

# **Leitfaden I**

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

**Voruntersuchungen, Zusammensetzung,  
Prüfungen und Ausführungshinweise**

Stand: 06.03.2022

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

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>1 Vorbemerkungen .....</b>	<b>3</b>
<b>2 Vorerkundungen/Voruntersuchungen und Eignungsprüfung .....</b>	<b>5</b>
<b>2.1 – Begutachtung der Örtlichkeit/Probenentnahmen .....</b>	<b>5</b>
<b>2.2 – Tragfähigkeitsmessungen .....</b>	<b>6</b>
<b>2.3 – Eignungsprüfung/Anforderungen an die Baustoffgemische/Prüfungen im Labor .....</b>	<b>7</b>
<b>2.4 – Mischanweisung .....</b>	<b>9</b>
<b>3 Herstellung einer Hydraulisch gebundenen Tragschicht-in-situ mit dem Bindemittel .....</b> <b>NovoCrete® ST 98 im Oberbau einer Verkehrsflächenbefestigung</b>	<b>9</b>
<b>3.1 – Arbeitsgänge .....</b>	<b>9</b>
<b>3.2 – Maschinenteknik .....</b>	<b>11</b>
<b>3.3 – Ausführungshinweise .....</b>	<b>11</b>
<b>4 Eigenüberwachung .....</b>	<b>13</b>
<b>5 Kontrollprüfung des Auftraggebers .....</b>	<b>16</b>
<b>6 Überbauen mit Asphalt/Beton .....</b>	<b>18</b>
<b>7 Zusammenfassung .....</b>	<b>20</b>
<b>Anhang 1 – Prüfverfahrensliste .....</b>	<b>22</b>
<b>Anhang 2 – Vorerkundungen/Voruntersuchungen .....</b>	<b>24</b>

## 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 und sollen die in diesen 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 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 bei einer Erneuerung bzw. beim Neubau von Verkehrsflächenbefestigungen sollte 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 durchgeführt werden sollten. Sie sollen dazu beitragen, Einsatzmöglichkeiten und Anwendbarkeit dieser Art 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 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. 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 Straßenoberbaus - 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 überschritten 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 im Akkreditierungsbereich der hydraulisch gebundenen Baustoffe/Baustoffgemische durch die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH nach DIN EN ISO/IEC 17025 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) und zur Art des vorhandenen Straßenoberbaus, u.U. auch zur Tragfähigkeit des ungebundenen Straßenoberbaus, sowie ggfs. zur Verwertungsmöglichkeit von Straßenausbaustoffen (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 im Anhang 1 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 Straßenoberbau kann der Aufbau der Befestigung auf verschiedene Art und Weise festgestellt werden:

- Entnahme von Bohrkernen mit  $D = 300$  mm (unter Umständen auch größer),
- Aufbrüche, Schürfe (z.B. Fräspolier, 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 dem Aufschluss/Schurf 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,
- 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 250 m (Abstand auf jeder Fahrbahnseite 500 m), bei größeren Längen sind diese im Abstand von 300 bis maximal 500 m (Abstand auf jeder Fahrbahnseite 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 Fahrbahnverbreiterung 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  $\geq 12$  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 den Fahrbahnbereich - vorgesehen bzw. erforderlich, sind entsprechende Probemengen 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 der Vorerkundungen/Voruntersuchungen können sich Dicke, Art und Zusammensetzung

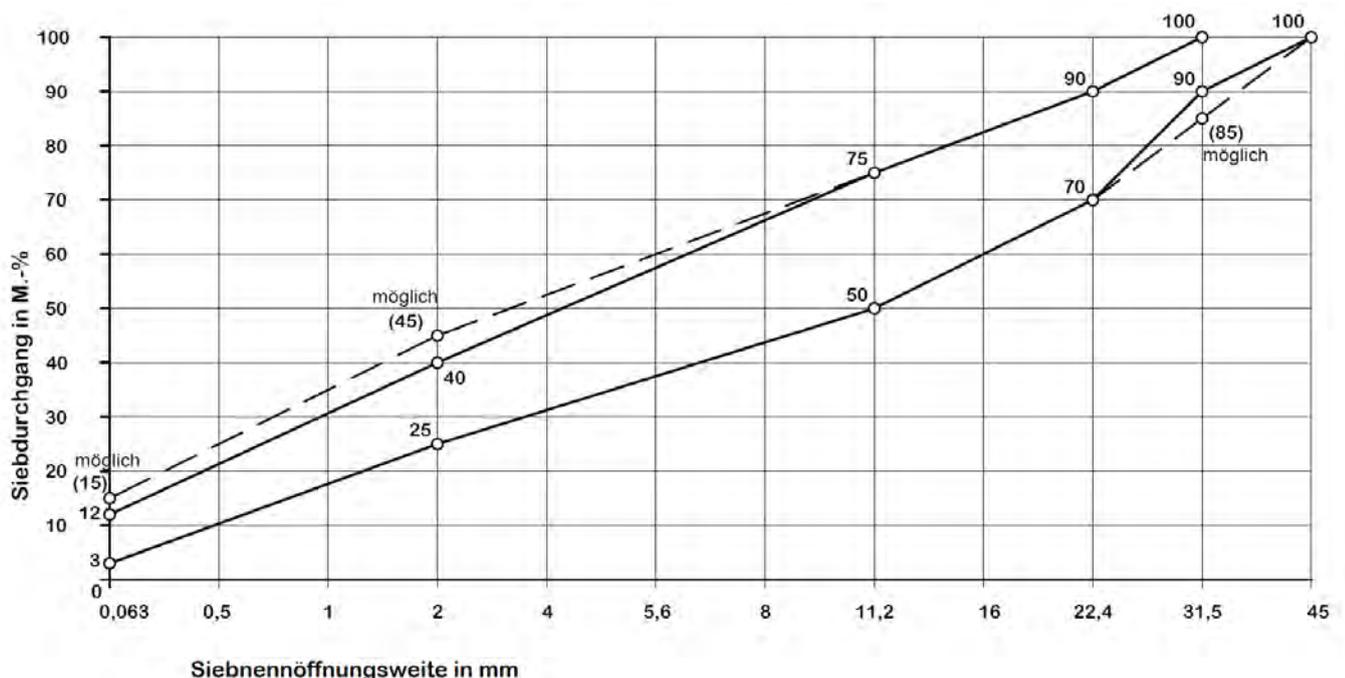
der gebundenen und ungebundenen Schichten des Straßenoberbaus bzw. die Verhältnisse im Untergrund/Unterbau in einem Streckenabschnitt bzw. einer Fläche stark unterscheiden und damit Auswirkungen auf die Dimensionierung haben. Dementsprechend kann es sinnvoll sein, den Aufbau der vorgesehenen Befestigung 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 beigefügt. 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.

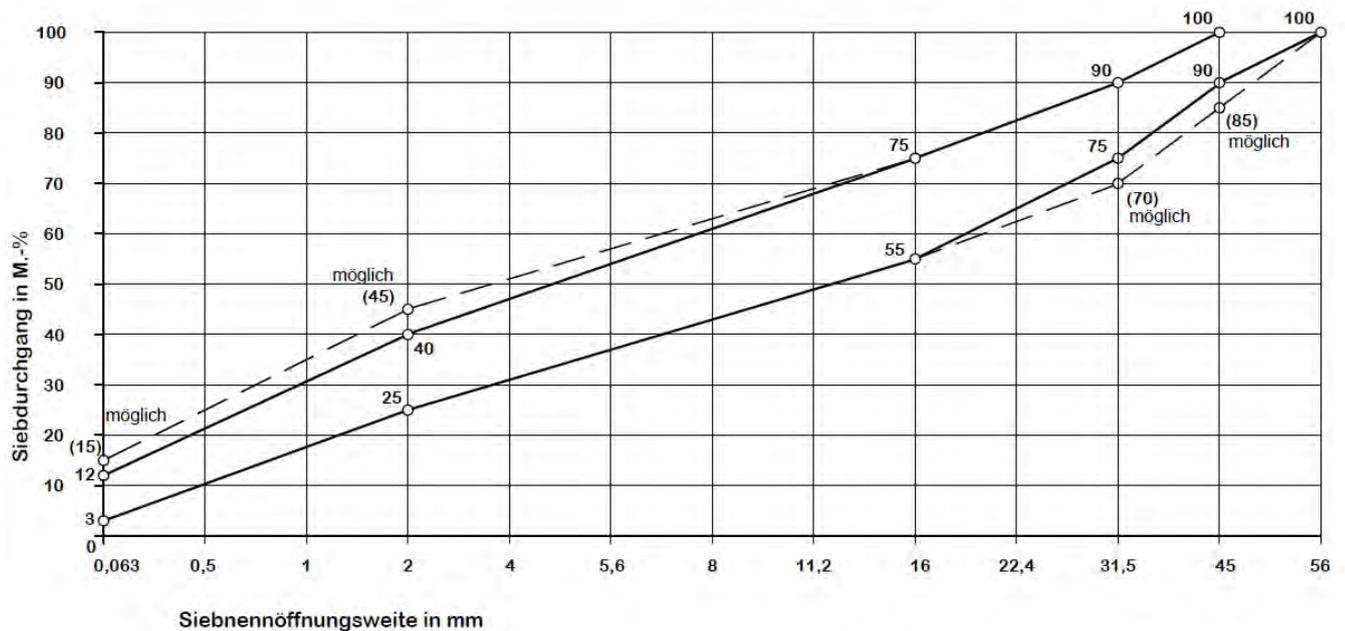
### 2.3 Eignungsprüfung/Anforderungen an die Baustoffgemische/Prüfungen im Labor

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!

Mögliche und somit anzustrebende Sieblinien für die Korn-/Stückgrößenverteilung von Baustoffgemischen für Hydraulisch gebundene Tragschichten-in-situ im Straßenoberbau (Gemische 0/32 bzw. 0/45) sind aus den nachfolgenden Abbildungen 1 und 2 abzulesen.



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



**Abbildung 2:** Sieblinienbereich der Baustoffgemische für Hydraulisch gebundene Tragschichten-in-situ 0/45 mit NovoCrete® ST 98 als Bindemittel

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 - 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.

Das Bindemittel NovoCrete® ST 98 eignet sich u.a. auch für die Herstellung von hydraulisch gebundenen Tragschichten (gegebenenfalls auch Ausführung in situ) aus Mischgranulat(en) mit teer-/pechhaltigen Inhaltsstoffen.

Aufgrund des schnellen Abbindeverhaltens ist darauf zu achten, die Versuche zur Bestimmung des optimalen Wassergehaltes des Gemisches sowie des erforderlichen Bindemittelgehalts mittels Proctorver-

such 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 Anforderungen an die Druckfestigkeit von hydraulisch gebundenen Tragschichten nach 28 Tagen - bei Überbauung mit Asphalt - in Anlehnung an TL Beton-StB 6 bis 8 (im Einzelfall bis 10)  $\text{N/mm}^2$ , beim Einbau von Fahrbahndecken aus Beton entsprechend TL Beton-StB mindestens  $15 \text{ N/mm}^2$  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 den Prüfungen im Rahmen von Eignungsprüfungen zu Grunde zu legenden Prüfverfahren ist im Anhang 1 dieses Leitfadens aufgeführt.

## 2.4 Misanweisung

Die Eignungsprüfung gibt zum jeweiligen Projekt die Misanweisung 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  $\text{kg/m}^3$
- Dicke der herzustellenden verdichteten Schicht in m
- Zugabemenge NovoCrete® ST 98 M.-% und
- Zugabemenge Wasser in M.-%

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

## 3 Herstellung einer hydraulisch gebundenen Tragschicht-in-situ 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) 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.

<b>Arbeitsgänge zur Herstellung einer NovoCrete® ST 98-Schicht im Oberbau einer Verkehrsflächenbefestigung (Hydraulisch gebundene Tragschicht-in-situ) im Baumischverfahren</b>			
<b>Arbeitsgang</b>	<b>Gerät</b>		<b>Bemerkungen</b>
(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	Streumengensteuerung/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 und mindestens zweimal am darauffolgenden Tag (besser: 3 Tage lang!) nachbehandeln/wässern	--	Tankfahrzeug	Gegebenenfalls Versiegeln am Tag der Herstellung

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

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.

### 3.2 Maschinenteknik

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 Straßenoberbau aus der Dicken-Festlegung/Dimensionierung (siehe Tafeln 1 und 2) entsprechend der vorhandenen Belastungsklasse (und einem gewissen Zuschlag von ca. 15 %). Daneben kommt auch der Vorbereitung des zu verfestigenden Baustoffgemisches/der Schicht eine besondere Bedeutung zu. Diese soll hinsichtlich der erforderlichen Verdichtung homogen zusammengesetzt sein. Dafür ist zwingend eine Beprobung der zu bearbeitenden Schicht 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 dem Größtkorndurchmesser des Baustoffgemisches bei Hydraulisch gebundenen Tragschichten-in-situ 0/32 im Oberbau einer Verkehrsflächenbefestigung mindestens 15 cm und bei 0/45 mindestens 20 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  $\geq 20$  °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 abgeböschert mit einer Neigung von  $\leq 2 : 1$  bis  $1 : 1$  herzustellen. Dabei ist die Randausbildung vorzugsweise mittels walzenbasiertem Kantenandrückgerät (Kantenrolle) und mit einer Wirtktiefe/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 empfohlen (bei Baustoffgemischen mit Pechinhaltsstoffen zwingend erforderlich), zumindest aber "des hoch liegenden Randbereichs" - 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 gegenüber der darüberliegenden Asphalttragschicht (Asphalttragdeckschicht) bzw. Betondecke 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 sollte mindestens  $2/3$  ihrer Dicke entsprechen.

Die fertig hergestellten Flächen sind arbeitstäglich nachzubehandeln/zu versiegeln oder am Tag der Herstellung zu wässern und mindestens auch am folgenden Tag (besser: 3 Tage lang) feucht zu halten. Ein Versiegeln der Oberfläche der HGT-in-Situ kann durch Ansprühen mit instabiler Bitumenemulsion und anschließendem Abstreuen mit gebrochener Gesteinskörnung  $2/5$  bzw.  $5/8$  geschehen und kommt nur in Ausnahmefällen zur Ausführung, 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 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 sollte sich an der herzustellenden Schichtdicke orientieren und ist auf einen Größtkorndurchmesser von 45 mm und einen maximalen Überkornanteil von 10 M.-% zu begrenzen. Die Korn- bzw. Stückgrößenverteilung wird anhand von 4 (5) Sieben ermittelt. Dabei werden die Siebe (56), 45 mm, 32 mm, eventuell 22 mm und 2 mm benutzt.

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 °C, verhindern. Zu heiße Bindemittel lassen sich nicht ausreichend genau ausstreuen bzw. einmischen, da sie bei Bearbeitung "zum Fließen" neigen.

Die Prüfung der Ausstremenge 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 Tragschichten-in-situ (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 mittels direkten Prüfverfahren (Sandersatz- oder Wasserballon-Verfahren) und Vergleich mit der jeweils mittels Proctorversuch ("Einpunkt-Proctor") ermittelten Bezugsdichte an der jeweiligen Probenentnahmestation. Durch den Einsatz von radio-metrischen 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  $E_{\text{vdyn}} \geq 70 \text{ MN/m}^2$  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.

<b>Prüfprogramm zur Eigenüberwachung von NovoCrete® ST 98-Gemischen und -Schichten im Oberbau einer Verkehrsflächenbefestigung (Hydraulisch gebundene Tragschicht-in-situ) im Baumischverfahren</b>			
<b>Prüfungen</b>	<b>Dimension</b>	<b>Prüfdichte</b>	<b>Bemerkungen</b>
<b>Baustoffgemisch (eventuell pechhaltiges Mischgranulat), Ausgangszustand <sup>1)</sup>, als "Vorprofil" nach Verdichtung hergestellt</b>			
Verdichtungsgrad mit Dichtebestimmung mittels Dichte-Ersatzverfahren <sup>2)</sup>	[%]	1 x je 3.000 m <sup>2</sup>	mindestens 1 x täglich
Wassergehalt	[M.-%]	1 x je 3.000 m <sup>2</sup>	<sup>3)</sup>
<b>Korn-/Stückgrößenverteilung</b>			
Durchgang Sieb 45 mm	[M.-%]	1 x je 3.000 m <sup>2</sup>	mindestens 90 M.-% (0/45)
Durchgang Sieb 32 mm	[M.-%]	1 x je 3.000 m <sup>2</sup>	mindestens 90 M.-% (0/32) bzw. 75 (70) bis 90 M.-% (0/45)
Durchgang Sieb 22 mm (bei Baustoffgemisch 0/32)	[M.-%]	1 x je 3.000 m <sup>2</sup>	70 bis 90 M.-% (0/32)
Durchgang Sieb 2 mm	[M.-%]	1 x je 3.000 m <sup>2</sup>	siehe Sieblinienbereich in den Abbildungen 1 bzw. 2
Beschaffenheit des Baustoffgemischs	--	1 x je 250 m	mindestens 2 x täglich
<b>Bindemittel NovoCrete® ST 98</b>			
Probenentnahme 5 kg	--	1 x	je Lieferfahrzeug
Temperatur bei Anlieferung	[°C]	1 x	je Lieferfahrzeug
Ausstreumenge	[kg/m <sup>2</sup> ]	1 x je 1.000 m <sup>2</sup>	mindestens 2 x täglich
<b>Baustoffgemisch (vorbereitet), mit dem Bindemittel NovoCrete® ST 98</b>			
Probenentnahme aus unverdichteter Schicht, ca. 50 kg	--	1 x je 3.000 m <sup>2</sup>	mindestens 2 x täglich
Wassergehalt	[M.-%]	1 x je 3.000 m <sup>2</sup>	mindestens 2 x täglich
Beschaffenheit des Baustoffgemischs	--	1 x je 3.000 m <sup>2</sup>	mindestens 2 x täglich
Herstellung von 3 bzw. 6 (8) Proctor-Probekörpern Ø 150 mm	[Stck.]	1 x je 3.000 m <sup>2</sup>	mindestens jeweils 1 x täglich
Bestimmung der Feuchtraumdichte	[g/cm <sup>3</sup> ]	1 x je 3.000 m <sup>2</sup>	mindestens 2 x täglich
Berechnung der Trockenraumdichte	[g/cm <sup>3</sup> ]	1 x je 3.000 m <sup>2</sup>	mindestens 2 x täglich
Druckfestigkeit nach 7 Tagen von Proctor-Probekörpern	[N/mm <sup>2</sup> ]	1 x je 6.000 m <sup>2</sup>	mindestens 1 x täglich
Druckfestigkeit nach 28 Tagen von Proctor-Probekörpern	[N/mm <sup>2</sup> ]	1 x je 6.000 m <sup>2</sup>	mindestens 1 x täglich
<b>Hergestellte Schicht, mit dem Bindemittel NovoCrete® ST 98, nach der Verdichtung</b>			
Schichtdicke	[cm]	1 x je 1.000 m <sup>2</sup>	fortlaufend, mindestens 2 x täglich
Verdichtungsgrad mit Dichtebestimmung mittels Dichte-Ersatzverfahren <sup>2)</sup>	[%]	1 x je 3.000 m <sup>2</sup>	in jedem Fertigungsstreifen, mindestens 2 x täglich
Tragfähigkeitsentwicklung mittels LFG <sup>4)</sup>	[MN/m <sup>2</sup> ]	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 !
<b>Verbrauchsmengen an hydraulischem Bindemittel <sup>5)</sup></b>			
Verbrauchsmenge gesamt	t	täglich	Geräteanzeige/Lieferscheine
Verbrauchsmenge je m <sup>2</sup>	[kg/m <sup>2</sup> ]	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  $E_{\text{v,dyn}} \geq 70 \text{ MN/m}^2$  // 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) 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. im Anhang 1 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.

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) für eine Hydraulisch gebundene Tragschicht-in-situ mit dem Bindemittel NovoCrete® ST 98 unter Bezugnahme auf Anhang D der ZTV Beton-StB Anforderungen an bestimmte Siebdurchgänge bzw. Korn-/Stückgrößenanteile (siehe Anhang A der ZTV Beton-StB).

Für das hydraulisch gebundene Tragschichtgemisch mit dem Bindemittel NovoCrete® ST 98 gilt abweichend von den ZTV Beton-StB für den Einzelwert der Druckfestigkeit - bei Asphaltüberbauung - eine Mindest-Druckfestigkeit von  $4 \text{ N/mm}^2$ , bei Fahrbahndecken aus Beton  $8 \text{ N/mm}^2$ , der Mittelwert muss unter Asphaltbefestigungen mindestens  $6 \text{ N/mm}^2$  betragen und darf  $12 \text{ N/mm}^2$  nicht überschreiten, bei einer Betonkonstruktion gilt für den Mittelwert der Druckfestigkeit mindestens  $10 \text{ N/mm}^2$ .

<b>Prüfprogramm für Kontrollprüfungen an NovoCrete® ST 98-Gemischen bzw. -Schichten im Oberbau einer Verkehrsflächenbefestigung (Hydraulisch gebundene Tragschicht-in-situ) im Baumischverfahren</b>			
<b>Prüfungen</b>	<b>Dimension</b>	<b>Prüfdichte</b>	<b>Bemerkungen</b>
<b>Baustoffgemisch (eventuell pechhaltiges Mischgranulat), Ausgangszustand, als "Vorprofil" nach Verdichtung hergestellt</b>			
Verdichtungsgrad mit Dichtebestimmung mittels Dichte-Ersatzverfahren <sup>1)</sup>	[%]	1 x je 6.000 m <sup>2</sup>	mindestens 1 x täglich
Korn-/Stückgrößenverteilung	[M.-%]	1 x je 6.000 m <sup>2</sup>	mindestens 1 x täglich
Beschaffenheit des Baustoffgemischs	--	1 x je 3.000 m <sup>2</sup>	mindestens 2 x täglich
<b>Hydraulisches Bindemittel NovoCrete® ST 98</b>			
Probenentnahme 5 kg <sup>2)</sup>	--	1 x	je Lieferfahrzeug
Ausstreumenge	[kg/m <sup>2</sup> ]	1 x je 3.000 m <sup>2</sup>	mindestens 2 x täglich
<b>Baustoffgemisch (vorbereitet), mit dem Bindemittel NovoCrete® ST 98</b>			
Probenentnahme aus unverdichteter Schicht, ca. 20 kg	--	1 x je 3.000 m <sup>2</sup>	mindestens 2 x täglich
Wassergehalt	[M.-%]	1 x je 3.000 m <sup>2</sup>	mindestens 2 x täglich
Beschaffenheit des Baustoffgemischs	--	1 x je 3.000 m <sup>2</sup>	mindestens 2 x täglich
Herstellung von 3 (4) Proctor-Probekörpern mit Ø 150 mm	[Stck.]	1 x je 3.000 m <sup>2</sup>	mindestens 1 x täglich
Bestimmung der Feuchtraumdichte <sup>3)</sup>	[g/cm <sup>3</sup> ]	1 x je 3.000 m <sup>2</sup>	mindestens 1 x täglich
Berechnung der Trockenraumdichte <sup>3)</sup>	[g/cm <sup>3</sup> ]	1 x je 3.000 m <sup>2</sup>	mindestens 1 x täglich
Druckfestigkeit nach 28 Tagen <sup>3)</sup>	[N/mm <sup>2</sup> ]	1 x je 3.000 m <sup>2</sup>	mindestens 1 x täglich
Nachweis der Umweltverträglichkeit <sup>4)</sup>	--	--	je nach Erfordernis
<b>Hergestellte Schicht, mit dem Bindemittel NovoCrete® ST 98, nach der Verdichtung</b>			
Schichtdicke	[cm]	1 x je 1.000 m <sup>2</sup>	in jedem Fertigungsstreifen, mindestens 2 x täglich
Verdichtungsgrad mit Dichtebestimmung mittels Dichte-Ersatzverfahren <sup>1)</sup>	[%]	1 x je 3.000 m <sup>2</sup>	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
Profilhochrechte Lage	[cm]	1 x je 50 m	in jedem Fertigungsstreifen

- 1) unter Verwendung der Bezugs-Raumdicke (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, aus unmittelbar nach Ende des Durcharbeitens/Mischens der NovoCrete® ST 98-Schicht entnommenem Gemisch auf der Baustelle hergestellt
- 4) bei pechhaltigem Mischgranulat oder sonstigen wasserwirtschaftlich relevanten Inhaltsstoffen in Baustoffgemischen entsprechend den Vorgaben des Bauvertrags

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

Für den Verdichtungsgrad und die übrigen Eigenschaften der hergestellten/eingebauten Hydraulisch gebundenen Tragschicht-in-situ 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-Verfahrens (siehe auch lfd. Nr. 16 in Anlage 1) durchführen zu lassen. Eine Bewertung der Prüfergebnisse kann anhand der Tragfähigkeitszahl  $T_z$  und deren Zuordnung zu den Orientierungswerten der Tabelle 1 im Teil C 2.1 des FGSV-Arbeitspapiers "Tragfähigkeit von Verkehrsflächenbefestigungen" (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 vornehmen zu lassen. Eine Verkehrsflächenbefestigung sollte mindestens an 10 Meßpunkten überprüft werden (1 Meßpunkt je 300 bis 600 m<sup>2</sup>, je nach Größe der Baumaßnahme bzw. des zuzuordnenden Bauabschnitts/Bautakts). Die Anforderung an die Tragfähigkeit entsprechend der vorliegenden Belastungsklasse gilt als erfüllt, wenn in 9 von 10 Fällen (bzw. Erfüllungsniveau: mindestens 90 %) die Tragfähigkeitszahl T<sub>z</sub> 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.

## **6 Überbauen mit Asphalt/Beton**

NovoCrete® ST 98-Schichten im Oberbau einer Verkehrsflächenbefestigung (als HGT-in-situ ausgeführt) sind für eine direkte Beanspruchung/Befahrung durch Verkehr nicht geeignet. Nach Maßgabe der Empfehlungen gemäß Tabelle 1 sollte eine Überbauung einer Hydraulisch gebundenen Tragschicht-in-situ frühestens nach 3 Tagen erfolgen. Sie sollte dann anschließend allerdings möglichst kurzfristig (in der Regel mit Asphalt-schichten, im Einzelfall auch mit einer Betondecke) überbaut werden. Die Dicke der Asphalt- bzw. Betonüberbauung richtet sich nach den Empfehlungen gemäß den Tafeln 1 bzw. 2, die in Abhängigkeit von der Belastungsklasse und der Tragfähigkeit des "rechnerischen" (fiktiven) Planums (für den Fall einer Asphaltüberbauung) in Anlehnung an die RStO 01 bzw. 12 aufgestellt wurden. 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 Mindestdicke dieser Schicht ( $\geq 25$  cm für  $E_{v2} = 80$  N/mm<sup>2</sup>,  $\geq 30$  cm für  $E_{v2} = 120$  N/mm<sup>2</sup>) - "vorab gezielt" erhöht werden. Das HGT-"in-situ"-Baustoffgemisch ist dann ggfs. "außerhalb des Baufeldes" baustellennah/baustellenseitig mit einem semi-mobilem (Zwangs-)Mischer ("in-plant") aufzubereiten und dann (optimalerweise mittels Fertiger) einzubauen.

Die Notwendigkeit der "Verklebung" der NovoCrete® ST 98-Schicht (als Hydraulisch gebundene Tragschicht-in-situ) mit einer Asphaltüberbauung ist noch nicht abschließend untersucht worden. Bisher wurden NovoCrete® ST 98-Schichten vor der Überbauung nicht angesprüht. Tragfähigkeitsschäden oder Risse sind bisher in 20 Jahren der Herstellung von Verkehrsflächenbefestigungen mit NovoCrete® ST 98-Schichten und Asphaltüberbauung nicht aufgetreten. Deshalb ist dies z.Zt. nicht vorgesehen.

Die erste Asphalt-schicht, 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/m<sup>2</sup> oder alternativ
- mit der "Bemessungsdicke" gemäß Tafel 1 (wobei dann eine "Grunddicke" in cm abgerechnet wird, die sich aus der Bemessungsdicke und einem Zuschlag in Höhe von 15 % ergibt) und Berücksichtigung einer "möglichen Übertonnage" in kg/m<sup>2</sup> (z.B. 15 kg/m<sup>2</sup>).

Hydraulisch gebundene Tragschichten-in-situ mit NovoCrete® ST 98 als Bindemittel dürfen erst dann mit Asphalt-schichten bzw. einer Betondecke überbaut werden, wenn bei Messungen zur Bestimmung der Tragfähigkeitsentwicklung mit dem Leichten Fallgewichtsgesetz (LFG) im Rahmen der Eigenüberwachung durchgängig im gesamten Bau-feld E<sub>vdyn</sub>-Werte  $\geq 70$  MN/m<sup>2</sup> vorliegen. Damit wird eine ausreichende Tragfähigkeit für das Befahren der Hydraulisch gebundenen Tragschicht-in-situ mit Asphaltmischgut-Transportfahrzeugen und Asphaltfertiger-n bzw. Einbauaggregaten für den Betondeckenbau und Beton-Lieferfahrzeugen bestätigt.

Zur Auswahl von geeigneten Asphaltmischgutsorten für eine zweckmäßige Überbauung der Hydraulisch gebundenen Tragschicht-in-situ 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.

Zeile	Belastungsklasse	Bk100	Bk32	Bk10	Bk3,2	Bk1,8	Bk1,0	Bk0,3	Bk0,1 <sup>(1)</sup>	
	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 Frostschuttschicht									
	1	Asphaltdecke	12	12	12	10	4	4	4	10
	Asphalttragschicht	22	18	14	12	16	14	10	10	
	Frostschuttschicht	Σ34	Σ30	Σ26	Σ22	Σ20	Σ18	Σ14	Σ10	
	Dicke der Frostschuttschicht	45	45	45	45	45	45	45	45	
	Asphalttragschicht und Tragschicht mit Hydraulischen Bindemitteln auf Frostschuttschicht bzw. Schicht aus frostunempfindlichem Material									
	2.1	Asphaltdecke	12	12	12	10	4	4	4	4
	Asphalttragschicht	14	10	8	8	10	10	10	10	
	Hydraulisch gebundene Tragschicht (HGT)	15	15	15	15	15	15	15	15	
	Frostschuttschicht	Σ41	Σ37	Σ35	Σ33	Σ31	Σ29	Σ29	Σ29	
Dicke der Frostschuttschicht	45	45	45	45	45	45	45	45		
2.2	Asphaltdecke	12	12	12	10	4	4	4	4	
Asphalttragschicht	18	14	10	10	12	10	10	10		
Verfestigung	15	15	15	15	15	15	15	15		
Schicht aus frostunempfindlichem Material - weich- oder intermittierend gestukt gemäß DIN 18196	Σ45	Σ41	Σ37	Σ35	Σ31	Σ29	Σ29	Σ29		
Dicke der Schicht aus frostunempfindlichem Material	10	20	30	40	14	24	34	44		
Asphaltoberbau: Asphalttragschicht auf Planum										
RStO 12, Tafel 4	1	Asphaltdecke	12	12	12	10	10	4	4	
	Asphalttragschicht	34	30	26	26	24	26	22	18	
		Σ46	Σ42	Σ38	Σ36	Σ34	Σ30	Σ26	Σ22	
Asphaltoberbau: Asphalttragschicht und Hydraulisch gebundene Tragschicht (HGT-in-situ) auf "rechnerischem" Planum										
Bauweise mit HGT-in-situ und NovoCrete® ST 98 als Bindemittel auf "rechnerischem" Planum	V.1	Asphaltdecke	12	12	10	10	4	4	4	
		Asphalttragschicht	10	8	8	8	12	12	8	
	Hydraulisch gebundene Tragschicht-in-situ mit NovoCrete® ST 98	26	26	24	26	26	22	22		
			Σ46	Σ46	Σ44	Σ42	Σ42	Σ39	Σ34	
	V.2	Asphaltdecke	12	12	10	10	4	4	4	
		Asphalttragschicht	6	6	6	6	10	10	6	
	Hydraulisch gebundene Tragschicht-in-situ mit NovoCrete® ST 98	30	30	28	30	30	25	22		
			Σ48	Σ46	Σ44	Σ44	Σ41	Σ35	Σ30	
	V.13	Asphaltdecke	12	12	10	10	4	4	4	
		Asphalttragschicht	10	8	8	8	12	12	8	
	Hydraulisch gebundene Tragschicht-in-situ mit NovoCrete® ST 98	23	23	21	23	23	19	19		
			Σ45	Σ43	Σ41	Σ39	Σ36	Σ31	Σ27	
V.14	Asphaltdecke	12	12	10	10	4	4	4		
	Asphalttragschicht	20	20	20	20	18	20	16		
Hydraulisch gebundene Tragschicht-in-situ mit NovoCrete® ST 98	120	120	120	120	120	120	120			
		Σ42	Σ40	Σ38	Σ36	Σ36	Σ33	Σ24		

- ① aus RStO 01 "abgeleitet" bzw. übernommen
  - 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")
- (Dickenangaben in cm;  $E_{T,2}$ -Mindestwerte in MPa)

Tafel 1: Bauweisen mit Asphaltbefestigung

Zeile	Belastungsklasse	Bk100	Bk32	Bk10	Bk3,2	Bk1,8	Bk1,0	Bk0,3	Bk0,1
	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									
Tragschicht mit hydraulischen Bindemitteln auf Frostschutzschicht bzw. Schicht aus frostunempfindlichem Material									
RStO 12, Tafel 2	1.1	Betondecke	27	26	25	24	23		
	Vliesstoff	15	15	15	15	15	15		
	Hydraulisch gebundene Tragschicht (HGT)	120	120	120	120	120	120		
Frostschutzschicht									
Dicke der Frostschutzschicht									
RStO 12, Tafel 4	2	Betondecke	27	26	25				
	Vliesstoff	25	25	23					
	Tragschicht mit hydraulischem Bindemittel	45	45	45					
Bauweise mit HGT-in-situ und NovoCrete® ST 98 als Bindemittel auf "rechnerischem" Planum	V.3	Betondecke	27	26	25	24	23	21	19
	Vliesstoff	25	25	23	21	20	20	18	17
	Hydraulisch gebundene Tragschicht-in-situ mit NovoCrete® ST 98	45	45	45	45	45	45	45	45

① aus RStO 12, Tafel 2, Zeile 1.3, "abgeleitet"

(Dickenangaben in cm; ▽ E<sub>o</sub>-Mindestwerte in MPa)

Tafel 2: Bauweise mit Betondecke

## 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 sind in den Tafeln 1 und 2 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,
- Ggfs. Immobilisierung von "Schadstoffen" in vorhandenen, zu verfestigenden Baustoffgemischen,
- 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) Konstruktionschichten 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 möglich,

- Auch "In-situ"-Bauausführung einer Hydraulisch gebundenen Tragschicht (HGT-in-situ) mit einem Baustoffgemisch möglich, das "außerhalb des Baufeldes" baustellennah/baustellenseitig mit einem semi-mobilen (Zwangs-)Mischer ("in-plant") aufbereitet und dann (möglichst mittels Fertiger) eingebaut wird,
- Auch In-situ-Bauausführung einer Hydraulisch gebundenen Tragschicht (HGT-in-situ) mit einem Baustoffgemisch möglich, das Pechinhaltsstoffe aufweist (deutliche Reduktion der möglichen Elution von Polycyclischen Aromatischen Kohlenwasserstoffen - PAK - und somit deren wesentliche Immobilisierung auch im Falle einer hohen Feststoffkonzentration an PAK erreichbar, wenn eine "dichte Sieblinie" - Siebdurchgang des Baustoffgemischs bei 2,0 mm:  $\geq 30$  M.-% - gewählt/angesteuert und somit eine entsprechend "dichte" Schicht hergestellt 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 Frostschuttschicht entbehrlich, ermöglicht gleichzeitig die "Verarbeitung" erhöhter Feinkornanteile  $< 0,063$  mm im zu verfestigenden Baustoffgemisch (dann mit Nachweisführung einer ausreichenden Frostbeständigkeit über eine erweiterte Frostprüfung), erfordert kein Kerben und gewährleistet zudem eine "sichere, wenig witterungsanfällige, weil standfeste Unterlage" für den weiteren Baufortschritt vor dem Hintergrund des nachfolgenden Asphalt- bzw. Betoneinbaus.
- 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" 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 Bindemiteleigenschaften, 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 "Asphalt- bzw. Betonüberbauung") möglich werden.

**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		
<b>Hydraulisch gebundene Tragschicht-in-situ (HGT-in-situ) im Oberbau einer Verkehrsflächenbefestigung</b>							
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 für Gesteinskörnungsgemische	TP Gestein-StB, T. 4.1.2; TP Beton-StB, Abschnitte 3.1.1.1 bzw. 4.1.4.4
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
<b>Umweltrelevante Merkmale</b>							
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; Profildgerechte Lage	TP Eben – Berührende Messung
14	(X)	X	X	X	X	Schichtdicke/Einbaudicke	TP D-StB; TP Beton-StB, Abschnitt 4.1.5.1

Nr.	Anwendung bei Prüfungen im Rahmen von					S a c h-I n h a l t	Regelwerk
	VU	EP	EÜ	KP	SU		
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 Fallgewichtsgerät	TP BF-StB, T. B 8.3
<b>Boden/Untergrund bzw. Unterbau - unterhalb des (fiktiven) Planums</b>							
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 Fallgewichtsgerät	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); Baumbestand ("Lichttraumprofil"); 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; 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 zu Pechinhaltsstoffen im Bindemittel der gebundenen Schichten des Oberbaus der Verkehrsflächenbefestigung bzw. im Falle von "Teerschotter" bei Bauweisen mit "Einstreudecke"), Verhältnisse des Untergrunds/Unterbaus (Bodenart), 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;
- Geplante Dauer der Baumaßnahme berücksichtigen;
- Verfügbarkeit eines Wasseranschlusses prüfen;
- Leitungspläne und Unterlagen zu Bombenverdachtsflächen einsehen;
- Örtlichkeit und Bedingungen für die Einrichtung eines Baustellenlagers prüfen

### **2 - Untersuchungen/Prüfungen/Probenentnahmen**

Für die Erneuerung einer vorhandenen Verkehrsflächenbefestigung können ihre Art und ihr Aufbau auf verschiedene Art und Weise festgestellt werden:

- Aufbrüche, Schürfe (z.B. Fräsprobe, Baggerschurf) anlegen;
- Entnahme von Bohrkernen mit  $D = 300$  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 Oberbaus der Verkehrsflächenbefestigung) für die vorliegende Belastungsklasse entsprechen.

Es können auch Ramm- und/oder Bohrsondierungen (DN 80 und Rammsondierung (DPH)) im Bohrloch oder dem Aufschluss/Schurf 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 einem pechhaltigen Bindemittel - z.B. Einstreudecke) mittels Untersuchungen an Bohrkernen, Feststellung von Pechbestandteilen im Bindemittel und ggfs. fehlendem Schichtenverbund;
- Dicke und Art der ungebundenen Schichten im Oberbau der Verkehrsflächenbefestigung bis zum Planum (Feststellung im Bereich des Aufbruchs/Schurfs), petrographische Beschreibung/"technologische" Bezeichnung nach TL SoB-StB bzw. der Art der Schicht mit einem pechhaltigen Bindemittel - z.B. Teerschotter;
- 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);
- 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 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 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)) - auführen;
- Angaben zu Zustandsmerkmalen der Oberfläche und zur Substanz der Verkehrsflächenbefestigung;
- Dicke und Art der gebundenen Schichten im Oberbau der Verkehrsflächenbefestigung, Schichtenfolge, Gleichmäßigkeit des Schichtenverlaufs;
- Pechbestandteile im Bindemittel der gebundenen Schichten im Oberbau der Verkehrsflächenbefestigung/des "Teerschotters"; Vorgaben/Vorschläge zur Wiederverwendung, Entsorgung oder Beseitigung von Ausbaumaterialien aus pechhaltigen Schichten, Festlegung von ggfs. getrennt zu bitumenhaltigen Schichten vorzusehenden Fräslagen;
- Fehlender Schichtenverbund;
- Im Falle des Ausbaus von Asphalttschichten 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, 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