

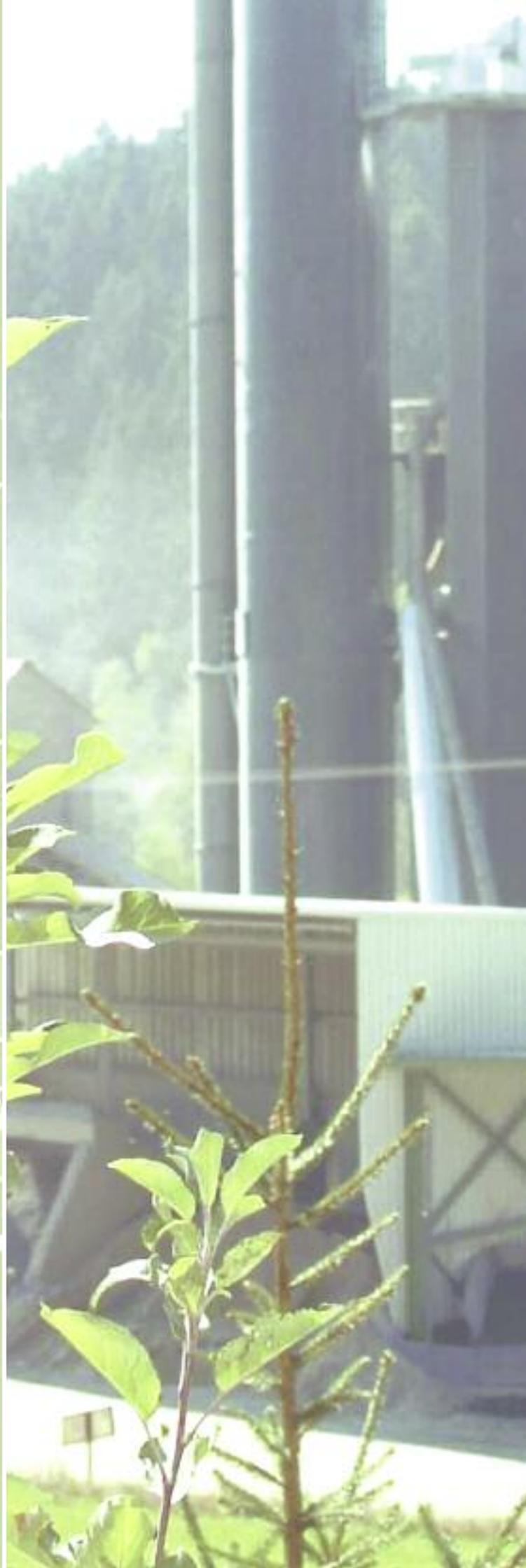
asphalt

Wiederverwenden von Asphalt



**Neues Regelwerk
weist den Weg nach vorn**





Herausgeber



Deutscher Asphaltverband e. V.
Schieffelingsweg 6
53123 Bonn

Tel. 0228 97965-0
Fax 0228 97965-11
E-Mail dav@asphalt.de
Internet www.asphalt.de

Gestaltung

© Elke Schlüter Werbeagentur, Alfter
Mai 2008
Anhänge 3.1 und 3.2: September 2009

Wiederverwenden von Asphalt Neues Regelwerk weist den Weg nach vorn

1.	Allgemeines	2
2.	Rechtliche Grundlagen	4
2.1	Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz	4
2.2	Verordnungen zum Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz	6
2.3	Bauvertragliche Regelungen	7
3.	Stand der Forschung	10
3.1	Wiederverwenden in Asphalttragschichten.....	10
3.2	Wiederverwenden in Asphaltbinder- und Asphaltdeckschichten	12
4.	Ausbauasphalt	15
4.1	Gewinnung und Lagerung	16
4.2	Wiederverwenden in Asphaltmischgut	17
4.2.1	Eignung	17
4.2.2	Klassifizierung	18
4.2.3	Ermittlung der maximal möglichen Zugabemengen	19
4.2.4	Erstprüfung und Eignungsnachweis	24
4.3	Verwenden in ungebundenen, hydraulisch gebundenen oder bitumengebundenen (kalt aufbereiteten) Gemischen	25
5.	Anlagentechnik	26
5.1	Chargenmischanlagen	26
5.1.1	Chargenweise Zugabe des Asphaltgranulates.....	26
5.1.2	Kontinuierliche Zugabe des Asphaltgranulates	28
5.1.3	Erwärmung in gesonderten Vorrichtungen	30
5.2	Durchlaufmischanlagen	31
6.	Wiederverwenden vor Ort	33
6.1	Rückformen	33
6.2	Kaltrecycling in situ	37
7.	Ausblick	38

Anhang

1.	Verwerten teer-/pechhaltiger Straßenausbaustoffe	40
2.	Regelwerke und chronologisches Literaturverzeichnis	43
2.1	Regelwerke	43
2.2	Chronologisches Literaturverzeichnis	46
3.	Klassifizierung von Asphaltgranulat	49
3.1	Formblatt	49
3.2	Beispiel für eine Klassifizierung von Asphaltgranulat für die Zugabe in Asphaltbindermischgut	50
4.	Weitere Leitfäden und Veröffentlichungen des DAV/DAI	51



Wiederverwenden von Asphalt

Neues Regelwerk weist den Weg nach vorn

Vorwort

Das Wiederverwenden von Asphalt wird in Deutschland in wirtschaftlich nennenswerten Größenordnungen systematisch seit dem Jahre 1978 betrieben. Im Jahre 1988 wurde der damalige Stand der Technik in der Schriftenreihe des DAV unter dem Titel „Asphalt – der Baustoff für die Wiederverwendung“ erstmalig vorgestellt, im Jahre 1997 erfolgte eine Überarbeitung mit dem Titel „Asphalt – der Baustoff zum Wiederverwenden“.

Seit dem Erscheinen des letzten Leitfadens haben sich die Verfahren zum Wiederverwenden von Asphalt stetig weiterentwickelt. Quantitativ wurden Fortschritte bei der Erhöhung der Wiederverwendungsanteile in den unterschiedlichen Asphaltarten erzielt, qualitativ wurde Wert auf das höchstwertige Wiederverwenden der rückgewonnenen Ausbauasphalte gelegt. Neben den maßgeblich durch wachsende Erfahrung im Umgang mit Ausbauasphalt begründeten Fortschritten eines Jahrzehnts wurde eine Neufassung notwendig wegen

- *neuer rechtlicher Grundlagen,*
 - *neuer Erkenntnisse der Forschung*
- und*
- *neuer Ausführungsvorschriften, insbesondere der Technischen Lieferbedingungen für Asphaltgranulat (TL AG-StB 06),*
- der Technischen Lieferbedingungen für Asphaltmischgut für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen (TL Asphalt-StB 07) und*
- der Technischen Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau (TL Gestein-StB 07).*



Dieser Leitfaden verfolgt die Unterscheidung der Begriffe „**Verwertung**“ bzw. „verwerten“, „**Verwendung**“ bzw. „verwenden“ und „**Wiederverwendung**“ bzw. „wiederverwenden“ wie folgt:

Der Begriff **Verwertung** beschreibt die Forderung des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes (KrW-/IAfG), ausgebauten Asphalt (Ausbauasphalt) in den Stoffkreislauf zurückzuführen, d. h. ihn in der Regel an eine Asphaltmischanlage zu transportieren.

Sobald der Ausbauasphalt auf der Anlage angekommen ist, hört er auf, Abfall zu sein. An der Asphaltmischanlage wird der Ausbauasphalt dann gelagert, behandelt und verarbeitet, also **verwendet**, so wie die anderen (frischen) Baustoffe, z. B. Gesteinskörnungen und Bitumen auch.

Der Begriff **Wiederverwendung** wird als die wiederholte Benutzung eines Stoffes/Produktes für den gleichen Verwendungszweck definiert, wie es beim Einsatz von Ausbauasphalt bei der Herstellung von Asphaltmischgut der Fall ist.

Der Begriff „**Wiederverwendung von Asphalt**“ spiegelt damit die höchste Stufe des Recycling wieder, also die Verarbeitung von Asphalt wieder zu (Heiß-) Asphalt und zeigt damit einerseits die Erfüllung der Forderung des KrW-/IAfG nach **höchstwertiger** Verwertung und andererseits die technische und qualitative Gleichwertigkeit des so entstandenen Produktes.

1. Allgemeines



Die Produktion von Asphaltmischgut lag in der Bundesrepublik Deutschland bis zur Wiedervereinigung im Jahre 1990 jährlich bei ca. 40 Mio. t (Bild 1.1). Im Jahre 1994 wurde ein Produktionsmaximum mit 69 Mio. t erreicht, im Jahre 2006 wurden 57 Mio. t Asphaltmischgut produziert. Die Wiederverwendungsmenge von Ausbaupasphalt im Asphaltmischgut ist von 0,3 Mio. t im Jahre 1982 auf ca. 11,5 Mio. t in den letzten Jahren angestiegen.

Die Wiederverwendungsrate von Ausbaupasphalt im heißen Asphaltmischgut ist von etwa 40 % im Jahre 1987 auf 82 % im Jahre 2006 gestiegen. Das ist im Wesentlichen zurückzuführen auf:

- Verbesserung bei der getrennten Gewinnung (Fräsen, gegebenenfalls Nachbrechen und Lagerung),
- verbesserte Technologien zur Erhöhung der Zugabemengen,
- verstärkte Berücksichtigung des Wiederverwendens in den Regelwerken und Bauverträgen,
- flächenhafte Verbreitung und Verbesserung von Zugabevorrichtungen für Asphaltgranulat.

Im Jahre 1993 wurden knapp 60 % des Ausbaupasphaltes für die Herstellung von Asphalttragschichtmaterial wiederverwendet. Bei der Verlagerung der Straßenbauaktivitäten vom Neubau zu Erhaltungsbaumaßnahmen wird der Bedarf an Asphalttragschichten weiter zurückgehen und damit das Wiederverwenden in Mischgut für Asphaltbinder- und Asphaltdeckschichten an Bedeutung gewinnen.

Um auch weiterhin die anfallenden Mengen an Ausbaupasphalt hochwertig und möglichst vollständig verwenden zu können, müssen höhere Anforderungen an das Ausbaumaterial gestellt werden. Die zunächst einzige Anforderung an die Gesteinskörnungen – dass eine Güteüberwachung bei der Erst-Verwendung durchgeführt worden ist – reicht nicht mehr aus. Vielmehr müssen jetzt die Eigenschaften der Gesteinskörnungen und die einzuhaltenden Qualitätsparameter des verwendeten Bindemittels einzeln und gemeinsam vorliegen und bewertet werden, damit die Ausbaumaterialien zielgerichtet auch bei der Herstellung von Mischgut für Asphaltbinder- und Asphaltdeckschichten eingesetzt werden können.

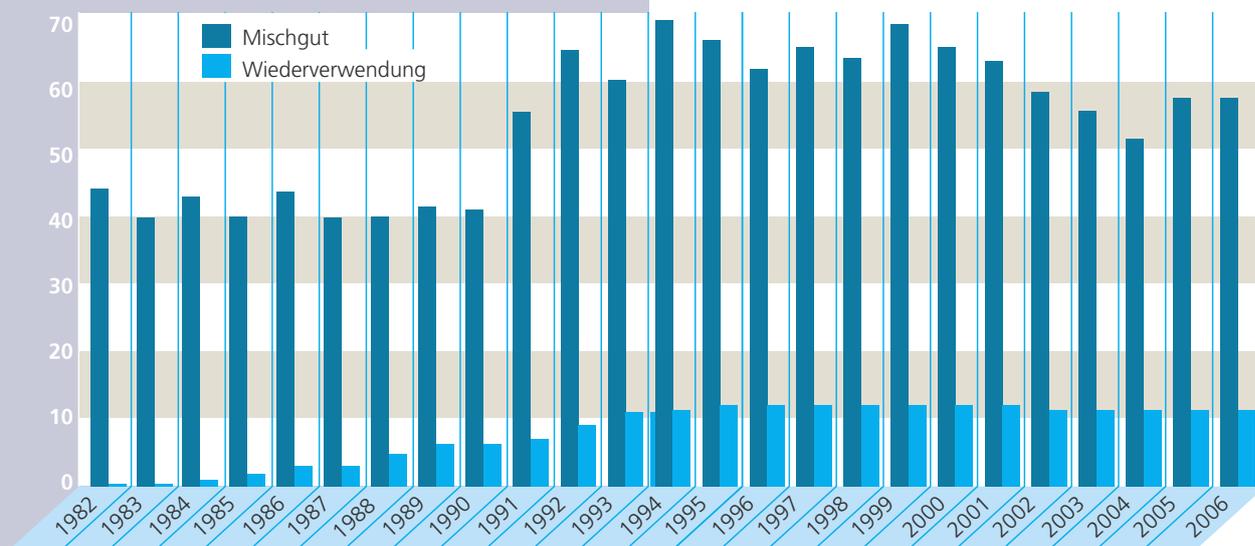


Bild 1.1: Asphaltproduktion und Asphaltwiederverwendung in Deutschland in Mio. t in den Jahren 1982 bis 2006



Diesen sich wandelnden Anforderungen an das Ausbaumaterial wurde dadurch Rechnung getragen, dass die „Technischen Lieferbedingungen für Asphaltgranulat“, Ausgabe 2006 (TL AG-StB 06) überarbeitet wurden und die im „Merkblatt für die Verwertung von Asphaltgranulat“, Ausgabe 2000 eingeführten Regelungen der Zugabemengen nun Bestandteil der TL Asphalt-StB 07 geworden sind. Mit der Einführung der zwingend notwendigen Anwendung dieser Regelwerke ist sichergestellt, dass Asphaltgranulat den Anforderungen sowohl zur Zugabe in größeren Mengen bei der Herstellung von Heißmischgut für Asphalttragschichten als auch zur Zugabe für Asphaltbinder- und Asphaltdeckschichten genügt, ohne dass es zu Qualitätseinbußen hinsichtlich der Materialeigenschaften im resultierenden Asphaltmischgut kommt.

Eine hochwertige Verwendung von Asphaltgranulat in den Asphaltbinder- und Asphaltdeckschichten setzt selbstverständlich eine genaue und gewissenhafte **„Asphaltgranulatwirtschaft“** voraus, die sich von der Ausbaustelle bis zur Asphaltmischanlage erstreckt. Da beispielsweise nur Asphaltgranulat aus Asphaltdeckschichten wieder in neu herzustellende Asphaltdeckschichten mit verwendet werden darf, muss schon an der Ausbaustelle sichergestellt werden, dass schichtenweise ausgebaut und das Material separiert gelagert wird. Diese Forderung kann zielsicher nur dann erreicht werden, wenn bereits in der Leistungsbeschreibung der schichtenweise Ausbau der Asphalt-schichten gefordert wird.

Um auch in der Zukunft verantwortungsvoll Asphaltrecycling betreiben zu können, ist eine kontinuierliche Auseinandersetzung mit diesem Thema innerhalb der Arbeits- und Forschungsgremien unabdingbar. So werden beispielsweise zukünftig vermehrt Asphalte in temperaturabgesenkter Bauweise hergestellt. Dazu werden speziell modifizierte Bitumen oder Zusätze eingesetzt, mit deren Wiederverwendung bisher wenig Erfahrungen vorliegen und die vertragliche Behandlung (z. B. die Festlegung einer Toleranz für den Erweichungspunkt Ring und Kugel) noch nicht generell gelöst ist. Weitere Hinweise hierzu wird der DAV-Leitfaden zur Temperaturabsenkung enthalten, der voraussichtlich Anfang 2009 erscheinen wird.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Zielvorgaben des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes auf der einen und die Erfordernisse für wirtschaftliches Handeln auf der anderen Seite die bestimmenden Elemente für eine möglichst hochwertige Verwendung von Ausbauasphalt sind und diese – unter Beachtung der Qualitätskriterien – auch bei möglichst hohen Zugabemengen weiterhin gelten.



2. Rechtliche Grundlagen

Die Wiederverwendung von Asphalt erfolgt nicht nur nach bautechnischen Aspekten, sondern muss auch den Anforderungen des Umweltrechtes genügen.

2.1 Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz

Allgemeines

Im Jahre 1996 ist das **Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz** (KrW-/AbfG) in Kraft getreten und hat das Abfallgesetz aus dem Jahre 1986 ersetzt. Identische oder ähnliche Landesgesetze gibt es in allen Bundesländern.

Das Gesetz, das vor dem Hintergrund der Harmonisierung einzelstaatlicher Regelungen zu einem europaweiten Abfallrecht geschaffen wurde, ist von so allgemeiner Bedeutung, dass für die betroffenen Wirtschaftszweige Ausführungsbestimmungen erforderlich wurden. Einzelregelungen zur Wiederverwertung/Wiederverwendung von Abfällen/Ausbaustoffen enthält das Gesetz nicht. Diese werden in Verordnungen, deren Rechtsgrundlage das KrW-/AbfG ist, formuliert.

Neben dem KrW-/AbfG und seinen Verordnungen sind beim Wiederverwerten/Wiederverwenden von Asphalt die von der Ländergemeinschaft Abfall (**LAGA**) herausgegebenen „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen – Technische Regeln“ die Grundlagen für Landesregelungen.

Die Technischen Regeln der LAGA können als ein Bindeglied zwischen Abfallrecht und Wiederverwendung von Baustoffen angesehen werden, da dort die Anforderungen des KrW-/AbfG an mineralische Reststoffe/Abfälle genannt werden. Beiden Regelwerken ist der Grundgedanke gemeinsam, Reststoffe bzw. Abfälle nach Möglichkeit in den Stoffkreislauf zurückzuführen und zu verwerten.

Das KrW-/AbfG übernahm den europäischen Abfallbegriff und hat damit die sprachliche Verwirrung beendet, die durch die Begriffe „Abfall“, „Wirtschaftsgut“, „Wertstoff“, „Reststoff“, „Rückstand“ und „Sekundärrohstoff“ in der Vergangenheit bestand.

Die Umsetzung des KrW-/AbfG bedeutet, dass nur noch nach **„Abfällen zur Verwertung“** und nach **„Abfällen zur Beseitigung“** unterschieden wird. Darüber hinaus gilt, dass die **Abfallvermeidung** Vorrang vor der Abfallverwertung hat.

Die mehrfache Verwendbarkeit bei technischer Langlebigkeit war der Einstieg in die Kreislaufwirtschaft, der auch in Zukunft eine entscheidende Bedeutung zukommt. Unabhängig davon, dass nach wie vor der Abfallvermeidung eindeutige Priorität zugemessen wird, sollen weiterhin „Abfälle zur Verwertung“, d. h. Abfälle, die einer schadlosen und ordnungsgemäßen Verwertung zugeführt werden können, im Wirtschaftskreislauf gehalten werden. Für Asphalt trifft das im besonderen Maße zu. „Abfälle zur Beseitigung“ sind hiernach solche Abfälle, die nicht ordnungsgemäß und schadlos verwertet werden können und einer Entsorgung/Beseitigung zugeführt werden müssen.

Das KrW-/AbfG verfolgt konsequent den bereits mit dem Abfallgesetz aus dem Jahre 1986 eingeschlagenen Weg zu mehr Eigenverantwortung der Wirtschaft für die Vermeidung, Verwertung und Entsorgung von Abfällen aus Produktion und Konsum. Das Verursacherprinzip und die Einführung von Grundpflichten für die Erzeuger und Besitzer von Abfällen (§§ 4ff. KrW-/AbfG: Abfallvermeidungspflicht, Abfallverwertungspflicht und Abfallbeseitigungspflicht) soll Wirtschaft und Verbraucher anhalten, „vom Abfall her zu denken“.



Baubereich

Das KrW-/AbfG beeinflusst auch den Baubereich in ganz erheblichem Maße.

§ 3, Absatz 1 KrW-/AbfG (Begriffsbestimmungen):
„Abfälle im Sinne dieses Gesetzes sind alle beweglichen Sachen, die unter die in Anhang 1 aufgeführten Gruppen fallen und deren sich ihr Besitzer entledigt, entledigen will oder entledigen muss. Abfälle zur Verwertung sind Abfälle, die verwertet werden; Abfälle, die nicht verwertet werden, sind Abfälle zur Beseitigung.“

Aus dem Anhang zum KrW-/AbfG geht hervor, dass neben einer Reihe von dort genannten Produkten, Stoffen und Rückständen alle nicht näher beschriebenen Produktions- oder Verbrauchsrückstände Abfall sind. Per Gesetzestext ist Ausbauasphalt demnach Abfall – unterliegt also dem KrW-/AbfG.

In mehreren Bundesländern gibt es Regelungen, dass die Abfalleigenschaft endet, wenn ein Stoff ordnungsgemäß und nicht umwelt- oder gesundheitsgefährdend verwertet wird sowie einer unabhängigen Güteüberwachung unterliegt. Das ist bei Ausbauasphalt der Fall.

Die Technischen Regeln der LAGA lehnen sich an die Definitionen des KrW-/AbfG an. Positiv ist anzumerken, dass diese Technischen Regeln den Begriff „Wiederverwendung“ als „wiederholte Benutzung eines Stoffes/Produktes für den gleichen Verwendungszweck“ definieren.

In den allgemeinen LAGA-Anforderungen ist folgender Grundsatz enthalten:

*„Der für die Verwertung vorgesehene Reststoff/Abfall muss die Funktion des Primärrohstoffes übernehmen, um die an ihn zu stellenden technischen Anforderungen möglichst weitgehend erfüllen zu können. Begründete Abweichungen sind zulässig. Die technischen Anforderungen sind durch die jeweiligen Anwender, beispielsweise durch die **Straßenbauverwaltung** oder durch die **Bergbehörden**, vorzugeben.“*

Im Bereich des Straßenbaues geschieht dies durch Vertragsbedingungen, Richtlinien und Merkblätter, die von den Verbänden der Straßenbauwirtschaft mit erarbeitet werden.

Nach § 37 KrW-/AbfG sind alle Behörden des Bundes sowie die der Aufsicht des Bundes unterstehenden juristischen Personen des öffentlichen Rechts verpflichtet, durch ihr Verhalten die Kreislaufwirtschaft zur Scho-

nung der natürlichen Ressourcen und die Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen zu fördern. Beispielsweise ist im Bayerischen Abfallwirtschaftsgesetz (BayAbfG) im Artikel 2, Absatz 1 eine vergleichbare Verpflichtung festgelegt. Demnach sind Ausbauasphalt und teer-/pechhaltige Straßenausbaustoffe grundsätzlich, soweit wirtschaftlich zumutbar, einer geeigneten Anlage zur Aufbereitung zuzuführen, um den Vorgaben einer **möglichst hochwertigen** und umweltverträglichen Verwertung gerecht zu werden. Die wirtschaftliche Zumutbarkeit ist gegeben, wenn die mit der Verwertung verbundenen Kosten nicht außer Verhältnis zu den Kosten stehen, die für eine Abfallbeseitigung zu tragen wären (§5(2)-(4) KrW-/AbfG).

Für die Behandlung von Asphalt im Sinne des KrW-/AbfG heißt das:

Die Straßenbauverwaltungen haben vertragliche und technische Voraussetzungen zu schaffen, die das Verwenden von Ausbauasphalt **auf möglichst hohem Niveau** sicherstellen. Dies ist in den letzten beiden Jahrzehnten bundesweit umgesetzt worden.

Alle Straßenbauverwaltungen sind vorrangig vom Gesetzgeber verpflichtet, das Wiederverwenden von Straßenausbaustoffen zu fördern; dazu gehört auch die Trennung zwischen Ausbauasphalt und anderen Straßenausbaustoffen.

Grundsätzliche Voraussetzung für das Wiederverwenden von Ausbauasphalt ist dessen bau-technische Eignung.



2. Rechtliche Grundlagen

2.2 Verordnungen zum Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz

Zur Ausführung des KrW-/AbfG hat die Bundesregierung im Herbst 1996 sieben Verordnungen erlassen, die in der Zwischenzeit teilweise zurückgezogen, ersetzt und geändert worden sind.

Zum 1. Februar 2007 sind neue abfallrechtliche Regelungen durch ein neues Gesetz und eine entsprechende Verordnung zur Vereinfachung der abfallrechtlichen Überwachung in Kraft getreten. Beide Regelwerke haben zum Ziel, die Abfallbehörden sowie die betroffene Wirtschaft von Bürokratie zu entlasten und gleichzeitig die Effizienz der abfallrechtlichen Überwachung zu stärken.

Im „**Gesetz zur Vereinfachung der abfallrechtlichen Überwachung**“ vom 15. Juli 2006 werden im Artikel 1 (Änderung des KrW-/AbfG) bestimmt und geregelt:

- Neue Begrifflichkeiten (gefährliche und nicht gefährliche Abfälle),
- EG-rechtlich vorgegebene Abfallregister,
- Struktur und wesentliche Pflichten zur Nachweisführung,
- Streichung betrieblicher Abfallwirtschaftskonzept- und Bilanzpflichten,
- Überwachungsrechtliche Privilegierung von Qualitätsmanagementsystemen,
- Überwachungsrechtliche Privilegierung der Produktverantwortung,
- Verordnungsermächtigungen zur Einführung elektronischer Kommunikationstechniken.

Damit sind insbesondere die Abfallwirtschaftskonzept- und -bilanzverordnung (AbfKoBiV) vom 13. September 1996 und die Bestimmungsverordnung überwachungsbedürftiger Abfälle zur Verwertung (Bestü-VAbfV) vom 10. September 1996 aufgehoben.

Die notwendigen Folgeänderungen in anderen Regelungsbereichen treffen die Artikel 2 ff. des Gesetzes zur Vereinfachung der abfallrechtlichen Überwachung.

Angepasst werden darüber hinaus u. a.:

- Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung,
- Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen,
- Abfallverzeichnisverordnung,
- Transportgenehmigungsverordnung,
- Deponieverordnung.

Die für den Vollzug erforderlichen Konkretisierungen zu den Neuregelungen enthält die „**Verordnung zur Vereinfachung der abfallrechtlichen Überwachung**“ vom 20. Oktober 2006. Im Artikel 1 dieser Verordnung wird die „**Verordnung über Verwertungs- und Beseitigungsnachweise**“ (Nachweisverordnung – NachwV) vom 10. September 1996 vollständig neu gefasst. Diese Neufassung trifft insbesondere die erforderlichen Konkretisierungen zu Form und Inhalt der Abfallregister. Die weiteren Artikel 2 ff. der Verordnung zur Vereinfachung der abfallrechtlichen Überwachung enthalten die notwendigen Folgeänderungen in anderen Rechtsverordnungen.

Zu den Neuregelungen ist im Rahmen der Bund/Länder-Arbeitsgruppe „Vereinfachung des abfallrechtlichen Überwachungsverfahrens“ eine „**Vollzugshilfe zum novellierten Nachweisrecht**“ (Endfassung vom 26. Januar 2007) erarbeitet worden.

Sie versteht sich als sach- und fachkundige Kommentierung der neuen nachweisrechtlichen Bestimmungen. Sie soll dabei helfen, die bei der Anwendung des neuen Rechts auftauchenden Fragen und Probleme zu lösen. Ihr kommt keinerlei rechtliche Verbindlichkeit zu; die Erfahrung zeigt aber, dass die Verwaltungspraxis sich oft daran hält. Nach der grundgesetzlichen Kompetenzordnung ist es Angelegenheit der für den Vollzug des novellierten Nachweisrechts zuständigen Länder, zu entscheiden, ob, inwieweit und in welcher Weise sie die Vollzugshilfe zum novellierten Nachweisrecht in ihrem Zuständigkeitsbereich einführen. Die nach Landesrecht für den Vollzug des Nachweisrechts zuständigen Behörden können hierüber Auskunft geben.

2.3 Bauvertragliche Regelungen



Bereits seit dem Jahre 1988 sehen die in der Vergabe- und Vertragsordnung (VOB)/Teil C enthaltenen **Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen für Bauleistungen** (ATV) in den **Allgemeinen Regelungen für Bauarbeiten jeder Art** (ATV DIN

18299) das Wiederverwenden (Recycling) gebrauchter Stoffe und Bauteile vor. Gebrauchte Stoffe und Bauteile sind bei Erfüllung der entsprechenden Güteanforderungen den ungebrauchten Stoffen gegenüber gleichwertig.

Der **Auftraggeber** hat bei der Aufstellung der Leistungsbeschreibung Folgendes nach den **ATV DIN 18299**, Ausgabe 2006 besonders zu beachten:

Der **Auftragnehmer** wird bezüglich der Wiederverwendung in den **ATV DIN 18299** und **ATV DIN 18317**, jeweils in den Ausgaben Oktober 2006, sowie in den „**Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Verkehrsflächen aus Asphalt**“, Ausgabe 2007 (ZTV Asphalt-StB 07) und den „**Technischen Lieferbedingungen für Asphaltmischgut für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen**“, Ausgabe 2007 (TL Asphalt-StB 07) wie folgt eingebunden:

- Nach Abschnitt 0.1.20 sind unter den Angaben zur Baustelle auch Art und Umfang von Schadstoffbelastungen, z. B. des Bodens, der Gewässer, der Luft, der Stoffe und Bauteile zu benennen.
- Nach Abschnitt 0.2.9 sind unter den Angaben zur Ausführung auch Aussagen zur Verwendung oder Mitverwendung von wiederaufbereiteten (Recycling-) Stoffen zu machen.
- Nach Abschnitt 0.2.10 sind Anforderungen an wiederaufbereitete (Recycling-)Stoffe und Bauteile zu beschreiben.

- Nach den **ATV DIN 18299**, Abschnitt 2.3.1 müssen Stoffe und Bauteile, die der Auftragnehmer zu liefern und einzubauen hat, die also in das Bauwerk eingehen, ungebraucht sein. Wiederaufbereitete (Recycling-)Stoffe gelten als ungebraucht, wenn sie für den jeweiligen Verwendungszweck geeignet und aufeinander abgestimmt sind (siehe auch Abschnitt 2.1.3 der ATV DIN 18299).
- Nach den **ATV DIN 18317**, Abschnitt 2.1.4.1 bleibt die Zusammensetzung des Mischgutes dem Auftragnehmer überlassen. Er hat dabei



2. Rechtliche Grundlagen

2.3 Bauvertragliche Regelungen

Der Auftraggeber	Der Auftragnehmer
	<p>die Angaben des Auftraggebers zum Verwendungszweck, zu den Verkehrsmengen und -arten, klimatischen Einflüssen und örtlichen Verhältnissen zu berücksichtigen. Entsprechend Abschnitt 2.1.3 dieser ATV darf aus Ausbauasphalt gewonnenes Asphaltgranulat mit verwendet werden, wenn die Gesteinskörnungen den Anforderungen der Technischen Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau (TL Gestein-StB) entsprechen. Das Bindemittelgemisch des mit Asphaltgranulat hergestellten Asphalttes muss geeignet sein.</p> <ul style="list-style-type: none">■ Nach den ZTV Asphalt-StB 07, Abschnitt 2.3.2 hat der Auftragnehmer die Eignung der vorgesehenen Baustoffe und der Baustoffgemische nachzuweisen. Im Eignungsnachweis müssen deshalb zur Zusammensetzung und zu den im Rahmen der Erstprüfung nach den TL Asphalt-StB 07 durchgeführten Prüfungen bei Mitverwendung von Asphaltgranulat angegeben werden: die Art und Menge in M.-%, der Erweichungspunkt Ring und Kugel des zurückgewonnenen Bindemittels aus dem Asphaltgranulat sowie der Erweichungspunkt Ring und Kugel am resultierenden Bindemittelgemisch, der sich bei Verwendung von Asphaltgranulat ergibt.



Es wurde bereits darauf hingewiesen, dass die Straßenbaulastträger die Pflicht zur Verwendung gebrauchter Baustoffe (§ 37 KrW-/AbfG) haben, wenn diese als technisch und umweltverträglich gleichwertige Materialien zur Verfügung stehen. Deshalb beschreibt der Bundesminister für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) als Heraus-

geber des „**Handbuches für die Vergabe und Ausführung von Bauleistungen im Straßen- und Brückenbau**“ (HVA B-StB) im Teil 1 „Richtlinien für das Aufstellen der Vergabeunterlagen“ in den Bewerbungsbedingungen/E2 (Muster 1.0-1, Stand: März 2006) ergänzend zur Ziffer 5 „**Nebengebote**“ Folgendes:

1. Nebenangebote mit negativen Preisen werden nur gewertet, wenn die betroffene OZ (Position) als Pauschale angeboten wird.
2. Nebenangebote über eine kostengünstigere oder umweltverträglichere Vermeidung, Wiederverwendung, Wiederverwertung oder Beseitigung von Abfällen gemäß KrW-/AbfG sind ausdrücklich erwünscht.
3. Wird für die Verwertung bzw. Beseitigung der Abfälle eine andere als in der Leistungsbeschreibung genannte Lösung der Verwertung bzw. Beseitigung angeboten, hat der Bieter mindestens nachzuweisen, dass
 - die vorgesehene Anlage die Berechtigung zur Verwertung und Beseitigung sowie zur Aufnahme des Abfalls besitzt und der Betreiber rechtsverbindlich bestätigt hat, dass er die Abfälle annehmen wird,
 - die Bestätigung der Abfallwirtschaftsbehörde vorliegt,
 - die Kosten der Abfallverwertung in den Einheitspreisen eingerechnet sind,
 - die erforderliche Transportgenehmigung (§ 49 Abs.1 Nr.2 KrW-/AbfG) vorliegt.

Für die Abfallbeseitigung sind die Gebühren zu benennen, die vom Auftraggeber unmittelbar zu tragen sind. Die Erklärungen und Nachweise sind mit dem Nebenangebot vorzulegen.

Zusammenfassend betrachtet lassen die neuen Vertragsbedingungen Möglichkeiten zu, die sowohl den Vorstellungen des Gesetzgebers als auch den Qualitätsansprüchen und den ökonomischen Erfordernissen des Auftraggebers, des Auftragnehmers und des Mischgutherstellers gerecht werden. Die neuen Regelwerke sind so aufeinander abgestimmt, dass ihre Anwendungen zwingend gegeben sind und der Einsatz von Asphaltgranulat nicht nur bei der Herstellung von Mischgut für Asphalttragschichten, sondern auch für Asphaltbinder- und Asphaltdeckschichten zum Stand der Technik geworden ist.



3. Stand der Forschung

3.1 Wiederverwenden in Asphalttragschichten

Die Weiterentwicklung des Wiederverwendens von Ausbauasphalt in der Praxis wird weiterhin durch Forschungsarbeiten begleitet. Wissenschaftliche Untersuchungen stellen sicher, dass Eignung und Nutzungsdauer von mit Ausbauasphalten hergestellten Mischgütern und -sorten nicht nachteilig beeinflusst werden.

Wichtiger Gegenstand der Untersuchungen des Einsatzes von Ausbauasphalt ist die Gleichmäßigkeit des resultierenden Mischgutes. Dabei geht es allgemein um die Zusammensetzung/Eigenschaften

- der neuen Gesteinskörnungsgemische,
- der neuen Bindemittel,
- des Ausbauasphaltes und

wie Ungleichmäßigkeiten im Hinblick auf die Gebrauchseigenschaften vermieden werden können.

Bereits im Jahre 1988 wurden am Institut für Straßen- und Eisenbahnwesen der Universität Karlsruhe die Auswirkungen von Ausbauasphalten auf das Langzeitverhalten von Asphalttragschichten untersucht. Dabei wurde Asphalttragschichtmischgut mit 30 M.-% Ausbauasphalt aus Asphaltbinder- und Asphaltdeckschichten mit einem Referenzmischgut aus 100 M.-% neuen Baustoffen verglichen. Das Verhalten bei tiefen Temperaturen ($< -20\text{ °C}$) wurde mit Abkühlversuchen ermittelt. Die Bruchtemperatur der Asphalttragschicht mit Ausbauasphalt war bei höherer kryogener (abkühlungsbedingter) Zugspannung etwas niedriger als beim Mischgut ohne Ausbauasphalt. Daraus kann geschlossen werden, dass Ausbauasphalt das Kälteverhalten von Asphalttragschichten nicht negativ beeinflusst. Die Ermittlung der Zugfestigkeitsreserve durch Kälteuntersuchungen ist im Bild 3.1 beispielhaft dargestellt.

Das Verhalten bei 20 °C wurde mit dem dynamischen Biegezugversuch ermittelt. Die Versuchsergebnisse deuten auf eine Verlängerung der Gebrauchsdauer des Materials mit Ausbauasphalt gegenüber einer Asphalttragschicht aus 100 M.-% neuen Baustoffen hin. Im höheren Prüf-Temperaturbereich von 45 °C wurden dynamische Kriechversuche an Bohrkernen durchgeführt, die zu keinem Unterschied bei der Beurteilung der beiden Tragschichtvarianten geführt haben.

Die Gleichmäßigkeit der Verteilung des Asphaltgranulates und eine eventuelle Doppelumhüllung der Ausbauasphaltstücke mit Bindemittel im resultierenden Mischgut wurde mit optisch-mineralogischen Verfahren beurteilt. Dabei konnte gezeigt werden, dass sich Ausbauasphaltstücke bei der Kaltzugabe zwar nicht auflösen aber dennoch vollständig mit den neuen Baustoffen verbunden werden und eine gleichmäßige Verteilung aufweisen. Der Verlauf der beim dynamischen Biegezugversuch entstandenen Bruchzonen steht in keinem unmittelbaren Zusammenhang mit der Verteilung des Ausbauasphaltes im Probekörper, siehe Bild 3.2.

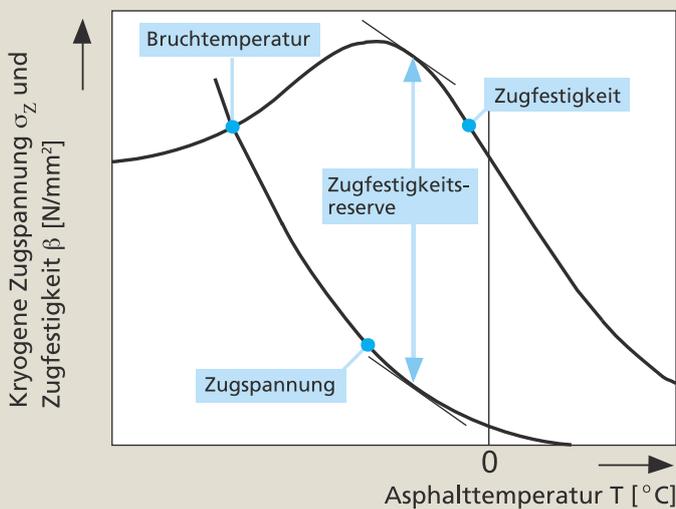


Bild 3.1: Prinzip der kryogenen (abkühlungsbedingten) Zugspannung, Zugfestigkeit und Zugfestigkeitsreserve in Abhängigkeit von der Asphalttemperatur

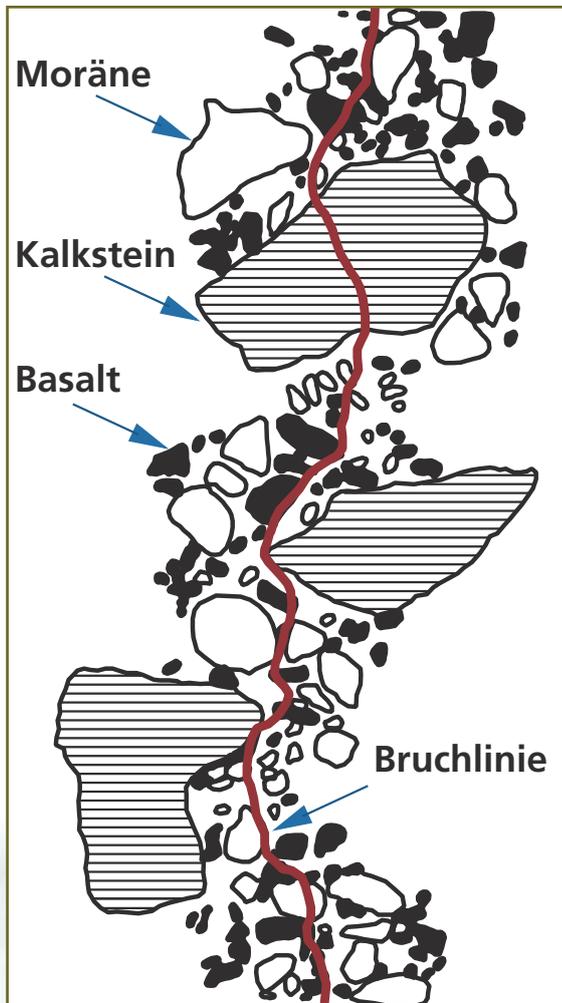


Bild 3.2: Die Bruchzone im Probekörper steht in keinem unmittelbaren Zusammenhang mit der Verteilung des Ausbausphaltes – der Basalt stammt aus dem Ausbausphalt, Moräne und Kalkstein sind neue Gesteinskörnungen

Festgestellt wurde, dass bei höheren Zugabemengen außer der Eignung und der Gleichmäßigkeit des Ausbausphaltes die Art der Erwärmung des Asphaltgranulates an Bedeutung für das resultierende Mischgut gewinnt.

Ob und inwieweit diese aus Laborprüfungen abgeleiteten Aussagen mit der Realität tatsächlich übereinstimmen, war offen. Ziel des Forschungsvorhabens **„Bewährung von Asphaltkonstruktionen mit hohen Anteilen an Ausbausphalt“** war es daher, Unsicherheiten anhand bereits bestehender, seit mindestens 5 Jahren unter Verkehr liegender Untersuchungsstrecken mit hohen Anteilen an Ausbausphalten in Asphalttragschichten zu klären. Nach dem Informationsbericht aus dem Jahre 1998 haben die praktischen Untersuchungen die im Laboratorium erzielten Ergebnisse bestätigt, dass Mischgut mit Zusatz von Asphaltgranulat einem Mischgut aus ausschließlich neuen Baustoffen bei entsprechender Sorgfalt in der Auswahl des Ausbausphaltes und der neuen Baustoffe gleichwertig sein kann.



3.2 Wiederverwenden in Asphaltbinder- und Asphaltdeckschichten

Aufbauend auf den positiven Erfahrungen der Untersuchungen über das Langzeitverhalten von Ausbauasphalt in Asphalttragschichten wurden im Jahre 1989 vergleichbare Untersuchungen an Asphaltbinder- und Asphaltdeckschichten ebenfalls am Institut für Straßen- und Eisenbahnwesen der Universität Karlsruhe durchgeführt. Der Einfluss der Zugabe von kaltem und erwärmtem Asphaltgranulat auf die Gleichmäßigkeit und die mechanischen Eigenschaften standen im Mittelpunkt dieser Untersuchungen. Die Zugabemengen lagen für Asphaltbindermischgut bei 25 M.-% und für Asphaltbetonmischgut bei 20 M.-%. Der Bezug zur Praxis wurde dadurch sichergestellt, dass sämtliche Untersuchungen ausschließlich an Asphalten durchgeführt wurden, die in einer Mischanlage hergestellt und in einer Versuchsstrecke eingebaut waren.

Das mechanische Verhalten bei tiefen Temperaturen, das anhand der Zugfestigkeit und kryogenen Zugspannungen überprüft wurde, hatte sich durch die Zugabe von Ausbauasphalt in kaltem oder vorerwärmten Zustand praktisch nicht verändert. Im wegeregelten dynamischen Biegeversuch wurden sowohl

bei den Asphaltbinderschichten als auch bei den Asphaltdeckschichten durch die Zugabe von Ausbauasphalt keine Unterschiede festgestellt.

Mit mineralogischen Untersuchungen wurde bei allen Versuchsvarianten eine weitgehende Gleichmäßigkeit zwischen Ausbauasphalt und neuem Mischgut festgestellt. Auch bei Asphaltbinder- und Asphaltdeckschichten stehen die bei Biegeversuchen entstandenen Bruchzonen in keinem unmittelbaren Zusammenhang mit der Verteilung des Ausbauasphaltes. Die Varianten mit Vorerwärmung des Ausbauasphaltes wurden bezüglich Homogenität und mechanischem Verhalten nicht positiver beurteilt als die Varianten mit kalter Zugabe.

Die Auswirkungen von „**Hohen Granulatanteilen in Asphaltdeckschichten**“ wurden danach in den Jahren 1992/1993 umfassend am Institut für Straßenwesen der TU Braunschweig sowohl im Labormaßstab, im halbtechnischen Maßstab als auch im großtechnischen Maßstab untersucht. Wesentliche Aussagen aus diesen Untersuchungen sind:





Zwei getrennte Doseure für die Zugabe von Asphaltgranulat bei der Herstellung von Asphaltmischgut für Asphalttragschichten einerseits und Asphaltbinder- und Asphaltdeckschichten andererseits

- Bei und nach der Herstellung von Asphalten mit Ausbauasphalt kam es zu keinem Viskositätsausgleich der beteiligten Bindemittel. Ein solcher Ausgleich, der zu einem resultierenden Bitumen führen würde, ist nur bei direktem Vermischen weicherer und härterer Bitumen oder bei Untersuchungen im Straßenbaulabor zu erwarten.
- Es war kein systematischer Zusammenhang zwischen der maximalen Stückgröße von Asphaltgranulat und der Gleichmäßigkeit des resultierenden Asphaltmischgutes nachzuweisen.
- Höhere Zugabeanteile an Ausbauasphalt machten Asphaltbetone signifikant leichter verdichtbar.
- Die Gefahr kältebedingter Risse in Asphaltbetonen wurde durch weichere Zusatzbitumen verringert.

Die Forschungsarbeit **„Wirksamkeit der Zugabe von Asphaltgranulat auf die mechanischen Eigenschaften von Asphaltdeckschichten“** wurde vom durchführenden Institut für Straßenwesen der TU Braunschweig so aufgebaut, dass – ausgewählt an einem Asphaltbeton O/11 S – performance-orientierte Prüfungen durchgeführt wurden, wobei folgende Einflussparameter variiert wurden:

- Asphaltgranulathärte (Erweichungspunkte Ring und Kugel: 56 °C, 69 °C),
- Zugabeanteil (Anteile: 20 M.-%, 40 M.-%),
- Zugabeverfahren (Warmzugabe, Kaltzugabe),
- Nachmischzeit (Zeiten: 30 s, 90 s, 180 s)
- Feuchtegehalt des Asphaltgranulates (natürlicher Wassergehalt, 3 % Feuchte).

Die Ergebnisse wurden im Jahre 2004 veröffentlicht und zeigen, dass die Mitverwendung von Asphaltgranulat in Asphaltbetondeckschichten ohne Qualitätseinbußen möglich ist. Dies gilt nicht nur für die herkömmlich bestimmbar Parameter der Zusammensetzung und der Hohlraumeigenschaften. Auch die systematisch durchgeführten performance-orientierten Untersuchungen

- **Verdichtbarkeit** über die Bestimmung des Verdichtungswiderstandes,
- **Verformungswiderstand** in der Wärme mittels Spurbildungstests und Druck-Schwellversuchen, Rissverhalten in der Kälte durch Zug- und Abkühlversuche sowie
- **Ermüdungseigenschaften** durch Zug-Schwellversuche

lassen erkennen, dass die Verwendung des Asphaltgranulates keine einseitige Verschiebung der Gebrauchseigenschaften „zur kalten oder warmen Seite“ in Abhängigkeit von der Granulathärte bewirkt. Es wird vielmehr erkennbar, dass die Zugabe des harten Asphaltgranulates sich sogar positiv auf das Kälte- und Ermüdungsverhalten auswirkt. Möglichen Einfluss auf diese Ergebnisse hat gegebenenfalls die sich einstellende Doppelumhüllung der Gesteinskörner. Ein weiterer Grund für die positive Beeinflussung der Mischguteigenschaft liegt sicher auch in der Affinität des Altbitumens an den Gesteinskörnern.

Von besonderer Bedeutung hat sich im Rahmen dieser Forschungsarbeit die Dauer der Nachmischzeit herausgestellt. Obwohl sich die Labortechnik nicht mit der großtechnischen Mischanlage vergleichen lässt, ist auch an der Mischanlage größte Sorgfalt auf eine entsprechende Nachmischzeit und damit verbundene Homogenisierung zu legen. Dies gilt vor allem für die Erwärmung des Asphaltgranulates durch die heißen Gesteinskörnungsgemische.

3. Stand der Forschung

3.2 Wiederverwenden in Asphaltbinder- und Asphaltdeckschichten



Das Ziel des Forschungsprojektes **„Einfluss der Zugabe von Ausbauasphalt in Asphaltbindermischgut mit PmB 45“** war die Beantwortung der Fragestellung, welchen Einfluss die Zugabe von Asphaltgranulaten mit oder ohne PmB auf die mechanischen Eigenschaften eines verdichteten Asphaltbindermischgutes 0/16 S mit PmB 45 ausübt. Dazu wurden die Asphaltbinder mit zwei PmB 45 A unterschiedlicher Produzenten hergestellt, wobei die Bindemittel so ausgewählt wurden, dass das Gesamtspektrum der Eigenschaften der marktgängigen PmB 45 A erfasst wurde. Gegenstand der systematischen Variationen waren die Asphaltgranulatqualität (zum einen mit PmB, zum anderen mit Straßenbaubitumen), Zugabeanteile, Zugabetemperaturen und Nachmischzeiten. Insgesamt wurden 36 Asphaltbindervarianten mittels Doppelwellen-Zwangsmischer im labortechnischen Maßstab hergestellt. Prüftechnisches Instrumentarium waren Verdichtungsversuche zur Bestimmung des Verdichtungswiderstandes, Spaltzugversuche zur Überprüfung der Hafteneigenschaften, Spurbildungs- und dynamische Stempel Eindringversuche zur Ansprache der Verformungseigenschaften, Zugversuche bei unterschiedlichen Temperaturen und Abkühlversuche für die Überprüfung der Kälteflexibilität sowie einaxiale Zug-Schwellversuche zur Beurteilung der Ermüdungsresistenz.

Im Jahre 2007 wurden die Ergebnisse vom Institut für Straßenwesen der TU Braunschweig veröffentlicht mit folgendem Inhalt:

- Anhand der Eigenschaften der aus den Asphaltbindervarianten extrahierten Bindemittel lässt sich weder auf die zum Einsatz gekommene Asphaltgranulatqualität noch auf die mechanischen Eigenschaften des resultierenden Asphalt schließen. Sowohl der Erweichungspunkt Ring und Kugel als auch die elastische Rückstellung der extrahierten Bindemittel genügen den Anforderungswerten der TL PmB, Ausgabe 2001 in Verbindung mit den ZTV Asphalt-StB. Die elastische Rückstellung erreicht mehr als 50 %, auch wenn das Asphaltgranulat mit Straßenbaubitumen als Bindemittel eingesetzt wird.

- Gegen eine größere Zugabemenge an Asphaltgranulat sprechen keine Prüfergebnisse, im Gegenteil werden sogar sowohl das Verformungsverhalten als auch die Kälte- und Ermüdungseigenschaften bei einer größeren Zugabemenge (30 M.-% statt 15 M.-%) günstig beeinflusst.
- Als dominanter Einfluss auf die mechanischen Eigenschaften des resultierenden Asphaltmischgutes wurde die Nachmischzeit identifiziert. Eine Verlängerung der Nachmischzeit beeinflusst die Verformungs-, Kälte- und Ermüdungseigenschaften dahingehend positiv, dass bei langer Nachmischzeit praktisch gleichwertige, teilweise auch günstigere Eigenschaften erzielt werden als beim Asphaltbindermischgut ohne Asphaltgranulat-Zugabe. Dies wurde auch unabhängig von der Zugabetemperatur beim Einsatz von Asphaltgranulat mit Straßenbaubitumen festgestellt.
- Beim Einsatz des Asphaltgranulates mit PmB zeigen sich bei zu kurzen Nachmischzeiten Nachteile der Kälteflexibilität.

Zusammenfassend lassen die Ergebnisse aus allen zitierten Forschungsarbeiten die Zugabe von Asphaltgranulatanteilen in Mischgut für Asphaltbinderschichten und Asphaltdeckschichten zu. In der Praxis wurden bereits Asphaltgranulatanteile bis zu 50 M.-% bei der Herstellung von Mischgut für beide Schichten erfolgreich verwendet.

Voraussetzungen dafür sind:

- Die sorgfältige Gewinnung,
- eine funktionierende Eingangskontrolle,
- die separierte Lagerung,
- erweiterte Erstprüfungen sowie
- maschinen- und verfahrenstechnische Voraussetzungen an der Mischanlage.

4. Ausbauasphalt



Aufnehmen eines Schichtenpaketes mit dem Tieflöffel

Fällt Asphalt als Ausbaustoff im Straßenbau an, so ist er einer stofflichen Verwertung im Zuge von Straßenbaumaßnahmen zuzuführen. Die stofflich höchstwertige Verwertungsart, die grundsätzlich anzustreben ist, ist die Verwendung bei der Herstellung von neuem Asphaltmischgut, weil nur so das darin enthaltene Bindemittel Bitumen wieder als Bindemittel genutzt werden kann.

Das Asphaltgranulat ist dazu gemäß den „**Technischen Lieferbedingungen für Asphaltgranulat**“, Ausgabe 2006 (TL AG-StB 06) zu klassifizieren. Die Ermittlung der maximal möglichen Zugabemengen ist in den TL Asphalt-StB 07 geregelt. Weitere Hinweise gibt das „**Merkblatt für die Verwertung von Asphaltgranulat**“, Ausgabe 2000 (M VAG); eine Überarbeitung dieses Merkblattes ist im Jahre 2008 vorgesehen; hierauf wird in diesem Leitfaden – z. B. bei den Nomogrammen – bereits Bezug genommen.

Die Begriffe für die Wiederverwendung von Asphalt werden in den TL AG-StB 06 wie folgt erläutert:

- **Asphalt** ist ein technisch hergestelltes Gemisch aus Straßenbaubitumen oder bitumenhaltigen Bindemitteln und Gesteinskörnungen sowie gegebenenfalls weiteren Zuschlägen und/oder Zusätzen. Asphalt kommt in besonderer Zusammensetzung auch vereinzelt in der Natur vor.
- **Ausbauasphalt** ist Fräsasphalt oder Aufbruchasphalt.
- **Fräsasphalt** ist der durch Fräsen kleinstückig gewonnene Ausbauasphalt.
- **Aufbruchasphalt** ist der durch Aufbrechen/Aufnehmen eines Schichtenpaketes in Schollen gewonnene Ausbauasphalt (siehe Bild oben).
- **Asphaltgranulat** ist Ausbauasphalt, der durch Fräsen (gegebenenfalls mit anschließender zusätzlicher Zerkleinerung) oder durch Aufbrechen/Aufnehmen von Schollen mit anschließender Zerkleinerung in Stücke gewonnen wurde.

- Die **maximale Stückgröße U** des Asphaltgranulates entspricht der Nennweite der Prüfsieböffnung, durch die die größten Stücke gerade noch hindurchgehen.
- Die **Stückgrößenverteilung** ist die nach Kornklassen aufgegliederte Zusammensetzung des Asphaltgranulates. Sie beschreibt nicht die Korngrößenverteilung des im Asphaltgranulat enthaltenen Gesteinskörnungsgemisches.
- Die **Kornklasse** von Gesteinskörnungen und Stücken im Asphaltgranulat wird durch die untere (d) und obere (D) Siebgröße als d/D gekennzeichnet. (Anmerkung: Auf diese Weise werden sowohl die Gesteinskörnungen im Asphaltgranulat als auch die Stückgrößenverteilung des Asphaltgranulates selbst (z. B. für die Verwertung in ungebundenen Schichten) gekennzeichnet)
- Der **Größtkorndurchmesser D** des aus dem Asphaltgranulat extrahierten Gesteinskörnungsgemisches ist der größere der folgenden beiden Werte:
 - Siebweite M/1,4 (M ist die kleinste Siebweite mit einem Siebdurchgang von 100 M.-%) oder
 - kleinste Siebweite mit mindestens 85 M.-% Siebdurchgang.
- Eine **Kategorie** ist das charakteristische Niveau für die Eigenschaften eines Baustoffs, ausgedrückt als Bandbreite von Werten oder als Grenzwert.

Fräsen einer Asphaltbefestigung



4. Ausbauasphalt

4.1 Gewinnung und Lagerung



Zerkleinerung der Asphaltplatten im Brecher

Ausbauasphalt wird entweder durch Aufnahme in Schollen oder vorzugsweise durch Fräsen gewonnen. Beim Aufnehmen von Schollen ist eine anschließende Zerkleinerung (Brechen) auf die gewünschte Stückgröße erforderlich.

Den Ausbau von Asphaltsschichten durch Fräsen regelt das „**Merkblatt für das Fräsen von Asphaltbefestigungen**“ (M FA). Schichtenweises Fräsen für die getrennte Lagerung und Verarbeitung des Asphaltgranulates ist bei der Gewinnung zu bevorzugen. Das so gezielt gewonnene Asphaltgranulat sollte entsprechend dem vorgesehenen Verwendungszweck (Herstellung von Asphaltmischgut, Herstellung von Baustoffgemischen für Tragschichten ohne Bindemittel oder mit hydraulischen Bindemitteln) getrennt gelagert werden. Darüber hinaus ist eine separate Lagerung des aus Asphaltdeck- und Asphaltbinderschichten sowie des ausschließlich aus Asphaltdeckschichten gewonnenen Fräsasphaltes notwendig. Ausbauasphalt aus Gussasphalt oder aus Sondermischgutarten ist ebenfalls getrennt zu lagern.



Die getrennte Gewinnung und Lagerung des Asphaltgranulates ist Voraussetzung für eine hochwertige Verwendung

Bei der Gewinnung oder Aufbereitung von Ausbauasphalt sind Veränderungen innerhalb des Gesteinskörnungsgemisches (beispielsweise durch Kornzertrümmerungen) nicht zu vermeiden. Daher kann das Verhältnis zwischen grober und feiner Gesteinskörnung vom entsprechenden Verhältnis des ursprünglichen Asphaltmischgutes abweichen.

Das zur baldigen Verwendung vorgesehene Asphaltgranulat sollte möglichst trocken gelagert werden. Prinzipiell ist zwar auch eine Lagerung unter freiem Himmel möglich, jedoch erhöhen sich mit steigendem Feuchtegehalt des Asphaltgranulates die Energiekosten bei der Herstellung von Asphaltmischgut erheblich. Für die trockene Lagerung von Asphaltgranulat ist eine Lagerhalle ideal und oft wirtschaftlich. Sofern diese nicht vorhanden ist, kann das Asphaltgranulat auch durch andere geeignete Maßnahmen, wie beispielsweise durch Abdecken mit Planen, trocken gehalten werden.



4.2 Wiederverwenden in Asphaltmischgut



4.2.1 Eignung

Bei der Herstellung von Asphaltmischgut im Heißmischverfahren ist ausschließlich das Wiederverwenden von Asphaltgranulat erlaubt. Das bedeutet, dass das Material der Verwertungsklasse A gemäß den „Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauphosphat im Straßenbau“ (RuVA-StB) entsprechen muss. Darüber hinaus ist das Asphaltgranulat gemäß den TL AG-StB zu klassifizieren (siehe Abschnitt 4.2.2).

Asphaltgranulat, dessen Bindemittel einen Erweichungspunkt Ring und Kugel ($T_{R\&B}$)* von im Mittel nicht mehr als 70 °C aufweist (Einzelwerte bis maximal 77 °C sind möglich), ist in der Regel für die Verwendung in Asphaltmischgut geeignet. Bei höheren Erweichungspunkten $T_{R\&B}$ ist im Rahmen von gesonderten Untersuchungen die Wirksamkeit des Bindemittels im Mischgut anhand geeigneter technologischer Kennwerte (z. B. das Verhalten bei Kälte) zu prüfen und bei Erstellung der Erstprüfung entsprechend zu berücksichtigen.

Hierzu ist ein Vergleich mit den technologischen Kennwerten von Mischgut, das ausschließlich aus neuen Baustoffen hergestellt wurde, durchzuführen.

Dies gilt insbesondere dann, wenn spezielle Bindemittel eingesetzt wurden, die bereits im Ausgangszustand hohe Erweichungspunkte $T_{R\&B}$ aufwiesen. Solche Bindemittel können beispielsweise modifizierte Bitumen sein, wie sie zur Absenkung der Herstellungs- und Einbautemperatur von Asphalt oder als Einbau- und Verarbeitungshilfe verwendet werden. Ein genereller oberer Grenzwert für den Erweichungspunkt $T_{R\&B}$ sollte im Hinblick auf die Wirksamkeit des Bindemittels nicht festgelegt werden. Weitere Hinweise hierzu wird der DAV-Leitfaden zur Temperaturabsenkung enthalten, der voraussichtlich Anfang 2009 erscheinen wird.

Die Zugabemöglichkeiten der verschiedenen Asphaltgranulate zu den jeweiligen Asphaltmischgutarten zeigt Tabelle 4.1.

Tabelle 4.1: Zugabemöglichkeiten von Asphaltgranulat zu den Asphaltmischgutarten (nach dem M VAG)

Asphaltgranulat aus	Zugabemöglichkeiten zu Asphaltmischgut für					
	Gussasphalt	Walzasphalt-deckschicht	Asphaltbinderschicht	Asphalttragschicht	Asphalttrag-deckschicht	Asphaltfundationschicht
Gussasphalt	++	O	O	+	O	O
Walzasphalt-deckschicht	-	++ ¹⁾	++	+	+	+
Asphaltdeck- ²⁾ und -binderschicht	-	O ³⁾	++	+	+	+
Asphaltbinderschicht	-	O ³⁾	++	+	+	+
Asphalttrag- oder -tragdeckschicht	-	-	-	++	O	+
Asphaltfundationschicht	-	-	-	O	-	++

++ = vorrangig (höchste Wertschöpfungsstufe)

+ = möglich, aber ohne volle Ausnutzung der technischen Eigenschaften und der Wirtschaftlichkeit

O = bedingt möglich nach besonderer Prüfung

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

* $T_{R\&B}$ kommt aus der europäischen Normung und steht für „Temperature Ring and Ball“, übersetzt: „Temperatur (Erweichungspunkt) Ring und Kugel“.

4. Ausbauasphalt

4.2 Wiederverwenden in Asphaltmischgut



4.2.2 Klassifizierung

Die Klassifizierung von Asphaltgranulat erfolgt nach den TL AG StB. Dabei sind die einzelnen Eigenschaften und Merkmalsgrößen des Asphaltgranulates und seiner Bestandteile anhand von Kennwerten zu klassifizieren.

Zur Ermittlung dieser Kennwerte können herangezogen werden:

- Informationen über die Herkunft des Ausbauasphaltes und die bei der ersten Verwendung im Asphalt enthaltenen Stoffe sowie über das Bestehen einer Güteüberwachung im Rahmen der ersten Verwendung,
- Ergebnisse aus der Zeit der Herstellung und des Einbaus des Asphaltes (z. B. Ergebnisse früherer Eignungs-, Eigenüberwachungs- oder Kontrollprüfungen),
- Ergebnisse von Prüfungen an Ausbauproben der auszubauenden Befestigungen oder Schichten oder
- Ergebnisse von am Asphaltgranulat selbst durchgeführten Prüfungen.

Ausgenommen hiervon sind die zur Ermittlung der Gleichmäßigkeit des Asphaltgranulates notwendigen Kennwerte. Diese sind immer durch Prüfungen am Asphaltgranulat zu bestimmen. Die Beurteilung der Gleichmäßigkeit von Asphaltgranulat für die Wiederverwendung bei der Herstellung von Asphaltmischgut erfolgt anhand der folgenden Merkmalsgrößen:

- Bindemittelgehalt,
- Erweichungspunkt Ring und Kugel,
- Kornanteile
 - 0 bis 0,063 mm und
 - 0,063 bis 2 mm sowie
 - > 2 mmjeweils am extrahierten Gesteinskörnungsgemisch.

Anmerkung: Bei der Verwertung in Schichten ohne Bindemittel, hydraulisch gebundenen Schichten und bitumengebundenen Tragschichten in Kaltaufbereitung ist die Gleichmäßigkeit der Anteile der Stückgrößen 0 / 0,063 mm, 0,063 / 2 mm und > 2 mm des Asphaltgranulates zu bestimmen.

Dabei wird die Gleichmäßigkeit des Asphaltgranulates einer Halde durch die Spannweite der jeweiligen verträglichen (d. h. ausreißerbereinigten*) Messwerte dieser Merkmalsgrößen beschrieben.

Für jede 500 „angefangene“ Tonnen der Halde ist dazu eine Probe zu nehmen, mindestens jedoch 5 Proben je Halde. Das bedeutet beispielsweise bei einer Haldengröße von 4.200 Tonnen sind demnach mindestens 9 Proben zu untersuchen, bei einer Halde mit 1.200 Tonnen 5 Proben.

Werden Aufbruchasphalt und/oder Fräsasphalt unterschiedlicher Herkunft zur gemeinsamen Wiederverwendung vorgesehen, so sind die Prüfungen am Asphaltgranulat erst nach Zerkleinerung und Durchmischung durchzuführen, da erst dann ein repräsentatives Ergebnis erwartet werden kann. Die Prüfung der Umweltverträglichkeit des Ausbauasphaltes (Prüfung auf teer-/pechtypische Bestandteile) ist hiervon ausgenommen; die Umweltverträglichkeit ist immer bei Anlieferung des Ausbauasphaltes zu klären bzw. zu prüfen. Der Nachweis der sonstigen einzelnen Eigenschaften ist vom Verwendungszweck abhängig und ist in den TL AG-StB geregelt.

Ein Klassifizierungsformblatt unter Berücksichtigung der TL AG-StB 06 und des Anhangs A der TL Asphalt-StB 07 ist im Anhang 3.1 dieses Leitfadens abgedruckt. Es unterscheidet sich von dem Formblatt im Anhang 4 der TL AG-StB 06 dadurch, dass in den Zeilen zu den Gesteinseigenschaften *C*, *PSV* und *F* die neuen Vorgaben der TL Asphalt-StB 07 berücksichtigt wurden. Weiterhin sind die Zeilen *E_{CS}* und für die Angabe des Prüfverfahrens für die Rohdichte entfallen.

Im Anhang 3.2 befindet sich ein Beispiel für eine Klassifizierung von Asphaltgranulat, das für die Zugabe in Mischgut für Asphaltbinderschichten geeignet ist.



* siehe "Merkblatt über die statistische Auswertung von Prüfergebnissen – Teil 2: Erkennen und Behandeln von Ausreißern"



4.2.3 Ermittlung der maximal möglichen Zugabemengen

Die maximal mögliche Zugabemenge von Asphaltgranulat bei der Herstellung von Asphaltmischgut richtet sich nach

- der Eignung des Asphaltgranulats für das vorgesehene Asphaltmischgut (Mix Design),
- der Gleichmäßigkeit des Asphaltgranulates und
- den maschinentechnischen Voraussetzungen der jeweiligen Asphaltmischanlage (vgl. Abschnitt 5),

wobei der kleinste der drei Werte für die Zugabemenge zugrunde zu legen ist.

Mix Design

Beim sogenannten Mix Design (d. h. bei der Erstellung und Optimierung der Zusammensetzung des Asphaltmischgutes vor der Erstprüfung) ist selbstverständlich darauf zu achten, dass das resultierende Asphaltmischgut alle Anforderungen der TL Asphalt-StB 07 erfüllt. So können z. B. der Anteil feiner Gesteinskörnungen oder der Erweichungspunkt Ring und Kugel des Bindemittels im Asphaltgranulat bereits jeweils allein die maximal mögliche Zugabemenge bestimmen.

Die TL Asphalt-StB 07 schreiben vor, dass der rechnerische Erweichungspunkt Ring und Kugel des resultierenden Bindemittels mit folgender Formel (4.1) zu ermitteln ist:

$$T_{R\&Bmix} = a \cdot T_{R\&B1} + b \cdot T_{R\&B2} \quad \text{Formel 4.1}$$

mit	
$T_{R\&Bmix}$	Berechneter Erweichungspunkt des Bindemittels im resultierenden Mischgut
$T_{R\&B1}$	Erweichungspunkt des aus dem Asphaltgranulat rückgewonnenen Bindemittels
$T_{R\&B2}$	Mittlerer Wert des Erweichungspunktes der Sortenspanne des vorgesehenen Straßenbaubitumens bzw. ermittelter Erweichungspunkt des zur Verwendung vorgesehenen PmB
a und b	Massenanteile des Bindemittels aus dem Asphaltgranulat (a) und des vorgesehenen Bindemittels (b), wobei $a + b = 1$.

$T_{R\&Bmix}$ muss dann innerhalb der Sortenspanne des geforderten (ausgeschriebenen) Bitumens liegen. Hierzu kann entweder ein Bitumen mit derselben Spezifikation wie das geforderte Bitumen oder ein Straßenbaubitumen, das höchstens eine Sorte weicher ist als das geforderte Bitumen, verwendet werden. Ein weiches Bitumen als 70/100 darf – mit Ausnahme von Asphalttragdeckschichtmischgut – nicht verwendet werden.

Für Asphalttragschichtmischgut regeln die ZTV Asphalt-StB 07 im Abschnitt 3.4.3, dass bei der Verwendung von Asphaltgranulat und gefordertem (d. h. ausgeschriebenen) Straßenbaubitumen 70/100 oder 50/70 der Auftragnehmer entgegen der ausgeschriebenen Bindemittelsorte auch einen resultierenden Erweichungspunkt Ring und Kugel ($T_{R\&Bmix}$) angeben kann, der der nächst härteren Sorte entspricht. Diese Sorte gilt dann für das Baustoffgemisch als geforderte Bindemittelsorte.



4. Ausbauasphalt

4.2 Wiederverwenden in Asphaltmischgut



Gleichmäßigkeit

Für die Ermittlung des aus der Gleichmäßigkeit herührenden Wertes für die maximal möglichen Zugabemengen enthalten die TL Asphalt-StB 07 in Abhängigkeit von der Asphaltmischgutart entsprechende Formeln, die die maximal erlaubte Spannweite der Merkmale in Abhängigkeit der Zugabemenge angeben. Durch einfaches Umstellen dieser Formeln lässt sich sehr leicht die maximal mögliche Zugabemenge in Abhängigkeit von der Spannweite der jeweiligen Merkmalsgröße ermitteln.

Asphalttragschichten und Asphalttragdeckschichten

Für die Wiederverwendung von Asphaltgranulat zur Herstellung von Asphaltmischgut für Asphalttragschichten, Asphalttragdeck- und Asphaltfundationsschichten („Merkblatt für Asphaltfundationsschichten im Heißeinbau“ (M AFS-H)), ist die maximal erlaubte Spannweite der einzelnen Merkmale **die Hälfte** der erlaubten Gesamtteranz gemäß den ZTV Asphalt-StB 07 (s. Tab. 4.2 dieses Leitfadens), dividiert durch die Zugabemenge (Formel 4.2)

$$a_{\max} = \frac{0,5 \cdot T_{zul}}{Z_{mög}} \cdot 100 \quad \text{Formel 4.2}$$

mit

a_{\max} Maximal erlaubte Spannweite des jeweiligen Merkmals

T_{zul} Erlaubte Gesamtteranz des Merkmals gemäß den ZTV Asphalt-StB 07

$Z_{mög}$ Maximal mögliche Asphaltgranulat-Zugabemenge in M.-%

Nach Umstellung ergibt sich die Formel 4.3 und die Zugabemenge als die Hälfte der erlaubten Gesamtteranz für das jeweilige Merkmal dividiert durch die aus den Prüfungen ermittelte Spannweite des Merkmals.

$$Z_{mög} = \frac{0,5 \cdot T_{zul}}{a_{\max}} \cdot 100$$

Formel 4.3

Tabelle 4.2: Gesamtteranzen T_{zul} der relevanten Merkmale in Abhängigkeit von der Asphaltmischgutart (entspricht der Tabelle D.1 der TL Asphalt-StB 07)

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



Die aus der Gleichmäßigkeit des Asphaltgranulates herrührende maximale Zugabemenge ist dann der kleinste der für die fünf Merkmale (Bindemittelgehalt, Erweichungspunkt Ring und Kugel sowie der jeweiligen Kornanteile 0 bis 0,063 mm, 0,063 bis 2 mm sowie der Kornanteil >2 mm am extrahierten Gesteinskörnungsgemisch) ermittelte Wert.

Mit der Einführung der TL Asphalt-StB 07 bzw. der ZTV Asphalt-StB 07 ist dabei eine Neuerung insofern eingetreten, dass die ZTV Asphalt-StB 07 nun auch den Kornanteil 0,063 bis 2 mm der Asphalttragschichten

mit einer Toleranz ($\pm 8,0$ M.-%) belegt. Ebenfalls neu ist, dass für das Merkmal Bindemittelgehalt zwei Ordinaten existieren. In Abhängigkeit davon, ob es sich um Asphaltmischgut für Asphalttragschichten oder Asphalttragdeckschichten handelt, ist die entsprechende Ordinate auszuwählen.

Mit Hilfe des Nomogramms (Bild 4.1) kann die maximal mögliche Zugabemenge in Abhängigkeit von der Spannweite der Merkmale auch auf grafischem Weg ermittelt werden.

Vorhandene Spannweite von Merkmalsgrößen des Asphaltgranulates

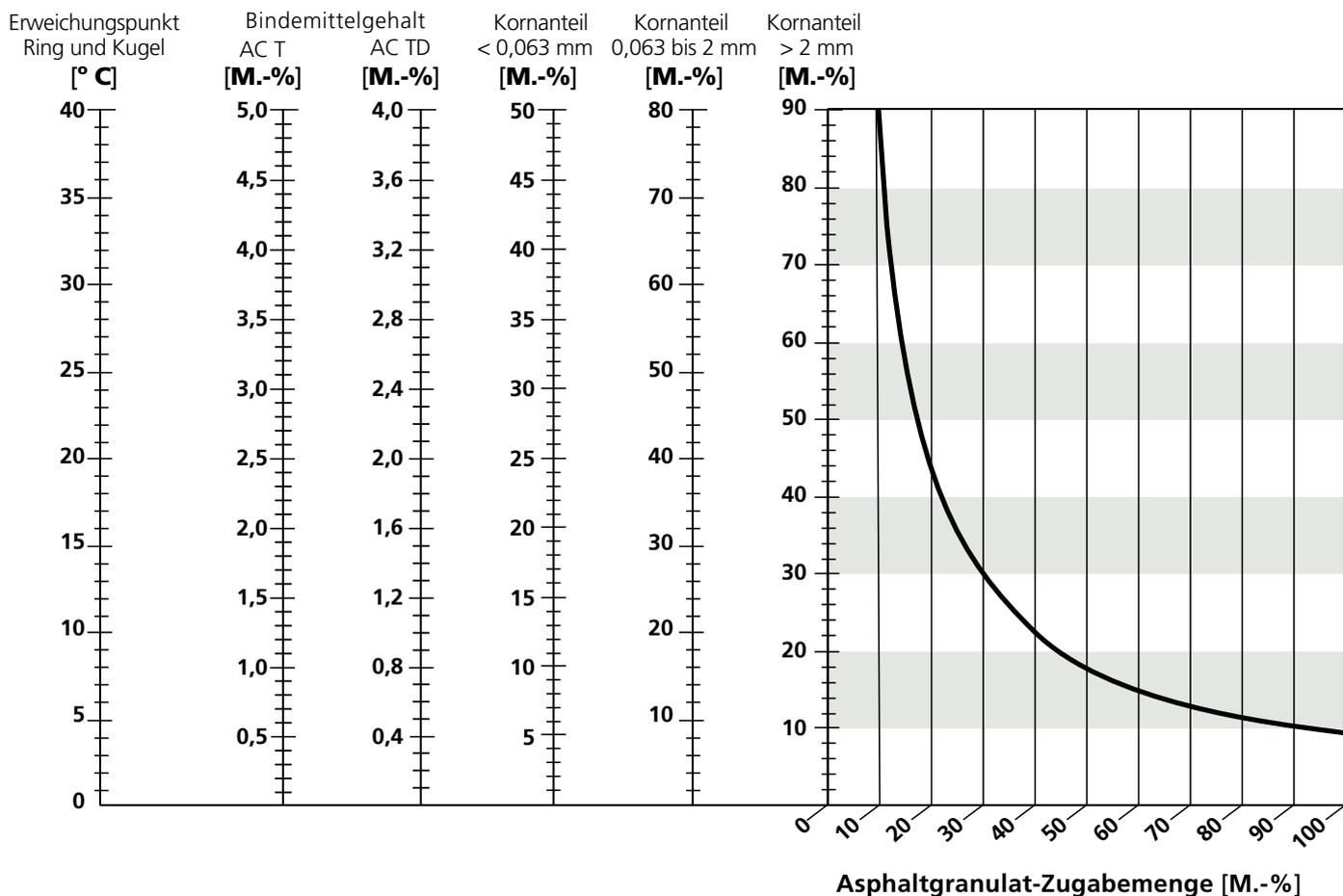


Bild 4.1: Nomogramm zur überschlägigen Ermittlung der maximal möglichen Asphaltgranulat-Zugabemenge in Asphaltmischgut für Asphalttragschichten und Asphalttragdeckschichten in Abhängigkeit von der Gleichmäßigkeit der Merkmale des Asphaltgranulates

4. Ausbauasphalt



4.2 Wiederverwenden in Asphaltmischgut

Asphaltdeck- und Asphaltbinderschichten

Für die Wiederverwendung von Asphaltgranulat zur Herstellung von Asphaltmischgut für Asphaltdeck- und Asphaltbinderschichten ist die maximal erlaubte Spannweite der Merkmale **ein Drittel** der erlaubten Gesamttoleranz gemäß den ZTV Asphalt-StB 07, (siehe Tab. 4.2 dieses Leitfadens) dividiert durch die Zugabemenge.

$$a_{\max} = \frac{0,33 \cdot T_{\text{zul}}}{Z_{\text{mög}}} \cdot 100$$

Formel 4.4

Eine **Ausnahme** bildet hierbei die Merkmalsgröße **Erweichungspunkt Ring und Kugel**: Hier gilt die **Hälfte** der erlaubten Gesamttoleranz.

Nach Umstellen analog zur Vorgehensweise bei Asphalttragschichten ergibt sich die Formel 4.5 und die Zugabemenge als ein Drittel der erlaubten Gesamttoleranz für das jeweilige Merkmal dividiert durch die

aus den Prüfungen ermittelte Spannweite des Merkmals (mit Ausnahme des $T_{R\&B}$).

$$Z_{\text{mög}} = \frac{0,33 \cdot T_{\text{zul}}}{a_{\max}} \cdot 100$$

Hinweis: Gilt nicht für den Erweichungspunkt Ring und Kugel

Formel 4.5

Die aus der Gleichmäßigkeit des Asphaltgranulates herführende maximale Zugabemenge ist dann auch hier der kleinste der für die fünf Merkmale ermittelte Wert.

Mit Hilfe des entsprechenden Nomogramms (Bild 4.2) kann die maximal mögliche Zugabemenge in Abhängigkeit von der Spannweite der fünf Merkmale auch hier wieder auf grafischem Weg ermittelt werden.

Vorhandene Spannweite von Merkmalsgrößen des Asphaltgranulates

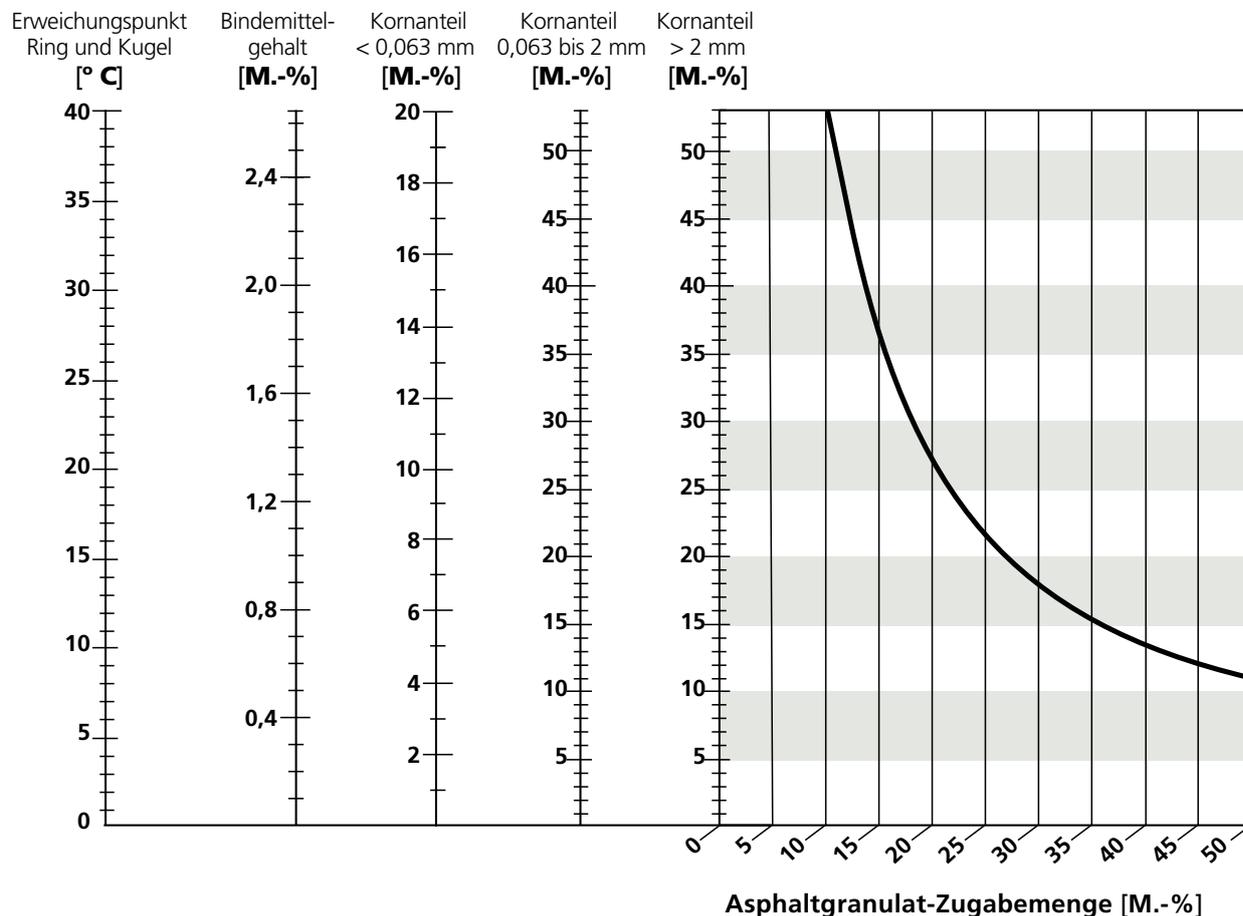


Bild 4.2: Nomogramm zur überschlägigen Ermittlung der maximal möglichen Asphaltgranulat-Zugabemenge für Asphaltmischgut für Asphaltdeck- und -binderschichten in Abhängigkeit von der Gleichmäßigkeit der Merkmale des Asphaltgranulates



Beispiel zur Ermittlung der maximal möglichen Asphaltgranulat-Zugabemenge in Abhängigkeit von der Gleichmäßigkeit der Merkmale des Asphaltgranulates

Das Asphaltgranulat in diesem Beispiel soll bei der Herstellung von Asphaltmischgut für Asphalttragdeckschichten verwendet werden. Es weist die in der folgenden Tabelle 4.3 aufgeführten Eigenschaften auf.

Die Spannweiten der einzelnen Merkmalsgrößen werden auf der jeweiligen Ordinate des Nomogramms (Bild 4.3) aufgetragen. Maßgebend für die Ermittlung der maximal möglichen Asphaltgranulat-Zugabemenge in Abhängigkeit von der Gleichmäßigkeit ist die auf den Ordinaten höchstliegende Spannweite eines Merkmals, die dann zur niedrigsten Asphaltgranulat-Zugabemenge führt.

Tabelle 4.3: Beispiel für die Eigenschaften eines Asphaltgranulates, das für die Zugabe in Asphalttragdeckschichtmischgut geeignet ist

Merkmal	Erweichungspunkt Ring und Kugel	Bindemittelgehalt	Kornanteil < 0,063 mm	Kornanteil 0,063 mm bis 2 mm	Kornanteil > 2 mm
	[°C]				
Probe Nr. 1	67,0	5,0	9,9	37,7	52,4
Probe Nr. 2	62,0	5,8	11,3	35,2	53,5
Probe Nr. 3	64,0	4,9	9,3	29,8	60,9
Probe Nr. 4	68,0	5,9	6,7	31,5	61,8
Probe Nr. 5	66,0	5,1	12,1	33,8	54,1
Mittelwert	65,5	5,3	9,9	33,6	56,5
Spannweite	6,0	1,0	5,4	7,9	9,4

In diesem Beispiel ergibt sich anhand der Gleichmäßigkeit des Asphaltgranulates eine maximale Zugabemenge von 40 M.-% bei der Herstellung von Asphalttragdeckschichtmischgut. Ausschlaggebend (bzw. das einschränkende Merkmal) ist hier die Spannweite des Bindemittelgehalts. Voraussetzung für diese Zugabemenge ist die entsprechende maschinentechnische Ausrüstung der Asphaltmischanlage und ein geringer Feuchtegehalt des Asphaltgranulates (vgl. Abschnitt 5) einerseits und ein entsprechendes Mix Design andererseits, so dass das resultierende Mischgut die Anforderungen an Asphalttragdeckschichtmischgut erfüllt.

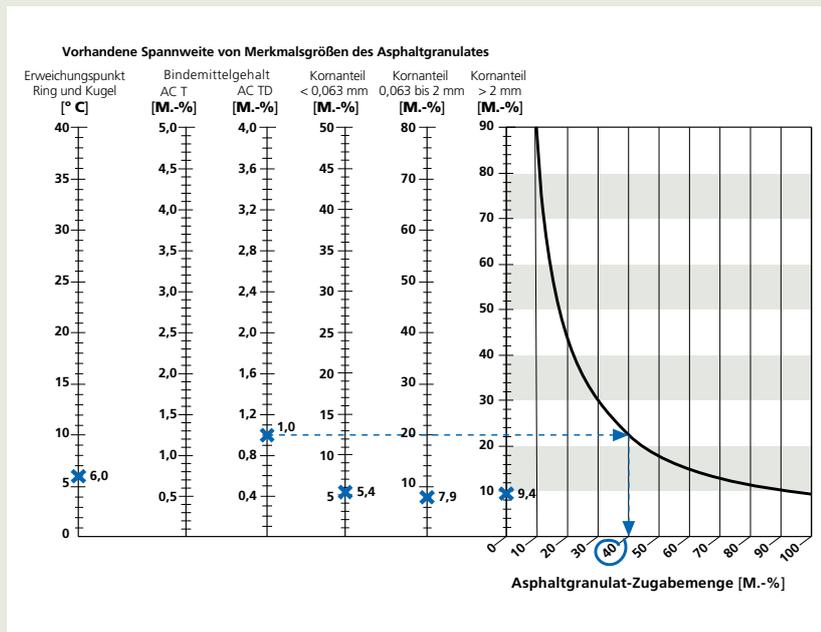


Bild 4.3: Beispiel für die Ermittlung der maximal möglichen Asphaltgranulatzugabemengen für ein Asphalttragdeckschichtmischgut in Abhängigkeit von der Gleichmäßigkeit der Merkmale des Asphaltgranulates

4. Ausbauasphalt

4.2 Wiederverwenden in Asphaltmischgut

Anlagentechnische Gegebenheiten

Bei der Festlegung der praktisch realisierbaren maximalen Zugabemenge sind neben den aus der in Abhängigkeit von den Spannweiten der Merkmalsgrößen und im Mix Design ermittelten maximalen Zugabemengen die jeweiligen anlagentechnischen Gegebenheiten der vorgesehenen Asphaltmischanlage zu berücksichtigen. Näheres hierzu im Abschnitt 5.

4.2.4 Erstprüfung und Eignungsnachweis

Für jede Zusammensetzung eines Asphaltmischgutes muss eine Erstprüfung durchgeführt werden. Diese dient dem Nachweis, dass die Anforderungen der TL Asphalt-StB erfüllt werden und dient der CE-Kennzeichnung. Sie muss vor der ersten Verwendung durchgeführt werden und umfasst die in den TL Asphalt-StB 07 angegebenen Prüfungen. Im Abschnitt 4.2.3 dieses Leitfadens ist dazu das Vorgehen zur Ermittlung des resultierenden Erweichungspunktes $T_{R\&Bmix}$ beschrieben.

Aus diesen Werten wird ein Eignungsnachweis erstellt, der Vertragsbestandteil wird und die Gebrauchstauglichkeit einer Asphaltmischgutsorte beschreibt.

Im Falle der Wiederverwendung von Asphaltgranulat bei der Mischgutherstellung sind zusätzlich

- die Korngrößenverteilung des im Asphaltgranulat enthaltenen Gesteinskörnungsgemisches sowie
- der Bindemittelgehalt und
- der Erweichungspunkt Ring und Kugel des im Asphaltgranulat enthaltenen Bindemittels

zu bestimmen (durch Prüfung, also „noch ein mal“).

Darüber hinaus ist die

- Asphaltgranulat-Rohdichte
- zu ermitteln.

Für diesen Kennwert können (im Gegensatz zu den drei ersten Kennwerten) die Ergebnisse der Klassifizierung entsprechend den TL AG-StB, d. h. die Angaben aus dem Formblatt für die Klassifizierung, übernommen werden.



4.3 Verwenden in ungebundenen, hydraulisch gebundenen oder bitumengebundenen (kalt aufbereiteten) Gemischen



Neben der zu bevorzugenden Zugabe bei der Herstellung von Asphaltmischgut kann Asphaltgranulat auch bei der Herstellung von

Von einem Einbau von Asphaltgranulat in Lärmschutzwälle oder in den Unterbau von Verkehrsflächen sollte generell abgesehen werden, da eine solche Verwertung nicht den Forderungen des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes entspricht.

- Schichten ohne Bindemittel gemäß den **„Technischen Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau“** (TL SoB-StB),
- Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln gemäß den **„Technischen Lieferbedingungen für Baustoffe und Baustoffgemische für Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton“** (TL Beton-StB 07) oder
- bitumengebundenen Tragschichten in Kaltaufbereitung gemäß **„Merkblatt für die Verwertung von pechhaltigen Straßenausbaustoffen und von Asphaltgranulat in bitumengebundenen Tragschichten durch Kaltaufbereitung in Mischanlagen“** (M VB-K)



verwendet werden, wenn die in diesen Regelwerken festgelegten Anforderungen an die Baustoffgemische eingehalten werden.

Bei Schichten ohne Bindemittel mit hohen Asphaltgranulatanteilen kann es unter Umständen zu Verformungen durch verkehrsbedingte Nachverdichtung bei hohen Temperaturen kommen. Das Baustoffgemisch darf daher in der Regel höchstens 30 M.-% Asphaltgranulat enthalten. Bei Nachweis, z. B. durch Probeverdichtungen, können auch höhere Zugabemengen verarbeitet werden.



5. Anlagentechnik

5.1 Chargenmischanlagen

Asphaltgranulat soll grundsätzlich bei der Herstellung von neuem Asphaltmischgut wiederverwendet werden, weil nur so das darin enthaltene Bindemittel Bitumen wieder als Bindemittel genutzt werden kann. Hierzu stehen verschiedene Anlagentechniken zur Verfügung.

In der Regel wird Asphaltgranulat

- durch die heißen Gesteinskörnungen (chargenweise oder kontinuierlich),
- gemeinsam mit den Gesteinskörnungen oder
- in gesonderten Vorrichtungen erwärmt.

Wegen der Vielfalt der – häufig nur in kleinen Mengen benötigten – Mischgutsorten und -arten wird Asphaltmischgut in Deutschland überwiegend mit Chargenmischanlagen hergestellt. Durchlaufmischanlagen sind nur sehr wenige in Betrieb; ihr Einsatz ist nur sinnvoll, wenn ohne Wechsel der Sorte oder Art größere Mengen Mischgut produziert werden (z. B. beim Neubau oder bei der Grunderneuerung von Bundesfernstraßen).

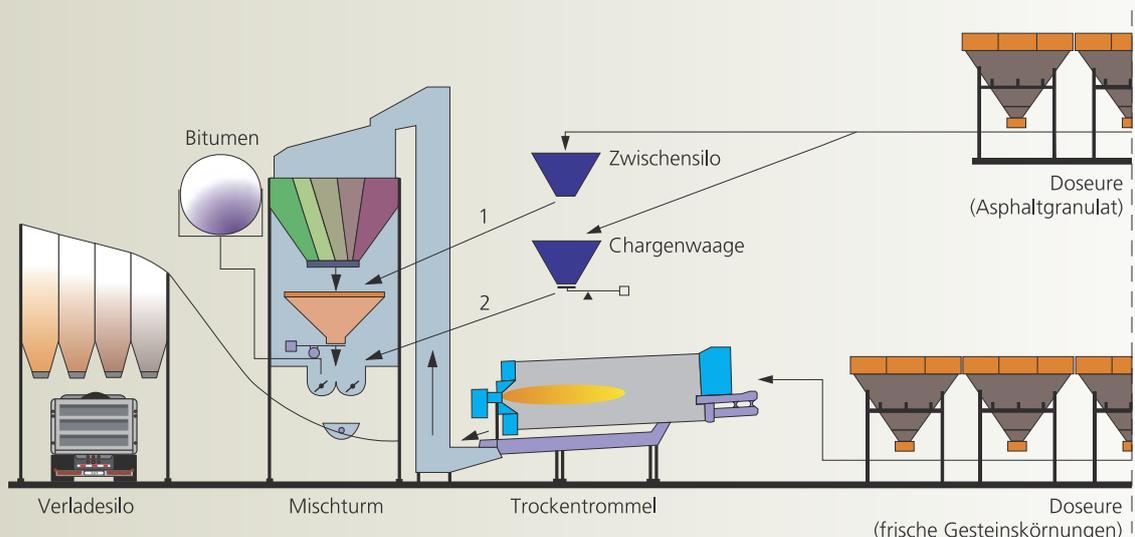
In Chargenmischanlagen werden Gesteinskörnungen, Bindemittel und gegebenenfalls Zusätze entsprechend der Mischergöße eingewogen. Asphaltgranulat kann dem Mischer auf unterschiedliche Weise zugeführt werden.

5.1.1 Chargenweise Zugabe des Asphaltgranulates

Das Asphaltgranulat wird entweder über ein Zwischen-silo und die Gesteinskörnungswaage (1) oder über eine separate Chargenwaage (2) dem Mischer zugeführt (Bild 5.1). Die **Erwärmung** erfolgt (im Mischer) **durch die heißen Gesteinskörnungen**.

Weil Einbau und Verdichtung wesentlich von der Mischguttemperatur beeinflusst werden, dürfen die in den Vertragsbedingungen festgelegten Grenzwerte für die Mischguttemperaturen nicht unterschritten werden. (In der Regel sind dies die in der Tabelle 3 der TL Asphalt-StB 07 festgelegten Temperaturen.) Die für die Erhitzung des Asphaltgranulates notwendige Wärme wird den ungebrauchten Gesteinskörnungen entzogen,

Bild 5.1: Chargenmischanlage – Erwärmung des Asphaltgranulates durch die heißen Gesteinskörnungen, chargenweise Zugabe



1 Zugabe in die Gesteinskörnungswaage

2 Zugabe in den Mischer



Zugabe von (kaltem) Asphaltgranulat über eine Chargenwaage in den Mischer

diese müssen also entsprechend höher aufgeheizt werden. Auch die im Asphaltgranulat enthaltene Feuchte muss verdampft werden. Für die Temperierung der ungebrauchten Gesteinskörnungen können in Abhängigkeit von der Zugabemenge und vom Feuchtegehalt des Asphaltgranulates Werte aus den Bildern 5.2 und 5.3 entnommen werden.

Die Zugabemenge des Asphaltgranulates beträgt in der Regel maximal 30 M.-% und wird durch den Feuchtegehalt des Asphaltgranulates und die notwendige Temperatur der heißen Gesteinskörnungen bestimmt.

Beim Wärmeübergang von den heißen Gesteinskörnungen auf das Asphaltgranulat verdampft dessen Feuchte; es entsteht schlagartig Wasserdampf, der durch Absaugvorrichtungen oder durch Überdruckklappen abgeleitet werden muss.

Um einer Verhärtung des neuen Bindemittels gegenzuwirken, werden die heißen Gesteinskörnungen erst mit dem kalten Asphaltgranulat vorgemischt. Nach Abbau des Wärmeüberschusses der Gesteinskörnungen unter gleichzeitiger Trocknung und Erwärmung des Asphaltgranulates wird das neue Bindemittel zugegeben.

Die Absiebung und Dosierung der ungebrauchten Gesteinskörnungen aus den Heißsilos wird nicht beeinträchtigt.

Bild 5.2: Erforderliche Gesteinskörnungstemperatur bei vorgegebener Mischguttemperatur in Abhängigkeit von der Zugabemenge an Asphaltgranulat

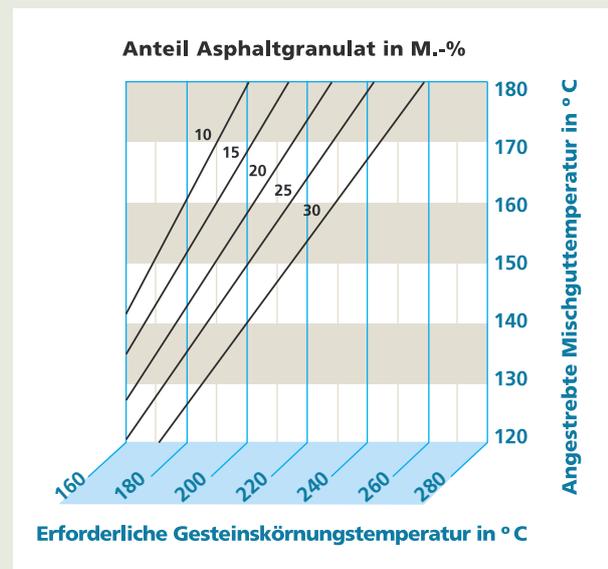


Bild 5.3: Erforderliche Erhöhung der Gesteinskörnungstemperatur in Abhängigkeit vom Feuchtegehalt des Asphaltgranulates; der unterlegte Bereich sollte vermieden werden (kritischer Bereich)

Anteil an Asphaltgranulat in M.-%	Feuchtegehalt des Asphaltgranulates in M.-%					
	1	2	3	4	5	6
	Temperaturkorrektur in °C					
10	4	8	12	16	20	24
15	6	12	18	24	30	36
20	8	16	24	32	40	48
25	10	20	30	40	50	60
30	12	24	–	–	–	–

5.1 Chargenmischanlagen

5.1.2 Kontinuierliche Zugabe des Asphaltgranulates

Eine weitere Möglichkeit der **Erwärmung durch die heißen Gesteinskörnungen** ist die Zugabe des Asphaltgranulates (Bild 5.4)

- in den Trockentrommelauslauf bzw. den Heißelevator oder
- in die Siebumgehungstasche.

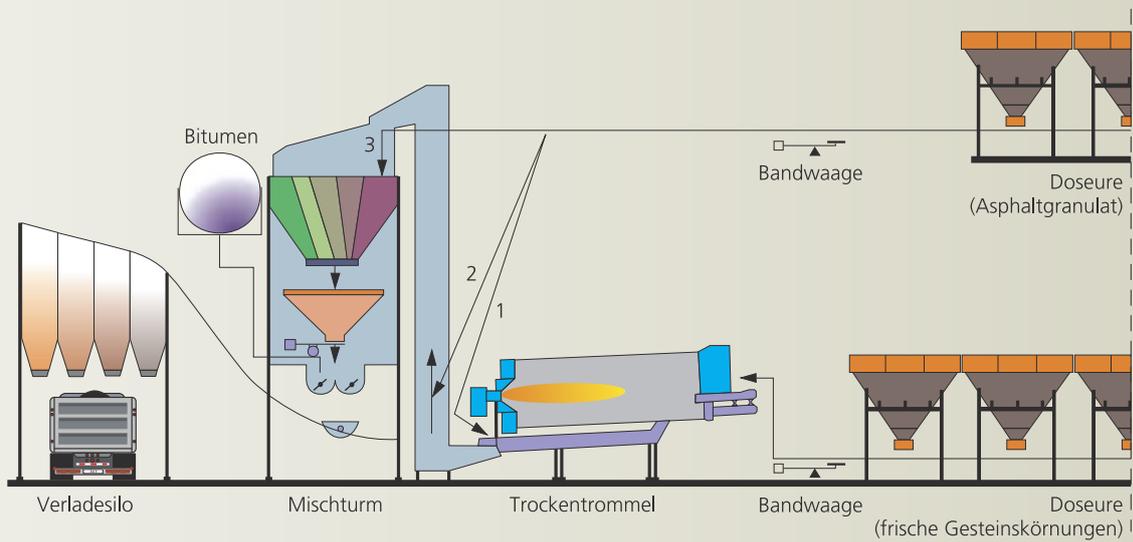
Bei Trockentrommeln, die nach dem Gegenstromprinzip arbeiten (dies ist in den meisten Anlagen der Fall), kann die Zugabe des Asphaltgranulates über eine Mittenzugabe oder durch eine Zugabevorrichtung am Trommelauslauf erfolgen (Bild 5.5). Das Asphaltgranulat wird hierbei **gemeinsam mit den Gesteinskörnungen erwärmt**.

Mit beiden Verfahren sind Zugabemengen bis ca. 40 M.-% erreichbar. Durch die verlängerte Erwärmungszeit findet keine schlagartige Wasserdampfbildung statt, da die Dosierung des Asphaltgranulats kontinuierlich erfolgt. Die Asphaltgranulat-Zugabe wird über Bandwaagen gesteuert.

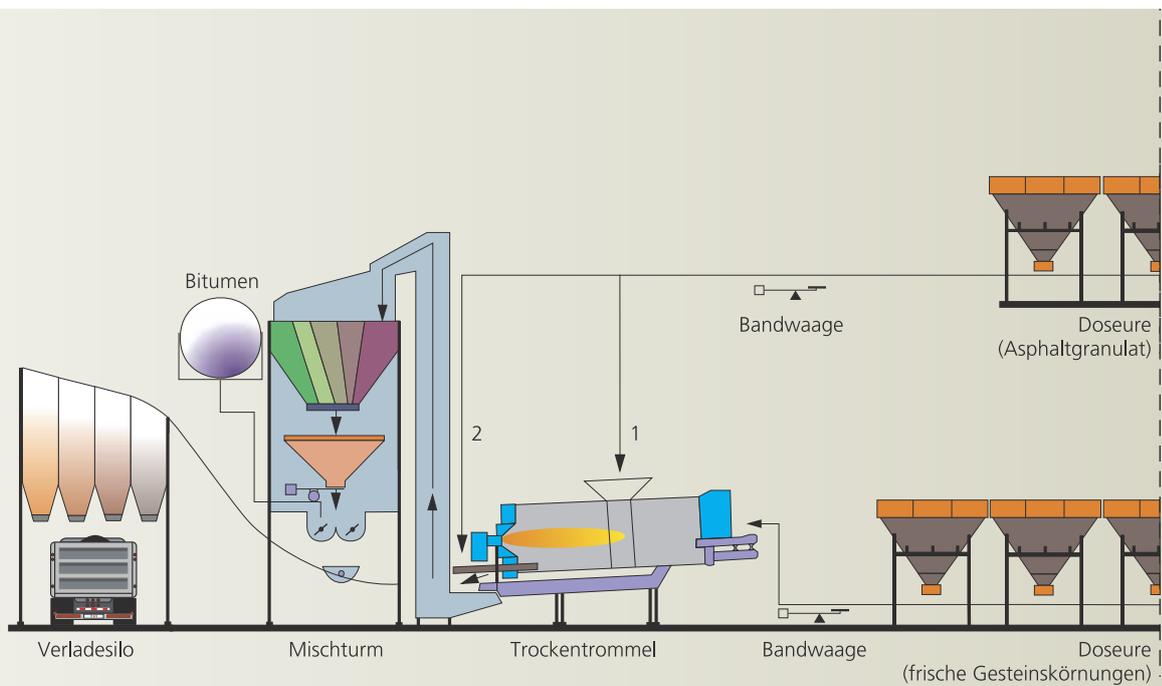
Eine Heißeabsiebung von Gemischen aus Gesteinskörnungen und Asphaltgranulat würde zu einer Verklebung der Siebe führen und scheidet daher bei Zugabemengen über 10 M.-% aus. Das Gemisch wird daher durch die Siebumgehungstasche geführt (Bilder 5.4 und 5.5). Die Kornzusammensetzung des resultierenden Gesteinskörnungsgemisches wird also ausschließlich durch die Gleichmäßigkeit der Zusammensetzung der Lieferkörnungen und des Asphaltgranulates sowie durch die Einstellung der Vordoseure bestimmt. Eine nachträgliche Korrektur (wie in den Abschnitten 5.1.1. oder 5.1.3 beschrieben) ist nicht mehr möglich.

Bild 5.4: Chargenmischanlage – Erwärmung des Asphaltgranulates durch die heißen Gesteinskörnungen, kontinuierliche Zugabe

Bild 5.5: Chargenmischanlage – Erwärmung des Asphaltgranulates gemeinsam mit den Gesteinskörnungen, kontinuierliche Zugabe



- 1 Zugabe in den Trockentrommelauslauf
- 2 Zugabe in den Heißelevator
- 3 Zugabe in die Siebumgehungstasche



- 1 Trockentrommel-Mittenzugabe
- 2 Zugabe durch die brennerseitige Stirnwand in die Trockentrommel (z. B. Wurfband)

5. Anlagentechnik

5.1 Chargenmischanlagen

5.1.3 Erwärmung in gesonderten Vorrichtungen

Als gesonderte Vorrichtungen für die Erwärmung des Asphaltgranulates haben sich Paralleltrommeln (Bild 5.6) bewährt; mit ihnen lassen sich bei der Herstellung von Asphalttragschichtmischgut Zugabemengen bis ca. 80 M.-%, bei Asphaltfundationsschichtmischgut sogar bis zu 100 M.-% erreichen. Dabei wird das Asphaltgranulat zur Schonung seines Bindemittels und zur Begrenzung der Emissionen auf maximal 130°C erwärmt.



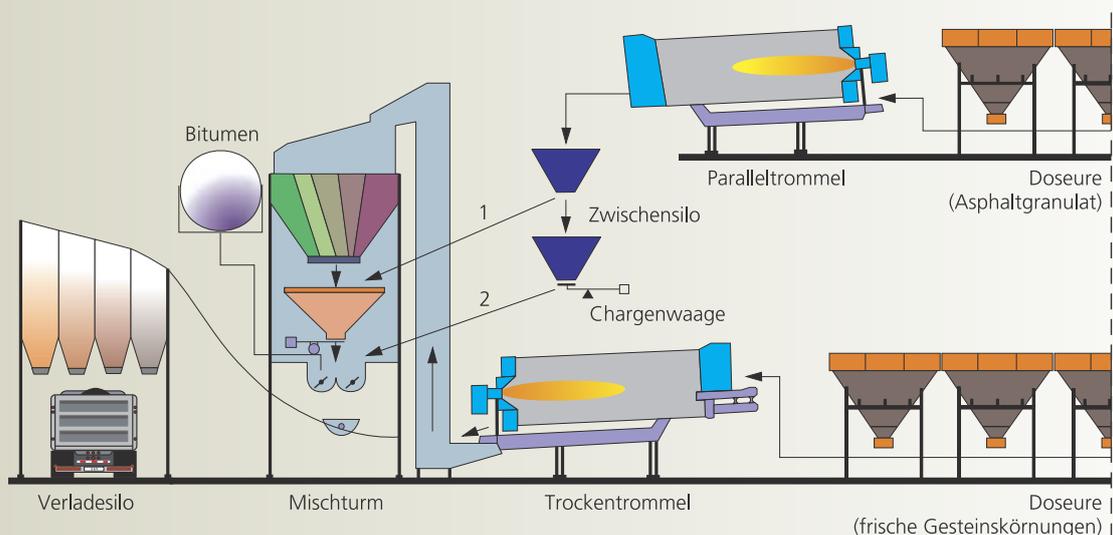
Paralleltrommel zur schonenden Trocknung und Erwärmung des Asphaltgranulates – hoch gesetzt, damit das erwärmte (und klebende) Asphaltgranulat keine weiteren Fördergeräte verkleben oder zusetzen kann.

Paralleltrommel – hoch gesetzt und mit anschließenden Asphaltgranulat-Heißsilos (silbern), die die Zugabe von erwärmtem Asphaltgranulat kurzfristig und auch bei der Produktion von Kleinmengen ermöglichen



Mit höheren Zugabeanteilen nimmt der Einfluss des Asphaltgranulates auf die Zusammensetzung des neuen Mischgutes zu. Das Asphaltgranulat muss daher in der Zusammensetzung und der Gleichmäßigkeit in besonderem Maß dem vorgegebenen Verwendungszweck entsprechen (vgl. Abschnitt 4).

Bild 5.6: Chargenmischanlage – Erwärmung des Asphaltgranulates in gesonderter Vorrichtung (Paralleltrommel)



1 Zugabe in die Gesteinskörnungswaage

2 Zugabe in den Mischer

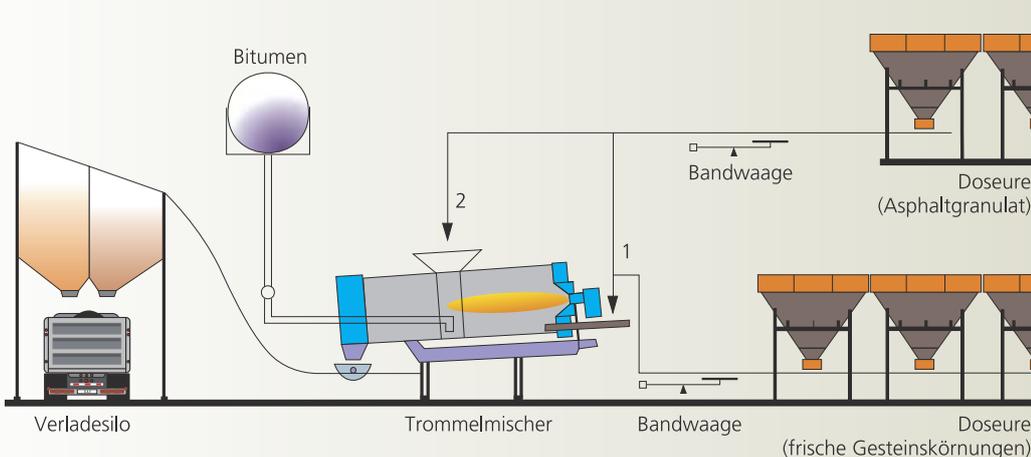
5.2 Durchlaufmischanlagen

Bei diesen Anlagen erfolgt der Mischvorgang der ungebrauchten Baustoffe kontinuierlich in einer Trommel (Bild 5.7) oder in einem nachgeschalteten Durchlaufmischer (Bild 5.8). Entsprechend wird die Dosierung des Asphaltgranulates bei diesem Verfahren auch kontinuierlich durchgeführt.

Die Gleichmäßigkeit der Mischgutzusammensetzung ist überwiegend abhängig von der Gleichmäßigkeit der Gesteinskörnungen sowie des Asphaltgranulates und nach dem Abzug aus den Vordoseuren nicht mehr zu korrigieren.

Bei der kontinuierlichen **Erwärmung** des Asphaltgranulates **gemeinsam mit den Gesteinskörnungen** erfolgt dessen Zugabe entweder gemeinsam mit den kalten Gesteinskörnungen oder etwa in Trommelmitte (Bild 5.7). Ungebrauchte Gesteinskörnungen und Asphaltgranulat werden getrennt über Bandwaagen verwogen, in der Trommel gemeinsam getrocknet und erhitzt sowie mit zusätzlichem Bindemittel in einem Arbeitsgang gemischt. Es sind Zugabemengen bis ca. 50 M.-% möglich.

Bild 5.7: Durchlaufmischanlage – Erwärmung des Asphaltgranulates gemeinsam mit den Gesteinskörnungen



1 Zugabe gemeinsam mit den Gesteinskörnungen

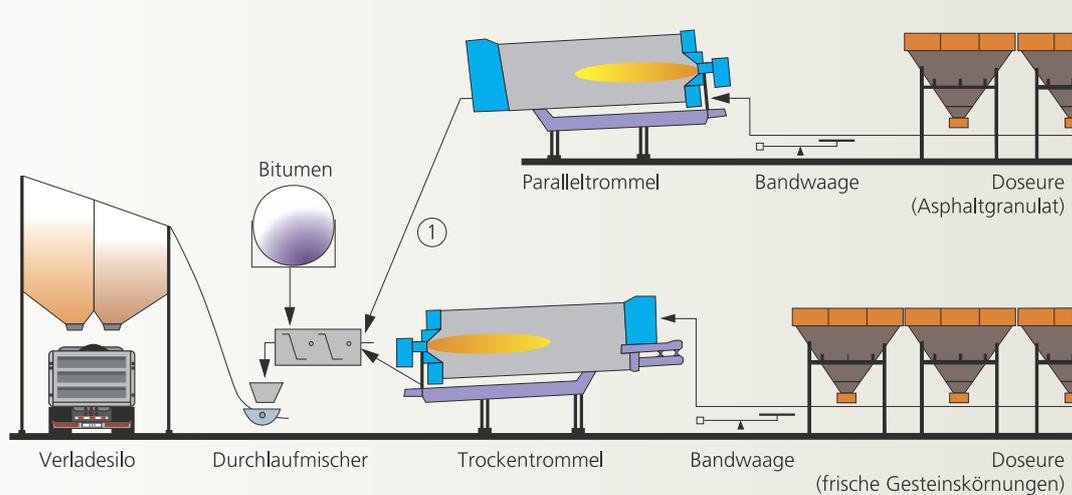
2 getrennte Zugabe in Trommelmischermitte

5. Anlagentechnik

5.2 Durchlaufmischanlagen

Auch bei den Durchlaufmischanlagen ist die Erwärmung des Asphaltgranulates **in einer gesonderten Vorrichtung** (Paralleltrommel, Bild 5.8) möglich, wobei bei der Erwärmung des Asphaltgranulates bis auf maximal 130 °C die Schonung des Bindemittels und eine Emissionsbegrenzung sichergestellt sind. Wie bei den Chargenmischanlagen können hohe Zugabemengen (bei Asphalttragschichtmischgut bis ca. 80 M.-%, bei Asphaltfundationsschichten sogar bis 100 M.-%) erreicht werden.

Bild 5.8: Durchlaufmischanlage – Erwärmung des Asphaltgranulates in gesonderter Vorrichtung (Paralleltrommel) – Zugabe in einen nachgeschalteten Durchlaufmischer.



6. Wiederverwenden vor Ort

6.1 Rückformen

Außer in stationären und in nur vorübergehend aufgebauten (mobilen) Mischanlagen kann Asphalt mit den nachfolgend aufgeführten Verfahren auch direkt vor Ort (in situ), d. h. auf der Baustelle von selbstfahrenden Maschinen im Heißverfahren (Rückformen) oder Kaltverfahren (Kaltrecycling in situ) aufgenommen, gemischt und wieder eingebaut werden.

Geeignet für die Anwendung des Rückformens sind nur Asphaltdecken, die ausschließlich unter Verwendung von Bitumen oder bitumenhaltigen Bindemitteln hergestellt worden sind und die somit der Verwertungskategorie A nach den „**Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau**“, Ausgabe 2001, Fassung 2005, (RuVA-StB 01) entsprechen (vgl. Anhang 1).

Das Rückformen kann je nach Erfordernis ohne oder mit Einmischen von Ergänzungsmaterialien wie Asphaltmischgut, Bindemittel, Zusätze oder Gesteinskörnungen erfolgen. Durch das Rückformen entsteht eine Asphaltdecke entweder

- zur späteren Überbauung oder
- zur direkten Überführung oder
- zur unmittelbaren Überbauung mit Asphalt im Heiß-auf-Heiß-Bauverfahren.

Je nach Ziel der baulichen Erhaltungsmaßnahmen kann zwischen verschiedenen Bauverfahren gewählt werden:

- a) Reshape** ■ Rückformen ohne Veränderung der Asphaltzusammensetzung
- b) Remix** ■ Rückformen mit Veränderung der Asphaltzusammensetzung
- c) Remix compact** ■ Rückformen mit Veränderung der Asphaltzusammensetzung in Verbindung mit dem Einbau einer neuen Deckschicht mit einer zusätzlichen Einbaubohe.

Bei dem Bauverfahren **Reshape** wird die zu bearbeitende Schicht mit Infrarotstrahlern oder anderen indirekt wirkenden Heizgeräten bis zur vorgesehenen Bearbeitungstiefe so weit schonend aufgeheizt, dass das Asphaltmaterial mit geeigneten Vorrichtungen ohne Kornertrümmerung aufgelockert, aufgenommen und im Mischer gemischt werden kann. Danach wird der Asphalt mit Verteilerschnecken querverteilt und mittels Einbaubohe profilgerecht vorverdichtet. Anschließend wird die rückgeformte Schicht verdichtet.



Remixer beim Rückformen einer Asphaltdeckenschicht

6. Wiederverwenden vor Ort

6.1 Rückformen



Bei dem Bauverfahren **Remix** wird ähnlich wie beim Bauverfahren Reshape verfahren. Der Unterschied besteht darin, dass im Mischer zur Veränderung der Mischgutzusammensetzung und der -eigenschaften je nach Bedarf Ergänzungsmaterialien – wie speziell zusammengesetztes Ergänzungsmischgut und/oder Bindemittel – zugegeben und mit dem aufgenommenen Asphaltmaterial zu einem in seiner Zusammensetzung veränderten Asphalt gemischt werden. Anschließend erfolgt der Einbau und die Verdichtung wie beim Bauverfahren Reshape.

Bei dem Bauverfahren **Remix compact** wird auf die rückgeformte Schicht eine neue Schicht aus werksgemischtem Asphaltmischgut nach den TL Asphalt-StB „Heiß-auf-Heiß“ unter Einhaltung der Anforderungen der ZTV Asphalt-StB eingebaut. Die zu bearbeitende Schicht wird zunächst nach dem Bauverfahren Remix behandelt. Beide Schichten werden zusammen verdichtet. Das Bauverfahren – insgesamt betrachtet – ermöglicht den Einbau einer Asphaltdeckschicht mit reduzierter Dicke.

Tabelle 6.1: Auswahl der Bauverfahren für das Rückformen in Abhängigkeit von den Merkmalsgruppen
(nach dem M RF)

Merkmalsgruppe	Zustandsmerkmal	Erscheinungsbild / Ursache	Rückformen nach Bauverfahren		
			(a)	(b)	(c)
Ebenheit	Ebenheit in Längsrichtung	Verformung	– ¹⁾	O	O
	Ebenheit in Querrichtung	Verformung	O	+	+
Rauheit	Griffigkeit	Bindemittel-anreicherung	–	+	+
		Polierte Kornoberfläche	O ²⁾	+	+
Substanzmängel	Netzrisse		–	O ³⁾	O ³⁾
	Ausmagerung infolge Mörtelverlust und Verlust grober Gesteinskörnungen		–	+	+
	Kornausbrüche		–	O	+

+ = geeignet O = bedingt geeignet – = nicht geeignet

1) aber bei kurzweiligen und/oder periodischen Unebenheiten (bei anforderungsgerechter Mischgutzusammensetzung) bedingt geeignet

2) nur zeitweilige Verbesserung

3) bei zu geringem Bindemittelgehalt geeignet

Die Anwendungskriterien sind in der Tabelle 6.1 zusammengefasst und entsprechen der Darstellung im **„Merkblatt für das Rückformen von Asphalt-schichten“**, Ausgabe 2002 (M RF) und im Wesentlichen auch den Angaben in den **„Zusätzlichen Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächen – Asphaltbauweisen“**, Ausgabe 1998/Fassung 2003 (ZTV BEA-StB 98/03).

Die Bauverfahren für das Rückformen können bei Baumaßnahmen für die Instandsetzung für die Merkmalsgruppen **„Ebenheit“**, **„Rauheit“** sowie **„Substanzmängel“** angewendet werden (vgl. Tabelle 6.1).

In der Merkmalsgruppe **„Ebenheit“** sind die Zustandsmerkmale **„Ebenheit in Längsrichtung“** und **„Ebenheit in Querrichtung“** zu unterscheiden. Unebenheiten in Längsrichtung können mit dem Bauverfahren Rückformen nicht oder nur bedingt beseitigt werden. Unebenheiten in Querrichtung können mit dem Bauverfahren Rückformen im Allgemeinen beseitigt werden. Allerdings ist das Bauverfahren Reshape in seiner Anwendung beschränkt, weil die Ursachen für die aufgetretenen Verformungen in Querrichtung ohne Veränderung der Asphaltmischgutzusammensetzung in der Regel nicht dauerhaft beseitigt werden können.

Die Merkmalsgruppe **„Rauheit“** wird durch das Zustandsmerkmal „Griffigkeit“ gekennzeichnet. Dabei sind als Erscheinungsbild/Ursache **„Bindemittelanreicherung“** und **„polierte Kornoberfläche“** zu betrachten. Beide Arten der Ursachen der Griffigkeitsmängel können mit dem Bauverfahren Remix durch die Veränderung der Mischgutzusammensetzung oder dem Bauverfahren Remix compact durch Einbau einer neuen Asphaltdeckschicht beseitigt werden. Das Bauverfahren Reshape ist auch hier zur Wiederherstellung der Griffigkeit bei polierten Kornoberflächen nur bedingt geeignet.

Die Merkmalsgruppe **„Substanzmängel“** wird durch die Erscheinungsbilder „Netzrisse“, „Ausmagerungen“ und „Kornausbrüche“ gekennzeichnet. Das Bauverfahren Reshape ist für alle genannten Substanzmängel nicht anwendbar. Sind Netzrisse durch einen zu geringen Bindemittelgehalt bedingt, kann die Asphalt-schicht dauerhaft durch Zugabe geeigneter Ergänzungsmaterialien mit den Bauverfahren Remix oder Remix compact instandgesetzt werden.

Ausmagerungen in Form von Mörtelverlust und Verlust grober Gesteinskörnungen sind ausschließlich durch Zugabe geeigneter Ergänzungsmaterialien zu beheben. Dazu können die Bauverfahren Remix und Remix compact angewendet werden. Bei Kornausbrüchen infolge gravierender Mängel in der Mischgutzusammensetzung muss bei der Anwendung des Bauverfahrens Remix und des Bauverfahrens Remix compact geprüft werden, ob die technisch möglichen Zugabemengen an Ergänzungsmaterial die Herstellung eines anforderungsgerechten Asphaltmischgutes möglich machen.

6. Wiederverwenden vor Ort

6.1 Rückformen



Nahtremixer bei der Sanierung einer schadhaften Mittelnaht (60 cm)

Im M RF werden darüber hinaus zwei Sonderfälle des Bauverfahrens (c) behandelt:

Im 1. Sonderfall kann auch das **Rückformen mit Veränderung der Asphaltzusammensetzung in Verbindung mit dem Einbau einer neuen Deckschicht mit demselben Gerät (Remix plus)** eingesetzt werden, wobei die Zugabe von Ergänzungsmaterial aus Gesteinskörnungen von weniger als 12 kg/m^2 durch Vorlage mit geeigneten Verteilergäten auf der vorgeheizten, zu bearbeitenden Schicht vorgenommen wird. Die benötigte Bindemittelzugabe zur Ergänzung wird im Mischer dosiert und soll $0,5 \text{ kg/m}^2$ nicht übersteigen. Das Gerät verfügt über zwei Einbauvorrichtungen. Die 1. Einbauvorrichtung – bestehend aus Verteilerschnecke und Einbaubohle – legt das rückgeformte Mischgut ab. Das werksgemischte Asphaltmischgut für die neue Asphaltdeckschicht wird vom Aufnahmekübel des Gerätes mittels Längsfördereinrichtung über den Mischer und die 1. Einbauvorrichtung hinweg vor der 2. Einbauvorrichtung auf der heißen Unterlage abgelegt. Die 2. Einbauvorrichtung – bestehend aus Verteilerschnecke und Einbaubohle – übernimmt die Querverteilung und den profilgerechten Einbau der neuen Asphaltdeckschicht. Beide Schichten werden somit zusammen „Heiß-auf-Heiß“ eingebaut.

Im 2. Sonderfall kann das **Rückformen auch ohne Veränderung der Asphaltzusammensetzung in Verbindung mit dem Einbau einer neuen Deckschicht mit demselben Gerät (Repave)** eingesetzt werden, wobei die zu bearbeitende Schicht zunächst nach dem Bauverfahren Reshape behandelt wird. Der aufgenommene und gemischte Asphalt wird nach Querverteilung mit Verteilerschnecken mittels einer 1. Einbauvorrichtung profilgerecht eingebaut. Das werksgemischte Asphaltmischgut für die neue Asphaltdeckschicht wird analog der Beschreibung des 1. Sonderfalles transportiert und eingebaut.

Die vorgenannten Bauverfahren werden in der Regel mit Geräten ausgeführt, die eine variable Arbeitsbreite von 3,0 bis 4,5 m aufweisen. Für Kleinflächen sind Geräte mit variablen Breiten von 1,5 bis 2,5 m vor-

handen, die aufgrund ihrer kompakten Geräteabmessungen lediglich die Verfahrensvarianten Remix und Reshape ausführen können.

Für die Sanierung von schadhaften Mittelnähten sind Sondergeräte, sogenannte Nahtremixer, entwickelt worden, die für Arbeitsbreiten von 30 cm und 60 cm zur Verfügung stehen. Details zu diesen Geräten sowie ihren Einsatzmöglichkeiten sind in den „**Hinweisen für das Schließen und die Sanierung von Rissen sowie schadhaften Nähten und Anschlüssen in Verkehrsflächen aus Asphalt**“ (H SR) beschrieben.

Zusammenfassend ist bei der Anwendung der Bauverfahren zum Rückformen Folgendes zu beachten:

- Die Bauverfahren sind nur einsetzbar, wenn die dafür vorgesehenen Schichten eine gleichmäßige Zusammensetzung aufweisen.
- Die Linienführung und Fahrbahneinbauten können die Anwendung der Bauverfahren einschränken.
- Asphaltschichten mit Gittereinlagen können aus verfahrenstechnischen Gründen nicht rückgeformt werden.
- Die maximale Auflockerungstiefe ist in der Regel auf 5 cm begrenzt.
- Einzelne Flickstellen aus warm- oder kalteinbaufähigem Mischgut oder aus Gussasphalt sind vorher auszubauen.
- Markierungsfolien sind zu beseitigen.
- Zur Wiederherstellung der Querebenheit ist die Bearbeitungstiefe so zu wählen, dass die Schicht bis mindestens 1 cm unter dem tiefsten Punkt der Unebenheiten im Querprofil erfasst wird.
- Rückformverfahren sollten nur bei warmen und trockenem Wetter ausgeführt werden.
- Nasse Fahrbahnoberflächen, Wind und niedrige Temperaturen erschweren das Aufheizen der zu bearbeiteten Schicht erheblich.
- Bei Lufttemperaturen unter 10°C sollen die Bauverfahren nicht angewendet werden.
- Schichten mit teer-/pechhaltigen Stoffen können aus Gründen des Arbeitsschutzes nicht heiß bearbeitet werden (Siehe Anhang 1).

6.2 Kaltrecycling in situ



Kaltrecycler bei der Herstellung einer bitumen-dominanten KRC-Schicht

Bei den Kaltrecycling-Verfahren wird unterschieden nach dem Ort der Herstellung der Baustoffgemische (KRC-Gemische) und zwar zwischen dem Bauverfahren „in plant“ und „in situ“. Beim „in plant“-Verfahren lassen sich KRC-Gemische mittels stationärer oder mobiler Kaltmischanlagen herstellen. Diese Verfahren sind nicht Gegenstand dieses Leitfadens (vgl. auch Anhang 1).

Das Kaltrecycling in situ, d. h. direkt im Baufeld, entwickelte sich aus dem Einsatz von Fräsrecyclern oder Stabilisierern, die die bestehende Straßenbefestigung bis zu 22 cm tief auflockern, granulieren, mit Bindemittel aufbereiten und wieder einbauen. Dabei entstehen Tragschichten, deren Eigenschaften im Wesentlichen von der Art der eingesetzten Bindemittel (bitumenhaltige und/oder hydraulische Bindemittel) und der Zusammensetzung der Baustoffgemische abhängen.

Die Baustoffgemische (KRC-Gemische) lassen sich dann in Abhängigkeit von der Bindemittelkombination und den damit erreichbaren E-Moduln in einen bitumen-dominanten und einen hydraulisch-dominanten Bindungstyp unterteilen. Die Wahl der Bindemittelkombination richtet sich nach der Zusammensetzung des Mischgranulates sowie der Tragfähigkeit der Unterlage. Bei hohen Anteilen an Ausbauasphalt ist es beispielsweise möglich, dass trotz hoher Zugabe von hydraulischem Bindemittel ein bitumen-dominantes KRC-Gemisch entsteht.

Als bitumenhaltige Bindemittel werden in der Regel Bitumenemulsionen nach den **„Technischen Lieferbedingungen für Bitumenemulsionen im Straßenbau“** (TL BE-StB) verwendet. Der Einsatz von Schaumbitumen, das aus Straßenbaubitumen der Sorten 50/70 oder 70/100 nach der DIN EN 12591 und Wasser hergestellt wird, kann auch zum Einsatz gelangen, sofern die Eignung nachgewiesen ist. Die Erzeugung des Bitumenschaums erfolgt in einer Expansionskammer durch die Zugabe von Wasser unter Druck in den heißen Bitumenstrom bei gleichzeitigem Eindüsen von Luft.

Die gebräuchlichen Geräte zur Herstellung von KRC-Schichten in situ können nach ihren signifikanten Merkmalen in zwei Geräte-Gruppen eingeteilt werden:

1. Fräse mit konstanter Arbeitsbreite (2,0 m oder 2,5 m), die gleichzeitig als Mischer fungiert (Fräsrecycler und Stabilisierer).
2. Fräse mit variabler Arbeitsbreite und Zweiwel-Zwangsmischer sowie Einbauvorrichtung bestehend aus Verteilerschnecke und Einbaubohle (Kaltrecycler und Mixpaver).

In den letzten Jahren haben sich die Kaltrecycler und Mixpaver gegen die Fräsrecycler und Stabilisierer durchgesetzt, weil sich mit ihnen wesentlich homogenere Gemische herstellen lassen. Die variable Aufnahme- und Einbaubreite vermeidet zudem mehrere Längsnähte. Schichtdicken sollten in der Regel aus Gründen der Verdichtbarkeit 20 cm (in Ausnahmefällen 22 cm) nicht überschreiten. KRC-Gemische sollten bei Temperaturen unter 5 °C nicht hergestellt und eingebaut werden.

Im **„Merkblatt für Kaltrecycling in situ im Straßenoberbau“**, Ausgabe 2005 (M KRC) sind die bisherigen Erfahrungen und Anforderungen an diese Bauweise zusammengefasst.

7. Ausblick



Das Wiederverwenden von Asphalt hat gegenüber den Wiederverwendungsraten in anderen Bereichen der Volkswirtschaft eine beispielhafte Funktion. Die Hersteller und Verarbeiter von Asphaltmischgut können daher in der Umsetzung des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes seit langem eine Bestätigung ihrer Vorgehensweise sehen.

Neben der weiteren Erhöhung der Wiederverwendungsrate erhält zukünftig nach wie vor die höherwertige Verwendung von Ausbausphalt immer größere Bedeutung. Die Zugabemengen von geeignetem Asphaltgranulat bei der Herstellung von Asphaltbinder- und Asphaltdeckschichtmischgut müssen erhöht werden, um Reduzierungen durch die Verringerung des

Bedarfs an Asphalttragschichtmischgut auszugleichen. Dazu muss der eingeschlagene Weg konsequent weiter gegangen werden:

- Getrennte Gewinnung und Lagerung der ausgebauten Asphaltmischschichten entsprechend ihren Eigenschaften,
- sorgfältige Aufbereitung mit schonender Erwärmung des Asphaltgranulates zu anforderungsgerechtem Asphaltmischgut sowie
- unter Verwendung von Asphaltgranulat hergestelltes Asphaltmischgut für alle Schichten, das in seinen Eigenschaften einem nur mit frischen Baustoffen hergestellten Asphaltmischgut in keiner Hinsicht nachsteht.



Der Ausbau und die Verwertung von besonders hochwertigen Schichten – wie z. B. Asphaltdeckschichten aus offenporigem Asphalt oder mit modifizierten Bindemitteln hergestellte Asphaltmischschichten – bringen weitere neue Herausforderungen, aber auch neue Möglichkeiten.



1.	Verwerten teer-/pechhaltiger Straßenausbaustoffe	40
2.	Regelwerke und chronologisches Literaturverzeichnis	43
2.1	Regelwerke	43
2.2	Chronologisches Literaturverzeichnis	46
3.	Klassifizierung von Asphaltgranulat	49
3.1	Formblatt	49
3.2	Beispiel für eine Klassifizierung von Asphaltgranulat für die Zugabe in Asphaltbindermischgut	50
4.	Weitere Leitfäden und Veröffentlichungen des DAV/DAI	51
	Überblick über die zur Zeit zur Verfügung stehenden Veröffentlichungen (Broschüren, Leitfäden und Forschungsberichte) des DAV/DAI.	

1. Verwerten teer-/pechhaltiger Straßenausbaustoffe

In ihrer Wirkung als Bindemittel für Gesteinskörnungsgemische sind sich Teere bzw. Peche und Bitumen so ähnlich, dass früher aus bautechnischer Sicht zwischen beiden Bindemitteln keine großen Unterscheidungen erforderlich waren.

Straßenpech und Bitumen unterscheiden sich allerdings in ihrer chemischen Zusammensetzung. **Straßenpech** ist ein Produkt, das nach der Verkokung (Pyrolyse) von Kohle und anschließender Destillation des Rohteeres entsteht. Es besteht nahezu vollständig aus aromatischen Kohlenwasserstoffverbindungen mit hohen Anteilen an polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) sowie phenolischen Verbindungen. Diese Inhaltsstoffe kennzeichnen Straßenpech als umweltkritischen und gesundheitsgefährdenden Baustoff.

Bitumen hingegen, ein Produkt der Destillation des Erdöls, besteht aus Kohlenwasserstoffverbindungen mit einem nur sehr geringen Anteil an polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen.

Erst als teer-/pechhaltige Bindemittel im Straßenbau aus wirtschaftlichen Gründen durch Bitumen längst substituiert worden waren, ist die schädliche Wirkung der teer-/pechhaltigen Bindemittel durch die Forschung auf den Gebieten der Medizin und der Ökologie voll erkannt worden. Durch die Einführung der **Technischen Regeln für Gefahrstoffe „Pyrolyseprodukte aus organischem Material“** (TRGS 551) mit der Ausgabe 1993 gilt in Deutschland ein Verbot für das Verwenden teer-/pechhaltiger Bindemittel. Wasserwirtschaftliche Anforderungen in einzelnen Bundesländern an industrielle Nebenprodukte und Recycling-Baustoffe für den Straßenbau hatten schon vorher den Einsatz von teer-/pechhaltigen Bindemitteln ausgeschlossen.

Das **Verwerten von** teer-/pechhaltigen Straßenausbaustoffen wird dagegen sowohl in den TRGS 551 als auch in den unterschiedlichen Regelungen einzelner Bundesländer nicht ausgeschlossen, wenn die in den folgenden vier Punkten zusammengefasste Vorgehensweise beachtet wird:

1. Belassen teer-/pechhaltiger Stoffe im Oberbau

Solange teer-/pechhaltige Straßenausbaustoffe in der Straßenbefestigung eingebunden sind, sind Beeinträchtigungen von Boden- und Grundwasser durch Pechinhaltsstoffe nicht zu erwarten. Der Verbleib dieser gebundenen teer-/pechhaltigen Stoffe in den Straßenbefestigungen ist daher nicht zu beanstanden. Haben Voruntersuchungen und/oder die Aktenlage ergeben, dass bei Baumaßnahmen derartiger Stoffe im Straßenaufbau vorhanden sind, kann der Bauentwurf durch Veränderung der Gradienten und gegebenenfalls der Querneigung mit dem Ziel überarbeitet werden, die teer-/pechhaltigen Schichten im Straßenaufbau zu belassen.

2. Ausbau teer-/pechhaltiger Stoffe

Baumaßnahmen, bei denen teer-/pechhaltige Schichten nicht überbaut werden können, sind z. B.:

- die Erneuerung der Straßenbefestigung im Zusammenhang mit Arbeiten an Versorgungsleitungen,
- der Rückbau von Straßen,
- die Entschärfung von Kurvenbereichen und anderen Gradientenverbesserungen,
- vorgegebene Fahrbahnhöhen aufgrund vorhandener Bebauungen in Ortsdurchfahrten und anderen Zwangspunkten der Gradienten.

Die hierbei anfallenden teer-/pechhaltigen Straßenausbaustoffe müssen einer umweltverträglichen Verwertung zugeführt werden. Das Verwerten als Baustoff steht im Einklang mit gesetzlichen Vorgaben und hat sich insgesamt wesentlich kostengünstiger erwiesen als eine Deponierung.



Mobile Kaltmischanlage

3. Bestimmung von schädlichen Inhaltsstoffen

Soweit den bauvorbereitenden Stellen noch Bauakten über die Straßenbefestigungen und über verwendete Bindemittel vorliegen, kann der Nachweis der Umweltverträglichkeit nach Aktenlage bestimmt werden. Kann die Verwendung teer-/pechhaltiger Bindemittel nicht ausgeschlossen werden, sind für das umweltverträgliche Verwerten dieser Stoffe Bestimmungen des PAK- und Phenolgehaltes notwendig. Diesen Nachweis hat entsprechend den Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen (ATV) der VOB, Teil C DIN 18299 der Auftraggeber zu führen, wobei die Probenahme durch ihn zu veranlassen ist und die Kosten für die Analyse von ihm zu tragen sind. Der **qualitative Nachweis** von PAK nach EPA (Environmental Protection Agency – Umweltbehörde der USA) und/oder eluierbaren Phenolen kann zunächst durch Schnellverfahren erfolgen, die im **Arbeitspapier Nr. 27/2 „Prüfung von Straßenausbau material auf carbostämmige Bindemittel – Schnellverfahren“** beschrieben sind. In diesem Arbeitspapier werden u. a. Verfahren aufgeführt, die mit Hilfe der Fluoreszenz im UV-Licht mit geringem Aufwand PAK und mit Farbreaktionen Phenole in umweltrelevanten Konzentrationen in Ausbaumaterialien (Bohrkerne, Schollen und Fräsgut) erkennen lassen. Die Verfahren haben ihren vordringlichen Einsatz für Prüfungen vor Ort und für Kontrollen bei der Materialannahme.

Zur **quantitativen Bestimmung** entsprechend **Arbeitspapier Nr. 27/3 „Prüfung von Straßenausbau material auf carbostämmige Bindemittel – Quantitative Bestimmung“** erfolgt die Elution der losen Ausbaustoffe sowie der im Laboratorium hergestellten Probekörper aus gebundenen Ausbaustoffen nach den **„Technischen Prüfvorschriften für Gesteinskörnungen im Straßenbau“**, (TP Gestein-StB) Teil 7.1.2 (Trogverfahren). Bohrkerne dürfen für diese Prüfung nicht verwendet werden. Der Gehalt an PAK nach EPA im Eluat wird nach der DIN 38407-F18 bestimmt. Der Gehalt an PAK nach EPA im Feststoff wird nach der DIN ISO 13877 oder nach dem Gaschromatographie-Verfahren bestimmt. Der Phenolindex wird mit der Hochleistungsflüssigkeits-Chromatographie (HPLC-Verfahren) nach Heimer oder nach der DIN 38409-H16-2 bestimmt.

Als Grundlage für die Einstufung der Straßenausbau stoffe in verschiedene Verwertungsklassen ist mindestens eine quantitative Bestimmung an ausgewählten PAK und einer Phenolbestimmung vorzunehmen. Die Verwertungsklasse bestimmt dann wiederum die möglichen Verwertungsverfahren.

4. Einteilung der Verwertungsklassen

Die auszubauenden und zu verwertenden Stoffe müssen neben der bautechnischen Eignung vornehmlich in Bezug auf Arbeits-, Boden- und Gewässerschutz bewertet werden, wenn teer-/pechtypische Bestandteile nachgewiesen werden. Für die Aspekte des Arbeitsschutzes sind die enthaltenden PAK und Phenole zu betrachten. Die Bewertung erfolgt anhand der Gesamtgehalte an PAK nach EPA. Phenole entweichen im Wesentlichen mit Wasserdampf, wenn dieser beim Erhitzen frei wird. Die **TRGS 551, TRGS 900, TRGS 901 und TRGS 905 sind einzuhalten sowie die „Empfehlungen der Berufsgenossenschaft und des Berufsgenossenschaftlichen Instituts für Arbeitssicherheit“** (BG/BIA-Empfehlungen) zu beachten.

Für den Boden- und Gewässerschutz ist von Bedeutung, in welchen Mengen PAK nach EPA und Phenole durch Wasser eluiert werden.

In Abhängigkeit vom Gehalt an PAK nach EPA im Feststoff und vom Phenolindex im Eluat ist die Einordnung in drei Verwertungsklassen gemäß der Tabelle A1 vorzunehmen. Der für die Verwertungsklasse A genannte Wert von bis zu 25mg/kg PAK nach EPA entspricht einem kennzeichnungsfreien Bindemittel in einem Baustoffgemisch. Die Begründung für diesen Grenzwert zur Trennung von Ausbauspalt und Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen wird im Anhang der **„Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauspalt im Straßenbau“**, Ausgabe 2001, Fassung 2005 (RuVA-StB 01) erläutert.

Die RuVA-StB 01 behandeln Straßenausbau stoffe, für die auch die Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) Anforderungen erarbeitet hat. Diese sind in den Mitteilungen 20 der LAGA als Technische Regeln festgelegt und die RuVA-StB 01 wurden unter Berücksichtigung dieser Technischen Regeln und den Festlegungen der genannten TRGS aufgestellt und legen durch die Bildung von drei Verwertungsklassen die Abgrenzungen zwischen Ausbauspalt und den Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen fest.

1. Verwerten teer-/pechhaltiger Straßenausbaustoffe

Tabelle A1: Verwertungsklassen für Straßenausbaustoffe

(entspricht jeweils der Tabelle 1 in den RuVA-StB 01 (Fassung 2005) und den TL AG-StB 06)

Verwertungs- klasse	Art der Straßenausbaustoffe		Hintergrund 1)	Gesamtgehalt im Feststoff PAK nach EPA mg/kg	Phenolindex im Eluat mg/l
A	Ausbauasphalt		AS, BS, GS	≤ 25²⁾	≤ 0,1²⁾
B	Ausbau- stoffe mit teer-/pech- typischen Bestand- teilen	vorwiegend steinkohlen- teertypisch	AS, BS, GS	> 25	≤ 0,1
C		vorwiegend braunkohlen- teertypisch	BS, GS	Wert ist anzugeben	> 0,1

1) AS = Arbeitsschutz, BS = Bodenschutz,
GS = Gewässerschutz

2) Nachweis kann entfallen, wenn im Einzelfall zweifelsfrei nachgewiesen ist,
dass ausschließlich Bitumen oder bitumenhaltige Bindemittel verwendet wurden.

Bei höheren PAK-Gehalten sehen die Technischen Regeln der LAGA und die überarbeitete RuVA-StB 01 (Fassung 2005) ohne Angabe eines Höchstwertes die Bindung der teer-/pechhaltigen Ausbaustoffe nur im Kaltmischverfahren unter Zugabe von Bindemitteln vor.

Dabei bewirkt das kalte Einbinden der teer-/pechhaltigen Stoffe:

- Eine Minimierung des Hohlraumgehaltes in der fertigen Schicht,
- eine Verhinderung des Wasserzutrittes und damit
- eine dauerhafte wirksame Einbindung der schädlichen Inhaltstoffe der Ausbaustoffe.

Als Bindemittel für Kaltmischgut werden verwendet:

- Spezielle Bitumenemulsionen,
- Schaumbitumen,
- spezielle hydraulische Bindemittel und
- Kombinationen aus den vorgenannten Bindemitteln.

Die Verwertung in Kaltmischverfahren mit Bindemitteln ist für Straßenausbaustoffe aller Verwertungsklassen nach der Tabelle A1 möglich. Jedoch sind für die Verwertungsklassen B und C diese Verfahren nur erlaubt, wenn im Rahmen der Prüfung über die Eignung nachgewiesen wird, dass durch die Bindung mit Bindemittel im Eluat des Probekörpers die PAK nach EPA kleiner 0,03 mg/l und in der Verwertungsklasse C der Phenolindex kleiner 0,01 mg/l sind. Bei diesen

Verfahren kann zwischen einer Verwendung in stationären und mobilen Mischanlagen einerseits sowie im Baustellenmischverfahren andererseits unterschieden werden.

Allerdings sind aus der Sicht der Straßenbauverwaltungen die Klassifizierung in Verwertungsklassen und die Grenzwerte der RuVA-StB 01 (Fassung 2005) nicht dazu geeignet, eine abfallrechtliche Einstufung der Ausbaustoffe vorzunehmen. Dies betrifft u. a. die Einstufung von teer-/pechhaltigen Straßenausbaustoffen im Hinblick auf die Überwachungsbedürftigkeit nach der Abfallverzeichnis-Verordnung (AVV). Die abfallrechtliche Beurteilung ist nach den Festlegungen im KrW-/AbfG sowie dem untergesetzlichen Regelwerk vorzunehmen und obliegt den zuständigen Abfallbehörden der Länder.

In Abhängigkeit von dem zu verwendenden Bindemittel sind das „**Merkblatt für die Verwertung von Asphaltgranulat und pechhaltigen Straßenausbaustoffen in Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln**“ und das „**Merkblatt für die Verwertung von pechhaltigen Straßenausbaustoffen und von Asphaltgranulat in bitumengebundenen Tragschichten durch Kaltaufbereitung in Mischanlagen**“ (M VB-K) zu beachten. Unabhängig vom Verfahren zur Verwertung gelten für die **Lagerung** von Straßenausbaustoffen die Regelungen, die im „**Merkblatt für die Verwertung von Asphaltgranulat**“ (M VAG) festgelegt sind.

2. Regelwerke und chronologisches Literaturverzeichnis

2.1 Regelwerke

- Arbeitspapier zur Prüfung von Straßenausbaumaterial auf carbostämmige Bindemittel – Schnellverfahren, Ausgabe 2000, FGSV-Nr. AP 27/2

- Arbeitspapier zur Prüfung von Straßenausbaumaterial auf carbostämmige Bindemittel – Quantitative Bestimmung, Ausgabe 2004, FGSV-Nr. AP 27/3

- Hinweise für das Schließen und die Sanierung von Rissen sowie schadhaften Nähten und Anschlüssen in Verkehrsflächen aus Asphalt, Ausgabe 2003 (H SR), FGSV-Nr. 777

- Merkblatt für Asphaltfundationsschichten im Heißeinbau, Ausgabe 1997 (M AFS-H), FGSV-Nr. 759

- Merkblatt für Eignungsprüfungen an Asphalt, Ausgabe 1998, FGSV-Nr. 751

- Merkblatt für das Fräsen von Asphaltbefestigungen, Ausgabe 2000 (M FA), FGSV-Nr. 786/5

- Merkblatt für die Verwertung von Asphaltgranulat, Ausgabe 2000 (M VAG), FGSV-Nr. 754

- Merkblatt für das Rückformen von Asphaltsschichten, Ausgabe 2002 (M RF), FGSV-Nr. 786/1

- Merkblatt für die Verwertung von Asphaltgranulat und pechhaltigen Straßenausbaustoffen in Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln, Ausgabe 2002, FGSV-Nr. 826

- Merkblatt für Kaltrecycling in situ im Straßenoberbau, Ausgabe 2005 (M KRC), FGSV-Nr. 636

- Merkblatt für die Verwertung von pechhaltigen Straßenausbaustoffen und von Asphaltgranulat in bitumengebundenen Tragschichten durch Kaltaufbereitung in Mischanlagen, Ausgabe 2007 (M VB-K), FGSV-Nr. 755

- Merkblatt über die statistische Auswertung von Prüfergebnissen – Teil 2: Erkennen und Behandeln von Ausreißern, Ausgabe 2003, FGSV-Nr. 926/2

- Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen, Ausgabe 2001 (RStO 01), FGSV-Nr. 499

- Richtlinien für die Planung von Erhaltungsmaßnahmen an Straßenbefestigungen, Ausgabe 2001 (RPE-Stra 01), FGSV-Nr. 988

- Richtlinien für die Anerkennung von Prüfstellen für Baustoffe und Baustoffgemische im Straßenbau, Ausgabe 2004 (RAP Stra 04), FGSV-Nr. 916

- Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau, Ausgabe 2001, Fassung 2005 (RuVA-StB 01), FGSV-Nr. 795

2. Regelwerke und chronologisches Literaturverzeichnis

2.1 Regelwerke

- Technische Lieferbedingungen für Asphaltgranulat, Ausgabe 2006 (TL AG-StB 06), FGSV-Nr. 749
- Technische Lieferbedingungen für Asphaltmischgut für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen, Ausgabe 2007 (TL Asphalt-StB 07), FGSV-Nr. 799/1
- Technische Lieferbedingungen für Bitumenemulsionen im Straßenbau, Ausgabe 2007 (TL BE-StB 07), FGSV-Nr. 793
- Technische Lieferbedingungen für Straßenbaubitumen und gebrauchsfertige polymermodifizierte Bitumen für die Herstellung von Verkehrsflächenbefestigungen aus Asphalt in Heißverarbeitung, Ausgabe 2007 (TL Bitumen-StB 07), FGSV-Nr. 794
- Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau, Ausgabe 2007 (TL Gestein-StB 07), FGSV-Nr. 613
- Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau (TL SoB-StB 04), Ausgabe 2004/Fassung 2007, FGSV-Nr. 697
- Technische Lieferbedingungen für Baustoffe und Baustoffgemische für Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton (TL Beton-StB 07), FGSV-Nr. 899/1
- Technische Prüfvorschriften für Gesteinskörnungen im Straßenbau – Teil 7.3: Analysenverfahren, Ausgabe 2001 (TP Gestein-StB), FGSV-Nr. 610/5
- Technische Prüfvorschriften für Gesteinskörnungen im Straßenbau – Teil 7.1.2: Trogverfahren, Ausgabe 2001 (TP Gestein-StB), FGSV-Nr. 610
- Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen aus Asphalt, Ausgabe 2007 (ZTV Asphalt-StB 07), FGSV-Nr. 799
- Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächen – Asphaltbauweisen, Ausgabe 1998/Fassung 2003 (ZTV BEA-StB 98/03), FGSV-Nr. 798
- Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Befestigung ländlicher Wege, Ausgabe 1999/Fassung 2001 mit Änderungen und Ergänzungen Ausgabe 2007 (ZTV LW 99/01), FGSV-Nr. 675
- Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen für die Verwertung von Asphaltgranulat im Straßenbau in Bayern, Ausgabe 2002 (ZTV VAG-StB 02) und Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau, Ausgabe 2001 (RuVA-StB 01), Bekanntmachung der OBB im Bayerischen Staatsministerium des Inneren vom 16. August 2005, Az.: II D 9 – 43433 – 001/90

- Erläuterungen zur DIN EN 13108 – Asphaltmischgut – Mischgutanforderungen – Teil 21: Werkseigene Produktionskontrolle, Fassung November 2007, FGSV-Nr. 728
- Handbuch für die Vergabe und Ausführung von Bauleistungen im Straßen- und Brückenbau, Ausgabe September 2007 (HVA B-StB), FGSV-Nr. 941B
- Standardleistungskatalog für den Straßen- und Brückenbau, Leistungsbereich: Asphaltbauweisen, Ausgabe März 2005 (STLK-StB), FGSV-Nr. LB 113
- Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Allgemeine Regelungen für Bauarbeiten jeder Art – DIN 18299, Ausgabe Oktober 2006, Beuth Verlag GmbH, 10787 Berlin
- Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Verkehrswegebauarbeiten – Oberbauschichten aus Asphalt – DIN 18317, Ausgabe Oktober 2006, Beuth Verlag GmbH, 10787 Berlin
- Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA): Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/-Abfällen, Technische Regeln: Mitteilung 20, 5. erweiterte Auflage 2004, Erich Schmidt Verlag, 10724 Berlin
- Technische Regeln für Gefahrstoffe, TRGS 551: Teer und andere Pyrolyseprodukte aus organischem Material, BArbBl., Heft 7-8/1999, S.39-45, zuletzt geändert durch BGBl.I, Heft 6/2003, S. 90
- Technische Regeln für Gefahrstoffe, TRGS 900: Arbeitsplatzgrenzwerte, BArbBl., Heft 1/2006, S.41-55, zuletzt geändert und ergänzt: GMBL.Nr. 24/2007, S. 511
- Technische Regeln für Gefahrstoffe, TRGS 901: Begründungen und Erläuterungen zu Grenzwerten in der Luft am Arbeitsplatz, BArbBl., Heft 4/1997, S. 42-53, zuletzt geändert: BAnz.Nr. 95a vom 19. Mai 2006
- Technische Regeln für Gefahrstoffe, TRGS 905: Verzeichnis krebserregender erbgutverändernder fortpflanzungsgefährdender Stoffe, BArbBl., Heft 7/2005, S. 68-78, zuletzt berichtigt: BAnz.Nr. 59a vom 24. März 2006
- Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und der Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen (Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz – KrW-/AbfG) vom 27. September 1994, BGBl.I 1994, S.2705, zuletzt geändert durch Art. 2 G vom 19. Juli 2007, BGBl. I 2007, S. 1462
- Gesetz zur Vereinfachung der abfallrechtlichen Überwachung vom 15. Juli 2006, BGBl. I 2006, S. 1619
- Verordnung zur Vereinfachung der abfallrechtlichen Überwachung vom 20. Oktober 2006, BGBl. I 2006, S. 2298 Artikel 1: Verordnung über die Nachweisführung bei der Entsorgung von Abfällen (Nachweisverordnung – NachwV)

2. Regelwerke und chronologisches Literaturverzeichnis

2.2 Chronologisches Literaturverzeichnis

- Barz, G.: Die Wiederverwendung von Baustoffen bei der Grunderneuerung der Bundesautobahn A7 südlich von Göttingen. TEERBAU Veröffentlichungen (1987), Nr. 33, S. 5-12
- Fortmann, J.; Schmitz, W.: Eine neue Doppeltrommelmischanlage für die Wiederverwendung von Asphalt und ihr Einsatz auf der BAB A7. TEERBAU Veröffentlichungen (1987), Nr. 33, S. 24-28
- Arand, W.: Neuartige Mischanlage für die Herstellung von Asphalt mit erhöhtem Ausbausphalanteil. Baustoff Recycling+Deponietechnik 3 (1987), Heft 6, S. 3-6
- Hiersche, E.-U.: Auswirkungen der Wiederverwendung von Ausbausphal auf das Langzeitverhalten bituminöser Tragschichten. Forschungsbericht des DAI, 1988
- Leykauf, G.: Ausbausphal für Asphaltoberbau und Foundationsschichten. Bitumen 50 (1988), Heft 2, S. 53-61
- Neumann, G.: Asphaltfundationsschichten aus Asphaltgranulat – eine zukunftsweisende Möglichkeit der Wiederverwendung großer Mengen Ausbausphal. Bitumen 51 (1989), Heft 1, S. 19-24
- Glet, W.; Rode, F.: Die Wiederverwendung von Ausbausphalten durch Bindung mit Bitumenemulsionen. Bitumen 51 (1989), Heft 2, S. 65-70
- Glet, W.: Das Eluierverhalten von Phenolen aus teerhaltigem Straßenaufbruch. Bitumen 53 (1991), Heft 4, S. 154-161
- Kolb, K. H.: Technologie bei Produktion und Einbau von Asphalt mit hohen Zugaben von Ausbausphal. Bitumen 53 (1991), Heft 4, S. 172-176
- Damm, K.-W.: Asphalt und Umwelt. Die Asphaltstraße 26 (1991), Heft 6, S. 26-33
- Charif, K.: Wiederverwendung von Ausbausphal in Asphaltbinder- und Asphaltdeckschichten – Untersuchungen zum Langzeitverhalten. Bitumen 54 (1992), Heft 3, S. 97-104
- Rosenberg, R.; Tappert, A.: Grundsätze der Beurteilung und praktische Einsatzmöglichkeit von pechhaltigem Straßenausbaumaterial. Straße und Autobahn 43 (1992), Heft 11, S. 719-729
- Krass, K.: Wasserwirtschaftliche Anforderungen an industrielle Nebenprodukte und Recycling-Baustoffe im Straßenbau. Straße und Autobahn 44 (1993), Heft 6, S. 348-355
- Schäfer, V.: Asphaltherstellung in Doppeltrommel-Durchlaufmischanlagen (Double Barrel) mit Langzeitsiloanlage. asphalt 29 (1994), Heft 1, S. 49-52
- Neumann, G.: Asphaltfundationsschichten – Grundsätze und Besonderheiten beim Einsatz von Ausbausphal. Bitumen 56 (1994), Heft 4, S. 161-165
- Dienemann, B.: Aspekte zur Wiederverwendung von Asphalt und pechhaltiger Ausbaustoffe aus dem Straßenbau. asphalt 30 (1995), Heft 3, S. 8-13
- Pätzold, H.: Umweltverträgliche Wiederverwendung pechhaltiger Straßenausbaustoffe. asphalt 30 (1995), Heft 5, S. 43-53
- Kolb, K. H.: Straßenbautechnik – Neue Entwicklungen in der Asphaltbauweise. asphalt 30 (1995), Heft 7, S. 8-12
- Arand, W.: Hohe Granulatanteile in Asphaltdeckschichten (FA Q 148669). asphalt 31 (1996),
Teil 1: Untersuchungen im Labormaßstab, Heft 1, S. 23-32;
Teil 2: Untersuchungen im halbtechnischen Maßstab, Heft 2, S. 30-40;
Teil 3: Untersuchungen im großtechnischen Maßstab, Heft 3, S. 35-43
- Pätzold, H.: Wiederverwendung von Asphalt unter dem neuen Kreislaufwirtschaftsgesetz. dav/dai Seminar 1996, Tagungsband, S. 123-136

- Dienemann, B.: Asphaltfundationsschichten. dav/dai Seminar 1996, Tagungsband, S. 245-250
- Glet, W.: Kaltmischgut – Theorie, Anwendung und Grenzen. asphalt 31 (1996), Heft 4, S. 15-21
- Freund, H.-J.; Kiuntke, M.; Walter, T.: Bewährung von Asphaltkonstruktionen mit hohen Anteilen an Ausbaupasphalt (FA 7.160). Informationen Forschung im Straßen- und Verkehrswesen, Teil: Straßenbau und Verkehrstechnik, 64. Lieferung der FGSV (1998), S. 7-117 bis 7-121
- Glet, W.: Umweltfreundliches Wiederverwenden von Asphalt und teerhaltigen Straßenausbaustoffen – Vorstellung eines neuen Regelwerkes. dav/dai Seminar 1998, Tagungsband, S. 63-78
- Rosenberg, R.: Umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen im Straßenbau. asphalt 34 (1999), Heft 4, S. 19-23
- Dienemann, B.: Technische Lieferbedingungen für Asphaltgranulat – Europäische Systematik im deutschen Regelwerk. dav/dai Seminar 2000, Tagungsband, S. 83-98
- Leutner, R.; Dröge, C.: Ermittlung von Einsatzgrenzen für die Zugabe von Ausbaupasphalt in Asphaltdecken anhand von Erprobungsstrecken. Schlussbericht zum Forschungsvorhaben Nr. 1481045 des BMV (2000)
- Neußner, E.: Kaltrecycling-Bauweisen im Härtetest. Straße und Autobahn 51 (2000), Heft 2, S. 137-143
- Kolmsee, K.: BG/BIA-Empfehlungen für Herstellung und Transport von Asphalt. asphalt 35 (2000), Heft 3, S. 37-42
- Rühl, R.: Praktische Umsetzung von BG/BIA-Empfehlungen im Mischwerk und beim Einbau. asphalt 35 (2000), Heft 5, S. 18-22
- Schäfer, V.: Fundationsschichten aus Asphalt mit Schaumbitumen. asphalt 35 (2000), Heft 7, S. 24-33
- Glet, W.: Weiterentwicklung des Sublimierverfahrens zur PAK-Detektion in Straßenausbaustoffen. Bitumen 63 (2001), Heft 1, S. 22-26
- Halfmann, U.: Neue Möglichkeiten bei der Verwertung von Ausbaupasphalt – TL AG, M VAG, RuVA . dav/dai Seminar 2001, Tagungsband, S. 165-180
- Rohleder, M.: Erfahrungen mit Tragschichten aus teerhaltigen Ausbaustoffen – Bautechnik und Umwelt. Straße und Autobahn 52 (2001), Heft 3, S. 123-128
- Dröge, C.: Ausbaupasphalt in Deckschichten – Ergebnisse von Erprobungsstrecken. Straße und Autobahn 52 (2001), Heft 5, S. 251-255
- Schwarz, A.: Möglichkeiten des Kaltrecyclings. asphalt 36 (2001), Heft 4, S. 10-17
- Erhardt, H.: Neue Möglichkeiten der Verwertung von Ausbaupasphalt. asphalt 36 (2001), Heft 6, S. 26-33
- Drüschner, L.: Praktische Bedeutung der Wiederverwendung von Asphalt. Straße und Autobahn 52 (2001), Heft 11, S. 611-615
- Reinboth, K.: Die Wiederverwendung von Asphalt – Technologie, Ökonomie und Ökologie – Teil 1. Straße und Autobahn 52 (2001), Heft 11, S. 616-622 und Teil 2: Straße und Autobahn 53 (2002), Heft 1, S. 31-39
- Glet, W.: Umweltverträgliche Verwertung von Asphaltgranulat und teerhaltigen Straßenausbaustoffen. Straße und Autobahn 53 (2002), Heft 2, S. 93 – 98
- Dienemann, B.: Neue Regelwerke für die Lieferung und die Verwertung von Asphaltgranulat. Straße und Autobahn 53 (2002), Heft 2, S. 99 - 103
- Glet, W.; Tiemann, J.: Die UV-Absorption als Schnellmethode zum Nachweis phenolischer Verbindungen in Straßenausbaumaterial. Bitumen 64 (2002), Heft 1, S. 30-35

2. Regelwerke und chronologisches Literaturverzeichnis

2.2 Chronologisches Literaturverzeichnis

- Stephan, F.: Neues Regelwerk zur flexiblen Verwertung von Asphaltgranulat – aus der Sicht des Anwenders. dav/dai Seminar 2002, Tagungsband, S. 241-249
- Krass, K.; Stoppka, B.: Schaumbitumen für Tragschichten aus pechhaltigem Straßenaufbruch und industriellen Reststoffen. Straße und Autobahn 53 (2002), Heft 9, S. 528-535
- Tappert, A.: Neue Wege zur Verwertung von Asphaltgranulat. asphalt 37 (2002), Heft 7, S. 27-35
- Schellenberger, W.; Vetter, U.: Asphalt mit Zusatz von Asphaltgranulat – kalt und heiß – Einfluss auf die Eigenschaften. Bitumen 65 (2003), Heft 2, S. 69-78
- Schmidt, H.: Umsetzung des Regelwerks zur Verwertung von Asphaltgranulat. dav/dai Seminar 2003
- Krass, K.; Brüggemann, M.; Görener, E.: Anfall, Aufbereitung und Verwertung von Recycling-Baustoffen und industriellen Nebenprodukten im Wirtschaftsjahr 2001
Teil 1: Recycling-Baustoffe. Straße und Autobahn 55 (2004), Heft 4, S. 193-202 und
Teil 2: Industrielle Nebenprodukte. Straße und Autobahn 55 (2004), Heft 5, S. 275-281
- Renken, P.: Verwertung von größeren Mengen an Ausbauasphalt in Asphaltdeckschichten – Grundsätzliches zur Herstellung und zu den Eigenschaften. Vortrag und Proceedings Eurasphalt und Eurobitume Kongress 2004 in Wien, veröffentlicht auch in Bitumen 66 (2004), Heft 2, S. 54-57
- Schmidt, H.: Neue Regeln für die Zugabe von Asphaltgranulat. dav/dai Seminar 2005
- Rühl, R.; Reifig, J.: Gefahrstoffverordnung – Was bringt sie für den Straßenbau. asphalt 40 (2005), Heft 4, S. 18-21
- Schmidt, H.: Wiederverwertung von Ausbauasphalt in Deckschichten. Straße und Autobahn 56 (2005), Heft 11, S. 629-633
- Leutner, R.; Renken, P.; Lobach, T.: Wirksamkeit der Zugabe von Asphaltgranulat auf die mechanischen Eigenschaften von Asphaltdeckschichten (FA 7.194). Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Herausgeber BMVBS, Heft 908 (2005)
- Voigt, F.: Veränderte Marktbedingungen und neue Herausforderungen. asphalt 41 (2006), Heft 1, S. 6-10
- Schmidt, H.: Verwertung von Asphaltgranulat. asphalt 41 (2006), Heft 2, S. 31-34
- Mansfeld, R.: Management von Asphaltgranulat im praktischen Betrieb einer Mischanlage. dav/dai Seminar 2006
- Täube, A.: Die neuen Technischen Lieferbedingungen für Asphaltgranulat. asphalt 41 (2006), Heft 6, S. 6-10
- Mansfeld, R.: Einsatz von Asphaltgranulat – Für hochwertige Asphalte im Straßenbau. asphalt 41 (2006), Heft 6, S. 11-18
- Riebesehl, G.; Beer, F.: Ausbauasphalt in Asphalttschichten mit hohen Belastungen. asphalt 41 (2006), Heft 6, S. 19-26
- Riebesehl, G.: Wohin mit dem Ausbauasphalt. asphalt 42 (2007), Heft 2, S. 35-40
- Kuhr, R.: Granulat-Zugabe an der Asphaltmischanlage – Technische Lösungen und notwendige Investitionen. dav/dai Seminar 2007
- Renken, P.; Lobach, T.: Einfluss der Zugabe von Ausbauasphalten in Asphaltbinderemischgut mit PmB 45. Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Herausgeber BMVBS, Heft 954 (2007)
- Lobach, T.: Ausbauasphalt für Asphaltbinderemischgut mit PmB 45 – Überprüfung des Einflusses unterschiedlicher Ausbauasphaltqualitäten. asphalt 42 (2007), Heft 7, S. 26-33

3. Klassifizierung von Asphaltgranulat

unter Berücksichtigung der TL AG-StB 09 und der TL Asphalt-StB 07, Anhang A

3.1 Formblatt

Lagerplatz/Mischanlage
Bezeichnung des Asphaltgranulates (U RA d/D)
Bezeichnung der Lagerhalde
Größe der Halde	ca. t Datum,
Herkunft des Asphaltgranulates (Baustelle)

Asphaltgranulat

Merkmal	-	Prüfung	Vorinfo
Umweltverträglichkeit	Verwertungsklasse A <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Eigenschaft/Merkmalgröße	Kategorie/Prüfergebnis/ Prüfverfahren								Prüfung	Vorinfo	
max. Stückgröße (U)	5	8	11	16	22	32	45	56	63	<input 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			-	-
<input type="checkbox"/> Bindemittelgehalt (B_s) [M.-%]									<input type="checkbox"/>	-	
<input type="checkbox"/> Erweichungspunkt ($T_{R\&B}$) [°C]									<input type="checkbox"/>	-	
<input type="checkbox"/> Stück Anteil < 0,063 mm [M.-%]									<input type="checkbox"/>	-	
oder Anteil 0,063/2 mm [M.-%]									<input type="checkbox"/>	-	
<input type="checkbox"/> Korn Anteil > 2 mm [M.-%]									<input type="checkbox"/>	-	
Rohdichte (ρ_{mv}) [g/cm³]									<input type="checkbox"/>	-	
Fremdstoffgehalt (FM)	$FM_{1/0.1}$		$FM_{5/0.1}$			$FM_{\text{angegeben}}$			<input type="checkbox"/>	-	

Gesteinskörnungen

Eigenschaft/Merkmalgröße	Kategorie/Prüfergebnis							Prüfung	Vorinfo
Stoffliche Kennzeichnung	-							-	-
<input type="checkbox"/> Art der Gesteinskörnung								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Art der Zusätze								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Korngrößenverteilung	1,4D	D	D/2	2 mm	0,125 mm	0,063 mm		-	-
<input type="checkbox"/> Siebdurchgang [M.-%]								<input type="checkbox"/>	-
<input type="checkbox"/> Größtkorndurchmesser [mm]	5,6	8	11,2	16	22,4	31,5	45	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kornform	-							-	-
<input type="checkbox"/> Kornformkennzahl (SI)	SI_{15}		SI_{20}		SI_{50}			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> *
<input type="checkbox"/> Plattigkeitskennzahl (FI)	FI_{15}		FI_{20}		FI_{50}			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> *
Anteil gebrochener Körner (C)	$C_{100/0}$	$C_{95/1}$	$C_{90/1}$	$C_{90/3}$	$C_{50/30}$	C_{NR}		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> *
Widerstand gegen Zertrümmerung	-							-	-
<input type="checkbox"/> Schlagzertrümmerung (SZ)	SZ_{18}	SZ_{22}	SZ_{26}	SZ_{32}	SZ_{35}	SZ_{NR}		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input 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)	$PSV_{\text{angegeben}}$ (42) (48) (51)			$PSV_{\text{angegeben}}$		PSV_{NR}		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Frost Widerstand	-							-	-
<input type="checkbox"/> Wasseraufnahme (W_{cm})	W_{cm} 0,5							<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Widerstand gegen Frost (F)	F_1		F_4			$F_{\text{angegeben}}$		<input type="checkbox"/>	<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		-	<input type="checkbox"/>
Erweichungspunkt Ring und Kugel [°C]		<input type="checkbox"/>	-
Nadelpenetration (pen) [1/10 mm]		<input type="checkbox"/>	-

* Veränderungen durch Fräsen und Brechen möglich

Unterschrift.....

3. Klassifizierung von Asphaltgranulat

unter Berücksichtigung der TL AG-StB 09 und der TL Asphalt-StB 07, Anhang A

3.2 Beispiel für eine Klassifizierung von Asphaltgranulat für die Zugabe in Asphaltbinderemischgut

Lagerplatz/Mischanlage	<i>Musterbau GmbH & Co. KG, Musterstadt</i>		
Bezeichnung des Asphaltgranulates (U RA d/D)	<i>22 RA 0/16</i>		
Bezeichnung der Lagerhalde	<i>Asphaltfräsgut AC 16 B S</i>		
Größe der Halde	ca. <i>1.500</i> t	Datum	<i>1. Sept. 2009</i>
Herkunft des Asphaltgranulates (Baustelle)	<i>Bindeschichtfräsgut, diverse Baumaßnahmen</i>		

Asphaltgranulat

Merkmal		Prüfung	Vorinfo
Umweltverträglichkeit	Verwertungsklasse A <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Eigenschaft/Merkmalgröße	Kategorie/Prüfergebnis/ Prüfverfahren						Prüfung	Vorinfo			
max. Stückgröße (U)	5	8	11	16	<input checked="" type="checkbox"/> 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.-%]	<i>5,8</i>		<i>4,7</i>		<i>5,3</i>		<i>1,1</i>		<input checked="" type="checkbox"/>	-	
Erweichungspunkt (T _{R&B}) [°C]	<i>68,6</i>		<i>64,5</i>		<i>66,4</i>		<i>4,6</i>		<input checked="" type="checkbox"/>	-	
<input type="checkbox"/> Stück Anteil < 0,063 mm [M.-%]	<i>12,1</i>		<i>6,7</i>		<i>9,8</i>		<i>5,4</i>		<input checked="" type="checkbox"/>	-	
oder Anteil 0,063/2 mm [M.-%]	<i>27,7</i>		<i>19,8</i>		<i>23,6</i>		<i>7,9</i>		<input checked="" type="checkbox"/>	-	
<input type="checkbox"/> Korn Anteil > 2 mm [M.-%]	<i>71,8</i>		<i>62,4</i>		<i>66,5</i>		<i>9,4</i>		<input checked="" type="checkbox"/>	-	
Rohdichte (ρ _{mv}) [g/cm³]	<i>2,574</i>						<input checked="" type="checkbox"/>	-			
Fremdstoffgehalt (FM)	FM ₁ <input checked="" type="checkbox"/>		FM _{5/0.1}		FM _{angegeben}		<input checked="" type="checkbox"/>	-			

Gesteinskörnungen

Eigenschaft/Merkmalgröße	Kategorie/Prüfergebnis						Prüfung	Vorinfo
Stoffliche Kennzeichnung	-						-	-
Art der Gesteinskörnung	<i>Grauwacke, Füller, feine und grobe Gesteinskörnungen</i>						<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Art der Zusätze	<i>keine</i>						<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Korngrößenverteilung	1,4D	D	D/2	2 mm	0,125 mm	0,063 mm	-	-
Siebdurchgang [M.-%]	<i>100</i>	<i>93,1</i>	<i>68,3</i>	<i>33,5</i>	<i>13,6</i>	<i>9,8</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	-
Größtkorndurchmesser [mm]	5,6	8	11,2	<input checked="" type="checkbox"/> 16	22,4	31,5	45	<input type="checkbox"/>
Kornform	-						-	-
Kornformkennzahl (SI)	SI ₁₅		SI ₂₀ <input checked="" type="checkbox"/>		SI ₅₀		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> *
Plattigkeitskennzahl (FI)	FI ₁₅		FI ₂₀ <input checked="" type="checkbox"/>		FI ₅₀		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> *
Anteil gebrochener Körner (C)	C _{0/0} <input checked="" type="checkbox"/>	C _{95/1}	C _{90/1}	C _{90/3}	C _{50/30}	C _{NR}	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> *
Widerstand gegen Zertrümmerung	-						-	-
Schlagzertrümmerung (SZ)	SZ ₃ <input checked="" type="checkbox"/>	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 _{NR} <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Frost Widerstand	-						-	-
Wasseraufnahme (W _{cm})	W _{cm} <i>0,5</i> <input checked="" type="checkbox"/>						<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Widerstand gegen Frost (F)	F ₁		F ₄		F _{angegeben}		<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	<i>Straßenbaubitumen</i>	-	<input checked="" type="checkbox"/>
Erweichungspunkt Ring und Kugel [°C]	<i>66,4</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	-
Nadelpenetration (pen) [1/10 mm]		<input type="checkbox"/>	-

* Veränderungen durch Fräsen und Brechen möglich

Unterschrift..... *Max Mustermann*

4. Weitere Leitfäden und Veröffentlichungen des DAV/DAI

Überblick über die zur Zeit zur Verfügung stehenden Veröffentlichungen (Broschüren, Leitfäden und Forschungsberichte) des DAV/DAI.

Schauen Sie auch im Internet unter www.asphalt.de → Literatur.





Veröffentlichungen des DAV

Die Lieferung erfolgt für Verwaltungen und Ingenieurbüros kostenlos. Bei Bestellungen von Nicht-Mitgliedern behält sich die Geschäftsführung ggf. Beschränkungen vor.

- Hinweise zur Sicherung der Nutzungsdauer von Walzasphaltbefestigungen (2008)

- Leitfaden: Qualität von Anfang an (2007)

- Leitfaden: Offene Asphalte, Teil 1: Wasserdurchlässiger Asphalt (2007)

- Leitfaden: Asphaltdeckschichten mit anforderungsgerechter Griffbarkeit – Maßnahmenkatalog zur Planung und Ausführung (2. Auflage 2006)

- Leitfaden: Ratschläge für den Einbau von Walzasphalt (2004)

- Leitfaden: Ausschreiben von Asphaltarbeiten – Ein Leitfaden durch die Asphalttechnik (Neuaufgabe in 2008)

- Leitfaden: Richtiges Schließen von Aufgrabungen (2001)

- Leitfaden: Splittmastixasphalt (2000)

- Leitfaden: Radwege planen und bauen mit Asphalt (1998)

- Gussasphalt bei abgesenkten Temperaturen (2008)

- Gesprächskreis Bitumen: Neuer Sachstandsbericht 2006

- Einfluss von Straßenoberflächen auf die Verkehrsgeräusche innerorts (2006)

- Hinweise zum Umgang mit farbigen Asphalten (2005)

- Ökonomische Bewertung der lärmindernden Wirkung offenerporiger Asphaltdeckschichten (2003)

- Asphalt kann es – Der Baustoff für und mit Ideen (eine Leistungsübersicht) (1998)

- Gestalten mit Asphalt (1994)

- Umweltpakt Bayern – Höchstwertige Verwertung von Asphalt in Bayern (2005)

Schauen Sie auch im Internet unter www.asphalt.de → Literatur.



In Zusammenarbeit mit der EAPA (European Asphalt Pavement Association)

- Leitfaden zum Stand der Technik bei Umweltschutzmaßnahmen an Asphaltmischanlagen in Europa – in englischer Sprache – Neuauflage Herbst 2007 – nur in elektronischer Form verfügbar

- Effective Safety Management in Asphalt Laying Operations (1999)

- Functional contracts (1999)

- Wirtschaftlichkeitsvergleich für unterschiedliche Bauweisen (Untersuchungsbericht von Prof. Schmuck und Dipl.-Ing. Ressel, 1992)

Veröffentlichungen des DAI

- Dokumentation zur Langzeitbewährung von Deckschichten aus Splittmastixasphalt (SMA) und Gußasphalt (GA) auf Straßen mit getrennten Richtungsfahrbahnen – Eine Pilotstudie – (Prof. Steinhoff, Prof. Pätzold, 1998)

- Asphalt für Deponieabdichtungen: Deutsches Institut für Bautechnik: Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung: „Deponieasphalt für Deponieabdichtungen der Deponieklasse II“ mit zugehörigem Merkblatt (1996)

- Langjährig bewährte Asphaltstraßen unter schwerster Belastung (Dokumentation von Prof. Arand, 1995)

- Eignung von Asphalt für die Herstellung von Deponieabdichtungen (Gutachten von Dr.-Ing. Steffen, 1993)

Forschungskurzberichte

- „Untersuchungen zur Wirksamkeit des Haftverbundes und dessen Auswirkung auf die Lebensdauer von Asphaltbefestigungen“ (TU Dresden, 2007)
- „Untersuchungen zur Ausbildung von Pflasterkonstruktionen mit Asphalttragschichten unter hohen Verkehrsbelastungen“ (RU Bochum, 2006)
- „Optimierung der Zusammensetzung wasserdurchlässiger Asphaltbefestigungen“ (TU Darmstadt/TU Dresden, Oktober 2005)
- „Kontrollprüfungen mit Mischgut aus wiedererwärmten Bohrkernen“ (TU Darmstadt, März 2005)
- „Möglichkeiten und Grenzen der Temperaturabsenkung bei Herstellung und Einbau von Walzasphaltemischgut“ (IFTA Essen, November 2004)
- „Auswirkungen unterschiedlicher Verbundsysteme auf die mechanischen Eigenschaften eines mehrschichtigen Asphaltpaketes“ (TU Braunschweig November 2004)
- „Bindemittelgehaltsbestimmung unter besonderer Berücksichtigung des unlöslichen Bindemittelgehaltes nach DIN 1996 Teil 6“ (HTW Dresden, Januar 2004)
- „Vergleichende Untersuchung von Asphaltkonstruktionen für schwerste Beanspruchungen“ (STUVA Köln und RWTH Aachen, Juni 2003)
- „Überprüfung der Eignung des dynamischen Stempeleindringversuches zur Beurteilung der Verformungseigenschaften von Asphalt und Schaffung eines Bewertungshintergrundes“ (TU Braunschweig, 2003)
- „Verfahren zur Herstellung besonderer Mikrostrukturen an der Oberfläche von Asphaltdeckschichten“ (TU Darmstadt, Februar 2003)
- „Nutzungsdauer von Asphaltbefestigungen in Abhängigkeit vom Verdichtungsgrad“ (TU Braunschweig, 2000)
- „Polier- und Griffigkeitsuntersuchungen an Asphalten im Laboratorium zur Prognostizierung der Griffigkeit von Asphaltoberflächen“ (Institut Dr.-Ing. Gauer, Regenstauf, 1999)
- „Der Einfluß der Viskosität des Bitumens auf die Raumdichte von Asphalt bei konstanter Verdichtungsarbeit und vorgegebener Verdichtungstemperatur“ (Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden, 1998)

- „Einfluß von Rückgewinnung, Herstellung und Lagerung von Asphalten auf die Eigenschaft von Polymerbitumen“ (Hansa-Bau-Labor Hamburg, 1998)
- „Schonende Wiedererwärmung von Asphaltmischgut zur Herstellung von Asphaltprobekörpern für mechanisch/physikalische Prüfungen“ (TU Braunschweig, 1998)
- „Bewährung speziell konzipierter Asphalte in der Praxis“ (TU München, 1998)
- „Prognostizierung des Haftverhaltens von Asphalten mittels Spaltzugfestigkeitsabfall – Schaffung eines Bewertungshintergrundes“ (TU Braunschweig, 1998)
- „Einfluß von Temperatur und Temperaturrate auf den Verformungswiderstand frisch verlegter Asphaltdeckschichten während Abkühlung und Wiedererwärmung“ (TU Braunschweig, 1998)
- „Erhöhung der Anfangsgriffigkeit von Asphaltdeckschichten“ – Pilotstudie – (TH Darmstadt, 1997)
- „Eignung von Asphalten als Baustoff für Basisabdichtungen von Deponien“ (TU Braunschweig, Teil 1: 1992 und Teil 2: 1997)
- „Einfluß des Verfahrens zur Wiedererwärmung von Asphalten im Laboratorium auf die Eigenschaften des Bindemittels“ (TU Braunschweig, 1996)
- „Möglichkeiten zur Verringerung der Misch- und Einbautemperatur von Asphalt“ (TU Berlin, 1993)
- „Auswirkung der Wiederverwendung von Ausbausphalt auf das Langzeitverhalten von Asphaltbinder- und Asphaltdeckschichten“ (Universität Karlsruhe, 1991)
- „Entwicklung und Erprobung eines automatisierten Probenahmeverfahrens für Asphaltmischgut“ (TU Braunschweig, 1991)
- „Bewertung verschiedener Einflüsse auf den Mischprozeß von Asphalt bei Mitverwendung von Asphaltgranulat mit Hilfe eines Modellmischers“ (TU Berlin, 1991)
- „Untersuchungen zum Elutionsverhalten von Straßenaufbruch – Einfluß unterschiedlicher Teeranteile“ – Teil 2 – (RU Bochum, 1989)
- „Untersuchungen zum Elutionsverhalten von Asphaltgranulat – Verfahren und Bewertung“ – Teil 1 – (RU Bochum, 1989)
- „Auswirkungen der Wiederverwendung von Ausbausphalt auf das Langzeitverhalten bituminöser Tragschichten“ (Universität Karlsruhe, 1988)



Deutscher Asphaltverband e.V. · Schieffelingsweg 6 · 53123 Bonn

Tel. 0228/97 96 5-0 · **Fax** 0228/97 96 5-11

E-Mail dav@asphalt.de · **Internet** www.asphalt.de