

Neues Technisches Regelwerk stärkt Wiederverwendung

Wiederverwendung von Asphaltgranulat

André Täube, Bonn

Die Wiederverwendung von Ausbauasphalt ist in Deutschland seit Jahren Stand der Technik. Mit Inkrafttreten des neuen, auf den europäischen Anforderungsnormen (DIN EN 13108, Teile 1 bis 8) basierenden, Technischen Regelwerkes für Asphalt ist die Wiederverwendung nunmehr auf höchster Ebene (R 1) im nationalen Regelwerk verankert. Nun gilt es, in der konsequenten Umsetzung die höchstwertige Wiederverwendung im Sinne einer maximalen Wertschöpfung in der Praxis weiter gezielt zu fördern und zu fordern, um einerseits wertvolle Ressourcen zu schonen und andererseits die volkswirtschaftlichen Vorteile auszuschöpfen, der tendenziell zunehmenden Bitumenverknappung und -verteuerung wirkungsvoll zu begegnen.

Begriffe

Zunächst sollen für das Verständnis einige besonders wichtige Begriffe, die in der täglichen Praxis häufig falsch verstanden und angewendet werden, definiert werden. *Ausbauasphalt* wird entweder durch Fräsen (*Fräsasphalt*) oder durch Aufnehmen eines Schichtenpaketes in Schollen (*Aufbruchasphalt*) gewonnen. *Asphaltgranulat* ist Ausbauasphalt, der durch Fräsen (gegebenenfalls mit anschließender, zusätzlicher Zerkleinerung) oder durch Aufbrechen/Aufnehmen von Schollen mit anschließender Zerkleinerung in Stücke gewonnen wurde.

Vortrag gehalten auf dem DAIV-DAI-Seminar 2009 in Willingen



Abbildung 1: Idealer Zyklus von Asphaltgranulat



TargiKielce

**12-15.05.2009,
KIELCE - POLAND**



AUTOSTRADA-POLSKA
www.autostrada-polska.pl



MASZBUD
www.maszbud.com



TRAFFIC-EXPO
www.traffic-expo.pl

Project Director - Bogusława Grzechowska
tel. +48 41 365 12 10, e-mail: grzechowska.b@targikielce.pl
ul. Zakładowa 1, 25-672 Kielce

www.targikielce.pl

Media Patronage:











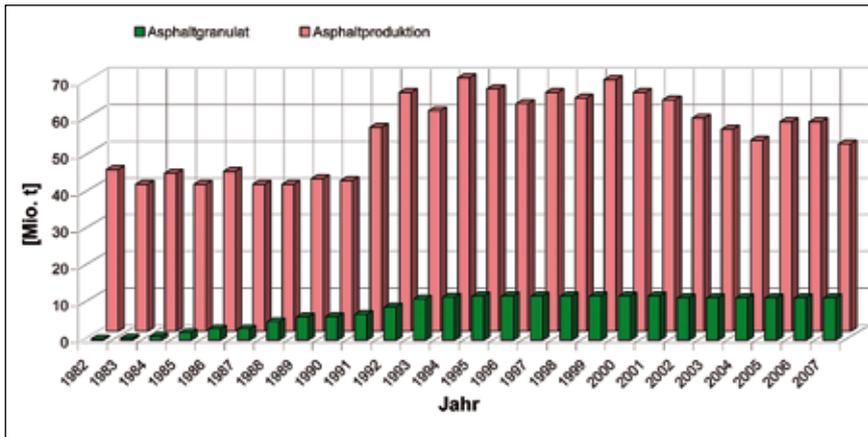


Abbildung 2: Asphaltmischgutproduktion und Aufkommen an Asphaltgranulat in den Jahren 1982 bis 2007

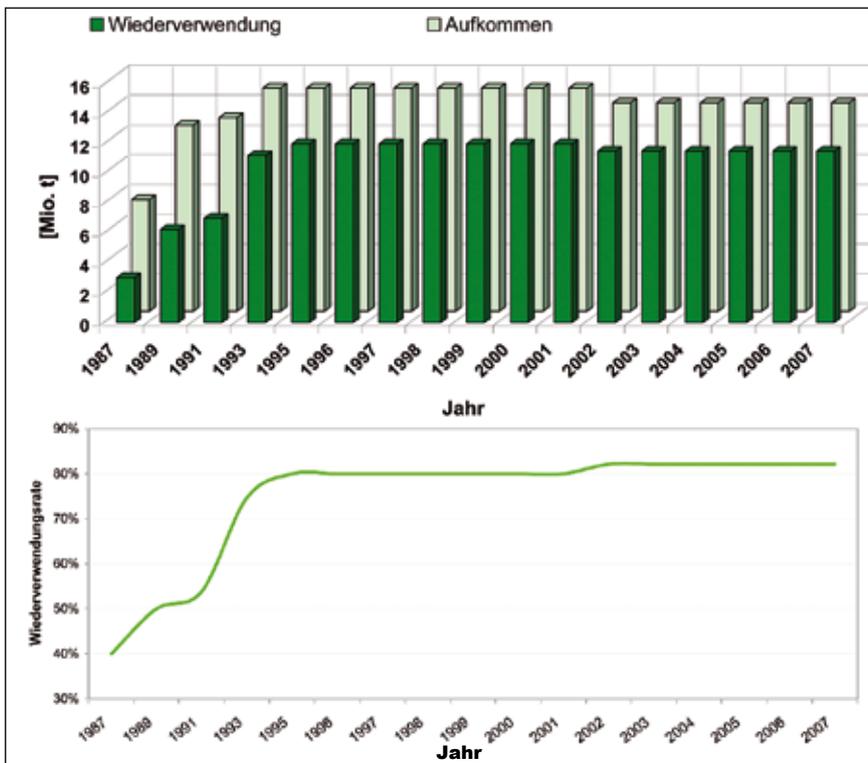


Abbildung 3: Aufkommen, Wiederverwendung und resultierende Wiederverwendungsrate von Asphaltgranulat in den Jahren 1987 bis 2007

Unter **Verwertung** ist die Aufbereitung eines Stoffes oder Produktes zu einem neuen Stoff zu verstehen. Sie entspricht der Forderung des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes (KrW-/AbfG) [1], Abfall in den Stoffkreislauf zurückzuführen. Ein Beispiel hierfür ist die Zugabe von Asphaltgranulat bei der Produktion von Baustoffgemischen für hydraulisch gebundene Tragschichten.

Die **Wiederverwendung** hingegen, welche Inhalt dieses Beitrages ist, ist die wiederholte Benutzung eines Stoffes/Produktes für den gleichen Verwendungszweck. Dies ist beispielsweise beim Einsatz von As-

phaltgranulat bei der Produktion von Asphaltmischgut der Fall. Den idealen Asphaltgranulatzyklus zeigt Abbildung 1.

Historie

Die Wiederverwendung von Asphaltgranulat in bedeutendem Umfang entwickelte sich ab Mitte der 80er-Jahre des vergangenen Jahrhunderts (Abbildung 2). Der Anteil des Asphaltgranulates, das in Asphalt wiederverwendet wurde (Wiederverwendungsrate), konnte zwischen 1987 und 1995 maßgebend gesteigert werden

(Abbildung 3). Hierbei lag der Schwerpunkt damals auf der Wiederverwendung von Asphaltgranulat in Asphaltfundations- und Asphalttragschichten [2, 3].

Bereits zu Beginn der 90er-Jahre wurde zu Recht festgestellt, dass die maschinen- und materialtechnischen Fragestellungen bei der Wiederverwendung von Ausbauphase weitgehend gelöst sind [4]. Die konsequente Weiterentwicklung, nämlich die Steigerung der Asphaltgranulatanteile im Asphaltmischgut sowie die zunehmende Wiederverwendung von Asphaltgranulat in höherwertigen Schichten, wie Asphaltbinder- und Asphaltdeckschichten, fand dann maßgeblich in den vergangenen 20 Jahren statt.

Bei der Entwicklung der Wiederverwendung waren innerhalb Deutschlands jedoch große regionale Unterschiede feststellbar, die sich in einer Vielzahl von länderspezifischen Sonderregelungen und Beschränkungen widerspiegelten. Auch waren trotz der langjährigen positiven Erfahrungen immer wieder Leistungsbeschreibungen zu beklagen, die den Einsatz von Asphaltgranulat prinzipiell untersagten und auch entsprechende Nebenangebote nicht zuließen. Die Ursachen hierfür sind vielschichtig. Sie reichen von Unachtsamkeit beim Verfassen der Leistungsbeschreibung über negative Erfahrungen mit der Wiederverwendung von Ausbauphase in Einzelfällen, verursacht durch Fehler – von welcher Seite auch immer – bis zu mangelnder Kenntnis des jeweils geltenden Regelwerkes und der fachlichen sowie rechtlichen Hintergründe.

Rechtliche Rahmenbedingungen

Allgemeine Regelungen

War die Wiederverwendung von Ausbauphase bis 1996 im Wesentlichen durch Regelwerke der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) geregelt, gibt es seit 1996 das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG) mit den hierzu ergangenen Verordnungen. Das KrW-/AbfG legt in § 22 fest, dass der Hersteller seine Erzeugnisse so gestalten muss, „dass bei deren Herstellung und Gebrauch das Entstehen von Abfällen vermindert wird und die umweltverträgliche Verwertung und Beseitigung der nach deren Gebrauch entstehende Abfälle sichergestellt ist“. Der Produzent ist während des gesamten Lebenszyklus für sein Produkt verantwortlich. § 37 des Gesetzes verpflichtet alle Behörden des Bundes sowie alle der Aufsicht des Bundes unterstehenden juristischen Personen des öffentlichen Rechts, bei der Gestaltung von Arbeits-

abläufen, der Beschaffung oder Verwendung von Material und Gebrauchsgütern, bei Bauvorhaben und sonstigen Aufträgen zu prüfen, ob und in welchem Umfang Erzeugnisse eingesetzt werden können, die sich durch Langlebigkeit, Reparaturfreundlichkeit, Wiederverwendbarkeit oder Verwertbarkeit auszeichnen, im Vergleich zu anderen Erzeugnissen zu weniger oder zu schadstoffärmeren Abfällen führen oder aus Abfällen zur Verwertung hergestellt worden sind. In den Abfallgesetzen aller Bundesländer finden sich gleich lautende (Bestimmungen oder) Forderungen mit der Verpflichtung der Länderbehörden zu entsprechender Vorgehensweise. Konkret heißt dies, dass unter Wiederverwendung von Ausbauasphalt hergestellter, neu gemischter Asphalt einem aus ausschließlich neuen Rohstoffen hergestellten Produkt vorgezogen werden muss.

Bauvertragliche Regelungen

Die VOB [5] enthält im Teil C – Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – unter DIN 18299 – Allgemeine Regelungen für Bauarbeiten jeder Art – sowie unter DIN 18317 – Verkehrswegebauarbeiten, Oberbauschichten aus Asphalt – Regelungen zum Wiederverwenden von Baustoffen. So ist dort u. a. festgelegt, dass wiederaufbereitete Stoffe als ungebraucht gelten, „wenn sie für den jeweiligen Verwendungszweck geeignet und aufeinander abgestimmt sind“.

Asphaltgranulat darf demnach gleichberechtigt mit verwendet werden, wenn die darin enthaltenen Gesteinskörnungen den Anforderungen der TL Gestein-StB [6] genügen und das Bindemittelgemisch im (unter Verwendung von Asphaltgranulat hergestellten) Asphalt geeignet ist. Das vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung herausgegebene HVA B-StB [7] regelt in Umsetzung des KrW-/AbfG u. a., dass Nebenangebote über eine kostengünstigere oder umweltverträglichere Vermeidung, Wiederverwendung, Verwertung oder Beseitigung von Abfällen ausdrücklich erwünscht sind.

Diese Regelungen wurden durch die Festlegungen der jüngst erschienenen ZTV Asphalt-StB 07 [8] und TL Asphalt-StB 07 [9] (siehe Abschnitte „TL Asphalt-StB“ und „ZTV Asphalt-StB“) umgesetzt.

Das neue Technische Regelwerk

Das die Wiederverwendung von Asphaltgranulat betreffende neue, auf Basis der Europäischen Anforderungsnormen erar-

Merkmal	T _{zul}	T _{zul}	
		Asphaltemischgut für Asphaltdeck-, Asphaltbinder- und Asphalttragdeckschichten	Asphaltemischgut für Asphalttragschichten
Erweichungspunkt Ring und Kugel [°C]	8	8	8
Bindemittelgehalt [M.-%]	1,0	1,0	1,2
Kornanteil < 0,063 mm [M.-%]	6,0	6,0	10,0
Kornanteil 0,063 bis 2 mm [M.-%]	16,0	16,0	16,0
Kornanteil > 2 mm [M.-%]	16,0	16,0	18,0

Tabelle 1: Gesamttoleranzen T_{zul}, der für die Gleichmäßigkeit relevanten Merkmalsgrößen des Asphaltgranulates in Abhängigkeit von der Asphaltemischgutart

beitete, Technische Regelwerk besteht im Wesentlichen aus den TL Asphalt-StB 07, den ZTV Asphalt-StB 07 sowie den TL AG-StB 09 [10]. Ergänzt werden diese Regelwerke durch das M WA, Ausgabe 2009 [11].

TL Asphalt-StB

Die TL Asphalt-StB 07 beinhalten Anforderungen an Asphaltemischgut, das für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen eingesetzt wird. Sie regeln die Zusammensetzung des Mischgutes und legen Anforderungskategorien für einzelne Eigenschaften, in Abhängigkeit von der Mischgutart, fest. Die TL Asphalt-StB 07 lassen die Wiederverwendung für sämtliche Mischgutarten, mit Ausnahme der Offenporigen Asphalte (PA), zu. Selbstverständlich gelten sämtliche Anforderungen an das Asphaltemischgut uneingeschränkt auch bei Wiederverwendung von Asphaltgranulat. Für das Asphaltgranulat gelten dabei die Anforderungen der TL AG-StB. Die „Verwendung von Asphaltgranulat“ wird im Abschnitt 3.1.1 der TL Asphalt-StB 07 behandelt. Dort ist festgelegt, dass der mit Formel 1 zu berechnende Erweichungspunkt Ring und Kugel innerhalb der Sortenspanne des geforderten Bindemittels liegen muss. Hierzu kann ein Bitumen derselben oder maximal eine Sortenspanne weicherer Spezifikation nach den TL Bitumen-StB 07 [12] eingesetzt werden. Ein weiches Straßenbaubitumen als 70/100 ist dabei jedoch, außer in Asphalttragdeckschichtmischgut, nicht erlaubt.

$$T_{R\&Bmix} = a \cdot T_{R\&B1} + b \cdot T_{R\&B2} \quad (\text{Formel 1})$$

Hierin bedeuten:

T_{R&Bmix}: Rechnerischer (resultierender) Erweichungspunkt des Bindemittels im Asphaltemischgut

T_{R&B1}: Erweichungspunkt des aus dem Asphaltgranulat zurückgewonnenen Bindemittels,

T_{R&B2}: Mittlerer Wert des Erweichungspunktes der Sortenspanne des Frischbindemittels (falls Straßenbaubitumen vorgesehen) bzw. ermittelter Erweichungspunkt des vorgesehenen PmB

a und b: Massenanteile des Bindemittels aus dem Asphaltgranulat (a) und des Frischbindemittels (b), wobei sich a und b zu 1 ergänzen (a + b = 1).

Es ist weiterhin geregelt, dass die obere Korngröße D des im Asphaltgranulat enthaltenen Gesteinskörnungsgemisches die obere Korngröße D des Asphaltemischgutes nicht überschreiten darf.

Zentrale Eigenschaft für die Wiederverwendung von Asphaltgranulat ist dessen Gleichmäßigkeit. Die Ermittlung der Gleichmäßigkeit wurde aus den TL AG-StB 06 [13] in den Anhang D der TL Asphalt-StB 07 übernommen. Sie wird, wie bisher, an einer Probe je angefangene 500 t Asphaltgranulat, jedoch an mindestens fünf Proben je Halde anhand der Spannweite bestimmter Merkmalsgrößen bestimmt (Tabelle 1).

Aus den einzelnen Spannweiten werden dann mit Hilfe der Formel 2 für Asphalttragschicht- und -tragdeckschichtmischgut und mit Hilfe der Formel 3 für Asphaltdeck- und -binderschichten die für jede Merkmalsgröße einzeln mögliche Zugaberrate ermittelt. Maßgebend ist die jeweils geringste sich ergebende Zugaberrate. Diese ist dann der aufgrund der maschinentechnischen Gegebenheiten der Mischanlage (siehe Abschnitt „M WA“) maximal möglichen Zugaberrate gegenüberzustellen. Für die Zusammensetzung des Asphaltemischgutes maßgebend ist dann letztlich wiederum der kleinere dieser beiden Werte.

$$Z_{mög,i} = \frac{0,5 \cdot T_{zul,i}}{a_i} \cdot 100 \quad [\text{M.}\%] \quad (\text{Formel 2})$$

$$Z_{mög,i} = \frac{0,33 \cdot T_{zul,i}}{a_i} \cdot 100 \quad [\text{M.}\%] \quad (\text{Formel 3})$$

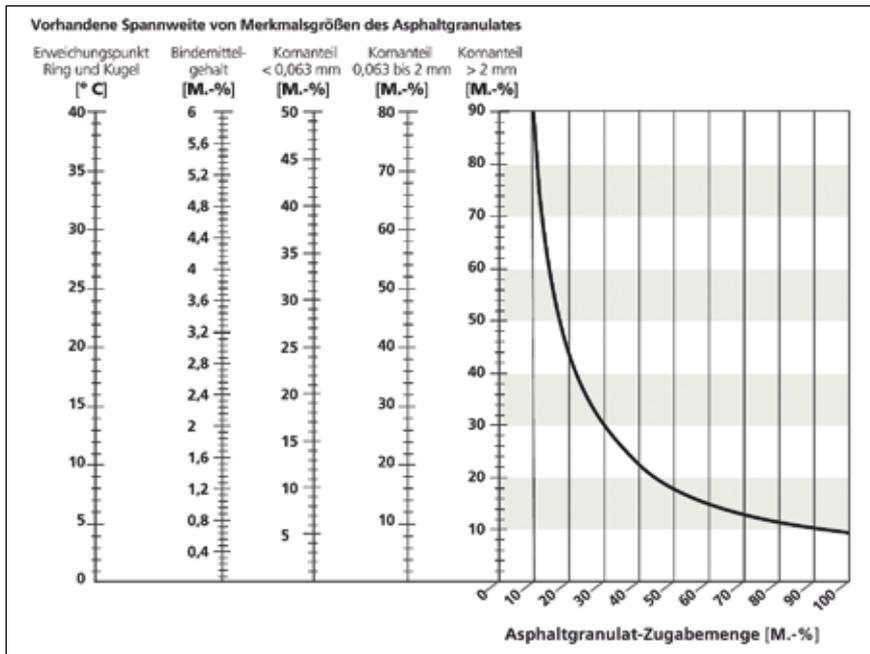


Abbildung 4: Nomogramm zur Ermittlung der maximal möglichen Asphaltgranulat-Zugabemenge zu Asphalttrag-, Asphalttragdeck- und Asphaltfundationsschichtmischgut. Quelle: [15]

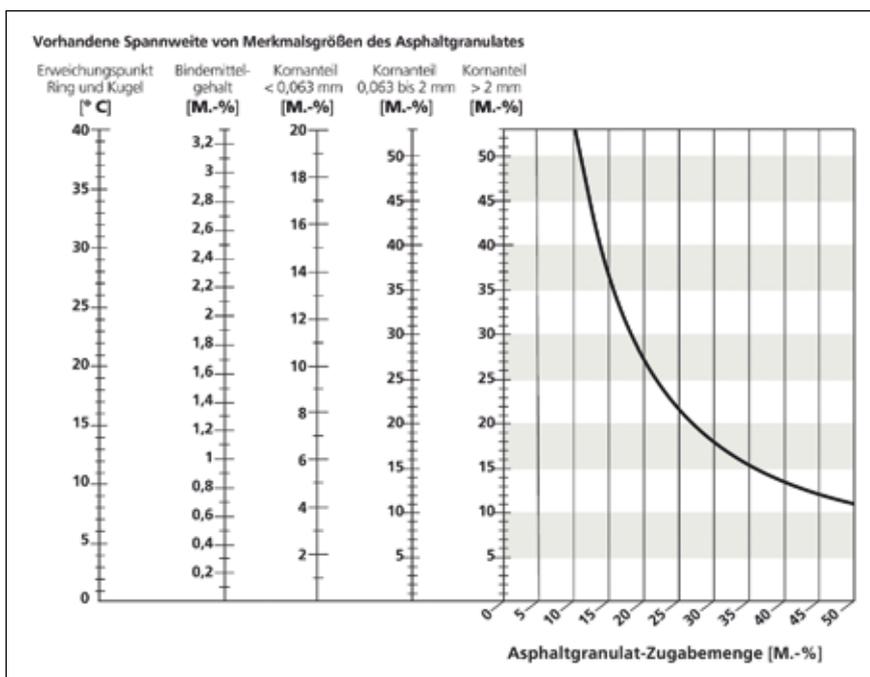


Abbildung 5: Nomogramm zur Ermittlung der maximal möglichen Asphaltgranulat-Zugabemenge für Asphaltdeck- und -binder-mischgut. Quelle: [15]

Hierin bedeuten:

$Z_{mög,i}$: mögliche Zugaberate an Asphaltgranulat

a_i : ermittelte Spannweite der jeweiligen Merkmalsgröße

$T_{zul,i}$: Gesamt toleranz der jeweiligen Merkmalsgröße (Tabelle 1)

i : Index für die Merkmalsgröße, $i = 1...5$, (Tabelle 1)

M WA

Das „Merkblatt für die Wiederverwendung von Asphalt“, Ausgabe 2009 (M WA), enthält zahlreiche ergänzende Hinweise und gibt Hilfestellungen. Es regelt beispielsweise die von der Maschinenteknik abhängige maximal zulässige Zugaberate von Asphaltgranulat. In Abhängigkeit von den maschinentechnischen Voraussetzungen

werden für Chargenmischanlagen folgende maximale Zugaberaten für Asphaltgranulat empfohlen:

- bei Erwärmung durch die heißen Gesteinskörnungen, bei chargenweiser Zugabe (Direktzugabe in den Mischer): 30 M.-%,
- bei Erwärmung durch die heißen Gesteinskörnungen, bei kontinuierlicher Zugabe (Elevatorzugabe): 40 M.-%,
- bei Erwärmung gemeinsam mit den Gesteinskörnungen (Wurfband- oder Mittenzugabe): 40 M.-%,
- bei Erwärmung in gesonderter Vorrichtung (Paralleltrommel): 100 M.-%.

Höhere Zugaberaten sind bei entsprechenden positiven Erfahrungen möglich. Für die in Deutschland selten vorkommenden Durchlaufmischanlagen gelten gesonderte Festlegungen.

Weiterhin enthält das Merkblatt zwei Nomogramme als Hilfestellung bei der Ermittlung der maximal möglichen Asphaltgranulat-Zugaberate zu Asphaltmischgut für Asphalttrag-, Asphalttragdeck- und Asphaltfundationsschichten (Abbildung 4) sowie für Asphaltdeck- und -binderschichten (Abbildung 5).

Diese Nomogramme dienen, entgegen der bisher üblichen Vorgehensweise, im neuen Technischen Regelwerk nur noch der Orientierung und stellen eine Hilfe und Arbeiterleichterung dar. Maßgebend ist ausschließlich die nach TL Asphalt-StB 07 rechnerisch bestimmte Zugaberate (Formel 1 bzw. Formel 2). Neu ist, dass nun auch das Nomogramm für die Ermittlung der maximal möglichen Asphaltgranulat-Zugaberate für Asphalttrag-, Asphalttragdeck- und Asphaltfundationsschichtmischgut eine fünfte Achse für den Kornanteil 0,063 bis 2 mm besitzt. Diese wurde aufgrund entsprechender Anforderungen im neuen Technischen Regelwerk erforderlich.

Darüber hinaus gibt das Merkblatt einen differenzierten Überblick, welches Asphaltgranulat in welchem Asphaltmischgut wiederverwendet werden kann (Tabelle 2).

Weiterhin enthält das M WA Hinweise zu maschinentechnischen Fragen und Problemstellungen. Stellvertretend sollen hier nur die notwendige Temperaturkorrektur für die Gesteinskörnungen in Abhängigkeit von der Feuchtigkeit des Asphaltgranulates und vom Asphaltgranulatanteil sowie die Problematik der Wanderhalde genannt werden.

Dass auch nach Eingang der Wiederverwendung von Asphaltgranulat in die TL Asphalt-StB und ZTV Asphalt-StB weiterhin ein Merkblatt für die Wiederverwendung von Asphaltgranulat existiert,

Lagerplatz/Mischanlage	Musterbau GmbH & Co. KG, Musterstadt
Bezeichnung des Asphaltgranulates (U RA d/D)	22 RA 0/16
Bezeichnung der Lagerhalde	Asphaltfräsgut AC 16 B S
Größe der Halde	ca. 1.500 t
Herkunft des Asphaltgranulates (Baustelle)	Baulos 0815, Bundesstraße B 88 bei Musterstadt

Asphaltgranulat

Merkmal											Prüfung	Vorinfo
Umweltverträglichkeit	Verwertungsklasse A										<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Eigenschaft/Merkmalgröße	Kategorie/Prüfergebnis/ Prüfverfahren										Prüfung	Vorinfo
max. Stückgröße (U)	5	8	11	16	20	32	45	56	63		<input checked="" type="checkbox"/>	-
Gehalt an Feinanteilen (UF)	UF ₃		UF ₅		UF ₉		UF ₁₅		UF _{NR}		<input type="checkbox"/>	-
Gleichmäßigkeit	Größter Wert		Kleinster Wert		Mittelwert		Spannweite a				-	-
Bindemittelgehalt (B _s) [M.-%]	5,8		4,7		5,3		1,1				<input checked="" type="checkbox"/>	-
Erweichungspunkt (T _{R&B}) [°C]	68,6		64,5		66,4		4,6				<input checked="" type="checkbox"/>	-
Stück	Anteil < 0,063 mm [M.-%]		12,1		6,7		9,8		5,4		<input checked="" type="checkbox"/>	-
oder	Anteil 0,063/2 mm [M.-%]		27,7		19,8		23,6		7,9		<input checked="" type="checkbox"/>	-
Korn	Anteil > 2 mm [M.-%]		71,8		62,4		66,5		9,4		<input checked="" type="checkbox"/>	-
Rohdichte (ρ _{mv}) [g/cm³]	2,574										<input checked="" type="checkbox"/>	-
Fremdstoffgehalt (FM)	FM ₁₀			FM _{5/0.1}			FM _{angegeben}				<input checked="" type="checkbox"/>	-

Gesteinskörnungen

Eigenschaft/Merkmalgröße	Kategorie/Prüfergebnis							Prüfung	Vorinfo
Stoffliche Kennzeichnung	-							-	-
Art der Gesteinskörnung	Grauwacke, Füller, feine und grobe Gesteinskörnungen							<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Art der Zusätze	keine							<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Korngrößenverteilung	1,4D	D	D/2	2 mm	0,125 mm	0,063 mm		-	-
Siebdurchgang [M.-%]	10	93,1	68,3	33,5	13,6	9,8		<input checked="" type="checkbox"/>	-
Größtkorndurchmesser [mm]	5,6	8	11,2	16	22,4	31,5	45	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kornform	-							-	-
Kornformkennzahl (SI)	SI ₁₅		SI ₂₀		SI ₅₀			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> *
Plattigkeitskennzahl (FI)	FI ₁₅		FI ₂₀		FI ₅₀			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> *
Anteil gebrochener Körner (C)	C _{15/0}	C _{95/1}	C _{90/1}	C _{50/30}	C _{NR}			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> *
Widerstand gegen Zertrümmerung	-							-	-
Schlagzertrümmerung (SZ)	SZ ₁₅	SZ ₂₂	SZ ₂₆	SZ ₃₂	SZ ₃₅	SZ _{NR}		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
LA-Koeffizient (LA)	LA ₂₀	LA ₂₅	LA ₃₀	LA ₄₀	LA ₅₀	LA _{NR}		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Polierwert (PSV)	PSV _{angegeben} (42) (48) (51)			PSV _{angegeben}		PSV ₁₅		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Frost Widerstand	-							-	-
Wasseraufnahme (W _{cm})	W _{cm} 0,5							<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Widerstand gegen Frost (F)	F ₁			F ₄				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Widerstand gegen Frost-Tausalz-Beanspruchung [M.-%]								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Bindemittel

Eigenschaft/Merkmalgröße	Prüfergebnis	Prüfung	Vorinfo
Bindemittelart	Straßenbaubitumen	-	<input checked="" type="checkbox"/>
Erweichungspunkt (T _{R&B}) [°C]	66,4	<input checked="" type="checkbox"/>	-
Nadelpenetration (pen) [1/10 mm]		<input type="checkbox"/>	-

* Veränderungen durch Fräsen und Brechen möglich

Abbildung 6: Beispiel für ein ausgefülltes Formblatt zur Klassifizierung eines Asphaltgranulates

Asphaltgranulat aus	Zugabemöglichkeit zu Asphaltmischgut für					
	Gussasphalt	Walzasphaltdeckschicht	Asphaltbinderschicht	Asphalttrag-schicht	Asphalttrag-deckschicht	Asphaltfundations-schicht
Gussasphalt	++	O	O	+	O	O
Walzasphaltdeckschicht	-	++ ¹⁾	++	+	+	+
Asphaltdeck- ²⁾ und -binderschicht	-	O ³⁾	++	+	+	+
Asphaltbinderschicht	-	O ³⁾	++	+	+	+
Asphalttrag- oder -tragdeckschicht	-	-	-	++	O	+
Asphaltfundationsschicht	-	-	-	O	-	++

++ vorrangig (höchste Wertschöpfungsstufe) möglich, aber ohne volle Ausnutzung der technischen Eigenschaften und der Wirtschaftlichkeit
 + bedingt möglich, nach besonderer Prüfung nicht möglich
 O
 -

¹⁾ nach TL Asphalt-StB
²⁾ in der Regel nicht aus Gussasphalt
³⁾ nach gesonderter Aufbereitung

Tabelle 2: Zugabemöglichkeiten von Asphaltgranulat in Abhängigkeit von der Asphaltmischgattung (nach dem MWA)

verdeutlicht und untermauert die zentrale Bedeutung der Wiederverwendung für die Asphaltbauweise. Es zeigt aber auch, dass es eines umfassenden Wissens und großer Erfahrung bedarf, um ihr großes Potenzial optimal auszuschöpfen.

ZTV Asphalt-StB

Die ZTV Asphalt-StB 07, mit ihren Regelungen für den Bauvertrag, legen im Abschnitt 3.4.3 fest, dass Asphalttragschichtmischgut mit Asphaltgranulat mit Straßenbaubitumen 50/70 oder 70/100 als gefordertem Bindemittel auch einen resultierenden Erweichungspunkt Ring und Kugel ($T_{R\&Bmix}$) im zurückgewonnenen Bindemittel aufweisen darf, der einem einer Sortenspanne härteren Bitumen nach TL Bitumen-StB entspricht. Diese härtere Bitumensorte gilt dann jedoch als geforderte Bindemittelsorte, womit ausgeschlossen ist, die Regelung der TL Asphalt-StB, ein eine Sortenspanne weicherer Bitumen zuzugeben, zu nutzen und gleichzeitig ein eine Sortenspanne härteres Bitumen resultierend zu erhalten. Es ist also in jedem Fall immer nur eine Sortenspanne Differenz zwischen Zugabebindemittel und resultierendem Bindemittel im Asphaltmischgut möglich, auch bei Asphalttragschichtmischgut. Davon unabhängig gilt die Regelung, dass bei Mitverwendung von Asphaltgranulat der Erweichungspunkt Ring und Kugel des aus dem Asphaltmischgut rückgewonnenen Bindemittels bis zu 8 K über dem im Eignungsnachweis angegebenen Wert des resultierenden Erweichungspunktes Ring und Kugel liegen darf.

Entgegen den TL Asphalt-StB schließen die ZTV Asphalt-StB eine Verwendung von Asphaltgranulat im Splittmastixasphaltmischgut aus. Grund hierfür ist, dass die europäische Anforderungsnorm für Splittmastixasphalt (DIN EN 13108-5) die Verwendung von Ausbaupasphalt zulässt und somit die auf den europäischen Anforderungsnormen basierenden TL Asphalt-StB 07 dies nicht ausschließen dürfen. Da gegen die Wiederverwendung von Asphaltgranulat in Splittmastixasphalt in Deutschland derzeit noch Vorbehalte bestehen, wurde zunächst der Ausschluss über die ZTV Asphalt-StB im Technischen Regelwerk festgelegt. Allerdings enthält der Abschnitt 3.8.3 eine Passage, die für besondere Fälle die Verwendung von Asphaltgranulat in SMA ermöglicht. Hierzu ist dies in die Leistungsbeschreibung aufzunehmen. Es bleibt zu hoffen, dass – zumindest in den deutschen Regionen mit Vorreiterrolle bei der Wiederverwendung von Asphaltgranulat – davon auch Gebrauch gemacht wird. Denn nur so kann dem Argument der noch nicht vorhandenen Erfahrungen bei der Mitverwendung von Asphaltgranulat bei der Produktion von Splittmastixasphalt mittelfristig entgegengewirkt werden.

TL AG-StB

Mit der Ausgabe 2009 der „Technischen Lieferbedingungen für Asphaltgranulat“ (TL AG-StB 09) wurden größtenteils redaktionelle Änderungen, aber auch einige inhaltliche Korrekturen gegenüber der Ausgabe 2006 vorgenommen. So konnte beispielsweise die für Asphaltgranulat oh-

nehin wenig praktikable Klassifizierung des Fließkoeffizienten der Gesteinskörnung 0/2 entfallen, da die entsprechenden, im Anhang A der TL Asphalt-StB 07 geforderten Kategorien sich nur auf ungebrauchte feine Gesteinskörnungen beziehen.

Die TL AG-StB 09 enthalten weiterhin Festlegungen zur Klassifizierung von Asphaltgranulat und seinen Bestandteilen, den im Asphaltgranulat enthaltenen Gesteinskörnungen sowie dem Bindemittel im Asphaltgranulat, anhand materialspezifischer Anforderungen. Sie werden in den TL Asphalt-StB in der Form in Bezug genommen, dass bei Mitverwendung von Asphaltgranulat die Anforderungen der TL AG-StB gelten (siehe Abschnitt 2.4 der TL Asphalt-StB). Die Klassifizierung erfolgt in Abhängigkeit von der Eigenschaft oder Merkmalsgröße durch Einstufung in Kategorien und Angabe von Kategorien oder aber der direkten Angabe von Kennwerten. Neben den Kennwerten und den zugehörigen Kategorien sind auch jeweils die entsprechenden Prüfverfahren mit aufgeführt.

Welche Eigenschaften des Asphaltgranulates und seiner Bestandteile festzustellen sind, regelt Anhang 2. Dort ist in Form einer Matrix in Abhängigkeit vom vorgesehenen Verwendungszweck des Asphaltgranulates festgelegt, ob eine bestimmte Eigenschaft nachzuweisen ist oder nicht. Sofern ein Nachweis erforderlich ist, ist darüber hinaus geregelt, ob dieser durch Prüfung zu erbringen ist oder aus Vorinformationen entnommen werden kann. Für die festzustellenden Eigenschaften legen die Anhänge 3.1 und 3.2 dann wiederum in Abhängigkeit vom vorgesehenen Verwendungszweck konkrete Kennzahlen oder Kategorien fest. Prüfungen zur Ermittlung bestimmter Kennwerte sind in der Regel dann erforderlich, wenn entsprechende Vorinformationen fehlen. Ausgenommen hiervon sind die zur Beurteilung der Gleichmäßigkeit des Asphaltgranulates notwendigen Prüfungen, die immer durchgeführt werden müssen (siehe Abschnitt „TL Asphalt-StB“).

Der Anhang 4 der TL AG-StB enthält ein Formblatt zur Klassifizierung von Asphaltgranulat. In dieses Formblatt sind die ermittelten Kategorien sowie Spannweiten und Mittelwerte für die Eigenschaften bzw. Merkmalsgrößen des Asphaltgranulates und seiner Bestandteile einzutragen und es ist anzukreuzen, ob das entsprechende Ergebnis durch Prüfung oder Vorinformation ermittelt wurde. Die so vorgenommene Klassifizierung ermöglicht dann die Beurteilung der Eignung des Asphaltgranu-

lates für einen bestimmten vorgesehenen Verwendungszweck. Abbildung 6 zeigt ein solches beispielhaft ausgefülltes Formblatt. **Standardleistungskatalog**

Es ist folgerichtig und zu begrüßen, dass bei der Fortschreibung des Leistungsbereiches 113 – Asphaltbauweisen des Standardleistungskataloges für den Straßen- und Brückenbau (STLK LB 113) [16] sämtliche, die Wiederverwendung von Asphaltgranulat einschränkende Textpassagen entfallen sind. Somit kann die Wiederverwendung von Asphaltgranulat nicht mehr so einfach in der Leistungsbeschreibung ausgeschlossen werden, denn dazu müssten entsprechende Textpassagen als Freitext eingegeben werden. Dies jedoch fachlich und juristisch zu begründen, dürfte schwierig sein, da ein Ausschluss von Asphaltgranulat ökonomisch noch ökologisch noch (bau) technisch sinnvoll ist.

Ungebundene Verwertung nur in Sonderfällen

Die ungebundene Verwertung von Asphaltgranulat sollte künftig nur noch in Ausnahmefällen erfolgen. Beispielsweise dann, wenn sich das Asphaltgranulat hinsichtlich der Eigenschaften des darin enthaltenen Bindemittels nicht mehr für eine Wiederverwendung bei der Herstellung von Asphalt eignet. Denn nur bei der Wiederverwendung des Asphaltgranulates bei der Produktion von Asphalt (im Heißmischverfahren) wird der wertvollste Bestandteil des Ausbaus asphalt, das Bitumen, in seiner Wirkung reaktiviert und damit wieder nutzbar gemacht und damit die höchst mögliche Wertschöpfung erreicht. Überdies besteht keine Notwendigkeit zu ungebundener Verwertung, da mengenmäßig das gesamte Aufkommen an Asphaltgranulat in Deutschland bei der Herstellung von Asphalt wiederverwendet werden kann.

Besonders soll hier allerdings der ungebundenen Verwertung bei der Befestigung ländlicher Wege, bei der Befestigung von Plätzen oder zur Anlage von Baustraßen entgegengetreten werden. Diese, in letzter Zeit besonders in Kommunen häufiger anzutreffende, Unsitte ist ein klarer Verstoß gegen die RuVA-StB 01 [15]. Denn diese regeln im Abschnitt 4.3 klar, dass eine ungebundene Verwertung von Asphaltgranulat in Deckschichten ohne Bindemittel oder Tragschichten ohne Bindemittel unter wasserdurchlässigen Deckschichten nicht erlaubt ist. Es sollte in Zukunft stärker gegen die Missachtung dieses Verbotes vorgegangen werden.

Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen

Mögliche Veränderung der Schichtdicken

An der TU Dresden durchgeführte Untersuchungen [17] haben ergeben, dass hochwertiges, aus Asphaltdeckschichten stammendes Asphaltgranulat, das als Bindemittel PmB enthält, die Eigenschaften einer Asphalttragschicht unter bestimmten Randbedingungen so verbessern kann, dass bei einer rechnerischen Dimensionierung der Befestigung nach den RDO Asphalt [18] eine Minderung der erforderlichen Einbaudicke von 14 cm um bis zu 5 cm (für das untersuchte Beispiel eines Straßenaufbaus für Bauklasse II) möglich sein kann. Bei Wiederverwendung eines Asphaltgranulates mit weniger günstigen Eigenschaften kann sich die erforderliche Schichtdicke jedoch auch erhöhen. Beim betrachteten Beispiel ergab sich durch die Zugabe eines „ungünstigen“ Asphaltgranulates eine erforderliche Erhöhung der Einbaudicke um 3 cm.

Zunächst könnte man in diesen Aussagen einen Widerspruch zu der bereits beschriebenen und auch hinreichend nachgewiesenen Gleichwertigkeit von unter Wiederverwendung von Asphaltgranulat hergestelltem Asphalt gegenüber aus ausschließlich ungebrauchten Baustoffen hergestelltem Asphalt vermuten. Dem ist aber nicht so, denn die Gleichwertigkeit von Asphalt mit Asphaltgranulatanteil galt und gilt stets vor dem Hintergrund der RStO 01 [19]. Denn so lange Asphaltmischgut ausschließlich anhand seiner Zusammensetzung beurteilt wird, ist die Gleichwertigkeit gegeben, wenn die Zusammensetzung den Vorgaben des Technischen Regelwerkes entspricht.

Verlässt man den auf Empirie beruhenden Ansatz der Standardisierung des Aufbaus von Verkehrsflächenbefestigungen in Abhängigkeit von der zu ermittelnden Bemessungsrelevanten Beanspruchung, so verlässt man auch den Raum der Beurteilung der eingesetzten Baustoffe ausschließlich nach ihrer Zusammensetzung. Bei der rechnerischen Dimensionierung von Verkehrsflächen finden die vorgesehenen Baustoffe anhand ihrer Eigenschaften Eingang in die Bemessung – und dies ganz unabhängig von der Zusammensetzung und der Mitverwendung von Asphaltgranulat. Dies erklärt auch eventuelle Schichtdickenänderungen bei Wiederverwendung von Asphaltgranulat, Verwendung eines Asphaltgranulates mit anderen Eigenschaften oder einer sonstigen Änderung der Baustoffeigenschaften.

Solche möglichen Veränderungen der erforderlichen Schichtdicken gestatten im Rahmen funktionaler Ausschreibungen neue Überlegungen im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit von bestimmten Aufbauten oder Bauweisen. Es ist trivial, dass eine geringere erforderliche Schichtdicke die Gesamtkosten einer Befestigungsvariante günstig beeinflusst. Jedoch kann auch ein Angebot mit erhöhter Schichtdicke, bei dem ein weniger hochwertiges Asphaltgranulat mit hohem Anteil verwendet wird durchaus wirtschaftlich sein und im Wettbewerb zum Erfolg führen. Es ergeben sich hieraus erweiterte Möglichkeiten der Wiederverwendung, die in den nächsten Jahren bei PPP-Projekten oder im Rahmen funktionaler Ausschreibungen sicher eine Rolle spielen werden.

Investition Paralleltrommel

Es soll an dieser Stelle eine überschlägliche, exemplarische Betrachtung angestellt werden, wie unter bestimmten Randbedingungen die Investition einer Paralleltrommel wirtschaftlich sinnvoll sein kann. Alle hier gewählten Werte basieren auf Annahmen. Die realen Werte, die im Einzelfall in der Praxis auftreten, können hiervon abweichen.

Angenommen wird folgende Situation: Es wird von einem bestehenden Asphaltmischwerk ohne Paralleltrommel mit einer durchschnittlichen Jahresproduktion von 100.000 t ausgegangen. Die Produktion soll durchschnittlich zu 60% aus Asphalttragschichtmischgut (96 M.-% Gesteinskörnungen, 4 M.-% Bitumen) und zu 40 % aus Asphaltbinder- und Asphaltdeckschichtmischgut (94 M.-% Gesteinskörnungen, 6 M.-% Bitumen) bestehen. Durch die Installation einer Paralleltrommel soll die Wiederverwendungsrate in Asphalttragschichtmischgut um durchschnittlich 25%-Punkte, in Asphaltbinder- und Asphaltdeckschichtmischgut um durchschnittlich 15%-Punkte gesteigert werden. In 70% der Produktion für Asphaltbinder- und Asphaltdeckschichten und in 100% der Produktion für Asphalttrag- und -tragdeckschichten soll prinzipiell Asphaltgranulat wiederverwendet werden. Weiter wird für die folgende Betrachtung die Annahme getroffen, dass der Ausbaus asphalt der Asphaltmischanlage im Durchschnitt kostenneutral zur Verfügung steht, das heißt hochwertiger Fräsasphalt angekauft wird und weniger hochwertiger Aufbruchasphalt gegen „Kippgebühr“ angenommen wird.

Die Investition soll einen Gesamtumfang von 850.000 Euro haben.

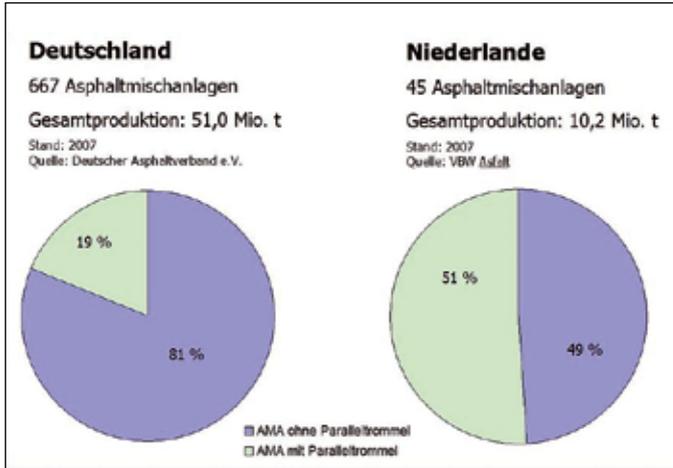


Abbildung 7:
Vergleich der
Asphaltmisch-
anlagen
mit und ohne
Paralleltrommel
in Deutschland
und den
Niederlanden

Es ergibt sich folgende Stoffkostensparnis durch Gestein und Bitumen:

1. in Asphalttragschichten (mit 60 M.-% Asphaltgranulat):

Gesteinskörnungen (9 €/t · 96%)	8,46 €/t
Bitumen (300 €/t · 4%)	12,00 €/t
Sieben und Brechen	-3,00 €/t
Prüfen	-1,00 €/t
Σ	16,46 €/t
Bei einer 25%igen Asphaltgranulat-Mehrzugabe (16,46€/t · 60.000t/a · 25%)	
ergeben sich somit:	= 246.900 €/a

2. in Asphaltbinder- und Asphaltdeckschichten (mit 35 M.-% Asphaltgranulat):

Gesteinskörnungen (11 €/t · 94%)	10,34 €/t
Bitumen (330 €/t · 6%)	19,80 €/t
Sieben und Brechen	-3,50 €/t
Prüfen	-1,50 €/t
Σ	25,14 €/t
Bei einer 15%igen Asphaltgranulat-Mehrzugabe (25,14 €/t · 40.000 t/a · 15% · 70%)	
ergeben sich somit:	= 105.588 €/a
Einsparung insgesamt:	352.488 €/a

Setzt man diese Einsparung ins Verhältnis zu den Investitionskosten und berücksichtigt zusätzlich Zinsen und Abschreibung ergibt sich eine Dauer des Kapitalrückflusses von ca. 4 Jahren. Diese Dauer kann selbstverständlich nur unter den genannten (beinahe optimalen) Randbedingungen erreicht werden. Es wird hieran deutlich, dass Investitionen in hochwertige Maschinenteknik, hier eine Paralleltrommel, maßgeblich von den lokalen Randbedingungen der Wiederverwendung von Asphaltgranulat abhängig sind. Das Beispiel zeigt, dass solche wichtigen Investitionen von Industrieseite nur dann getätigt werden können, wenn die Auftraggeberseite ebenfalls das Ziel einer Wiederverwendung auf möglichst hohem Niveau der Wertschöp-

fung verfolgt und hierfür die Rahmenbedingungen positiv gestaltet. Zusätzliche Einschränkungen der Festlegungen des Technischen Regelwerkes in Bezug auf die Wiederverwendung von Asphaltgranulat sind aus fachlicher Sicht nicht zu begründen; sie hemmen außerdem wichtige Innovationen und Investitionen der Asphaltindustrie.

Zusätzlich zu diesen Rahmenbedingungen erscheint aus heutiger Sicht die Investition in eine Paralleltrommel zur schonenden Erwärmung des Asphaltgranulates dann sinnvoll, wenn mit der Anlage eine Produktionsmenge von ca. 100.000 t pro Jahr erreicht wird, der Anfall von Ausbauasphalt in der Region ausreichend groß ist und die Produktionsmenge nicht überwiegend aus Kleinaufträgen besteht.

Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit

Die Wettbewerbsfähigkeit der Asphaltbauweise, und damit der Asphaltindustrie, hängt neben den Energiekosten auch wesentlich von den Kosten der Baustoffe, also im Wesentlichen von Gesteinskörnungen und Bitumen, ab. Da der Anteil des Bitumens an den Gesamtkosten von Asphalt überproportional hoch ist, trifft der starke Anstieg des Bitumenpreises in den letzten Jahren die Asphaltindustrie in besonderem Maße. Da es dem Baustoff Asphalt derzeit an einer Alternative zum Bitumen mangelt, ist der weitere Ausbau der Wiederverwendung von Asphaltgranulat der einzige, momentan gangbare Weg, der fortschreitenden Bitumenverknappung und -verteuerung wirkungsvoll zu begegnen und die Preise von Asphaltmischgut nicht überproportional ansteigen zu lassen. Hierfür ist es notwendig, die Möglichkeiten des neuen Technischen Regelwerkes im Hinblick auf die Wiederverwendung von Asphaltgranulat konsequent zu nutzen.

Damit die Industrie dies kann, bedarf es einer breiten Unterstützung durch die Auftraggeberseite, beispielsweise durch gezieltes Ausschreiben von schichtenweisem Fräsen und den Verzicht auf länder-spezifische Einschränkungen der Möglichkeiten der Wiederverwendung. Auch die partielle Einschränkung der Wiederverwendung, beispielsweise der Ausschluss von Asphaltgranulat in Deckschichten der Bauklassen II und III, wie er von einigen Bundesländern bereits wieder geplant ist, schadet letztlich allen. Überdies handelt es sich dabei um einen Verstoß gegen die Festlegungen der Abfallgesetze der jeweiligen Bundesländer.

Zwar ist die Entwicklung der Wiederverwendung von Asphaltgranulat in Deutschland in den letzten zwei Jahrzehnten durchaus beachtlich und auch erfreulich, jedoch bedarf es weiterer Anstrengungen, auch um im europäischen Vergleich Schritt zu halten. Der Blick in die Niederlande zeigt, dass dort die Wiederverwendung bereits noch weiterentwickelt ist, was sich nicht zuletzt auch im Anteil der Asphaltmischanlagen, die mit einer Paralleltrommel ausgestattet sind, widerspiegelt (Abbildung 7). In den Niederlanden wurden im Jahr 2007 10,2 Mio. t Asphalt produziert und dabei 3,2 Mio. t Asphaltgranulat verarbeitet. Diese Zahlen bedeuten, dass 31% der Produktionsmenge aus Asphaltgranulat bestehen. Nur zwei Drittel der Gesamtproduktion wurden unter Wiederverwendung von Asphaltgranulat hergestellt – im Mittel zu ca. 47%. Im Vergleich dazu wurden 2007 in Deutschland 11,5 Mio. t Ausbauasphalt in 51 Mio. t Gesamtproduktion verarbeitet. Hieraus ergibt sich ein Asphaltgranulatanteil von 23%. Nach Schätzung des Deutschen Asphaltverbandes enthalten 60% der Mischgüter Asphaltgranulat, was einen mittleren Asphaltgranulatanteil von ca. 38% ergibt. In Deutschland werden derzeit 667 stationäre Asphaltmischanlagen betrieben, davon sind (nach DAV-Statistik) 126 Anlagen (ca. 19%) mit einer Paralleltrommel ausgestattet. In den Niederlanden sind 23 von 45 Asphaltmischanlagen mit einer Paralleltrommel ausgerüstet (ca. 51%).

Zusammenfassung

Die höchstwertige Verwertung, also die Wiederverwendung von Ausbauasphalt bei der Produktion von Asphaltmischgut (im Heißmischverfahren) ist rechtlich geboten sowie ökonomisch, ökologisch und bautechnisch sinnvoll. Deshalb sollte jede Tonne Ausbauasphalt wieder zu einem Asphaltmischwerk gelangen, da nur dort

kein „down-cycling“ stattfindet und das Asphaltgranulat im gleichen Produkt wie dem Ausgangsprodukt wiederverwendet werden kann. Umfassende Informationen zu diesem Thema gibt der Leitfaden „Wiederverwenden von Asphalt“ des Deutschen Asphaltverbandes (DAV) e.V., der unter www.asphalt.de als Broschüre bestellt oder als pdf-Datei heruntergeladen werden kann.

Mit der Wiederverwendung von Asphaltgranulat in Asphalttrag-, Asphaltbinde- und Asphaltdeckschichten liegen in Deutschland jahrelange positive Erfahrungen vor und sie kann seit Langem als Stand der Technik angesehen werden. In den neuen Technischen Regelwerken ist diese Anwendung deshalb nun folgerich-

tig in den TL Asphalt-StB 07 und ZTV Asphalt-StB 07 umgesetzt. Zusätzlich existiert auch weiterhin das „Merkblatt für die Wiederverwendung von Asphaltgranulat“ in überarbeiteter Form, wiederum mit zahlreichen Hilfestellungen und Informationen für die tägliche Arbeit.

Trotz der in Deutschland bereits erreichten Erfolge bei der Wiederverwendung von Asphalt bedarf es weiterer gemeinsamer Anstrengungen von Auftraggeber- und Industrieseite um mit der europäischen und internationalen Entwicklung Schritt zu halten. Beispielsweise sollte das Ausschreiben von schichtenweisem Fräsen zum Standard werden und von der Industrie nicht mit „günstigeren“ Nebenangeboten konterkariert werden. Auch sollten

Einschränkungen der Festlegungen des Technischen Regelwerkes in Bezug auf die Wiederverwendung von Asphaltgranulat der Vergangenheit angehören, da sie weder ökonomisch noch ökologisch oder aus bautechnischer Sicht gerechtfertigt sind und überdies einen Verstoß gegen die Forderungen der Abfallgesetze der jeweiligen Bundesländer darstellen.

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Ing. André Täube
Deutscher Asphaltverband e.V.
Schieffelingsweg 6
53123 Bonn
taeube@asphalt.de

Literatur

- [1] KrW-/AbfG: Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen vom 27. September 1994 (Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz – KrW-/AbfG) – zuletzt geändert durch Art. 2 Gesetz zur Ablösung des Abfallverbringungsgesetzes und zur Änderung weiterer Rechtsvorschriften vom 19. Juli 2007; Bundesgesetzblatt I Nr. 33, S. 1462 ff.; Berlin; 2007
- [2] Neumann, G.: Asphaltfundationsschichten aus Asphaltgranulat – eine zukunftsweisende Möglichkeit der Wiederverwendung großer Mengen Ausbauasphalt; Bitumen, Ausgabe 1/89, S.19–24
- [3] Kolb, K. H.: Technologie bei Produktion und Einbau von Asphalt mit hohen Zugaben von Ausbauasphalt; Bitumen, Ausgabe 4/91, S.172–176
- [4] Tappert, A.: Ausbauasphalt zwischen Deponie und Deckschicht – Technische und wirtschaftliche Grenzen der Wiederverwendung; Straße + Autobahn, Ausgabe 3/1990, S.98–105
- [5] VOB: Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen, Ausgabe 2006; Beuth Verlag; Berlin; 2006
- [6] TL Gestein-StB 04: Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau, Ausgabe 2004 / Fassung 2007; FGSV-Verlag; Köln; 2008
- [7] HVA B-StB: Handbuch für die Vergabe und Ausführung von Bauleistungen im Straßen- und Brückenbau, Ausgabe 2007; Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung; Deutscher Bundes-Verlag; Köln; 2007
- [8] ZTV Asphalt-StB 07: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen aus Asphalt, Ausgabe 2007; FGSV-Verlag; Köln; 2008
- [9] TL Asphalt-StB 07: Technische Lieferbedingungen für Asphaltmischgut für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen, Ausgabe 2007; FGSV-Verlag; Köln; 2008
- [10] TL AG-StB 09: Technische Lieferbedingungen für Asphaltgranulat, Ausgabe 2009; FGSV-Verlag; Köln; 2009 (zurzeit in Schlussredaktion)
- [11] M WA: Merkblatt für die Wiederverwendung von Asphalt, Ausgabe 2009; FGSV-Verlag; Köln; 2009 (zurzeit in Schlussredaktion)
- [12] TL Bitumen-StB: Technische Lieferbedingungen für Straßenbaubitumen und gebrauchsfertige polymermodifizierte Bitumen, Ausgabe 2007; FGSV-Verlag; Köln; 2008
- [13] TL AG-StB 06: Technische Lieferbedingungen für Asphaltgranulat, Ausgabe 2006; FGSV-Verlag; Köln; 2006
- [14] RuVA-StB 01: Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau, Ausgabe 2001, Fassung 2005; FGSV-Verlag; Köln; 2005
- [15] Leitfaden Wiederverwenden von Asphalt; Deutscher Asphaltverband e.V.; Bonn; 2008
- [16] STLK: Standardleistungskatalog für den Straßen- und Brückenbau, Leistungsbereich 113 – Asphaltbauweisen, Ausgabe 2009; FGSV-Verlag; Köln; 2009 [liegt zurzeit in verabschiedeter Entwurfsfassung (LB 813) als Gelbdruck vor]
- [17] Jähnig, J.: Einfluss von Asphaltgranulat auf die Ergebnisse bei der rechnerischen Dimensionierung von Asphaltbefestigungen; Dresden; 2008; unveröffentlicht
- [18] RDO Asphalt: Richtlinien für die rechnerische Dimensionierung des Oberbaus von Verkehrsflächen mit Asphaltdecke; Entwurfsfassung März 2008
- [19] RStO 01: Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, Ausgabe 2001; FGSV-Verlag; Köln; 2001

Sonderdrucke

- **von Beiträgen aus asphalt - Herstellen und Einbauen von Asphalt - können unmittelbar nach Erscheinen angefertigt werden. Mindestauflage: 100 Exemplare**
- **Kontaktaufnahme: Silke Neuser, Tel. +49 511 7304-140, s.neuser@giesel.de**