

## Erarbeitung eines Prüfverfahrens zur Festlegung des optimalen Bindemittelgehaltes von Mischgut für „Dünne Schichten im Kalteinbau“ im Labor

FA AiF 12015

Forschungsstelle: Institut für Materialprüfung Dr. Schellenberg,  
Leipheim

Bearbeiter: Graf, K.

Auftraggeber: Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungs-  
vereinigungen (AiF), Köln

Abschluss: Juni 2001

### 1. Aufgabenstellung

Erhaltungsmaßnahmen im Straßenbau gewinnen derzeit an Bedeutung. Gleichzeitig werden Erhaltungsbauweisen immer genauer auf ihre Wirtschaftlichkeit überprüft. Das Schlagwort Straßenerhaltungskonzept ist aktueller denn je. Dieser Situation müssen Straßenbauverwaltungen als Auftraggeber und Straßenbaufirmen als Auftragnehmer gerecht werden. Eine in der Praxis angewandte Bauweise für Erhaltungsmaßnahmen sind

Dünne Schichten im Kalteinbau (DSK). Diese Maßnahme zur Verbesserung der Oberflächeneigenschaften einer Straße entspricht zwar dem Stand der Technik [1], eine befriedigende Vorgehensweise für die Erstellung einer Eignungsprüfung für DSK-Mischgut existiert jedoch derzeit nicht. Eine durch die Gütegemeinschaft AKB für Asphaltbauweisen e.V. in Auftrag gegebene Laborstudie aus dem Jahre 1996 über die Optimierung von DSK-Mischgut im Hinblick auf Hohlraumgehalt, Wasserdurchlässigkeit und Rauheit der fertigen DSK ergab, dass der Bindemittelgehalt sämtliche Eigenschaften entscheidend beeinflusst [2]. Die Abhängigkeit einer DSK sollte jedoch im Vorfeld der Baumaßnahme durch eine Eignungsprüfung geklärt werden.

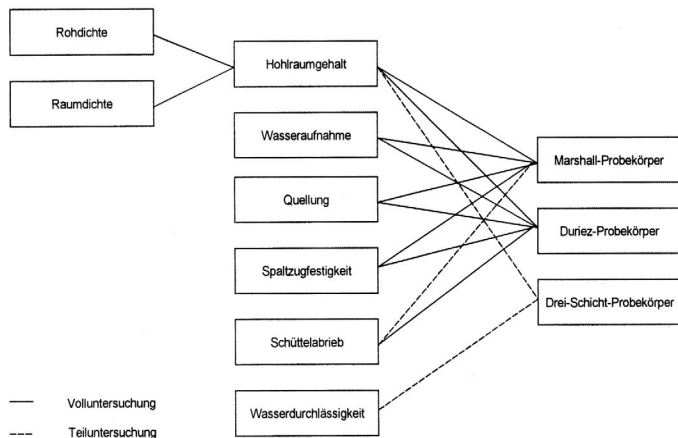
Durch das Forschungsvorhaben werden die zur Herstellung von DSK-Mischgut notwendigen Prüfungen quantifiziert und können in absehbarer Zeit in Regelwerken aufgenommen werden. Hierdurch besteht die Möglichkeit, ein breites Spektrum an kleinen und mittelständischen Unternehmen anzusprechen, da die zur Optimierung des Bindemittelgehaltes verlangten Eignungsprüfungen auf Prüfungen basieren, die von kleinen und mittelständischen Laboratorien ausgeführt werden können. Aus diesem

Grund ist davon auszugehen, dass durch die Veröffentlichung des Forschungsvorhabens die Akzeptanz dieser seit Jahren erprobten und eingesetzten Bauweise positiv beeinflusst und insbesondere die Qualität erhöht wird.

## 2. Untersuchungsmethodik

Für die Untersuchungen wurden drei Bitumenemulsionen (A, B und C) und drei Mineralstoffe (G, D und K), die in der Praxis verwendet werden, ausgewählt. An den nachstehend angegebenen Variationen der Mischgutzusammensetzung sollten die Auswirkungen auf die Kennwerte (Bild 1) betrachtet werden:

- Variation der Bitumenemulsion (A/B/C)
- Variation des Bindemittelgehalts i. d. Tr. (5,5 bis 6,5 Gew.-% i. Tr. beim Größtkorn 8 mm und 6,5 bis -7,5 Gew.-% i. Tr. beim Größtkorn 5 mm)
- Variation der Art der Mineralstoffe (G/D/K)
- Variation des Größtkorns der Mineralstoffe (0/5 mm und 0/8 mm)
- Variation der Zugabewassermenge (4,0 bis 13,0 Gew.-%)
- Variation der Verdichtungsart (Duriez-Verdichtung und Marshall-Verdichtung)



1: Untersuchungsprogramm für DSK-Mischgut

Volluntersuchung bedeutet, dass an allen Probekörpern der Serie die jeweilige Prüfung an 27 Probekörpern (je Bindemittelgehalt 9 Probekörper) durchgeführt wurde, während Teiluntersuchung für die Untersuchung an zufällig ausgewählten Probekörpern einer Serie steht. Unter Serie werden Probekörper zusammengefasst, die aus einer Mischung bzw. einer Mischgutart mit einem Verdichtungsverfahren hergestellt wurden.

Im ersten Schritt werden die Probekörper unter Variation der Verdichtungsart hergestellt. Die Herstellung der Marshall-Probekörper (MPK) erfolgt nach [3], der Duriez-Probekörper (DPK) und der Drei-Schicht-Probekörper (DSPK) nach den Arbeitsanleitungen des vorliegenden Forschungsvorhabens. Die Bestimmung der Rohdichte des DSK-Mischguts erfolgt an Messproben aus den Mischungen. Nach Auskühlung (MPK) bzw. Austrocknung (DPK) wird die Raumdichte nach [4] bestimmt und der Hohlraumgehalt berechnet. In weiteren Schritten wird die Wasseraufnahme nach [5] ermittelt. Unmittelbar danach wird die Quellung nach [6] festgestellt. Nach dieser Prüfung werden drei Probekörper jeder Mischung je Bindemittelgehalt einer 24-stündigen Lagerung (Luftbad 20°C, Wasserbad 50°C und einmalige Befrostung) unterzogen. Anschließend wird die Spaltzugfestigkeit nach [7] und der Schüttelabrieb nach Arbeitsanleitung des vorliegenden Forschungsvorhabens geprüft. Zusätzlich wurde eine Variation der Zugabewassermenge vorgenommen und der

Einfluss auf den Hohlraumgehalt und den Schüttelabrieb ermittelt. In einem abschließenden Versuchsabschnitt wurde die Wasserdurchlässigkeit an DSPK nach Arbeitsanleitung des vorliegenden Forschungsvorhabens untersucht.

## 3. Untersuchungsergebnisse

Durch den experimentellen Umfang hat sich erwiesen, dass nahezu alle Kennwerte der MPK keinen Bezug auf die Kennwerte der DPK haben. Dies ist auf die thermische Veränderung des Bindemittels zurückzuführen. Deshalb sind die Aussagen aus den Ergebnissen an MPK in Frage zu stellen, da die Abbindevorgänge, die entscheidend für das DSK-Mischgut sind, nicht berücksichtigt werden.

Die Streuung der Rohdichte, bestimmt an Mischgutproben aus der Mischung im Labormischer, ist auf eine Entmischungseignung zurückzuführen. Deshalb wurden die Probekörper durch eine manuelle Einzelmischung hergestellt.

Der Hohlraumgehalt, ermittelt an DPK, ist grundsätzlich höher, als an MPK. Deshalb wurden Richtwerte vorgeschlagen, die für die Optimierung des Bindemittelgehalts gelten. Es hat sich in Varianzanalysen gezeigt, dass der Hohlraumgehalt ausreichend sensibel auf Änderungen des Bindemittelgehalts reagiert. In Tabelle 1 sind die Richtwerte für verschiedene Bauklassen aufgeführt.

Tabelle 1: Richtwerte für den Hohlraumgehalt an DPK

Bauklasse	Vorläufiger Richtwert Hohlraumgehalt in Vol.-%
SV-III	9,0 – 11,0
IV, St LLW und Wege	7,0 – 9,0

Die Abhängigkeit der Wasseraufnahme vom Hohlraumgehalt war eindeutig nachzuweisen, deshalb kann auf diese Art der Prüfung verzichtet werden, da keine neuen Erkenntnisse zu erwarten sind.

Die Quellung an DPK ist für eine Optimierung des Bindemittelgehalts nicht geeignet, da keine Abhängigkeit zum Bindemittelgehalt erkannt werden konnte. Es hat sich gezeigt, dass dieser Versuch zu aggressiv für DSK-Mischgut ist, da die Probekörper teilweise zerfallen sind, sobald Werte für die Quellung über 0,5 Vol.-% gemessen wurden. Der zulässige Wert für Heißmischgut liegt vergleichsweise bei 1,0 Vol.-%. [8].

Aus der Untersuchung des Spaltzugfestigkeitsabfalls konnten keine Auswirkungen auf die Affinität bei Variation des Bindemittelgehalts erkannt werden. Deshalb ist dieser Versuch für die Optimierung des Bindemittelgehalts in einer Eignungsprüfung nicht geeignet.

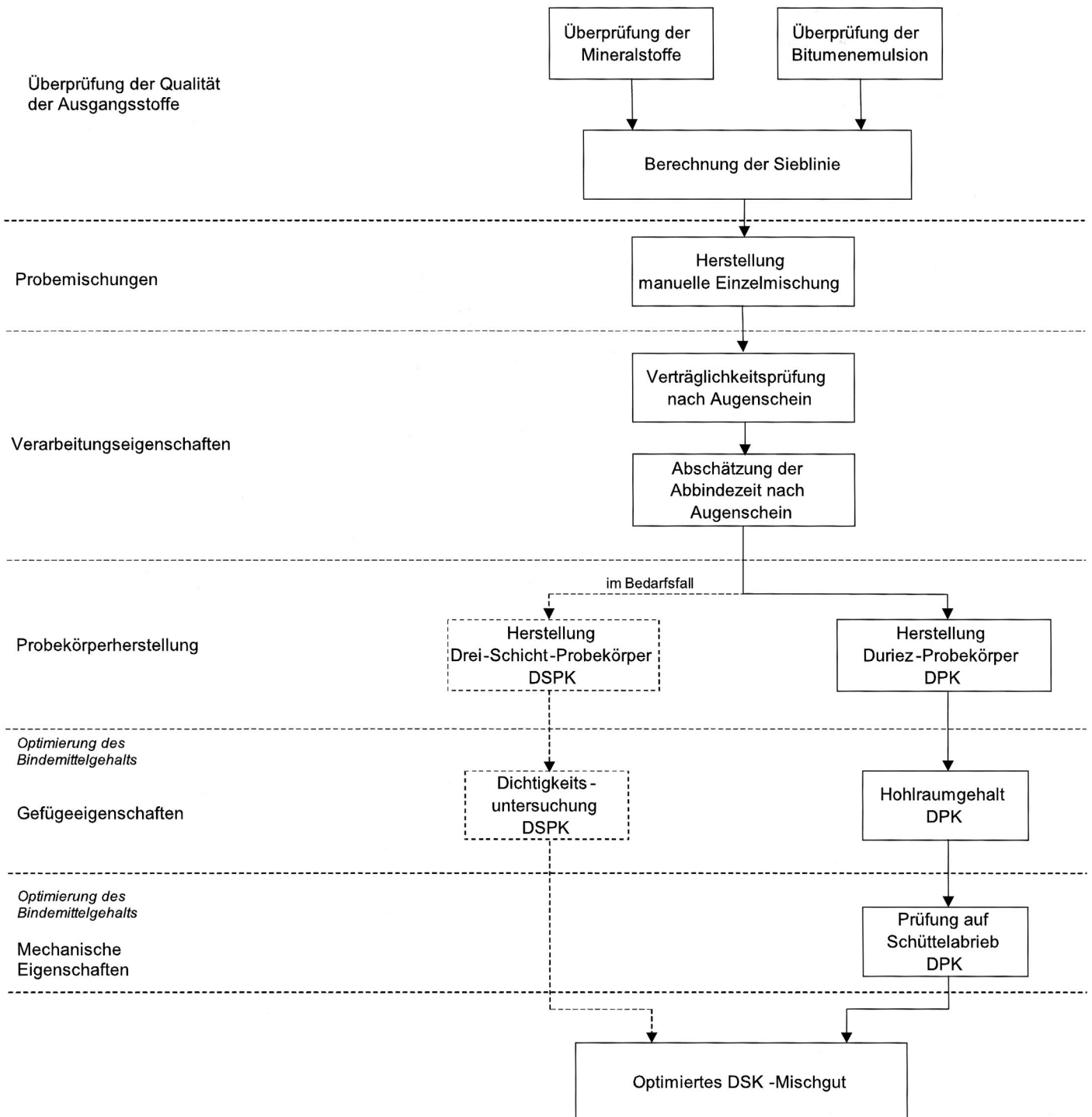
Der Schüttelabrieb an DPK erwies sich als gut geeignet, den Bindemittelgehalt zu optimieren. Einerseits ist diese Kenngröße ausreichend sensibel auf den Bindemittelgehalt, dies konnte aus Varianzanalysen erkannt werden, andererseits kann durch die Einführung eines einseitigen Richtwertes das Qualitätsniveau im Hinblick auf das mechanische Haftverhalten verbessert werden. Dies erscheint notwendig, da aus der Praxis bekannt ist, dass auch relativ junge DSK Ausbrüche aufweisen, die auf nicht zweckmäßig bemessenen Bindemittelgehalt deuten.

Tabelle 2: Richtwerte für den Schüttelabrieb an DPK

	Mischung 0/5	Mischung 0/8
Schüttelabrieb in Gew.-%	≤ 25	≤ 30

Durch die Untersuchung der Wasserdurchlässigkeit an DSPK konnte erkannt werden, dass mit Erhöhung des Bindemittelgehalts eine Verbesserung der abdichtenden Wirkung einer DSK erreicht wird. Gleichzeitig hat sich aber auch gezeigt, dass nach Überschreitung eines Bindemitteloptimums keine weitere Steigerung der Abdichtung erreicht wird. Auf Grund der besonderen Herstellung und der besonderen Prüfbedingungen sollte diese Prüfung im Rahmen einer erweiterten Eignungsprüfung aufgenommen werden, wenn eine abdichtende Funktion

der DSK gegenüber der porösen Unterlage ausdrücklich gefordert ist. Die Variation der Zugabewassermenge ergab nur eine geringe Abhängigkeit zum Hohlraumgehalt und keine Abhängigkeit zum Schüttelabrieb. Hierbei zeigte sich aber, dass die Erhöhung der Menge des Zugabewassers eine leichte Erhöhung des Hohlraumgehaltes ergibt. Mit diesen Ergebnissen wurde folgender Optimierungsalgorithmus des Bindemittelgehalts in einer Eignungsprüfung entworfen.



## 2: Optimierungsalgorithmus des Bindemittelgehalts in einer Eignungsprüfung für DSK-Mischgut

## 4. Folgerungen für die Praxis

Die Entwicklung einer Vorgehensweise zur Festlegung des optimalen Bindemittelgehalts von Mischgut für Dünne Schichten im Kalteinbau im Labor sollte dazu führen, dass das Know-how zur Qualitätssicherung von DSK-Mischgut nicht mehr nur auf Praxiserfahrungen weniger Unternehmen basiert. Durch die Vereinheitlichung einer Vorgehensweise zur Optimierung des Bindemittelgehalts können so auch kleine und mittelständische Unternehmen qualitativ hochwertige DSK herstellen.

Das Vorhaben orientierte sich an der aktuellen internationalen Forschung und Praxiserfahrung. Dadurch besteht die Möglichkeit, dass die vorgeschlagene Vorgehensweise durchaus auch im Ausland Anwendung findet.

Die Durchführung wurde so gestaltet, dass kleine und mittelständische Laboratorien für den Straßenbau diese Prüfung mit wenigen zusätzlichen Anschaffungen durchführen können. Dies ist ein wichtiger Schritt in Richtung Verbreitung dieser Bauweise.

Wie bisherige Erfahrungen belegen, gibt es immer wieder Schadensfälle, die auf unzureichend optimiertes DSK-Mischgut zurückzuführen sind. Durch die Eignungsprüfung für die Optimierung des Bindemittelgehalts können qualitative und wirt-

schaftliche Interessen vereint werden. Gelingt es, ein Mischgut im Labor zu konzipieren, das den Anforderungen des Marktes entspricht und zusätzlich eine Verlängerung der Haltbarkeit erreicht, kann diese Bauweise nur von einer Vereinheitlichung der Eignungsprüfung profitieren.

### Schrifttum

- [1] ZTV BEA-StB 98: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächen (Asphaltbauweisen), Hrsg. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln, 1998
- [2] Radenberg, M. u. a.: Untersuchungsbericht – Untersuchungen zur Optimierung von DSK-Mischgut, Ingenieurgesellschaft für technische Analytik mbH Essen, Hrsg. Gütegemeinschaft AKB, Roßdorf, 1996
- [3] DIN 1996, T4: Herstellung von Probekörpern aus Mischgut, Deutscher Normen Ausschuss, Berlin, Köln, 1984
- [4] DIN 1996, T7: Bestimmung von Rohdichte, Raumdichte, Hohlraumgehalt und Verdichtungsgrad, Deutscher Normen Ausschuss, Berlin, Köln, 1992
- [5] DIN 1996, T8: Bestimmung der Wasseraufnahme, Deutscher Normen Ausschuss, Berlin, Köln, 1977
- [6] DIN 1996, T9: Quellversuch, Deutscher Normen Ausschuss, Berlin, Köln, 1981
- [7] Arand, W.; Renken, P.: Auswahl und Optimierung einer Methodik zur Prüfung des Haftverhaltens zwischen Bindemittel und Mineralstoffen, Schlussbericht Forschungsauftrag Nr. 7.133 G87 E FGSV, Braunschweig, 1991
- [8] TL Min StB 2000: Technische Lieferbedingungen für Mineralstoffe im Straßenbau, Hrsg. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln, 2000

