

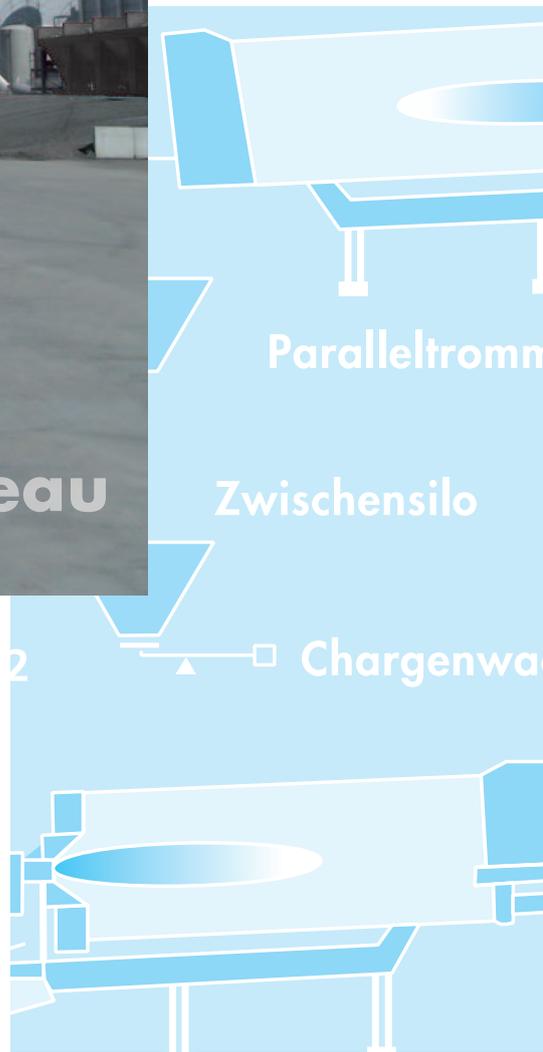
asphalt

Wiederverwenden von Asphalt

Überarbeitung 2014



Nachhaltigkeit
auf höchstem Niveau



Trockentrommel



Wiederverwenden von Asphalt

Nachhaltigkeit auf höchstem Niveau

- 1. Allgemeines** 4
- 2. Rechtliche Grundlagen** 6
 - 2.1. Kreislaufwirtschaftsgesetz 6
 - 2.2. Bauvertragliche Regelungen 9
- 3. Stand der Forschung** 12
 - 3.1. Wiederverwenden in Asphalttragschichten 12
 - 3.2. Wiederverwenden in Asphaltbinder- und Asphaltdeckschichten 14
- 4. Ausbauasphalt** 22
 - 4.1. Gewinnung und Lagerung 23
 - 4.2. Wiederverwenden in Asphaltmischgut 24
 - 4.2.1. Eignung 24
 - 4.2.2. Klassifizierung 25
 - 4.2.3. Ermittlung der maximal möglichen Zugabemengen 26
 - 4.2.4. Erstprüfung und Eignungsnachweis 32
 - 4.3. Verwenden in ungebundenen, hydraulisch gebundenen oder bitumengebundenen (kalt aufbereiteten) Gemischen 32
- 5. Anlagentechnik** 33
 - 5.1. Chargenmischanlagen 33
 - 5.1.1. Chargenweise Zugabe des Asphaltgranulates 33
 - 5.1.2. Kontinuierliche Zugabe des Asphaltgranulates 35
 - 5.1.3. Erwärmung in gesonderten Vorrichtungen 36
 - 5.2. Durchlaufmischanlagen 36
- 6. Wiederverwenden vor Ort** 38
 - 6.1. Rückformen 38
 - 6.2. Kaltrecycling in situ 42
- 7. Ausblick** 43

Anhang

- 1. Verwerten teer-/pechhaltiger Straßenausbaustoffe** 45
- 2. Regelwerke und chronologisches Literaturverzeichnis** 48
 - 2.1. Regelwerke 48
 - 2.2. Chronologisches Literaturverzeichnis 50
- 3. Klassifizierung von Asphaltgranulat** 52
 - 3.1. Formblatt 52
 - 3.2. Beispiel für eine Klassifizierung von Asphaltgranulat für die Zugabe in Asphaltbindermischgut 53
- 4. Weitere Leitfäden und Veröffentlichungen des DAV/DAI** 54



Beispiel - Beispiel zur Ermittlung des Zugabemengens für die Zugabe in Asphaltbindermischgut

Beispiel zur Ermittlung des Zugabemengens für die Zugabe in Asphaltbindermischgut

Parameter	Wert	Einheit
Asphaltgranulat	100	kg/m³
Asphaltbinder	5	kg/m³
Asphaltmischgut	105	kg/m³

Beispiel zur Ermittlung des Zugabemengens für die Zugabe in Asphaltbindermischgut

Parameter	Wert	Einheit
Asphaltgranulat	100	kg/m³
Asphaltbinder	5	kg/m³
Asphaltmischgut	105	kg/m³

Wiederverwenden von Asphalt

Nachhaltigkeit auf höchstem Niveau

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“. 2008 wurde dann der seinerzeitige Stand im DAV-Leitfaden „Wiederverwenden von Asphalt – Neues Regelwerk weist den Weg nach vorn“ zusammengefasst.

Seit dem Erscheinen dieses 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 wurde eine Neufassung notwendig wegen

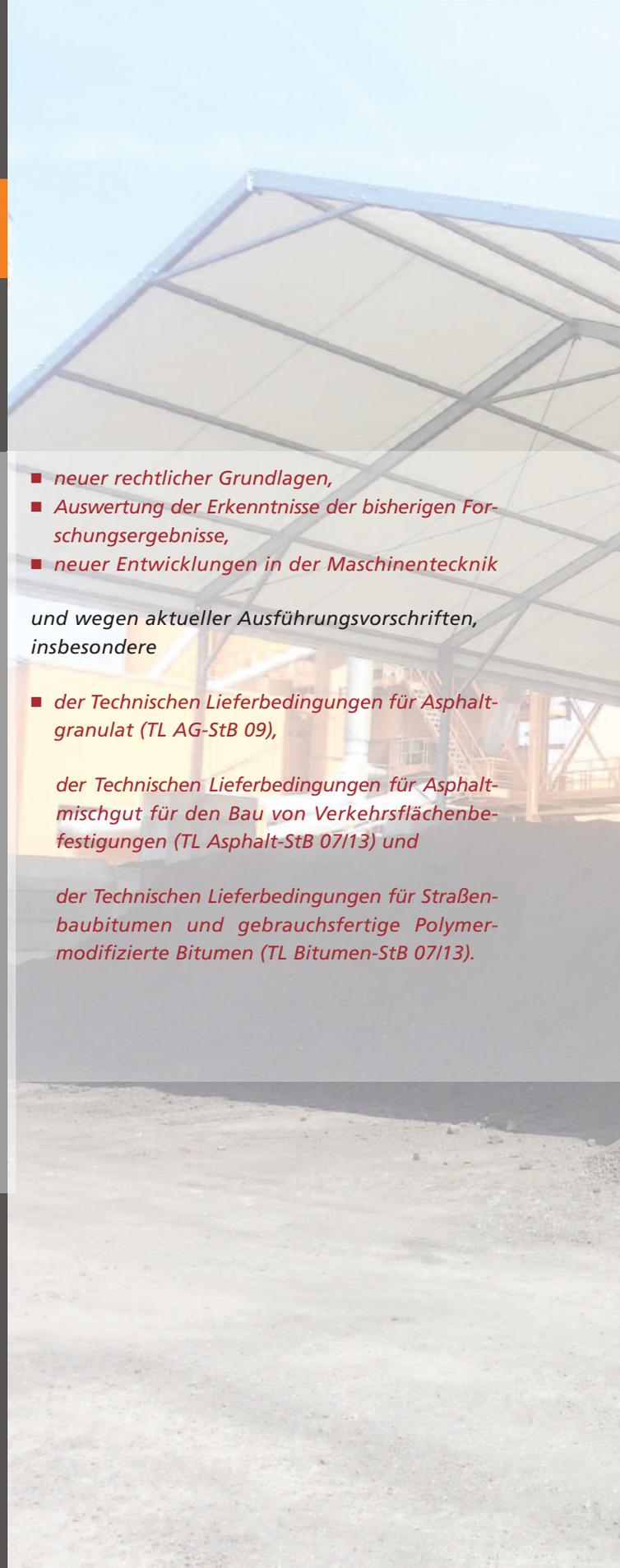
- neuer rechtlicher Grundlagen,
- Auswertung der Erkenntnisse der bisherigen Forschungsergebnisse,
- neuer Entwicklungen in der Maschinentechnik

und wegen aktueller Ausführungsvorschriften, insbesondere

- der Technischen Lieferbedingungen für Asphaltgranulat (TL AG-StB 09),

der Technischen Lieferbedingungen für Asphaltmischgut für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen (TL Asphalt-StB 07/13) und

der Technischen Lieferbedingungen für Straßenbaubitumen und gebrauchsfertige Polymermodifizierte Bitumen (TL Bitumen-StB 07/13).





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

Der Begriff **Verwertung** beschreibt die Forderung des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG), 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 KrWG 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). Im Jahre 1994 wurde ein Produktionsmaximum mit 69 Mio. t erreicht, im Jahre 2013 wurden 40 Mio. t Asphaltmischgut produziert. Die Wiederverwendungsmenge von Ausbaupasphalt im Asphaltmischgut ist von 0,3 Mio. t im Jahre 1982 auf ca. 12 Mio. t in den letzten Jahren angestiegen.

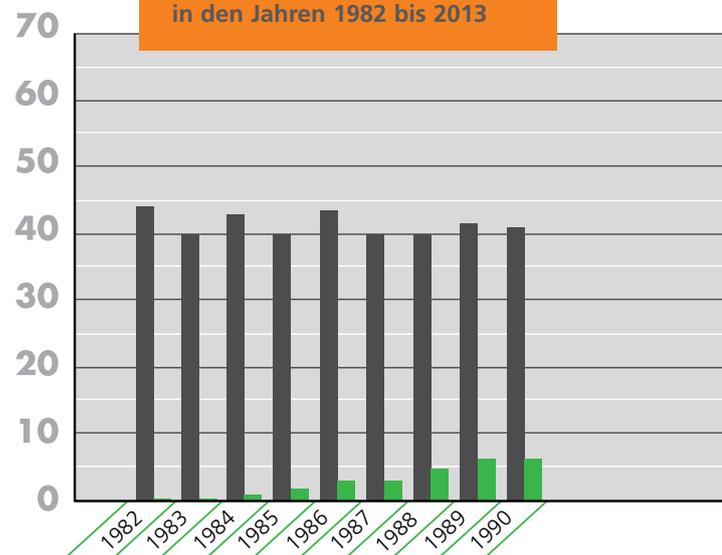
Die Wiederverwendungsrate von Ausbaupasphalt im heißen Asphaltmischgut ist von etwa 40 % im Jahre 1987 auf rund 90 % im Jahre 2013 gestiegen. Das ist im Wesentlichen zurückzuführen auf:

- 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 bei der Herstellung von Asphalttragschichtmaterial wiederverwendet. Seit der Verlagerung der Straßenbauaktivitäten vom Neubau zu Erhaltungsbaumaßnahmen ist der Bedarf an Asphalttragschichten zurückgegangen und wird noch weiter zurückgehen und damit das Wiederverwenden in Asphaltmischgut 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 Asphaltmischgut für Asphaltbinder- und Asphaltdeckschichten eingesetzt werden können.

Bild 1: Asphaltproduktion und Asphaltwiederverwendung in Deutschland in Mio. t in den Jahren 1982 bis 2013





Diesen sich wandelnden Anforderungen an das Ausbaumaterial wurde dadurch Rechnung getragen, dass die „Technischen Lieferbedingungen für Asphaltgranulat“, Ausgabe 2006 (TL AG-StB 06) mit der Ausgabe 2009 (TL AG-StB 09) überarbeitet wurden und die im „Merkblatt für die Wiederverwendung von Asphalt“, Ausgabe 2009/Fassung 2013 eingeführten Regelungen der Zugabemengen weiterhin Bestandteil der TL Asphalt-StB 07/13 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 Heißasphaltemischgut für Asphalttrag-schichten als auch zur Zugabe für Asphaltbinder- und Asphaltdeckschichten genügt, ohne dass es zu Qualitätseinbußen hinsichtlich der Materialeigenschaften im resultierenden Asphaltmischgut kommt.

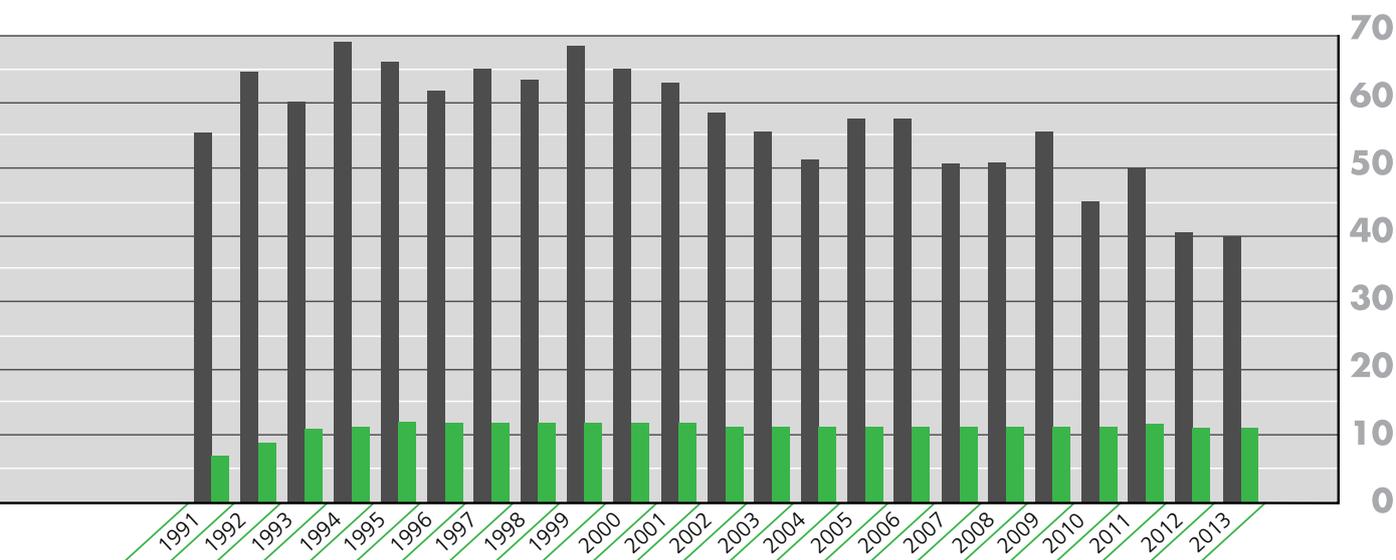
Eine hochwertige Verwendung von Asphaltgranulat in den Asphaltbinder- und Asphaltdeckschichten setzt selbstverständlich eine genaue und gewissenhafte **„Asphaltgranulatwirtschaft“** voraus, die sich von der Ausbaustelle bis zur Asphaltmischanlage erstreckt. Da beispielsweise nur Asphaltgranulat aus Asphaltdeckschichten wieder in neu herzustellende Asphaltdeckschichten zugegeben werden darf, muss schon an der Ausbaustelle sichergestellt werden, dass schichtenweise ausgebaut und das Material anschließend separiert gelagert wird. Diese Forderung kann ziel-

sicher am besten 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 enthält der DAV-Leitfaden „Temperaturabgesenkte Asphalte“.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Zielvorgaben des Kreislaufwirtschaftsgesetzes 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.

■ Asphaltproduktion
■ Wiederverwendeter Asphalt



2. Rechtliche Grundlagen

2.1 Kreislaufwirtschaftsgesetz

Allgemeines

Das im Jahr 1996 in Kraft getretene Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-AbfG), das damals das aus dem Jahre 1986 stammende Abfallgesetz ersetzte, wurde 2012 von dem neuen Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) abgelöst.

Alle im Folgenden aufgeführten Paragraphen ohne Gesetzesangabe sind solche des Kreislaufwirtschaftsgesetzes: Der Zweck des Gesetzes ist die Förderung der Kreislaufwirtschaft zur Schonung der natürlichen Ressourcen und die Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen.

Ziel des Kreislaufwirtschaftsgesetzes ist es, den Anfall von Abfällen erheblich zu reduzieren, zumindest den der zu deponierenden Abfälle.

Das Kreislaufwirtschaftsgesetz ist in 9 Teile und 4 Anlagen gegliedert:

- Teil 1 → Allgemeine Vorschriften
 - Teil 2 → Grundsätze und Pflichten der Erzeuger und Besitzer von Abfällen sowie der öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger
 - Teil 3 → Produktverantwortung
 - Teil 4 → Planungsverantwortung
 - Teil 5 → Absatzförderung und Abfallberatung
 - Teil 6 → Überwachung
 - Teil 7 → Entsorgungsfachbetriebe
 - Teil 8 → Betriebsorganisation, Betriebsbeauftragter für Abfall und Erleichterungen für auditierte Unternehmensstandorte
 - Teil 9 → Schlussbestimmungen.
-
- Anlage 1: Beseitigungsverfahren
 - Anlage 2: Verwertungsverfahren
 - Anlage 3: Kriterien zur Bestimmung des Standes der Technik
 - Anlage 4: Beispiele für Abfallvermeidungsmaßnahmen nach § 33

Grundlegende Änderungen gegenüber dem bisherigen Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz hat das Kreislaufwirtschaftsgesetz nicht mit sich gebracht. So haben sich auch die Definitionen von Abfall- und Kreislaufwirtschaft kaum geändert. Z. B. bestimmt § 3 Absatz 1, dass Abfälle im Sinne dieses Gesetzes „alle Stoffe oder Gegenstände sind, derer 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“.

„Kreislaufwirtschaft im Sinne des Gesetzes sind die Vermeidung und Verwertung von Abfällen“, § 3 Absatz 19.

Notgedrungen ist der Text des Kreislaufwirtschaftsgesetzes sehr allgemein gehalten. Einzelregelungen zur Verwertung/Wiederverwendung von Abfällen/Ausbaustoffen enthält das Gesetz nicht. Diese werden in Verordnungen formuliert werden, deren Rechtsgrundlage das Kreislaufwirtschaftsgesetz ist. Bisher hat der Ordnungsgeber von der Ermächtigung im Kreislaufwirtschaftsgesetz, entsprechende Verordnungen zu erlassen, nur in einem Fall Gebrauch gemacht. Es gelten daher teilweise noch die Verordnungen auf Grundlage des bisherigen Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes wie z. B. die Nachweisverordnung. Außer Kraft getreten sind die Abfallwirtschaftskonzept- und Bilanzverordnung und die Abfallablagerungsverordnung.

Das Europäische Abfallverzeichnis wird zurzeit überarbeitet. Zurzeit haben pechhaltige Ausbaustoffe die Abfallschlüssel-Nr. 17 03 01 und sind Abfall zur Verwertung. Neu ist die Verordnung zur Fortentwicklung der abfallrechtlichen Überwachung, die am 05.12.2013 im Bundesgesetzblatt verkündet worden ist, aber erst am 01.06.2014 in Kraft trat.

Das Kreislaufwirtschaftsgesetz verfolgt konsequent den bereits mit dem „Abfallgesetz“ und dem „Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz“ eingeschlagenen Weg zu mehr Eigenverantwortung der Wirtschaft für die Vermeidung, Verwertung und Entsorgung von Abfällen aus Produktion und Konsum. Erzeuger oder Besitzer von Abfällen sind zur Verwertung verpflichtet, die Vorrang vor der Beseitigung hat, § 7 Absatz 2. Dabei muss die Verwertung ordnungsgemäß und schadlos erfolgen. Die Verwertung erfolgt ordnungsgemäß, wenn sie im Einklang mit den Vorschriften des Kreislaufwirtschaftsgesetzes und anderen öffentlich-rechtlichen Vorschriften steht. „Sie erfolgt schadlos, wenn nach der Beschaffenheit der Abfälle, dem Ausmaß der Verunreinigungen und der Art der Verwertung Beeinträchtigungen des Wohls der Allgemeinheit nicht zu erwarten sind, insbesondere keine Schadstoffanreicherung im Wertstoffkreislauf erfolgt“, § 7 Absatz 3. Die Pflicht zur Verwertung von Abfällen ist zu erfüllen, soweit es technisch möglich und wirtschaftlich zumutbar ist, insbesondere wenn für einen gewonnenen Stoff ein Markt vorhanden ist oder ein solcher geschaffen werden kann. „Die Verwertung von Abfällen ist auch dann technisch möglich, wenn hierzu eine Vorbehandlung erforderlich ist“. Die wirtschaftliche Zumutbarkeit ist erfüllt, wenn die mit der Verwertung verbundenen Kosten nicht außer Verhältnis zu den Kosten stehen, die für eine Abfallbeseitigung zu tragen wären, § 7 Absatz 4.



Auch der Grundsatz der Produktverantwortung wurde unverändert in das Kreislaufwirtschaftsgesetz übernommen, § 23.

Besondere Bedeutung hat § 45, der sich mit den Pflichten der öffentlichen Hand befasst. Danach müssen die Behörden des Bundes sowie die der Aufsicht des Bundes unterstehenden juristischen Personen des öffentlichen Rechts, Sondervermögen und sonstigen Stellen durch ihr Verhalten zur Erfüllung der Kreislaufwirtschaft zur Schonung der natürlichen Ressourcen beitragen. Insbesondere haben sie bei der Gestaltung von Arbeitsabläufen, der Beschaffung oder Verwendung von Material und Gebrauchsgütern, bei Bauvorhaben und sonstigen Aufträgen zu prüfen, ob und in welchem Umfang

1. Erzeugnisse eingesetzt werden können,
 - a) die sich durch Langlebigkeit, Reparaturfreundlichkeit und Wiederverwendbarkeit oder Verwertbarkeit auszeichnen,
 - b) die im Vergleich zu anderen Erzeugnissen zu weniger oder zu schadstoffärmeren Abfällen führenoder
 - c) die durch Vorbereitung zur Wiederverwendung oder durch Recycling aus Abfällen hergestellt worden sindsowie
2. die nach dem Gebrauch der Erzeugnisse entstandenen Abfälle unter besonderer Beobachtung des Vorrangs der Vorbereitung zur Wiederverwendung und des Recyclings verwertet werden können.

Für die Wiederverwendung von Ausbauasphalt bedeutet diese Vorschrift, dass die öffentliche Hand diesen Vorgang fördern muss. In den Landesabfallgesetzen sind entsprechende Verpflichtungen für Landesbehörden enthalten. Es bleibt somit festzustellen, dass sich durch das Kreislaufwirtschaftsgesetz die Rechtssituation gegenüber dem Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz nicht wesentlich geändert hat. **Es bleibt bei dem Grundsatz: Ausschreibungen, die die Wiederverwendung von Ausbauasphalt ausschließen, verstoßen gegen das Kreislaufwirtschaftsgesetz und sind rechtswidrig.**

Anders ist die Rechtslage bei der Frage, wann die Abfalleigenschaft endet. Das bisherige Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz hat sich dieser Frage nicht gestellt; **es fanden sich keine Rechtsvorschriften im Gesetzestext. Das neue Kreislaufwirtschaftsgesetz behandelt diese Frage im § 5:**

- I. Nach dem Europäischen Abfallverzeichnis (EAV) sind pechhaltige Ausbaustoffe (Abfallschlüssel-Nr. 17 03 01) und unbelasteter Ausbauasphalt (Abfallschlüssel-Nr. 17 03 02) als Abfall definiert. Das EAV wird zwar zurzeit überarbeitet, ein Ende des Verfahrens ist aber noch nicht abzusehen. Der DAV hat beantragt, unbelasteten Ausbauasphalt ersatzlos aus dem EAV zu streichen.
Das Kreislaufwirtschaftsgesetz gilt für alle Maßnahmen der Abfallbewirtschaftung wie Vermeidung, Verwertung und Beseitigung, § 2. Dabei definiert es so genannte Nebenprodukte, § 4, und definiert das Ende der Abfalleigenschaft, § 5.
- II. Dabei sind Nebenprodukte Stoffe, die bei einem Herstellungsverfahren anfallen, dessen hauptsächlicher Zweck nicht auf die Herstellung dieses Stoffes gerichtet ist. Bei der Sanierung einer Straße, bei der Ausbauasphalt anfällt, handelt es sich nicht um ein Herstellungsverfahren eines Produktes, so dass Ausbauasphalt kein Nebenprodukt ist.
- III. Gemäß § 5 Absatz 1 endet die Abfalleigenschaft eines Stoffes, wenn dieser ein Verwertungsverfahren durchlaufen hat und so beschaffen ist, dass
 - er üblicherweise für bestimmte Zwecke verwendet wird,
 - ein Markt für ihn oder eine Nachfrage nach ihm besteht,
 - er alle für seine jeweilige Zweckbestimmung geltenden technischen Anforderungen sowie alle Rechtsvorschriften und anwendbaren Normen für Erzeugnisse erfüllt sowie
 - seine Verwendung insgesamt nicht zu schädlichen Auswirkungen auf Mensch oder Umwelt führt.

§ 5 Absatz 2 ermächtigt die Bundesregierung, durch Rechtsverordnung die Bedingungen näher zu bestimmen, unter denen für bestimmte Stoffe die Abfalleigenschaft endet.

2. Rechtliche Grundlagen

2.1 Kreislaufwirtschaftsgesetz

Aufgrund des Textes des § 5 steht fest, dass die Abfalleigenschaft von Ausbauasphalt spätestens dann endet, wenn durch die Zugabe des Ausbauasphalts zu neu gemischtem Asphalt ein neues einheitliches Produkt entstanden ist.

Es ist jedoch auch ein früherer Zeitpunkt denkbar, da § 3 Absatz 23 Satz 1 wie folgt lautet:

„Verwertung im Sinne dieses Gesetzes ist jedes Verfahren, als dessen Hauptergebnis die Abfälle innerhalb der Anlage oder in der weiteren Wirtschaft einem sinnvollen Zweck zugeführt werden, indem sie entweder andere Materialien ersetzen, die sonst zur Erfüllung einer bestimmten Funktion verwendet worden wären, **oder indem die Abfälle so vorbereitet werden**, dass sie diese Funktion erfüllen“.

Hierzu heißt es im Immissionsschutzband III – Aktuelle Entwicklungen im anlagenbezogenen Planungsprozess und Immissionsschutz – in einem Artikel von Kopp-Assemacher/Köhler & Klett Rechtsanwälte Berlin:

„Das bedeutet, dass (wie beispielsweise bei der Sortierung von Alttextilien) bereits mit der vorbereitenden Sichtung und Sortierung das Verwertungsverfahren abgeschlossen sein kann. Der Einsatz des vorher behandelten Abfalls (z. B. etwa durch den Verkauf von Alttextilien) ist nicht erforderlich, um den Begriff des Verwertungsverfahrens im Sinne von § 5 Kreislaufwirtschaftsgesetz auszuführen.“

Die Richtigkeit dieser Auffassung wird durch eine Kontrollüberlegung bestätigt: § 5 Absatz 1 spricht davon, dass ein Verwertungsverfahren durchlaufen werden muss und nicht die Beendigung des Verfahrens Voraussetzung für das Ende der Abfalleigenschaft ist. Dazu Kopp-Assemacher (a. a. O.):

„Des Weiteren kennt das Kreislaufwirtschaftsgesetz mit der Kategorie der Vorbereitung zur Wiederverwendung in § 3 Absatz 24 einen neuen, eigens legal definierten Verfahrenstypus, der dadurch gekennzeichnet ist, dass bereits die bloße Prüfung oder Reinigung eines Abfalls für das Vorliegen einer Verwertung ausreichend sein kann, wenn der Abfall hierdurch ohne weitere Vorbehandlung wieder für denselben Zweck verwendet werden kann, für den er ursprünglich bestimmt war. Schließlich spricht für ein weites Verständnis des Verwertungsbegriffs nicht zuletzt auch eine europarechtskonforme Auslegung der Vorschrift unter Beachtung von Erwägungsgrund 22 der Abfallrahmenrichtlinie, wo ausdrücklich bestimmt ist, dass schon die bloße Sichtung eines Abfalls ausreichend sein kann, um von einem Verwertungsverfahren zu sprechen.“

Konkret angewandt auf den Abfall Ausbauasphalt bedeutet diese Rechtsauffassung, dass Asphaltgranulat mit der Anlagerung auf dem Lagerplatz an der Asphaltmischanlage seine Abfalleigenschaft verliert.

Bei in Schollenform angeliefertem Ausbauasphalt könnte es anders sein, da hier noch eine weitere Vorbehandlung erforderlich ist, nämlich das Brechen. Damit könnte die Abfalleigenschaft erst mit Ende des Brechvorgangs enden. Allerdings bietet die Europäische Rahmenrichtlinie, wonach schon eine bloße Sichtung des Abfalls ein Verwertungsverfahren sein kann, eine Argumentationsmöglichkeit dafür, dass auch bei Ausbauasphalt in Schollenform das Ende der Abfalleigenschaft mit dem Anlagern auf dem Lagerplatz eintritt, da eine Sichtung sicherlich auch dann vorliegt, wenn Schollen zu Schollen und Granulat zu Granulat gekippt werden.

Fazit: Die Abfalleigenschaft von Asphaltgranulat endet in jedem Fall mit der Anlagerung an dem Lagerplatz der Asphaltmischanlage; die Abfalleigenschaft von Aufbruchmaterial in Form von Schollen endet spätestens mit Vollendung des Brechens, wenn man der erweiterten Auslegung des Begriffes „Verwertungsverfahren“ in Anlehnung an die Europäische Abfallrahmenrichtlinie folgt, auch hier bereits mit dem Anlagern an der Asphaltmischanlage.

Ausbauasphalt und REACH

Diese europäische Vorschrift gilt nicht für Abfälle und aus Abfällen im Verwertungsprozess hergestellte Produkte. Die Hersteller von Asphaltmischgut – gleichgültig ob mit oder ohne Zugabe von Ausbauasphalt – sind sogenannte nachgeschaltete Anwender gemäß Artikel 3 REACH, da sie ausschließlich Stoffe und Zubereitungen von Dritten erwerben und verwenden. Eine Registrierung von Ausbauasphalt ist daher nicht erforderlich. Das Bindemittel Bitumen ist von allen Herstellern entsprechend der REACH-Richtlinie registriert worden.



2.2 Bauvertragliche Regelungen

Bereits seit dem Jahre 1988 sehen die in der Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (VOB)/Teil C enthaltenen **Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV)** in den **Allgemeinen Regelungen für Bauarbeiten jeder Art (DIN 18299)** und

in den **ATV Verkehrswegebauarbeiten – Oberbauschichten aus Asphalt (DIN 18317)** 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

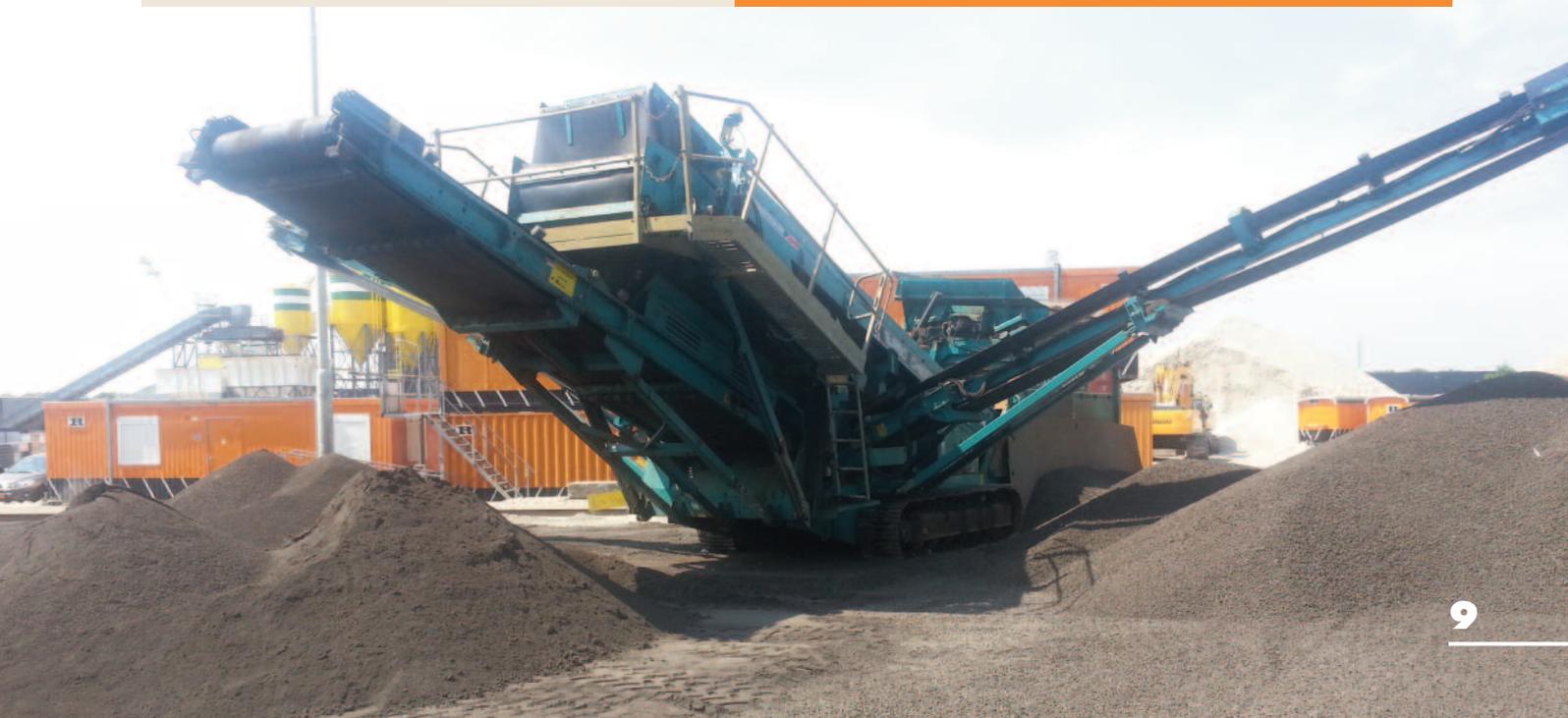
hat bei der Aufstellung der Leistungsbeschreibung Folgendes nach den **ATV DIN 18299**, Ausgabe 2012 besonders zu beachten:

- 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 an nicht genormte Stoffe und Bauteile zu beschreiben.

Der Auftragnehmer

wird bezüglich der Wiederverwendung in den **ATV DIN 18299** und **ATV DIN 18317**, jeweils in den Ausgaben September 2012, sowie in den **„Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen aus Asphalt“**, Ausgabe 2007/Fassung 13 (ZTV Asphalt-StB 07/13) und den **„Technischen Lieferbedingungen für Asphaltmischgut für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen“**, Ausgabe 2007/Fassung 13 (TL Asphalt-StB 07/13) wie folgt eingebunden:

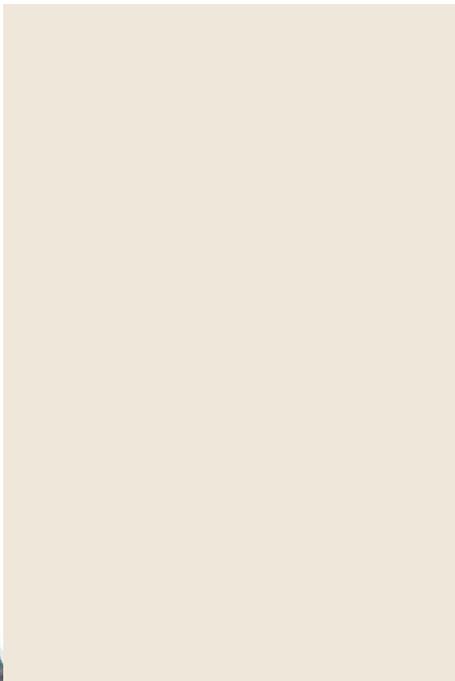
- Nach den **ATV DIN 18299**, Abschnitt 2.3.1 müssen Stoffe und Bauteile, die der Auftragnehmer zu liefern und einzubauen hat, die also in das Bauwerk eingehen, ungebraucht sein. Wiederaufbereitete (Recycling-)Stoffe gelten als ungebraucht, wenn sie für den jeweiligen Verwendungszweck geeignet und aufeinander 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 Asphaltmischgutes dem Auftragnehmer überlassen. Er hat dabei die Angaben des Auftraggebers zum Verwendungszweck, zu den Verkehrsmengen



2. Rechtliche Grundlagen

2.2 Bauvertragliche Regelungen

Der Auftraggeber



Der Auftragnehmer

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 das Asphaltgranulat den Anforderungen der **Technischen Lieferbedingungen für Asphaltgranulat (TL AG-StB)** entspricht. Das Bindemittelgemisch des mit Asphaltgranulat hergestellten Asphalttes muss geeignet sein.

- Nach den ZTV Asphalt-StB 07/13, 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 07/13 durchgeführten Prüfungen bei Mitverwendung von Asphaltgranulat zusätzlich angegeben werden: die Art und Menge in M.-%, der Erweichungspunkt Ring und Kugel des rückgewonnenen Bindemittels aus dem Asphaltgranulat, der Erweichungspunkt Ring und Kugel am resultierenden Bindemittelgemisch, der sich bei Verwendung von Asphaltgranulat ergibt sowie Art und Sorte des Zugabebindemittels.



Es wurde bereits darauf hingewiesen, dass die Straßenbaulastträger die Pflicht zur Verwendung gebrauchter Baustoffe (§ 45 KrWG) haben, wenn diese als technisch und umweltverträglich gleichwertige Materialien zur Verfügung stehen. Deshalb beschreibt der Bundesminister für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) als Herausgeber 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 EU-Bewerbungsbedingungen (Muster 1.0-2, Stand: 08/2012) ergänzend zur Ziffer 5 „Nebenangebote“ Folgendes:

- 1.** Soweit Nebenangebote zugelassen sind, müssen sie die geforderten Mindestanforderungen erfüllen; dies ist mit Angebotsabgabe nachzuweisen.
- 2.** Der Bieter hat die in Nebenangeboten enthaltenen Leistungen eindeutig und erschöpfend zu beschreiben; die Gliederung des Leistungsverzeichnisses ist, soweit möglich, beizubehalten. Nebenangebote müssen alle Leistungen umfassen, die zu einer einwandfreien Ausführung der Bauleistung erforderlich sind.
- 3.** Nebenangebote sind, soweit sie Teilleistungen (Positionen) des Leistungsverzeichnisses beeinflussen (ändern, ersetzen, entfallen lassen, zusätzlich erfordern), nach Mengenansätzen und Einzelpreisen aufzugliedern (auch bei Vergütung durch Pauschalsumme).
- 4.** Nebenangebote, die den Nummern 1 bis 4 nicht entsprechen, werden von der Wertung ausgeschlossen.

Soweit der Bieter eine Leistung anbietet, deren Ausführung nicht in Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen oder in den Vergabeunterlagen geregelt ist, hat er im Angebot entsprechende Angaben über Ausführung und Beschaffenheit dieser Leistung zu machen.

In früheren Ausgaben enthielt das HVA B-StB in den Bewerbungsbedingungen noch Hinweise für Nebenangebote, die die Wiederverwendung von Asphalt betreffen, welche aber zwischenzeitlich entfallen konnten, da die Wiederverwendung von Asphalt zum Regelfall geworden ist.

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



3. Stand der Forschung

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

Wichtiger Gegenstand der Untersuchungen des Einsatzes von Ausbauasphalt ist die Gleichmäßigkeit des resultierenden Asphaltmischgutes. Dabei geht es allgemein um die Asphalzzusammensetzung/-eigenschaften

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

wie Ungleichmäßigkeiten im Hinblick auf die Gebrauchseigenschaften vermieden werden können.

3.1 Wiederverwenden in Asphalttragschichten

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 Referenzasphaltmischgut 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 Asphaltmischgut 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 Asphalttragschichtvarianten geführt haben.



Die Gleichmäßigkeit der Verteilung des Asphaltgranulates und eine eventuelle Doppelumhüllung der Ausbauasphaltstücke mit Bindemittel im resultierenden Asphaltmischgut 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.

Festgestellt wurde, dass bei höheren Zugabemengen außer der Eignung und der Gleichmäßigkeit des Ausbauasphaltes die Art der Erwärmung des Asphaltgranulates an Bedeutung für das resultierende Asphaltmischgut 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 Ausbauasphalt“** war es daher, Unsicherheiten anhand bereits bestehender, seit mindestens 5 Jahren unter Verkehr liegender Untersuchungsstrecken mit hohen Anteilen an Ausbauasphalten in Asphalttragschichten zu klären. Nach dem Informationsbericht aus dem Jahre 1998 haben die praktischen Untersuchungen die im Laboratorium erzielten Ergebnisse bestätigt, dass Asphaltmischgut mit Zusatz von Asphaltgranulat einem Asphaltmischgut aus ausschließlich neuen Baustoffen bei entsprechender Sorgfalt in der Auswahl des Ausbauasphaltes und der neuen Baustoffe gleichwertig sein kann.

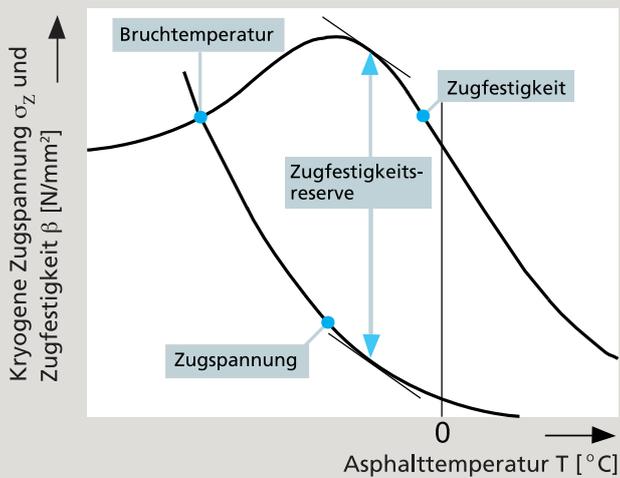


Bild 3.1: Prinzip der kryogenen (abkühlungsbedingten) Zugspannung, Zugfestigkeit und Zugfestigkeitsreserve in Abhängigkeit von der Asphalttemperatur

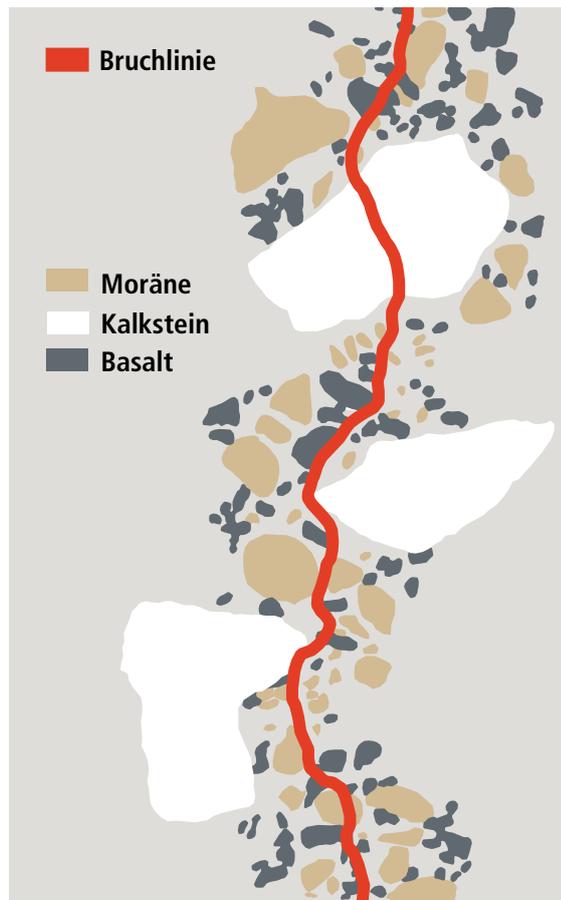


Bild 3.2: Die Bruchzone im Probekörper steht in keinem unmittelbaren Zusammenhang mit der Verteilung des Ausbauasphaltes – der Basalt stammt aus dem Ausbauasphalt, Moräne und Kalkstein sind neue Gesteinskörnungen

3. Stand der Forschung

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 Asphaltmischanlage 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 vorewärmten Zustand praktisch nicht verändert. Im weggeordneten 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 Asphaltmischgut festgestellt. Auch bei Asphaltbinder- und Asphaltdeckschichten stehen die bei Biegeversuchen entstandenen Bruchzonen in keinem unmittelbaren Zusammenhang mit der Verteilung des Ausbauasphaltes. Die Varianten mit Vorewärmung 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:





Drei 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 0/11 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 Asphaltdeckschichten aus Asphaltbeton ohne Qualitätseinbußen möglich ist. Dies gilt nicht nur für die herkömmlich bestimmbaren 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 Asphaltmischguteigenschaft 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 Asphaltmischanlage vergleichen lässt, ist auch an der Asphaltmischanlage 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.



3.2 Wiederverwenden in Asphaltbinder- und Asphaltdeckschichten

Das Ziel des Forschungsprojektes „**Einfluss der Zugabe von Ausbauasphalt in Asphaltbinder- und Asphaltdeckschichten**“ war die Beantwortung der Fragestellung, welchen Einfluss die Zugabe von Asphaltgranulaten mit oder ohne PmB auf die mechanischen Eigenschaften eines verdichteten Asphaltbinder- und Asphaltdeckschichtes 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 Hafteigenschaften, Spurbildungs- und dynamische Stempeldringversuche 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 ließ 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 genügten den Anforderungswerten der damals geltenden TL PmB, Ausgabe 2001 in Verbindung mit den ZTV Asphalt-StB. Die elastische Rückstellung erreichte mehr als 50 %, auch wenn das Asphaltgranulat mit Straßenbaubitumen als Bindemittel eingesetzt wurde.
- 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 beeinflusste die Verformungs-, Kälte- und Ermüdungseigenschaften dahingehend positiv, dass bei langer Nachmischzeit praktisch gleichwertige, teilweise auch günstigere Eigenschaften erzielt wurden als beim Asphaltbinder- und Asphaltdeckschicht ohne Asphaltgranulat-Zugabe. Dies wurde auch unabhängig von der Zugabetemperatur beim Einsatz von Asphaltgranulat mit Straßenbaubitumen festgestellt.
- Beim Einsatz des Asphaltgranulates mit PmB zeigten sich bei zu kurzen Nachmischzeiten Nachteile der Kälteflexibilität.

Zusammenfassend lassen die Ergebnisse aus allen zitierten Forschungsarbeiten die Zugabe von Asphaltgranulatanteilen in Asphaltmischgut für Asphaltbinder- und Asphaltdeckschichten zu. In der Praxis können Asphaltgranulatanteile auch über 50 M.-% bei der Herstellung von Asphaltmischgut für beide Asphaltbinder- und Asphaltdeckschichten erfolgreich verwendet werden.

Voraussetzungen dafür sind:

- Die sorgfältige Gewinnung,
- eine funktionierende Eingangskontrolle,
- die separierte Lagerung,
- Prüfung und Klassifizierung gemäß der Vorgaben des Technischen Regelwerks,
- erweiterte Erstprüfungen sowie
- maschinen- und verfahrenstechnische Voraussetzungen an der Mischanlage.

Eine Zusammenstellung der DAI-Forschungsberichte enthält Anhang 4 ab Seite 56; eine chronologische Zusammenstellung der für die Wiederverwendung von Asphalt relevanten deutschen Literatur ist in Anhang 2.2 ab Seite 50 zu finden.

**Kompetente Unternehmen
stellen sich vor**







Gute Fahrt auf unseren Straßen.

M Asphalt Gardelegen
 ZN der Matthäi Rohstoff
 GmbH & Co. KG
 Stendaler Chaussee 16
 39638 Gardelegen

Tel.: 03907 80766-0
 Fax: 03907 80766-16
 gardelegen@matthaei.de
 www.m-asphalt.de

Ideen. Ingenieure. Innovationen.

HUESKER – Ingenieurlösungen mit Geokunststoffen



Erd- und Grundbau

HUESKER Ingenieure unterstützen Sie bei der Umsetzung Ihrer Bauprojekte. Verlassen Sie sich auf die Produkte und Lösungen von HUESKER.

Straßen- und Verkehrswegebau

HaTelit® ist eine robuste Asphaltbewehrung mit einem hohen Widerstand gegen Beschädigung beim Einbau. Der Einsatz von HaTelit® verzögert nachhaltig die Entstehung von Reflexionsrissen. Damit werden Wartungsintervalle und die Nutzungsdauer der sanierten Fahrbahn deutlich verlängert.

HUESKER Synthetic GmbH
 48712 Gescher
 Tel.: + 49 (0) 25 42 / 701 - 0
 info@HUESKER.de

www.HUESKER.com

Wasserbau

Umwelttechnik



HUESKER
 Ideen. Ingenieure. Innovationen.

Kompetenz und Erfahrung

- Kontrollprüfung SKM und SRT nach TP Griff
- Zustandserfassung und -bewertung Griffigkeit nach ZTV ZEB und MB Griff

ASTRA

Ingenieurbüro

für die Analyse des STRAßenzustandes GmbH

Calauer Straße 2 ·
 03222 Lübbenau, OT Boblitz

Tel. (03 542) 83 139
 Fax (03 542) 87 94 606
 Mobil 0170 / 22 444 75

astra@skm-brandenburg.de



Heiß geliefert!



WER MEHR TUT, WIRD BELOHNT!
Jetzt prämienfähig:

 »Asphaltprofi Thermo«

Der neue »Asphaltprofi Thermo«

- Asphalttransport in **thermoisolierter Mulde** mit Temperaturanzeige (Gem. Rundschreiben RS 10/2013 vom BMVBS)
- Gleichmäßiges, **dosiertes Abschieben, kein Abkippen!**
- Durch **universellen Einsatz** ganzjährig nutzbar!

Infos, Prospekte, Filmmaterial:
www.fliegl-baukom.de

Telefon +49 86 31 307 382
 E-Mail: baukom@fliegl.com



Straßen. Musiker.

Musik ist eine Frage der Harmonie. Straßenbau auch. So wie einzelne Töne eine Melodie ergeben, müssen sich die Asphaltchichten zu einer belastbaren Fahrbahn zusammenfügen. Und ähnlich vielfältig wie die unterschiedlichen Musikrichtungen ist die Auswahl an Bindemitteln. Wir liefern Ihnen das Material, das am besten zu Ihren Anforderungen passt. Geben Sie Ihrer Straße unsere Musik.

Qualität verbindet. BP Bitumen.

www.bpbitumen.de





Ihr Abo ...

✓ Für 103 € pro Jahr
immer auf dem Laufenden!

8 Ausgaben jährlich



Ihr Mehrwert ...

✓ zusätzlich als ePaper verfügbar

✓ Zugang zum digitalen Heftarchiv

Sie haben gar kein Abo?

Nutzen Sie unser Bestellformular auf baunetzwerk.biz.

Giesel Verlag GmbH · Hans-Böckler-Allee 9 · 30173 Hannover
Ansprechpartnerin: Julia Wäsche · Telefon 0511 8550-2423



INNOVATIVE PRODUKTE FÜR DIE ASPHALTINDUSTRIE

STORFLUX - Rejuvenatoren für die Wiederverwendung von Ausbausphalt

STORBIT - Additive für die maximale Wiederverwendung von Ausbausphalt

STORELASTIC - Additive für die qualitativ hochwertige Gummimodifizierung von Asphalt

WEITERE INFOS

TEL.: + 49 (0)40 / 64 22 63 03 27
MAIL: ASPHALTEC@STORIMPEX.DE
WEB: WWW.STORIMPEX.DE

▶ **STORIMPEX**
AsphaltEC



Ihr kompetenter Partner bei umweltrechtlichen Fragestellungen

- Fachliche Begleitung von Genehmigungs- und Zulassungsverfahren nach BImSchG, BBergG, KrWG und WHG
- bergrechtliche Betriebspläne
- Emissions- und Immissionsprognosen für Schadstoffe und Gerüche
- Bestimmung der Schornsteinhöhen nach TA Luft
- Untersuchungen zum Lärm *
- PRTR-Berichterstattung / Emissionserklärungen
- Beratungsleistungen bei Fragestellungen im Rahmen der Industrieemissions-Richtlinie (IED)
- Beratungsleistungen bei Fragestellungen im Rahmen der 31. BImSchV
- Umweltverträglichkeitsstudien nach UVPG
- Eingriffs-/Ausgleichsbilanzierung
- Untersuchungen zum Artenschutz *
- Zertifizierung von Entsorgungsbetrieben
- Komplettpaket „Betriebsbetreuung Umweltschutz“
- Bodenuntersuchungen *
- Gutachten zum Brand- und Explosionsschutz *

* Leistungen im Rahmen unseres interdisziplinären Expertennetzwerks

Gesellschaft für
Umwelt-Consulting mbH
www.gfu-gelnhausen.de

Zum Warturm 3
63571 Gelnhausen

Tel. 06051/915586-0
Fax 06051/915586-15
info@gfu-gelnhausen.de



J Juchem Asphaltbau
GmbH & Co. KG **Straßenbau
Tiefbau**

J Asphaltmischwerk Ürzig
Juchem GmbH & Co. KG **Asphaltmischgut
Recyclingbaustoffe**

J Asphaltmischwerk
Landau Juchem OHG **Asphaltmischgut
Recyclingbaustoffe**

J Juchem Asphaltmischwerk
St. Wendel GmbH & Co. KG **Asphaltmischgut
Recyclingbaustoffe**

Im Wiesengrund 10 · 55758 Niederwörresbach · Telefon (0 67 85) 99 00
Telefax (0 67 85) 99 099 · e-mail: info@juchem-gruppe.de

J **Juchem-Gruppe.de**
Wir schaffen Verbindungen



Jürgen Hutschenreuther
Thomas Wörner

**Asphalt
im
Straßen-
bau**

2. Auflage

Jürgen Hutschenreuther
und Thomas Wörner
2. Auflage, 404 Seiten,
kartoniert, mit zahlreichen
farbigen Grafiken und Tabellen
ISBN 978-3-7812-1782-9

KIRSCHBAUM

Die 2. Auflage „Asphalt im Straßenbau“ ist durch die Kombination von theoretischen Grundlagen, Beispielen aus der Praxis und Hinweisen zu Bauausführung für Planer und bauausführende Firmen gleichermaßen ein wichtiges Nachschlagewerk und Lehrbuch. Ebenso wendet es sich an Ingenieurbüros, Prüfstellen, Institute und auch an öffentliche Dienststellen, die sich mit Planung und Überwachung der Bauausführung befassen.

Aus dem Inhalt erwähnt seien:

- Bitumen
- Gesteinsbaustoffe
- Grundlagen des Asphaltbaues
- Einbau und Wiederverwendung von Asphalt
- Qualitätssicherung

Außerdem wurden zahlreiche neue thematische Aspekte mit aufgenommen wie:

- Erstprüfung
- Herstellung von Asphalt
- Bauweisen
- Asphalttragschichten
- Asphaltbinder
- Asphalt in verschiedenen Anwendungsgebieten (z. B. Gestalten mit Asphalt ...)

Weitere Infos/Online Bestellung www.kirschbaum.de

4. Ausbauasphalt

Fällt Asphalt als Ausbaustoff im Straßenbau an, so ist er einer stofflichen Verwertung im Zuge von Straßenbaumaßnahmen zuzuführen. Die stofflich hochwertigste 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 2009 (TL AG-StB 09) zu klassifizieren. Die Ermittlung der maximal möglichen Zugabemengen ist in den TL Asphalt-StB 07/13 geregelt. Weitere Hinweise gibt das „**Merklblatt für die Wiederverwendung von Asphalt**“, Ausgabe 2009/Fassung 2013 (M WA).



Fräsen einer Asphaltbefestigung



Zerkleinerung von Asphalttschollen im Brecher

Die Begriffe für die Wiederverwendung von Asphalt werden in den TL AG-StB 09 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.
- **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 aufgliederte 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 Asphalt-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.



Aufnehmen eines Schichtenpaketes mit dem Tieflöffel

4.1 Gewinnung und Lagerung

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 Befestigungen durch Fräsen regeln die **„Hinweise für das Fräsen von Asphaltbefestigungen und Befestigungen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen“** (H FA). Das Abtragen einer Asphaltbefestigung oder einer Befestigung mit teer-/pechtypischen Bestandteilen oder Teilen davon erfolgt durch Kaltfräsen mit rotierenden Walzen, die mit Fräswerkzeugen bestückt sind, in einem oder mehreren Arbeitsgängen. Der beim Fräsen anfallende Fräsasphalt sollte einer Wiederverwendung auf höchstem Niveau der Wertschöpfung, d. h. der Wiederverwendung in Asphaltmischgut, zugeführt werden.

Anfallendes Ausbaumaterial mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sollte einer Verwertung zugeführt werden.

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 entsprechend Tabelle 4.1) getrennt gelagert werden.

Bei der Gewinnung oder Aufbereitung von Ausbauasphalt sind Veränderungen innerhalb des Gesteinskörnungsgemisches (beispielsweise durch Kornzertrümmerungen) nicht zu vermeiden. Daher kann das Verhältnis zwischen Gesteinskörnungen > 2 mm und Gesteinskörnungen 0,063 bis 2 mm 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.

In den H FA, Abschnitt 3.2 wird der Arbeitsschutz behandelt, da beim Fräsen von Befestigungen es unter bestimmten Umständen zur Emission gesundheitsgefährdender Stäube kommen kann. Im Februar 2013 ist die in den H FA zitierte TRGS 517 „Tätigkeit mit potenziell asbesthaltigen mineralischen Rohstoffen und daraus hergestellten Gemischen und Erzeugnissen“ aktualisiert im Gemeinsamen Ministerialblatt (GMBL.) erschienen. Diese TRGS 517 geht auch auf das Fräsen von Asphaltflächen ein, in denen solche asbesthaltigen Gesteine gebunden sein können. Dazu war bereits im Jahre 2011 mit dem Verband Europäischer Straßenfräsunternehmen e.V. (VESF) eine Branchenlösung zum sicheren Arbeiten vereinbart worden. Im Fachbeitrag von Dr. Rühl und anderen wird festgestellt: „Messungen der BG BAU haben ergeben, dass beim Einsatz von Kleinfräsen sowie bei Großfräsen mit wirksamer Staubreduzierung auf Asphaltbelägen keine weiteren Schutzmaßnahmen notwendig sind.“ (Siehe asphalt 48 (2013), Heft 8, S. 39 und 40).



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



Die überdachte Lagerung von trockenem Asphaltgranulat hilft, den Primärenergiebedarf in der Asphaltmischanlage zu senken



4. Ausbauasphalt

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 Ausbauasphalt 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 Asphaltmischgut 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 Asphaltmischgut, das ausschließlich aus neuen

Baustoffen hergestellt wurde, durchzuführen (siehe auch M WA, Ausgabe 2009/Fassung 2013, Abschnitt 4).

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 enthält der DAV-Leitfaden „Temperaturabgesenkte Asphalte“.

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

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

Tab. 4.1: Zugabemöglichkeiten von Asphaltgranulat zu den Asphaltmischgutarten (nach Tabelle 1 des M WA, Ausgabe 2009/Fassung 2013)

Asphaltgranulat aus	Zugabemöglichkeiten zu Asphaltmischgut für				
	Gussasphalt	Walzasphaltdeckschicht	Asphaltbinderschicht	Asphalttragschicht	Asphalttragdeckschicht
Gussasphalt	++	○	○	+	○
Walzasphaltdeckschicht	-	++ ¹⁾	++	+	+
Asphaltdeck- ²⁾ und Asphaltbinderschicht	-	○ ³⁾	++	+	+
Asphaltbinderschicht	-	○ ³⁾	++	+	+
Asphalttrag- oder Asphalttragdeckschicht	-	-	-	++	○

¹⁾ nach den TL Asphalt-StB 07/13
²⁾ in der Regel nicht aus Gussasphalt
³⁾ nach gesonderter Aufbereitung

++ = vorrangig (höchste Wertschöpfungsstufe)
 + = möglich, aber ohne volle Ausnutzung der technischen Eigenschaften und der Wirtschaftlichkeit

○ = bedingt möglich nach besonderer Prüfung
 - = nicht möglich



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 Ermittlung der Gleichmäßigkeit von Asphaltgranulat für die Wiederverwendung bei der Herstellung von Asphaltmischgut erfolgt anhand der folgenden Merkmalsgrößen:

- Erweichungspunkt Ring und Kugel,
- Bindemittelgehalt,
- Kornanteile
 - < 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 Asphalttschichten und bitumen gebundenen Asphalttragschichten in Kaltaufbereitung ist die Gleichmäßigkeit der Anteile der Stückgrößen < 0,063 mm, 0,063 bis 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.

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

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 09 und des Anhangs A der TL Asphalt-StB 07/13 ist im Anhang 3.1 dieses Leitfadens abgedruckt.

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



4. Ausbauasphalt



4.2 Wiederverwenden in Asphaltmischgut

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 07/13 erfüllt. So können z. B. der Anteil an Gesteinskörnungen 0,063 bis 2 mm oder der Erweichungspunkt Ring und Kugel des Bindemittels im Asphaltgranulat bereits jeweils allein die maximal mögliche Zugabemenge bestimmen.

Die TL Asphalt-StB 07/13 schreiben vor, dass der rechnerische Erweichungspunkt Ring und Kugel des resultierenden Bindemittels mit folgender Formel 4.1 zu ermitteln ist:

Formel 4.1

$$T_{R\&Bmix} = a \cdot T_{R\&B1} + b \cdot T_{R\&B2}$$

Dabei sind:

- | | |
|---------------|--|
| $T_{R\&Bmix}$ | berechneter Erweichungspunkt des Bindemittels im resultierenden Asphaltmischgut, |
| $T_{R\&B1}$ | Erweichungspunkt des aus dem Asphaltgranulat rückgewonnenen Bindemittels, |
| $T_{R\&B2}$ | mittlerer Wert des Erweichungspunktes der Sortenspanne des vorgesehenen Straßenbaubitumens bzw. der ermittelte Erweichungspunkt des zur Verwendung vorgesehenen PmB, |
| a und b | Massenanteile des Bindemittels aus dem Asphaltgranulat (a) und des vorgesehenen Bindemittels (b) mit $a + b = 1$. |

$T_{R\&Bmix}$ 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 weicheres Bitumen als 70/100 darf – mit Ausnahme von Asphalttragdeckschichtmischgut – nicht verwendet werden.

Für Asphalttragdeckschichtmischgut regeln die ZTV Asphalt-StB 07/13 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 ($T_{R\&Bmix}$) im Eignungsnachweis angeben kann, der der nächst härteren Sorte entspricht. Diese Sorte gilt dann für das Baustoffgemisch als geforderte Bindemittelsorte.



Gleichmäßigkeit

Für die Ermittlung des aus der Gleichmäßigkeit herrührenden Wertes für die maximal möglichen Zugabemengen enthalten die TL Asphalt-StB 07/13 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 und Asphalttragdeckschichten ist die maximal erlaubte Spannweite der einzelnen Merkmale **die Hälfte** der erlaubten Gesamttoleranz gemäß den TL Asphalt-StB 07/13 (siehe Tab. 4.2 dieses Leitfadens), dividiert durch die Zugabemenge (Formel 4.2).

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

Formel 4.2

Dabei sind:

- a_{\max} maximal erlaubte Spannweite des jeweiligen Merkmals,
- T_{zul} erlaubte Gesamttoleranz des Merkmals gemäß den TL Asphalt-StB 07/13,
- $Z_{mög}$ maximal mögliche Asphaltgranulat-Zugabemenge in M.-%.

Nach Umstellung ergibt sich die Formel 4.3 und die Zugabemenge als die Hälfte der erlaubten Gesamttoleranz 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

Tab. 4.2

Gesamttoleranzen T_{zul} der relevanten Merkmale in Abhängigkeit von der Asphaltmischgutart (entspricht der Tabelle D.1 der TL Asphalt-StB 07/13)

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

4. Ausbauasphalt



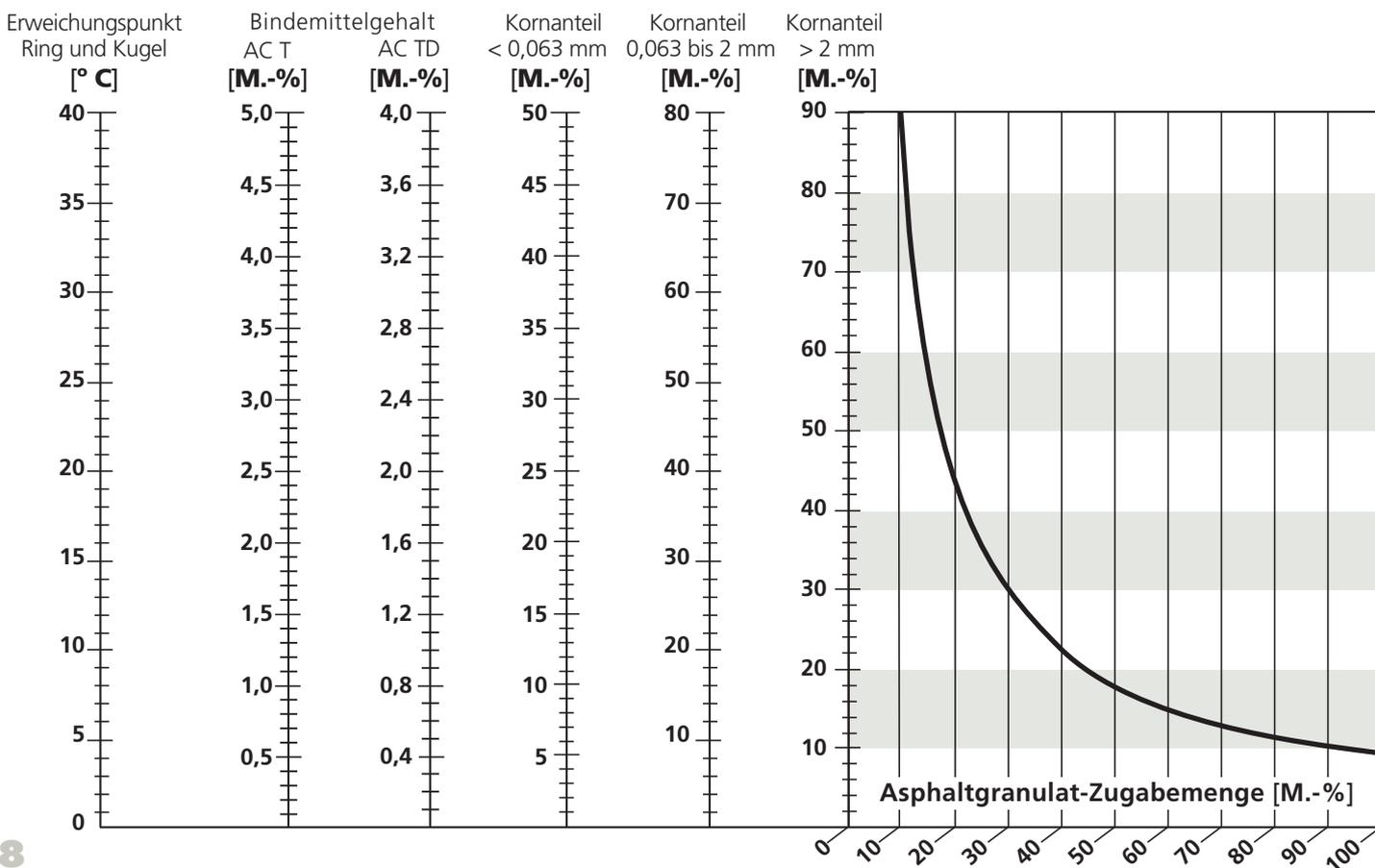
4.2 Wiederverwenden in Asphaltmischgut

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 < 0,063 mm, 0,063 bis 2 mm sowie der Kornanteil > 2 mm am extrahierten Gesteinskörnungsgemisch) ermittelte Wert.

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. Im Bild 4.1 ist dabei das oben erwähnte zusätzliche Merkmal (Kornanteil 0,063 bis 2 mm) mit einer eigenen Abszisse berücksichtigt.

Bereits mit der Einführung der TL Asphalt-StB 07 bzw. der ZTV Asphalt-StB 07 ist festgelegt worden, dass diese ZTV Asphalt-StB 07 auch den Kornanteil 0,063 bis 2 mm bei Asphalttrag-schichten mit einer Toleranz ($\pm 8,0$ M.-%) belegt.

Bild 4.1: Nomogramm zur überschlägigen Ermittlung der maximalen Asphaltgranulat-Zugabemenge für AC T und AC TD





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 TL Asphalt-StB 07/13, (siehe Tab. 4.2 dieses Leitfadens) dividiert durch die Zugabemenge (Formel 4.4).

$$a_{\max} = \frac{0,33 \cdot T_{\text{zul}}}{Z_{\text{mög}}} \cdot 100 \quad \text{Formel 4.4}$$

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

Nach Umstellen analog zur Vorgehensweise bei Asphalttrag-schichten 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 $T_{R\&B}$).

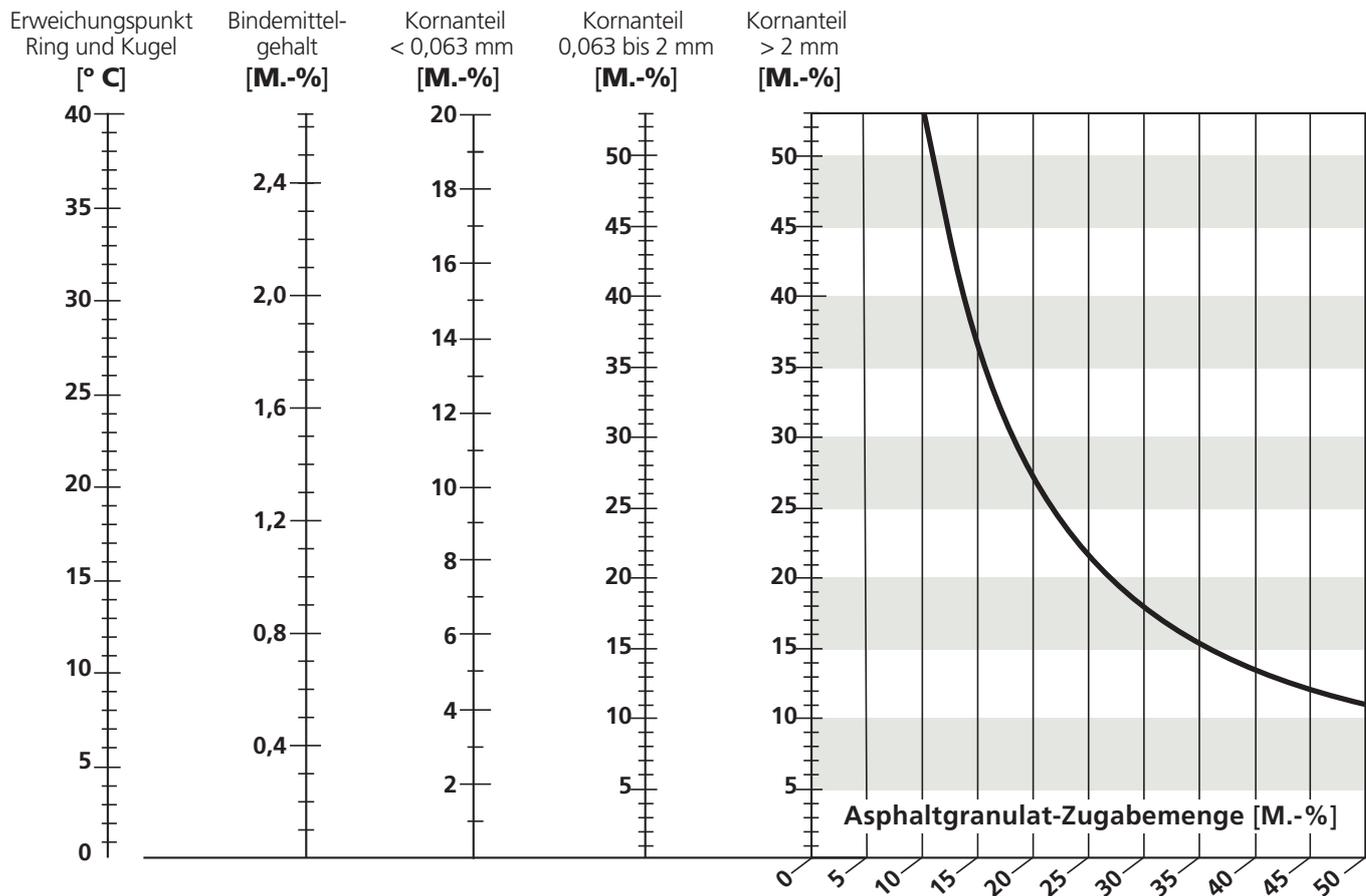
$$Z_{\text{mög}} = \frac{0,33 \cdot T_{\text{zul}}}{a_{\max}} \cdot 100 \quad \text{Formel 4.5}$$

Hinweis: Gilt nicht für den Erweichungspunkt Ring und Kugel

Die aus der Gleichmäßigkeit des Asphaltgranulates herrührende 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.

Bild 4.2: Nomogramm zur überschlägigen Ermittlung der maximalen Asphaltgranulat-Zugabemenge für AC D und AC B



4. Ausbauasphalt

4.2 Wiederverwenden in Asphaltmischgut

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

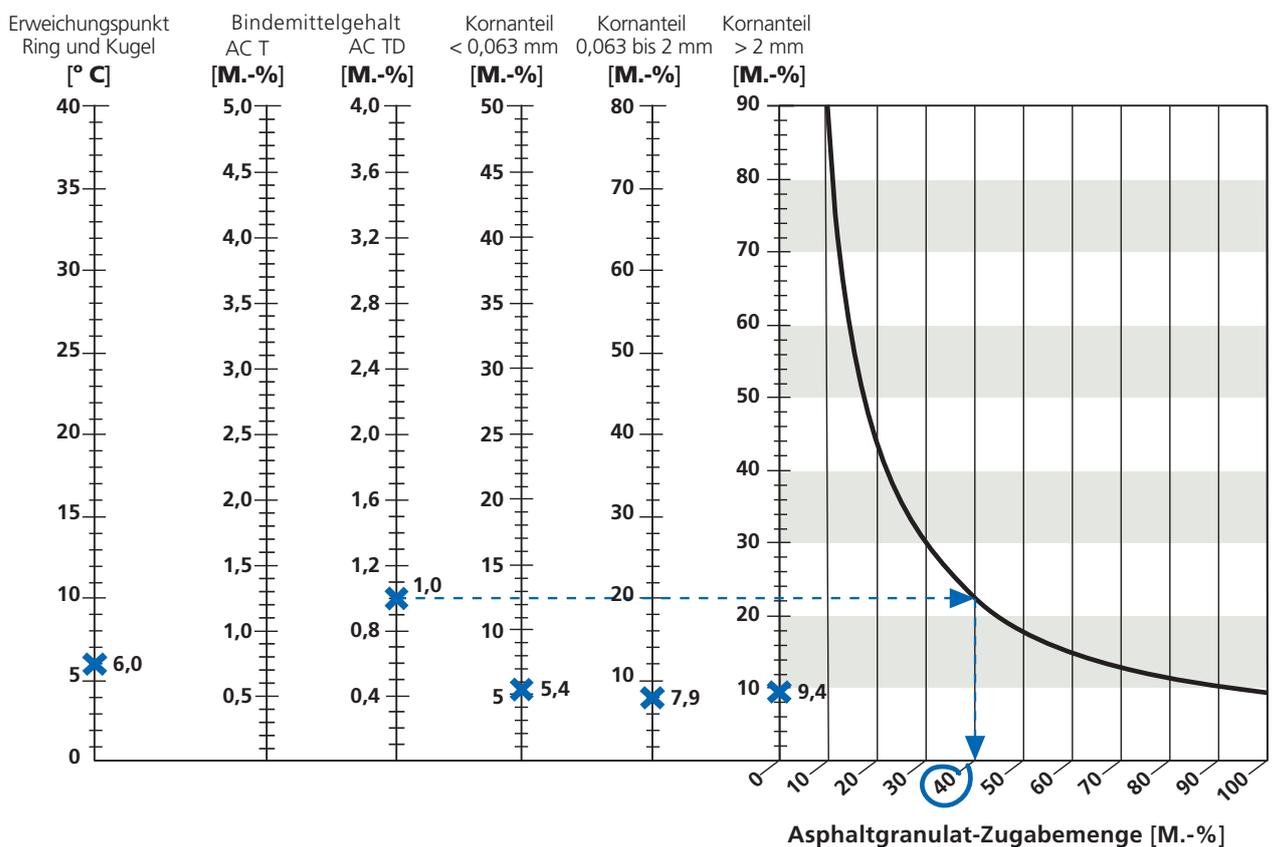
Das Asphaltgranulat in diesem Beispiel soll bei der Herstellung von Asphaltmischgut für Asphalttragdeckschichten verwendet werden. Es weist die in Tabelle 4.3 aufgeführten Eigenschaften auf.

Die Spannweiten der einzelnen Merkmalsgrößen werden auf der jeweiligen Ordinate des Monogramms (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.

Tab. 4.3: Beispiel für die Eigenschaften eines Asphaltgranulates, Asphalttragdeckschichtmischgut vorgesehen ist

Merkmal	Erweichungspunkt Ring und Kugel ($T_{R\&B}$)	Bindemittel gehalt [M.-%]	Kornanteil < 0,063 mm
	[°C]		[M.-%]
Probe Nr. 1	67,0	5,0	9,9
Probe Nr. 2	62,0	5,8	11,3
Probe Nr. 3	64,0	4,9	9,3
Probe Nr. 4	68,0	5,9	6,7
Probe Nr. 5	66,0	5,1	12,1
Mittelwert	65,5	5,3	9,9
Spannweite	6,0	1,0	5,4

Bild 4.3: Beispiel für die überschlägige Ermittlung der maximalen Asphaltgranulat-Zugabemenge für ein Asphalttragdeckschichtmischgut





das für die Zugabe in

Kornanteil 0,063 mm bis 2 mm [M.-%]	Kornanteil > 2 mm [M.-%]
37,7	52,4
35,2	53,5
29,8	60,9
31,5	61,8
33,8	54,1
33,6	56,5
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 Asphaltmischgut die Anforderungen an Asphalttragdeckschichtmischgut erfüllt.

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.

Verwendung von Rejuvenatoren

Seit 2012 haben verschiedene Baumaßnahmen mit Überschriften wie „100 %-Recycling“ oder „Grüner Asphalt“ wiederholt und bundesweit für ein großes Medienecho gesorgt. Bei diesen Maßnahmen wurden bestehende Asphaltbefestigungen im Zuge der gleichen Baumaßnahme nahezu vollständig wiederverwendet. Hierbei wurden extrem hohe Wiederverwendungsraten von teilweise über 90 % realisiert. Da zur Erreichung solch hoher Wiederverwendungsraten das im Asphaltgranulat enthaltene Bitumen aufgrund von Alterung häufig nicht mehr die gewünschten Eigenschaften aufweist, was bspw. an einem erhöhten Erweichungspunkt Ring und Kugel erkennbar wird, wurden bei diesen Erprobungsstrecken sogenannte Rejuvenatoren eingesetzt. Diese Zusätze sollen, sofern der hohe Erweichungspunkt Ring und Kugel auf eine stärkere Oxidation des Bindemittels zurückzuführen ist, eine „Verjüngung“ des Bindemittels verbunden mit einer Absenkung des Erweichungspunktes Ring und Kugel bewirken. Dadurch kann einerseits die maximale Zugabemenge an Asphaltgranulat erhöht werden – sofern entsprechende Anlagentechnik vorhanden ist – und andererseits auch Ausbauasphalt mit stärker oxidiertem Bitumen einer Wiederverwendung zugeführt werden, die ansonsten nicht oder nur eingeschränkt möglich wäre.

Derzeit (2014) befindet sich die Verwendung solcher „Rejuvenatoren“ noch in der Erprobungsphase und es handelt sich dabei noch nicht um Zusätze im Sinne des Abschnittes 2.3 „Zusätze“ der TL Asphalt-StB 07/13, „über deren Anwendung nachweislich ausreichend positive Erfahrungen vorliegen“. Mittelfristig und nach Abschluss des Forschungsprojektes „Einsatz von Rejuvenatoren bei der Wiederverwendung von Asphalt“ (FE 07.0250) des Gemeinsamen Forschungsprogrammes BMVI und FGSV werden Rahmenbedingungen festgelegt, bei denen Rejuvenatoren an der Asphaltmischanlage zielsicher eingesetzt werden können.

Sogenanntes „100 %-Recycling“ kann nur dann umgesetzt werden, wenn das Asphaltgranulat ganz besonderen qualitativen Anforderungen genügt und zudem die maschinentechnischen Voraussetzungen der Asphaltmischanlage dafür auch geeignet sind (siehe hierzu auch Abschnitt 5.1.3). Zur Anwendung des „100 %-Recycling“ und des „Grünen Asphalt“ hat die Arbeitsgruppe 7 „Asphaltbauweisen“ der FGSV Stellung genommen. Diese Stellungnahme ist unter anderem in der Ausgabe 5/2013 der Fachzeitschrift „asphalt“ abgedruckt.

4. Ausbauasphalt



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 07/13 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 Asphaltmischgutherstellung 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

- 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) 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.

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 Kreislaufwirtschaftsgesetzes entspricht.



5. Anlagentechnik

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 – Asphaltmischgutsorten 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 Asphaltmischgut produziert werden (z.B. beim Neubau oder bei der Grunderneuerung von Bundesfernstraßen).

5.1 Chargenmischanlagen

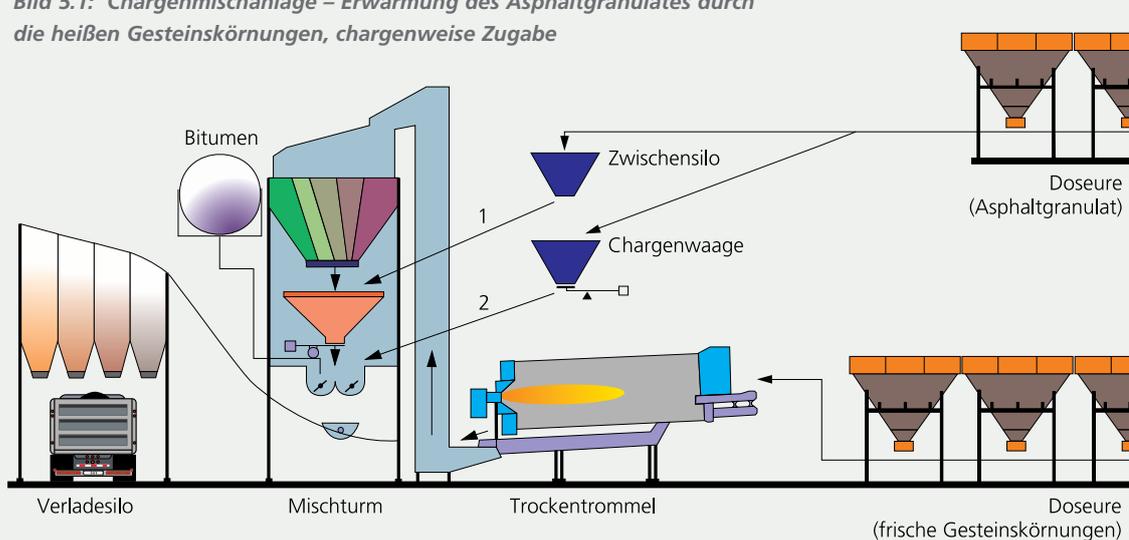
In Chargenmischanlagen werden Gesteinskörnungen, Bindemittel und gegebenenfalls Zusätze entsprechend der Mischergröße eingewogen. Asphaltgranulat kann dem Mischer auf unterschiedliche Weise zugeführt werden.

5.1.1 Chargenweise Zugabe des Asphaltgranulates

Das Asphaltgranulat wird entweder über ein Zwischensilo und die Gesteinskörungswaage (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 Asphaltmischguttemperaturen nicht unterschritten werden. (In der Regel sind dies die in der Tabelle 3 der TL Asphalt-StB 07/13 festgelegten Temperaturen.) Die für die Erhitzung des Asphaltgranulates notwendige Wärme wird den ungebrauchten Gesteinskörnungen entzogen, diese müssen also entsprechend höher aufgeheizt werden. Auch die im Asphaltgranulat

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



- 1 Zugabe in die Gesteinskörungswaage
- 2 Zugabe in den Mischer

5. Anlagentechnik

5.1 Chargenmischanlagen

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

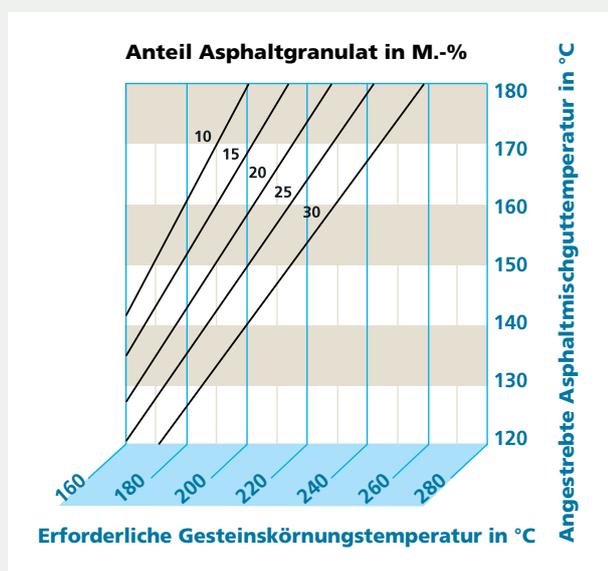


Bild 5.3: Erforderliche Erhöhung der Gesteinskörnungstemperatur in Abhängigkeit vom Feuchtegehalt des Asphaltgranulates; der unterlegte Bereich sollte vermieden werden (kritischer Bereich)

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	-	-	-	-

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.

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



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 Siebumgehungsstasche.

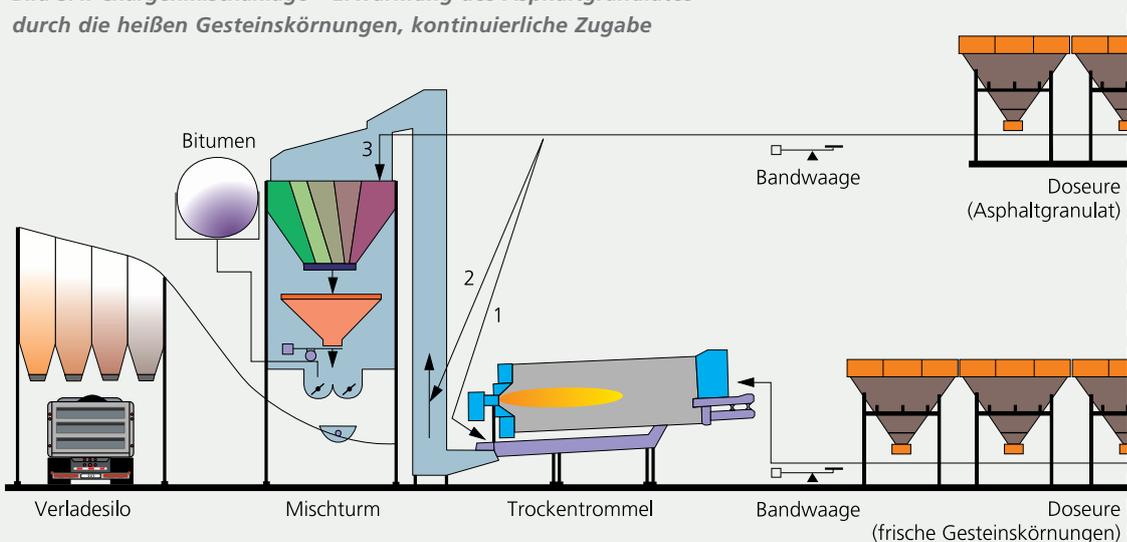
Bei Trockentrommeln, die nach dem Gegenstromprinzip arbeiten (dies ist in den meisten Anlagen der Fall), kann die Zugabe des Asphaltgranulates über eine Mittenzugabe oder durch eine Zugabevorrichtung am Trommelauslauf erfolgen (Bild 5.5). Das Asphaltgranulat wird hierbei **gemeinsam mit den Gesteinskörnungen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

Mit beiden Verfahren sind Zugabemengen bis ca. 40 M.-% erreichbar. Durch die verlängerte Erwär-

mungszeit findet keine schlagartige Wasserdampfbildung statt, da die Dosierung des Asphaltgranulates kontinuierlich erfolgt. Die Asphaltgranulat-Zugabe wird über Bandwaagen gesteuert.

Eine Heißabsiebung 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 Siebumgehungsstasche 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



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

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.-%, manchmal sogar bis zu 100 M.-% erreichen. Dabei wird das Asphaltgranulat zur Schonung seines Bindemittels und zur Begrenzung der Emissionen auf maximal 130 °C erwärmt.

Mit höheren Zugabeanteilen nimmt der Einfluss des Asphaltgranulates auf die Zusammensetzung des neuen Asphaltmischgutes zu.

Das Asphaltgranulat muss daher in der Zusammensetzung und der Gleichmäßigkeit in besonderem Maß dem vorgegebenen Verwendungszweck entsprechen (vgl. Abschnitt 4). Für Zugaberaten über 70 % sind Asphaltmischanlagen mit speziellen, aufwändigeren Paralleltrommeln, mit indirekter Heißgaserzeugung, welche einen besseren Wärmeaustausch und somit eine noch schonendere Asphaltgranulaterwärmung auf höhere Temperaturen ermöglichen, erforderlich. Im Einzelfall lassen sich so sogar bis zu 100 % Zugaberaten realisieren.

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

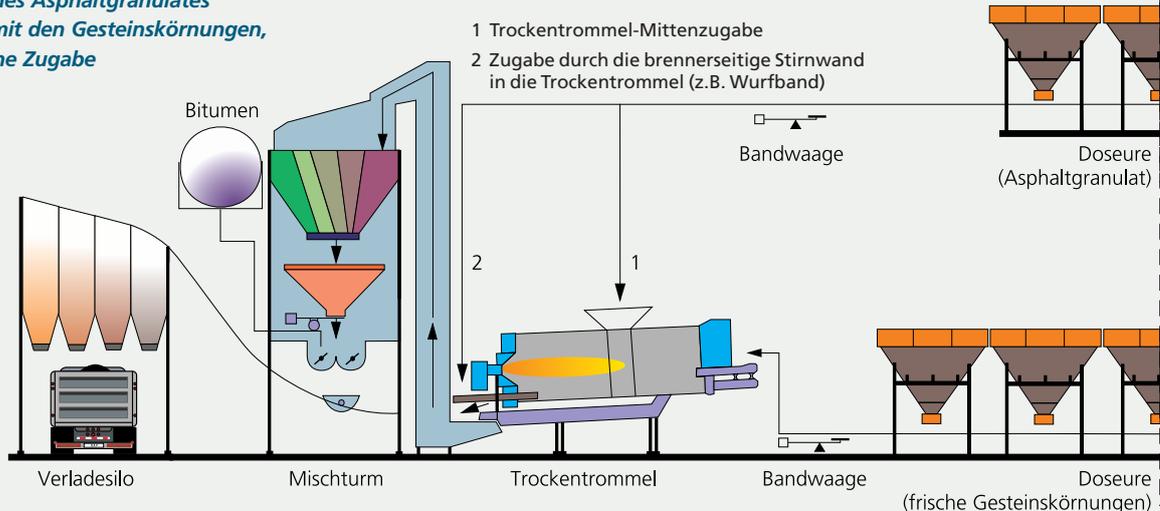
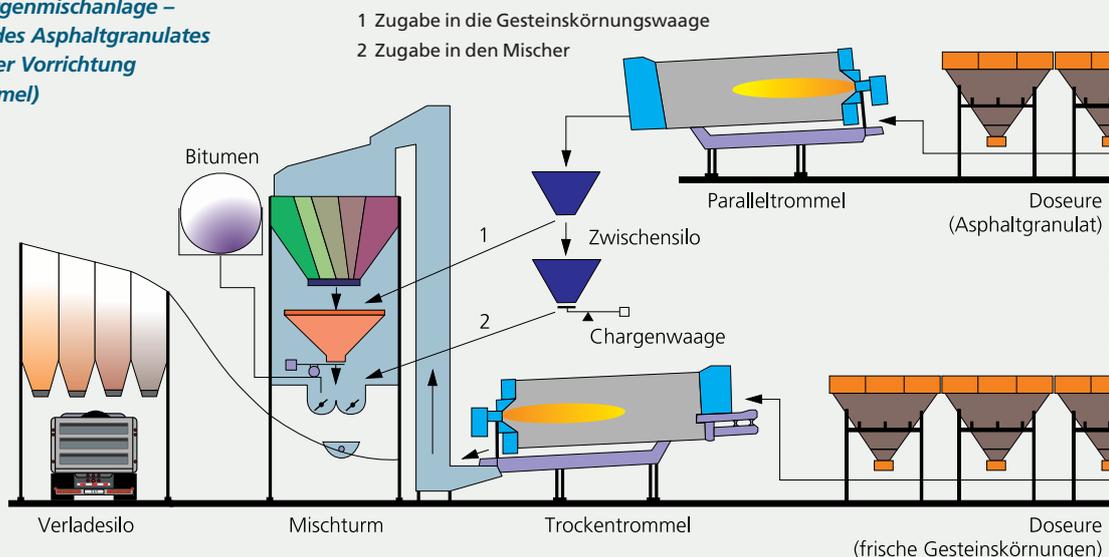


Bild 5.6: Chargenmischanlage – Erwärmung des Asphaltgranulates in gesonderter Vorrichtung (Paralleltrommel)



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



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.

5.2 Durchlaufmischanlagen

In Durchlaufmischanlagen erfolgt die Dosierung der einzelnen Komponenten fortlaufend. Der Mischprozess ist kontinuierlich. Durchlaufmischanlagen spielen in Deutschland jedoch nur eine untergeordnete Rolle und werden deshalb in diesem Leitfaden nicht weiter behandelt.

6. Wiederverwenden vor Ort

Außer in stationären und in nur vorübergehend aufgebauten (mobilen) Asphaltmischanlagen 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 Asphalt-schichten, 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).

6.1 Rückformen

Das Rückformen kann je nach Erfordernis ohne oder mit Einmischen von Ergänzungsmaterialien wie Bindemittel, Gesteinskörnungen, Ergänzungsmischgut oder Zusätzen erfolgen. Durch das Rückformen entsteht eine Asphalt-schicht entweder

- zur späteren Überbauung oder
- zur direkten Überfahung 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 Asphalt-deckschicht mit zusätzlichem Straßenfertiger.

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 Kornzertrümmerung aufgelockert, aufgenommen und im Mischer gemischt werden kann. Danach wird der Asphalt mit Verteilerschnecken querverteilt und mittels Einbaubohle profilgerecht vorverdichtet. Anschließend wird die rückgeformte Schicht verdichtet.

Remixer beim Rückformen einer Asphaltdeckschicht



Bei dem Bauverfahren **Remix** wird ähnlich wie beim Bauverfahren Reshape verfahren. Der Unterschied besteht darin, dass im Mischer zur Veränderung der Asphaltmischgutzusammensetzung und der -eigenschaften je nach Bedarf Ergänzungsmaterialien – wie speziell zusammengesetztes Ergänzungasphaltmischgut 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 Asphaltdeckschicht aus werksgemischtem Asphaltmischgut nach den TL Asphalt-StB „Heiß-auf-Heiß“ unter Einhaltung der Anforderungen der ZTV Asphalt-StB mit einem zusätzlichen Straßenfertiger 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.

Tab. 6.1: Auswahl der Bauverfahren für das Rückformen in Abhängigkeit von den Merkmalsgruppen (nach den ZTV BEA-StB 09/13, Tabelle 17)

Merkmalsgruppe	Zustandsmerkmal	Erscheinungsbild /Ursache	Rückformen nach Bauverfahren		
			a	b	c
Ebenheit	Ebenheit in Längsrichtung	Verformung	+ ¹⁾	-	-
	Ebenheit in Querrichtung	Verformung	+ ²⁾	+	+
Rauheit	Griffigkeit	Bindemittelanreicherung	-	+	+
		polierte Kornoberfläche	+ ²⁾	+	+
Substanzmängel	Netzrisse		-	+ ³⁾	-
	Ausmagerung infolge Mörtelverlust und Verlust an Gesteinskörnungen > 2 mm		-	+	-
	Kornausbrüche		-	+	-

¹⁾ nur bei kurzwelligen und/oder periodischen Unebenheiten und bei anforderungsgerechter Asphaltmischgutzusammensetzung bedingt geeignet

²⁾ nur zeitweilige Verbesserung

³⁾ nur bei zu geringem Bindemittelgehalt und Alterungsrisse geeignet

+ = geeignet
- = nicht geeignet

6. Wiederverwenden vor Ort

6.1 Rückformen

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) nur noch bedingt, aber im Wesentlichen den neueren Wertungen in den „**Zusätzlichen Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächenbefestigungen–Asphaltbauweisen**“, Ausgabe 2009/ Fassung 2013 (ZTV BEA-StB 09/13).

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 den Bauverfahren Rückformen nicht oder nur bei kurzwelligen und/oder periodischen Unebenheiten (Reshape) bedingt beseitigt werden. Unebenheiten in Querrichtung können mit den 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 Asphaltmischgutzusammensetzung oder dem Bauverfahren Remix compact durch Einbau einer neuen Asphaltdeckschicht beseitigt werden. Das Bauverfahren Reshape bringt auch hier zur Wiederherstellung der Griffigkeit bei polierten Kornoberflächen nur zeitweilige Verbesserungen.

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 und Alterungsrisse bedingt, kann die Asphalt-schicht dauerhaft durch Zugabe geeigneter Ergänzungsmaterialien mit den Bauverfahren Remix instandgesetzt werden.

Ausmagerungen in Form von Mörtelverlust und Verlust an Gesteinskörnungen > 2 mm sind ausschließlich durch Zugabe geeigneter Ergänzungsmaterialien zu beheben. Dazu kann das Bauverfahren Remix angewendet werden. Bei Kornausbrüchen infolge gravierender Mängel in der Asphaltmischgutzusammensetzung muss bei der Anwendung des Bauverfahrens Remix geprüft werden, ob die technisch möglichen Zugabemengen an Ergänzungsmaterial die Herstellung eines anforderungsgerechten Asphaltmischgutes möglich machen.



Nahtremixer bei der Sanierung
einer schadhafte 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 Asphaltdeckschicht 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 Verteilern 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 Asphaltmischgut 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 Asphaltdeckschicht 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 vorhanden, die aufgrund ihrer kompakten Geräteabmessungen lediglich die Verfahrensvarianten Remix und Reshape ausführen können.

Für die Sanierung von schadhafte 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 schadhafte 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.
- Asphaltdecken mit Gittereinlagen können aus verfahrenstechnischen Gründen nicht rückgeformt werden.
- Die maximale Auflockerungstiefe ist in der Regel auf 5 cm begrenzt.
- Vereinzelt Flickstellen aus warm- oder kalteinbaufähigem Asphaltmischgut 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. Wiederverwenden vor Ort

6.2 Kaltrecycling in situ

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 Zweiwellen-Zwangsmischer sowie Einbauvorrichtung bestehend aus Verteilerschnecke und Einbau-bohle (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.



Kaltrecycler bei der Herstellung einer bitumen-dominanten KRC-Schicht

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 Kreislaufwirtschaftsgesetzes seit langem eine Bestätigung ihrer Vorgehensweise sehen.

Neben der weiteren Erhöhung der Wiederverwendungsrate erhält zukünftig nach wie vor die höherwertige Verwendung von Ausbaasphalt 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 weitergegangen 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.



Anhang

1.	Verwerten teer-/pechhaltiger Straßenausbaustoffe	45
2.	Regelwerke und chronologisches Literaturverzeichnis	
2.1	Regelwerke	48
2.2	Chronologisches Literaturverzeichnis	50
3.	Klassifizierung von Asphaltgranulat	
3.1	Formblatt	52
3.2	Beispiel für eine Klassifizierung von Asphaltgranulat für die Zugabe in Asphaltbindermischgut	53
4.	Weitere Leitfäden und Veröffentlichungen des DAV/DAI	54

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 „Teer und andere Pyrolyseprodukte aus organischem Material“** (TRGS 551) mit der Ausgabe 1999 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 Bauplan 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.

1. Verwerten teer-/pechhaltiger Straßenausbaustoffe

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 Straßenausbaumaterial 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 Straßenausbaumaterial 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 Straßenausbaustoffe 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.**

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 Straßenausbaustoffe, 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. Durch die Bildung von drei Verwertungsklassen werden die Abgrenzungen zwischen Ausbauspalt und den Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen festgelegt.

**Tab. A1: Verwertungsklassen für Straßenausbaustoffe**

(nach der Tabelle 1 in den RuVA-StB 01 (Fassung 2005) und den TL AG-StB 09)

Verwertungs- klasse	Art der Straßenausbaustoffe	Hintergrund ¹⁾	Gesamtgehalt im Feststoff PAK nach EPA mg/kg	Phenolindex im Eluat mg/l
A	Ausbavasphalt	AS, BS, GS	≤ 25 ²⁾	≤ 0,1 ²⁾
B	Ausbaustoffe mit teer-/pechtypischen Bestandteilen	vorwiegend steinkohlen- teertypisch	> 25	≤ 0,1
C		vorwiegend braunkohlen- teertypisch	BS, GS	Wert ist anzugeben

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 Inhaltsstoffe der Ausbaustoffe.

Als Bindemittel für Kaltasphaltemischgut 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 Verwertungs-kategorie 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 nach dem Europäischen Abfallverzeichnis (EAV). (siehe hierzu Ausführungen Abschnitt 1, Seite 7)

In Abhängigkeit von dem zu verwendenden Bindemittel ist entweder das „**Merkblatt für die Verwertung von Asphaltgranulat und pechhaltigen Straßenausbaustoffen in Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln**“ oder 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 pechhaltigen Straßenausbaustoffen die Regelungen, die u. a. im M VB-K, Ausgabe 2007, Abschnitt 4 festgelegt sind.

2. Regelwerke und chronologisches Literaturverzeichnis

2.1 Regelwerke

(Stand: Juli 2014)

Arbeitspapier...

- ...zur Prüfung von Straßenausbaumaterial auf carbostämmige Bindemittel – Schnellverfahren, Ausgabe 2000, FGSV-Nr. AP 27/2
- ...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
- ...für das Fräsen von Asphaltbefestigungen und Befestigungen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen, Ausgabe 2010 (H FA), FGSV-Nr. 769

Merkblatt...

- ...für die Konzeption und die Erstprüfung von Asphaltmischgut für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen, Ausgabe 2012 (M KEP), FGSV-Nr. 751
- ...für die Wiederverwendung von Asphalt, Ausgabe 2009/Fassung 2013 (M WA), FGSV-Nr. 754
- ...für das Rückformen von Asphaltsschichten, Ausgabe 2002 (M RF), FGSV-Nr. 786/1
- ...für die Verwertung von Asphaltgranulat und pechhaltigen Straßenausbaustoffen in Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln, Ausgabe 2002, FGSV-Nr. 826
- ...für Kaltrecycling in situ im Straßenoberbau, Ausgabe 2005 (M KRC), FGSV-Nr. 636
- ...für die Verwertung von pechhaltigen Straßenausbaustoffen und von Asphaltgranulat in bitumengebundenen Tragschichten durch Kaltaufbereitung in Mischanlagen, Ausgabe 2007 (M VB-K), FGSV-Nr. 755
- ...über die statistische Auswertung von Prüfergebnissen
– Teil 2: Erkennen und Behandeln von Ausreißern, Ausgabe 2003, FGSV-Nr. 926/2

Richtlinien...

- ...für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, Ausgabe 2012 (RStO 12), FGSV-Nr. 499
- ...für die Anerkennung von Prüfstellen für Baustoffe und Baustoffgemische im Straßenbau, Ausgabe 2010 (RAP Stra 10), FGSV-Nr. 916
- ...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), FGSV-Nr. 795

Technische Lieferbedingungen...

- ...für Asphaltgranulat, Ausgabe 2009 (TL AG-StB 09), FGSV-Nr. 749
- ...für Asphaltmischgut für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen, Ausgabe 2007/Fassung 2013 (TL Asphalt-StB 07/13), FGSV-Nr. 797
- ...für Bitumenemulsionen im Straßenbau, Ausgabe 2007 (TL BE-StB 07), FGSV-Nr. 793
- ...für Straßenbaubitumen und gebrauchsfertige Polymermodifizierte Bitumen, Ausgabe 2007/Fassung 2013 (TL Bitumen-StB 07/13), FGSV-Nr. 794
- ...für Gesteinskörnungen im Straßenbau, Ausgabe 2004/Fassung 2007 (TL Gestein-StB 04), FGSV-Nr. 613
- ...für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau, Ausgabe 2004/Fassung 2007 (TL SoB-StB 04), FGSV-Nr. 697
- ...für Baustoffe und Baustoffgemische für Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton, Ausgabe 2007 (TL Beton-StB 07), FGSV-Nr. 891

Technische Prüfvorschriften...

- ...für Gesteinskörnungen im Straßenbau – Teil 7.3: Analysenverfahren, Ausgabe 2008 (TP Gestein-StB), FGSV-Nr. 610/Teil 7.3
- ...für Gesteinskörnungen im Straßenbau – Teil 7.1.2: Trogverfahren, Ausgabe 2008 (TP Gestein-StB), FGSV-Nr. 610/Teil 7.1.2

Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien...

- ...für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen aus Asphalt, Ausgabe 2007/Fassung 2013 (ZTV Asphalt-StB 07/13), FGSV-Nr. 799
- ...für die Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächenbefestigungen – Asphaltbauweisen, Ausgabe 2009/Fassung 2013 (ZTV BEA-StB 09/13), FGSV-Nr. 798
- ...die Befestigung ländlicher Wege, Ausgabe 1999/Fassung 2001 (ZTV LW 99/01) mit Änderungen und Ergänzungen, Ausgabe 2007, 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 Ausgabe 2008, Fassung 2009, FGSV-Nr. 728

- **Handbuch** für die Vergabe und Ausführung von Bauleistungen im Straßen- und Brückenbau, Ausgabe August 2012 (HVA B-StB), FGSV-Nr. 941B

- **Standardleistungskatalog** für den Straßen- und Brückenbau (STLK-StB), Leistungsbereich (LB): Asphaltbauweisen, Ausgabe September 2013, FGSV-Nr. LB 113

Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV)–

- ...für Bauleistungen (ATV) – Allgemeine Regelungen für Bauarbeiten jeder Art – DIN 18299, Ausgabe September 2012, Beuth Verlag GmbH, 10787 Berlin
- ...für Bauleistungen (ATV) – Verkehrswegebauarbeiten – Oberbauschichten aus Asphalt – DIN 18317, Ausgabe September 2012, 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 517: 02/13 Tätigkeiten mit potenziell asbesthaltigen mineralischen Rohstoffen und daraus hergestellten Gemischen und Erzeugnissen, GMBL 2013 Nr. 18, S. 382-396 vom 9. April 2013, geändert und ergänzt: GMBL 2014 Nr. 8/9, S. 164 vom 20 März 2014,
- ...für Gefahrstoffe, TRGS 551: 07/99 Teer und andere Pyrolyseprodukte aus organischem Material, BArbBl., Heft 7-8/1999, S. 39-45, zuletzt geändert und ergänzt durch BArbBl., Heft 6/2003, S. 90
- ...für Gefahrstoffe, TRGS 900: 01/06 Arbeitsplatzgrenzwerte, BArbBl., Heft 1/2006, S. 41-55, zuletzt geändert und ergänzt: GMBL 2014 Nr. 12 S. 271-276 vom 2. April 2014
- ...für Gefahrstoffe, TRGS 901: 04/10 Kriterien zur Ableitung von Arbeitsplatzgrenzwerten, GMBL 2010 Nr. 32 S. 691-696 vom 21. Mai 2010
- ...für Gefahrstoffe, TRGS 905: 03/14 Verzeichnis krebserregender, erbgutverändernder oder fortpflanzungsgefährdender Stoffe, GMBL 2014 Nr. 24 S. 510-522 vom 19. Mai 2014

Gesetz...

- ...zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz – KrWG) vom 24. Februar 2012, BGBl.I 2012, S. 212, das durch § 44 Absatz 4 des Gesetzes vom 22. Mai 2013, BGBl.I 2013, S. 1324 geändert worden ist.

Verordnung...

- ...zur Fortentwicklung der abfallrechtlichen Überwachung vom 5. Dezember 2013, BGBl.I 2013, S. 4043. Geltung ab 1. Juni 2014
- ...über die Nachweisführung bei der Entsorgung von Abfällen (Nachweisverordnung – NachwV) vom 20. Oktober 2006, BGBl.I S. 2298, zuletzt geändert durch Art. 4 vom 5. Dezember 2013, BGBl.I 2013, S. 4043

2.2 Chronologisches Literaturverzeichnis

(Literaturstellen vor 2000 unter www.asphalt.de → Literatur → Infomaterial Download → Wiederverwenden von Asphalt)

- | | |
|---|--|
| ■ 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 Ausbauasphalt in Asphaltdecken anhand von Erprobungsstrecken. Schlussbericht zum Forschungsvorhaben Nr. 1481045 des BMV (2000) |
| ■ Neußner, E.: | Kaltrecycling-Bauweisen im Härtestest. 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 Ausbauasphalt – TL AG, MVAG, 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.: | Ausbauasphalt 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 Ausbauasphalt. asphalt 36 (2001), Heft 6, S. 26-33 |
| ■ Drüschnner, 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 |
| ■ 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 |
| ■ Riebesehl, G.: | Wohin mit dem Ausbauasphalt – leben wir das Kreislaufwirtschaftsgesetz richtig? dav/dai Seminar 2007 |
| ■ Kuhr, R.: | Granulat-Zugabe an der Mischanlage – Technische Lösungen und notwendige Investitionen. dav/dai Seminar 2007 |
| ■ Reifig, J.: | Das neue Energiesteuergesetz – Möglichkeiten und Grenzen der Steuerbefreiung. asphalt 42 (2007), Heft 3, S. 13 |
| ■ Riebesehl, G.; Beer, F.: | Ausbauasphalt in Asphalttschichten mit hohen Belastungen – Teil 1. Straße und Autobahn 58 (2007), Heft 5, S. 287-290; – Teil 2: Heft 6, S. 351-352 |
| ■ Rodehack, G.: | Wiederverwertung von Ausbauasphalt mit neuer TL AG-StB. Asphaltstraßentagung am 8./9. Mai 2007 in Stuttgart. FGSV-Nr. A 38 (2008) |
| ■ Stephan, F.; Drüschnner, L.: | Wiederverwendung von Deckschichten aus Offenporigem Asphalt (OPA). 4th Eurasphalt & Eurobitume Congress, 21.-23.5.2008, Copenhagen: Proceedings. Breukelen, NL: Foundation Eurasphalt 2008, CD-Rom, Paper No 403-011 |
| ■ Wirtgen: | Komplettes Programm für Kaltfräsen – Anwendungen – Schneidtechnologie von Wirtgen. asphalt 43 (2008), Heft 7, S. 30-33 |
| ■ Bomag: | Harte Arbeit für Österreichs Spezialisten – Bomag Kaltfräse überzeugt bei der Sanierung der A2. asphalt 43 (2008), Heft 7, S. 34 |
| ■ Dynapac: | Abgestimmt auf Einsatzbereiche – Systempartnerschaft bei der Fräswalzentechnik. asphalt 43 (2008), Heft 7, S. 35-36 |
| ■ Bleßmann, W.; Schellenberg, K.: | Anwendung des „Inline-Pave-Verfahren“ in Sachsen-Anhalt im Zuge der Erneuerung der B245 Bebertal – Haldensleben. Straße und Autobahn 60 (2009), Heft 1, S. 42-44 |
| ■ Diekmann, M.: | Kaltrecycling – ein CO ₂ -reduzierendes Straßenbauverfahren. Straße und Autobahn 60 (2009), Heft 2, S. 88-93 |

■ Täube, A.:	Wiederverwendung von Asphaltgranulat – Neues Technisches Regelwerk stärkt Wiederverwendung. asphalt 44 (2009), Heft 2, S. 31-39
■ Nölting, M.; Riebesehl, G.:	Asphaltrecycling auf hohem Niveau – Der Weg zum Vollrecycling ist machbar. asphalt 44 (2009), Heft 2, S. 40-44
■ Pomp, R.:	Vom Dach in die Straße – Die Matthias Heyer Straßenbaustoffe GmbH gewinnt Sekundärbitumen. asphalt 44 (2009), Heft 2, S. 45-47
■ Theßeling, B.:	Fräsen und Wiederverwenden von bewehrtem Asphalt – Problemlos machbar. asphalt 44 (2009), Heft 2, S. 50-52
■ Sutor-Fiedler, M.:	Neufassung der TRGS 517 – Sicheres Fräsen von Verkehrsflächen. asphalt 44 (2009), Heft 2, S. 29-30
■ Täube, A.:	Das neue Regelwerk zur Wiederverwendung von Asphalt. dav/dai Seminar 2009
■ Pomp, R.:	Möglichkeiten der Mitverwendung von Sekundärbitumen im Asphalt – Hybridasphalt. dav/dai Seminar 2009
■ Vondenhof, M.:	Polymermodifizierte Bitumen – Verwendungsmöglichkeit in Asphalt und ihr Beitrag zur Lebensdauer von Straßenbelägen. Straße und Autobahn 60 (2009), Heft 4, S. 253-257
■ Täube, A.:	Asphaltwiederverwendung – Ein Beitrag für die Umwelt. Asphaltstraßentagung am 5./6.5.2009 in Weimar. FGSV-Nr. A 39 (2010)
■ Huber, J.; Becker, A. u.a.:	CBR-Versuche an Recycling-Baustoffen. Straße und Autobahn 60 (2009), Heft 11, S. 735-739
■ Oeser, M.; Blasl, A.; Werkmeister, S.:	Rheologische Modelle für Asphalt mit recycelten Komponenten. Dresdner Asphalttage am 10./11.12.2009: Tagungsband. Dresden: TU Dresden, Professur für Straßenbau
■ Kolmsee, K.:	Asbesthaltige Gesteinskörnungen zur Asphaltherstellung – Staubexposition und Gesundheitsschutzmaßnahmen. dav/dai Seminar 2010
■ Rienhoff-Gembus, O.:	Rückformen von Asphaltdeckschichten – Wiederverwendung vor Ort. Kolloquium „Bauliche Erhaltung von Asphaltbefestigungen 2010“ am 18.3.2010 in Darmstadt. FGSV-Nr. 002/95 (2010)
■ Pahljina, A.:	VSVI beleuchtet die Wiederverwendung von Asphalt. asphalt 45 (2010), Heft 3, S. 40
■ Wistuba, M.P.:	Asphaltwiederverwendung auf hohem Wertschöpfungsniveau. Straßen- und Verkehrskongress vom 15.-17.9.2010 in Mannheim. FGSV-Nr. 001/23 (2010)
■ Kolmsee, K.:	Anwendung der TRGS 517 in Asphaltmischwerken – Arbeiten mit asbesthaltigen mineralischen Rohstoffen. asphalt 45 (2010), Heft 7, S. 23-28
■ Schober, K.:	Kaltrecycling auf hohem Niveau – Granulatoren ermöglichen passende Zerkleinerung. asphalt 45 (2010), Heft 8, S. 46-47
■ Grönninger, J.; Renken, P.; Wistuba, M.P.:	Verwendung von Fräsasphalt aus Offenporigen Asphaltdeckschichten auf möglichst hohem Wertschöpfungsniveau. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW, 2010. Herausgeber: Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, BMVBS, Bonn, Heft 1035
■ ARBIT:	Umweltschutz liegt auf der Straße. Bitumen (2011), Nr.1, S. 3-5. Online-Ressource: Verfügbar unter http://www.bitumen-magazin.de
■ Dragon, I.; Malcherek, T.; Blasl, A.:	Einfluss des Recyclingasphaltanteils sowie des verwendeten Zugabebindemittels auf die Ermüdungsbeständigkeit von Asphaltbefestigungen. Straße und Autobahn 62 (2011), Heft 4, S. 229-237
■ Krause, T.:	Verwertung von teer-/pechhaltigem Straßenaufbruch. dav/dai Seminar 2011
■ Müssenich, H.:	Kaltrecycling und Asphalt im Verbund – Versuchsstrecke B52. dav/dai Seminar 2011
■ Täube, A.:	Wiederverwendung von Ausbauasphalt – Ein Überblick. Asphaltstraßentagung am 10./11.5.2011 in Nürnberg. FGSV-Nr. A 40 (2011)
■ Schmidt, H.:	100% Asphaltrecycling – Ein Versuch in Hamburg. Asphaltstraßentagung am 10./11.5.2011 in Nürnberg. FGSV-Nr. A 40 (2011)
■ Wistuba, M.P.; Grönninger, J.; Renken, P.:	Asphaltwiederverwendung auf hohem Wertschöpfungsniveau. Straße und Autobahn 62 (2011), Heft 8, S. 532-536
■ Täube, A.:	Wiederverwendung von Asphalt. Straße und Autobahn 62 (2011), Heft 10, S. 713-720
■ Axt, A.:	Hochwertige und ökologische Wiederverwertung – Verwertung von teer-/pechhaltigem Straßenaufbruch vor Ort. asphalt 46 (2011), Heft 7, S. 12-15
■ Denck, C.; Nölting, M.; Riebesehl, G.:	Ausbauasphalt, es kommt darauf an, was man daraus macht – Maximalrecycling einer Asphaltdeckschicht in Hamburg. asphalt 47 (2012), Heft 1, S. 15-21
■ Schmidt, H.:	Neue Wege bei der Wiederverwendung – Grenzen, Möglichkeiten und Notwendigkeiten. XVI. Deutschen Asphalttage 2012
■ Schröder, C.F.J.:	Wohin mit dem Teer? – Die Verwertung von teer-/pechhaltigem Straßenaufbruch in Hamburg. Straße und Autobahn 63 (2012), Heft 5, S. 293-298
■ Schellenberg, K.; Schellenberg, P.:	Die Auswirkungen der Zugabe von Asphaltgranulat – Mechanische Eigenschaften von Asphaltgemischen anhand von Beispielen. asphalt 47 (2012), Heft 5, S. 31-35
■ Weßelborg, H.-H.; Buttgereit, A.; Traut, E.:	Konzept für die Verwertung von industriellen Nebenprodukten und Recycling-Baustoffen im Straßenbau der Stadt Münster. Straße und Autobahn 63 (2012), Heft 8, S. 485-494
■ Uehlendahl, S.; Zeiler, R.:	Hochwertige Wiederverwertung von Asphaltgranulat in der Stadt Dortmund. Straße und Autobahn 63 (2012), Heft 10, S. 682-685
■ Buttgereit, A.; Weßelborg, H.-H.:	Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau der Stadt Münster – komplexe bautechnische und umweltrechtliche Anforderungen. asphalt 47(2012), Heft 7, S. 24-27
■ Hollatz, A.; Zweschper, Y.:	Pilotstrecken mit Maximalrecycling – Erhaltungskonzepte für Asphaltstraßen in Baden-Württemberg. asphalt 47 (2012), Heft 8, S. 10-14
■ Sutor-Fiedler, M.:	EU sieht Defizite beim Recycling-Vollzug. asphalt 48 (2013), Heft 4, S. 38
■ FGSV:	FGSV zum „100%-Recycling“ und „Grünem Asphalt“ – Stellungnahme der Arbeitsgruppe 7 „Asphaltbauweisen“. asphalt 48 (2013), Heft 5, S. 26-27 sowie Straße und Autobahn 64 (2013), Heft 5, S. 356-357
■ Gogolin, D.; Weßelborg, H.-H.:	Hochwertige Wiederverwertung von Asphaltgranulat aus Splittmastixasphalt im Sinne des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG) am Beispiel „Detmolder Straße in Paderborn“. Straße und Autobahn 64 (2013), Heft 8, S. 581-586
■ Hollatz, A.; Uhlmann, I.:	Maximalrecycling in der Praxis: Erhaltungskonzepte für Asphaltstraßen. asphalt 48 (2013), Heft 8, S. 29-31
■ Rühl, R.; Sieber, R.; u.a.:	Fräsen von Asphalt – Zwischen Branchenlösung und TRGS 517. asphalt 48 (2013), Heft 8, S. 39-40
■ Wirtgen:	Wirtgen Kaltfräsen – Handbuch: Technologie und Anwendung. Wirtgen GmbH, Windhagen 2013
■ Nolle, B.:	Asphaltrecycling – gestern, heute, morgen. XVII. Deutschen Asphalttage 2014
■ Reifig, J.:	Sicherheitsleistungen und das neue Kreislaufwirtschaftsgesetz – Was ist zu beachten. dav/dai Seminar 2014
■ Schünemann, M.:	Asphaltkonzepte und -herstellung bei praxisrelevanten Zugabegeräten. dav/dai Seminar 2014
■ Gohl, S.:	Maximalrecycling – Regelungen und Erfahrungen in Baden-Württemberg. dav/dai Seminar 2014
■ Denck, C.:	Maximalrecycling – Regelungen und Erfahrungen in Hamburg. dav/dai Seminar 2014
■ Karcher, C.:	Wiederverwendung von Ausbauasphalt – Auswirkungen auf das Langzeitverhalten von Asphaltbinder- und Asphaltdeckschichten. Asphaltstraßentagung am 14./15.5.2013 in Düsseldorf. FGSV-Nr. A 41 (2014) und Straße und Autobahn 65 (2014), Heft 4, S. 269-273

3. Klassifizierung von Asphaltgranulat unter Berücksichtigung der TL AG-StB 09 und der TL Asphalt-StB 07/13, Anhang A

3.1 Formblatt

Lagerplatz/Mischanlage		
Bezeichnung des Asphaltgranulates (<i>U RA d/D</i>)		
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 (<i>U</i>)	5	8	11	16	22	32	45	56	63	<input type="checkbox"/>	-
Gehalt an Feinanteilen (<i>UF</i>)	<i>UF</i> ₃		<i>UF</i> ₅		<i>UF</i> ₉		<i>UF</i> ₁₅		<i>UF</i> _{NR}	<input type="checkbox"/>	-
Gleichmäßigkeit	Größter Wert		Kleinster Wert		Mittelwert		Spannweite a			-	-
<input type="checkbox"/> Bindemittelgehalt (<i>B_s</i>) [M.-%]										<input type="checkbox"/>	-
<input type="checkbox"/> Erweichungspunkt (<i>T_{R&B}</i>) [°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 (<i>ρ_m</i>) [g/cm ³]								<input type="checkbox"/>	-		
Fremdstoffgehalt (<i>FM</i>)	<i>FM</i> _{1/0.1}		<i>FM</i> _{5/0.1}		<i>FM</i> _{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	1,4 <i>D</i>	<i>D</i>	<i>D</i> /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 (<i>SI</i>)	<i>SI</i> ₁₅		<i>SI</i> ₂₀		<i>SI</i> ₅₀			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> *	
<input type="checkbox"/> Plattigkeitskennzahl (<i>FI</i>)	<i>FI</i> ₁₅		<i>FI</i> ₂₀		<i>FI</i> ₅₀			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> *	
Anteil gebrochener Körner (<i>C</i>)	<i>C</i> _{100/0}	<i>C</i> _{95/1}	<i>C</i> _{90/1}	<i>C</i> _{90/3}	<i>C</i> _{50/30}	<i>C</i> _{NR}		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> *	
Widerstand gegen Zertrümmerung	-							-	-	
<input type="checkbox"/> Schlagzertrümmerung (<i>SZ</i>)	<i>SZ</i> ₁₈	<i>SZ</i> ₂₂	<i>SZ</i> ₂₆	<i>SZ</i> ₃₂	<i>SZ</i> ₃₅	<i>SZ</i> _{NR}		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> LA-Koeffizient (<i>LA</i>)	<i>LA</i> ₂₀	<i>LA</i> ₂₅	<i>LA</i> ₃₀	<i>LA</i> ₄₀	<i>LA</i> ₅₀	<i>LA</i> _{NR}		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Polierwert (<i>PSV</i>)	<i>PSV</i> _{angegeben} (42) (48) (51)			<i>PSV</i> _{angegeben}		<i>PSV</i> _{NR}		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Frost Widerstand	-							-	-	
<input type="checkbox"/> Wasseraufnahme (<i>W_{cm}</i>)	<i>W</i> _{cm} 0,5							<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Widerstand gegen Frost (<i>F</i>)	<i>F</i> ₁		<i>F</i> ₄		<i>F</i> _{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 (<i>pen</i>) [1/10 mm]		<input type="checkbox"/>	-

*Veränderungen durch Fräsen und Brechen möglich

Unterschrift.....

Beispiel

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"/>	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		-	-	
<input type="checkbox"/> Bindemittelgehalt (B _S) [M.-%]	<i>5,8</i>		<i>4,7</i>		<i>5,3</i>		<i>1,1</i>		<input checked="" type="checkbox"/>	-	
<input 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 _{1,0} <input checked="" type="checkbox"/>		FM _{5/0,1}		FM _{angegeben}		<input checked="" type="checkbox"/>	-			

Gesteinskörnungen

Eigenschaft/Merkmalgröße	Kategorie/Prüfergebnis						Prüfung	Vorinfo
Stoffliche Kennzeichnung	-						-	-
<input type="checkbox"/> Art der Gesteinskörnung	<i>Grauwacke, Füller, Gesteinskörnungen 0,063 bis 2 mm und >2mm</i>						<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input 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	-	-
<input type="checkbox"/> 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"/>	-
<input type="checkbox"/> Größtkorndurchmesser [mm]	5,6	8	11,2	<input checked="" type="checkbox"/>	22,4	31,5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kornform	-						-	-
<input type="checkbox"/> Kornformkennzahl (SI)	SI ₁₅		SI ₂₀ <input checked="" type="checkbox"/>		SI ₅₀		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> *
<input 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	-						-	-
<input type="checkbox"/> Schlagzertrümmerung (SZ)	SZ ₈ <input checked="" type="checkbox"/>	SZ ₂₂	SZ ₂₆	SZ ₃₂	SZ ₃₅	SZ _{NR}	<input type="checkbox"/>	<input checked="" 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 _{angegeben} (42) (48) (51)			PSV _{angegeben}		PSV <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Frost Widerstand	-						-	-
<input type="checkbox"/> Wasseraufnahme (W _{cm})	W _{cm} 0,5 <input checked="" type="checkbox"/>						<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Widerstand gegen Frost (F)	F ₁		F ₄		F _{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	<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



Veröffentlichungen des DAV

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

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

- Leitfaden: Asphalt im Radwegebau (2014)

- Leitfaden: Ausschreiben von Asphaltarbeiten (2013)

- Leitfaden: Asphalt auf Flugbetriebsflächen (2012)

- Leitfaden: Temperaturabgesenkte Asphalte (2009)

- 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., neubearbeitete Auflage April 2006)

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

- Leitfaden: Richtiges Schließen von Aufgrabungen (2001), Überarbeitung 2014 in Vorbereitung

- Nur noch mit abgesenkter Temperatur (Sonderdruck aus der Zeitschrift asphalt 4/2008)

- Walzasphalt zur Abdichtung landwirtschaftlicher Fahrlochanlagen (Sonderdruck aus der Zeitschrift asphalt 3/2008)

- Gesprächskreis Bitumen: Temperaturabgesenkte Asphalte (2009)

- Gesprächskreis Bitumen: Neuer Sachstandsbericht 2006

- Einfluss von Straßenoberflächen auf die Verkehrsgeräusche innerorts (Sonderdruck aus der Zeitschrift asphalt 5/2006)

- Hinweise zum Umgang mit farbigen Asphalten (Sonderdruck aus der Zeitschrift asphalt 5/2005)

- Ökoprofil für Asphalt- und Betonpflasterbauweise (2010)

- Ökoprofil für Asphalt- und Betonbauweisen von Fahrbahnen (2009)

- Ökonomische Bewertung der lärmindernden Wirkung offenporiger Asphaltdeckschichten (2003)

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

- Gestalten mit Asphalt (1994)

- asphalt: Regelmäßiger Bezug der Fachzeitschrift für Herstellen und Einbauen von Asphalt (ca. 8 mal im Jahr, Giesel-Verlag – für Verwaltung und Ingenieurbüros kostenlos)



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

Internationale Veröffentlichungen (www.asphalt.de → Literatur → download → International)

■ Warm mix asphalt	englische Version	„Temperaturabgesenkte Asphalte“ (2009/2009)
■ Ilik asfalt karışımları	türkische Version	„Temperaturabgesenkte Asphalte“ (2009/2011)
■ Mieszanki mineralnoasfaltowe o obniżonej temperaturze Uygulama için öneriler	polnische Version	„Temperaturabgesenkte Asphalte“ (2009/2010)
■ Recycling of asphalt	englische Version	„Wiederverwenden von Asphalt“ (2009/2011)
■ Guidelines to ensure the usable life-time of hot mix asphalt pavements	englische Version	„Hinweise zur Sicherung der Nutzungsdauer von Walzasphaltbefestigungen“ (2008/2011)
■ Quality. Right from the Start	englische Version	„Qualität von Anfang an“ (2007/2011)
■ Asphalt surface courses skid resistance – Package of measures for design and work-execution	englische Version	„Asphaltdeckschichten mit anforderungsgerechter Griffigkeit“ (2006/2011)
■ Верхний слой из асфальтобетона Коэффициент трения	russische Version	„Asphaltdeckschichten mit anforderungsgerechter Griffigkeit“ (2006/2014)
■ Guidance for Asphalt Paving Operations	englische Version	„Ratschläge für den Einbau von Walzasphalt“ (2004/2011)
■ Poradnik układania i zagęszczania mieszanek mineralno-asfaltowych	polnische Version	„Ratschläge für den Einbau von Walzasphalt“ (2004/2014)
■ Stone Mastic Asphalt	englische Version	„Splittmastixasphalt“ (2000/2005)

In Zusammenarbeit mit der EAPA (European Asphalt Pavement Association)

- **Brückenbeläge aus Asphalt (2013)** – in englischer Sprache – nur in elektronischer Form verfügbar
- **Asphalt im Tunnelbau (2008)** – in englischer Sprache – nur in elektronischer Form verfügbar
- **Langlebige Asphaltbefestigungen (2007)** – in englischer Sprache – nur in elektronischer Form verfügbar
- **Leitfaden zum Stand der Technik bei Umweltschutzmaßnahmen an Asphaltmischanlagen in Europa** – in englischer Sprache – Neuauflage Herbst 2007 – nur in elektronischer Form verfügbar

Veröffentlichungen des DAI

Forschungsberichte

(Die gebundenen Langfassungen können nur leihweise zur Verfügung gestellt werden):

- „Entwicklung eines Verfahrens zur Bindemittelrückgewinnung nach Asphaltextraktion mit alternativen Lösemitteln aus nachwachsenden Rohstoffen“ (Hochschule Anhalt, Juni 2012)
- „Walzasphalte mit viskositätsabsenkenden Additiven – Entwicklung und Optimierung der Eignungs- und Kontrollprüfungsverfahren und Bestimmung der Einflüsse auf die performance-orientierten Asphalteigenschaften“ (TU Braunschweig, April 2012)
- „Thermografie im Brückenbau – Machbarkeitsstudie für die zerstörungsfreie Überprüfung der Verbundwirkung zwischen Tragkonstruktion aus Beton und Fahrbahnbelägen aus Asphalt“ (TU Braunschweig, September 2012)
- „Einfluss der Zusammensetzung von Asphaltgemischen auf ihre primären Gebrauchseigenschaften“ (TU Dresden, März 2011)
- „Griffigkeit ausgewählter Versuchsstrecken in Abhängigkeit von der Zeit“ (ZAFT Dresden, 2010)
- „Zerstörungsfreie Prüfung des zugänglichen Hohlraumgehalts von offenporigen Fahrbahnbelägen“ (TU Dresden/Hochschule Mittweida, 2010)
- „Überprüfung verschiedener lichttechnischer Kennziffern“ (Fraunhofer-Institut Stuttgart/TU Dresden, 2009)
- „Herstellung von Niedrigtemperaturasphalt (Walzasphalt) und Verwendung von Schaumbitumen: „Schaumbitumen-Heißmischgut“ (Universität der Bundeswehr München, 2008)
- „Untersuchung 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 T.6“ (HTW Dresden, Januar 2004)
- „Vergleichende Untersuchung von Asphaltkonstruktionen für schwerste Beanspruchungen“ (STUVA, Studiengesellschaft für unterirdische Verkehrsanlagen e.V., Köln und ISAC Institut für Straßenwesen Aachen, RWTH Aachen, Juni 2003)
- „Überprüfung der Eignung des dynamischen Stempelindringversuches 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 Asphaltflächen“ (Institut Dr.-Ing. Gauer, Regenstauf, 1999)

- „Der Einfluss der Viskosität des Bitumens auf die Raumdichte von Asphalt bei konstanter Verdichtungsarbeit und vorgegebener Verdichtungstemperatur“ (Hochschule f. 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)

- „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)

- „Eignung von Asphalten als Baustoff für Basisabdichtungen von Deponien“ (TU Braunschweig) Teil 1 1992 und Teil 2 1997

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

- „Auswirkung der Wiederverwendung von Ausbaupasphalt 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 Asphaltgranulat – Verfahren und Bewertung“ – Teil 1 – (Universität Bochum, 1989)

- „Untersuchungen zum Elutionsverhalten von Straßenaufbruch – Einfluss unterschiedlicher Teeranteile“ – Teil 2 – (Universität Bochum, 1989)

- „Auswirkungen der Wiederverwendung von Ausbaupasphalt auf das Langzeitverhalten bituminöser Tragschichten“ (Universität Karlsruhe, 1988)

Weitere/ältere Forschungskurzberichte auf Anfrage.

Bildnachweis: DAV



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