

# ASPHALT & BITUMEN

02|2020

März | April  
6. Jahrgang

DAS FACHMAGAZIN FÜR DIE HERSTELLUNG UND VERARBEITUNG VON ASPHALT UND BITUMEN

**schlütersche**

[www.baunetzwerk.biz](http://www.baunetzwerk.biz)





Die Baustelle: eine Park- und Rastanlage an der A 96 bei Gilching

# Reaktivmodifizierung von Bitumen

Die Reaktivmodifizierung von Bitumen ist eine völlig neuartige Technologie. Sie wurde erstmals in der Praxis getestet.

NICOLÁS CARREÑO GÓMEZ UND STEFAN BOKERN SOWIE MARKUS OESER

**D**abei stellte sich das Verfahren dem Direktvergleich mit einer hinlänglich etablierten Methode: der Polymermodifizierung von Bitumen. Vergleichsergebnisse liefert ein ausgeklügeltes Mess- und Überwachungssystem.

## Die andere Herangehensweise

Bitumen macht als Bindemittel nur wenige Prozent des Asphaltmischguts aus, trotzdem bestimmt es den Großteil seiner Eigenschaften. Umso gefragter sind neue Methoden, welche die Eigenschaften des Bitumens verbessern, ohne Verarbeitbarkeit und Wirtschaftlichkeit zu vernachlässigen.

Mit der Reaktivmodifizierung von

# 750

**GRAMM** B2Last pro Tonne Asphaltmischgut wurden zugegeben. Das waren 1,7 Gewichtsprozent bezogen auf den Bindemittelgehalt. Voruntersuchungen hatten ergeben, dass diese Menge ausreicht, um ein ausgewogenes Profil der End Eigenschaften zu erreichen.

Bitumen eröffnen sich Möglichkeiten, die durch physikalisch wirkende Additive wie Polymere, Zeolithe, Gummi oder Rejuvenatoren nicht abgedeckt werden können. Das markengeschützte Additiv B2Last des Ludwigshafener Chemiekonzerns Basf nutzt die neuartige Technologie und muss dabei den Vergleich mit Polymermodifiziertem Bitumen nicht scheuen.

## Wirkweise und Einbringung von B2Last

B2Last wurde vom Unternehmen Basf entwickelt, um das Eigenschaftsprofil von Bitumen zu verbessern. Das Additiv macht sich das Verfahren der Reaktivmodifizierung zu Nutze. Dieses basiert darauf, dass

Bitumen ein breites Spektrum an reaktiven Gruppen besitzen, die für eine chemische Reaktion zur Verfügung stehen. Die reaktiven Gruppen sind von Natur aus im Material enthalten und entstehen bereits im Rohöl durch Oxidationsprozesse. Es handelt sich um Ketone, Alkohole, Amine, Thiole, Carbonsäuren, Anhydride und viele weitere Reaktionsgruppen, die Teil des Bitumens sind. Außerdem bilden sich zusätzliche reaktive Gruppen durch den Sauerstoffeintrag bei der Herstellung des Asphaltmischguts. Auch diese können für chemische Reaktionen genutzt werden.

Genau hier setzt B2Last an: Das Additiv ist in der Lage, mit den Gruppen zu reagieren und innerhalb von Sekunden stabile chemische Bindungen zu bilden (Abbildung 1). Dadurch entsteht ein Netzwerk, welches das Bitumen bei höheren Temperaturen besser zusammenhält und ihm dadurch eine größere Formstabilität verleiht, aber trotzdem keine Versprödung bei tieferen Temperaturen verursacht (Bild 1).

Das chemische Netzwerk hat auf den ersten Blick viel Ähnlichkeit mit dem eines Polymermodifizierten Bitumens. Es gibt allerdings einen entscheidenden Unterschied: Beim chemischen Netzwerk wird das Bitumen selbst Teil des Netzwerks. Dagegen basiert das Polymermodifizierte Bitumen auf einem vorgefertigten Polymernetzwerk, das durch das Bitumen gequellt wird. Bei der Reaktivmodifizierung werden deshalb typische Probleme des Polymermodifizierten Bitumens, nämlich Quellzeiten, Phasense-

paration, Alterungsempfindlichkeit, Scherstabilität und hohe Klebrigkeit, vermieden. Außerdem hat sich bei Vorversuchen gezeigt, dass schon mit niedrigen Einsatzmengen des Additivs Dauergebrauchseigenschaften erreicht werden, die mit denen eines Polymermodifizierten Bitumens vergleichbar sind.

Der Wirkmechanismus des neuen Additivs wurde – in Zusammenarbeit mit dem Institut für Straßenwesen der Rwth Aachen – intensiv durch Vorarbeiten im Labor und auf Pilotstrecken untersucht und bestätigt. Ziel war es auch, unter realen Bedingungen Vergleichsdaten zu bestehenden Technologien zu sammeln. Denn nur anhand dieser können zukünftige Anwender die Einsatzmöglichkeiten der Reaktivmodifizierung einschätzen.

## Baustelle und späteres Messprinzip

Eine Gelegenheit, die B2Last-Reaktivmodifizierung einem Praxistest zu unterziehen und direkt mit einer PmB-Modifizierung zu vergleichen, bot sich im Juni 2019. An der A 96 bei Gilching wurde im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Wohnen, Bau und Verkehr eine Park- und WC-Anlage neu gebaut (Abbildung 2). Ausführer der Generalunternehmer war die Richard Schulz Tiefbau GmbH & Co. KG.

Im Rahmen der Baumaßnahme wurde auf 2 parallel verlaufenden Strecken jeweils die Binderschicht modifiziert. (Trag- und Deckschicht wurden nicht mit B2Last modi-

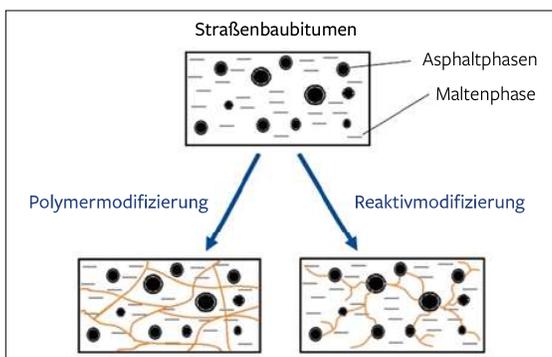
fiziert.) Um auch bei unterschiedlicher Fahrbahnbelastung über Jahre hinweg eine Vergleichbarkeit der beiden Strecken sicherzustellen, entwickelte die Rwth Aachen ein Überwachungs- und Messsystem: Mit Hilfe von Radarkontrollpunkten an den Ein- und Ausfahrten werden Fahrzeugart, Anzahl und Geschwindigkeiten der Überfahrten ermittelt. Querebenen werden im Rahmen regelmäßiger Messkampagnen genauestens überwacht.

Im Testabschnitt wurde eine Additivmenge von 1,7 Gewichtsprozent bezogen auf den Gesamtbindemittelgehalt (Altbitumen + Frischbitumen) bzw. 750 gr B2Last pro Tonne Asphaltmischgut verwendet. Vortests an der Asphaltmischanlage hatten gezeigt, dass diese Menge ausreicht, um ein ausgewogenes Profil der Endigenschaften zu erreichen.

Die Basisrezeptur des Asphaltmischguts entsprach einer Binderschicht AC 22 B S. Es wurde ein Asphaltgranulatanteil von 50 % eingesetzt, wobei das Verhältnis von Frisch- zu Altbitumen bei 40:60 lag. Beim Frischbitumen handelte es sich um ein 70/100 Straßenbaubitumen mit einem Erweichungspunkt von 47 °C. Die PmB-Vergleichsstrecke basiert auf einem PmB 25/55-55 RC anstelle des 70/100 Straßenbaubitumens.

## Herstellung und Einbau

Das Additiv B2Last wurde flexibel nach Bedarf mit einer kleinen Zusatzpumpe in die Bitumenwaage der Asphaltmischanlage zugegeben. Dort wurde es mit dem ▶



**Abbildung 1:** Gegenüberstellung eines gequellten unreaktiven PmB-Netzwerks und der Reaktivmodifizierung, bei der das Bitumen selbst Teil des Netzwerks wird. Dabei reagieren vornehmlich Asphaltphasen und werden durch das Additiv engmaschig verknüpft, während das PmB-Netzwerk eher weitmaschig und nicht mit dem Bitumen verknüpft ist



**Bild 1:** Probekörper nach Druckschwelligungsversuch bei 50 °C ohne (links) und mit Reaktivmodifikation durch B2Last (rechts)



Foto: BASF

Bild 2: Impressionen von der Baustelle an der A 96 während des Einbaus der reaktivmodifizierten Binderschicht (rechts) und der Kontrollstrecke (links)

Frischbitumen vorgemischt, das direkt zur Herstellung des Asphaltmischguts verwendet wurde. Es waren keine zusätzlichen Misch- oder Reaktionszeiten notwendig, da die Reaktion zwischen dem Bitumen und dem Additiv bereits nach wenigen Sekunden abgeschlossen ist. Der Gesamtdurchsatz der Anlage blieb gleich.

Das fertige Asphaltmischgut zeigte sich trotz des Recyclingasphaltanteils von 50 % sehr gut verarbeitbar und erforderte keine besonderen Verfahrensweisen (Bild 2). Besonders positiv fielen geringer Geruch,

hohe Homogenität, Sämigkeit und geringe störende Klebrigkeit des Asphaltmischguts auf. Letzteres führte zu einem – im Vergleich zu PmB-haltigen Mischgütern – deutlich reduzierten Aufwand bei der Reinigung von Schaufeln und Maschinen.

Während des Einbaus wurde jeder Schritt messtechnisch überwacht, um Emissionen durch das neue Additiv auszuschließen (Bild 3). Die vorgeschriebenen Arbeitsplatzgrenzwerte wurden zu jeder Zeit eingehalten. Der Einbau erfolgte durch die Firma Schulz Tiefbau GmbH & Co. KG auf

jeweils 220 m mit den industriell üblichen Verfahren. Die Einbautemperaturen lagen bei beiden Streckenabschnitten zwischen 165 und 170 °C.

## Überzeugende Ergebnisse

Mischgutproben und Bohrkerne von beiden Streckenabschnitten wurden am Institut für Straßenwesen der Rwth Aachen weiter untersucht (Abbildung 3). Dabei zeichnete sich ab, dass das Hochtemperaturverhalten durch die Reaktivmodifikation stark verbessert werden konnte, ohne dass sich das Tieftemperaturverhalten verschlechterte.

Im Vergleich zur nicht modifizierten Bitumenprobe zeigte das B2Last-modifizierte System enorme Verbesserungen: Der Erweichungspunkt konnte um 7 bis 8 °C heraufgesetzt werden, und auch das Kriechverhalten (MSCRT, Phasenwinkel) wurde stark verbessert. Das Tieftemperaturverhalten blieb auf ähnlich gutem Niveau.

Beim Vergleich der Reaktivmodifizierung durch B2Last und der PmB-Modifizierung bewiesen beide Asphaltmaterialien über viele Performanceparameter hinweg ähnlich gute Eigenschaften. So entsprechen z.B. die Kennwerte nach BTSV Methode (TBTSV und  $\delta$ ) denjenigen eines PmB. Beim Spurbildungstest erreichte B2Last sogar eine geringere Spurtiefe.

Nur im Parameter der elastischen Rückstellung bleibt das reaktivmodifizierte Bitumen nach Rückextraktion hinter den Werten

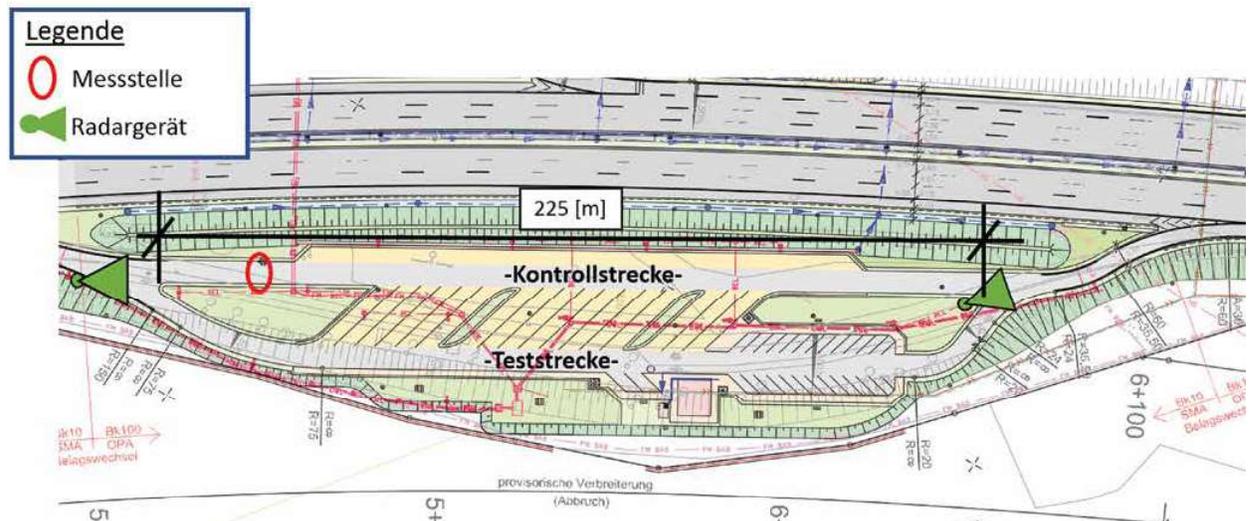


Abbildung: BASF

Abbildung 2: Aufbau der Teststrecke mit einer „B2Last“-reaktivmodifizierten Binderschicht auf der nördlichen Spur und einer klassischen PmB-modifizierten Binderschicht auf der südlichen Kontrollstrecke

	Parameter	Kontrollstrecke Polymermodifizierung <sup>1</sup>	Teststrecke Reaktivmodifizierung <sup>2</sup>
<b>Bitumen</b>			
EP RuK / °C		67,0	65,6
BTSV	Temperatur ( $G^* = 15 \text{ kPa}$ ) / °C	62,0	60,3
	Phasenwinkel $\delta$ ( $G^* = 15 \text{ kPa}$ ) / °	69,8	72
MSCRT (60°C)	Recovery @ 3,2 kPa / %	35,9	16,5
	$J_{nr}$ @ 3,2 kPa / $\text{kPa}^{-1}$	0,28	0,53
BBR nach PAV	Temperatur bei $m=0,300$ / °C	-10	-14
Elastische Rückstellung / %		>40	12
<b>Asphaltprüfkörper (50 % Recycling-Asphalt)</b>			
Spurtest	Mittlere Spurtiefe bei 20.000 Überrollungen / mm	3,7	3,3
Druckschwellversuch	Wendepunkt / Zyklen	8.664	8.873
	Bitumenanteil / %	4,4	4,4
Hohlraumvolumen / %		4,1	3,4

Abbildung: BASF

Abbildung 3: Prüfergebnisse aus Mischgutproben und Bohrkernen

des PmB zurück. Dies ist wenig überraschend, da das Netzwerk der Reaktivmodifizierung deutlich engmaschiger ist als das Netzwerk des Polymermodifizierten Bitumens. Bei kleinen Auslenkungen, wie sie auch in der Realität unter Last auftreten, verhalten sich jedoch beide Materialien laut MSCRT sehr ähnlich. Der Vorteil des PmB kommt erst bei hohen Auslenkungen zum Tragen, die so nicht in der Praxis vorkommen.

### Fazit

Bei der Baumaßnahme hat sich gezeigt, dass die Reaktivmodifizierung eine attraktive Alternative ist. Überzeugen konnten vor allem die Vorteile bei der Herstellung (flexible Dosierung ohne Quellzeiten und ohne separate Bitumentanks) sowie bei der Verarbeitung (gute Verträglichkeit mit Recyclingbitumen). Die Dosierung des Additivs erlaubt es, direkt an der Asphaltmischanlage aus einem einzigen Basis-Bitumen verschieden stark modifizierte Bindemittel herzustellen.

Weitere Baumaßnahmen sind bereits geplant. Dabei sollen auch andere Rezepturen wie für Asphalttrag- und -deckschichten, im Offenenporigen Asphalt sowie mit deutlich höheren Recyclinganteilen getestet werden. Auch ist zu erwarten, dass höhere Mengen von BzLast die Eigenschaften des Asphalts noch weiter verbessern können.

Die detaillierte Langzeitüberwachung der Rwth Aachen wird zeigen, ob sich die bisher festgestellten Vorteile auch langfris-

tig bestätigen. Die ersten Einsätze stimmen optimistisch, dass den Bitumenherstellern und -verwendern mit der Reaktivmodifizierung eine verlässliche, kostengünstige und einfach einzusetzende Technologie zur Verfügung stehen wird. ■



### Anschriften der Autoren:

Dipl.-Ing. Nicolás Carreño Gómez  
Prof. Markus Oeser  
RWTH Aachen

Lehrstuhl und Institut für  
Straßenwesen  
Mies-van-der-Rohe-Str. 1  
52074 Aachen  
oeser@isac.rwth-aachen.de

Dr. Stefan Bokern  
BASF Polyurethanes GmbH  
Elastogranstr. 60  
49448 Lemförde  
stefan.bokern@basf.com



Foto: BASF

Bild 3: Der Einbau des Asphaltmischguts auf Basis des reaktivmodifizierten Bitumens wurde messtechnisch hinsichtlich schädlicher Emissionen begleitet, es konnten keine zusätzlichen Emissionen festgestellt werden