

Ringversuch zum Los-Angeles-Prüfverfahren an Schotter mit Ermittlung des Bewertungshintergrundes für ein Kontrollgestein zur Prüfmittelüberwachung zum Widerstand gegen Zertrümmerung (LA/SZ)

FGSV 1/2018

Forschungsstelle: Technische Universität München, Centrum Baustoffe und Materialprüfung, Lehrstuhl für Werkstoffe und Werkstoffprüfung im Bauwesen (Prof. Dr.-Ing. C. Gehlen)

Bearbeiter: Westiner, E. / Wörner, T. / Neidinger, S.

Auftraggeber: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V., Köln

Abschluss: März 2020

Ringversuche ermittelt werden. Für die in den Prüfvorschriften angegebenen Prüfkörnungen liegen die Präzisionsdaten bislang nicht vor.

Zudem sollen für die beiden Prüfverfahren zur Bestimmung des Widerstands gegen Zertrümmerung (Schlagversuch und Los-Angeles-Prüfverfahren) nach der DIN EN 1097-2 Methoden zur Überprüfung der Wirkungsweise (Schlagbeanspruchung beziehungsweise Schlag-Abrieb-Beanspruchung (1, 2)) der Prüfgeräte (Schlagprüfgerät und Los-Angeles-Prüfmaschine) im Rahmen der Prüfmittelüberwachung optimiert werden.

1 Untersuchungen

Das Prüfmerkmal zur Beschreibung der Festigkeit von Gesteinskörnungen und Gleisschotter ist der Widerstand gegen Zertrümmerung. Dieser kann anhand von zwei Verfahren (Schlagversuch und Los-Angeles-Prüfverfahren) charakterisiert werden. Beide Verfahren sind im Technischen Regelwerk beschrieben.

Im Rahmen des vorliegenden Forschungsprojekts sollten die Präzisionsdaten für das Los-Angeles-Prüfverfahren von Schotter für den Straßenbau nach TP Gestein-StB, Teil 5.3.1.2 und für Gleisschotter nach der DIN EN 1097-2, Anhang A durch

1.1 Ringversuche

Zur Ermittlung der Präzisionsdaten für das Los-Angeles-Prüfverfahren von Schotter waren zwei Ringversuche erforderlich. Es wurde ein Ringversuch für die Prüfung an Gleisschotter nach der DIN EN 1097-2, Anhang A und ein Ringversuch für die Prüfung an Schotter für den Straßenbau nach TP Gestein-StB, Teil 5.3.1.2 durchgeführt. An beiden Ringversuchen nahmen jeweils 13 Prüfstellen teil. Die Ergebnisse der Ringversuche wurden zunächst statistisch auf Ausreißer geprüft. An den bereinigten Ergebnissen wurden die folgenden Präzisionsdaten ermittelt.

		Gleisschotter LA_{RB} DIN EN 1097-2, Anhang A	Straßenbau $LA_{35,5/45}$ TP Gestein-StB, Teil 5.3.1.2
Wiederholpräzision ($2,77 s_r$)	r	1,24	$0,055 \cdot LA_{35,5/45} + 0,435$
Vergleichpräzision ($2,77 s_R$)	R	$0,175 \cdot LA_{RB} + 0,283$	2,81

Die Präzisionsdaten beider Verfahren liegen auf vergleichbarem Niveau und können in das nationale beziehungsweise europäische Regelwerk integriert werden.

Zudem konnte nachgewiesen werden, dass die Ergebnisse der Prüfung für den Gleisschotter und den Schotter für den Straßenbau in sehr hohem Maße korrelieren (Bild 1).

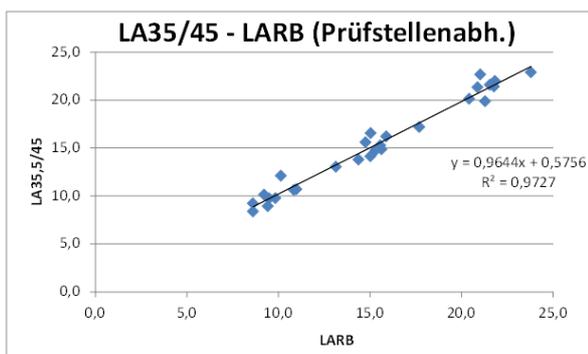


Bild 1: Korrelation zwischen LA_{RB} und $LA_{35/45}$

Deshalb wird empfohlen, im Falle eines Einsatzes in beiden Anwendungsbereichen, die Übertragung der Ergebnisse zukünftig zuzulassen. Die unterschiedlichen Prüfverfahren (Prüfkörnungen) sollten aufgrund der unterschiedlichen Lieferkörnungen in beiden Anwendungsbereichen dennoch beibehalten werden, um die Prüfbarkeit der Lieferkörnungen – insbesondere für den Straßenbau – sicherzustellen.

1.2 Optimierung der Prüfmittelüberwachung

Um im Rahmen der Prüfmittelüberwachung eine Überprüfung der Wirkungsweise der zur Anwendung kommenden Prüfgeräte (Schlagprüfgerät und Los-Angeles-Prüfmaschine) zur Bestimmung des Widerstands gegen Zertrümmerung zu schaffen, wurde ein Kontrollgestein entwickelt. Dieses kann für den Schlagversuch die bisher in der DIN EN 1097-2, Anhang D enthaltene Messmethodik ersetzen. Für das Los-Angeles-Prüfverfahren ist diese Vorgehensweise innovativ. Hier fehlen in der DIN EN 1097-2 bislang gänzlich Angaben zur Prüfmittelüberwachung.

Gesteinskörnungen, Ungebundene Bauweisen

Der Herrnholzer Granit hat sich wie schon zur Bestimmung des Widerstands gegen Polieren nach der DIN EN 1097-8 als geeignetes Kontrollgestein erwiesen. Mithilfe dieses Kontrollgesteins ist es grundsätzlich möglich, die Wirkungsweise der Prüfgeräte zu überprüfen. Es wurde ein Bewertungshintergrund für den Herrnholzer Granit als mögliches Kontrollgestein erstellt. Hierbei wurden an zwölf Prüfstellen Vergleichsversuche und an drei Prüfstellen Reihenuntersuchungen durchgeführt. Parallel dazu erfolgte die Bestandsaufnahme einiger Los-Angeles-Prüfmaschinen durch die DB-Systemtechnik.

Anhand der Vergleichsversuche und der Reihenuntersuchungen am Splitt konnte gezeigt werden, dass der Herrnholzer Granit im Hinblick auf die Prüfung des Widerstands gegen Zertrümmerung

bei beiden Prüfverfahren eine hohe Gleichmäßigkeit aufweist. Die festgestellten Werte für die Wiederholbarkeit und Vergleichbarkeit liegen im Bereich der Präzision nach der DIN EN 1097-2. Der Mittelwert für den Schlagzertrümmerungswert SZ beträgt 19,5 und für den Los-Angeles-Koeffizienten LA 21,9.

Beim Schlagversuch ist eine geringe Streuung der Messergebnisse festzustellen (Bild 2). Dies ist offensichtlich auf die sehr präzisen Festlegungen, einschließlich zweijähriger externer Überprüfung des Schlagprüfgeräts in der DIN EN 1097-2 zurückzuführen. Die Überprüfung der Schlagwirkung, die messtechnisch nicht rückführbar ist, kann künftig durch die Installation des Herrnholzer Granits als Kontrollgestein erfolgen, um den bestehenden Qualitätsstandard zu sichern.

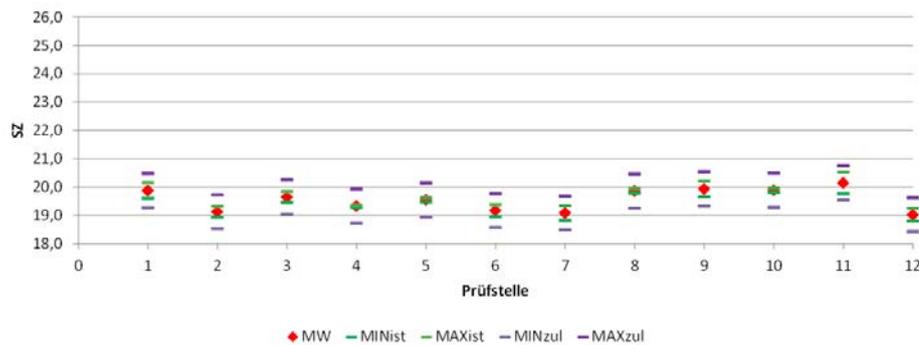


Bild 2: Grafische Zusammenstellung der SZ der untersuchten Proben, die zulässigen und die tatsächlichen Streuungen der Mittelwerte (zulässige Streuung aus Wiederholpräzision nach EN 1097-2: $r_1 = 0,35 + 0,0129 \cdot X$)

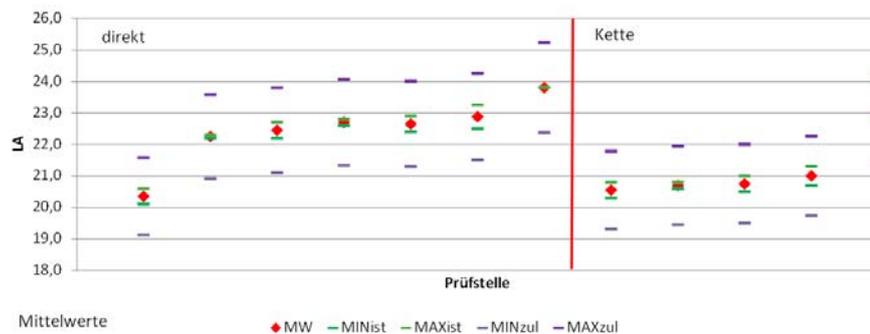


Bild 3: Grafische Zusammenstellung der Los-Angeles-Koeffizienten der untersuchten Proben, die zulässigen und die tatsächlichen Streuungen der Mittelwerte (zulässige Streuung aus Wiederholpräzision nach DIN EN 1097-2: $r_1 = 0,06 \cdot X$) (links: Direktantrieb, rechts: Kettenantrieb)

Die Ergebnisse beim Los-Angeles-Prüfverfahren streuen stärker (Bild 3) (siehe auch 3). Insbesondere die Vergleichbarkeit ist als kritisch anzusehen. Die Untersuchungen zeigen, dass die Prüfgeräte auf unterschiedlichen Niveaus arbeiten. Zudem erwies sich keine der überprüften Los-Angeles-Prüfmaschinen als normkonform. Hier sollte durch die Einrichtung einer Prüfmittelüberwachung einschließlich externer Überprüfung Abhilfe geschaffen werden. Schließlich wird empfohlen, in grundsätzlicher Übereinstimmung mit der Vorgehensweise nach der DIN EN 1097-8 für die Bestimmung der Wirkungsweise zentral prüffertig vorbereitete Proben der Prüfkornklassen 8/12 und 10/14 mm im Rahmen der externen Überprüfung zu verwenden.

Im Rahmen der externen Überprüfung des Schlagprüfgeräts wurde als vorläufig zulässige Spanne für den Herrnholzer Granit vom FGSV-Arbeitsausschuss 6.1 (AA 6.1) "Gesteinskörnungen" ein Bereich von 18,0 bis 21,0 festgelegt. Eine derartige

Festlegung für die Los-Angeles-Prüfmaschine fehlt bislang und erscheint unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die verwendeten Los-Angeles-Prüfmaschinen normativ noch weiter einzugrenzen sind, als weniger geeignet. Hier sollte eine Kombination aus einem Korrekturfaktor und einer Kalibrierung zur Anwendung kommen. Hierbei könnte eine allgemeine Spanne für den Herrnholzer Granit als mögliches Kontrollgestein von 18,0 bis 26,0 vorgegeben werden, in der der ermittelte Los-Angeles-Koeffizient liegen müsste, um sicher zu stellen, dass die Los-Angeles-Prüfmaschine auf einem zulässigen Niveau prüft. Der Korrekturfaktor ergäbe sich aus der Differenz aus dem tatsächlich ermittelten Wert für den Herrnholzer Granit und dem "Sollwert" für das Kontrollgestein. Um diesen gerätespezifischen Korrekturfaktor müssten die Ergebnisse dieser Los-Angeles-Prüfmaschine korrigiert werden, um eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu erreichen. Als Sollwert für das Kontrollgestein sollte der Mittelwert für das Kontrollgestein Herrnholzer Granit von 21,9 herangezogen

werden. Unverzichtbar ist eine regelmäßige Kalibrierung der Los-Angeles-Prüfmaschinen. Es gilt dringend eine Regelung zu treffen und diese ins nationale und internationale Regelwerk einzubringen. Die sehr große Spanne für das Kontrollgestein ergibt sich aus der Präzision des Verfahrens. Es ist zwingend notwendig, diese zu verbessern. Hierzu ist eine Beschreibung zum Aufbau, Betrieb und Geräteüberprüfung der Los-Angeles-Prüfmaschine analog zur Vorgehensweise für den Schlagversuch in DIN EN 1097-2 zu erstellen. In DIN EN 13450 sind Kategorien für den L_{ARB} enthalten. Die Kategorien sind in Zweier- beziehungsweise Viererschritten voneinander abgetrennt. Dies geschah ohne Kenntnis der Präzisionsdaten. Aufgrund der ermittelten Präzisionsdaten erscheint es notwendig, die Abstände zwischen den Kategorien zu vergrößern beziehungsweise bei Beibehaltung der Abstände die Präzision zu verbessern. Aufgrund der aktuellen Situation ist den Herstellern von Gleisschottern zu empfehlen, bei der Deklaration des L_{ARB} in der Leistungserklärung ein Vorhaltemaß von vier Einheiten zu berücksichtigen. Ein solches Vorhaltemaß sollte auch für den LA Anwendung finden.

Im Hinblick auf den in der Literatur angegebenen nur mäßigen Zusammenhang zwischen den Prüfkörnungen an Splitt und Schotter ist anzumerken (4), dass die Aufbereitungsschritte hin zum Schotter oder Splitt unterschiedlich sein können. Dem wird im Technischen Regelwerk in Deutschland Rechnung getragen, in dem für Splitt gesteinsunabhängige und für Schotter gesteinsabhängige Anforderungen gelten. Inwiefern diese Unterschiede durch die Prüfgeräte beeinflusst werden, ist offen. Die hier vorgeschlagenen Regelungen wurden für die Standardprüfkörnungen im Splittbereich entwickelt. Beim Schlagprüfgerät erfolgte bislang die Überprüfung der Wirkungsweise an der Prüfkörnung 8/12,5 mm. Hier scheint aufgrund der bisher vorliegenden Erfahrungen eine Ausdehnung auf die Prüfkörnung am Schotter nicht zwingend notwendig. Wird das Kontrollgestein beim Los-Angeles-Prüfverfahren tatsächlich zur Korrektur der Werte herangezogen, sollte hier gegebenenfalls der Einfluss der Prüfkorngröße berücksichtigt werden. Zieht man die Ergebnisse der Ringversuche für eine erste Einschätzung heran, so könnte die allgemein zulässige Spanne für den Herrnholzer Granit bei der Schotterprüfung von 7,0 bis 13,0 reichen und ein Mittelwert von 10,0 angenommen werden. In der Überprüfung dieser Werte besteht weiterer Forschungsbedarf.

2 Literatur

- [1] Westiner, E.; Neidinger, S.; Wörner, Th.: Beurteilung der Festigkeit von Gesteinskörnungen – Straße + Autobahn, 2012.
- [2] Wieden, P., Kappe, F., Zieger, M.: Vergleichende Untersuchungen mittels Los Angeles-Test, Deval-Abrieb-Test und Schlagzertrümmerungstest. – Straßenforschung, Heft 32, Bundesministerium für Bauen und Technik, 1974.
- [3] Feix, R.: Einfluss der Schlagfestigkeit von Splitten auf deren Verhalten in bituminösen Fahrbahnbelägen. – Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 260, Bundesminister für Verkehr, 1978.
- [4] Feix, R.: Untersuchungen über die möglichen Veränderungen spezifischer Gesteinseigenschaften von Splitten durch verschiedene Zerkleinerungssysteme. – Bericht über den Forschungsauftrag Nr. 9.33, Prüfamts für

Bituminöse Baustoffe und Kunststoffe der Technischen Universität München, 1978.

