

Leitfaden Ia

Anforderungen an eine Hydraulisch gebundene Tragschicht-in-situ (HGT-in-situ 0/32) im Oberbau einer Verkehrsflächenbefestigung mit dem hydraulischen Bindemittel NovoCrete® ST 98 (in Anlehnung an TL/ZTV Beton-StB 07)

- Baustoffgemische mit teer-/pechtypischen Bestandteilen
im Bindemittel -**

Voruntersuchungen, Zusammensetzung, Prüfungen und Ausführungshinweise

Stand: 11.02.2024

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Ottmar Rienhoff-Gembus
Dr.-Ing. Horst-Richard Milbradt

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Vorbemerkungen	3
2 Vorerkundungen/Voruntersuchungen und Eignungsprüfung	5
2.1 – Begutachtung der Örtlichkeit/Probenentnahmen	5
2.2 – Tragfähigkeitsmessungen	7
2.3 – Eignungsprüfung/Anforderungen an die Baustoffgemische/Prüfungen im Labor	7
2.4 – Mischanweisung	10
3 Herstellung einer Hydraulisch gebundenen Tragschicht-in-situ 0/32 mit dem Binde- mittel NovoCrete® ST 98 im Oberbau einer Verkehrsflächenbefestigung	10
3.1 – Arbeitsgänge	10
3.2 – Maschinentechnik	12
3.3 – Ausführungshinweise	12
4 Eigenüberwachung	14
5 Kontrollprüfungen des Auftraggebers	17
6 Überbauen mit Asphalt	20
7 Zusammenfassung	21
 Anhang 1 – Prüfverfahrensliste	 24
Anhang 2 – Vorerkundungen/Voruntersuchungen	26
Anhang 3 – Ergänzendes Prüfprogramm für zu verfestigende Baustoffgemische mit teer-/..... pechtypischen Bestandteilen im Bindemittel	 30

1 Vorbemerkungen

Die in diesem Leitfaden beschriebenen Anforderungen an eine in situ (auf der Baustelle) hergestellte hydraulisch gebundene Tragschicht (im Oberbau einer Verkehrsflächenbefestigung) mit NovoCrete® ST 98 als Bindemittel nehmen Bezug auf die derzeit für hydraulisch gebundene Tragschichten gültigen Regelwerke ZTV Beton-StB, TL Beton-StB sowie TP Beton-StB, wobei mit dem vorliegenden Leitfaden die besonderen Bedingungen für eine Hydraulisch gebundene Tragschicht-in-situ 0/32 für den Fall der hydraulischen Bindung von Baustoffgemischen/Mischgranulat mit teer-/pechtypischen Bestandteilen im Bindemittel erfasst und beschrieben werden sollen. Die in diesem Leitfaden aufgeführten Anforderungen an das resultierende Baustoffgemisch, die Randbedingungen bei der Herstellung/beim Einbau der HGT-in-situ sowie ergänzende Prüfungen sollen die in den v.g. Regelwerken vorhandenen Angaben/Vorgaben aufgrund bisheriger Erfahrungen mit der In-situ-Bauausführung einer hydraulisch gebundenen Tragschicht mit dem hydraulischen Bindemittel NovoCrete® ST 98 hinsichtlich Voruntersuchungen, Zusammensetzung, Überwachungstätigkeiten (Prüfungen) und Ausführung/Herstellung für den konkreten Fall von teer-/pechtypischen Bestandteilen im Bindemittel der zu bearbeitenden Baustoffgemische präzisieren bzw. ergänzen.

Das hydraulische Bindemittel NovoCrete® ST 98 ist ein Gemisch aus Normzement und dem Additiv NovoCrete®, einem Pulver, das aus verschiedenen natürlichen, fein gemahlten Gesteinskörnungen hergestellt wird.

Das Additiv NovoCrete® greift in die chemisch-mineralogischen Reaktionen der einzelnen CSH-Phasen des Zementhydratationsprozesses ein und regt die Lösung von Ionen - die für die Bildung von Hydratationsprodukten notwendig sind - deutlich an. In der Folge führt dies zu einem deutlich verlängerten Nadelwachstum und somit zu einem festen und flexiblen Gerüst mit einem veränderten Mineralinventar. Dies betrifft auch Tonminerale, die über Hydratationsprozesse in das CSH-Gefüge eingebettet werden. Das hat neben einer Nadelverflechtung auch eine deutlich verbesserte Füllung des Porengefüges zur Folge, was sich - im Vergleich zu "nur zementgebundenen" Gesteinskörnungsgemischen und bei gleicher Einsatzmenge des hydraulischen Bindemittels - günstig auf das Verformungsverhalten von mit NovoCrete® ST 98 gebundenen Schichten auswirkt und somit eine deutlich verringerte Rissneigung bedingt, so dass mit NovoCrete® ST 98 gebundene Schichten (z.B. als HGT-in-situ) im Gegensatz zu "konventionellen" Hydraulisch gebundenen Tragschichten-in-plant (HGT) gemäß ZTV/TL Beton-StB nicht gekerbt werden müssen!

Die beiden "staubförmigen" Stoffkomponenten des hydraulischen Bindemittels NovoCrete® ST 98, Normzement und Additiv NovoCrete®, werden in einem Zementwerk oder in geeigneten Anlagen werksseitig gemischt und wie bei anderen hydraulischen Bindemitteln mittels Silofahrzeug auf die Baustelle zum Ausstreuen gebracht.

Für das "Bauprodukt NovoCrete® ST 98" liegt seit März 2021 ein Konformitätszertifikat mit der Nr. 0992-CPR-01-35-01.001 DE, ausgestellt von der notifizierten und akkreditierten Zertifizierungsstelle "Materialforschungs- und -prüfanstalt an der Bauhaus-Universität Weimar", vor, mit dem diesem Bauprodukt die Konformität mit der harmonisierten Norm "Hydraulische Tragschichtbinder - Teil 1, Schnell erhärtende hydraulische Tragschichtbinder - EN 13282-1:2013-06" (Deutsche Fassung: EN 13282-1:2012) bescheinigt wird. Zur Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit und der Leistungen, beschrieben im Anhang ZA dieser Norm, wurde das "System 2+" gemäß Bauproduktenverordnung angewendet. Eine Leistungserklärung des Herstellers mit der Nr. 0992-CPR-01-35-01.001 DE-LE definiert mit Kategorien für wesentliche Merkmale die Produkteigenschaften von NovoCrete® ST 98 als schnell erhärtender hydraulischer Tragschichtbinder mit der Festigkeitsklasse "HRB E 4" nach EN 13282-1. Detailliertere Angaben zu Produkteigenschaften, Anwendungsbereichen und zugehörigen Bauverfahren sind darüber hinaus in einem Produktdatenblatt dokumentiert.

Für die Beurteilung der Eignung einer Hydraulisch gebundenen Tragschicht-in-situ 0/32 bei einer Erneuerung bzw. beim Neubau von Verkehrsflächenbefestigungen muss für jede Baumaßnahme der Hersteller des Bindemittels NovoCrete® ST 98 hinzugezogen werden. Aufgrund von mehr als 20 Jahren Erfahrung mit dem Einsatz dieses Bindemittels ist eine Bewertung im Hinblick auf das Gelingen eines Bauvorhabens mit der erwarteten Gebrauchsdauer, die zugesicherten Eigenschaften zur Erfüllung des Bauvertrages und die Verjährungsfrist für Mängelansprüche von Vorteil.

Die vorliegenden Ausführungen stellen die Prüfungen in Art und Umfang dar, die im Zuge einer Baumaßnahme beim Einsatz dieser Bauweise und für den konkreten Fall von teer-/pechtypischen Bestandteilen im Bindemittel des zu bearbeitenden Baustoffgemisches durchgeführt werden sollten. Sie sollen dazu beitragen, Einsatzmöglichkeiten von Baustoffgemischen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen im Bindemittel und die Anwendbarkeit einer Hydraulisch gebundenen Tragschicht-in-situ in Anlehnung an den Vollgebundenen Oberbau (Tafeln 4 der RStO 01 sowie 12) zu erweitern. Ausgewählte Baumaßnahmen werden/wurden dafür bereits „wissenschaftlich“ begleitet, und Randbedingungen wurden entsprechend den gewonnenen Erkenntnissen, auch während der Ausführung, da, wo nötig, angepasst bzw. ergänzt.

Aufgrund besonderer Gegebenheiten und sich im Laufe einer Baumaßnahme ändernder Bedingungen können Anpassungen oder Ergänzungen sinnvoll sein. Diese sind zu dokumentieren und dienen zusammen mit den anderen Erkenntnissen der Bearbeitung und Fortschreibung dieses Leitfadens.

In den letzten 20 Jahren sind weit über 300 Baumaßnahmen mit Hydraulisch gebundenen Tragschichten-in-situ mit NovoCrete® ST 98 als Bindemittel in Deutschland mit verschiedenen Baustoffgemischen ausgeführt worden, darunter auch solche mit teer-/pechtypischen Bestandteilen im Bindemittel. Grundsätzlich bietet diese Art der Bauausführung - als In-situ-Bauweise im Vollgebundenen Oberbau in Anlehnung an RStO 12, Tafel 4 - den Vorteil, eine frostsichere Oberbaukonstruktion ohne Frostschutzschicht (wie sonst nach Tafel 1 dieser Richtlinie erforderlich) ausführen zu können, die es gleichzeitig ermöglicht, dass auch höhere Feinkornanteile (im Einzelfall bis 20 M.-%) im zu verfestigenden Baustoffgemisch „mit“ verarbeitet werden können (wobei dann allerdings eine ausreichende Frostbeständigkeit über eine erweiterte Frostprüfung bestätigt werden muß). Hydraulisch gebundene Tragschichten-in-situ mit NovoCrete® ST 98 als Bindemittel haben im Hinblick auf die Tragfähigkeit, Dauerhaftigkeit und Frostsicherheit bisher die Erwartungen der Auftraggeber erfüllt. Zudem sind keine nennenswerten Schäden als Folge von Reflexionsrissen, wie sie häufig bei hydraulisch gebundenen Tragschichten mit „Normzementen“ auftreten, erkennbar geworden, obgleich z.B. eine Hydraulisch gebundene Tragschicht-in-situ im günstigsten Fall aufgrund von Erfahrungen bei entsprechender Belastungsklasse nur mit 8 cm dicken Asphaltsschichten überbaut werden muss.

Dies begründet die Annahme, dass sowohl vorhandene ungebundene sowie recycelte Baustoffgemische gemäß bzw. in Anlehnung an TL SoB-StB aus gebundenen und/oder ungebundenen Schichten des Oberbaus einer Verkehrsflächenbefestigung - nach entsprechender Aufbereitung - als auch angelieferte und dann „vorgelegte“ Baustoffgemische nach TL SoB-StB für Hydraulisch gebundene Tragschichten-in-situ mit NovoCrete® ST 98 als Bindemittel geeignet sind.

Die Herstellung einer hydraulisch gebundenen Tragschicht mit dem Bindemittel NovoCrete® ST 98 erfolgt überwiegend im Baumischverfahren (in situ). Entsprechend sind dafür zunächst die vorhandenen Regelwerke heranzuziehen.

Für den Fall der Herstellung einer hydraulisch gebundenen Tragschicht nach diesem Leitfaden im Zentralmischverfahren ist grundsätzlich zu beachten, dass aufgrund des schnellen Abbindeverhaltens des Bindemittels gegebenenfalls Misch-, Transport- und Einbauzeiten zeitlich zu optimieren sind. In der Eignungsprüfung ist dies zu berücksichtigen, und es kann im Einzelfall zum Ausschluss der Verarbeitung im Zentralmischverfahren führen, wenn zu erwarten ist, dass die zulässigen Verarbeitungszeiten über-

schritten werden.

Für die Prüfungen im Rahmen einer Eignungsprüfung und auch der Eigenüberwachung auf der Baustelle sowie für Kontrollprüfungen sind für Bauverträge in Anlehnung an ZTV Beton-StB für das Fachgebiet "H" anerkannte RAP Stra-Prüfstellen zu beauftragen, davon abweichend kann in besonderen Fällen auch ein Kompetenznachweis für Prüfstellen mittels Akkreditierung für Prüfungen/Untersuchungen im Akkreditierungsbereich der hydraulisch gebundenen Baustoffe/Baustoffgemische durch die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH nach DIN EN ISO/IEC 17075 vereinbart werden.

2 Vorerkundungen/Voruntersuchungen und Eignungsprüfung

Im Rahmen von Vorerkundungen/Voruntersuchungen für eine Baumaßnahme sind der Untergrund/Unterbau der zu sanierenden Verkehrsflächenbefestigung zu erkunden und Untersuchungen zum Aufbau (Schichtenfolge/Schichtenart/Art der Bindemittel) und zur Art (Bauweise(n)) des Oberbaus der vorhandenen Verkehrsflächenbefestigung, u.U. auch zur Tragfähigkeit der ungebundenen Schicht(en) des Oberbaus der Verkehrsflächenbefestigung, sowie ggfs. zur Verwertungsmöglichkeit von Ausbaustoffen des Oberbaus (und im Einzelfall auch von Böden) vorzunehmen sowie Daten zur vorhandenen Verkehrsbeanspruchung (ggfs. Belastungsklasse nach RStO 12) zu erfassen. Hierfür sind für das Fachgebiet "G" anerkannte RAP Stra-Prüfstellen - bzw. im Einzelfall Prüfstellen mit Akkreditierung für Prüfungen/Untersuchungen im Akkreditierungsbereich von Asphalt und Bitumen - zu beauftragen. Mit diesen Angaben kann eine geeignete Bauweise zur Erneuerung oder Instandsetzung ausgewählt werden, deren Art und Umfang in den Ausschreibungsunterlagen bzw. im Bauvertrag zu beschreiben sind.

Die Eignungsprüfung umfasst die von Auftragnehmer im Rahmen des Bauvertrages vor Ausführung der Arbeiten vorzunehmenden Prüfungen, damit der Nachweis der Eignung für ein definiertes Bauvorhaben erbracht wird. Art und Umfang der Prüfungen sowie Anforderungen - siehe Abschnitt 2.3 - erfolgen entsprechend den bzw. in Anlehnung an die TL Beton-StB bzw. TP Beton-StB, eine Prüfverfahrensliste mit Angaben zu den im Rahmen von Eignungsprüfungen anzuwendenden Prüfverfahren ist in den Anhängen 1 und 3 dieses Leitfadens aufgeführt.

2.1 Begutachtung der Örtlichkeit/Probenentnahmen

Zur Auswahl einer Erneuerungsbauweise ist es wichtig, Informationen zum Aufbau des vorhandenen Oberbaus einer Verkehrsflächenbefestigung und des Untergrundes/Unterbaus durch Erkundungen zu bekommen.

Für die Erneuerung einer vorhandenen Verkehrsflächenbefestigung unter Berücksichtigung einer Hydraulisch gebundenen Tragschicht-in-situ mit dem Bindemittel NovoCrete® ST 98 im Oberbau einer Verkehrsflächenbefestigung kann der Aufbau der Befestigung auf verschiedene Art und Weise festgestellt werden:

- Entnahme von Bohrkernen mit $D = 300 \text{ mm}$ (unter Umständen auch größer),
- Aufbrüche, Schürfe (z.B. Fräspitze, Baggerschurf),
- u.U. zerstörungsfreie Erkundungen, ergänzend zu Bohrkern- und Schurfuntersuchungen mittels Georadar-Untersuchungen (nur im Einzelfall).

Damit unter Umständen Tragfähigkeitsmessungen mittels Plattendruckversuchen durchgeführt werden können, sollten die Abmessungen eines Aufbruchs/einer Schürfe entsprechend ausfallen. Die Aufschlusstiefe muss mindestens der Tiefenlage der geplanten Hydraulisch gebundenen Tragschicht-in-situ mit einem (Tiefen-)Zuschlag von mindestens ca. 20 cm für die maßgebende Belastungsklasse gemäß Dimensionierungsvorschlag entsprechen (siehe Kapitel 6.).

Ergänzend können Ramm- oder Bohrsondierungen (DN 80 und Rammsondierung (DPH)) im Bohrloch oder im Bereich des Aufschlusses/Schurfs sinnvoll sein, um die Beschaffenheit des Untergrundes/Unterbaus einer Verkehrsflächenbefestigung näher zu erkunden (siehe M GUB UA: Merkblatt über geotechnische Untersuchungen und Berechnungen im Straßenbau - Ergänzung für den Um- und Ausbau von Straßen (FGSV, Ausgabe 2013)).

Bei den Aufschlussarbeiten sind festzustellen:

- Art/Aufbau der Bankettmaterialien/des Bankettbereichs,
- Dicke und Art der gebundenen Schichten im Oberbau einer Verkehrsflächenbefestigung (mit schicht- bzw. horizontorientierter Überprüfung der Bindemittel hinsichtlich teer-/pechtypischer Bestandteile (PAK)),
- Dicke und Art der ungebundenen Schichten im Oberbau einer Verkehrsflächenbefestigung bis zum Planum und
- Art der Böden (und ggfs. der Baustoffe/Baustoffgemische im Untergrund/Unterbau einer Verkehrsflächenbefestigung) mindestens bis zur o.a. Aufschlusstiefe (zusätzliche 20 cm unterhalb des mutmaßlichen/"rechnerischen" Planums).

Damit gegebenenfalls unterschiedliche Bestandsaufbauten eines Streckenabschnitts erkennbar werden, sind die Aufschlüsse gemäß Leitfäden der zuständigen Landesstraßenbaubehörden bzw. Landesbetriebe für Verkehr der jeweiligen Bundesländer vorzunehmen.

Bewährt haben sich bei Bauabschnittslängen bis 2 km z.B. Erkundungen im Abstand von ca. 250 m (Abstand auf jeder Seite der Verkehrsflächenbefestigung ca. 500 m), bei größeren Längen sind diese im Abstand von ca. 300 bis maximal ca. 500 m (Abstand auf jeder Fahrbahnseite ca. 600 bis 1.000 m) anzuordnen. Selbst für kurze Bauabschnittslängen sind mindestens drei Erkundungen vorzunehmen. Für zu bearbeitende Verkehrsflächenbefestigungen, wie z.B. Abstell- oder Logistikflächen, sind über ein vergleichbar angenommenes Raster Erkundungen vorzunehmen und Proben zu entnehmen.

Im Einzelfall kann es, besonders auch im Falle einer geplanten Verbreiterung der Verkehrsflächenbefestigung und teilweiser "Mitverwendung"/Aufarbeitung von mineralischen Bestandteilen des Banketts im zu verfestigenden Baustoffgemisch für die HGT-in-situ, sinnvoll sein, im Bankettbereich - zumal bei hohen Anteilen an Boden (mit Feinkornanteilen $< 0,063$ mm von ≥ 12 M.-%) und "starkem Grünbewuchs" (mit hohen organischen Bestandteilen !) - das Bankettmaterial 5 bis 10 cm tief abzutragen und zu entsorgen oder zunächst "abzuschieben" und bei Bauende dann "zurückzuziehen" und den "endgültigen" Bankettbereich damit wieder anzudecken.

Bei Bedarf und an visuell erkannten, signifikant "auffälligen" Stellen ist es erforderlich, zusätzliche Erkundungen/Probenentnahmen, z.B. zur Abgrenzung von Abschnitten mit unterschiedlichen Bestandsaufbauten, vorzunehmen.

Ist aus Gründen einer "Verbesserung" der Korn-/Stückgrößenverteilung des vorhandenen/aufbereiteten und dann zu verfestigenden Baustoffgemischs die Zugabe einer/von/eines Gesteinskörnung(en)/Baustoffgemischs(en) als Ergänzungsmaterial(ien) - bzw. aufgrund einer erforderlichen Gradienten Anpassung für die Verkehrsflächenbefestigung - vorgesehen bzw. erforderlich, sind entsprechende Probenmengen von diesem(n) Material(ien) zu entnehmen bzw. anzuliefern. Deren Zusammensetzung(en) und Eigenschaften sind festzustellen und bei der Aufstellung der Eignungsprüfung mengenmäßig/anteilmäßig zu berücksichtigen. Dies gilt z.B. dann auch für Ergänzungsmaterialien für (Seiten-)Bereiche im Hinblick auf eine geplante Verbreiterung einer Fahrbahn- bzw. Verkehrsflächenbefestigung.

2.2 Tragfähigkeitsmessungen

Im Rahmen von Vorerkundungen/Voruntersuchungen ist die Tragfähigkeit der im Bestand verbleibenden, nicht zu verfestigenden Schichthorizonte des Oberbaus bzw. Untergrunds/Unterbaus einer Verkehrsflächenbefestigung zu ermitteln. Dies ist für die Festlegung der Dicke der Hydraulisch gebundenen Tragschicht-in-situ in Abhängigkeit von der vorhandenen Belastungsklasse relevant.

Die Prüfung wird in der Tiefe durchgeführt, in der aufgrund des Dimensionierungsvorschlages "die Unterkante" der Hydraulisch gebundenen Tragschicht-in-situ (das "rechnerische" Planum) geplant wird.

Die Tragfähigkeitsmessungen können durchgeführt werden:

- mittels Plattendruckversuch (sofern die Tiefenlage des "rechnerischen Planums" der Verkehrsflächenbefestigung dies "technisch" zulässt) nach DIN 18314,
- mit leichtem oder mittelschwerem Fallgewichtsgerät.

Als Ergebnis von Vorerkundungen/Voruntersuchungen können sich Dicke, Art und Zusammensetzung der gebundenen und ungebundenen Schichten des Oberbaus einer Verkehrsflächenbefestigung (auch vor dem Hintergrund von teer-/pechtypischen Bestandteilen (PAK) im Bindemittel) bzw. die Verhältnisse im Untergrund/Unterbau in einem Streckenabschnitt bzw. einer Fläche stark unterscheiden und damit Auswirkungen auf die Dimensionierung haben. Dementsprechend kann es sinnvoll sein, den Aufbau der vorgesehenen Befestigung und gegebenenfalls die Eignungsprüfung - möglicherweise auch in der Anzahl - so anzupassen, dass Abschnitte gebildet werden, die hinsichtlich Baustoffgemischzusammensetzung und Dimensionierung als homogen bezeichnet werden können. Dafür eignen sich insbesondere Benkelman-Balken-Untersuchungen auf der Oberfläche der vorhandenen Verkehrsflächenbefestigung.

Eine Prüfverfahrensliste mit Angaben zu den den Untersuchungen zu Grunde zu legenden Prüfverfahren im Rahmen von Vorerkundungen/Voruntersuchungen ist im Anhang 1 dieses Leitfadens beigelegt. Im Anhang 2 sind stichwortartig zusammengefasst die für die Durchführung einer Baumaßnahme zu erfassenden Daten und die durchzuführenden Untersuchungen/Prüfungen bzw. zu dokumentierenden Untersuchungs-/Prüfergebnisse aufgeführt.

2.3 Eignungsprüfung/Anforderungen an die Baustoffgemische/Prüfungen im Labor

Art und Umfang der Prüfungen im Rahmen einer Eignungsprüfung ergeben sich zunächst aus den Regelwerken TL Beton-StB und TP Beton-StB, im vorliegenden Fall zum Teil präzisiert bzw. ergänzt! Mit der Durchführung von Eignungsprüfungen ist eine für die erforderlichen Untersuchungen geeignete und dafür gemäß RAP Stra für das Fachgebiet "H" anerkannte Prüfstelle - oder im Einzelfall eine Prüfstelle mit Akkreditierung für Prüfungen im Akkreditierungsbereich der hydraulisch gebundenen Baustoffe/Baustoffgemische - zu beauftragen. Für die Erstellung der Eignungsprüfung hat das mit deren Bearbeitung beauftragte Prüfinstitut Kontakt mit dem Bindemittelhersteller von NovoCrete® ST 98 aufzunehmen, damit dessen Erfahrungen und Verarbeitungshinweise für die Eignungsprüfung berücksichtigt werden!

Eine mögliche und somit anzustrebende Sieblinie für die Korn-/Stückgrößenverteilung eines Baustoffgemisches für eine Hydraulisch gebundene Tragschicht-in-situ 0/32 im Oberbau einer Verkehrsflächenbefestigung ist aus der nachfolgenden Abbildung 1 abzulesen. Die stoffliche Kennzeichnung/Zusammensetzung der Stoffanteile/Stoffgruppen des zu verfestigenden Baustoffgemischs ist dabei als gewogenes Mittel der Kornklassen 4/8, 8/16 und 16/32 zu ermitteln und anzugeben.

Zum Zwecke einer wirksamen Reduktion einer möglichen Elution von Polycyclischen Aromatischen Kohlenwasserstoffen - PAK - und somit ihrer nachhaltigen Immobilisierung ist im Falle von Baustoffgemischen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen im Bindemittel und einer „hohen“ Feststoffkonzentra-

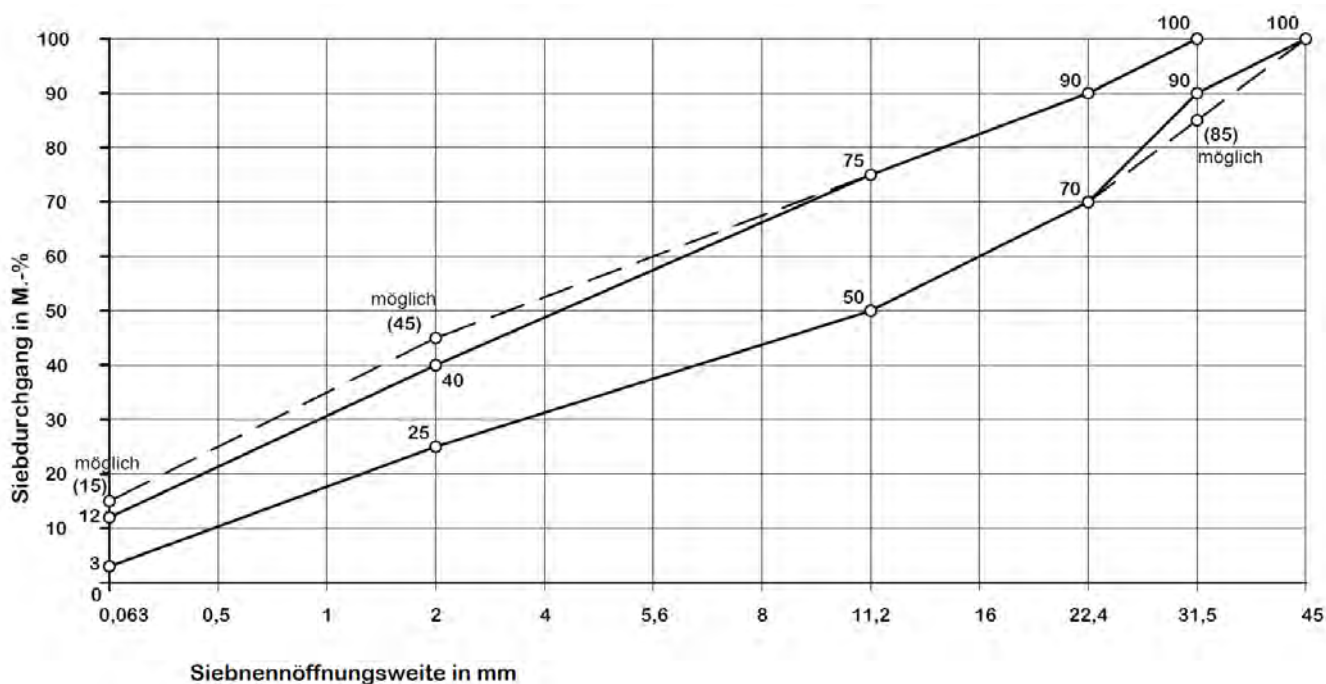


Abbildung 1: Sieblinienbereich der Baustoffgemische für Hydraulisch gebundene Tragschichten-in-situ 0/32 mit NovoCrete® ST 98 als Bindemittel

tion an 16 PAK nach EPA (Empfehlung: > ca. 400 mg/kg) eine "dichte Sieblinie" - Siebdurchgang des Baustoffgemischs bei 2,0 mm: ≥ 30 M.-% - zu wählen/anzustreben, um somit eine entsprechend "dichte" Schicht herzustellen. Der Überkornanteil > 31,5 mm ist auf ≤ 10 M.-% zu begrenzen.

Die Frostwiderstandsfähigkeit des zu bearbeitenden Baustoffgemisches ist in jedem Fall zu prüfen, wenn die Feinkornanteile < 0,063 mm größer als 5 M.-% sind. Eine ausreichende Frostbeständigkeit konnte bei der Verwendung des Bindemittels NovoCrete® ST 98 auch bei v.g. Anteilen bis zu ca. 12 M.-% und im Einzelfall auch darüber hinaus (bis zu 15 M.-%) nachgewiesen werden. Höhere Feinkornanteile < 0,063 mm sind somit kein Ausschlusskriterium für die Eignung von Hydraulisch gebundenen Tragschichten-in-situ mit NovoCrete® ST 98 als Bindemittel bei der Erneuerung von Verkehrsflächenbefestigungen. Für derartige Baustoffgemische ist das Bindemittel NovoCrete® ST 98 besonders geeignet, hoch tragfähige, frostsichere "NovoCrete® ST 98-Schichten" herzustellen. Erfahrungsgemäß liegt der Bindemittelbedarf bei Hydraulisch gebundenen Tragschichten-in-situ 0/32 - unter Asphaltbefestigungen - zwischen 4 und 8 M.-%. Als Mindest-Bindemittelgehalt gilt 4 M.-%.

Bei Bedarf muss in Abstimmung mit dem Prüflabor die Anzahl der Frost-Tau-Wechsel-Zyklen zum Nachweis der Frostwiderstandsfähigkeit, zum Beispiel bei höheren Feinkornanteilen < 0,063 mm (im Einzelfall auch über 15 M.-% bis hin zu 20 M.-%), von 12 auf 20 erhöht werden, um in diesen Fällen die Dauerhaftigkeit einer Hydraulisch gebundenen Tragschicht-in-situ mit NovoCrete® ST 98 als Bindemittel dann mit dieser deutlich verlängerten Prüfdauer zu bestätigen.

Der Anteil an "Organischen Bestandteilen" im zu verfestigenden Baustoffgemisch ist über den Glühverlust zu prüfen. Diese Bestandteile beeinträchtigen sowohl die Druckfestigkeitsentwicklung als auch die Frostbeständigkeit. Dennoch konnten im Einzelfall eine ausreichende Druckfestigkeit und Frostbeständigkeit bei organischen Bestandteilen von bis zu 5 M.-% (!) nachgewiesen werden.

Für die Bewertung von "Erhärtungsstörenden Stoffen" sind bei Verdacht entsprechende Prüfungen zum Nachweis erhöhter Stoffkonzentrationen (z.B. Sulfatanteil im Feststoff etc.) durchzuführen.

Aufgrund des schnellen Abbindeverhaltens ist darauf zu achten, die Versuche zur Bestimmung des optimalen Wassergehaltes des Gemisches sowie des erforderlichen Bindemittelgehalts mittels Proctorversuch zügig innerhalb von 45 Minuten bis spätestens 60 Minuten durchzuführen.

Bei der Wasserzugabe ist zu beachten, dass das Bindemittel NovoCrete® ST 98 "relativ viel Wasser aufnimmt" und einbindet. Deshalb ist bei der Vorwahl der Wassergehaltsstufen des Proctorversuches der erhöhte Wasseranspruch des Bindemittels zu berücksichtigen und optimale Wassergehalte auf der "feuchten" Seite der Proctorkurve anzustreben. Das Additiv reagiert besonders mit feinen Bestandteilen des Gemisches und aktiviert zusammen mit dem Wasser insbesondere die Grenzflächenspannungen der Feinkornanteile < 0,02 mm (im Schluff- bzw. Tonbereich). Dies bewirkt erhebliche höhere Druckfestigkeiten und eine höhere Frostbeständigkeit als bei Verwendung von Normzementen oder anderen hydraulisch wirkenden Bindemitteln (z.B. "konventionelle" Tragschichtbinder).

In der Eignungsprüfung sind als Anforderung an die Druckfestigkeit von hydraulisch gebundenen Tragschichtgemischen nach 28 Tagen - bei Überbauung mit Asphalt - in Anlehnung an TL Beton-StB 6 bis 8 (im Einzelfall bis 10) N/mm² zu erfüllen. Im Rahmen der Eignungsprüfung ist jeweils auch immer die Druckfestigkeit nach 7 Tagen (informativ) zu ermitteln!

Die bisherigen Erkenntnisse lassen darauf schließen, dass das Bindemittel NovoCrete® ST 98 die Baustoffgemische sehr wasserundurchlässig werden lässt und damit der Wasserzutritt in diese Schicht dauerhaft begrenzt bzw. verhindert wird. Die nach den Frostprüfungen gemessenen Druckfestigkeiten sind dann in der Regel höher als vor der Prüfung.

Eine Prüfverfahrensliste mit Angaben zu den Prüfungen im Rahmen von Eignungsprüfungen zu Grunde zu legenden Prüfverfahren ist im Anhang 1 dieses Leitfadens aufgeführt. Dazu ergänzend sind zusätzliche Anforderungen an das hydraulisch gebundene Baustoffgemisch (mit teer-/pechtypischen Bestandteilen im Bindemittel) zu beachten (siehe Anhang 3):

- Der Hohlraumgehalt von Modifizierten Proctor-Probekörpern muss ≤ 10 Vol.-% betragen. Die zur Berechnung des Hohlraumgehalts erforderliche Stückgutrohdichte des hydraulisch gebundenen Baustoffgemischs ist 7 Tage nach Herstellung des Gemischs im Laboratorium in Anlehnung an DIN EN 1097-6, Anhang 6, zu bestimmen, wobei die Prüfprobe bis zu Prüfung auf einem Probenblech „klein zerteilt/granuliert“ bei ca. 20 °C (Raumtemperatur) zu lagern ist. Die Granulierung ist in der Zeit ggfs. mehrfach zu wiederholen.
- Zwecks Nachweis einer Reduzierung der Elution von PAK aufgrund der hydraulischen Bindung und der erreichten „Dichtigkeit“ des resultierenden hydraulisch gebundenen Gemischs werden Eluatprüfungen hinsichtlich der 16 PAK nach EPA-Liste am „Ausgangsgemisch“ und dann an Modifizierten Proctor-Probekörpern nach 28 und nach 56 Tagen erforderlich. Dabei ist als Anforderung an die zulässige „Eluatbelastung/das Probekörper-Eluat“ die RuVA-StB 01/05 zu beachten. Das Ausformen und die Lagerung der Probekörper bis zur Elution hat in Anlehnung an TP Beton-StB, Teil 3.1.3.4, zu erfolgen. Die Eluatherstellung erfolgt jeweils in Anlehnung an TP Gestein-StB, Abschnitt 7.1.2 (Trogverfahren), bzw. DIN 1744-3 am (ungebundenen) „Ausgangsgemisch“/Baustoffgemisch (mit Hilfe eines Siebkorbs) und am Probekörper. Das Wasser/Feststoff-Verhältnis beträgt dabei 10 : 1. Es sind jeweils immer (mindestens) zwei Probekörper mit der für die Bauausführung vorgesehenen Bindemittelmenge zu prüfen. Für die Eluatbehandlung wird eine Zentrifugation vorgegeben, als Analysenmethode für die quantitative PAK-Bestimmung im Eluat (16 PAK nach EPA-Liste) gelten die Regelungen der DIN 38407-39 (GC-MS).

2.4 Mischanweisung

Die Eignungsprüfung gibt zum jeweiligen Projekt die Mischanweisung an, nach der die Baustoffgemische im vorgesehenen Verfahren zu mischen und einzubauen sind. Für die Tätigkeit im Labor werden derzeit praxisorientierte Anweisungen zusammengestellt und stehen demnächst zur Verfügung. Anhand der ausgewählten Rezeptur werden auf Basis der

- mittleren Trockenraumdichte der Proctor-Probekörper in kg/m^3
- Dicke der herzustellenden verdichteten Schicht in m
- Zugabemenge NovoCrete® ST 98 M.-% und
- Zugabemenge Wasser in M.-%

die Zugabemengen für Bindemittel und Wasser in kg/m^3 berechnet und in kg/m^2 entsprechend der vorgesehenen Dicke der "NovoCrete® ST 98-Schicht" umgerechnet.

3 Herstellung einer Hydraulisch gebundenen Tragschicht-in-situ 0/32 mit dem Bindemittel NovoCrete® ST 98 im Oberbau einer Verkehrsflächenbefestigung

3.1 Arbeitsgänge

Die einzelnen Arbeitsgänge, die zur Herstellung eines Baustoffgemisches und dann einer hydraulisch gebundenen Tragschicht im Straßenoberbau mittels Baumischverfahren (HGT-in-situ 0/32) erforderlich sind, können aus Tabelle 1 abgelesen werden. Ergänzend sind die erforderlichen Geräte mit entsprechenden Bemerkungen und Hinweisen aufgeführt.

Das nach Auffräsen und Brechen, ggfs. Nachbrechen, Vergleichmäßigen und Homogenisieren vorbereitete Baustoffgemisch ist vor dem endgültigen Profilieren - "als" Vorprofil - zunächst mittels Glattmantelwalze(n) anzudrücken.

In jedem Fall ist zu beachten, dass die Wasserzugabe unbedingt nur (!) über Einsprühleisten direkt im Fräsraum des Recyclers zu erfolgen hat, um eine gleichmäßige Dosierung der geplanten/erforderlichen Wassermenge zu gewährleisten.

Arbeitsgänge zur Herstellung einer NovoCrete® ST 98-Schicht im Oberbau einer Verkehrsflächenbefestigung (Hydraulisch gebundene Tragschicht-in-situ 0/32) im Baumischverfahren			
Arbeitsgang	Gerät		Bemerkungen
(Ggfs./im Falle einer geplanten teilweisen Mitverwendung/Einbeziehung von mineralischen Bankettmaterialien) Abtragen/Abschieben von vorhandenen Bankettmaterialien im oberen Schichtbereich des zu bearbeitenden Bankettabschnitts	--	Bagger mit "Flachlöffel"	Arbeitstiefe beachten, u.U. Probenentnahmen zum Zwecke einer abfallrechtlichen Einstufung der Abtragsmassen (im Falle einer Entsorgung)
Ggfs. "Umbettung"/Umlagerung von mineralischen Bestandteilen des Banketts in den "bestehenden" Fahrbahnbereich	--	Bankettfräse/Grabenfräse	Arbeitstiefe beachten
(Ggfs./im Falle eines Ersatzes bzw. Neuaufbaus des Banketts) Abtragen/Abschieben/Aufnehmen von Bankettmaterialien des zu bearbeitenden Bankettabschnitts	--	Bankettfräse/Grabenfräse	Arbeitstiefe beachten, u.U. Probenentnahmen zum Zwecke einer abfallrechtlichen Einstufung der Abtragsmassen (im Falle einer Entsorgung)
(In der Regel) Auffräsen und Vergleichmäßigen der zu bearbeitenden Schicht (ggfs. einschließlich "Ausbaumaterialien" aus dem Bankettbereich)	Recycler	Kaltfräse	Arbeitstiefe beachten
Ggfs. Nachbrechen des vorhandenen Baustoffgemisches (mit Andrücken)	--	Steinbrecher/Mobiler Brecher/Glattemantelwalze	bei Bedarf, resultierende Korn-/Stückgrößenverteilung überprüfen
Ggfs. Ergänzungskörnung(en)/-gemisch einbauen/vorlegen	--	Verteilgerät ("Splittstreuer"), ggfs. Grader	Zugabemenge(n) beachten/überprüfen, Gleichmäßigkeit beachten
Homogenisieren des "resultierenden" Baustoffgemisches (mit Andrücken)	Recycler	ggfs. auch anderes Gerät zum "Einarbeiten" von Ergänzungsmaterial(ien) möglich/Glattemantelwalze	Gleichmäßigkeit prüfen
Profilieren des "resultierenden" Baustoffgemisches zwecks Herstellen eines "Vorprofils"	--	Grader	Automatische Steuerung (Höhe/Neigung), ggfs. resultierende Korn-/Stückgrößenverteilung überprüfen
Verdichten des "resultierenden" Baustoffgemisches (des "Vorprofils")	--	Stampffuß- und/oder Glattemantelwalze	Automatische Verdichtungskontrolle, Walzentyp und Gewicht der Walze ggfs. an Gemischeigenschaften anpassen
Bindemittel ausstreuen (im Einzelfall auch in 2 Streuvorgängen)	--	Zementstreuer	Streuengensteuerung/Dokumentation
Wasser zugeben	Recycler	Tankfahrzeug	Mengenmeßeinrichtung im Recycler
NovoCrete® ST 98-Gemisch herstellen	Recycler	--	Mindestens zweimal Mischen (!!)
NovoCrete® ST 98-Gemisch verdichten	--	Stampffuß- und/oder Glattemantelwalze	Automatische Verdichtungskontrolle, Walzentyp und Gewicht der Walze ggfs. an Gemischeigenschaften anpassen
NovoCrete® ST 98-Gemisch profilieren	--	Grader	Automatische Steuerung (Höhe/Neigung)
NovoCrete® ST 98-Gemisch verdichten (mit Flankenverdichtung)	--	Glattemantelwalzen (mit Kantenandrückgerät)	Automatische Verdichtungskontrolle
NovoCrete® ST 98-Schicht am Tag der Herstellung nachbehandeln/wässern (bzw. bis zum Tag der Oberflächenabdichtung)	Tankfahrzeug	Rampenspritzgerät/"Splittstreuer"	kurzfristig (am Tag nach Erstellung einer Tagesleistung) Abdichten/Versiegeln der Oberfläche

Tabelle 1: Übersicht zum Verfahrensablauf bei der Herstellung einer NovoCrete ST 98-Schicht im Oberbau einer Verkehrsflächenbefestigung (Hydraulisch gebundene Tragschicht-in-situ 0/32) im Baumischverfahren mit Gerätetechnik

3.2 Maschinentechnik

Eine hydraulisch gebundene Tragschicht (im Oberbau einer Verkehrsflächenbefestigung) mit NovoCrete® ST 98 als Bindemittel wird in den meisten Fällen im Baumischverfahren (in situ) hergestellt. Hierzu können sogenannte (Fräs-)Recycler unterschiedlicher Hersteller eingesetzt werden, die über die geforderte Schichtdicke bzw. Arbeitstiefe und Arbeitsbreite eine homogene Mischung des vorhandenen (bzw. angelieferten und dann "vorgelegten") Baustoffgemisches gewährleisten.

In besonderen Fällen, z.B. im Autobahnbau mit den Belastungsklassen Bk100 und Bk32, kann es sinnvoll sein, wenn z.B. ein größeres "zusammenhängendes, homogenes Baufeld" vorhanden ist, das einen unterbrechungsfreien Herstellungsprozeß erlaubt, den Einsatz von gekoppelten Geräten als Kaltrecycling-Zug vorzusehen, die ein Aufnehmen des „resultierenden“ Baustoffgemisches (im Vorprofil), das anschließende (nur in diesem Fall einmalige) Mischen mit Bindemittel und Wasser, die Übergabe in ein Verteil- und Einbaugerät (z.B. Straßenfertiger) oder den direkten Einbau mit einer im Kaltrecycler integrierten Einbaubohle in einem Herstellungsprozess ermöglichen.

Bezüglich der Randbedingungen für die Anwendung dieser Einbautechnik, z.B. im Zusammenhang mit Arbeitsbreite, Arbeitstiefe, Bindemittelzugabe und Mischprozess, und der damit zusammenhängenden Dimensionierung eines Vollgebundenen Oberbaus für die o.g. Belastungsklassen ist im Vorfeld einer derartigen Ausführung mit den Autoren dieses Leitfadens zunächst Rücksprache zu halten.

Eine ausreichende und gleichmäßige Verdichtung des zu verfestigenden Baustoffgemisches und somit auch die Arbeitstiefe bzw. Frästiefe hängen im Wesentlichen von der Beschaffenheit der Unterlage, also der Tragfähigkeit auf dem "rechnerischen" Planum, ab. Je nach vorhandener Dimensionierung sind dazu Arbeitstiefen bzw. Frästiefen von bis zu 35 cm (u.U. im Einzelfall auch bis zu 40 cm) zu realisieren. Diese ergeben sich im Oberbau einer Verkehrsflächenbefestigung aus der Dicken-Festlegung/Dimensionierung (siehe Tafel 1) entsprechend der vorhandenen Belastungsklasse (und einem gewissen Zuschlag von ca. 15 %). Daneben kommt auch der Vorbereitung des zu verfestigenden Baustoffgemischs/der Schicht eine besondere Bedeutung zu. Diese soll hinsichtlich der erforderlichen Verdichtung homogen und dicht zusammengesetzt sein. Dafür ist zwingend zunächst eine Beprobung der zu bearbeitenden Schicht im Rahmen der Eigenüberwachung erforderlich, um dies zu überprüfen und zu gewährleisten.

3.3 Ausführungshinweise

Die Mindest-Schichtdicke einer HGT-in-situ sollte in Abhängigkeit von der Korn-/Stückgrößenverteilung und der oberen Siebgröße D („Größtkorndurchmesser“) des Baustoffgemischs bei Hydraulisch gebundenen Tragschichten-in-situ 0/32 im Oberbau einer Verkehrsflächenbefestigung mindestens 15 cm betragen.

Für die fachgerechte Herstellung einer NovoCrete® ST 98-Schicht im Oberbau einer Verkehrsflächenbefestigung ist zu beachten, dass jeweils vom bereits "gefertigten" (ersten) Bearbeitungstreifen etwa 20 cm bei der Bearbeitung des angrenzenden (zweiten) Streifens nochmals mit aufgenommen werden (Herstellung der Fertigungsbahnen „frisch in frisch“). Damit wird gewährleistet, dass die gesamte Fahrbahnbreite bzw. Fläche bearbeitet wird. Die Bearbeitungslängen sind so zu begrenzen, dass der zweite Streifen - einschließlich Profilierung und Verdichtung - spätestens ca. 1,5 Stunden nach Herstellung des ersten Streifens - fertiggestellt ist, damit die hydraulische Erhärtung, die nach dieser Zeit einsetzt, und die Zementsteinbildung nicht gestört werden.

Bei Baustoffgemischtemperaturen und Lufttemperaturen unter + 5 °C sollten möglichst keine Hydraulisch gebundenen Tragschichten-in-situ mit dem Bindemittel NovoCrete® ST 98 hergestellt werden. Die Verarbeitungszeit soll bei ≥ 20 °C vom Ausstreuen bis zum Abschluss der Verdichtung maximal 1,5 h und bei < 20 °C 2 Stunden nicht überschreiten. Dies ist im Hinblick auf das mindestens zweimalige

“Durcharbeiten”/Mischen des zu bearbeitenden Schichthorizontes zu beachten und der Bauablauf entsprechend anzupassen.

Das schnelle “Durcharbeiten”/Mischen sowie Verdichten ist wichtig für die Vergleichbarkeit mit den Laborbedingungen (maximal 2 Stunden vom Beginn des Ausstreuens an einschließlich zweimaligem Durcharbeiten/Mischen und Verdichten). Für die Verdichtung des “NovoCrete® ST 98-Gemisches” ist der Einsatz von in den Walzen integrierten automatischen Systemen zur Verdichtungskontrolle sinnvoll. Diese haben sich bewährt und sollten für die Verdichtung eingesetzt werden. Diese Systeme eignen sich insbesondere zur “fortlaufenden” Kontrolle des Verdichtungsgrades der vor dem Ausstreuen vorbereiteten und dann auch der mit NovoCrete® ST 98 herzustellenden Schicht nach dem Ausstreuen des Bindemittels. Anhand von Vergleichsuntersuchungen mittels Dichte-Ersatzverfahren können die Systeme hinsichtlich ihrer Messgenauigkeit “abgeglichen” werden.

Der Randbereich der HGT-in-situ-Schicht ist abgebösch mit einer Neigung von $\leq 2 : 1$ bis $1 : 1$ herzustellen. Dabei ist die Randausbildung vorzugsweise mittels walzenbasiertem Kantenandrückgerät (Kantenrolle) und mit einer Wirtiefe/Arbeitstiefe von mindestens 12 cm spätestens mit dem letzten Walzverdichtungsübergang zu bewerkstelligen. Alternativ kann im Einzelfall auch ein “schräg geführtes Verdichtungsgerät” eingesetzt werden. Zweck der gezielt herzustellenden Randausbildung ist die Fixierung der Sollbreite der HGT-in-situ, daneben wird mit dem Andrücken/Verdichten der Schichtflanke eine standfeste und gegen randnahe Belastungen und Witterungseinflüsse stabile Randausbildung geschaffen, auch eine wirksame Randversiegelung wird dadurch erst ermöglicht. Näheres zur Randversiegelung/Randabdichtung - beidseitig (wegen der teer-/pechtypischen Bestandteile im Bindemittel des Baustoffgemisches) zwingend erforderlich - ist in Abhängigkeit von den Bankettbedingungen und der Art der geplanten Bankettarbeiten (Bankett-Wiederherstellung bzw. Bankett-Neuerstellung) für den jeweiligen Einzelfall mit allen “Sollmaßen” in einer Prinzipskizze als “Regelquerschnitt” festzulegen.

Mit der gezielten Randausbildung und unter Berücksichtigung eines ausreichenden Überstandes der hergestellten Hydraulisch gebundenen Tragschicht-in-situ 0/32 gegenüber der darüberliegenden Asphalttragschicht (bzw. Asphalttragdeckschicht) wird eine Verformung und Nachgiebigkeit in der Randzone beim Überbauen und später unter Verkehr vermieden. Die Breite des Überstandes/des seitlichen Versatzes der HGT-in-situ 0/32 sollte mindestens $2/3$ ihrer Dicke entsprechen.

Die fertig hergestellten Flächen sind arbeitstäglich nachzubehandeln/zu wässern (bzw. bis zum Tag der Oberflächenabdichtung). Das Abdichten/Versiegeln der Oberfläche der HGT-in-situ 0/32 (mit teer-/pechtypischen Bestandteilen im Bindemittel des hydraulisch gebundenen Baustoffgemischs) hat dann unmittelbar am Tag nach Erstellung einer Tagesleistung zu erfolgen und kann durch Ansprühen mit instabiler Bitumenemulsion und anschließendem Abstreuen mit grober Gesteinskörnung 5/8 geschehen, was im Vorfeld mit dem Bindemittelhersteller abzustimmen ist.

Bei Hydraulisch gebundenen Tragschichten-in-situ mit dem Bindemittel NovoCrete® ST98 sind Maßnahmen zur Vermeidung von Reflexionsrissen (Herstellung von Fugen) in der Regel nicht erforderlich! Die Eigenschaften der Baustoffgemische für diese Schichten und somit der hergestellten Hydraulisch gebundenen Tragschichten-in-situ werden durch den Zusatz des Additivs NovoCrete® im Zement verändert, und es treten in der Regel keine Reflexionsrisse auf. Dieses Verhalten ist aber abschließend “wissenschaftlich” noch nicht “endgültig” nachgewiesen.

4 Eigenüberwachung

Im Rahmen der Eigenüberwachung bei der Herstellung von NovoCrete® ST 98-Gemischen und -Schichten für eine Hydraulisch gebundene Tragschicht-in-situ 0/32 mit dem Bindemittel NovoCrete® ST 98 im Oberbau einer Verkehrsflächenbefestigung im Baumischverfahren sind Prüfungen gemäß Tabelle 2 durchzuführen. Diese ergänzen und konkretisieren die Angaben der ZTV Beton-StB (Anhang D).

Mit den Untersuchungen im Rahmen der Eigenüberwachung kann die Herstellung und die Qualität einer NovoCrete® ST 98-Schicht im Straßenoberbau überwacht werden. Die Untersuchungen und Ergebnisse müssen daher zeitnah durchgeführt werden und vorliegen. Dazu bedarf es einer engen Zusammenarbeit zwischen dem Eigenüberwacher und der örtlichen Bauleitung (der Einbaukolonne). Es empfiehlt sich, für jedes Bauvorhaben einen objektbezogenen Prüfplan zu erstellen und danach zu arbeiten.

Für Bestimmung der Menge an Zugabewasser ist die aktuelle Eigenfeuchte des Baustoffgemisches vor der Bearbeitung abzuziehen.

Ergänzende Hinweise zu Eigenüberwachungsprüfungen:

Die Wassergehaltsbestimmung am zu verfestigenden Baustoffgemisch erfolgt auf der Baustelle durch Darren. Niederschläge können den Wassergehalt des zu verfestigenden Baustoffgemisches erheblich erhöhen, so dass die Wasserzugabe am Gerät erheblich reduziert werden muss, um die Vorgaben der Eignungsprüfung zu erreichen.

Die Erfahrung hat gezeigt, dass die Eigenschaften der Gemische mit NovoCrete® ST 98, z.B. hinsichtlich der Druckfestigkeit oder der Frostbeständigkeit, bei Wasseranteilen deutlich über der optimalen Proctor-Feuchte nicht oder nur gering negativ beeinflusst werden.

Um eine optimale Wirkungsweise des Bindemittels NovoCrete® ST 98 und damit der Eigenschaften einer NovoCrete® ST 98-Schicht zu gewährleisten, sind das Baustoffgemisch, das Zugabewasser und das Bindemittel mindestens zweimal durchzumischen, im Bedarfsfall, z.B. beim Vorhandensein von höheren Feinkornanteilen < 0,02 mm von mehr als 10 M.-%, gegebenenfalls sogar dreimal. Dies geschieht durch entsprechend mehrmaliges Überfahren bzw. Fräsen/Mischen des Materials mit dem (Fräs-)Recycler. Entsprechend der Anzahl der Fräsgänge kann im Einzelfall die erforderliche Bindemittelmenge auch in mehreren Arbeitsgängen ausgestreut und die Wasserzugabe im Fräsraum mehrfach bis zum Erreichen der Soll-Vorgaben eingesprüht werden.

Die Korn- bzw. Stückgrößenverteilung des Baustoffgemisches ist auf eine obere Siebgröße D ("Größtkorndurchmesser") von 31,5 mm und einen maximalen Überkornanteil > 31,5 mm von 10 (nur im Einzelfall 15) M.-% zu begrenzen. Die Korn- bzw. Stückgrößenverteilung wird anhand von 4 (5) Sieben ermittelt. Dabei werden die Siebe (56), 45 mm, 32 mm, 22 mm und 2 mm benutzt. Der Einhaltung der Anforderungen an die Korn- bzw. Stückgrößenverteilung des Baustoffgemisches kommt im vorliegenden Fall - aufgrund der teer-/pechtypischen Bestandteile im Bindemittel des Baustoffgemisches und der Anforderungen an den Hohlraumgehalt der hergestellten Schicht zwecks Begrenzung/Einhaltung einer zulässigen Elution von PAK - besondere Bedeutung zu. Die Anforderungen an die Korn- bzw. Stückgrößenverteilung sowie die Toleranzen entsprechen denen im Rahmen von Kontrollprüfungen (siehe Abschnitt 5).

Mit den Prüfergebnissen der Eigenüberwachung werden die Angaben/Vorgaben der Eignungsprüfung bzw. des Bauvertrages verglichen. Bei nicht vertretbaren Abweichungen sind in Abstimmung mit dem überwachenden Labor Maßnahmen zu ergreifen und zu dokumentieren, um die fachgerechte Ausführung zu gewährleisten.

Die Probenentnahme des Bindemittels dient der Gewinnung von Rückstellproben, die bei gegebenenfalls auftretenden Qualitätsmängeln von Bedeutung sein können.

Die Temperaturmessungen am Bindemittel sollen die Verwendung zu "heißer" Zemente, z.B. $> 30\text{ }^{\circ}\text{C}$, verhindern. Zu heiße Bindemittel lassen sich nicht ausreichend genau ausstreuen bzw. einmischen, da sie bei Bearbeitung "zum Fließen" neigen.

Die Prüfung der Ausstreumenge des Bindemittels ist im Rahmen der Eigenüberwachung gemäß ZTV Beton-StB nur für Verfestigungen vorgesehen, wird in diesem Fall aber gefordert, da auf anderem Wege die eingesetzte Bindemittelmenge nicht bestimmt werden kann.

Die Probenentnahme eines "NovoCrete® ST 98-Gemisches" erfolgt direkt aus dem vom Recycler "frisch" hergestellten Gemisch nach dem letzten Fräs-/Mischvorgang.

Die Proctor-Probekörper sind, bedingt durch die Bauausführung als Hydraulisch gebundene Tragschicht-in-situ 0/32 (im Oberbau einer Verkehrsflächenbefestigung), gemäß TP Beton-StB und TL Beton-StB auf der Baustelle herzustellen.

Die Schichtdicken sind fortlaufend zu prüfen. Dabei ist ein "Vorhaltemaß" bei der Herstellung der Schicht aufgrund des Verdichtungs Vorgangs zu berücksichtigen.

Die Querneigung ist mittels 4 m-Latte und Messkeil oder mittels Neigungsmesser fortlaufend zu prüfen. Nur bei frisch hergestellten Gemischen (spätestens bis ca. eine Stunde nach Bearbeitungsbeginn) können noch Unebenheiten relativ einfach mit zusätzlichem Gradereinsatz ausgeglichen werden. Es ist immer zu beachten, dass das Bindemittel relativ schnell abbindet und für Nacharbeiten grundsätzlich nur wenig Zeit zur Verfügung steht.

Die Überprüfung des Verdichtungsgrades erfolgt jeweils durch Dichteprüfung sowohl am eingebauten und verdichteten Baustoffgemisch (Ausgangsgemisch, als "Vorprofil hergestellt) als dann auch an der hergestellten Hydraulisch gebundenen Tragschicht-in-situ 0/32 mittels direkten Prüfverfahren (Sander-satz- oder Wasserballon-Verfahren nach DIN 18125) und Vergleich mit der jeweils mittels Proctorversuch ("Einpunkt-Proctor") ermittelten Bezugsdichte an der jeweiligen Probenentnahmestation. Durch den Einsatz von radiometrischen Verfahren in Anlehnung an TP BF, Teil 4.3, kann die Anzahl der erforderlichen Walzübergänge zur Einhaltung des geforderten Verdichtungsgrades unmittelbar im Zuge der Bauausführung angepasst werden.

An den Verdichtungsgrad des "Vorprofils" wird, abweichend von den ZTV Beton-StB, eine Anforderung von $\geq 98\%$ gestellt.

Die Anforderungen an die Druckfestigkeiten entsprechen denen im Rahmen von Kontrollprüfungen.

Für den Verdichtungsgrad und die übrigen Eigenschaften der hergestellten/eingebauten Schicht gelten die Anforderungen gemäß den ZTV Beton-StB (Anhang A).

Der Verlauf der Tragfähigkeitsentwicklung der hergestellten NovoCrete® ST 98-Schicht soll durch Prüfungen mit dem Leichten Fallgewichtsgesetz etwa im 2-Stunden-Rhythmus an immer gleichen, markierten Messstellen durchgeführt werden. Sobald an den jeweiligen Messstellen der Messwert von $E_{vd} \geq 70\text{ MN/m}^2$ erreicht wird, können die Flächen befahren werden, um z.B. weitere Arbeiten im Baufeld oder den nachfolgenden Asphalteinbau durchzuführen.

Für die Abrechnung und die Einhaltung der Vorgaben des Bauvertrags sind die Verbrauchsmengen des Bindemittels arbeitstäglich zu ermitteln. Diese Angaben können zum Teil an den Streugeräten direkt abgelesen werden und für den Abgleich mit den Lieferscheinen herangezogen werden.

Prüfprogramm zur Eigenüberwachung von NovoCrete® ST 98-Gemischen und -Schichten im Oberbau einer Verkehrsflächenbefestigung (Hydraulisch gebundene Tragschicht-in-situ 0/32) im Baumischverfahren			
Prüfungen	Dimension	Prüfdichte	Bemerkungen
Baustoffgemisch 0/32 (Mischgranulat, mit teer-/pechtypischen Bestandteilen), Ausgangszustand ¹⁾, als "Vorprofil" nach Verdichtung hergestellt			
Verdichtungsgrad mit Dichtebestimmung mittels Dichte-Ersatzverfahren ²⁾	[%]	1 x je 3.000 m ²	mindestens 1 x täglich
Wassergehalt	[M.-%]	1 x je 3.000 m ²	³⁾
Korn-/Stückgrößenverteilung			
Durchgang Sieb 45 mm	[M.-%]	1 x je 3.000 m ²	100 M.-%
Durchgang Sieb 32 mm	[M.-%]	1 x je 3.000 m ²	mindestens 90 M.-%
Durchgang Sieb 22 mm	[M.-%]	1 x je 3.000 m ²	75 bis 90 M.-%
Durchgang Sieb 2 mm	[M.-%]	1 x je 3.000 m ²	siehe Sieblinienbereich in der Abbildung 1 (bzw. Abschnitte 2.3 bzw. 4.)
Beschaffenheit des Baustoffgemischs	--	1 x je 250 m	mindestens 2 x täglich
Bindemittel NovoCrete® ST 98			
Probenentnahme 5 kg	--	1 x	je Lieferfahrzeug
Temperatur bei Anlieferung	[°C]	1 x	je Lieferfahrzeug
Ausstreumenge	[kg/m ²]	1 x je 1.000 m ²	mindestens 2 x täglich
Baustoffgemisch 0/32 (vorbereitet), mit dem Bindemittel NovoCrete® ST 98			
Probenentnahme aus unverdichteter Schicht, ca. 50 kg	--	1 x je 3.000 m ²	mindestens 2 x täglich
Wassergehalt	[M.-%]	1 x je 3.000 m ²	mindestens 2 x täglich
Beschaffenheit des Baustoffgemischs	--	1 x je 3.000 m ²	mindestens 2 x täglich
Herstellung von 3 bzw. 6 (8) Proctor-Probekörpern Ø 150 mm	[Stck.]	1 x je 3.000 m ²	mindestens jeweils 1 x täglich
Bestimmung der Feuchtraumdichte	[g/cm ³]	1 x je 3.000 m ²	mindestens 2 x täglich
Berechnung der Trockenraumdichte	[g/cm ³]	1 x je 3.000 m ²	mindestens 2 x täglich
Druckfestigkeit nach 7 Tagen von Proctor-Probekörpern	[N/mm ²]	1 x je 6.000 m ²	mindestens 1 x täglich
Druckfestigkeit nach 28 Tagen von Proctor-Probekörpern	[N/mm ²]	1 x je 6.000 m ²	mindestens 1 x täglich
Hergestellte Schicht, mit dem Bindemittel NovoCrete® ST 98, nach der Verdichtung			
Schichtdicke	[cm]	1 x je 1.000 m ²	fortlaufend, mindestens 2 x täglich
Verdichtungsgrad mit Dichtebestimmung mittels Dichte-Ersatzverfahren ²⁾	[%]	1 x je 3.000 m ²	in jedem Fertigungsstreifen, mindestens 2 x täglich
Tragfähigkeitsentwicklung mittels LFG ⁴⁾	[MN/m ²]	1 x je 250 m	mindestens 1 x täglich
Ebenheit mittels 4 m-Latte und Messkeil	[mm]	1 x je 50 m	in jedem Fertigungsstreifen
Querneigung	[%]	fortlaufend, je 50 m	in jedem Fertigungsstreifen
Profilgerechte Lage	[cm]	fortlaufend, je 50 m	in jedem Fertigungsstreifen
Nachbehandlung (Wässern/nach visueller Einschätzung)	[ja/nein]	mindestens 1 x je Arbeitstag	in jedem Fertigungsstreifen am Ende des Tages der Herstellung (i. d. R.) und mindestens zweimal am darauffolgenden Tag, besser: 3 Tage lang !
Verbrauchsmengen an hydraulischem Bindemittel ⁵⁾			
Verbrauchsmenge gesamt	t	täglich	Geräteanzeige/Lieferscheine
Verbrauchsmenge je m ²	[kg/m ²]	1 x je Arbeitstag	am Ende des Arbeitstages

1) ggfs. auch getrennt für Baustoffgemisch (vorhanden) und ggfs. Ergänzungskörnungen(en)/-baustoffgemisch

2) unter Verwendung der Bezugs-Raumdichte (ist als "Einpunkt-Proctor" am Baustoffgemisch bzw. Baustoffgemisch/Bindemittel-Gemisch der Probenentnahmestation auf der Baustelle zu ermitteln !!)

3) mindestens 2 x/Tag - z.B. vor Arbeitsbeginn bzw. nach Arbeitsunterbrechung - sowie bei Bedarf, z.B. nach Niederschlägen

4) an gleichen Messstellen bis $E_{vdyn} \geq 70 \text{ MN/m}^2$ // Kalibrierung mittels Plattendruckversuch nach DIN 18314

5) bestimmt aus Lieferscheinangabe und/oder Geräteanzeige

Tabelle 2: Prüfungen im Rahmen der Eigenüberwachung von NovoCrete® ST 98-Gemischen und -Schichten im Oberbau (Hydraulisch gebundene Tragschicht-in-situ 0/32) im Baumischverfahren

Die Ergebnisse der Eigenüberwachungsprüfungen sind in geeigneter Form (z.B. über an die Anforderungen angepasste Formblätter) arbeitstäglich zu dokumentieren, die von dem Eigenüberwacher und dem Bauleiter des bauausführenden Unternehmens zu unterzeichnen sind.

Eine Prüfverfahrensliste mit Angaben zu den den Prüfungen im Rahmen der Eigenüberwachung zu Grunde zu legenden Prüfverfahren ist im Anhang 1 dieses Leitfadens aufgeführt.

5 Kontrollprüfungen des Auftraggebers

Bei der Herstellung von "NovoCrete® ST 98-Gemischen und -Schichten" im Oberbau einer Verkehrsflächenbefestigung (als HGT-in-situ) sind im Rahmen von Kontrollprüfungen des Auftraggebers die gemäß bzw. in Anlehnung an ZTV Beton-StB vorgesehenen und in Tabelle 3 bzw. in den Anhängen 1 und 3 aufgeführten Prüfungen durchzuführen. Die Ergebnisse dienen der Feststellung der Übereinstimmung der Eigenschaften des Baustoffgemisches und der hergestellten Schichten mit den vertraglichen Anforderungen. Sie werden der Abnahme zugrunde gelegt und müssen daher zu diesem Zeitpunkt vorliegen.

Mit der Durchführung von Kontrollprüfungen ist eine für die erforderlichen Untersuchungen geeignete und dafür gemäß RAP Stra für das Fachgebiet "H" anerkannte Prüfstelle - oder im Einzelfall eine Prüfstelle mit Akkreditierung für Prüfungen im Akkreditierungsbereich der hydraulisch gebundenen Baustoffe/Baustoffgemische - zu beauftragen.

Für spezielle Bauvorhaben kann es sinnvoll sein, einen objektbezogenen Prüfplan zu erstellen und danach zu arbeiten.

Hinweise zu Kontrollprüfungen:

In den o.g. ZTV Beton-StB ist nicht vorgesehen, Proben eines hydraulischen Bindemittels zu entnehmen. Mit Hilfe der Rückstellproben könnten aber ggfs. Ursachen für Druckfestigkeitsdefizite oder auch -überschreitungen ermittelt werden, Probenentnahmen sollten deshalb durchgeführt werden. Das Bindemittel NovoCrete® ST 98 besteht aus dem Additiv NovoCrete® und einem Normzement. Das Additiv NovoCrete® verändert, sofern es nicht mit Baustoffgemischen gemischt wird, über die Zeit seine Eigenschaften, wenn es nicht vor Feuchtezutritt, z.B. aus der Luft, geschützt wird. Deshalb sind die Proben dementsprechend gegen Feuchtezutritt zu schützen und luftdicht zu verpacken.

Die Prüfung der Ausstreumenge des Bindemittels ist im Rahmen von Kontrollprüfungen gemäß ZTV Beton-StB nur für Verfestigungen vorgesehen, wird in diesem Fall aber gemäß Anhang A, Zeile 11, Spalte (3), der ZTV Beton-StB sinngemäß gefordert, da auf anderem Wege die eingesetzte Bindemittelmenge nicht bestimmt werden kann.

Die Überprüfung des Verdichtungsgrades erfolgt jeweils durch Dichteprüfung sowohl am eingebauten und verdichteten Baustoffgemisch (Ausgangsgemisch, als „Vorprofil“ hergestellt) als dann auch an der hergestellten Hydraulisch gebundenen Tragschicht-in-situ mittels direkten Prüfverfahren (Sandersatz- oder Wasserballon-Verfahren nach DIN 18125) und Vergleich mit der jeweils mittels Proctorversuch ("Einpunkt-Proctor") ermittelten Bezugsdichte an der jeweiligen Probenentnahmestation.

An den Verdichtungsgrad des "Vorprofils" wird, abweichend von den ZTV Beton-StB, eine Anforderung von $\geq 98\%$ gestellt.

Im Rahmen von Kontrollprüfungen gelten bei Siebanalysen am "Ausgangsgemisch" (Baustoffgemisch/Mischgranulat) für eine Hydraulisch gebundene Tragschicht-in-situ 0/32 mit dem Bindemittel NovoCrete® ST 98 unter Bezugnahme auf Anhang D der ZTV Beton-StB folgende Anforderungen an bestimmte Siebdurchgänge bzw. Korn-/Stückgrößenanteile (in Anlehnung an bzw. Abweichung zu Anhang A der ZTV Beton-StB):

< 0,063 mm (+ 4/- 2 M.-% (absolut), bezogen auf den Wert der Eignungsprüfung, das Prüfergebnis darf dabei den Wert von 3 M.-% (absolut) nicht unterschreiten); < 2,0 mm (+ 20/- 15 % (relativ), bezogen auf den Wert der Eignungsprüfung); Anteil $\geq$ 11,2 mm (25 – 50 M.-%); Grobkornanteil $\geq$ 22,4 mm (10 – 25 M.-%); Überkornanteil $\geq$ 31,5 mm ($\leq$ 10 M.-%).

Für das hydraulisch gebundene Tragschichtgemisch 0/32 mit dem Bindemittel NovoCrete® ST 98 gilt abweichend von den ZTV Beton-StB für den Einzelwert der Druckfestigkeit - bei Asphaltüberbauung - eine Mindest-Druckfestigkeit von 4 N/mm², der Mittelwert muss mindestens 6 N/mm² betragen und darf 12 N/mm² nicht überschreiten.

Prüfprogramm für Kontrollprüfungen an NovoCrete® ST 98-Gemischen bzw. -Schichten im Oberbau einer Verkehrsflächenbefestigung (Hydraulisch gebundene Tragschicht-in-situ 0/32) im Baumischverfahren			
Prüfungen	Dimension	Prüfdichte	Bemerkungen
Baustoffgemisch 0/32 (Mischgranulat, mit teer-/pechtypischen Bestandteilen), Ausgangszustand, als "Vorprofil" nach Verdichtung hergestellt			
Verdichtungsgrad mit Dichtebestimmung mittels Dichte-Ersatzverfahren ¹⁾	[%]	1 x je 6.000 m ²	mindestens 1 x täglich
Korn-/Stückgrößenverteilung; Stoffanteile	[M.-%]	1 x je 6.000 m ²	mindestens 1 x täglich
Beschaffenheit des Baustoffgemischs	--	1 x je 3.000 m ²	mindestens 2 x täglich
Hydraulisches Bindemittel NovoCrete® ST 98			
Probenentnahme 5 kg ²⁾	--	1 x	je Lieferfahrzeug
Ausstreumenge	[kg/m ²]	1 x je 3.000 m ²	mindestens 2 x täglich
Baustoffgemisch 0/32 (vorbereitet), mit dem Bindemittel NovoCrete® ST 98			
Probenentnahme aus unverdichteter Schicht, ca. 20 kg	--	1 x je 3.000 m ²	mindestens 2 x täglich
Wassergehalt	[M.-%]	1 x je 3.000 m ²	mindestens 2 x täglich
Beschaffenheit des Baustoffgemischs	--	1 x je 3.000 m ²	mindestens 2 x täglich
Herstellung von 3 (4) Standard-Proctor-Probekörpern und 2 (4) Modifizierten Proctor-Probekörpern mit Ø 150 mm	[Stck.]	1 x je 3.000 m ²	mindestens 1 x täglich
Bestimmung der Feuchtraumdichte ³⁾	[g/cm ³]	1 x je 3.000 m ²	mindestens 1 x täglich
Berechnung der Trockenraumdichte ³⁾	[g/cm ³]	1 x je 3.000 m ²	mindestens 1 x täglich
Druckfestigkeit nach 28 Tagen, Standard-Proctor-Probekörper ³⁾	[N/mm ²]	1 x je 3.000 m ²	mindestens 1 x täglich
Nachweis der Umweltverträglichkeit ⁴⁾	--	--	mindestens 1 x erforderlich
Hergestellte Schicht, mit dem Bindemittel NovoCrete® ST 98, nach der Verdichtung			
Schichtdicke	[cm]	1 x je 1.000 m ²	in jedem Fertigungsstreifen, mindestens 2 x täglich
Verdichtungsgrad mit Dichtebestimmung mittels Dichte-Ersatzverfahren ¹⁾	[%]	1 x je 3.000 m ²	in jedem Fertigungsstreifen bzw. mindestens 2 x täglich
Hohlraumgehalt, Modifizierte Proctor-Probekörper ³⁾	[Vol.-%]	1 x je 3.000 m ²	in jedem Fertigungsstreifen bzw. mindestens 2 x täglich
Ebenheit mittels 4 m-Latte und Messkeil	[mm]	1 x je 50 m	in jedem Fertigungsstreifen
Querneigung	[%]	1 x je 50 m	in jedem Fertigungsstreifen
Profilgerechte Lage	[cm]	1 x je 50 m	in jedem Fertigungsstreifen

- 1) unter Verwendung der Bezugs-Raumdichte (ist als "Einpunkt-Proctor" am Baustoffgemisch bzw. Baustoffgemisch/Bindemittel-Gemisch der Probenentnahmestation auf der Baustelle zu ermitteln !!)
- 2) als Rückstellprobe für eventuell erforderlich werdende Bindemitteluntersuchungen
- 3) von Proctor-Probekörpern (Standard- bzw. Modifizierte), aus unmittelbar nach Ende des Durcharbeitens/Mischens der NovoCrete® ST 98-Schicht entnommenem Gemisch auf der Baustelle hergestellt
- 4) aufgrund teer-/pechhaltiger Bestandteile im Bindemittel des Baustoffgemischs/Mischgranulats und/oder bei sonstigen wasserwirtschaftlich relevanten Inhaltsstoffen in Baustoffgemischen entsprechend den Vorgaben des Bauvertrags erforderlich (siehe auch Abschnitt 2.3 bzw. Anhang 3)

Tabelle 3: Prüfungen im Rahmen von Kontrollprüfungen von NovoCrete® ST 98-Gemischen und -Schichten im Oberbau einer Verkehrsflächenbefestigung (Hydraulisch gebundene Tragschicht-in-situ 0/32) im Baumischverfahren

Der Hohlraumgehalt von Modifizierten Proctor-Probekörpern muss ≤ 10 Vol.-%, der der hergestellten/eingebauten Schicht ≤ 12 Vol.-% betragen. Zur Berechnung des Hohlraumgehalts ist die Stückgutroh-dichte des hydraulisch gebundenen Baustoffgemischs erforderlich, Näheres zu deren Ermittlung ist im Abschnitt 2.3 aufgeführt.

Bei Nichterfüllung der Anforderung an den Hohlraumgehalt der hergestellten/eingebauten Schicht ist es auch möglich, eine Nachweisführung bezüglich „Dichtigkeit“ über eine Prüfung der Wasserdurchlässig-keit von Modifizierten Proctor-Probekörpern zu erbringen. Hierfür gilt eine Anforderung von $k_f \leq 10^{-7}$ m/s, die Prüfung erfolgt dann frühestens nach 28 Tagen Probekörperlagerung in Anlehnung an DIN EN ISO 17892-11 (ehemals DIN 18130-1) - Prüfung mit Triaxialzelle (Durchmesser: 150 mm). Die Probenlagerungsbedingungen entsprechen denen für die Probekörper für die Druckfestigkeitsprüfungen bzw. die Hohlraumgehaltsbestimmung. Näheres hierzu ist wiederum im Abschnitt 2.3 bzw. im Anhang 3/ Fußnote aufgeführt.

Zwecks Nachweisführung einer Reduzierung der Elution von PAK aufgrund der hydraulischen Bindung und der erreichten „Dichtigkeit“ des resultierenden hydraulisch gebundenen Gemischs sind Eluatprüfungen hinsichtlich der 16 PAK nach EPA-Liste am (ungebundenen) „Ausgangsgemisch“/Baustoffge-misch (Prüfung unmittelbar nach Probenentnahme) und dann an Modifizierten Proctor-Probekörpern bzw. Marshall-Probekörpern (mit Probenmaterial von einer ausgewählten Probenentnahmestation) nach 28 und 56 Tagen erforderlich. Dabei ist als Anforderung an die zulässige „Eluatbelastung/das Pro-bekörper-Eluat“ die RuVA-StB 01/05 zu beachten. Näheres zur Probekörperbehandlung und zur PAK-Analytik ist im Abschnitt 2.3 bzw. im Anhang 3/Fußnote aufgeführt.

Für den Verdichtungsgrad und die übrigen Eigenschaften der hergestellten/eingebauten Hydraulisch gebundenen Tragschicht-in-situ 0/32 gelten die Anforderungen gemäß den ZTV Beton-StB (Anhang A).

Alternativ zur Nachweisführung eines anforderungsgerechten Verdichtungsgrades zwecks Bewertung einer ausreichenden Dauerhaftigkeit und somit auch Tragfähigkeit wird empfohlen, einzelvertraglich u.U. auch eine „Performanceprüfung der Tragfähigkeit der Gesamtkonstruktion“ mittels des FWD-Ver-fahrens (siehe auch lfd. Nr. 16 in Anlage 1) durchführen zu lassen. Eine Bewertung der Prüfergebnisse kann näherungsweise anhand der Tragfähigkeitszahl T_z und deren Zuordnung zu den Orientierungs-werten der Tabelle 1 im Teil C 2.1 des FGSV-Arbeitspapiers „Tragfähigkeit von Verkehrsflächenbefesti-gungen“ (in Abhängigkeit von der Belastungsklasse B_k gemäß RStO 12) erfolgen.

Hinsichtlich der Prüfbedingungen wird dabei im Besonderen auf den Abschnitt 3.1.2.4 des Teils B 2.1 des v.g. FGSV-Arbeitspapiers - Meßdurchführung/Temperaturmessungen - verwiesen (Prüfung bei 5 bis 30 °C). Empfohlen wird, die Prüfungen möglichst in einem Temperaturbereich von 15 bis 25 °C vorneh-men zu lassen. Eine Verkehrsflächenbefestigung sollte mindestens an 10 Meßpunkten überprüft wer-den (1 Meßpunkt je 300 bis 600 m², je nach Größe der Baumaßnahme bzw. des zuzuordnenden Bauab-schnitts/Bautakts). Die Anforderung an die Tragfähigkeit entsprechend der vorliegenden Belastungs-klasse gilt als erfüllt, wenn in 9 von 10 Fällen (bzw. Erfüllungsniveau: mindestens 90 %) die Tragfähig-keitszahl T_z mindestens dem Orientierungswert der v.g. Tabelle 1 des FGSV-Arbeitspapiers entspricht.

Eine Prüfverfahrensliste mit Angaben zu den den Prüfungen im Rahmen von Kontrollprüfungen zu Grunde zu legenden Prüfverfahren ist im Anhang 1 dieses Leitfadens aufgeführt, daneben sind die Vorgaben gemäß Anhang 3 - Berücksichtigung weiterer Prüfungen und Anforderungen aufgrund der teer-/pechtypischen Bestandteile im Bindemittel der Baustoffgemische - zu beachten.

6 Überbauen mit Asphalt

NovoCrete® ST 98-Schichten im Oberbau einer Verkehrsflächenbefestigung (als HGT-in-situ 0/32 ausgeführt) sind für eine direkte Beanspruchung/Befahrung durch Verkehr nicht geeignet. Aufgrund von Erfahrungen sollte eine Überbauung einer Hydraulisch gebundenen Tragschicht-in-situ 0/32 frühestens nach 3 Tagen erfolgen. Sie sollte dann anschließend allerdings möglichst kurzfristig (mit einer) Asphalt-schicht(en)) überbaut werden. Anderenfalls ist eine Abdichtungsschicht vorzusehen. Die Dicke der As-

		Belastungsklasse	Bk100				Bk32				Bk10				Bk3,2				Bk1,8				Bk1,0				Bk0,3				Bk0,1 (4)																																	
Zeile		B [Mio.]	> 32				> 10 - 32				> 3,2 - 10				> 1,8 - 3,2				> 1,0 - 1,8				> 0,3 - 1,0				> 0,1 - 0,3				≤ 0,1																																	
		Dicke des frostsich. Oberbaus	55	65	75	85	55	65	75	85	55	65	75	85	45	55	65	75	45	55	65	75	45	55	65	75	35	45	55	65	35	45	55	65																														
RSto 12, Tafel 1	Asphalttragschicht auf Frostschutzschicht																																																															
	1	Asphaltdecke				12				12				12				10			4	16			4	14			100		4	10		100	10																													
		Asphalttragschicht	120			22				120				120				120			220			120			180			100		14		110																														
		Frostschutzschicht	45							45				45				45						45			45							45																														
		Dicke der Frostschutzschicht	-	31	41	51	25	35	45	55	29	39	49	59	-	33	43	53	25	35	45	55	27	37	47	57	21	31	41	51	25	35	45	55																														
	Asphalttragschicht und Tragschicht mit Hydraulischen Bindemitteln auf Frostschutzschicht bzw. Schicht aus frostunempfindlichem Material																																																															
	2.1	Asphaltdecke				12				12				12				10			4	10			4	10			100		4	10		100	10																													
		Asphalttragschicht	120			14				10				15				15			120			120			100			15			100	15																														
		Hydraulisch gebundene Tragschicht (HGT)				15				15				15				15			120			120			100			15			100	15																														
		Frostschutzschicht	45							45				45				45						45			45							45																														
	Dicke der Frostschutzschicht																																-	-	34	44	-	28	38	48	-	30	40	50	-	22	32	42	-	24	34	44	-	26	36	46	-	16	26	36	-	16	26	36
	2.2	Asphaltdecke				12				12				12				10			4	12			4	10			100		4	10		100	10																													
		Asphalttragschicht				18				14				15				15			120			120			100			15			100	15																														
		Verfestigung				15				15				15				15			120			120			100			15			100	15																														
		Schicht aus frostunempfindlichem Material - weit- oder intermittierend gestuft gemäß DIN 18196	45							45				45				45						45			45							45																														
	Dicke der Schicht aus frostunempfindlichem Material																																10	20	30	40	14	24	34	44	18	28	38	48	10	20	30	40	14	24	34	44	16	26	36	46	6	16	26	36	6	16	26	36
RSto 12, Tafel 4	Asphaltoberbau: Asphalttragschicht auf Planum																																																															
	1	Asphaltdecke				12				12				12				10			10			4			4			4				4																														
		Asphalttragschicht				34				30				26				26			24			26			22			4			18		22																													
Asphaltoberbau: Asphalttragschicht und Hydraulisch gebundene Tragschicht (HGT-in-situ) auf "rechnerischem" Planum																																																																
V.1	Asphaltdecke				12				12				12				10			10			4			4			4				4																															
	Asphalttragschicht				10				8				8				8			12			9			8			22			22		22																														
	Hydraulisch gebundene Tragschicht-in-situ mit NovoCrete® ST 98				26				26				26				24			26			26			22			22			22		22																														
	Dicke der Schicht aus frostunempfindlichem Material	45							45				45				45			45			45			45			45			45		45																														
V.2	Asphaltdecke				12				6				10				10			6			4			4			4				4																															
	Asphalttragschicht				30				30				28				28			30			30			25			4			22		22																														
	Hydraulisch gebundene Tragschicht-in-situ mit NovoCrete® ST 98				30				30				28				28			30			30			25			4			22		22																														
	Dicke der Schicht aus frostunempfindlichem Material	45							45				45				45			45			45			45			45			45		45																														
V.13	Asphaltdecke				12				10				12				10			10			4			4			4				4																															
	Asphalttragschicht				23				23				23				21			23			23			19			4			19		19																														
	Hydraulisch gebundene Tragschicht-in-situ mit NovoCrete® ST 98				23				23				23				21			23			23			19			4			19		19																														
	Dicke der Schicht aus frostunempfindlichem Material	80							80				80				80			80			80			80			80			80		80																														
V.14	Asphaltdecke				12				10				12				10			10			4			4			4				4																															
	Asphalttragschicht				20				20				20				18			20			20			16			4			16		16																														
	Hydraulisch gebundene Tragschicht-in-situ mit NovoCrete® ST 98				20				20				20				18			20			20			16			4			16		16																														
	Dicke der Schicht aus frostunempfindlichem Material	120							120				120				120			120			120			120			120			120		120																														

① aus RSto 01 "abgeleitet" bzw. übernommen

(Dickenangaben in cm; E_c-Mindestwerte in MPa)

② AC TD bzw. AC D und AC T

③ AC TD

④ aus RSto 01 (aus BK III "abgeleitet")

⑤ für Bundesstraßen empfohlen

⑥ für Landesstraßen empfohlen

⑦ unter Berücksichtigung einer Dickenanpassung in der Asphalttragschicht aufgrund der Fortschreibung RSto 86/89 - RSto 01

⑧ aus RSto 86/89 (aus BK III "abgeleitet")

Tafel 1: Bauweisen mit Asphaltbefestigung

phaltüberbauung richtet sich nach den Empfehlungen gemäß Tafel 1, die in Abhängigkeit von der Belastungsklasse und der Tragfähigkeit des "rechnerischen" (fiktiven) Planums (für den Fall der Asphaltüberbauung) in Anlehnung an die RStO 01 bzw. 12 aufgestellt wurde. Dabei kann im Einzelfall die Tragfähigkeit des Planums auch durch bautechnische Maßnahmen - Bodenverbesserung nach ZTVE-StB oder Bodenverfestigung in Anlehnung an ZTVE-StB nach Leitfaden III (und Einhaltung einer empfohlenen Minstdicke dieser Schicht (≥ 25 cm für $E_{v2} = 80$ N/mm², ≥ 30 cm für $E_{v2} = 120$ N/mm²) - "vorab gezielt" erhöht werden. Das HGT-"in-situ"-Baustoffgemisch 0/32 ist dann ggfs. "außerhalb des Baufeldes" baustellennah/baustellenseitig mit einem semi-mobilem (Zwangs-)Mischer ("in-plant") aufzubereiten und dann (optimalerweise mittels Fertiger) einzubauen.

Mit einer Abdichtung/Versiegelung der Oberfläche der HGT-in-situ 0/32 (wegen teer-/pechtypischer Bestandteile im Bindemittel des hydraulisch gebundenen Baustoffgemischs erforderlich) durch Ansprühen mit instabiler Bitumenemulsion und anschließendem Abstreuen mit grober Gesteinskörnung 5/8 wird gleichzeitig eine ausreichende "Verklebung"/Verzahnung der NovoCrete® ST 98-Schicht (als Hydraulisch gebundene Tragschicht-in-situ 0/32) mit der Asphaltüberbauung realisiert. Bisher wurden NovoCrete® ST 98-Schichten vor der Überbauung zum Zwecke des Schichtenverbunds nicht angesprüht. Tragfähigkeitsschäden oder Risse aufgrund dieses Sachverhalts sind bisher in 20 Jahren der Herstellung von Verkehrsflächenbefestigungen mit NovoCrete® ST 98-Schichten und Asphaltüberbauung nicht aufgetreten.

Die erste Asphaltschicht, die auf einer Hydraulisch gebundenen Tragschicht-in-situ mit NovoCrete® ST 98 als Bindemittel eingebaut wird, dient zugleich als Ausgleichsschicht und ist somit auszuschreiben

- als Tonnenposition in kg/m² oder alternativ
- mit der "Dimensionierungsdicke" gemäß Tafel 1 (wobei dann eine "Grunddicke" in cm abgerechnet wird, die sich aus der "Dimensionierungsdicke" und einem Zuschlag in Höhe von 15 % ergibt) und Berücksichtigung einer "möglichen Übertonnage" in kg/m² (z.B. 15 kg/m²).

Hydraulisch gebundene Tragschichten-in-situ 0/32 mit NovoCrete® ST 98 als Bindemittel dürfen erst dann mit (einer) Asphaltschicht(en) überbaut werden, wenn bei Messungen zur Bestimmung der Tragfähigkeitsentwicklung mit dem Leichten Fallgewichtsgesetz (LFG) im Rahmen der Eigenüberwachung durchgängig im gesamten Baufeld E_{vdyn}-Werte ≥ 70 MN/m² vorliegen. Damit wird eine ausreichende Tragfähigkeit für das Befahren der Hydraulisch gebundenen Tragschicht-in-situ 0/32 mit Asphaltmischgut-Transportfahrzeugen und Asphaltfertigern bestätigt.

Zur Auswahl von geeigneten Asphaltmischgutsorten für eine zweckmäßige Überbauung der Hydraulisch gebundenen Tragschicht-in-situ 0/32 mit NovoCrete® ST 98 als Bindemittel mit Bezug auf die Belastungsklasse, zweckmäßige Einbaudicke und Bindemittelart bzw. -sorte ist mit den Verfassern dieses Leitfadens Rücksprache zu halten.

7 Zusammenfassung

Hydraulisch gebundene Tragschichten-in-situ mit dem Bindemittel NovoCrete® ST 98 können sowohl bei der Erneuerung als auch dem Neubau von Verkehrsflächenbefestigungen eingeplant, berücksichtigt und dann hergestellt werden. Hinweise zur Dimensionierung eines Oberbaus einer Verkehrsflächenbefestigung mit einer solchen hydraulisch gebundenen Tragschicht 0/32 für den Fall von Baustoffgemischen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen im Bindemittel sind in der Tafel 1 aufgeführt.

Aufgrund der besonderen Eigenschaften von Hydraulisch gebundenen Tragschichten-in-situ mit NovoCrete® ST 98 als Bindemittel ergeben sich bei Ihrer Ausführung Vorteile hinsichtlich der folgenden Anforderungen bzw. Randbedingungen:

- Einsatz auch bei mutmaßlich nicht ausreichenden bzw. wechselnden Tragfähigkeiten des Untergrunds/Unterbaus einer Verkehrsflächenbefestigung,
- Einsatz auch bei "Verformungsanfälligkeit" der bestehenden Konstruktion, Verringerung der Rissbildungsgefahr in den (neuen) Asphaltsschichten,
- Sichere Immobilisierung von Polycyclischen Aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) in vorhandenen, zu verfestigenden Baustoffgemischen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen im Bindemittel,
- Verbreiterung einer bestehenden Fahrbahn- bzw. Verkehrsflächenbefestigung ohne Gefahr des "Abrisses",
- In der Regel weitestgehende "bautechnische Berücksichtigung" von bestehenden/vorhandenen ungebundenen und auch gebundenen (nach Auffräsen und ggfs. Nachbrechen) Konstruktionsschichten des Oberbaus einer Verkehrsflächenbefestigung,
- Ggfs. Einsatz/Verwendung von "Überschußmassen" (Baustoffgemische) der Baumaßnahme als Ergänzungsmaterial(ien) möglich,
- Einsatz zusätzlicher, vorhandener oder zugeführter, Recycling-Baustoffe/Baustoffgemische (als Ergänzungsmaterial(ien)) möglich,
- Auch In-situ-Bauausführung einer Hydraulisch gebundenen Tragschicht (HGT-in-situ) mit einem angelieferten und dann "vorgelegten" Baustoffgemisch (mit teer-/pechtypischen Bestandteilen (PAK) im Bindemittel) möglich,
- Auch "In-situ"-Bauausführung einer Hydraulisch gebundenen Tragschicht (HGT-in-situ 0/32) mit einem Baustoffgemisch möglich, das "außerhalb des Baufeldes", im vorliegenden Fall aber wegen der teer-/pechtypischen Bestandteile (PAK) im Bindemittel nur baustellennah/baustellenseitig empfohlen, mit einem semi-mobilen (Zwangs-)Mischer ("in-plant") aufbereitet und dann (möglichst mittels Fertiger) eingebaut wird,
- Auch "bautechnische Behandlung kritischer Baustoffgemische" (in baustoffphysikalischer Hinsicht) mit erhöhten Feinkornanteilen $< 0,063$ mm im zu verfestigenden Baustoffgemisch (dann mit Nachweisführung einer ausreichenden Frostbeständigkeit über eine erweiterte Frostprüfung) möglich,
- Bemessung und somit Bauausführung in Anlehnung an einen Vollgebundenen Oberbau gemäß RStO 12 reduziert grundsätzlich die erforderliche ("benötigte") frostsichere Dicke des Oberbaus einer Fahrbahn- bzw. Verkehrsflächenbefestigung ("Straßenoberbaudicke"/"Aufbaudicke"), macht den Einbau einer Frostschutzschicht entbehrlich, ermöglicht gleichzeitig die "Verarbeitung" erhöhter Feinkornanteile $< 0,063$ mm im zu verfestigenden Baustoffgemisch (dann mit Nachweisführung einer ausreichenden Frostbeständigkeit über eine erweiterte Frostprüfung) und gewährleistet zudem eine "sichere, wenig witterungsanfällige, weil standfeste Unterlage" für den weiteren Baufortschritt vor dem Hintergrund des nachfolgenden Asphalteinbaus.
- Kein Kerben erforderlich.

Aus vorgenannten Aspekten ergeben sich mutmaßlich erhebliche Einsparpotentiale bezüglich Baukosten und Bauzeit für die Sanierung/Erneuerung einer Verkehrsflächenbefestigung, verbunden mit einem gleichzeitig dauerhafteren Ausbauzustand (aufgrund einer "dauerhaften" NovoCrete® ST 98-Schicht) und auch insgesamt reduzierten/geringeren Lebenszykluskosten.

Außerdem werden mit dieser Bauweise Möglichkeiten geschaffen, in großem Maße "Abfall" (Entsorgung/Beseitigung von Straßenausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteile (PAK) im Bindemittel, im Einzelfall von Bodenausbaustoffen) zu vermeiden und Ressourcen mit dem Ziel des Klima- und Umweltschutzes zu schonen.

Die Umsetzung der genannten Untersuchungen, Prüfungen und Ausführungshinweise soll dazu beitragen, die bisherigen Erfahrungen zu verifizieren, die Qualität zu sichern und gegebenenfalls mit Anpassungen, z.B. in der Arbeitsweise der Ausführung oder den Bindemittleigenschaften, die Eigenschaften von "NovoCrete® ST 98-Schichten" so zu optimieren, dass zusammen mit erweiterten Erkenntnissen für die Dimensionierung noch günstigere Ausbauvarianten (eventuell in der Dicke der "Asphaltüberbauung") möglich werden.

Copyright © 2024 Dipl.-Ing. O. Rienhoff-Gembus, Dr.-Ing. Horst-Richard Milbradt - Alle Rechte vorbehalten

Anhang 1: Prüfverfahrensliste

Nr.	Anwendung bei Prüfungen im Rahmen von					S a c h-I n h a l t	Regelwerk
	VU	EP	EÜ	KP	SU		
Hydraulisch gebundene Tragschicht-in-situ (HGT-in-situ) im Oberbau einer Verkehrsflächenbefestigung							
1	X	X	X	X		Probenentnahme und Vorbereitung von Proben	DIN EN 932-1 und -2, DIN EN 13286-1; TP Gestein-StB, T. 2.2; DIN 52101
2	(X)	X	X	X		Wassergehalt	TP Beton-StB, Abschnitt 3.1.1.3; TP Gestein-StB, T. 3.1.3; DIN EN 1097-5
3	X	X	X	X		Korngrößen- bzw. Stückgrößenverteilung von Gesteinskörnungsgemischen; Stoffliche Kennzeichnung/Zusammensetzung (Stoffanteile/Stoffgruppen)	TP Gestein-StB, T. 4.1.2; TP Beton-StB, Abschnitte 3.1.1.1 bzw. 4.1.4.4; DIN EN 932-3, DIN EN 933-11 (TP Gestein-StB, Teil 3.1.4/TL Gestein-StB, Anhang B)
4	(X)	(X)				Organische Bestandteile	DIN 18128; TP BF-StB; T. B 10.1
5		X	(X)	(X)		Erhärtungsstörende und leichtgewichtige Bestandteile von Gesteinskörnungen und Gesteinskörnungsgemischen (Organische Verunreinigungen)	DIN EN 1744-1, Abschnitt 15; DIN 52099; TP Gestein-StB, T. 4.6; TP Beton-StB, Abschnitt 3.1.1.2
6		X	X	X		Herstellung von Proctor-Probekörpern	DIN EN 13286-50 (in Anlehnung); TP Beton-StB, Abschnitt 3.1.3.3
7		X	X	X		Proctordichte und Optimaler Wassergehalt	DIN EN 13286-2; TP Gestein-StB, T. 8.1.1; TP Beton-StB, Abschnitte 3.1.2.2 oder 3.1.2.3 bis 3.1.2.6
8		X	X	X		Druckfestigkeit	DIN EN 12390-3; TP Beton-StB, Abschnitt 3.1.3
9		X		(X)		Frostprüfung	TP Beton-StB, Abschnitt 3.1.4
Umweltrelevante Merkmale							
10	(X)	X		(X)		RC-Baustoff(e), RC-Baustoffgemisch	TP Gestein StB, T. 7.1 bis 7.3
11			X	X		Ausstreumenge von streufähigen Bindemitteln	TP BF-StB, T. B 11.2
12		(X)	X	X		Dichte (Feldversuch)	TP Beton-StB, Abschnitt 4.1.5.4; DIN 18125-2
13			X	X	X	Ebenheit; Querneigung; Profilgerechte Lage	TP Eben – Berührende Messung

Nr.	Anwendung bei Prüfungen im Rahmen von					S a c h- I n h a l t	Regelwerk
	VU	EP	EÜ	KP	SU		
14	(X)	X	X	X	X	Schichtdicke/Einbaudicke	TP D-StB; TP Beton-StB, Abschnitt 4.1.5.1
15	(X)					Ramm- und/oder Bohrsondierung	M GuB UA (FGSV, 2013)
16	(X)			(X)	X	Tragfähigkeit mittels des FWD-Verfahrens	AP "Tragfähigkeit von Verkehrsflächenbefestigungen", Teile B 2.1 und C 2.1 (FGSV, 2008 und 2014)
17			X	(X)		Dynamischer Plattendruckversuch mit leichtem Fallgewichtsgesetz	TP BF-StB, T. B 8.3
Boden/Untergrund bzw. Unterbau - unterhalb des (fiktiven) Planums							
18	(X)	(X)		(X)		Probenentnahme	TP BF-StB, T. A 2; DIN EN ISO 22475-1
19	(X)	(X)				Wassergehalt	DIN EN ISO 17892-1; TP BF-StB, T. B 1.1
20	(X)					Korndichte	DIN 18124; DIN EN 17892-3; TP BF-StB, T. B 3
21	(X)	(X)				Korngrößenverteilung	DIN EN ISO 17892-4; TP BF-StB, T. B 5.1
22	(X)	(X)				Zustandsgrenzen	DIN EN ISO 17892-12; TP BF-StB, T. B 2.1
23	(X)	(X)				Organische Bestandteile	TP BF-StB, T. B 10.1
24	(X)	(X)				Schädliche Bestandteile	TP BF-StB, T. B 11.1, Abschnitt 4.2.7
25	(X)					Proctordichte und Optimaler Wassergehalt	DIN 18127; TP BF-StB, T. B 6.1
26	(X)	X		(X)	(X)	Plattendruckversuch	DIN 18134; TP BF-StB, T. B 8.1
27	(X)	(X)		(X)	(X)	Dynamischer Plattendruckversuch mit leichtem Fallgewichtsgesetz	TP BF-StB, T. B 8.3

VU - Vorerkundungen/Voruntersuchungen

EP - Eignungsprüfung

EÜ - Eigenüberwachung

KP - Kontrollprüfung

SU - Schiedsuntersuchung

() im Einzelfall

Anhang 2: Vorerkundungen/Voruntersuchungen

1 - Datenerfassung zur Vorbereitung der Durchführung einer Baumaßnahme

- Örtlichkeit begutachten: Straßenkategorie mit Belastungsklasse (ggfs. mit Prognosedaten zur zukünftigen Verkehrsbelastung); Netzknotendaten (mit Angabe der Länge der geplanten Baumaßnahme); Fahrbahnbreite (vorhanden, geplant); Gradientenverhältnisse (Steigungen, Gefälle); Querneigungsverhältnisse; Topographie (Einschnitt, Damm); Kurvenradien; Baumbestand ("Lichtraumprofil") bzw. Bewuchs; Entwässerung; Einbauten (Schieber, Schächte); Randeinfassungen (z.B. Rinnen, Abläufe, Bordanlagen); Bauliche Zwänge (Brücken, Durchlässe, Schilderbrücken, Sonstige Gründe für Höhenbindung - z.B. Oberleitung); Lichtzeichenanlage(n); Fahrbahnmarkierungen; Kreuzungen; Einmündungen; Bankettverhältnisse (Materialart); Leitplanken/Leitpfosten; Rad- und/oder Gehwege;
- Vorhandene Straßendatenbank einsehen (Bestandsdaten);
- Vorhandene ZEB-Daten einsehen;
- Ggfs. Ergebnisse von früheren Kontrollprüfungen einsehen;
- Ggfs. vorhandenes Baugrundgutachten (mit Dokumentation der Baugrundverhältnisse im Unterbau/Untergrund der Verkehrsflächenbefestigung bis mindestens 1,0 m (besser: 1,5 m) unter Oberkante der Verkehrsflächenbefestigung) einsehen;
- Vorhandenes Fahrbahngutachten - mit Maßnahmenart des Ausschreibenden - einsehen; Überprüfung folgender Angaben: Dicke/Art (z.B. Asphaltmischgutart und -sorte) sowie Schichtenfolge/Gleichmäßigkeit der Schichtenfolge der gebundenen und ungebundenen Schichten des Oberbaus der Verkehrsflächenbefestigung, Aussagen/Prüfergebnisse zu teer-/pechtypischen Bestandteilen (PAK) im Bindemittel der gebundenen Schichten des Oberbaus der Verkehrsflächenbefestigung bzw. im Falle von "Teerschotter" bei Bauweisen mit "Einstreudecke"), Verhältnisse des Untergrunds/Unterbaus (Bodenart(en)), Begründung(en) für gewählte Maßnahmenart;
- Geplante Bauausführung/Maßnahmenart des Ausschreibenden/des Baulastträgers überprüfen (z.B. hinsichtlich Gradientenänderung(en), Verbreiterung der Verkehrsflächenbefestigung (?)),
- Gemäß Bauvertrag geltende Technische Lieferbedingungen für Bauprodukte bzw. Technische Vertragsbedingungen (und auch länderspezifische Sonderregelungen (!)) beachten;
- Geplante Verkehrsführung während der Baumaßnahme beachten (Vollsperrung, halbseitige Verkehrsführung), geplante Umleitungsbedingungen beachten, Zufahrtsmöglichkeit zur Baustelle während der Bauausführung prüfen;
- Geplante Dauer der Baumaßnahme berücksichtigen;
- Verfügbarkeit eines Wasseranschlusses prüfen;
- Leitungspläne und Unterlagen zu Bombenverdachtsflächen einsehen;
- Örtlichkeit und Bedingungen für die Einrichtung eines Baustellenlagers/baustellennahen Aufbereitungsplatzes prüfen

2 - Untersuchungen/Prüfungen/Probenentnahmen

Für die Erneuerung (Grunderneuerung/Instandsetzung) einer vorhandenen Verkehrsflächenbefestigung können ihre Art und ihr Aufbau auf verschiedene Art und Weise festgestellt werden:

- Aufbrüche, Schürfe (z.B. Fräspröbe, Baggerschurf) anlegen;
- Entnahme von Bohrkernen mit $D = 300 \text{ mm}$ (unter Umständen auch größer);
- U.U. zerstörungsfreie Erkundungen, ergänzend zu Bohrkern- und Schurfuntersuchungen, mittels Georadar-Untersuchungen (nur im Einzelfall, dann "gekoppelt" an "Referenz"-Bohrkerne) bzw. in besonderen Fällen Benkelman-Balken-Untersuchungen.

Damit unter Umständen auch Tragfähigkeitsmessungen mittels Plattendruckversuchen durchgeführt werden können, sollten die Abmessungen eines Aufbruchs/einer Schürfe entsprechend ausfallen. Die Aufschlusstiefe sollte grundsätzlich mindestens bis in eine Tiefe von 1,0 m unter der Oberkante der

vorhandenen Verkehrsflächenbefestigung reichen bzw. ansonsten der Tiefenlage/„Unterkante“ der geplanten Hydraulisch gebundenen Tragschicht-in-situ („rechnerisches Planum“) mit einem (Tiefen-)„Zuschlag“ von mindestens ca. 20 cm für die maßgebende Dicke gemäß Dimensionierungsvorschlag (für den Oberbau der Verkehrsflächenbefestigung) für die vorliegende Belastungsklasse entsprechen.

Es können auch Ramm- und/oder Bohrsondierungen (DN 80 und Rammsondierung (DPH)) im Bohrloch oder im Bereich des Aufschlusses/Schurfs sinnvoll sein, um die Beschaffenheit des Untergrundes/Unterbaus einer Verkehrsflächenbefestigung näher zu erkunden (siehe M GUB UA: Merkblatt über geotechnische Untersuchungen und Berechnungen im Straßenbau - Ergänzung für den Um- und Ausbau von Straßen (FGSV, Ausgabe 2013)).

Bei bzw. im Zuge von Erkundungen und Aufschlussarbeiten sind festzustellen bzw. folgende Proben zu entnehmen:

- Art/Aufbau der Bankettmaterialien/des Bankettbereichs, ggfs. schicht- bzw. horizontorientierte Probenentnahmen (in Abhängigkeit von der mutmaßlich geplanten bautechnischen „Behandlung“ des Banketts) zwecks abfallrechtlicher Untersuchungen und Einstufungen;
- Dicke und Art der gebundenen Schichten im Oberbau der Verkehrsflächenbefestigung (mit Bezeichnung von Asphaltmischgutart und -sorte nach TL Asphalt-StB bzw. der Art der Schicht mit teer-/pechtypischen Bestandteilen im Bindemittel - z.B. Einstreudecke) mittels Untersuchungen an Bohrkernen, Feststellung von teer-/pechtypischen Bestandteilen (PAK) im Bindemittel (qualitativ/quantitativ/schicht- bzw. horizontorientiert) und ggfs. fehlendem Schichtenverbund;
- Dicke und Art der ungebundenen Schichten im Oberbau der Verkehrsflächenbefestigung bis zum Planum (Feststellung im Bereich eines Aufbruchs/Schurfs, Gewinnung von Proben aus ungebundenen Schichten ohne Einflußnahme von Bohrwasser), petrographische (gesteinskundliche) Beschreibung/„technologische“ Bezeichnung nach TL SoB-StB bzw. der Art der Schicht mit teer/pechtypischen Bestandteilen im Bindemittel - z.B. „Teerschotter“; Stoffliche Kennzeichnung/Zusammensetzung (Stoffanteile);
- Art der Böden (und ggfs. der Baustoffe/Baustoffgemische) im Untergrund/Unterbau der Verkehrsflächenbefestigung mindestens bis zur o.a. Aufschlusstiefe (bzw. mindestens bis 20 cm unterhalb des mutmaßlichen/„rechnerischen“ Planums bzw. der Tiefenlage/„Unterkante“ der Hydraulisch gebundenen Tragschicht-in-situ), Feststellung im Bereich eines Aufbruchs/Schurfs, ggfs. Gewinnung von Proben aus Bodenhorizonten (ohne Einflußnahme durch Bohrwasser (!) zwecks abfallrechtlicher Untersuchungen und Einstufungen (für den Fall einer ggfs. erforderlichen Entsorgung von Bodenausbaustoffen)) ;
- Erfassung des Zustands/der Substanz der Verkehrsflächenbefestigung (Oberflächeneigenschaften, ggfs. Griffigkeit, Ausbrüche - „Schlaglöcher“, Durchbrüche, Risse, Ebenheit, Verformungen - Spurrinnen, Texturverhältnisse - offenporig, dicht (?) usw.).

Im Rahmen von Vorerkundungen/Voruntersuchungen ist in jedem Fall die Tragfähigkeit der im Bestand verbleibenden, nicht zu verfestigenden Schichthorizonte des vorhandenen Oberbaus bzw. Untergrundes/Unterbaus der Verkehrsflächenbefestigung für den Fall der Bauausführung einer Hydraulisch gebundenen Tragschicht-in-situ im Oberbau der Verkehrsflächenbefestigung zu ermitteln. Dies kann für die Festlegung/Überprüfung der gewählten Dicke (Soll-Dicke/„Aufbaudicke“) der Hydraulisch gebundenen Tragschicht in Abhängigkeit von der vorhandenen Belastungsklasse relevant werden.

Die Prüfung wird in der Tiefe durchgeführt, in der aufgrund des Dimensionierungsvorschlages „die Unterkante“ der Hydraulisch gebundenen Tragschicht-in-situ im Oberbau der Verkehrsflächenbefestigung (das „rechnerische“ Planum) geplant wird.

Die Tragfähigkeitsmessungen können durchgeführt werden:

- mittels Plattendruckversuch (sofern die Tiefenlage des "rechnerischen Planums" im Bereich der vorhandenen Verkehrsflächenbefestigung dies "technisch" zulässt) nach DIN 18314,
- mit leichtem oder mittelschwerem Fallgewichtsgerät.

Als Ergebnis von Voruntersuchungen können sich Dicke, Art und Zusammensetzung der gebundenen und ungebundenen Schichten des Oberbaus (auch vor dem Hintergrund des Vorhandenseins von Schichten mit teer-/pechtypischen Bestandteilen (PAK) im Bindemittel) bzw. die Verhältnisse im Untergrund/Unterbau der Verkehrsflächenbefestigung in einem Streckenabschnitt bzw. einer Fläche stark unterscheiden und damit Auswirkungen auf die Dimensionierung haben. Dementsprechend kann es sinnvoll sein, den Aufbau der vorgesehenen Befestigung und gegebenenfalls die Eignungsprüfung der geplanten Hydraulisch gebundenen Tragschicht-in-situ so anzupassen, dass Abschnitte gebildet werden, die hinsichtlich Baustoffgemischzusammensetzung im Oberbau bzw. Bodeneigenschaften im Untergrund/Unterbau der Verkehrsflächenbefestigung und somit der Dimensionierung im Oberbau als homogen bezeichnet werden können. Dafür eignen sich - im Einzelfall - insbesondere Benkelman-Balken-Untersuchungen auf der Oberfläche der vorhandenen Verkehrsflächenbefestigung.

Für Vorerkundungen/Voruntersuchungen sind für das Fachgebiet "G" (Asphalt) anerkannte RAP Stra-Prüfstellen - bzw. im Einzelfall Prüfstellen mit Akkreditierung für Prüfungen/Untersuchungen im Akkreditierungsbereich von Asphalt und Bitumen - zu beauftragen.

3 - Dokumentation der Untersuchungs- und Prüfergebnisse

- Örtlichkeit der geplanten Baumaßnahme mit Probenentnahmestellen und Probenbezeichnungen/Probennummern in einem Lageplan (eventuell als Auszug aus einer Feldkarte oder als "Vergrößerung" eines Netzknotenkartenauszugs) dokumentieren, ggfs. unterteilt in Bauabschnitte; Netzknotendaten der Baumaßnahme - als "Netzknotenzug" mit sämtlichen "betroffenen" Netzknoten und Abschnittslängen (und Angabe von Stationierungen als "Straßen-km" (0,000) und nicht (!!)) als "Bau-km" (0+000)) - aufführen;
- Angaben zu Zustandsmerkmalen der Oberfläche und zur Substanz der Verkehrsflächenbefestigung;
- Dicke und Art der gebundenen Schichten im Oberbau der Verkehrsflächenbefestigung, Schichtenfolge, Gleichmäßigkeit des Schichtenverlaufs;
- Angaben zu teer-/pechtypischen Bestandteilen - PAK (Angabe qualitativ/quantitativ/schicht- bzw. horizontorientiert) im Bindemittel der gebundenen Schichten im Oberbau der Verkehrsflächenbefestigung/des "Teerschotters"; Vorgaben/Vorschläge zur Wiederverwendung, Entsorgung oder Beseitigung von Ausbaumaterialien aus Schichten mit teer-/pechtypischen Bestandteilen im Bindemittel, Festlegung von ggfs. getrennt zu bitumenhaltigen Schichten vorzusehenden Fräslagen;
- Fehlender Schichtenverbund;
- Im Falle des Ausbaus von Asphaltsschichten mittels Fräsen zwecks Wiederverwendung als Asphaltgranulat (Asphaltfräsgut) für Asphaltmischgut: Angabe von ggfs. selektiven Frästiefen;
- Asphalteinlagen vorhanden (?);
- Dicke und Art der ungebundenen Schichten im Oberbau der Verkehrsflächenbefestigung;
- Art der Böden (und ggfs. der Baustoffe/Baustoffgemische) im Untergrund/Unterbau der Verkehrsflächenbefestigung mindestens bis zur o.a. Aufschlusstiefe (bzw. mindestens bis 20 cm unterhalb des mutmaßlichen/"rechnerischen" Planums bzw. der Tiefenlage/"Unterkante" der Hydraulisch gebundenen Tragschicht-in-situ);
- Ggfs. abfallrechtliche Prüfung und Einstufung sowie Vorgaben zur Behandlung von Bankettausbaumaterialien bzw. Bodenausbaustoffen im Untergrund/Unterbau, ggfs. getrennt nach Tiefenlage der Probenentnahmen (schicht-/horizontorientiert) und somit entsprechend dem späteren (getrennten (?)) Ausbau;

- Erkundungsdaten in chronologischer Reihenfolge - entsprechend dem "Netzknotenzug" (Strecken-zug) in Netzknotenrichtung (mit "aufsteigender NK-Kilometrierung" (0,000), falls vorhanden) bzw. in "geplanter Baurichtung" (mit Bau-Kilometrierung (0+000)) mit Angabe von "fixen" Bezugspunkten (Bauanfang/Bauende)) - graphisch/tabellarisch dokumentieren;
- Wahl einer Neubau- oder Sanierungsbauweise (mit Festlegung der Fräs-/Bearbeitungstiefe bei Bauausführung einer Hydraulisch gebundenen Tragschicht-in-situ im Oberbau der Verkehrsflächenbefestigung), Dimensionierung entsprechend der vorhandenen Belastungsklasse und Festlegung der Asphaltmischgutsorten (mit Schichtdicken) bzw. einer Betonrezeptur, Begründung der Wahl

Anhang 3: Ergänzendes Prüfprogramm für zu verfestigende Baustoffgemische mit teer-/pechtypischen Bestandteilen (für eine HGT-in-situ mit NovoCrete® ST 98)

Art der Prüfung	Anzahl Probenahmestellen	Ausgangsgemisch	Resultierendes Gemisch	Art der Probekörper	Verfahren	Anzahl Probekörper	Summe	Ziel
Hohlraumgehalt der Probekörper* (Dichtigkeit)	2 **	-	Hydr. gebundenes Baustoffgemisch	Durchmesser 150 mm	Modifizierter Proctor-Probekörper mit Stückgutrohdichte in Anlehnung an DIN EN 1097-6, Anhang A, nach 7 Tagen	je 3	6	Anforderung gewählt: ≤ 10 Vol.-%
Wasserdurchlässigkeit (Durchlässigkeit) mit Hohlraumgehalt der Probekörper	2 **	-	Hydr. gebundenes Baustoffgemisch		Modifizierter Proctor-Probekörper mit Stückgutrohdichte in Anlehnung an DIN EN 1097-6, Anhang A, nach 7 Tagen	je 2	4	Nachweis erforderlich (oder zur Erfahrungssammlung), wenn Hohlraum- anforderung nicht erfüllt werden konnte: Anforderung: $k_f < 10^{-7} \text{ m/s}$ (Empfehlung in Anlehnung an DIN EN ISO 17892-11, ehemals DIN 18130, Teil 1), Prüfung mit Triaxialzelle (150 mm) frühestens nach 28 Tagen
Eluat am Ausgangsgemisch/Probekörper	2 **	ungebundenes Baustoffgemisch	Hydr. gebundenes Baustoffgemisch	Durchmesser 100 mm	Modifizierter Proctor-Probekörper	an einer Station 3 und an einer Station 6	9	Prüfzeitpunkt ungebundenes Baustoffgemisch: sofort/Nachweis der Reduzierung der Elution von PAK (Anforderung der RuVA-StB nachweisen mit Prüfung nach 28 Tagen *** und nach 56 Tagen **** am Probekörper-Eluat)
Eluat am Probekörper	an einer Station von oben (siehe eine Zeile höher)	-	Hydr. gebundenes Baustoffgemisch		Marshall-Probekörper	je 6	6	Nachweis der Reduzierung der Elution von PAK (Anforderung der RuVA-StB nachweisen mit Prüfung nach 28 Tagen *** und nach 56 Tagen **** am Probekörper-Eluat)

*: Probekörper sind gleichzeitig Probekörper für die Elution

**: Mindestanzahl (im Einzelfall anpassen an Bauloslänge)

***: aufgrund von Erfahrungen in Ergänzung zu den TP Gestein-StB, Teil 7.1.2 (bzw. DIN EN 1744-3), gewählt

Prüfverfahren (PAK im Feststoff): DIN ISO 18287 (GC-MS)

Zeitpunkt Ausformen und Lagerung in Anlehnung an TP Beton-StB, Teil 3.1.3.4

der Probekörper bis zur Elution:

Prüfverfahren (Elution von PAK):

Eluatherstellung: in Anlehnung an TP Gestein-StB, Abschnitt 7.1.2 (Trogverfahren), bzw. DIN 1744-3 am Ausgangsgemisch (mit Siebkorb) und am Probekörper (modifizierter Proctor- bzw. Marshall-Probekörper);

Eluatbehandlung: Zentrifugation;

Analysemethoden für die PAK-Bestimmung (16 PAK nach EPA-Liste): DIN 38407-39 (GC-MS) bzw. DIN EN ISO 17993 (HPLC)