des w/z-Wertes	39
2.2 Grundlagen	11	5.3.2 Variation der Herstellungs- temperatur	40
2.2.1 Metallseifen	11	5.4 Bewertung der Dauerhaftigkeit der Innenhydrophobierung und ihrer Auswirkung auf die schädigende AKR (A4)	41
2.2.2 Siliziumorganische Verbindungen	12	5.4.1 Herstellung und Vorkonditionierung der Prüfkörper	41
2.3 Stand der Technik	14	5.4.2 Versuchsbeschreibung	43
3 Lösungsweg	17	5.4.3 Ergebnisse und Diskussion	47
4 Kurzbeschreibung ausgewählter Prüfverfahren zur Charakterisierung der Betoneigenschaften	19	5.5 Zwischenfazit	74
4.1 Vorbemerkungen	19	6 Prüfergebnisse der Bearbeitungsstufe B	74
4.2 Frischbetoneigenschaften	20	6.1 Auswahl und Charakterisierung der Betonausgangsstoffe (B1)	74
4.3 Festbetoneigenschaften	20	6.1.1 WS-Prüfzement	74
4.3.1 Betonherstellung	20	6.1.2 Gesteinskörnung	74
4.3.2 Hygrische Eigenschaften	20	6.1.3 Hydrophobierungsmittel	76
4.3.3 Mechanische Eigenschaften	21	6.1.4 Luftporenbildner	76
4.3.4 Frost-Tausalz-Widerstand	21	6.2 Entwurf und Optimierung der Betonrezepturen (B2)	76
4.3.5 AKR-Schädigungspotenzial	21	6.2.1 Betonrezepturen und Mischregime ...	76
4.3.6 Aufbauende Untersuchungen	24	6.2.2 Ausgewählte Frisch- und Festbeton- parameter	77
5 Prüfergebnisse in der Bearbeitungsstufe A	27	6.3 Analyse und Bewertung der Auswirkungen des Hydrophobierungs- mittels HM-C auf die schädigende AKR (B3)	86
5.1 Auswahl und Charakterisierung der Betonausgangsstoffe (A1)	27	6.3.1 60°C-Betonversuchs mit externer Alkalizufuhr	86
5.1.1 WS-Prüfzement	27	6.3.2 Klimawechselagerung	93
5.1.2 Gesteinskörnung	28	7 Zusammenfassende Betrachtungen	99
5.1.3 Hydrophobierungsmittel	30	8 Ausblick	103
5.1.4 Luftporenbildner	31		
5.1.5 Fließmittel	31		
5.2 Entwurf und Optimierung der Betonrezepturen (A2)	31		
5.2.1 Prinzipielles Vorgehen	31		
5.2.2 Mischregime	32		

Literatur	104
Bilder	107
Tabellen	111
Anhang	113
Anhang A1: Ergebnisse der Prüfungen der Festbetonkennwerte der einzelnen Betonarten	
Anhang A2: Ergebnisse der Prüfung des Frost-Tausalz-Widerstandes der einzelnen Betonarten	
Anhang A3: Ergebnisse der verschiedenartigen AKR-provozierenden Lagerungen der einzelnen Betonarten	
Anhang A4: Dokumentation der Dünnschliff-mikroskopie der einzelnen Betonarten nach den verschiedenartigen AKR-provozierenden Lagerungen	

Abkürzungen

A ₃₀₀	Mikroluftporengehalt
AF	Abstandsfaktor
AKR	Alkali-Kieselsäure-Reaktion
BA L	Baerophob L 1526 (Metallseife)
BV	Betonversuch
CDF	Capillary Suction of De-icing chemicals and Freeze-Thaw Test
DMS	Dehnmessstreifen
EW	Einwalkversuch (Balkenbeschriftung)
HM	Innenhydrophobierungsmittel
IR	Infrarotspektroskopie
KWL	Klimawechselagerung
LIBS	Laser Induced Breakdown Spectroscopy
LP	Luftporen
NMR	Nuclear Magnetic Resonance (Kernspinresonanzspektroskopie)
NS	Nassschwinger
OB	Oberbeton
Ref. oder RB	Referenzbeton (unhydrophobiert)
RFA	Röntgenfluoreszenzanalyse
SE	Schallemission
TEHE	Tegosivin HE 328 (Alkylalkoxysilan/Siloxan Emulsion)
TDR	Time Domain Reflectometry (Zeitbereichsreflektometrie)
TS	Trockenschwinger
UB	Unterbeton
US	Ultraschall
WB	Waschbeton