

Einsatz von künstlichen Aufhellungsgesteinen

Aufhellung von Asphaltdeckschichten

Klaus-Werner Damm, Buchholz

Die Aufhellung von Asphaltdeckschichten hat in Norddeutschland eine lange Tradition. Insbesondere in Hamburg und in Schleswig-Holstein werden Asphaltdeckschichten der hoch belasteten Straßen der Bauklassen SV bis IV seit 1968 aufgehellt [1]. Dabei kommen sowohl künstliche als auch natürliche Aufhellungsgesteine zur Anwendung. Bisher stand der Aspekt der erhöhten Verkehrssicherheit aufgrund der verbesserten Nachtsicht im Vordergrund. Künstliche Aufhellungsgesteine erhöhen aber auch wegen der Härte und Kantenschärfe der Gesteinskörner deutlich die Langzeitgriffigkeit. Doch es gibt noch weitere Effekte.

Untersuchungsstrecken in Hamburg, wo traditionell mit künstlichen Aufhellungsgesteinen gearbeitet wird, weisen in den Bauklassen SV, I und II nach zwölf Jahren Nutzungsdauer bei einer Messgeschwindigkeit von 60 km/h noch μ SKM-Werte von $> 0,6$ auf (zum Vergleich: Soll-Wert bei Abnahme: 0,51).

Bekannt ist, dass die Aufhellung mit künstlichen Aufhellungsgesteinen zu einer 8 bis 10°C geringeren Erwärmung der Straßenoberfläche führt [2]. Dadurch wird die Bildung von Spurrinnen erheblich verzögert, wenn nicht sogar vermieden.

In der Abbildung 1 sind die Spurtiefen dargestellt, die per Spurbildungsversuch [3] bei 50 und bei 42°C ermittelt wurden. Mit der niedrigeren Prüftemperatur wird der geringere Erwärmungsgrad der Deckschicht von ca. 8°C und die sich daraus ergebenden Konsequenzen für die Wärmestandfestigkeit simuliert. Beide Deckschichten aus SMA 8 S – nach Hamburger Vorschrift Anteil Gesteinskörnungen > 2 mm 68 M.-%, und einem polymermodifizierten Bitumen 25/55-55, 25 M.-% künstliche Aufhellung – weisen eine sehr gute Wärmestandfestigkeit auf. Die aufgehellte Deckschicht zeigt jedoch ein deutliches Konsolidierungsverhalten und erreicht mit einer Spurtiefe von < 2 mm ein Niveau, welches nur noch mit sehr harten, aber schwer verarbeitbaren Bindemitteln, z.B. 10/40-65, erzielt werden kann. Künstlich aufgehellte SMA-Deckschichten erreichen in Hamburg Nutzungsdau-

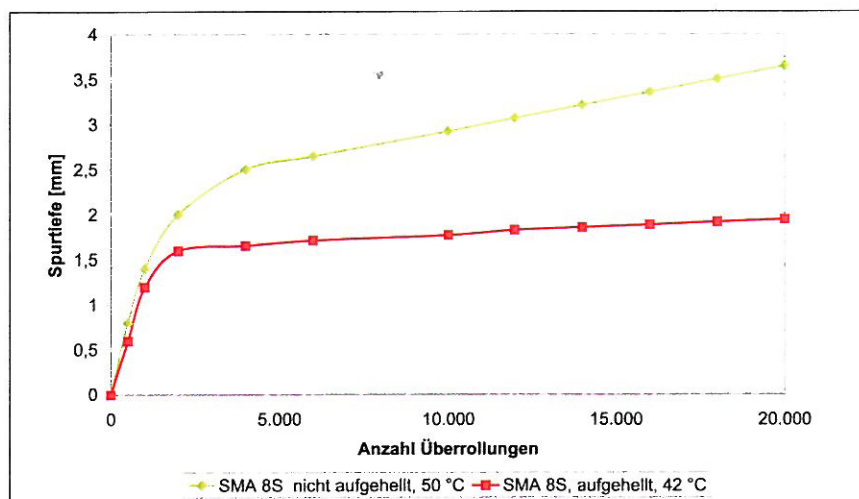


Abbildung 1: Spurbildungsversuch für aufgehellte und nicht aufgehellte Splittmastixasphalte SMA 8 S; die unterschiedlichen Prüftemperaturen simulieren den geringeren Erwärmungsgrad einer aufgehellten Deckschicht



Bild 1: Flintgestein nach dem Brennen bei ca. 1.200°C

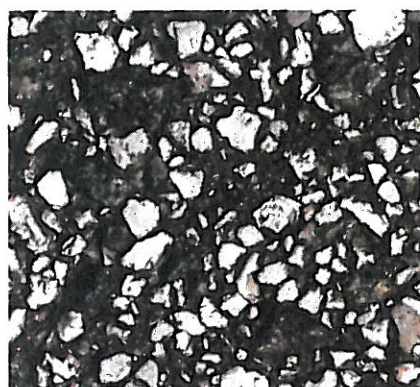


Bild 3: Detailaufnahme einer Aufhellung mit künstlichem Aufhellungsgestein: 25 M.-%, 2/5 und 5/8 mm

ern von über 20 Jahren. Der Autor führt dieses sehr gute Verhalten u.a. auch darauf zurück, dass auf Grund der guten Haftung zwischen künstlichem Aufhellungsgestein und Bindemittel verbesserte Ermüdungseigenschaften gegeben sind, was jedoch noch experimentell bestätigt werden muss. Durch die geringere Erwärmung haben die Asphaltsschichten einen höheren E-Modul. So beträgt z.B. der E-Modul einer Asphalttragschicht, die mit einem Bitumen mit einem Erweichungspunkt Ring und Kugel von 60°C hergestellt wurde, bei



Bild 2: Aufgehellte Stadtstraße mit schwarzem Gussasphaltwasserlauf

einer Temperatur von 35°C auf der Deckschicht ca. 5.050 N/mm² und bei 27°C bereits ca. 8.180 N/mm². Das führt bei einem Asphaltoberbau der Bauklasse II mit Schottertragschicht zu einer geringeren Durchbiegung der Asphaltkonstruktion. Die Dehnung an der Unterkante der Asphalttragschicht verringert sich um ca. ein Drittel, was zu einer langsameren Ermüdung und damit zu einer verlängerten Nutzungsdauer führt. Durch Ermüdungsversuche an entsprechenden Asphalten ist noch zu klären, um wie viele Jahre sich tatsächlich die Nutzungsdauer erhöht. Eine erste überschlägige Berechnung mit dem Bemessungsprogramm Bisar lässt eine Verlängerung der Nutzungsdauer von ca. 30% erwarten, da der Asphalt aufgrund seiner erhöhten Steifigkeit zu geringeren Durchbiegungen und damit zu einem günstigeren Ermüdungsverhalten neigt.

Begriffe

Zum besseren Verständnis der Ausführungen werden zunächst einige Begriffe

erklärt, die im Zusammenhang mit der Aufhellung von Bedeutung sind:

Künstliche Aufhellgesteine

Dabei handelt es sich beispielsweise um bei ca. 1.100°C gebrannten Flint. Beim Brennprozess wird Kristallwasser ausgetrieben, wodurch das Gestein weiß und leicht porös wird (Bild 1). Die helle Farbe geht bei Nässe kaum zurück.

Natürliche Aufhellgesteine

In der Natur vorkommende helle quarzhaltige Gesteine sind z.B. Anorthosite.

Leuchtdichte L

Sie kennzeichnet die „Helligkeit“ der Fahrbahnoberfläche, d.h. wie viel des auf die Fahrbahn eingestrahelten Lichtes horizontal verteilt wird.

Leuchtdichtekoeffizient q₀

Quotient der Leuchtdichte einer ebenen, von oben durch eine gleichmäßig strahlende Lichtquelle ausgeleuchtete Probenoberfläche und der Leuchtenergie E (m² x lux).

Rohdichte	2,35 - 2,40 g/cm ³
PSV-Wert	ca. 57
Micro Deval	10
Mohr'sche Härte	7
ph-Wert	10
SiO ₂ -Gehalt	ca. 99%
Gluhverlust	ca. 0,16%
Kornform	> 96% kubisch
Leuchtdichte Gestein trocken	> 0,40
Restleuchtdichte im feuchten Zustand	80 - 85%
Leuchtdichtekoeffizient q ₀ Asphalt	> 0,11 (cd/m ²)/ lx
Griffigkeitsbeiwert bei 60 km/h	μ SKM > 60
	Pendel > 60

Tabelle 1: Technische Kenngrößen von Flint

Tabelle 2: Aufhellungskategorien

Kategorie	Leuchtdichtekoeffizient q ₀ [(cd/m ²)/ lx]	Beschreibung der Deckschichtoberfläche
D1	≥ 0,11	Stark aufgehellte Deckschicht
D2	0,09 - < 0,11	Aufgehellte Deckschicht
D3	0,07 - < 0,09	Helle Deckschicht
D4	< 0,07	Dunkle Deckschicht

Gesteinsart	Mittlerer Leuchtdichtekoeffizient q-63,5 trocken [(cd/m ²)/ lx]	Restleuchtdichte im feuchten Zustand [%]
Gebrannter Flint	≥ 0,40	≥ 80
Natürliches Aufhellungsgestein	0,30 - 0,39	≥ 60
Helles Naturgestein	0,15 - 0,29	≥ 40
Dunkles Naturgestein	< 0,15	≥ 20

Tabelle 3: Leuchtdichtekoeffizienten im trockenen und nassen Zustand

Gründe für die Aufhellung

Eine Aufhellung der Verkehrsflächen kann beispielsweise in folgenden Fällen erfolgen:

- Straßen der Bauklasse SV, I bis IV (aufgrund ihres erhöhten Verkehrsaufkommens),
- bei ortsfester Beleuchtung (zur Einsparung von Beleuchtungsenergie),
- Tunneldeckschichten (zur Einsparung von Beleuchtungsenergie, insbesondere bei Tunnlein- und -ausgang),
- Brückenbeläge (zur Verbesserung der Wärmestandfestigkeit),
- Trogbauwerke (Hitze vermeiden),
- Parkdecks mit direkter Sonneneinstrahlung sowie
- zur Abgrenzung von Verkehrsflächen: z.B. Rad- oder Gehwege.

Bild 2 und 3 zeigen anschaulich die Wirkung einer Aufhellung mit künstlichem Aufhellungsgestein, wobei eine Weißmarkierung immer noch gut sichtbar bleibt.

Vorgehensweise bei der Aufhellung

Die Aufhellung ist über helle Gesteinskörnungen vorzunehmen. Die Verwendung farbloser Bindemittel hat sich nicht bewährt, da diese insbesondere in Tunnelstrecken durch Reifenabrieb und andere Verschmutzung schnell dunkel werden und damit ihren Zweck nicht mehr in vollem Umfang erfüllen.

Als helle Gesteine kommen natürliche und künstliche Aufhellungsgesteine in Betracht. Natürliche Aufhellungsgesteine sind meist quarzhaltig und dunkeln bei Nässe nach. Außerdem sind sie in der Regel nicht sehr polierresistent und können dadurch die Griffigkeit langfristig negativ beeinflussen. Sofern die Griffigkeit von Bedeutung ist, sollten sie daher nur in Kombination mit künstlichen Aufhellungsgesteinen und/oder anderen sehr polierresistenten Gesteinskörnungen verwendet werden.

Künstliche Aufhellungsgesteine haben diesen Nachteil nicht. Bedingt durch den Aufbereitungsprozess fallen überwiegend nur die Körnungen 0/2, 2/5 und 5/8 mm an, die für eine Asphaltproduktion geeignet sind. Umfangreiche Untersuchungen in Hamburg haben ergeben, dass die technisch und wirtschaftlich sinnvollste Aufhellung durch alle drei Korngruppen im Verhältnis 1:1:1 zu erreichen ist.

Die Gesamtmenge an gebranntem Flint sollte 25 M.-% betragen. Es lassen sich dann q_0 -Werte von ca. 0,11 (cd/m²)/lx erzielen.

Wenn ein Teil des gebrannten Flintes durch natürliche helle Gesteinskörnungen

*Tabelle 4:
Typische
Zusammensetzung
aufgehellter
Deckschichten
mit gebranntem Flint*

		SMA 11 DS	MA 11S
Gesteinskörnung			
Anteil < 0,09 mm	M.-%	10,3	25,4
Anteil < 2 mm	M.-%	26,6	50,5
Anteil < 5 mm	M.-%	38,4	61,5
Anteil < 8 mm	M.-%	57,9	78,4
Anteil < 11 mm	M.-%	96,9	98,4
Anteil < 16 mm	M.-%	100	100
Bindemittel			
Bindemittelart		25/55-55A	10/40-65A + 3 % Sasobit
Bindemittelgehalt	M.-%	6,5	7,6
Hohlraumgehalt	Vol.-%	3,6	–
Hohlraumfüllungsgrad	%	81,0	–
Eindringtiefe	mm	–	1,0

ersetzt wird, so ist erfahrungsgemäß die doppelte Menge an natürlichen Aufhellungsgesteinen erforderlich, um den gleichen Aufhellungsgrad zu erzielen.

Im Zusammenhang mit der Verwendung des gebrannten Flintes im Asphaltstraßenbau sind technischen Kenngrößen von Bedeutung, wie sie in Tabelle 1 dargestellt sind.

Anforderungen an die Aufhellung

Es gibt zurzeit nur für Tunnel Anforderungen [4] an die Helligkeit der Fahrbahnoberfläche: der geforderte Leuchtdichtekoeffizient beträgt > 0,11 (cd/m²)/lx. Fachleute [5] empfehlen eine Einteilung für aufgehellte Verkehrsflächen gemäß Tabelle 2. Gesteine kann man nach Höppner [6] nach ihrer mittleren Leuchtdichte $q \sim 63,5$ beurteilen (Tabelle 3).

In Hamburg und Schleswig-Holstein wird die Aufhellung über die geforderte Menge an gebranntem Flint und natürlichen Aufhellungsgesteinen geregelt.

Die typische Mischgutzusammensetzung aufgehellter Deckschichten mit gebranntem Flint ist in Tabelle 4 dargestellt. Da der gebrannte Flint mikroporös ist, wird bereits bei der Asphaltproduktion Bindemittel „aufgesaugt“, sodass im Allgemeinen die Bindemittelmenge um ca. 0,3 M.-% erhöht werden muss. Dadurch wird aber auch eine sehr gute mechanische Haftung Bindemittel/Gestein erreicht.

Bautechnische Besonderheiten

In besonderen Fällen kann eine – wenn auch nicht dauerhafte – Aufhellung der Oberfläche durch Einsatz von Abstreu-

material erfolgen. Bei Deckschichten aus Asphaltbeton oder Splittmastixasphalt wird die Körnung 2/5 mit 1,0 bis 2,0 kg/m² oder aus lärmtechnischen Gründen mit der Körnung 1/3 mit ca. 0,5 bis 1,0 kg/m² verwendet. Bei Deckschichten aus Gussasphalt wird die Körnung 2/5 mit 5 bis 8 kg/m² bzw. 2/5 oder/und 5/8 mit 15 bis 18 kg/m² maschinell aufgebracht und mit Gummiradwalze oder mit einer leichten Glattmantelwalze eingedrückt. Neuerdings wird aus lärmtechnischen Gründen bei Gussasphalt auch die Körnung 1/3 mit 0,5 bis 1,0 kg/m² verwendet, wobei dieses Abstreumaterial nicht mehr eingewalzt wird. Dies setzt voraus, dass die Oberfläche des Gussasphaltes noch ausreichend heiß ist, damit die Körner in den Mörtelspiegel an der Oberfläche des Gussasphaltes eingebunden werden können. Um eine ausreichend niedrige Viskosität des Bindemittels/Mörtels an der Oberfläche zu gewährleisten, haben sich so genannte Bitumenverflüssiger bewährt.

In jedem Fall ist das Abstreumaterial leicht mit ca. 1,6 bis 1,8 M.-% farblosem Bindemittel schonend zu umhüllen, um eine gute Haftung mit dem noch heißen Asphalt zu ermöglichen. Die Abstreuerung muss unmittelbar hinter dem Asphaltfertiger bzw. der Gussasphalteinbaubohle erfolgen. Nicht haftendes Abstreumaterial ist nach dem Erkalten der Oberfläche zu entfernen. Es ist davon auszugehen, dass bei Walzasphalten das Abstreumaterial in Abhängigkeit von der Verkehrsbeanspruchung nach 2 bis 4 Jahren abgefahren ist. Bei Gussasphalt wird das Abstreumaterial in aller Regel in die Mörtelmatrix eingedrückt und dort mehr oder weniger dauerhaft verankert. Für eine dauerhafte Aufhellung ist jedoch eine Aufhellung des Asphaltes selbst vorzuziehen.