

Potenzialanalyse zur Entwicklung innovativer Oberflächen und Texturen durch Beschichtungsverfahren

FGSV 1/2023

Forschungsstelle: Villaret Ingenieurgesellschaft mbH,
Hoppegarten

Bearbeiter: Wieland, M. / Villaret, S. /
Beckenbauer, T. / Oeser, M. /
Tschernack, T. / Alte-Teigeler, T.

Auftraggeber: Forschungsgesellschaft für Straßen- und
Verkehrswesen (FGSV), Köln

Abschluss: Juli 2024

1 Aufgabenstellung

Nachhaltigkeitsaspekte rücken immer stärker in den Fokus bei Bau und Erhaltung von Straßenoberbauten. Dabei spielen Betrachtungen des Lebenszyklus eine große Rolle. Dies betrifft nicht nur die Langlebigkeit der Substanz, die für die Lebensdauer des gesamten Oberbaus entscheidend ist, sondern auch die Dauerhaftigkeit der hergestellten Oberflächen. Letztere müssen Texturen aufweisen, die zu den gewünschten Oberflächeneigenschaften führen und die Anforderungen über einen definierten Zeitraum gewährleisten. Dies kann durch das Aufbringen einer Oberflächenvergütung erreicht werden, ohne in die Substanz des gebundenen Oberbaus eingreifen zu müssen. Die bisherigen Verfahren wurden meist nur im Rahmen der Erhaltung eingesetzt, um bestimmte Eigenschaften wieder herzustellen. Die Analyse sollte zunächst zeigen, welche Potenziale Oberflächenvergütungen hinsichtlich der eingesetzten Materialien, des Herstellungsprozesses und der Nachhaltigkeit aufweisen. Zudem sollte eruiert werden, inwieweit ein Einsatz von Oberflächenvergütungen sowohl im Neubau als auch in der Erhaltung sinnvoll ist und inwieweit diese eine Alternative zur konventionellen Ausführung für die Herstellung gewünschter Oberflächeneigenschaften darstellen können. Aus den ermittelten Vor- und Nachteilen von Oberflächenvergütungen soll eine Aussage abgeleitet werden, welche weitere Entwicklung möglich ist.

Ziel war die Definition der Randbedingungen für Oberflächenvergütungen, die zu emissionsmindernden, ressourcenschonenden und dauerhaften Oberflächentexturen unter Einsatz möglichst umweltverträglicher Materialien führen.

2 Vorgehensweise und Ergebnisse

2.1 Literatur- und Produktrecherche

Als Oberflächenvergütung wird im Allgemeinen ein Vorgang bezeichnet, bei dem ein Stoff auf eine vorbereitete Oberfläche aufgebracht wird, um eine dauerhafte Verbindung herzustellen.

Oberflächenvergütungen im Straßenbau bestehen aus einer meist flüssigen Komponente und der aufzubringenden Gesteinskörnung. In den aktuellen Regelwegen sind

Oberflächenvergütungen unter verschiedenen Bezeichnungen enthalten und werden insbesondere dann eingesetzt, wenn die Griffbarkeit verbessert oder/und das Reifen-Fahrbahn-Geräusch reduziert werden soll.

Mit dem Begriff Oberflächenvergütung sollen zukünftig alle Verfahren beschrieben werden, bei denen auf die vorbereitete Straßenoberfläche ein nicht bitumenbasierter Kleber appliziert und im Folgenden eine natürliche oder künstliche Gesteinskörnung aufgestreut und fixiert wird.

Aufgrund der zu erwartenden Langlebigkeit ist das Verfahren auch im Neubau beziehungsweise der grundhaften Erneuerung gut geeignet.

2.2 Recherche zu eingesetzten Materialien

Bei Oberflächenvergütungen im bisherigen Sinne kommen im Wesentlichen zwei Materialien zum Einsatz, das Harz und die Gesteinskörnung.

Für eine OB-RH wird ein widerstandsfähiges Zweikomponenten-Epoxidharz verwendet, das sowohl auf Asphalt als auch auf Betonunterlagen eingesetzt werden kann. Es besteht aus einer Stamm- und einer Härterkomponente. Die Stammkomponente des Epoxidharzes ist ein Reaktionsprodukt aus Epichlorhydrin und Bisphenol A/F. Ebenso ist Glycidylether als Reaktivverdüner enthalten [GISCODE RE30 2023]. Als Härter werden aliphatische Amine, cycloaliphatische Amine, Polyaminaddukte oder Polyaminoamide verwendet [GISCODE RE30 2023].

Angaben zum E-Modul für die im Straßenbau eingesetzten Epoxidharze liegen nicht vor, sind jedoch in Zukunft wichtig, um Aussagen über die Dauerhaftigkeit verbessern zu können.

Epoxidharze führen Bauweisen übergreifend zur Abdichtung der Oberfläche. Sie fungieren einerseits als Verbindung zur Straßenoberfläche und andererseits zur Einbindung der Gesteinskörnung an der neuen Oberfläche. Aussagen zum Alterungsverhalten beziehungsweise zur langjährigen Witterungsbeständigkeit sollten eruiert werden, um Epoxidharze für spezielle Anwendungsfälle modifizieren beziehungsweise weiterentwickeln zu können.

Neben dem Reaktionsharz ist die eingesetzte Gesteinskörnung ein weiterer essenzieller Bestandteil einer Oberflächenvergütung, der maßgebend die resultierenden Gebrauchseigenschaften bestimmt. Zur Anwendung kommen hochpolierresistente (in der Regel PSV > 60), kubische Gesteinskörnungen bis max. 4 mm Korngröße. Je nach eingesetzter Harzmenge werden Körnungen 1-2 mm, 1-3 mm oder 2-4 mm eingesetzt. Die Menge (8-14 kg/m²) und das verwendete Größtkorn der Gesteinskörnung stehen in Verbindung mit der Harzauftragsmenge je m².

Die eingesetzte Gesteinskörnung mit der ausgewählten Kornfraktion und Kornform sowie des vorhandenen PSV-Werts ist

entscheidend für die Leistungsfähigkeit hinsichtlich der Oberflächeneigenschaften Griffigkeit und Reifen-Fahrbahn-Geräusch.

2.3 Recherche zur eingesetzten Maschinenteknik

Im Bereich des großflächigen Verkehrswegebbaus erfolgt die Herstellung mit spezieller Maschinenteknik. Lediglich in Bereichen, die mit Maschinen nicht erreichbar sind, beziehungsweise in denen ein Maschineneinsatz nicht wirtschaftlich wäre oder bei einer „gestaltenden“ Anwendung erfolgt die Ausführung manuell.

Die Ausführung gliedert sich in fünf Hauptarbeitsschritte. Jeder Arbeitsschritt erfordert dabei eine spezifische Maschinenteknik.

1. Untergrundvorbereitung: Kugelstrahlgerät / Hochdruckwasserstrahler / gegebenenfalls Ebenheitsgrinding
2. Bindemittelapplikation: Verlegezug mit Dosieranlage und Harzapplikator
3. Ausbringen der Gesteinskörnung: Splittstreuer
4. Andrücken der Gesteinskörnung: leichte Walze
5. Aufnehmen des Materialüberschusses: Kehrsaugmaschine

Zur Untergrundvorbereitung kommen standardmäßig am Markt verfügbare Kugelstrahl- beziehungsweise Wasserstrahlgeräte zum Einsatz. In der Regel sind diese auf Lkw's montiert und besitzen Arbeitsbreiten bis 2,5 m.

Neben der Verwendung eines Harzes, welches über die für den Anwendungszweck vorgesehene Eignung verfügt, ist der gleichmäßige und konsistente Harzauftrag eine wesentliche Grundbedingung für den Erfolg einer Oberflächenvergütung. Die Aufbereitung und Applikation des Reaktionsharzes erfolgt mit einem Verlegezug.

Für die eigentliche maschinelle Applikation stehen am Markt gegenwärtig zwei verschiedene Varianten zur Verfügung, die Applikation mittels Gieß-Verlauf-Technik und die Applikation durch Aufziehen auf die Oberfläche.

Bei Applikation des Harzes mittels Gieß-Verlauf-Technik fließt das in der Zweikomponenten-Dosieranlage aufbereitete Reaktionsharz über einen Schwenkarm sprühnebelfrei und gleichmäßig auf die Unterlage, wobei sich der Schwenkarm mit pinsel- oder wischartiger Bewegung quer zur Fahrriehtung bewegt. Die Applikationsbreite kann im Bereich bis 4,5 m variabel eingestellt werden. Die äußeren Arbeitskanten müssen bei diesem Verfahren händisch nachbearbeitet werden. Dies erfolgt mittels herkömmlichen Farbrollern.

Die Applikation des Reaktionsharzes durch Aufziehen auf die Unterlage erfolgt über einen am Verlegezug angebrachten Verlegebalken, welcher über Stahlkämme auf der Unterlage aufliegt. Über Öffnungen fließt das Reaktionsharz drucklos über die Stahlkämme und weiter auf die Unterlage. Die Arbeitsbreite muss vor dem Einbau eingestellt werden und kann während der

Applikation auch nicht verändert werden. Ein händisches Nacharbeiten der Arbeitsränder ist in der Regel nicht notwendig.

Unmittelbar im Anschluss an den Harzauftrag wird in den noch frischen Reaktionsharzfilm die vorgesehene Gesteinskörnung mit einem Splittstreuer gleichmäßig und im Überschuss eingestreut. Um eine gleichmäßige Abstreuerung zu erreichen, kommen Walzenstreuer zum Einsatz. Im direkten Anschluss wird die Gesteinskörnung mit einer leichten Walze nochmals lagestabil angedrückt und nach Aushärten des Reaktionsharzes überschüssiges, nicht gebundenes Material mit einer selbstaufnehmenden Kehrsaugmaschine aufgenommen.

Mit der am Markt verfügbaren und zum Einsatz kommenden Maschinenteknik lassen sich nach aktuellem Stand der Technik anforderungsgerechte und dauerhafte Oberflächenvergütungen herstellen. Zudem stehen leistungsfähige Verlegezüge zur Verfügung, mit denen aufgrund der Kombination aus der Arbeitsbreite und ihrer Vortriebsgeschwindigkeit von bis zu 10 m/min hohe Tagesleistungen erreicht werden können. Potenzial besteht hier insbesondere im Hinblick auf die zielgerichtete Herstellung von Oberflächeneigenschaften.

2.4 Herstellungsprozess

Vor dem Aufbringen der Oberflächenvergütung muss die Unterlage von allen trennenden Substanzen wie zum Beispiel Ölen, Fetten, Gummiabrieb, Staub, Nachbehandlungsmittel, Bitumen, Feinmörtelschichten oder Markierungsstoffen befreit werden. Hierzu wird als Vorbereitung die vorhandene Fahrbahnoberfläche im Vorfeld in der Regel durch Kugelstrahlen gereinigt. Eine Reinigung mittels Hochdruckwasserstrahlen ist ebenfalls möglich. Jedoch ist hierbei der Zeitmehrbedarf für die Abtrocknung der aufgetragenen Feuchtigkeit vor dem Aufbringen der eigentlichen Oberflächenvergütung zu beachten.

Die Oberflächenzugfestigkeit der Betonunterlage sollte i. M. 1,5 MPa (kein Einzelwert kleiner als 1,0 MPa) betragen.

Das Reaktionsharz wird mit einer computergesteuerten Zweikomponenten-Mischanlage für die Anwendung vorbereitet und gegebenenfalls erwärmt. Das Aufbringen der 0,8 bis 1,5 mm dicken Schicht des Reaktionsharzes erfolgt ohne Druck auf die vorbereitete Oberfläche.

Unmittelbar nach dem Auftragen des Reaktionsharzfilms wird die gebrochene, staubfreie Gesteinskörnung im Überschuss aufgebracht und mit einer leichten Gummiradwalze angedrückt. Abhängig von den Temperaturen beträgt die Aushärtezeit des Reaktionsharzes 2 bis 6 Stunden. Nach der vollständigen Erhärtung wird das überschüssige Abstreumaterial durch Abkehren aufgenommen und die neue Fahrbahnoberfläche ist sofort befahrbar.

Die Qualität der fertigen Schicht wird maßgeblich von der Qualifikation und der Konzentration des Ausführungspersonals beeinflusst. Auch können maschinenteknische Faktoren die Qualität des Endprodukts beeinflussen. Essenziell ist der Verbund

zwischen dem Reaktionsharz und der Unterlage sowie die Einbettung der Gesteinskörnung in das Reaktionsharz. Die wichtigste Voraussetzung für die Dauerhaftigkeit einer Oberflächenbehandlung ist eine geeignete und sorgfältig vorbereitete Unterlage.

2.5 Auswertung und Bewertung von Oberflächeneigenschaften

Zu Oberflächenvergütungen des Typs OB-RH liegen eine Reihe von Messergebnissen von Versuchsstrecken und Autobahnen vor, die allerdings nicht systematisch alle Parameter und Zeitverläufe umfassen. Allen Oberflächenvergütungen gemeinsam ist ein Durchmesser der Größtkorns der Abstreuerung von 3 mm. Die Abstreuerungen erfolgten mit Grauwacke und Bauxit der Korngrößenverteilung 1/3.

Aus den akustischen Ergebnissen geht hervor, dass mit Oberflächenvergütungen aus OB-RH mit Abstreuerung 1/3 gute bis sehr gute Geräuschminderungswerte erzielt werden können. Auf Asphaltunterlage können Minderungswerte für Pkw von bis zu -6 dB(A), für schwere Lkw sogar bis -7 dB(A) erwartet werden. Auf Betonunterlage haben sich Minderungswerte von bis zu -4 dB(A) für Pkw und bis zu -5 dB(A) für schwere Lkw ergeben. Die Minderungswerte bleiben über Jahre hinweg stabil und verändern sich kaum. Hohe Anfangswerte der Geräuschminderung für Pkw werden bei höherem Alter der Deckschichten etwas abgebaut, wogegen die Geräuschminderungswerte für Lkw auf einem tieferen Niveau beibehalten werden können. Das akustische Potenzial von Oberflächenvergütungen aus OB-RH, bestehend aus einer hohen Anfangsgeräuschminderung und einer dauerhaften akustischen Wirkung auf tiefem Niveau, kann für Pkw also noch optimiert werden.

Untersuchungen haben zudem ergeben, dass der akustisch optimale Größtkorndurchmesser für Pkw-Reifen bei 1 mm liegt, für Lkw-Reifen dagegen bei 3 mm. Insofern ist mit der Wahl eines Größtkorndurchmessers von 3 mm bei den meisten der heute realisierten OB-RH Oberflächenvergütungen das Optimum bereits erreicht. Wie aus den Diagrammen auch hervorgeht, steigt der Vorbeifahrtpegel insbesondere bei den Lkw-Reifen bei kleinerem als dem optimalen Größtkorndurchmesser wieder an.

Die dargestellten Ergebnisse sind starke Hinweise auf das Optimierungspotenzial von Oberflächenvergütungen. Die Oberflächeneigenschaften der Oberflächenvergütung entstehen nicht unabhängig von den mechanischen Eigenschaften und den Oberflächeneigenschaften der Unterlage beziehungsweise der Fahrbahndeckschicht auf der die Oberflächenvergütung aufgebracht wird. Mechanisch macht es einen Unterschied, ob die Oberflächenvergütung auf einer Asphalt- oder einer Betonunterlage aufgebracht wird. Akustisch führt die Betondecke zu 1 bis 2 dB(A) höheren Rollgeräuschpegeln als die Asphaltunterlage bei gleicher Oberflächenvergütung.

Der Erhalt günstiger Oberflächeneigenschaften über einen langen Zeitraum zählt zu den größten Herausforderungen im Straßenbau. Die meisten der Oberflächeneigenschaften hängen dabei mit der Oberflächentextur zusammen, allerdings, je nach Eigenschaft, in unterschiedlichen Wellenlängenbereichen. Die wichtigsten Eigenschaften Längsebenheit, Griffigkeit und Rollgeräuschminderung betreffen die Wellenlängenbereiche von 1 bis 50 m, von 0,01 bis 1 mm beziehungsweise von 1 bis 250 mm. Die Griffigkeit hängt damit maßgeblich von der Oberflächentextur des eingesetzten Gesteins der Abstreuerung ab, wogegen die Rollgeräuschminderung von der durch Größe, äußere Form und Anordnung der Gesteinskörner in der Klebmatrix bestimmten Makrotextur einer OB-RH beeinflusst ist. Hinsichtlich der Langzeitwirkung kommt es entscheidend darauf an, dass die Gesteinskörner stabil in der Klebmatrix eingebunden bleiben. Insbesondere der Kornverlust, der Lücken in den Verbund der Gesteinskörner reißt, muss möglichst lange hinausgezögert werden.

Simulationsrechnungen haben gezeigt, dass mit zunehmendem Kornverlust das Reifen-Fahrbahngeräusch teilweise deutlich ansteigt.

2.6 Ökologie und Wirtschaftlichkeit

Grundlage für ökologische Betrachtungen bilden die Umweltproduktdeklarationen (EPD) der eingesetzten Materialien. Für ein bei Oberflächenvergütungen eingesetztes Epoxidharz wurde die Übereinstimmung mit der Muster-Umwelt-Produktdeklaration (Muster-EPD) EPD-DBC-20220174-IBF1-EN für Produkte auf Basis von Epoxidharz, Gruppe 1 bestätigt. Die darin enthaltenen Bewertungen und Ökobilanzdaten können somit zur Bewertung der Nachhaltigkeit von Bauwerken herangezogen werden, bei denen das Produkt zur Anwendung gekommen ist. Für die eingesetzte Gesteinskörnung lag keine EPD vor. Zur Verbesserung der ökologischen Qualität von Oberflächenvergütungen kann hier aber beispielsweise auf geeignete lokale Gesteinsvorkommen zurückgegriffen werden, um somit Transportentfernungen zu minimieren. Auch ist die Verwendung künstlicher Gesteine oder recycelter Gesteinskörnungen denkbar, die neben kurzen Transportwegen gegebenenfalls auch die Weiternutzung von Material ermöglichen. Hierzu liegen jedoch bislang keine Erfahrungen vor.

Oberflächenvergütungen werden momentan überwiegend als Instandsetzungsmaßnahme auf älteren Fahrbahnkonstruktionen angewendet, um die Gebrauchseigenschaften wieder herstellen zu können. Die Nutzungsdauer der Oberflächenvergütung endet daher meist, wenn die Substanz der Fahrbahn so weit geschädigt ist, dass eine grundlegende Erneuerung notwendig wird. Die alleinige Erneuerung einer Oberflächenvergütung findet daher bislang nicht statt. Es sollte daher in weiteren Betrachtungen untersucht werden, inwiefern eine Erneuerung der Oberflächenvergütung möglich ist und in welcher Weise die ausgebauten Materialien recycelt werden können.

Bei einer Oberflächenvergütung werden zusätzliche Materialien auf die Fahrbahnoberfläche aufgebracht, um einen dauerhaften Verbund herzustellen. Dies erzeugt zusätzliche Kosten aufgrund des Materials und der Herstellung. Da Oberflächenvergütungen derzeit nur vereinzelt zur Anwendung kommen, ist mit etwa 30 €/m² zu rechnen. Die Kosten einer Erneuerung der Oberflächenvergütung sind aufgrund fehlender Erfahrungen nicht bekannt. Sollte Oberflächenvergütungen aufgrund der beschriebenen Potenziale jedoch großflächiger zum Einsatz kommen, ist damit zu rechnen, dass sich die Kosten reduzieren werden.

Hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit ist es anzustreben, einzelne Erhaltungszyklen aufeinander abzustimmen. Mit Hinblick auf die Ressourcenschonung ist die tatsächlich erreichbare Nutzungsdauer einer Oberflächenvergütung von entscheidender Bedeutung.

Im Idealfall ist eine Abstimmung der Lebenszyklen von Substanz, Oberfläche und Fugen entsprechend Bild 1 anzustreben.

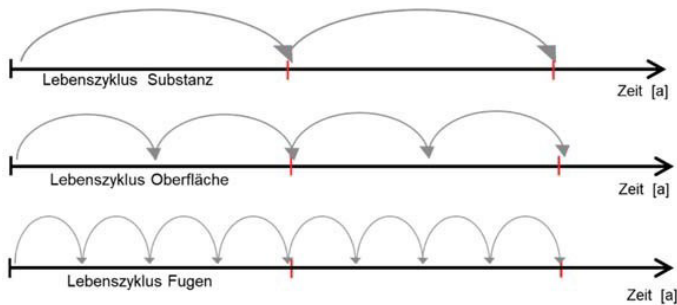


Bild 1: Abstimmung einzelner Erhaltungszyklen

Wenn Oberflächenvergütungen als planmäßige Oberflächenbehandlung auf neu hergestellten Betondecken eingesetzt werden, sind weitere Wirtschaftlichkeitseffekte zu betrachten.

Nach den bisherigen Erfahrungen in der Anwendung von Epoxidharzsystemen an Betonbauteilen kann davon ausgegangen werden, dass durch die Oberflächenvergütung eine nahezu vollständige und dauerhafte Abdichtung des oberflächennahen Porensystems des Deckenbetons erfolgt. Damit wird der Transport von Feuchtigkeit und Tausalzen sowie der darin enthaltenen Alkalien in das Porensystem des Betons nahezu völlig unterbunden.

Vorbehaltlich weiterer Forschung sind folgende Verbesserungen zu erwarten:

- Reduzierung der Expositionsklasse im Ober- und Unterbeton XF1 und somit Erweiterung der Palette der anwendbaren (auch CO₂-ärmeren) Zemente
- Anforderungen an Gesteinskörnung im Oberbeton können entfallen → wirtschaftliche Verbesserung und Energieeinsparung durch Wegfall der Aufbereitung der Gesteinskörnung
- Entfall aufwendiger Oberflächentexturierungen des Betons

3 Zusammenfassung und weiterer Forschungsbedarf

Bislang kommen Oberflächenvergütungen hauptsächlich als Erhaltungsmaßnahme zur Wiederherstellung der Gebrauchseigenschaften von Fahrbahnoberflächen zur Anwendung, wobei hier insbesondere auf die Griffigkeit abgezielt wurde.

Im Zuge der Diskussion eines nachhaltigen Straßenbaus können Oberflächenvergütungen einen wesentlichen Beitrag leisten, um die Gebrauchseigenschaften homogen, dauerhaft und performanceorientiert herstellen zu können. Da nur eine geringe Schichtdicke notwendig ist, können mit Oberflächenvergütungen ressourcenschonend langlebige und dauerhaft lärmarme Oberflächentexturen hergestellt werden. Aufgrund dessen sollten Oberflächenvergütungen zukünftig nicht nur im Rahmen der Erhaltung zur Anwendung kommen, sondern auch im Zuge der grundhaften Erneuerung zur Herstellung definierter Oberflächeneigenschaften in Betracht gezogen werden. Hierbei besteht insbesondere im Hinblick auf den Ausführungszeitpunkt Forschungsbedarf, um eine dauerhafte Schicht zu erhalten. Auch ist im Hinblick auf zweckoptimierte Abstreuer weiterer Forschungsbedarf gegeben.

Oberflächenvergütungen stellen eine sehr gute Alternative zu den derzeit angewendeten Bauweisen zur Herstellung lärmarmen Texturen dar. Die Untersuchungen haben gezeigt, dass in Abhängigkeit der Unterlage Lärminderungswerte von -4 bis -7 dB(A) erreicht werden können, die zumindest über die ersten Jahre hinweg stabil erhalten bleiben. Im Ergebnis hat sich aber auch gezeigt, dass insbesondere die Ausrichtung der Gesteine einen großen Einfluss hat. Hierfür könnte in weiteren Schritten insbesondere die Maschinenteknik eingehender betrachtet werden, um eine optimale Ausrichtung der Gesteinskörnung zu erreichen beziehungsweise einer optimalen Ausrichtung näher zu kommen. Zudem kann die Helligkeit der Fahrbahnoberfläche gezielt beeinflusst und signifikant verbessert werden, womit nicht nur die Verkehrssicherheit erhöht wird, sondern auch – insbesondere in Ballungsräumen – der Wärmeeintrag reduziert werden kann.

Oberflächenvergütungen können durch ihre abdichtende Wirkung auch dazu beitragen, dass für die darunter liegenden Konstruktionen Materialien verwendet werden, die für andere Texturierungsvarianten nicht infrage kommen. Bei Asphaltdecken könnte beispielsweise auf eine teure Asphaltdeckschicht verzichtet oder härtere Bitumen eingesetzt und somit die Spurrinnenbildung reduziert werden. Auch ist aufgrund der reduzierten UV-Belastung eine reduzierte Alterung des Bindemittels denkbar. Bei Betondecken kann von einer reduzierten Witterungsbelastung ausgegangen werden. Für die Nutzung von Oberflächenvergütungen auf neu gebauten Betondecken sind im Rahmen der nachfolgenden Forschung die Kriterien für eine möglichst frühe Oberflächenvergütung (Festigkeit, Feuchtigkeitszustand) zu ermitteln. Werden Oberflächenvergütungen zeitig im Lebenszyklus der Betondecke aufgebracht, können geringere Anforderungen an den Beton (zum Beispiel Frost-Tausalz Widerstand,

Verschleißwiderstand) gestellt werden, wodurch die Ausgangsstoffe Gestein und Zement in breiterer Vielfalt eingesetzt und teilweise reduziert werden können. Die Auswirkungen auf die darunter liegenden Konstruktionen muss in weiteren Untersuchungen genauer betrachtet werden.

Im Ergebnis können mit einer derartigen Technologie ressourcenschonend Oberflächen hergestellt und/oder erneuert werden. Die Möglichkeit der Oberflächenerneuerung mit recyclingfähigem, recyceltem oder künstlichem Material mit idealer Kornform stellt dabei eine neue Denk- und Vorgehensweise im Straßenbau dar.

Hinsichtlich der Erneuerung von Oberflächenvergütungen besteht Forschungsbedarf, insbesondere zur generellen Ausführbarkeit und der Vorbereitung der Bestandsoberfläche aber auch hinsichtlich der Recyclingfähigkeit des abgetragenen Materials.

Der Automatisierung des Herstellungsprozesses kommt ebenso eine große Bedeutung zu. Hier ist insbesondere der reduzierte Personaleinsatz von Interesse. Dadurch könnten nicht nur Kosten eingespart werden, sondern auch arbeitsschutzrelevante Arbeitsschritte entfallen.

Zur systematischen Herstellung mehrerer Gebrauchseigenschaften, die anschließend dauerhaft zur Verfügung stehen sollen, ist es sinnvoll, die Aspekte mit Einfluss auf die Prozessqualität und die Produktqualität näher zu betrachten.

4 Literatur

- [FE 04.0341] Nachhaltigkeitspotenziale im Straßenbau mit Fokus auf Treibhausgasemission, Energiebedarf und Ressourcenschonung, laufendes Forschungsprojekt, Bundesanstalt für Straßenwesen, Zwischenbericht 08/2022
- [ZTV BEB-StB] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächenbefestigungen – Betonbauweisen, Ausgabe 2015, FGSV, Köln
- [M BEB] Merkblatt für die Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächen aus Beton, Ausgabe 2009, FGSV, Köln
- [M OB] Merkblatt für die Herstellung von Oberflächentexturen auf Verkehrsflächen aus Beton, Ausgabe 2009, FGSV, Köln
- [MGVM Asphalt] Merkblatt für griffigkeitsverbessernde Maßnahmen an Verkehrsflächen aus Asphalt, Ausgabe 2012, FGSV
- [IPG] De resultaten van het Innovatieprogramma Geluid (Die Ergebnisse des Innovationsprogramms Lärm). Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Bereik Personentransport, Den Haag, Niederlande, 23.06.2008
- [BEC1] Beckenbauer, T., et al.: Einfluss der Fahrbahntextur auf das Reifen-Fahrbahn-Geräusch. Schlussbericht zum Forschungsprojekt FE 03.293/1995/MRB,

Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Abteilung Straßenbau, Straßenverkehr, Bonn 2002, ISBN 3- 934458-79-3

- [BEC2] Beckenbauer, T.: Akustische Eigenschaften von Fahrbahnoberflächen. In: Straße und Autobahn, 10/2001, S. 553 – 556

5 Verwendete Regelwerke

- [ASR A5.2 2018] Technische Regeln für Arbeitsstätten ASR A5.2, Anforderungen an Arbeitsplätze und Verkehrswege auf Baustellen im Grenzbereich zum Straßenverkehr – Straßenbaustellen, Ausschuss für Arbeitsstätten, Ausgabe 2018
- [M BEB 2009] Merkblatt für die Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächen aus Beton, Ausgabe 2009, FGSV, Köln
- [TL Beton-StB 07] Technische Lieferbedingungen für Baustoffe und Baustoffgemische für Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton, Ausgabe 2007, FGSV, Köln
- [TP B-StB] Technische Prüfvorschriften für Verkehrsflächenbefestigungen – Betonbauweisen
- [ZTV BEB-StB 15] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächenbefestigungen – Betonbauweisen, Ausgabe 2015, FGSV, Köln
- [ZTV Beton-StB 07] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton, Ausgabe 2007, FGSV, Köln
- [M OB] Merkblatt für die Herstellung von Oberflächentexturen auf Verkehrsflächen aus Beton, Ausgabe 2009, FGSV, Köln
- [MGVM Asphalt] Merkblatt für griffigkeitsverbessernde Maßnahmen an Verkehrsflächen aus Asphalt, Ausgabe 2012, FGSV, Köln
- [ISO 11819-1] Acoustics — Measurement of the influence of road surfaces on traffic noise - Part 1: Statistical pass-by method
- [ISO 11819-2] Acoustics — Measurement of the influence of road surfaces on traffic noise - Part 2: The close-proximity method