

Nachhaltige und effiziente Sanierung von Schlaglöchern

FA 4.268

Forschungsstelle: Studiengesellschaft für unterirdische Verkehrsanlagen e. V. (STUVA), Köln

Bergische Universität Wuppertal, Lehr- und Forschungsgebiet Straßenentwurf und Straßenbau (Univ.-Prof. Dr.-Ing. H. J. Beckedahl)

Bearbeiter: Thienert, C. / Beckedahl, H. J.

Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Bonn

Abschluss: Februar 2015

1 Aufgabenstellung

Schlaglöcher entstehen häufig durch das Gefrieren von Wasser, das durch Risse und Kapillarporen in die Deckschicht eingedrungen ist. Dabei wird häufig nur die Deckschicht selbst geschädigt, wohingegen die darunter liegende Trag- und Binderschicht zunächst weitgehend unbeeinflusst bleibt. Analog zu den üblichen Deckschichtdicken von Asphaltstraßen in Deutschland von 4 cm sind Schlaglöcher daher verbreitet mit dieser Tiefe anzutreffen.

Die Problematik der Sanierung von Schlaglöchern wird vornehmlich von der winterlichen Jahreszeit geprägt, in der diese zumeist frostbedingten Schäden entstehen. Für eine zeitnahe Schlaglochverfüllung stehen in den Wintermonaten keine üblichen Heißmischgüter zur Verfügung, sodass auf alternative Materialien, wie die sogenannten Kaltasphalte, zurückgegriffen werden muss. Bislang stehen dabei folgende Aspekte im Vordergrund:

- einfache Durchführbarkeit auch bei schlechten Witterungsverhältnissen,
- schnelle Materialverfügbarkeit,
- zeitnahes Nachkommen der Verkehrssicherungspflicht.

Bislang existieren keine genaueren Erkenntnisse über die Haltbarkeit dieser Sanierungsmaterialien für Schlaglöcher. Ziel des Forschungsvorhabens ist es daher, neue Erkenntnisse darüber zu erlangen, welche Materialien und Verfahren zur Sanierung von Schlaglöchern unter Berücksichtigung von Beanspruchung, Einbauverfahren, Randbedingungen (Temperatur, Witterung etc.) für die Baulastträger am besten geeignet sind. Die Ergebnisse sollen dazu dienen, die Straßeninfrastruktur länger in einem brauchbaren und verkehrssicheren Zustand zu erhalten. Unter dem Aspekt begrenzter finanzieller Ressourcen sollen die Ergebnisse somit zu einem effizienteren Finanzmitteleinsatz bei der Sanierung und Instandhaltung von Straßen beitragen.

2 Untersuchungsmethodik

Um sowohl die Art der in der Praxis zum Einsatz kommenden Materialien als auch deren Einbaubedingungen umfassend zu ermitteln, erfolgte zunächst eine Online-Befragung von Straßenbaulastträgern. Dazu wurde ein Fragebogen entwickelt, der auf eine Bearbeitungszeit von 15 Minuten ausgelegt war. Hier-

bei wurde darauf geachtet, dass möglichst viele Fragen im Auswahlverfahren beantwortet werden konnten. Der Link zum Online-Fragebogen wurde über die jeweiligen E-Mail-Verteiler an die Mitglieder des Deutschen Städtetags und des Deutschen Städte- und Gemeindebunds versendet. Innerhalb von sechs Wochen nach Versand der Anfrage waren 110 plausible Datensätze eingegangen, die einer weitergehenden statistischen Auswertung unterzogen wurden. Auf der Grundlage der Ergebnisse der Online-Befragung erfolgte auch die Vorauswahl im Rahmen einer labortechnischen Begutachtung und in Großversuchen näher zu betrachtenden Sanierungsmaterialien und -verfahren. Dazu zählen nicht-reaktive Kaltasphalte (KN), reaktive Kaltasphalte (KR), Heißasphalte (HA) und Sonderasphalte (SA).

Die labortechnische Begutachtung vorausgewählter Materialien und Verfahren zwecks Beurteilung ihres Gebrauchsverhaltens und der Dauerhaftigkeit erfolgte im Wesentlichen anhand folgender Laborversuche:

- Spurbildungsversuch gemäß TP Asphalt-StB, Teil 22,
- Einaxialer Druckschwellversuch mit Behinderung der Querdehnung gemäß DIN EN 12697-25,
- Direkter Zugversuch gemäß DIN EN 12697-46.

Da es sich bei diesen Laborversuchen um Versuche für heiß zu verarbeitende Walzasphalte handelt, bedurfte es vor der Anwendung der Versuchsverfahren einiger Voruntersuchungen und teilweisen Modifikationen, um die Anwendbarkeit auf die zu untersuchenden Sanierungsmaterialien (Kalt-, Guss- und Sonderasphalte) zu gewährleisten. So erfolgte der Spurbildungsversuch an einer Asphaltprobekplatte, die mit einem zentrisch angeordneten und verfüllten Schlagloch (Durchmesser 10 cm, Tiefe 4 cm) versehen war (siehe Bild 1). Der Druckschwellversuch wurde in zwei Modifikationen angewendet, zum einen an Bohrkernen aus Schlaglochplatten und zum anderen an Marshall-Probekörpern. Beim erstgenannten konnte so eine seitliche Stützung durch Asphaltbeton realisiert werden, um möglichst realistische Beanspruchungszustände abzubilden. Beim letztgenannten erfolgte die seitliche Stützung mittels Stahling, sodass eine vollständige Behinderung der Seitendehnung vorlag.



Bild 1: Mit Sanierungsmaterial verfüllter Prüfkörper im Spurbildungsversuch

Die Durchführung von Großversuchen erfolgte mittels einer sogenannten Rundlaufanlage. Die Rundlaufanlage der STUVA besteht aus einer 10 m langen horizontalen Achse mit je einem Lkw-Rad an beiden Enden (siehe Bild 2). Mittels dieser Lkw-Räder wird die ca. 31,4 m lange Testfahrbahn überrollt, die aus 16 einzelnen trapezförmigen Elementen zusammengesetzt ist. Die Belastung pro Rad beträgt 5,0 t, wodurch der ungünstige Fall des Schwerlastverkehrs adäquat abgebildet werden kann. Bezüglich wetterbedingter Beanspruchungen wurde die Tatsache berücksichtigt, dass der Spätwinter und das Frühjahr die Hauptanwendungszeiten von Materialien und Verfahren zur Schlagloch-Sanierung darstellen. Daher wurden Temperaturzyklen überwiegend im Bereich von +10 °C (teilweise unter Beregnung) und kürzeren Frostperioden gefahren. Insgesamt wurden drei Zyklen mit in Summe ca. 162 000 Überrollungen in der Regel bei einer Geschwindigkeit von 20 km/h absolviert. Alle 25 untersuchten Materialien wurden in jeweils zwei Schlaglöcher eingebaut, eines in Systemlinienmitte (das heißt Vollüberrollung) und eines mit einer Exzentrizität von ca. 10 cm (das heißt Teilüberrollung).

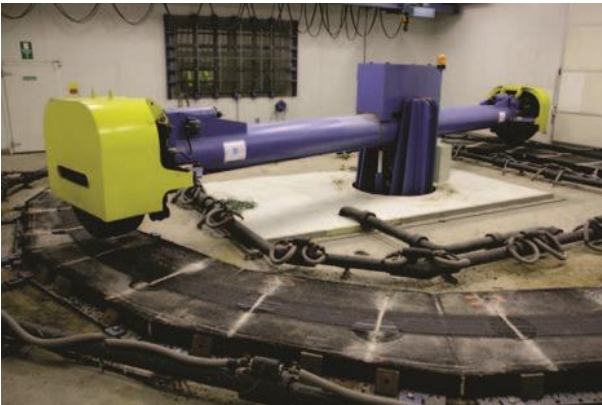


Bild 2: Rundlaufanlage der STUVA

Um eine zuverlässige Beurteilung der Haltbarkeit sowohl in Labor- als auch in Großversuchen unter praktisch gleichen Randbedingungen durchzuführen, musste darüber hinaus zunächst ein Verfahren zur Erstellung von Musterschlaglöchern entwickelt werden. Die bestmögliche Reproduzierbarkeit beim Herstellen einer künstlich geschädigten Fahrbahn-Deckschicht wurde durch ein Substitutionsverfahren erreicht, bei dem ein Ersatzkörper aus Holzwerkstoff zunächst in die Deckschicht eingebaut und anschließend gezogen wird.

3 Untersuchungsergebnisse

Die Online-Befragung lieferte die Erkenntnis, dass 94 % der angefragten Baulasträger Kaltasphalt zur Sanierung von Schlaglöchern einsetzen. Als Gründe für die Verwendung von Kaltasphalt werden vor allem "Nachkommen der Verkehrssicherungspflicht", "Schnelle Verfügbarkeit", "Witterungsunabhängigkeit beim Einbau" und "Einbau in Eigenleistung möglich" genannt. Die Haltbarkeit von Kaltasphalten wird im Mittel mit 13 Monaten angegeben, vereinzelt wurden auch bis zu fünf Jahre genannt. Erwartungsgemäß kommt dieses Material bevorzugt in der kalten Jahreszeit (auch bei Frost) zur Anwendung, mit einem Maximum zum Ende des Winters (März).

Für die Beurteilung der Haltbarkeit von Materialien zur Schlagloch-Sanierung waren die oben aufgeführten Laborversuche unterschiedlich gut geeignet. Reproduzierbare und plausible Ergebnisse konnten insbesondere mittels Spurbildungsversuch an Probeplatten und Druckschwellversuch an Marshall-Probekörpern erzielt werden.

Die Auswertung der Spurbildungsversuche erfolgte auf Grundlage der proportionalen Spurrinnentiefe (PRD), der absoluten Spurrinnentiefe (RD) und der Spurbildungsrate (WTS). Die proportionale Spurrinnentiefe ist dabei die prozentuale Gesamtverformung der Spurrinnentiefe bezogen auf eine mittlere Einbaudicke des Sanierungsmaterials von 40 mm. Zur Bewertung der Materialien und Interpretation der Ergebnisse wurden Bewertungsgruppen gebildet; die Gruppenbildung erfolgte auf Grundlage festgelegter Spannweiten innerhalb der PRD. Gruppe A (PRD 0 bis 3 %) umfasst die Materialien mit sehr guter Standfestigkeit und Gruppe D (PRD > 10 %) jene mit nicht ausreichender Standfestigkeit. In die letztgenannte Gruppe entfielen elf der insgesamt 25 untersuchten Sanierungsmaterialien. Insgesamt lieferten die Spurbildungsversuche eine deutliche Tendenz für eine höhere Standfestigkeit der reaktiven Kaltasphalte (KR) gegenüber den nicht-reaktiven Kaltasphalten (KN). Auf Grundlage des geringen Stichprobenumfangs der Heiasphalte (HA) lässt sich ableiten, dass diese Materialien gegebenenfalls generell sehr gute Standfestigkeiten aufweisen.

Die Auswertung der Druckschwellversuche an Marshall-Probekörpern erfolgte anhand der bleibenden Verformung (Dehnung) und der Kriechrate. Wiederum wurden die so geprüften Materialien in vier Gruppen eingeteilt. Gruppe A umfasst Materialien mit geringen bleibenden Verformungen (bis 1,4 %) und Kriechraten unter 0,01 µm/m/Belastungsimpuls und Gruppe D jene mit hohen Dehnungen (> 3 %) und stark voneinander abweichenden Kriechraten. Im Gegensatz zum Spurbildungsversuch ist beim Druckschwellversuch an Marshall-Probekörpern keine tendenziell höhere Standfestigkeit der reaktiven Kaltasphalte (KR) gegenüber nicht-reaktiven Kaltasphalten (KN) zu erkennen.

Die Auswertung der Großversuche erfolgte anhand von Querprofilmessungen mittels Laser-Wegaufnehmer durch den Mittelpunkt der sanierten Schlaglöcher. Als charakteristische Werte wurden zunächst Materialabtrag A(-) und Materialaufwölbung A(+) ermittelt (siehe Bild 3). Mittels Division durch die Breite des jeweiligen Bereichs ergibt sich eine mittlere Abtragstiefe 1(-) beziehungsweise mittlere Aufwölbungshöhe 1(+), jeweils für teilüberrollte und vollüberrollte Schlaglöcher. Die eigentliche Bewertung erfolgte dann für die Summe der Beträge, bezogen auf die Deckschichtdicke, das heißt eine proportionale Gesamtverformung $p\Sigma v$. Wiederum wurden die so geprüften Materialien in Gruppen eingeteilt. Gruppe A umfasste Materialien mit sehr geringer Schädigung und geringer proportionaler Gesamtverformung ($p\Sigma v < 10\%$) und Gruppe E jene mit sehr starker Schädigung ($p\Sigma v > 50\%$). Ähnlich wie beim Spurbildungsversuch zeigte sich die Tendenz, dass reaktive Kaltasphalte (KR) eine bessere Haltbarkeit aufweisen als nicht-reaktive (KN). Hierbei hatte das Materialverhalten bei Überrollung bei Nässe erheblichen Einfluss, Frost und Tauen hingegen nicht.

Die vergleichende Betrachtung von Labor- und Großversuchen zeigt jedoch, dass diese Tendenz nicht für die Einzelmaterialien belegbar ist, das heißt eine direkte Übertragbarkeit der Versuchsergebnisse von Spurbildungsversuch auf Großversuch (oder umgekehrt) nicht möglich ist. Eine abschließende und eindeutige Klassifizierung der Sanierungsmaterialien sowie die Festlegung auf ein bestimmtes Prüfverfahren kann daher noch nicht vorgenommen werden.

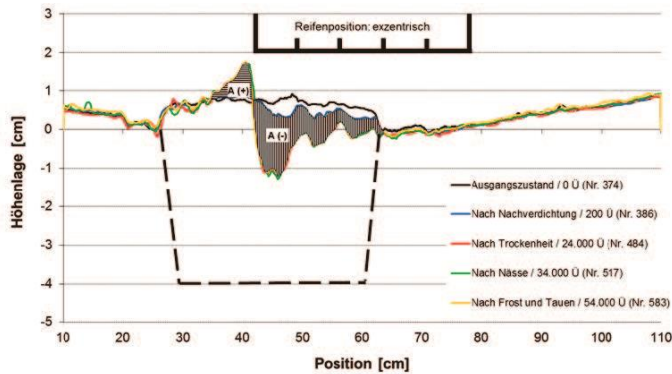


Bild 3: Exemplarische Profilmessungen

4 Folgerungen für die Praxis

Mithilfe umfangreicher Versuchsreihen im Labor und im Großversuch wurden Materialien und Verfahren zur Sanierung von Schlaglöchern im Hinblick auf ihre Dauerhaftigkeit untersucht. Hierbei zeigte sich, dass eine große Anzahl in der Praxis verbreiteter Materialien und Verfahren keine zufriedenstellende Haltbarkeit aufweist. Als Materialien mit besonders guter Haltbarkeit haben sich Heiasphalte (Materialien mit der Kennzeichnung HA) erwiesen, die jedoch nicht mit üblicherweise zur Verfügung stehenden Handwerkzeugen eingebaut werden können, sondern zusätzliches Equipment (zum Beispiel Mikrowelle/Ofen mit Stromerzeuger oder Kocher) erfordern. Kaltasphalte wurden in Abhängigkeit der Produktbeschreibung des Herstellers in nicht-reaktive Kaltasphalte (Materialien mit der Kennzeichnung KN) und reaktive Kaltasphalte (Materialien mit der Kennzeichnung KR) unterschieden. Hier zeigte sich die generelle Tendenz, dass reaktive Kaltasphalte haltbarer sind als nicht-reaktive. Jedoch ist deutlich zu betonen, dass es sowohl gut haltbare nicht-reaktive Materialien gibt als auch schlecht haltbare reaktive Materialien. Darüber hinaus wurden zwei Sonderasphalte (Materialien mit der Kennzeichnung SA) untersucht, die weder zu den Kaltasphalten noch zu den Heiasphalten gehören. Beide Materialien wiesen in den Versuchsreihen keine zufriedenstellende Haltbarkeit auf.

Im Ergebnis sollten aufgrund der Spurbildungsversuche im Labormaßstab und der Großversuche bevorzugt Heiasphalte zur Anwendung kommen, wobei sich jedoch die bereits erwähnten Nachteile bezüglich des Equipments zum Einbau ergeben. Vor dem Hintergrund, dass bislang keine technischen Regelwerke wie Technische Lieferbedingungen (TL) für Kaltasphalt existieren – die teilweise ebenfalls gute, aber mitunter auch schlechte Haltbarkeiten gezeigt haben – sollte geprüft werden, ob und wie eine entsprechende Kategorisierung in Zukunft möglich ist, um einen sicheren und eindeutigen Aufschluss über die Haltbarkeit und Dauerhaftigkeit der Sanierungsmaterialien zu geben. Schließlich sind Kaltasphalte mit Preisen bis zu ca.

1 000 EUR pro Tonne als relativ teuer zu bewerten und dadurch resultierende Kosten zzgl. Personalkosten zum Einbau für die Straßenerhaltung beziehungsweise Straßensanierung in der Bundesrepublik Deutschland nicht unerheblich. Die Wirtschaftlichkeit leidet immer dann noch zusätzlich, wenn ein und dasselbe Schlagloch aufgrund der schlechten Haltbarkeit mehrfach saniert werden muss.

Da die Zusammensetzungen dieser Materialien sehr stark voneinander abweichen (Art und Anteil von Bindemittel und Gesteinskörnung) und darüber hinaus unbekannte Additive enthalten, sollte anstelle konkreter Einzelvorgaben eine performanceorientierte Bewertung der Haltbarkeit erwogen werden.