

# SG-ASPHALTBINDER MIT 50 MASSE-% ASPHALTGRANULAT

## Neue Erkenntnisse von der Berliner Heerstraße

### 1. Allgemeines

In jedem Jahr fallen bei Erhaltungsmaßnahmen durch das Ausfräsen der verschlissenen Asphaltsschichten ca. 15 Mio. Tonnen Ausbauasphalt an, die nahezu komplett wiederverwertet werden. Geht man davon aus, dass in einem 20"-Container (Volumen ca. 42 m<sup>3</sup>) etwa 78 to. davon untergebracht werden könnten, so kann man 192.308 Container damit befüllen. Reiht man die Container (Länge jeweils 6 m) direkt aneinander, so ergibt sich eine Gesamtlänge von 1.154 km. Dies entspricht etwa der Entfernung von Berlin nach Paris. Das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz fordert, dass diese Mengen an Straßenbaustoffen umweltverträglich und möglichst hochwertig wieder verwendet werden.

Um diese Vorgaben möglichst optimal erfüllen zu können, hat die Berliner Bauverwaltung im Jahre 2000 eine 1.200 m lange Erprobungsstrecke zur Erfahrungssammlung mit der Wiederverwendung von Ausbauasphalt bauen lassen. Die vier Versuchsabschnitte hatten den folgenden Schichtenaufbau:

- 3 cm SMA 0/11 S
- 9 cm ABI 0/22 bzw. SG-Binder 0/22 S (SG = stetig gestuft)
- 18 cm Asphalttragschicht 0/22 CS
- 15 cm Bodenverfestigung mit Zement

Wie bereits in der Zeitschrift „Bitumen 2/01“ veröffentlicht wurde, sind die vier Erprobungsfelder mit den Bezeichnungen E0, E1, E2 und E3 mit Asphaltgranulatanteilen von 20, 30 und 40 Masse-% gemäß nachstehender Tabelle erfolgreich gebaut worden.

Abschnitt	Binde- mittel	NAF 501 (M.-%)	Bindemittel- gehalt (M.-%)	Asphalt- granulat (M.-%)
E0	PmB 45 A	–	3,04	20
E1	50/70	1,2	2,50*	20
E2	50/70	1,2	2,02*	30
E3	50/70	1,2	1,54*	40

Tabelle 1: Variationen der Erprobungsfelder

\* + 0,54 M.-% Bitumen aus 1,2 M.-% NAF 501

Nach Fertigstellung des 1. Erprobungsabschnittes sind von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen folgende neue Vorschriften herausgegeben worden:

- TLG Asphalt-StB 01 (Ausgabe 2001) [1]
- M VAG (Ausgabe 2000) [2]
- TL AG-StB 01 (Ausgabe 2001) [3]
- RuVA-StB 01 (Ausgabe 2001) [4]
- Auch die von der Länderarbeitsgemeinschaft „Abfall“ herausgegebene LAGA 20 (Ausgabe 2000) [5], darf in diesem Fall nicht unberücksichtigt bleiben.

### 2. Neue Zielstellung

Aufgrund der sehr positiven Erfahrungen mit den vier Versuchsabschnitten bei der Wiederverwendung von bis zu 40 Masse-% Ausbauasphalt hat das Betreuergrremium für diese Erprobungsstrecke zusammen mit dem Autor die Motivation gewonnen, einen weiteren Versuchsabschnitt anzuschließen. Diesmal sollte der Anteil von Ausbauasphalt auf 50 Masse-% gesteigert werden. Der neue Abschnitt mit einer Länge von 500 m sollte von der Wilhelmstraße bis zur Sandstraße (stadtaus- und stadteinwärts) verlaufen. Auch bei dem neuen Versuchsabschnitt mit der Bezeichnung E4 mit 50 Masse-% Ausbauasphalt 0/16 war zu berücksichtigen, dass ein Binder mit einer sehr hohen Standfestigkeit gebaut werden muss. Da der Abschnitt eine sehr hohe Verkehrsbelastung (Bauklasse SV) und einen relativ großen Anteil an Schwerverkehr (ca. 17% in der Lastspur) hat, durfte der Binder auch bei diesem hohen Anteil an Ausbauasphalt keinesfalls zu Verformungen neigen. Man entschied sich somit wieder für einen SG-Binder.

Auch musste bei der Herstellung des Mischgutes eine neue Voraussetzung erfüllt werden. Die Erfahrungen mit den vorangegangenen Abschnitten haben deutlich gemacht, dass schon bei einem Ausbauasphaltanteil von 40 Masse-% eine einzige Trommel an der Mischanlage nicht mehr ausreicht. Der Einsatz einer Paralleltrommel bei der Verwendung von 50 Masse-% Ausbauasphalt war somit für die Mischgutherstellung unumgänglich.



## SG-ASPHALTBINDER MIT 50 MASSE-% ASPHALTGRANULAT

### 3. Zusatz NAF 501

Neben der stetig gestuften Sieblinie war es außerdem wichtig, ein Mischgutkonzept zu finden, bei dem auch das Bindemittel seinen Beitrag leistet. Hierbei erinnern wir uns an die bereits praktizierte Kombination von Destillationsbitumen mit dem von der Trinidad Lake Asphalt erfolgreich eingesetzten Produkt mit der Bezeichnung NAF 501.

Bei diesem Produkt handelt es sich um ein rieselfähiges, feinkörniges Granulat, bestehend aus 83,3 % Trinidad Epuré und 16,7 % Zellulosefaser. Die Mitverwendung dieses NAF 501 beeinflusst dieses Konzept in mehrfacher Hinsicht positiv.

Nach vorliegenden, an anderer Stelle gewonnenen und in der Literatur beschriebenen Praxiserfahrungen konnte davon ausgegangen werden, dass die hohe Klebkraft und die allgemein bekannten Eigenschaften des Trinidad Naturasphaltes die Standfestigkeitseigenschaften des SG-Binders auch im Langzeitverhalten begünstigen. Danach bewirkt der Faserstoffanteil eine Stabilisierung des Bindemittels und gewährleistet durch den von den Fasern getragenen Bindemittelüberschuss auch ausreichend dicke Bindemittelfilme, mit denen sich eine gute Verarbeitbarkeit erreichen lässt.

Ferner wird das Bitumen vor Alterung geschützt und die Wasserdiffusion mit gleichzeitiger Vermeidung einer Bindemittelablösung gebremst. Außerdem versteift und homogenisiert der Faserstoffanteil die bitumenhaltige Mörtelphase, so dass die Verformungsbeständigkeit ohne Einsatz von Bindemitteln mit höherer Viskosität erreicht werden kann. Durch den Faserstoffanteil wird außerdem eine hohe Mischungsstabilität erreicht, wie sie auch bei Splittmastixasphalten in der ZTV-Asphalt durch Zugabe von stabilisierenden Zusätzen gefordert wird. Die vorgenannten, teilweise auch aus Forschungsarbeiten bekannten Eigenschaften sind natürlich nur eine Seite. Interessant war, wie sich nun der stetig gestufte Asphaltbinder mit hohen Ausbauasphaltanteilen und dem hier verwendeten Bindemittelgemisch Straßenbaubitumen 50/70 (früher B65) + NAF 501 in der hier beschriebenen praktischen Anwendung verhält.



#### 4. Voruntersuchungen

Im Rahmen der Voruntersuchungen ist für diesen neuen Erprobungsabschnitt insbesondere die TL AG-StB-01 (Technische Lieferbedingungen für Asphaltgranulat, Ausgabe 2001) der FGSV berücksichtigt worden. Hier hat sowohl die Eigenüberwachung des Labors der Fa. Schirm in Berlin, als auch das Berliner Institut für Baustoffprüfungen versucht, die neuen Kriterien der TL AG-StB-01 in die Praxis umzusetzen.

Wie Tabelle 2 (Tabelle 1 der TL AG-StB-01) zeigt, sind hier drei Verwertungsklassen A, B und C genannt. Im vorliegenden Fall wurde nur die Verwertungsklasse A mit einem Gesamtgehalt im Feststoff der PAK's nach EPA von  $\leq 25$  mg/kg bzw. einem Phenolindex mit Eluat im  $< 0,1$  mg/l verwendet.



Verwertungs- klasse	Art der Ausbaustoffe		Gesamtgehalt im Feststoff PAK nach EPA (mg/kg)	Phenolindex im Eluat (mg/l)
A	Ausbauasphalt		$\leq 25^{2)}$	$\leq 0,1^{2)}$
A <sub>1</sub> <sup>1)</sup>			$\leq 10$	-
B	Ausbaustoffe mit teer-/pechtypischen Bestandteilen	vorwiegend steinkohlen- teertypisch	$\leq 25$	$\leq 0,1$
C		vorwiegend braunkohlen- teertypisch	Wert ist anzugeben	$> 0,1$

Tabelle 2: Verwertungsklassen für Ausbaustoffe

<sup>1)</sup> Nur relevant, wenn Ausbauasphalt in Deckschichten ohne Bindemittel und/oder in Tragschichten ohne Bindemittel unter wasserdurchlässigen Deckschichten verwertet werden soll.

<sup>2)</sup> Nachweis kann entfallen, wenn im Einzelfall zweifelsfrei nachgewiesen ist, dass ausschließlich Bitumen oder „Bitumenhaltige Bindemittel“ verwendet werden.

An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass die Ausbauasphalte der Verwertungsklassen B und C, also Ausbaustoffe mit teer- bzw. pechtypischen Bestandteilen nicht in der TL AG-StB-01 geregelt werden, sondern in der ebenfalls neu erschienenen RuVa-StB 01 [4].

Die TL AG-StB-01 hat in vielen Tabellen neue Kategorien für bestimmte Parameter beschrieben, wie z.B. die Tabelle 2 mit der Kategorie für die max. Stückgröße (DRA = Diameter Reclaimed Asphalt) oder Tabelle 7 mit der Kategorie für den Polierwiderstand (PSV = Polished Stone Value).

Auch die Tabelle 9 mit der Kategorie für die Kornformkennzahl (SI = Shape Index), als auch die Tabelle 12 mit der Kategorie für den Erweichungspunkt Ring und Kugel (RB = Softening-point Ring and Ball), geben Kategorien vor, in die der Ausbauasphalt bzw. das Asphaltgranulat nach eingehender Untersuchung einzustufen ist.

## SG-ASPHALTBINDER MIT 50 MASSE-% ASPHALTGRANULAT

Nachdem wir uns mit diesen Parametern auch labortechnisch auseinandergesetzt haben, stellt sich die Frage: „Welchen Einfluss hat man auf die Einzelparameter im Sinne der TL AG-StB-01?“, sowohl beim Rückbau bzw. an der Mischanlage.

Bei den Mineralstoffen ist der Einfluss auf die Parameter der Mineralstoffprüfungen, wie bei Korngrößenverteilung, Brech-sand-/Natarsandverhältnis und Kornform teilweise noch möglich. Jedoch ist der Einfluss auf die Einzelparameter beim Asphaltgranulat nur noch klein bzw. sogar keine Einflussnahme möglich (siehe Tabelle 3).

Prüfung auf:	Einfluss beim Rückbau	Einfluss an der Anlage (Eigenüberwachung)	Aufwand für Eigen-/ Fremdüberwachung
Umweltverträglichkeit	↓	↓	↑↑
Max. Stückgröße/ Stückgrößenverteilung	↑	↑	↓
Bindemittelgehalt	↑	↑	↓
Gleichmäßigkeit	-----	↓	↑
Reinheit	-----	↓	↑
Sonstige Stoffe	↓	↑	↓

↑ groß    ↓ klein    ----- keine Einflussnahme möglich

Tabelle 3: Einfluss auf Parameter beim Asphaltgranulat

## 5. Prüfungen

Die im Rahmen der Vorschriften erforderlichen Eignungs- und Kontrollprüfungen für den SG-Binder wurden vom BIB selbst durchgeführt, da es sich hierbei um eine aufwendige Spezialrezeptur handelt und dort bereits entsprechende Erfahrungswerte aus den vorangegangenen Versuchsabschnitten vorlagen. Neben den üblichen Prüfungen wurden jedoch noch weitere Sonderuntersuchungen durchgeführt, auf die folgend detailliert eingegangen wird.

### 5.1 Spurbildungstest

Im Rahmen dieser Sonderuntersuchungen wurden diverse Spurbildungstests durchgeführt. Neben Spurbildungstests während der Eignungsprüfungserstellung wurden auch

umfangreiche Spurbildungstests im Rahmen der Kontrollprüfungen durchgeführt. Bei der Auswertung der Ergebnisse ist ein deutlicher Zusammenhang zwischen dem Verlauf der stetig gestuften Sieblinie der entnommenen Spurbildungskerne (Bild 1) und der Spurbildungstiefe zu erkennen. Bei Erstellung der Eignungsprüfung für den Abschnitt E4 haben sich mittlere Spurbildungstiefen von 2,6 mm ergeben. Bei Einhaltung der roten Sollsieblinie aus der Eignungsprüfung (EP E4) ergaben die Kontrollprüfungen Spurbildungen von 2,25 bzw. 2,91 mm (Bild 2), womit die Standfestigkeit nachgewiesen ist. Weicht die Sieblinie nach unten ab (grüne Sieblinie) ergibt sich ein Standfestigkeitsverlust mit 3,8 mm. Das Abweichen von der stetig gestuften Sieblinie nach oben (gelbe Sieblinie) zeigt mit 2,6 mm quasi keine Einbußen bzgl. der Verformungsbeständigkeit.

Bild 1: Sieblinien im Erprobungsfeld

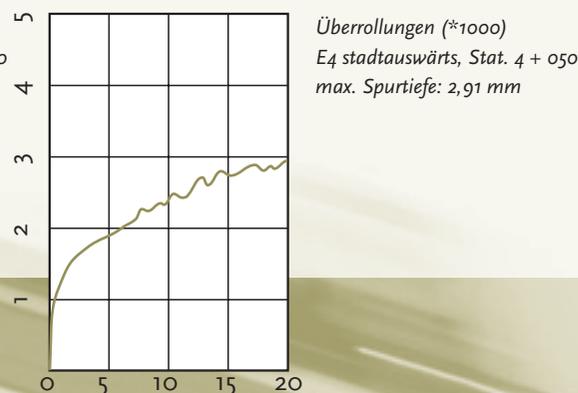
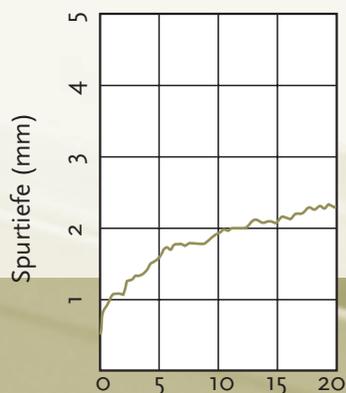
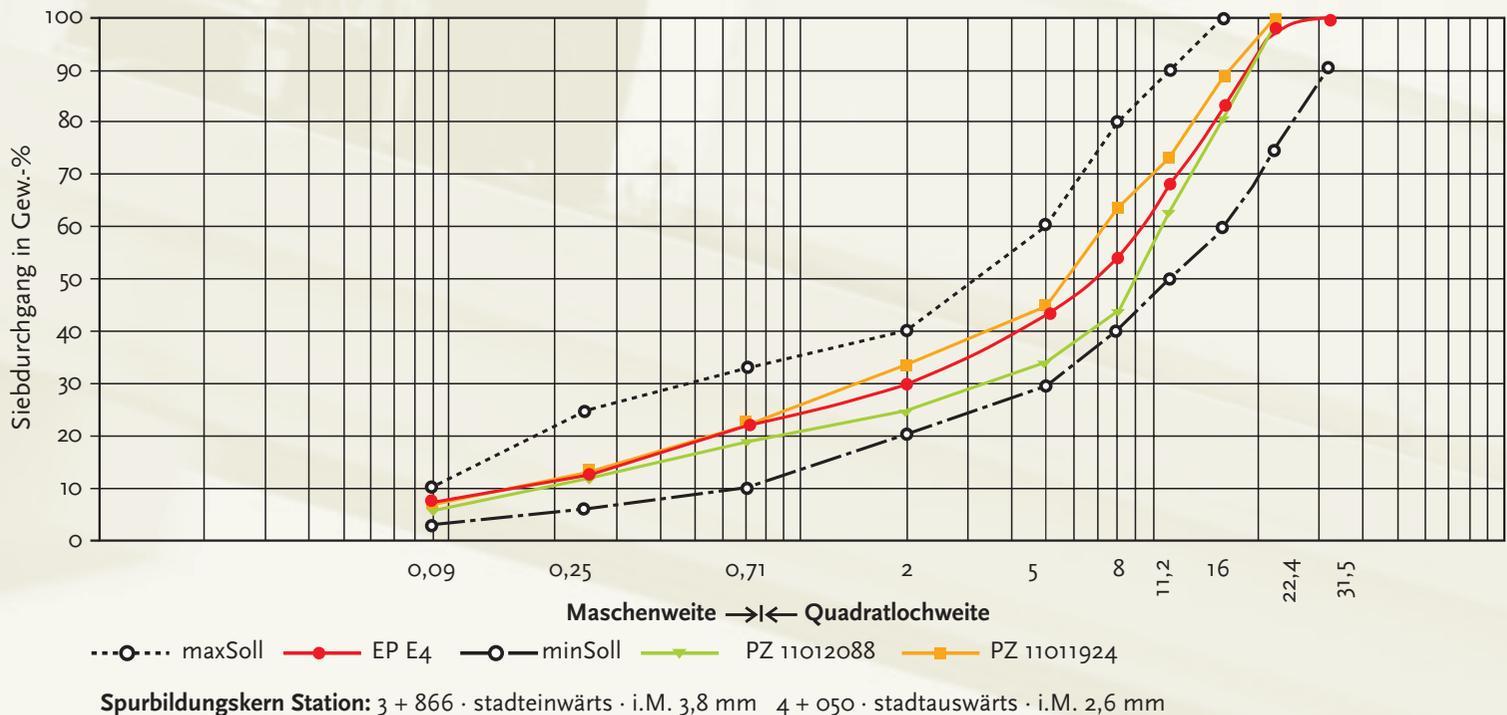


Bild 2: Spurbildungsverlauf

# SG-ASPHALTBINDER MIT 50 MASSE-% ASPHALTGRANULAT

## 5.2 Verdichtungswiderstand

Der Verdichtungswiderstand nach „Arand“ [6] und „Renken“ [7] wird als sogenannter C-Wert (über Raumdichteänderungen), oder D-Wert (über Dickenänderungen) ermittelt.

Wie das Bild 3 zeigt, ist bei der Variante C = 12 bereits nach 50 Schlägen die Endraumdichte mit 99,8 % erreicht, während C = 30 erst 97 % der maximal erreichbaren Raumdichte ausweist. Somit ist klar, dass Asphalte, die kleine C-Werte bzw. kleine D-Werte ergeben, günstiger im Verdichtungsverhalten sind. Dies haben wir auch bei unserer Erprobungsstrecke untersucht (siehe Tabelle 4). Hier ist zu erkennen, dass die günstigen D-Werte in den Abschnitten E1 bis E3 zu finden sind.

E0 mit dem PmB 45 zeigte mit 22,4 einen ungünstigeren D-Wert als E1 mit 18,3, obwohl beide den gleichen Anteil an Asphaltfräsgut enthalten.

Bei E4 mit 50% Asphaltfräsgut geht der D-Wert mit 20,6 wieder nach oben, das bedeutet, dass ein höherer Verdichtungsaufwand erforderlich ist.

### Literatur:

- [1.] Technische Lieferbedingungen für Asphalt im Straßenbau, Teil: Güteüberwachung, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen
- [2.] Merkblatt für die Verwertung von Asphaltgranulat, Forschungsgesellschaft für Straßen- u. Verkehrswesen
- [3.] Technische Lieferbedingungen für Asphaltgranulat, Forschungsgesellschaft für Straßen- u. Verkehrswesen
- [4.] Richtlinien für die Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen
- [5.] Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA), LAGA 20, Ausgabe 2000
- [6.] Prof. Dr.-Ing. Arand, Braunschweig, Arbeitsanleitung für die Bestimmung der Verdichtbarkeit von Walzasphalt mit Hilfe des Marshallverfahrens, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen
- [7.] Dr.-Ing. Peter Renken, Braunschweig, zur Bewertung des Verdichtungswiderstandes von Walzasphaltnischgut, Schriftenreihe „Straßenwesen“ des Lehrstuhls für Straßenwesen und Erdbau der TU Braunschweig (Heft 6, 155-170, 1982)

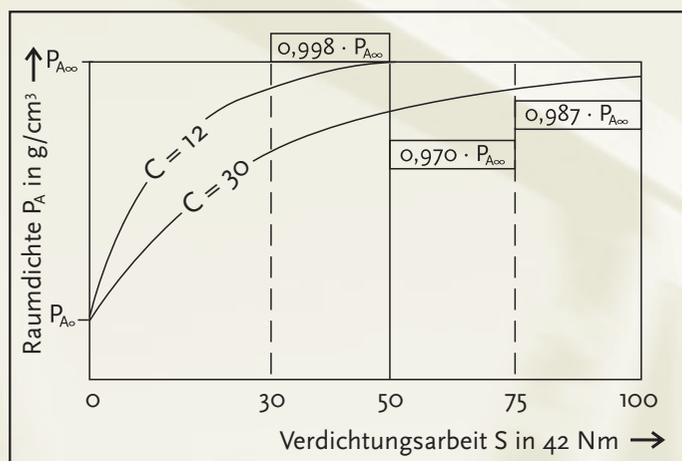


Bild 3: Verdichtungswiderstand

Abschnitt	Anteil an AFG (M.-%)	Bitumenart	NAF 501 (M.-%)	D-Wert (21 Nm)
E0	20	PmB 45 A	–	22,4
E1	20	50/70	1,2	18,3
E2	30	50/70	1,2	17,6
E3	40	50/70	1,2	17,1
E4	50	50/70	1,4	20,6

Tabelle 4: Mittlere D-Werte zur Bewertung der Verdichtungswilligkeit des SG-Binders

### 5.3 Kraftduktilität

Die Kraftduktilität ermöglicht eine Ansprache des Bitumens bezüglich des duktilen Verhaltens und wurde an allen hier eingesetzten Bindemitteln geprüft.

Bild 4 zeigt die Unterschiede von unmodifiziertem, also normalem Straßenbaubitumen nach DIN EN 12 591 und modifiziertem Bitumen (PmB 45 A).

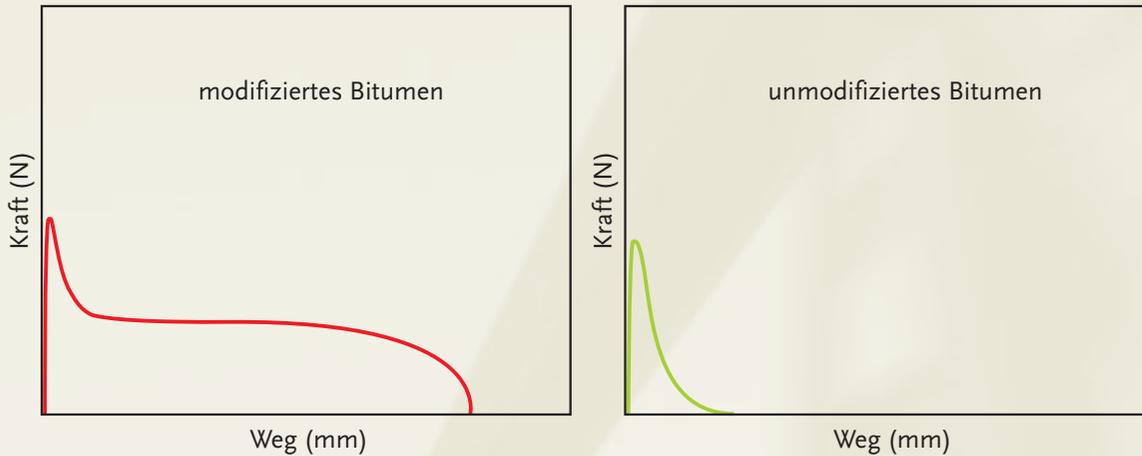
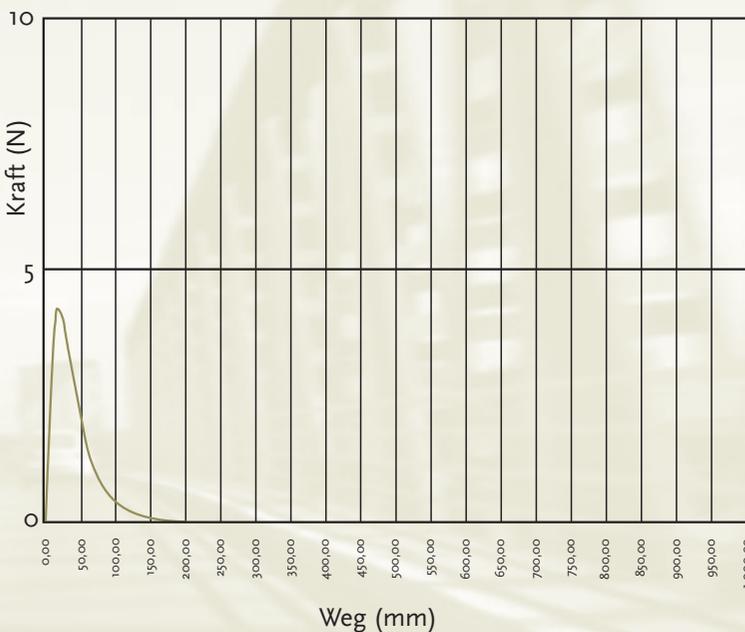


Bild 4: Charakteristische Kurven vom PmB (links) und Bitumen (rechts)

Exemplarisch wird die Variante des hier eingesetzten Bitumens 50/70 (siehe Bild 5) gezeigt, bei dem ein Fließwiderstand von 4,2 N erreicht wurde.



Fließwiderstand:	4,2 N
Weg der Höchstkraft:	15,0 mm
Fließwiderstand bei 20 cm Streckung:	0,0 N (0,0%)
Formänderungsarbeit bei 25°C:	0,2 J
Fadenriss bei:	875,0 mm

Bild 5: Kraftduktilität des eingesetzten Bitumens 50/70

## SG-ASPHALTBINDER MIT 50 MASSE-% ASPHALTGRANULAT



Fließwiderstand:	4,7 N
Weg der Höchstkraft:	15,8 mm
Fließwiderstand bei 20 cm Streckung:	2,2 N (46,8%)
Formänderungsarbeit bei 25°C:	1,4 J
Fadenriss bei:	816,0 mm

Bild 6: Kraftduktilität des eingesetzten PmB's

Bild 6 zeigt, dass nur das bei der Erprobungsstrecke E<sub>0</sub> eingesetzte PmB 45 A die typische Schulterausprägung der PmB's widerspiegelt.

Wie leicht vorstellbar ist, stieg der Fließwiderstand bei den Erprobungsfeldern mit steigendem Anteil an Asphaltfräsgut an. Somit lag der Fließwiderstand bei der Variante E<sub>4</sub> mit 50 Masse-% bei 22,5 N.

Entsprechend unserem Bewertungshintergrund bei 25°C liegen für vergleichbare Bindemittelmischungen optimale Maximalkräfte bei 8 bis 15 N. Nur die Varianten E<sub>3</sub> mit 40 M.-% AFG und E<sub>4</sub> mit 50 M.-% AFG haben diesen Erfahrungsbereich mit 20,7 N (40 M.-%) und 22,5 N (50 M.-%) geringfügig überschritten.

### 5.4 Penetrationsindex

Der allgemein bekannte Penetrationsindex (PI), errechnet aus dem Erweichungspunkt Ring und Kugel und der Nadelpenetration bzw. aus einem Nomogramm ermittelt, ermöglicht auch Aussagen zur Rissempfindlichkeit des Bindemittels.

Bei den hier untersuchten Bindemittelgemischen lag der PI in allen Fällen nahe bei 0 bzw. nur marginal unterhalb von 0. Der Penetrationsindex als Maß für die Temperaturempfindlichkeit eines Bitumens sollte allgemein möglichst PI's ausweisen, die über Null liegen.

Somit sind die hier gefundenen Penetrationsindices mit 0,27 für den Erprobungsabschnitt E<sub>4</sub> mit 50 M.-% als nicht rissgefährdend einzustufen.

## 6. Kostenanalyse

Wie einführend erwähnt, fordert das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz u. a. eine möglichst hochwertige Wiederverwendung von Straßenausbaustoffen. Aus diesem Grunde ist eine Kostenanalyse an dieser Stelle von großer Bedeutung. An dem Beispiel „Heerstraße“ ist unter dem Hauptansatz der Bindemittelsparung ein Kostenvergleich angestellt worden. Dabei wurden folgende Parameter zugrunde gelegt:

- Gesamtmischgut SG-Binder: 4.512 to.
- Bitumenpreis: 200,- €/to.
- SG-Binder ohne Ausbauphase: 43,- €/to.

Damit ergibt sich ein Gesamtpreis von 194.016,- € für 4.512 to. SG-Binder ohne Ausbauphase.

Die Tabelle 5 zeigt nun das Kosteneinsparpotential für einen SG-Binder unter Berücksichtigung der verschiedenen erprobten Ausbauphaseanteile.

	SG-Binder normal ohne Ausbauphase	SG-Binder normal bei Verwendung von Ausbauphase			
		20 M.-%	30 M.-%	40 M.-%	50 M.-%
Kosten Asphalt (€)	194.016,-	186.796,80	183.187,20	179.577,60	175.968,-
Kostenersparnis (€)	0,-	7.219,20	10.828,80	14.438,40	18.048,-
Kostenersparnis (%)	0,00	3,7	5,6	7,4	9,3

Tabelle 5: Kostenvergleich beim SG-Binder mit 20 - 50 M.-% Asphaltgranulat

## 7. Zusammenfassung

Aufgrund der Auswertungen der hier vorliegenden Ergebnisse des Erprobungsfeldes E 4 mit 50 M.-% Asphaltgranulat kann ausgesagt werden, dass ein Zusammenhang mit der Stetigkeit der vorgegebenen Sieblinien und den damit erzielten Standfestigkeiten abzuleiten ist. Das vorgestellte Binderkonzept mit 50 M.-% Ausbauasphalt ist als mögliche Variante im Straßenbau auch bei erhöhter Verkehrsbeanspruchung, nämlich bei den Bauklassen SV und 1, darstellbar. Voraussetzung ist jedoch eine im Sinne der TL AG StB-01 sorgfältige und akribische Voruntersuchung, Klassierung, Lagerung und der Einsatz einer Paralleltrommel.

Zu ergänzen ist die Tatsache der positiven Auswirkung dieses vorbeschriebenen Asphaltrecyclings unter dem Aspekt des Kreislaufwirtschaft- und Abfallgesetzes, da hier neben der Kosteneinsparung des sehr teuer gewordenen Bitumens die Ressourcen an Bindemittel und Mineralstoffen deutlich geschont werden.

## 8. Ausblick

Aufgrund der positiven Erfahrungen mit den Trinidad NAF 501-Varianten sind weitere Erprobungen vorgesehen. Auf dem verbleibenden noch zu bauenden Teilabschnitt der Heerstraße werden noch weitere Bindemittelvarianten, nämlich PmB's und Straßenbaubitumen mit Additiven – wie Wachsen, etc. –, ausgetestet werden. Auch hierbei ist sicherzustellen, dass diese Mischungen einen hohen Anteil an Ausbauasphalt zulassen, ohne dabei die hohen Standfestigkeitseigenschaften zu reduzieren.

