



Die Wiederverwertung von Baustoffen im Straßenbau ist nicht neu. Aus dem eigenen Erfahrungsbereich kennt jeder den mit Bauschutt befestigten Feldweg. Die Wiederverwertung von Baustoffen im Straßenbau wird durch das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz geregelt. Sie hat inzwischen Eingang in die Verdingungsordnung für Bauleistungen sowie in die Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien im Straßenbau gefunden. Bei der Verwertung gebrauchter Baustoffe müssen die technischen Möglichkeiten gegeben, die Umweltverträglichkeit gewährleistet und die vorhersehbaren Mehrkosten zumutbar sein. Erst die Verwendung hydraulischer Bindemittel erfüllt in den meisten Fällen diese Voraussetzung, z.B. die Zementverfestigung von teerhaltigem Straßenaufbruch, durch die eine Auslaugung umweltrelevanter Bestandteile weitgehend und im Rahmen der gesetzlichen Vorschriften vermieden wird.

Die Wiederverwendung von Recyclingbaustoffen im Straßenbau mit und ohne hydraulische Bindemittel ist heute unverzichtbar geworden. Ihre wesentlichen Vorteile sind:

- einfache und bekannte Anwendungstechniken aus dem Straßenbau
- umweltfreundliche und gefahrlose Einbauverfahren für Baustellenpersonal und Anwohner
- kostengünstig und wirtschaftlich
- preisgünstiges und überall verfügbares Bindemittel

- uneingeschränkte Wiederverwertung der wiederverwerteten Baustoffe
- Schadstoffe werden chemisch-physikalisch gebunden sowie durch dichte Baukörper dauerhaft umhüllt und nicht ausgelaugt
- hohe Dauerhaftigkeit der Konstruktionsschichten

Hydraulisch verwertbare Recyclingbaustoffe aus Verkehrsflächen entstammen:

- abgängigen Fahrbahndecken aus Beton,
- anfallendem Ausbauphalt mit und ohne Teeranteil sowie
- hydraulisch gebundenen oder ungebundenen Tragschichten.

Je nach ihrer Herkunft können die Recyclingbaustoffe schadstoffbelastet sein und damit unterschiedlich nutzbar werden.

Recycling von Fahrbahndecken aus Beton

Merkmale und Aufbereitung

Abgängige Fahrbahndecken aus Beton sind aus wirtschaftlicher und technischer Sicht ein hochwertiger Baustoff, aus dem gebrochene Zuschläge/Mineralstoffe für verschiedene



Bild 1: Aufbereitungsanlage für Betonstraßenaufbruch und verfestigte Teersande zur Wiederverwendung im Deckenbeton bzw. der hydraulisch gebundenen Tragschicht

Einsatzmöglichkeiten im Straßenbau gewonnen werden können. Sie werden in der Regel an Ort und Stelle auf Aufgabekorngröße gebrochen und in Aufbereitungsanlagen mit Backen- und Prallbrechern weiter zerkleinert und nach Korngruppen getrennt. Durch Vor- und Zwischenabsiebungen werden Verunreinigungen ausgesondert. Sind abgängige Fahrbahndecken aus Beton durch dünne Asphaltbeläge überdeckt oder Platten mit Asphalt ersetzt, ist im aufbereiteten Betonmaterial mit Asphaltanteilen bis zu einem Drittel zu rechnen. Am Beton anhaftendes Material aus benachbarten Konstruktionsschichten oder beim Laden des vorzerkleinerten Betons mit aufgenommenem Boden sammelt sich nach der Aufbereitung im wesentlichen in der Vorabsiebung oder der feinsten Korngruppe an. Ein Waschen des Betonsplittes ist im allgemeinen nicht erforderlich.

Stoffliche Kennzeichnung

Betonsplitt ist ein Mineralstoff mit Zementsteinanteil. Bei ursprünglich verwendeten Normalzuschlägen besitzt er eine Rohdichte von etwa $2,4 \text{ kg/dm}^3$. Der Zementsteinanteil hat bei erneuter hydraulischer Bindung Auswirkungen auf die Druck- und Biegezugfestigkeit, das Schwinden und Kriechen, den E-Modul und den Frostwiderstand des angestrebten Endproduktes. Gebrochener Altbeton hat einen höheren Wasser- und Zementleiman-spruch.

Anwendung und technologische Erfordernisse

Fahrbahndecken aus Beton

Betonsplitt kann wieder als Zuschlag für den Unter- und Oberbeton von Betondecken eingesetzt werden. Seine Eignung hat er durch die in der Regel jahrzehntelange Nutzungsdauer der Betondecken bereits bestätigt. Die Druckfestigkeit des Ausbaubetons sollte jedoch mindestens 45 N/mm^2 , im Mittel mehr als 50 N/mm^2 betragen. Betonsplitt aus Fahrbahndecken aus Beton, die durch Treibreaktionen (z.B. Alkalireaktion) geschädigt wurden, ist als Zuschlag für neue Fahrbahndecken aus Beton jedoch ungeeignet.

Der aufbereitete RC-Zuschlag $> 2 \text{ mm}$ muß den Anforderungen des Merkblatts zur Wiederverwendung von Beton aus Fahrbahndecken genügen. Er wird vorwiegend für den Unterbeton einer Betondecke verwendet. In diesem Fall kann der RC-Zuschlag bis zu 10 % Asphaltanteile beinhalten. Ist eine Wieder-

verwendung im Oberbeton einer Betondecke vorgesehen, so dürfen die Asphaltanteile im RC-Zuschlag jedoch nur maximal 0,5 Gew.-% betragen. Die Kornanteile unter 2 mm sind in allen Fällen durch Natursand abzudecken.

Die zu erreichenden Festigkeiten müssen den Anforderungen der ZTV Beton-StB entsprechen. Zementart, Mindestzementmenge und Feinstsandanteil sind vorschriftsgemäß zu wählen. Der erhöhte Wasserbedarf des Betonsplittes ist zu berücksichtigen und nach dem Einbauverfahren festzulegen. Der Mindestluftgehalt des Frischbetons muß 4,5 - 5,0 Vol.-% betragen.

Beim Einbau von Recyclingbeton sind keine Schwierigkeiten bei der Verdichtung, dem Verbund mit dem Oberbeton oder der Fugenausbildung zu erwarten. Leistungseinbußen sind unbekannt.

Hydraulisch gebundene Tragschichten (HGT)

Für die Herstellung von HGT nach ZTVT-StB sind Betonrecyclingbaustoffe gut geeignet. Wird aufbereiteter Altbeton anstelle eines korngruppengleichen Kies-Sand-Gemisches 0/32 mm eingesetzt, verbleiben bei gleicher Verdichtung höhere Gesamthohlräume im verdichteten Baustoffgemisch.

Das Festigkeits- und Verformungsverhalten von HGT mit Betonsplitt entspricht demjenigen von HGT aus einem Kies-Sand-Gemisch, wenn der Bindemittelanteil in der Eignungsprüfung für eine Druckfestigkeit von 7 - 12 N/mm² festgelegt wird (siehe auch Bild 2). Wird der Kornanteil 0/2 mm nicht durch Natursand ersetzt und enthält das Zuschlaggemisch Altasphalt, ist mit einem Zementanteil von 4,5 - 8 M.-% obige Druckfestigkeit sicher zu erreichen. Mit zunehmendem Zementgehalt erhöht sich das Schwindmaß der HGT, das durch Einkerbungen der Tragschicht aufgefangen werden muß, damit klaffende Risse vermieden werden. Die Frostbeständigkeit muß in jedem Fall in der Eignungsprüfung nachgewiesen werden.

Die Herstellung und der Einbau von HGT aus gebrochenem Altbeton hat gemäß ZTVT-StB zu erfolgen. Der günstigste Einbauwassergehalt liegt unter Beachtung des erhöhten Saugvermögens des Mineralstoffgemisches etwa 1 % unter dem optimalen Gehalt nach Proctor. Das Baustoffgemisch muß im Zentralmischverfahren aufbereitet werden und wird in der Regel mit Fertiger eingebaut. Zur Verdichtung sind Gummiradwalzen, Vibrationswalzen oder Großflächenrüttler einzusetzen. Nach der Herstellung kann die HGT sofort mit einer dünnen Asphalt-schicht überdeckt werden. Ansonsten ist sie mindestens drei Tage durch vernebeln oder versprühen von Wasser feucht nach-zubehandeln.

Ebenso können Verfestigungen mit Zement aus Betonrecyclingbaustoffen hergestellt werden. Hierbei wird das gesamte anfallende Recyclingmineralstoffgemisch wiederverwendet. Der Betonbruch wird an Ort und Stelle in einer mobilen Anlage aufbereitet und mit den bekannten Verfahren der Verfestigung wieder eingebaut. Dabei ist es wichtig, daß auch die Randzonen gut durchmischt und verdichtet werden. Die Tragschicht erhält zur gesteuerten Reißbildung Kerben mit einer Tiefe von mindestens 35 % der Schichtdicke.

Tragschichten ohne Bindemittel

Für hydraulisch gebundene Baustoffgemische ungeeigneter Ausbaubeton kann in Tragschichten ohne Bindemittel verwendet werden. Die Tragschicht ist als Schottertragschicht herzustellen mit einem Größtkorn von 32 mm. Die zusätzlichen Anforderungen des ARS Nr. 37/1997 zielen auf eine hohe Ausführungssicherheit ab und sollen die Umlagerungsbeständigkeit, Wasserdurchlässigkeit und Gleichmäßigkeit neben den Anforderungen der ZTVT-StB sicherstellen. Der Anteil Mineralstoffe $< 0,063 \text{ mm}$ darf daher in eingebautem Zustand 5 Gew.-% nicht überschreiten, der von Sand $< 2,0 \text{ mm}$ muß $28 \pm 5 \text{ Gew.-%}$ be-

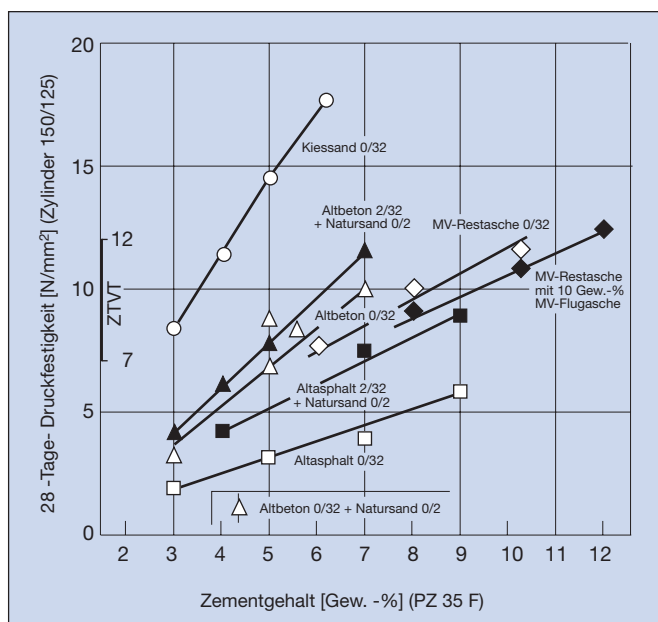


Bild 2: Druckfestigkeit der HGT aus unterschiedlichen Ausgangsstoffen in Abhängigkeit vom Zementgehalt [6]

tragen, und es muß mehr Brechsand als Natursand verwendet werden. Bei der Eignungsprüfung ist ein CBR-Wert $\geq 80\%$ nachzuweisen, bestimmt am Baustoffgemisch 0/22 mm ohne Überkorn nach vier Stunden Wasserlagerung.

Die Bauweise „dicke Betondecke (30 cm) auf Tragschicht ohne Bindemittel (Mindestdicke 30 cm)“ wird in Deutschland seit rund zehn Jahren angewandt. Bisher vorliegende Ergebnisse lassen ein sehr gutes Langzeitverhalten erwarten.

Frostschuttschichten/Verfüllungen/Schüttungen

Für Frostschuttschichten nach ZTVT-StB und für Verfüllungen und Schüttungen nach ZTVE-StB kommt allein das Material aus der Vorabsiebung, der Kornanteil 0/4 mm oder chloridbelasteter Betonbruch in Frage, der nicht für die obigen Einsatzfälle geeignet ist. Die Anwendung von hochwertigem Betonsplitt für Frostschuttschichten, Verfüllungen und Schüttungen sollte hinsichtlich einer möglichst hochwertigen Wiederverwertung nur die Ausnahme sein.

Verwendung von Ausbausplitt mit hydraulischen Bindemitteln

Aufkommen und Merkmale

In unserem Land fallen jährlich etwa 10 Mio. t bituminös gebundene und zum Teil teerhaltige Straßenausbaustoffe bei Straßenerhaltungsmaßnahmen an. Das ist mehr als im Asphaltstraßenbau wiederverwendet werden kann. Zur Verringerung der Massen, die sonst deponiert werden müßten, sollte Ausbausplitt mit hydraulischen Bindemitteln in Tragschichten des Oberbaus eingesetzt werden. Das Recyclingmineralstoffgemisch kann hierbei aus bis zu 100 % Asphaltgranulat bestehen. Ein zementgebundenes Recycling von Ausbausplitt erfordert die Herstellung eines körnungsgerechten Asphaltgranulats. Das Asphaltgranulat wird durch Abfräsen bestehender Straßen oder durch Brechen vorgebrochener Asphaltplatten vorzugsweise im Winter gewonnen. Es ist ein Mischprodukt aus Deck-, Binder- und Asphalttragschicht (Teersande) sowohl hinsichtlich der Mineralstoffe als auch der Bitumenanteile und ihrer Teergehalte. Asphaltgranulate stehen entsprechend ihrer Gewinnung und Aufbereitung im Kornbereich 0/45 mm zur Verfügung. Ihr Mineralstoffanteil genügt beim ursprünglichen Einbau den Anforderungen der TL Min-StB.

Ihr Bindemittelanteil hingegen hat destillative und oxidative Veränderungen erfahren. Sind im Bindemittel Teeranteile enthalten, so sind die dann vorhandenen wasserlöslichen, polyzyklischen, aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) und Phenole stark umweltrelevant.

Beide Einflüsse begrenzen oder verhindern eine heiße bituminöse Wiederverwertung, lassen eine hydraulische Verwertung mit dauerhaft umweltgerechtem Verhalten aber uneingeschränkt zu.

Stofflich-konstruktive Kennzeichnung

Wird Asphaltgranulat ausreichender Kornabstufung mit 4 - 10 M.-% Zement gemischt und nach Proctor bei optimalen Wassergehalten verdichtet, erfüllt das Baustoffgemisch nach 28 Tagen in der Regel die Festigkeits- und Frostbeständigkeitsanforderungen für HGT nach ZTVT-StB. Die im Vergleich zu HGT mit natürlichen Mineralstoffen geringere Dauerfestigkeit wird durch die vergleichbare höhere Biegezugfestigkeit mehr als ausgeglichen, so daß für vergleichbare Belastungen mit gleichen Konstruktionsdicken gearbeitet werden kann. Die Asphalt-schichten kennzeichnende Verringerung des E-Moduls und der Zeitschubfestigkeit mit der Temperatur treten an hydraulisch verfestigten Tragschichten mit Asphaltgranulat praktisch nicht auf. Der Einfluß des Bindemittel- und Mörtelgehalts setzt sich gegenüber dem Einfluß aus Kornart und Kornform durch.

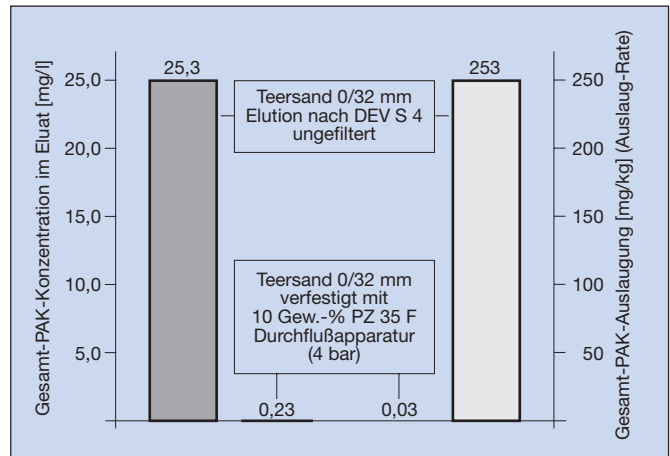


Bild 3: Gesamte PAK-Auslaugung in mg/l Eluat (links) bzw. mg/kg Feststoff (Auslaugrate) des ungefilterten Teersandeluates (DEV S4) und des verfestigten Teersandes (Durchflußapparat) [6]

Werden Asphaltgranulaten Splitt- und Brechsandanteile aus aufbereitetem Altbeton zugegeben oder die feinen Korngruppen gänzlich durch Natursand ausgetauscht, werden die angeführten Kennwerte weiter verbessert.

Neben der Gewährleistung der mechanischen Kennwerte werden durch eine hydraulische Verfestigung mit Zement oder Recyclingbindern auch mögliche Schadstoffbelastungen aus Teeranteilen vermieden.

Schadstoffbelastung – Schadstoffbindung

Die Umweltbelastung durch Teeranteile in Ausbausplitten wird durch die Wasserlöslichkeit der PAK und Phenole sowie durch die Freisetzung stoffeigener Schwebstoffe, die vorzugsweise durch die Anlagerung dieser Schadstoffe belastet sind, hervorgerufen. Die Vermeidung einer Umweltgefährdung erfordert folglich die Minimierung der Gesamtbelastungen, sowohl der durch die gelösten Anteile als auch der durch an Schwebstoffen gebundenen Schadstoffe.

Die hydraulische Bindung ist eine ausgezeichnete Möglichkeit, vorhandene Schadstoffe durch Ionenaustauschvorgänge, durch Adsorption und Löslichkeitsreduzierung sowie durch festen Einschluss vorhandener wäßriger Schadstofflösungen wesentlich und dauerhaft abzusenkten. PAK werden durch hydraulische Bindemittel auf Dauer so fest eingebunden, daß sie nur noch in sehr geringen Konzentrationen an die Umwelt abgegeben werden. Phenole dagegen werden vom Zementstein weder chemisch gebunden noch physikalisch adsorbiert. Ein ausreichend hoher Widerstand gegen Auslaugen wird jedoch durch ein entsprechend dichtes Gefüge erzeugt. Dies ist gegeben, wenn der Wasserdurchlässigkeitsbeiwert der erhärteten verfestigten Schichten kleiner als $k = 10^{-9}$ m/s ist.

Das verbleibende Gefährdungspotential ist in allen Anwendungsfällen nachzuweisen. Es wird durch die für den jeweiligen Einsatzzweck geltenden Grenzwerte der Schadstoffbelastung bestimmt, z.B. verlangt das Land Hessen für Fundamentalschichten einen Phenolindex $< 0,10$ mg/l und einen Gehalt an PAK $< 0,003$ mg/l. Die Bestimmung der vorhandenen und im Verwertungsfall verbleibenden Schadstoffbelastung wird dabei wesentlich durch das angewandte Analyseverfahren beeinflusst. Das Meßverfahren sollte vor allem die Schadstoffbindung im Einbaustand erfassen (insbesondere wenn praktisch kein schadstofflösendes Wasser durch die Baukonstruktion hindurchtreten kann).

Im Falle einer Einbindung durch hydraulische Bindemittel im Sinne einer hydraulisch gebundenen Tragschicht reduziert sich das Gefährdungspotential, z.B. entsprechend Bild 3. Von den sechs nach der Trinkwasserverordnung zu überprüfenden PAKs

konnte bei einer anderen Untersuchung an einem mit nur 6 Gew.-% Zement verfestigten Teersplitt lediglich das Fluoranthren zu 0,2 mg/l im Eluat bestimmt werden. Auch die zulässigen Phenolindices im Eluat werden deutlich unterschritten. Aus unzerkleinerten Prüfkörpern werden nach [9] nur 0,03 bis 0,04 mg/l ausgelaugt.

Anwendung und technologische Erfordernisse

HGT und Foundationsschichten

Asphaltgranulate können sowohl in hydraulisch gebundenen Tragschichten als auch in Verfestigungen nach ZTVT-StB verwendet werden. Der in Tragschichten erlaubte Anteil an Ausbauasphalten ist in den einzelnen Bundesländern nicht einheitlich geregelt.

Tafel 1: Beispiel für eine Zusammensetzung einer 18 cm dicken Foundationsschicht (A 66 bei Wiesbaden)

teerhaltiger Ausbauasphalt	0/32 mm	teerfreier Ausbauasphalt	0/32 mm
Recyclingbinder HT 35, hydrophobiert	8 Gew.-%	Portlandzement 32,5 R	7 Gew.-%
optimaler Wassergehalt	7,5 %	optimaler Wassergehalt	7,5 %
Druckfestigkeit (7 d)	7,0 N/mm ²	Druckfestigkeit (7 d)	5,5 N/mm ²

Als Bindemittel werden Zemente nach DIN 1164 und Recyclingbinder zugelassen. Der günstigste Einbauwassergehalt liegt etwa 1 % unter dem optimalen nach Proctor. Beim Einbau schadstoffbelasteter Stoffe ist darauf zu achten, daß das Gemisch mindestens auf die Trockenrohdichte verdichtet wird, bei der in der Eignungsprüfung ein k-Wert von $< 10^{-9}$ m/s nachgewiesen wurde.

Zur Vermeidung von Reflexionsrissen ist die Tragschicht zu kerben. Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln sind mehrere Tage durch Vernebeln oder Versprühen von Wasser nachzubehandeln oder sofort mit einer Asphaltdecke zu überdecken.

In einigen Bundesländern (z.B. Bayern, Hessen) werden Ausbauasphalte in „Foundationsschichten“ weiterverwendet. Hydraulisch gebundene

Foundationsschichten liegen unter der Tragschicht und ersetzen ganz oder teilweise die Frostschuttschicht. In hydraulisch gebundenen Foundationsschichten können bis zu 100 M.-% Ausbauasphalt (auch teerhaltiges Material) weiterverwendet werden. Die 28-Tage-Druckfestigkeit wird meist auf 8 N/mm² (ersatzweise 5 N/mm² nach sieben Tagen in der Eignungsprüfung anstreben) begrenzt. Damit ergeben sich Zementgehalte von etwa 7 Gew.-%.

Fräsrecycling

Abgängige Asphaltstraßen und -wege werden beim Fräsrecycling, gegebenenfalls einschließlich der Tragschicht, vor Ort vollkommen wiederverwertet.

Prinzip dieses Verfahrens, das in den USA entwickelt und seit mehr als zehn Jahren auch in Europa angewendet wird, ist es, den Oberbau aufzufräsen und die Kornverteilung der aufbrochenen Trag- und Deckschicht – wenn erforderlich – so zu optimieren, daß ein verdichtungswilliges und standfestes Mineralstoffgemisch entsteht. Zur dauerhaften Verfestigung des Mineralstoffgemisches wird ein hydraulisches Bindemittel (ca. 100 kg/m³) zugegeben. Die angestrebte Druckfestigkeit des erhärteten Baustoffgemisches liegt bei ca. 8 N/mm².

Zwei Bauverfahren sind gebräuchlich. Bei dem einen wird die Befestigung zunächst zerkleinert und wieder etwas verdichtet, ehe der Zement aufgestreut und untergemischt wird. Dies ermöglicht eine bessere Kontrolle und einfachere Korrektur der Sieblinie des zu verfestigenden Gemisches. Bei dem noch einfacheren Verfahren werden evtl. erforderliches „Fehlkorn“ und Zement unmittelbar auf den Asphaltweg gestreut. Anschließend bricht eine Fräse den gesamten Wegeoberbau bis zu einer Tiefe von 30 cm auf und vermischt unter gleichzeitiger Wasserzugabe die Mineralstoffe und das Bindemittel. Bevor das Baustoffgemisch durch Walzen verdichtet wird, ebnet und profiliert ein Grader die Oberfläche. Die Wegeoberfläche muß mindestens sieben Tage feucht gehalten werden. Üblich ist aber auch das Aufsprühen eines Haftklebers mit Splitteinstreuung (siehe Bild 4).

Mit dem Fräsrecycling erneuerte Wege können direkt befahren werden, wenn die Anforderungen an die Oberfläche nicht allzu hoch sind (ländliche Wege, untergeordnete Straßen). Zur Verbesserung der Oberflächeneigenschaften kann eine dünne Asphaltdecke aufgebracht werden.

Der besondere Vorteil dieses Verfahrens liegt darin, daß alle vorhandenen Straßenbaustoffe an Ort und Stelle wiederverwendet werden. Umweltbelastende Materialtransporte entfallen somit weitgehend. Das Verfahren ist sehr kostengünstig.

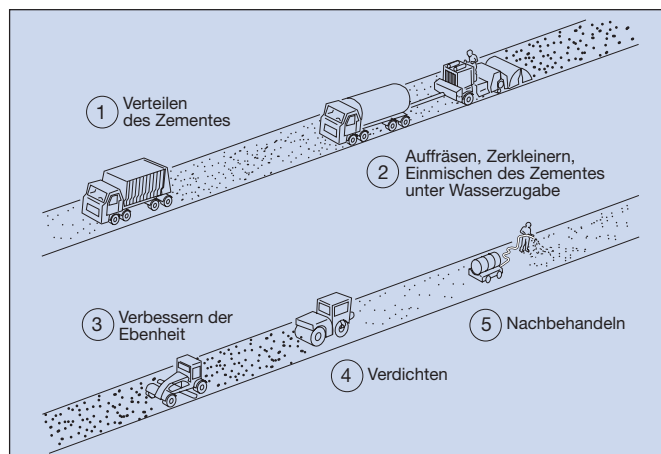


Bild 4: Erneuerung eines Asphaltweges: Fräsrecycling im Baumischverfahren

Wiederverwendung von gebundenen und ungebundenen Tragschichten

Merkmale

Werden abgängige Straßen erneuert, verbleibt der Oberbau beim Hocheinbau in seiner Einbaulage. Er wird entsprechend der Belastung durch neue Schichten verstärkt oder überdeckt. Sind die gebundenen und ungebundenen Konstruktionsschichten insbesondere durch Wassereinwirkung zerstört, ist eine Grunderneuerung im Tiefeinbau unerlässlich. Die Baustoffe der gebrauchten Schichten sind möglichst wiederzuverwenden. Dazu können sie unaufbereitet sein, oder sie müssen entsprechend dem neuen Verwendungszweck aufbereitet werden.

Anwendung

Die Baustoffe sollen möglichst hochwertig weiterverwendet werden, z.B. in Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln. Dazu müssen sie die Anforderungen der TL Min-StB sowie der

ZTVT-StB erfüllen. Dies ist häufig bei ungebundenen Tragschichten aus Kies, Sand, Schotter und Splitt sowie im allgemeinen bei hydraulisch gebundenen Tragschichten gegeben. Eine Aufbereitung des Straßenaufbruchs ist in den meisten Fällen zweckmäßig. Der wiederverwendete Baustoff muß ausreichend raumbeständig sein und darf keine schädlichen Verunreinigungen enthalten.

Anforderungen an das Baustoffgemisch

Die Anforderungen an die Baustoffe und das Baustoffgemisch sind in der ZTVT-StB festgelegt. Die Zusammensetzung des Gemisches und der Gehalt an hydraulischem Bindemittel werden in der Eignungsprüfung ermittelt. Ein wichtiges Kriterium ist dabei der Frostwiderstand.

In der Regel werden Zemente nach DIN 1164, Tragschichtbinder nach DIN 18 506 oder bauaufsichtlich als gleichwertig zugelassene hydraulische Bindemittel der Festigkeitsklasse 32,5 verwendet. Hydrophobierte Zemente können von Vorteil sein. Der Einbauwassergehalt ist so zu wählen, daß er der angewendeten Verdichtungsleistung entspricht. Im Regelfall liegt der günstigste Einbauwassergehalt 1 - 2 % unter dem optimalen Wassergehalt nach Proctor.

Empfehlungen für die Ausführung

Das Baustoffgemisch wird je nach den örtlichen Gegebenheiten im Bau- oder Zentralmischverfahren hergestellt. Bei Schichtdicken bis zu 20 cm wählt man im allgemeinen das Baumischverfahren. Bei größeren Schichtdicken ist aufgrund der besseren Mischungshomogenität das Zentralmischverfahren günstiger. Das Baustoffgemisch kann mit Straßenfertigern oder Gradern eingebaut werden. Zur Verdichtung werden wahlweise oder in Kombination Gummiradwalzen, Vibrationswalzen oder Großflächenrüttler eingesetzt. Bei lagenweisem Einbringen kann die bereits verdichtete, aber noch frische Verfestigung vor dem Aufbringen der nächsten Lage aufgeraut werden. Wie bei allen hydraulisch gebundenen Bauweisen und unabhängig davon, ob gebrauchte oder ungebrauchte Baustoffe verwendet werden, sind Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln nachzubehandeln, am besten durch feines Versprühen von Wasser. Die fertige Tragschicht ist anzukerben.

Technische Regelwerke

DIN 1164-1	Zement, Teil 1: Zusammensetzung und Anforderungen ^{*)}
DIN 4226	Zuschlag für Beton, Teil 1: Zuschlag mit dichtem Gefüge ^{*)}
DIN 18506	Hydraulische Tragschichtbinder ^{*)}
DIN 18196	Erd- und Grundbau, Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke ^{*)}
ZTV Beton - StB 93	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Fahrbahndecken aus Beton, Ausgabe 1993 ^{**)}

ZTVT-StB 95	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Tragschichten im Straßenbau, Ausgabe 1995/Fassung 1998 ^{**)}
ZTVE-StB 94	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, Ausgabe 1994/Fassung 1997 ^{**)}
TL Min-StB 94	Technische Lieferbedingungen für Mineralstoffe im Straßenbau, Ausgabe 1994 ^{**)}
TL RC-TOB	Technische Lieferbedingungen für Recycling-Baustoffe in Tragschichten ohne Bindemittel, Ausgabe 1995 ^{**)}
Merkblatt	über die Verwendung von industriellen Nebenprodukten im Straßenbau, Teil: Wiederverwendung von Baustoffen, Ausgabe 1985 ^{**)}
Merkblatt	für die Verwendung von Ausbauasphalt und pechhaltigem Straßenaufbruch in Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln, Ausgabe 1994 ^{**)}
Merkblatt	zur Wiederverwendung von Beton aus Fahrbahndecken, Ausgabe 1998 ^{**)}
ARS Nr. 37/1997	Allgemeines Rundschreiben Straßenbau: Bauweise Betondecken der Bauklasse SV und I auf Tragschichten ohne Bindemittel (TOB); zusätzliche Anforderungen

Literaturhinweise

- [1] Schmidt, M.; Spanka, G.: Verwertung von teerhaltigem Ausbauasphalt in hydraulisch gebundenen Tragschichten – Verminderung des Schadstoffaustrages. Straße und Autobahn 41 (1990), H. 3
- [2] Schmidt, M.; Vogel, P.: Stoffeigenschaften von HGT mit Altbeton und Altpflaster. Straßen- und Tiefbau, 42 (1988), H. 1 und 2
- [3] FGSV: Grundsätze für die umweltverträgliche Verwendung und Wiederverwendung von Straßenbaustoffen, Ausgabe 1991
- [4] Simm, P.: Die Herstellung einer hydraulisch gebundenen Tragschicht aus Aufbruchasphalt, Straße und Autobahn 40 (1989), H. 6
- [5] von Wilcken, A.: Herstellung moderner Verkehrsflächen aus Beton unter Verwendung von Recycling-Zuschlag. In Vorträge Betontag 1995. Deutscher Beton-Verein, Wiesbaden
- [6] Schmidt, M.: Stoffliche und konstruktive Eigenschaften hydraulisch gebundener Tragschichten. Schriftenreihe der Zementindustrie; H. 51. Beton-Verlag, Düsseldorf 1991
- [7] Krenn, H.: Generalsanierung einer Betonautobahn am Beispiel des Bauloses Thalgau an der A 1. Zement + Beton 1992, H. 2
- [8] Franke, H.-J.; Pätzold, H.: Neuere Erkenntnisse bei der Verfestigung teerhaltiger Ausbaustoffe für hydraulisch gebundene Tragschichten. In Betonstraßentagung 1991, FGSV-Schriftenreihe „Betonstraßen“, Heft 20
- [9] Rechenberg, W.; Spanka, G.; Thielen, G.: Einbindung organischer Schadstoffe durch Zementverfestigung. Beton 43 (1993), H. 2 und 3
- [10] Bleßmann, W.; Fleischer, W.; Wippermann, D.: Betondecke auf Schottertragschicht mit RC-Material. Straße und Autobahn 49 (1998), H. 2

^{*)} zu beziehen bei Beuth Verlag GmbH, Postfach 1145, 10722 Berlin, Telefon (030) 2601-260

^{**)} zu beziehen bei FGSV Verlag, Konrad-Adenauer-Straße 13, 50996 Köln, Telefon (0221) 93 55 73-0, Telefax (0221) 39 37 47

Bauberatung Zement

Wir beraten Sie in allen Fragen der Betonanwendung

Bauberatung Zement Bayern	Rosenheimer Str. 145 g	81671 München	Tel. 089/45098490	Fax: 45098498
Bauberatung Zement Bayern	Bucher Straße 3	90419 Nürnberg	Tel. 0911/933870	Fax: 9338733
Bauberatung Zement Beckum	Annastraße 3	59269 Beckum	Tel. 02521/17275	Fax: 950984
Bauberatung Zement Düsseldorf	Schadowstraße 44	40212 Düsseldorf	Tel. 0211/353001	Fax: 353002
Bauberatung Zement Hamburg	Immenhof 2	22087 Hamburg	Tel. 040/2276878	Fax: 224621
Bauberatung Zement Hannover	Hannoversche Str. 21	31319 Sehnde-Höver	Tel. 05132/6015	Fax: 6075
Bauberatung Zement Ost	Ahornstraße 25	12163 Berlin	Tel. 030/7912278	Fax: 7914727
Bauberatung Zement Ost	Kieler Straße 67	04357 Leipzig	Tel. 0341/6010201	Fax: 6010290
Bauberatung Zement Stuttgart	Leonberger Straße 45	71229 Leonberg	Tel. 07152/71081	Fax: 9792960
Bauberatung Zement Wiesbaden	Friedrich-Bergius-Str. 7	65203 Wiesbaden	Tel. 0611/20042	Fax: 24294

Bundesverband der Deutschen Zementindustrie e.V. · Postfach 5105 66 · 50941 Köln