

Praxisgerechte Anforderungen an den Polierwiderstand feiner Gesteinskörnungen

FA 6.116

Forschungsstelle: Ingenieurgesellschaft für Straßenwesen
Aachen mbH (ISAC GmbH)

Bearbeiter: Schulze, C. / Oeser, M. / Renken, L. /
Benninghoff, J.

Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr und digi-
tale Infrastruktur, Bonn

Abschluss: Dezember 2020

1 Zielsetzung

Ziel des Forschungsvorhabens ist es, anhand von Laborversuchen praxisgerechte Anforderungen an den Polierwiderstand von feinen Gesteinskörnungen auszuarbeiten.

Die Regelungen der TL Asphalt-StB 07/13 sehen beispielsweise die Übertragung des an der groben Gesteinskörnung ermittelten Polierwiderstands auf die feine Gesteinskörnung vor, welche oftmals zu nicht zutreffenden Ergebnissen führt. Weiterhin dürfen nur Gesteinskörnungen eingesetzt werden, die der Kategorie PSV angegeben [42] entsprechen. Dies kann zum Abschluss geeigneter Gesteinskörnungen führen.

Die umfassende Analyse der vollständigen Bandbreite der relevanten feinen Gesteinskörnungen hinsichtlich des Einflusses der Polierresistenz auf das Griffigkeitspotenzial von Asphaltmischgut steht im Fokus dieses Forschungsvorhabens. Darüber hinaus sind Aspekte wie Dauerhaftigkeit, Nachhaltigkeit, Ressourcenschonung und Verfügbarkeit von Rohstoffen von Bedeutung. Unter Berücksichtigung dieser Gesichtspunkte werden praxisgerechte Anforderungen an den Polierwiderstand von feinen Gesteinskörnungen ausgearbeitet.

2 Untersuchungsmethodik

Das Projekt beinhaltet folgende Arbeitsschwerpunkte:

- Internationale Literaturrecherche hinsichtlich der Identifizierung des Einflusses der feinen Gesteinskörnungen auf das Griffigkeitspotenzial von Asphaltdeckschichten.
- Auswahl und Beschaffung von repräsentativen Gesteinskörnungen. In diesem Zusammenhang gilt es, die Spannweite der verfügbaren Gesteinskörnungen bezüglich des Polierwiderstands sowie der Oberflächenbeschaffenheit (zum Beispiel Natursand und Brechsand) und der petrografischen Eigenschaften vollständig abzudecken.
- Physikalisch-technische Prüfungen. Hier stehen die labortechnische Ansprache der Charakteristik der ausgewählten und verwendeten Gesteine sowie die Bestimmung des Einflusses der feinen Gesteinskörnung auf das Griffigkeitspotenzial von Asphaltdeckschichten im Vordergrund.

- Auswertung und Ausarbeitung von Anforderungswerten. Die Ergebnisse der physikalisch-technischen Prüfungen werden umfassend statistisch ausgewertet und Vorschläge für praxisgerechte Anforderungen an den Polierwiderstand von feinen Gesteinskörnungen formuliert.

3 Ergebnisse

3.1 Literaturstudie

Die internationalen, einschlägigen Literaturquellen werden hinsichtlich des Einflusses der feinen Gesteinskörnung auf das Griffigkeitspotenzial von Asphaltdeckschichten ausgewertet. Zusammenfassend ist festzustellen, dass der Einfluss einer Gesteinskörnung auf die Griffigkeit von Asphaltdeckschichten bereits umfassend erforscht und qualitative Zusammenhänge aufgezeigt wurden. Eine Quantifizierung des Einflusses der verschiedenen Parameter, beispielsweise des Polierwiderstands der feinen und groben Gesteinskörnung oder der Korngrößenverteilung/Zusammensetzung des Asphalts auf das Griffigkeitspotenzial, liegt nicht vor. Dies ist eine grundlegende Voraussetzung zur Formulierung praxisgerechter Anforderungen an den Polierwiderstand feiner Gesteinskörnungen.

3.2 Physikalisch-technische Prüfung

In diesem Arbeitspaket erfolgen sämtliche physikalisch-technische Prüfungen. Alle ausgewählten Gesteinskörnungen werden einer grundlegenden Charakterisierung unterzogen. Die Charakterisierung beinhaltet die mineralogisch /petrografische Ansprache der ausgewählten Gesteine, die Bestimmung des Polierwiderstands der feinen und groben Gesteinskörnung mit dem PSV-Verfahren und dem Verfahren nach Wehner/Schulze sowie Erstprüfung der zu prüfenden Asphaltdeckschichten. Anschließend wird auf Grundlage der Charakterisierung und der in der Literaturstudie erarbeiteten Erkenntnisse der Prüfplan final abgestimmt. Der Prüfplan beinhaltet primär die Bestimmung des Einflusses der Mineralogie, der Korngrößenverteilung und der Polierresistenz der Gesteinskörnungen auf das Griffigkeitspotenzial des Asphaltmischguts. Darüber hinaus wird die Makrotextur der Probekörper erfasst und analysiert. Um den Einfluss der Mineralogie aufzuzeigen, werden sowohl silikatische, karbonatische und quarzitisches Brech- und Natursande unter Berücksichtigung des Polierwiderstandes ausgewählt. Zur Erfassung des Einflusses der Korngrößenverteilung der feinen Gesteinskörnung werden ausgewählte Sande in die Fraktionen Fein- (0,063 bis 0,2 mm), Mittel- (0,2 bis 0,63 mm), Grobsand (0,63 bis 2 mm) klassiert und anschließend wieder gezielt zusammengesetzt. Der Einfluss des Polierwiderstands der feinen Gesteinskörnung wird in Abhängigkeit der Asphaltdeckschichtenart (Asphaltbeton, Splittmastixasphalt und offenporiger Asphalt), des Natur-/Brechsandanteils, der Kombination unterschiedlicher Brech-

und Natursanden, und unter Variation des Größtkorns mit dem Verfahren nach Wehner/Schulze bestimmt. Zusätzlich zu dem mit dem Verfahren nach Wehner/Schulze ermittelten Griffigkeitspotenzial, welches nach 90 Tsd. Überrollungen an Laborprobekörpern ermittelt wird, werden für die Sicherstellung einer vergleichbaren Oberflächenstruktur bei ausschließlicher Variation einer Gesteinsart die Texturkennggröße ETD (Estimated Texture Depth) gemessen.

3.2.1 Einfluss der Mineralogie und Korngrößenverteilung der feinen Gesteinskörnung auf die Griffigkeit von Asphaltoberflächen

Der Zusammenhang zwischen der mineralogischen Zusammensetzung der feinen Gesteinskörnung und dem Polierwiderstand wurde auf Grundlage der mineralogisch/petrografisch Ansprache und dem Polierwiderstand bestimmt. Mit Bezug auf den Härtekontrast nach (Tourenq C, et al. 1971) wurde ein signifikanter Zusammenhang zwischen der mineralogischen Zusammensetzung und dem Polierwiderstand aufgezeigt.

Die Analyse der Korngrößenverteilung der feinen Gesteinskörnung auf das Griffigkeitspotenzial einer Asphaltbetondeckschicht zeigt, dass die Korngrößenverteilung der feinen Gesteinskörnung keinen signifikanten Einfluss auf das Griffigkeitspotenzial hat (Bild 1).

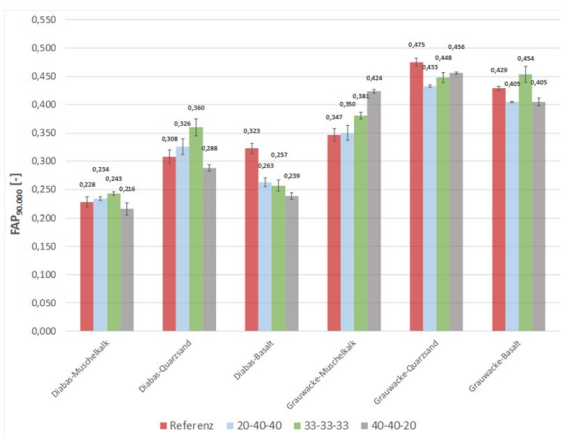


Bild 1: Darstellung der PWS-Werte nach 90 000 Überrollungen an allen Probekörpervarianten

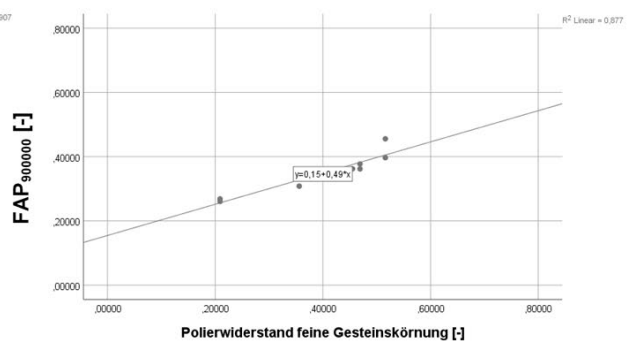
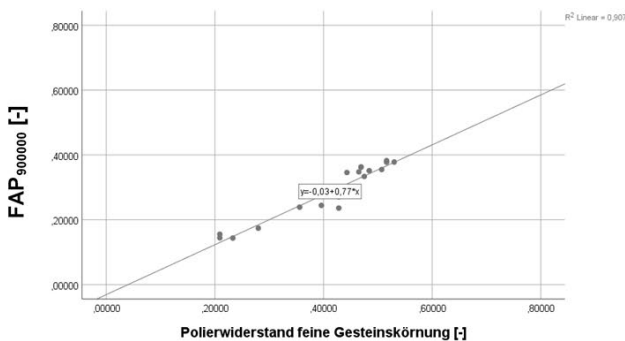


Bild 2: Einfluss der feinen Gesteinskörnung auf die Griffigkeit von Asphaltoberflächen durch Variation des Polierwiderstands der groben Gesteinskörnung (links: grobe Gesteinskörnung mit niedrigem Polierwiderstand, rechts grobe Gesteinskörnung mit hohem Polierwiderstand)

Die roten Balken zeigen die Griffigkeitswerte des jeweiligen Referenz-Mischguts. Dabei entspricht die Korngrößenverteilung der feinen Gesteinskörnung der des Anlieferungszustands. Die weiteren Säulen zeigen die Griffigkeitswerte der Asphaltvarianten mit einer gezielt zusammengesetzten Korngrößenverteilung der feinen Gesteinskörnung, beispielweise beschreibt der hellblaue Balken die Asphaltvarianten mit 20 M.-% Feinsand, 40 M.-% Mittelsand, 40 M.-% Grobsand (20-40-40). Ein systematischer und signifikanter Zusammenhang zwischen der Korngrößenverteilung der feinen Gesteinskörnung und dem Griffigkeitspotenzial kann nicht nachgewiesen werden.

3.2.2 Der Einfluss der Polierresistenz der feinen Gesteinskörnung auf die Griffigkeit von Asphaltoberflächen

Der Einfluss der feinen Gesteinskörnung auf die Griffigkeit von Asphaltbeton und Splittmastixasphalt wird in Bild 2 dargelegt. Für die Asphaltart Asphaltbeton ist mit ansteigendem Polierwiderstand Polierwiderstand der feinen Gesteinskörnung eine Zunahme des Griffigkeitspotenzials, gemessen am Asphaltprobekörper, festzustellen. Diese Abhängigkeit ist für die Asphaltart Splittmastixasphalt nicht zu beobachten. Folglich ist der Einfluss des Polierwiderstands der feinen Gesteinskörnungen bei der Asphaltart Splittmastixasphalt von untergeordneter Bedeutung, was in der statistischen Analyse näher beleuchtet wird.

In einem weiteren Schritt wurde der Einfluss des Polierwiderstands der feinen Gesteinskörnung in Abhängigkeit des Polierwiderstands der groben Gesteinskörnung betrachtet. Hier ist anhand der Steigung der Regressionsgeraden ein höherer Einfluss des Polierwiderstands der feinen Gesteinskörnung als bei einer groben Gesteinskörnung mit niedrigem Polierwiderstand festzustellen (Bild 2).

Anhand der Gegenüberstellung des Griffigkeitspotenzials von Asphaltprobekörpern mit einem 8 beziehungsweise 11 mm Größtkorn ist sowohl bei der Asphaltart Asphaltbeton als auch Splittmastixasphalt keine systematische und signifikante Ab-

hängigkeit zwischen dem Größtkorndurchmesser und dem Griffigkeitspotenzial zu erkennen (Bild 3).

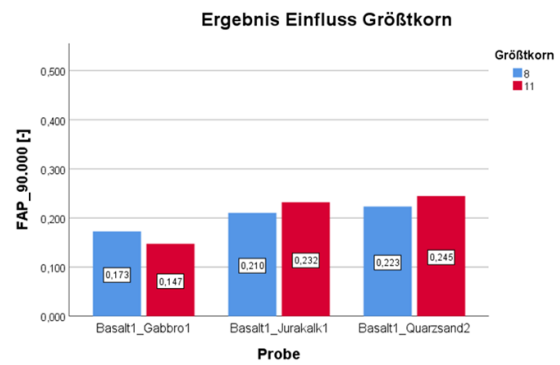
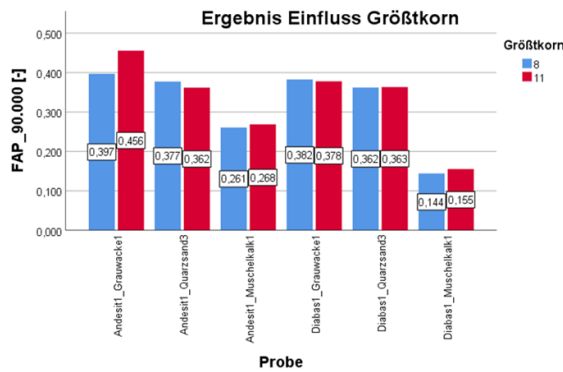


Bild 3: Einfluss der feinen Gesteinskörnung auf die Griffigkeit von Asphaltbeton (links) und Splittmastix (rechts) durch die Variation des Größtkorns

Die Untersuchung der Kombination verschiedener feiner Gesteinskörnungen zeigt, dass anhand des Griffigkeitspotenzials von zwei Probekörpern, welche jeweils mit einer unterschiedlichen feinen Gesteinskörnung hergestellt wurden, das Griffig-

keitspotenzial eines Probekörpers, welcher mit der Kombination der beiden feinen Gesteinskörnungen hergestellt wurde, im eindeutigen Zusammenhang steht (Bild 4).

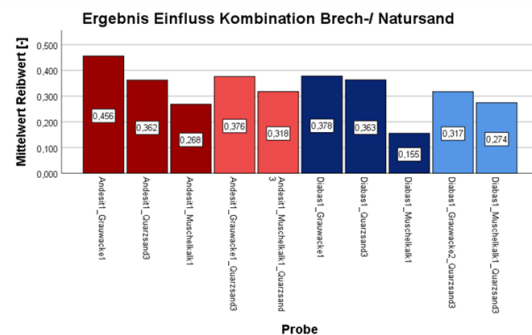
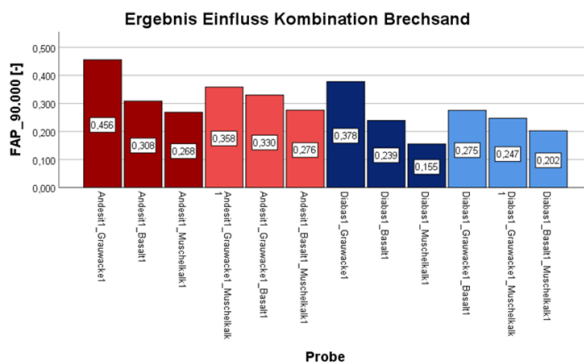


Bild 4: Zusammenhang der Kombinationsversuche Brech-/Natursand (rechts) und Brechsand (links) mit dem der feinen Gesteinskörnung (AC)

3.3 Auswertung

Alle in Kapitel 3.2 ermittelten Ergebnisse werden mittels des Statistikprogramms SPSS einer umfassenden statistischen Auswertung (Korrelations- und Regressionsanalyse) unterzogen. Anhand dieser Auswertung wird der Einfluss der verschiedenen Kenngrößen auf das Griffigkeitspotenzial der unterschiedlichen Asphaltmischgutvarianten ermittelt. Auf Basis der statistischen Auswertung werden Empfehlungen für praxisgerechte Anforderungen an den Polierwiderstand von feinen Gesteinskörnungen herausgearbeitet.

3.3.1 Statistische Auswertung

Quantitativer Einfluss Mineralogie (Total Hardness) und Polierwiderstand:

Der Zusammenhang zwischen der mineralogischen Zusammensetzung einer Gesteinskörnung und dessen Polierwiderstand zeigt auf Basis des Indikators "Total Hardness" einen sehr hohen statistischen Zusammenhang auf ($R = 0,933$; $R^2 = 0,871$).

3.3.1 Quantitativer Einfluss Polierwiderstand und Griffigkeit in Abhängigkeit der Asphaltarten

Für die Mischgutart Asphaltbeton ist ein deutlich höherer statistischer Zusammenhang (2,4-fach) zwischen dem Polierwiderstand der feinen Gesteinskörnung und dem Griffigkeitspotenzial festzustellen als zwischen dem Polierwiderstand der groben Gesteinskörnung und dem Griffigkeitspotenzial. Der Einfluss des Polierwiderstands der feinen Gesteinskörnung ist bei einem Größtkorndurchmesser von 8 mm größer (1,4-fach) als bei einem Größtkorndurchmesser von 11 mm.

Für die Mischgutart Splittmastixasphalt ist ein deutlich höherer statistischer Zusammenhang (7,3-fach) zwischen dem Polierwiderstand der groben Gesteinskörnung und dem Griffigkeitspotenzial gegenüber dem Polierwiderstand der feinen Gesteinskörnung festzustellen. Auf Basis der Variation des Größtkorns ist für die Mischgutart Splittmastixasphalt statistisch kein Zusammenhang zwischen dem Polierwiderstand der feinen Gesteinskörnung und dem Griffigkeitspotenzial festzustellen.

Quantitativer Einfluss Polierwiderstand und Griffigkeit in Abhängigkeit der Kombination feiner Gesteinskörnung:

Die Analyse der Versuchsreihen zur Kombination verschiedener feiner Gesteinskörnungen zeigt, dass anhand des Griffigkeitspotenzials von zwei Probekörpern, welche jeweils mit einer unterschiedlichen feinen Gesteinskörnung hergestellt werden, das Griffigkeitspotenzial eines Probekörpers, welcher mit der Kombination der beiden feinen Gesteinskörnungen hergestellt wurde, berechnet werden kann. Der Zusammenhang ist im Schlussbericht ausführlich erläutert.

Quantitativer Einfluss Polierwiderstand und Griffigkeit in Abhängigkeit der Variation vom Polierwiderstand der groben Gesteinskörnung:

Der Einfluss des Polierwiderstands der feinen Gesteinskörnung gewinnt mit abnehmendem Polierwiderstand der groben Gesteinskörnung an Gewicht. Der statistische Nachweis ist signifikant.

4 Ableitung von Anforderungswerten

Für die Formulierung eines Vorschlags für praxisgerechte Anforderungen an den Polierwiderstand von feinen Gesteinskörnungen, ist auf Grundlage der statistischen Analyse ein Modell entwickelt worden. Dazu sind im ersten Schritt der Polierwiderstand der feinen und groben Gesteinskörnung mit dem Verfahren nach Wehner/Schulze sowie der Anteil der feinen und groben Gesteinskörnung, bezogen auf das Gesteinskörnungsgemisch, zu bestimmen. Im zweiten Schritt wird mithilfe einer Regressionsrechnung der Zusammenhang zwischen den Modelleingangsgrößen (Polierwiderstand der feinen und groben Gesteinskörnung sowie deren Anteile am Gesteinskörnungsgemisch) und dem an Laborprobekörpern gemessenen Griffigkeitspotenzial hergestellt. Mithilfe dieses Modells kann das Griffigkeitspotenzial (FAP-Wert) eines Asphaltmischguts (Asphaltbeton oder Splittmastixasphalt) auf Grundlage der Mischgutzusammensetzung abgeschätzt werden.

Im nächsten Schritt sind Anforderungen an das Griffigkeitspotenzial (FAP-Wert) auszuarbeiten. Dazu wird auf die in den TL Asphalt-StB formulierten Anforderungen an den PSV-Wert zurückgegriffen. Es wird der Polierwiderstand des Gesteinskörnungsgemischs gemäß TL Asphalt-StB für die in diesem Projekt analysierten Asphaltvarianten berechnet. Das Griffigkeitspotenzial der einzelnen Asphaltvarianten wird in Abhängigkeit des Polierwiderstands des Gesteinskörnungsgemischs in einem Streudiagramm aufgetragen. Die Anforderungen der TL Asphalt-StB (PSV-Wert) werden abgetragen und der entsprechende FAP-Wert abgelesen. Dieser beträgt für Asphaltbeton 0,25 und für Splittmastixasphalt 0,23.

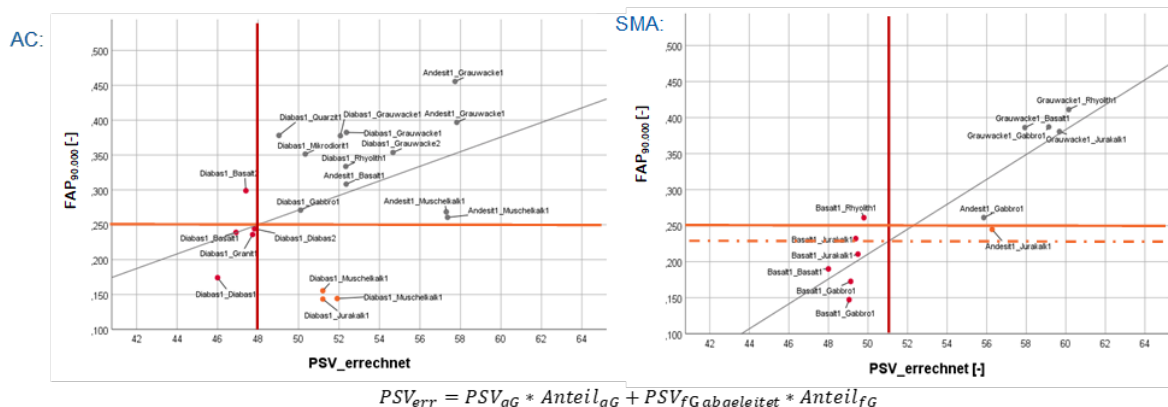


Bild 5: Bestimmung des Anforderungswerts FAP

Unter Berücksichtigung der Datengrundlage und der Präzision des Messverfahrens Wehner/Schulze wird ein Anforderungswert für den FAP-Wert nach 90 000 Überrollungen von 0,280

vorgeschlagen, (Zuschlag von 0,03). Um geeignete Gesteinskörnungen nicht von der Verwendung im Straßenbau auszuschließen, wird vorgeschlagen keine zusätzlichen Anforderun-

gen an den Polierwiderstand von feinen Gesteinskörnungen zu formulieren, sondern das Griffigkeitspotenzial mit dem Prüfverfahren nach Wehner/Schulze zu bestimmen. Auf Basis der durchgeführten Laborversuche sollte ein FAP-Wert nach 90 000 Überrollungen von 0,280 für Asphaltbetondeckschichten und Splittmastixasphalt nicht unterschritten werden. In weiteren Untersuchungen ist dieser Wert im Zuge von Feldversuchen mit der realen Verkehrsbelastung abzugleichen.

5 Literatur

[Tourenq C, Fourmaintraux D], Propriétés des granulats et glissance routière; 1971.

