



tiefbau@kalk.de

Ausgabe 01/2016

**Fachinformation
Tief- und Straßenbau**

Kalk
vielseitig
faszinierend
wertvoll

KALKHYDRAT IM ASPHALT

Verbesserung der Asphalteigenschaften durch Kalkhydrat

Die Qualität eines Asphalts wird wesentlich durch die Eigenschaften der verwendeten Gesteinsart und des Bitumens bestimmt. Ihre jeweiligen Eigenschaften und ihr Zusammenspiel beeinflussen den Widerstand des Asphalts gegenüber bleibender Verformung, Rissbildung und Verschleiß. Diese Mörteleigenschaften bestimmten den Gebrauchswert einer Asphaltbefestigung und können durch die Zugabe von Kalkhydrat ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) deutlich verbessert werden.

Die Verwendung von Kalkhydrat im Asphalt:

- erhöht die Standfestigkeit durch die Versteifung des Mörtels,
- reduziert die Wasserempfindlichkeit bei Anwesenheit von Tonmineralen,
- verbessert die Haftung zwischen Bitumen und Gestein,
- verzögert den chemischen Alterungsprozess infolge von Oxidation.

Der Grund für die hohe Effizienz von Kalkhydrat in Asphaltmischungen liegt in der starken Wechselwirkung zwischen der Gesteinskörnung und dem Bitumen. Kalkhydrat bewirkt eine Änderung der Oberflächenbeschaffenheit (Anlagerung von Calciumionen) sowie die Schaffung einer Oberflächenrauheit (durch Ausfällungen), die gemeinsam die Bindung des Bitumens an die Gesteinskörnungen verstärken.

Des Weiteren hemmt Kalkhydrat das Quellverhalten toniger, auf der Oberfläche der Gesteinskörnung haftender Partikel. Durch die chemische Reaktion des Kalkhydrats mit den Säuren des Bitumens wird die Alterung des Bitumens verlangsamt und der Effekt der mangelhaften Affinität zwischen Bitumen und Gesteinskörnung neutralisiert. Dies reduziert die Wasserempfindlichkeit und damit die Quellneigung des Asphalts.

Die hohe spezifische Oberfläche des Kalkhydrats ruft den Versteifungseffekt hervor, der sich bei hohen Temperaturen einstellt, wo Spurrinnenbildung die Hauptursache für Schäden darstellt. Die versteifende Wirkung hat andererseits keine negativen Einflüsse auf die Verarbeitbarkeit des Asphalts und führt auch bei tiefen Temperaturen nicht zu einer Versprödung.



Bild 1: Die Verwendung von Kalkhydrat im Asphalt erhöht die Nutzungsdauer und ertüchtigt die Fahrbahndecke für hohe Beanspruchungen.

Damit führt die Zugabe von Kalkhydrat zu einer Qualitätssteigerung des Straßenbaustoffs Asphalt und trägt zur längeren Nutzungsdauer und damit zur Reduzierung von Kosten und Verkehrsbehinderungen durch Straßenbaustellen bei.

Erläuterung von im Straßenbau gebräuchlichen Begriffen

Füller: Gesteinskörnung, deren überwiegender Teil durch das 0,063 mm-Sieb hindurchgeht und der Baustoffen zum Erreichen bestimmter Eigenschaften zugegeben werden kann (Definition gemäß DIN EN 13043/TL Gestein-StB)

Inhalt

- Verbesserung der Asphalteigenschaften durch Kalkhydrat
- Erläuterung von im Straßenbau gebräuchlichen Begriffen
- Höhere Dauerhaftigkeit von rezykliertem Asphalt mit Kalkhydrat
- Kleinerer ökologischer Fußabdruck von Heißasphalt durch Kalkhydrat
- Methode zur Quantifizierung von Kalkhydrat in Asphaltmischgut
- Nachweis von Calciumhydroxid im extrahierten Mischfüller
- Beispiele für Ausschreibungstexte
- Beispiele für Baubeschreibungen



Bild 2: Vergleich der Affinität von Bitumen und Gesteinskörnung bei Zugabe von Kalkhydrat (A 13 bis A 15) und ohne Zugabe von Kalkhydrat (A 16 bis A 18) nach Rolling bottle test (DIN EN 12697-11; TP Gestein-StB, Teil 3.4)

Fremdfüller: Füller mineralischen Ursprungs, der gesondert hergestellt wurde (Definition gemäß DIN EN 13043/TL Gestein-StB)

Kalkhydrat: Luftkalk, hauptsächlich als Hydrat, das durch kontrolliertes Löschen von ungelöschtem Kalk entsteht (Definition gemäß DIN EN 459-1). Kalkhydrat besteht vorwiegend aus Calciumhydroxid $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$, welches für die positive Beeinflussung der Asphalteigenschaften verantwortlich ist, und ggf. Nebenbestandteilen, die aus dem natürlichen Kalkstein als Ausgangsmaterial stammen. Hierbei kann es sich z. B. um Magnesiumhydroxid $[\text{Mg}(\text{OH})_2]$ oder Siliciumdioxid $[\text{SiO}_2]$ handeln. Der Gehalt des wirksamen Calciumhydroxids wird in chemischen Analysen als verfügbarer Kalk (Calciumhydroxid, $\text{Ca}(\text{OH})_2$) angegeben.

Mischfüller: Füller mineralischen Ursprungs, der mit Calciumhydroxid $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ gemischt wurde (Definition aus DIN EN 13043/TL Gestein-StB). Er zählt zu den Gesteinskörnungen und ist zu unterscheiden vom **gemischten Füller**, der aus Produkten unterschiedlichen Ursprungs, ggf. unter Zugabe von Additiven, gemischt wurde.

Sicherheitsdatenblätter: Die Informationen im Sicherheitsdatenblatt stellen alle wichtigen Informationen für die sachgerechte und sichere Verwendung eines Produkts dar, bei dessen Handhabung Maßnahmen der Arbeitssicherheit berücksichtigt werden müssen. Beim Einsatz von Kalkhydrat sind diese Hinweise aufgrund seiner basischen Wirkung zu beachten. Ein Sicherheitsdatenblatt muss von jedem Hersteller, Einführer und Inverkehrbringer kostenlos zur Verfügung gestellt werden.

Höhere Dauerhaftigkeit von rezykliertem Asphalt mit Kalkhydrat

Im Rahmen einer noch nicht veröffentlichten Studie der European Lime Association wurden Untersuchungen mit verschiedenen mechanischen Testverfahren an Asphaltmischgut mit und ohne Kalkhydrat im Füller durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass diese Art des Füllers die Alterungsbeständigkeit des Asphaltmischguts positiv beeinflusst.

Ziel des Forschungsprogramms war es, die Bewertung des Einflusses von Kalkhydrat bzw. des enthaltenen Calciumhydroxids auf rezyklierten Asphalt und die Empfindlichkeit in Bezug auf Bindertyp und Anteil an Ausbauasphalt zu bestimmen.

Die Resultate zeigen deutlich, dass das Erwärmen und Abkühlen des Asphaltmischguts zu einer zunehmenden Erstarrung durch Aushärtung und abnehmender Bruchenergie durch zunehmende Sprödigkeit führen.

Diese beiden negativen Effekte verringern sich bei Zugabe von Kalkhydrat im Füller. Dies führt zu der Schlussfolgerung, dass das im Kalkhydrat enthaltene Calciumhydroxid als Mittel für die Verbesserung der Alterungseigenschaften von Asphaltmischgut angesehen werden kann.

Straßenbehörden und Auftragnehmer sollten sich der wichtigen Rolle des Kalkhydrats in der Performance der Deckschichten bewusst werden. Überzeugende Nachweise existieren für die nachfolgenden positiven Effekte:

- Kalkhydrat verringert den Affinitätsverlust.
- Kalkhydrat wirkt als mineralischer Füller verstifend auf den Asphaltbinder und Heißasphalt, womit der Widerstand gegen Spurrinnenbildung verbessert wird.
- Kalkhydrat verbessert den Widerstand gegen Rissbildung.
- Kalkhydrat reduziert die Alterung / Oxidation des Bitumens.
- Kalkhydrat verändert die plastischen Eigenschaften tonhaltiger Feinanteile zu einer verbesserten Feuchtestabilität und Dauerhaftigkeit.
- Kalkhydrat in Ausbauasphalt verursacht keine negativen Effekte oder Probleme bei der Rezyklierung und hat höchstwahrscheinlich im Ausbauasphalt nachhaltige Effekte auf das rezyklierte Mischgut.
- Kalkhydrat ist ein multifunktionales Additiv, das die Nachhaltigkeit des Asphaltmischguts verbessert.

Kleinerer ökologischer Fußabdruck von Heißasphalt durch Kalkhydrat

Für Asphaltstraßen kann durch Modifikation mit Kalkhydrat eine um 25 % erhöhte Dauerhaftigkeit und – auf die Gesamtlebensdauer von 50 Jahren bezogen – eine Unterhaltungsmaßnahme weniger während der Gesamtlebensdauer angenommen werden. Insgesamt kann bei Straßen mit modifiziertem Asphalt von einem geringeren ökologischen Fußabdruck als bei Straßen mit nicht modifiziertem Asphalt ausgegangen werden. Dies ist kurz zusammengefasst das Ergebnis einer noch nicht veröffentlichten Studie der European Lime Association.

Ziel der Fallstudie war eine vergleichende Ökobilanz (engl. 'life cycle assessment' – LCA) zum Einsatz von Asphalt ohne Kalkhydrat und mit Kalkhydrat für den Lebenszyklus einer Autobahn.

Die LCA Studie wurde gemäß den Anforderungen der ISO 14040 – 14044 durchgeführt und einer kritischen externen Überprüfung unterzogen. Der Umfang der Studie beinhaltete die Kalkulation des ökologischen Fußabdrucks des klassischen Asphalts gegenüber dem mit Kalkhydrat modifizierten Asphalt. Die LCA Systemgrenzen umfassten die Lebenszyklen des Asphalts „von der Wiege bis zur Bahre/Wiederverwendung“.

Die für die LCA Studie gewählte funktionale Betrachtungseinheit war ein Kilometer Deckschicht, z. B. die obere Lage der Fahrbahn einer stark befahrenen Straße mit einer Breite von 3,5 m, sodass eine Straßenoberfläche von 3.500 m² abgebildet wurde.

Die Hauptannahmen der LCA Studie waren folgende:

1. Lebenszeit der Straße 50 Jahre
2. Anfängliche Dicke der Asphaltdeckschicht 8 cm
3. Klassischer Asphalt mit einer Lebensdauer von 10 Jahren, somit Erhaltungsmaßnahmen alle 10 Jahre
4. Modifizierter Asphalt (+ 1,5 % Kalkhydrat) mit einer um 25 % erhöhten Lebensdauer (gem. Literaturangaben), somit Erhaltungsmaßnahmen alle 12,5 Jahre.

Die Annahmen 1 bis 3 erfolgten analog zu einer vorherigen LCA Studie des französischen Straßenindustrieverbandes Union des Syndicats de l'Industrie Routière Française (USIRF).

Die längere Lebensdauer und der geringere Unterhaltungsaufwand bewirken einen um ca. 43 % geringeren Gesamtenergiebedarf im Vergleich zum klassischen Asphalt. Der modifizierte Asphalt verbraucht zudem deutlich weniger Ressourcen, was zu 23 %



Bild 3: Die Modifikation mit Kalkhydrat erhöht die Lebensdauer einer Asphaltdecke um 25 %. In der Lebenszeit der Straße kann eine Erhaltungsmaßnahme eingespart werden.

geringeren Treibhausgasemissionen als bei der Lösung mit klassischem Asphalt führt. Die eingesparte Erhaltungsmaßnahme während des Gesamtlebenszyklus von 50 Jahren hat die stärkste Auswirkung auf den Energieverbrauch und die Treibhausgasemissionen.

Die Studie zeigt, dass der Einsatz von modifiziertem Asphalt mit Kalkhydrat in der Deckschicht den deutlich geringeren ökologischen Fußabdruck für die folgenden Haupteinflusskategorien:

- Energieverbrauch,
- abiotischer Ressourcenverbrauch,
- Klimawandel,
- Luftversauerung,
- photochemische Oxidbildung,
- stratosphärischer Ozonabbau,
- Eutrophierung aufweist.

Die Zunahme der Lebensdauer ist durch den Einsatz von modifiziertem Asphalt so hoch, dass im Vergleich zum klassischen Asphalt mindestens eine Instandhaltungsmaßnahme während der Lebensdauer der Straße eingespart werden kann. Zwar nicht in der Studie berücksichtigt, aber dennoch ohne Zweifel erwähnenswert, sind auch die Vorteile durch die Reduzierung von Verkehrsbehinderungen durch Straßenbaustellen mit ihren Auswirkungen auf Umwelt und Volkswirtschaft.

Methode zur Quantifizierung von Kalkhydrat in Asphaltmischgut

Kalkhydrat wird bereits seit langer Zeit als Asphaltzusatzstoff verwendet, in den USA z. B. seit 40 Jahren sehr intensiv. Die Verwendung in den meisten europäischen Ländern, insbesondere in Österreich, Frankreich, den Niederlanden,

Großbritannien und der Schweiz, nimmt nicht zuletzt wegen der Verbesserung der Dauerhaftigkeit des Asphalt durch die Zugabe stetig zu.

In diesem Kontext ist es notwendig, über ein schnelles und zuverlässiges quantitatives Nachweisverfahren für Kalkhydrat im Asphaltmischgut zu verfügen.

Hierzu wird ein deutsches Prüfverfahren angewendet, bei dem zuerst der Füller aus dem Asphaltmischgut mit der üblichen Lösemittel-Extraktionsmethode (EN 12697-1) extrahiert wird. Anschließend wird 1 g des extrahierten Füllers mit 0,5 M HCl in Anlehnung an die EN 459-2 titriert.

Die Methode wurde mit einem im Labor hergestellten Mischgut AC 10 validiert. Der tatsächliche Kalkhydrat-Gehalt der Probe betrug 2,0 %, basierend auf der trockenen Körnung. Der gemessene Gehalt an Calciumhydroxid lag mit 1,7 % in einer annehmbaren Übereinstimmung mit den zu erwartenden Ergebnissen.

Damit ist es möglich, den Calciumhydroxid-Gehalt in einem Asphaltmischgut und im verwendeten Kalkhydrat schnell und zuverlässig zu bestimmen. Die Präzision der Methode wurde mit einem internationalen Ringversuch überprüft: die Wiederholbarkeit¹⁾ r liegt bei 0,7 % und die Reproduzierbarkeit²⁾ R bei 4,5 % in Bezug auf den Ca(OH)_2 -Gehalt des extrahierten Füllers.

Die Methode ist in den „Technischen Prüfvorschriften für Gesteinskörnungen im Straßenbau – TP Gestein-StB, Teil 3.9 – Bestimmung des Calciumhydroxidgehalts in Mischfüllern“ beschrieben. Die TP Gestein-StB kann über den FGSV Verlag (www.fgsv-verlag.de) bezogen werden.



Bild 4: Die Prüfmethode ist in der TP Gestein-StB, Teil 3.9 beschrieben.

(Zusammenfassung aus 'Method of quantification of hydrated lime in asphalt mixtures' von V. Mouillet, D. Séjourné, V. Delmotte, H.-J. Ritter und D. Lesueur: www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061814006825).

Nachweis von Calciumhydroxid im extrahierten Mischfüller

III Mit dem in den „Technischen Prüfvorschriften für Gesteinskörnungen im Straßenbau – TP Gestein-StB, Teil 3.9 Bestimmung des Calciumhydroxidgehalts in Mischfüllern“ beschriebenen Prüfverfahren kann der Calciumhydroxidgehalt in Kalkhydrat (DIN EN 459-1), in Mischfüller (DIN EN 13043 / TL Gestein-StB) und in dem aus Asphalt extrahierten Füller bestimmt werden.

Bei der Prüfung des extrahierten Füllers wird in der Regel ein geringerer Calciumhydroxidgehalt ermittelt werden als der, der dem Asphaltmischgut ursprünglich zugegeben wurde. Dies ist auf Reaktionsprozesse im Mischgut zurückzuführen, bei denen Calciumhydroxid umgesetzt wird.

Dieser „Verbrauch“ zeigt an, dass ein „Bedarf“ an Calciumhydroxid vorhanden war, der mit der Zugabe von Kalkhydrat erfüllt wurde. Die Menge des wiedergefundenen Calciumhydroxids wird durch die Art des verwendeten Bitumens und die Art der Gesteinskörnung beeinflusst.

Je nach Art des Bitumens und der Herkunft des Ausgangsprodukts Rohöl können Naphtensäurederivate vorhanden sein, die durch basische Calciumverbindungen neutralisiert werden. Zudem werden Carboxylgruppen durch den Einsatz von Calciumhydroxid dauerhaft gebunden. Diese Bitumenkomponenten lagern sich leicht am Gestein an, bilden aber keine starke Bindung zwischen Gestein und Bitumen aus, da sie leicht durch den Eintritt von Wasser wieder abgelöst werden können (sog. ‚Stripping‘ durch Affinitätsverlust).

Bei den Gesteinskörnungen wird als eine mögliche Ursache für den Calciumhydroxid-Verbrauch die mineralogische Zusammensetzung der Gesteine, aus der unterschiedliche Oberflächenladungen resultieren, angenommen. Die „freien Valenzen“ negativer Überschussladungen auf der Oberfläche der Gesteinskörner (z. B. aufgrund des SiO_2 -Gehalts des Gesteins) werden durch freie Calciumionen des Kalkhydrats gesättigt. Diese an der Oberfläche der Gesteinskörner gebundenen Calciumanteile

¹⁾ Bestimmt aus der Standardabweichung der Ergebnisse innerhalb der Labore

²⁾ Bestimmt aus der Standardabweichung der Ergebnisse zwischen den Laboren



Bild 5: Kalkhydrat wird bereits seit langer Zeit international als Asphaltzusatzstoff verwendet.

sind nach der Trennung der Asphaltkomponenten durch Extraktion nicht mehr zugänglich, sodass in den extrahierten Füllern auch dadurch ein geringerer Gehalt an Calciumhydroxid bestimmt wird, als im Asphaltmischgut zugesetzt wurde.

Die Abschätzung des voraussichtlich wiederzufindenden Calciumhydroxids dient dem Asphalthersteller zur Ermittlung der nötigen Zugabemenge, um im Nachweisverfahren eine gewünschte Menge von zum Beispiel 1 % Calciumhydroxid im extrahierten Füller zu erreichen.

Beispiele für Ausschreibungstexte

Beispiel 1 „Asphaltdeckschicht aus SMA“

..... m² Asphaltdeckschicht aus SMA __ herstellen

Asphaltdeckschicht aus SMA __ herstellen

Verkehrsfläche der Belastungsklasse BK __

Einbaudicke = __ cm

Bindemittel = __

Große Gesteinskörnung = Kategorie C __

Große Gesteinskörnung = Kategorie PSV_{angegeben}(__)

Feine Gesteinskörnung = 100 % Kategorie E_{cs} __

Kalksteinfüller

Calciumhydroxid = __ M.-%

Beispiel 2: „Asphaltdeckschicht aus AC“

..... m² Asphaltdeckschicht aus AC __ herstellen

Asphaltdeckschicht aus Asphaltbeton für Asphaltdeckschichten

AC __ herstellen

In Verkehrsflächen, BK __

Einbau __

Bindemittel __

Große Gesteinskörnung, Kategorie __ mit einem __ %igen Anteil

zugelassener Aufhellungsgesteine aus Quarzit'

Große Gesteinskörnung = Kategorie PSV __

Fremdfüller „Kalksteinfüller“ min. Kat. CC __

Art der Zusammensetzung, einschl. __ M.-% Calciumhydroxid, bezogen auf das Gesteinskörnungsgemisch, die Wiederfindungsrate ist im Eignungsnachweis einzutragen

Beispiel 3 „Asphaltdeckschicht aus AC“

..... m² Asphaltdeckschicht aus AC __ herstellen

Asphaltdeckschicht aus Asphaltbeton für Asphaltdeckschichten AC __ herstellen

In Verkehrsflächen __

Einbaugewicht __ kg/m²

Bindemittel __

Große Gesteinskörnung, Kategorie __ mit einem __ %igen Anteil zugelassener Aufhellungsgesteine aus Quarzit'

Große Gesteinskörnung = Kategorie PSV __

Fremdfüller „Kalksteinfüller“ min. Kat. CC __

Art der Zusammensetzung, einschl. __ M.-% Calciumhydroxid, bezogen auf das Gesteinskörnungsgemisch, die Wiederfindungsrate ist im Eignungsnachweis einzutragen

Einbau „auf gefräster Fläche“

Beispiel 4 „Asphaltbinder AC“

..... m² Asphaltbinder AC __ herstellen

Asphaltbinderschicht aus Asphaltbinder AC __ herstellen

Verkehrsfläche der Belastungsklasse BK __

Einbaudicke = __ cm

Bindemittel „PmB-Bitumen“

Große Gesteinskörnung = Kategorie C __

Große Gesteinskörnung = Kategorie SZ __

Fremdfüller, unter Verwendung von __ M.-% Calciumhydroxid, bezogen auf das Gesteinskörnungsgemisch (als Fremdfüller Weißkalkhydrat nach DIN EN 459 oder als Mischfüller nach DIN EN 13043)

Art der Zusammensetzung Binder Typ __

Bindemittelgehalt (Bmin) = __ M.-%

Einbau mit Beschicker

Beispiele für Baubeschreibungen

!!! Wird Asphaltmischgut unter Verwendung von Asphaltgranulat hergestellt, ist zur Sicherung der Dauerhaftigkeit und zur Vermeidung von Verformung und Affinitätsverlust in der fertigen Asphaltbinderschicht unter Verkehr dem

Asphaltbindermischgut Calciumhydroxid zuzugeben. Die Zugabemenge ist so zu wählen, dass in der Kontrollprüfung (gemäß TP Gestein-StB, Teil 3.9 „Bestimmung des Calciumhydroxidgehalts in Mischfüllern“) ein Gehalt von \geq ____ % Ca(OH)_2 , bezogen auf das Gesamtmineralgemisch, nachgewiesen wird. Diese Zugabemenge ist abhängig vom eingesetzten Mineralgemisch, von Bindemittelgehalt und -art und dem %-Gehalt an verfügbarem Calciumhydroxid des verwendeten Kalkhydrats oder Mischfüllers. Es ist Weißkalkhydrat CL ____ nach DIN EN 459-1: 2010 oder ein Mischfüller nach DIN EN 13043: 2002 einzusetzen.

Für Asphaltbindermischgut, das mit Asphaltgranulat hergestellt wurde, sind im Rahmen der Kontrollprüfung mindestens ____ M.-% Calciumhydroxid, bezogen auf das Gesamtmineralgemisch, nachzuweisen. Der Nachweis muss gemäß TP Gestein-StB, Teil 3.9 „Bestimmung des Calciumhydroxidgehalts in Mischfüller“ erbracht werden. Diese ____ M.-% müssen dann definitiv gefunden werden, ansonsten wurde die Leistung nicht erbracht.

Änderungen und Ergänzungen zu den TL Asphalt-StB 07/13

zu Abschnitt 2.3.3 Asphaltbinder

zu Abschnitt 3.2.4 Asphaltbeton

zu Abschnitt 3.2.5 Splittmastixasphalt

Bei Walzaspaltbindermischgütern, -deckschichtmischgütern für normale und besondere Beanspruchung ist für die Zusammensetzung des Asphaltmischguts ausschließlich als Fremdfüller ein Mischfüller aus Kalksteinmehl mit einem ____ M.-% Anteil Calciumhydroxid zu verwenden. Die Wiederfindungsrate für den ____ M.-% Anteil Calciumhydroxid ist im Eignungsnachweis anzugeben.

Änderungen und Ergänzungen zu den TL Asphalt-StB 07/13

zu Abschnitt 2.3.2 Eignungsnachweis

Bei festgelegten Asphaltmischgutarten und -sorten ist das Haftverhalten zwischen den groben Gesteinskörnungen und der zur Verwendung vorgesehenen Bindemittelart und -sorte gemäß TP Asphalt-StB Teil 11 zu untersuchen und eine Aussage zum Haftverhalten zu treffen. Ergibt sich eine geringere als die geforderte verbleibende Umhüllung von 60 %, sind geeignete Maßnahmen zu benennen, durch die ein ausreichendes Haftverhalten sichergestellt werden kann. Eine solche Maßnahme ist z. B. die Verwendung von Kalkhydrat.

Sieht die Leistungsbeschreibung ohnehin die Verwendung von Kalkhydrat vor, sind bei vermindertem Haftverhalten organische Hilfsmittel vorzusehen.

Ein Verweis des Auftragnehmers auf langjährige positive Erfahrung kann derzeit noch nicht akzeptiert werden.

Weitere Informationen zum Thema finden Sie auf

www.kalk.de

- Service
- Publikationen
- Fachpublikationen
- Erd- und Straßenbau



Foto: Deutscher Asphaltverband

Impressum

Bundesverband der Deutschen Kalkindustrie e. V.

Annastr. 67-71, 50968 Köln

Tel. +49(0) 221 93 46 74-35

Fax +49(0) 221 93 46 74-10/-14

E-Mail: tiefbau@kalk.de

www.kalk.de

