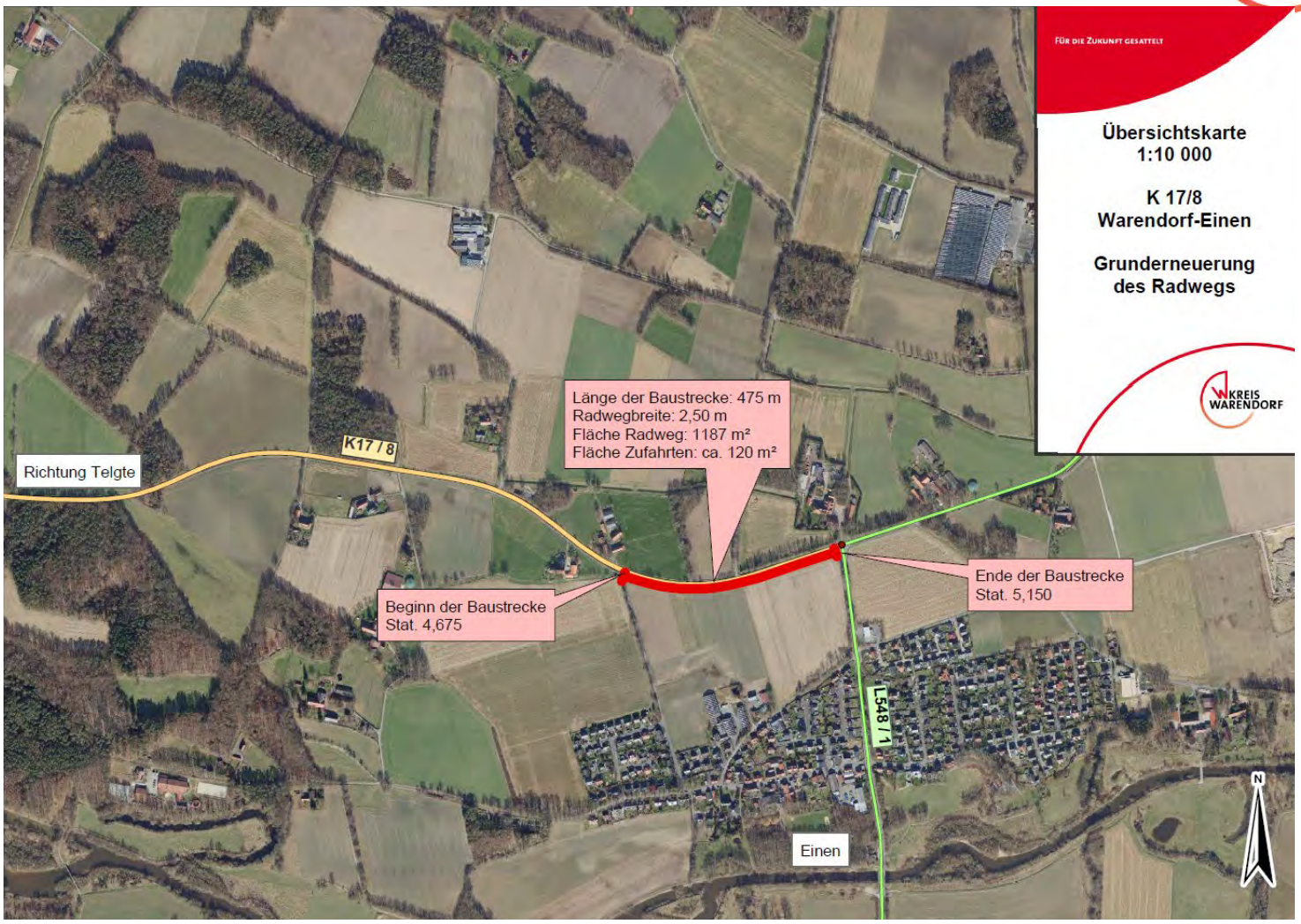
KREIS WARENDORF
Der Landrat

Erfahrungsbericht Recycling in situ

Grunderneuerung Rad-/Gehweg
K 17/8 Telgte - Einen
Grunderneuerung Fahrbahn
K 3/12 Everswinkel – Warendorf

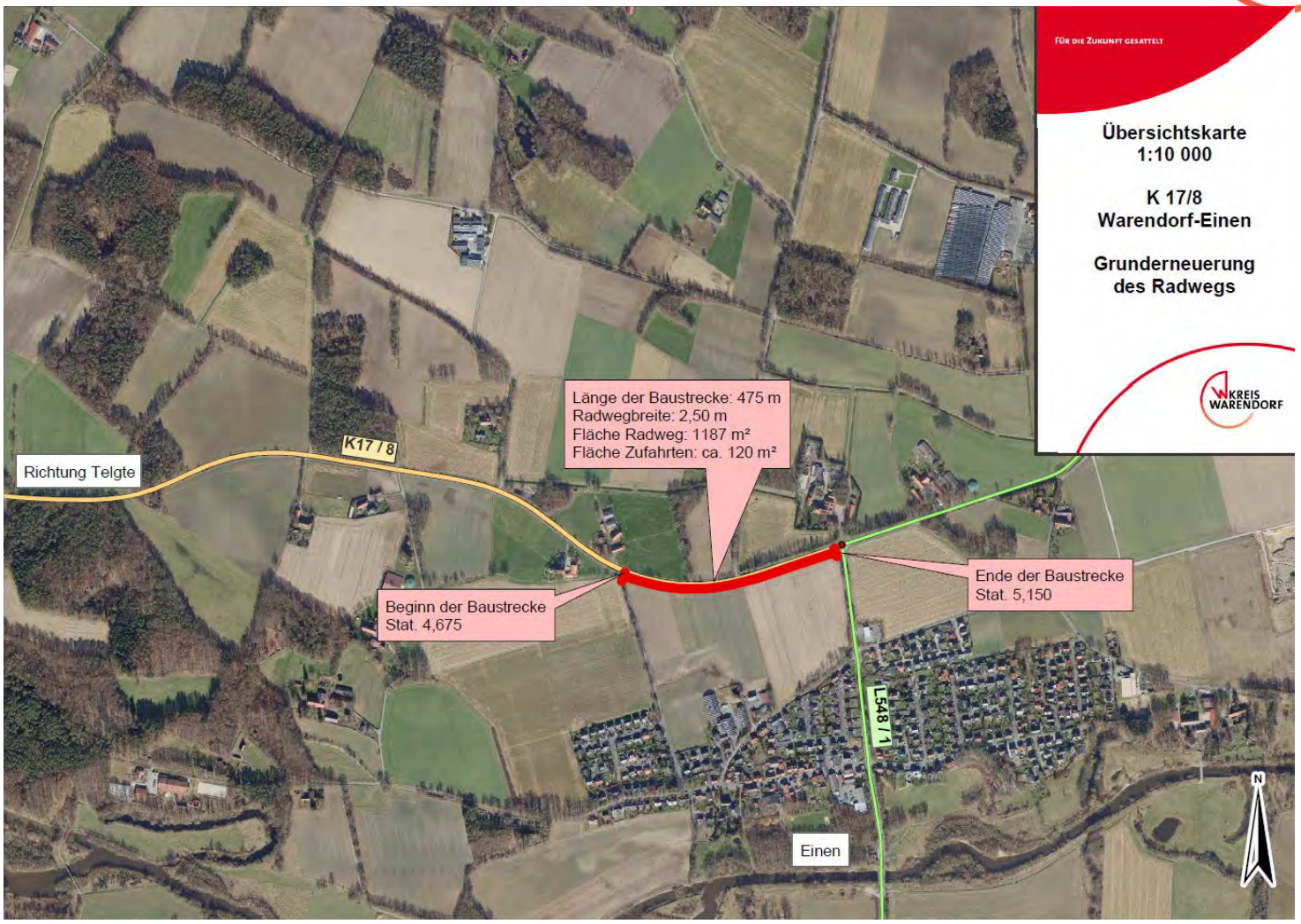
Grunderneuerung Radweg K17/8 Telgte- Einen

Streckenverlauf



K 17/8 Radweg Telgte - Einen

Streckenverlauf



K 17/8 Radweg Telgte - Einen

Zustand vor Baubeginn (27.09.2022)

Bestand:

Radweg mit Wurzelaufbrüchen und Rissen
2,5 und 8 cm Asphalt auf 30 cm FSS
Breite: 2,15 m auf 475 m Länge = 1021 qm

Ausbauvorschlag:

3 und 8 cm Asphalt auf
26 cm HGT-in-situ aus dem Bestand
Breite Asphalt: 2,50 m auf 475 m = 1187
Breite HGT-in-situ: 3,00 m auf 475 m = 1425 qm
Bauzeit: 15 Werktage Tage
Kosten: ca. 150.000 €
Einsparungen: 50 % Bauzeit und 25 % Kosten

Schürfe für Eignungsprüfung (27.09.2022)

KREIS WARENDORF
Der Landrat

K 17/8 Radweg Telgte - Einen

Probematerial für Eignungsprüfung (27.09.2022)

KREIS WARENDORF
Der Landrat

K 17/8 Radweg Telgte - Einen

Resttragfähigkeit „rechnerisches Planum“

KREIS WARENDORF
Der Landrat

K 17/8 Radweg Telgte - Einen

Herstellung Probekörper

KREIS WARENDORF
Der Landrat

28-Tage-Druckfestigkeit

Abbildung 1: Ermittlung des notwendigen Bindemittelanteils

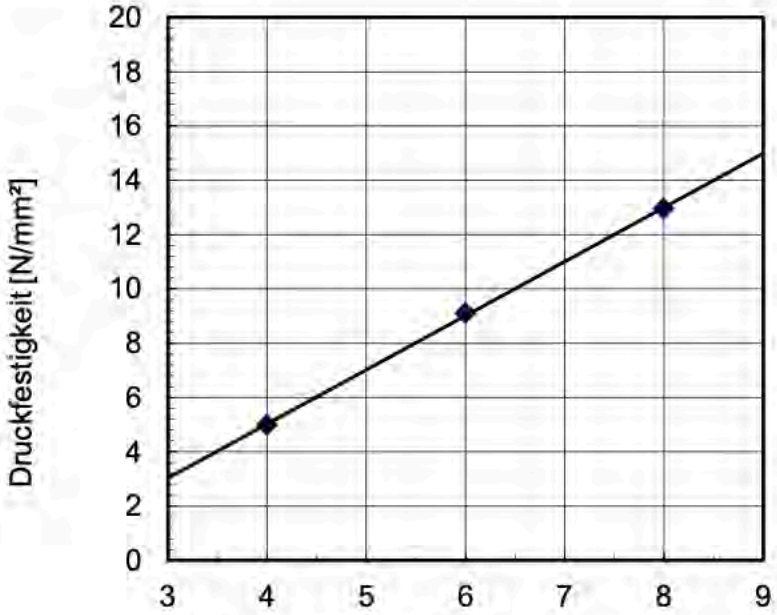


Tabelle 5: Erforderliche Bindemittelgehalte

Zu erzielende Druckfestigkeit [N/mm²]	Einbaustärke [cm]	Zementgehalt [Gew.-%]	Notwendige Bindemittelzugabe [kg/m³]
7,0	26	5,0	98,53

~ 26 kg/qm

Ausbauplanung

K 17/8 Radweg Telgte - Einen

Durchfräsen Bestand 26 cm Tag 1 (17.04.2023)

KREIS WARENDORF
Der Landrat

K 17/8 Radweg Telgte - Einen

Nachbrechen 0/32 26 cm Tag 1 (17.04.2023)

KREIS WARENDORF
Der Landrat

K 17/8 Radweg Telgte - Einen

Vorprofil Tag 1 (17.04.2023)

KREIS WARENDORF
Der Landrat

K 17/8 Radweg Telgte - Einen

Ausstreuen und Mischen NovoCrete ST 98
Tag 2 (18.04.2023)

K 17/8 Radweg Telgte - Einen

Verdichten, profilieren Tag 2 (18.04.2023)

KREIS WARENDORF
Der Landrat

K 17/8 Radweg Telgte - Einen

Abdichtung und Asphalttragschicht

Endergebnis 02.05.2023

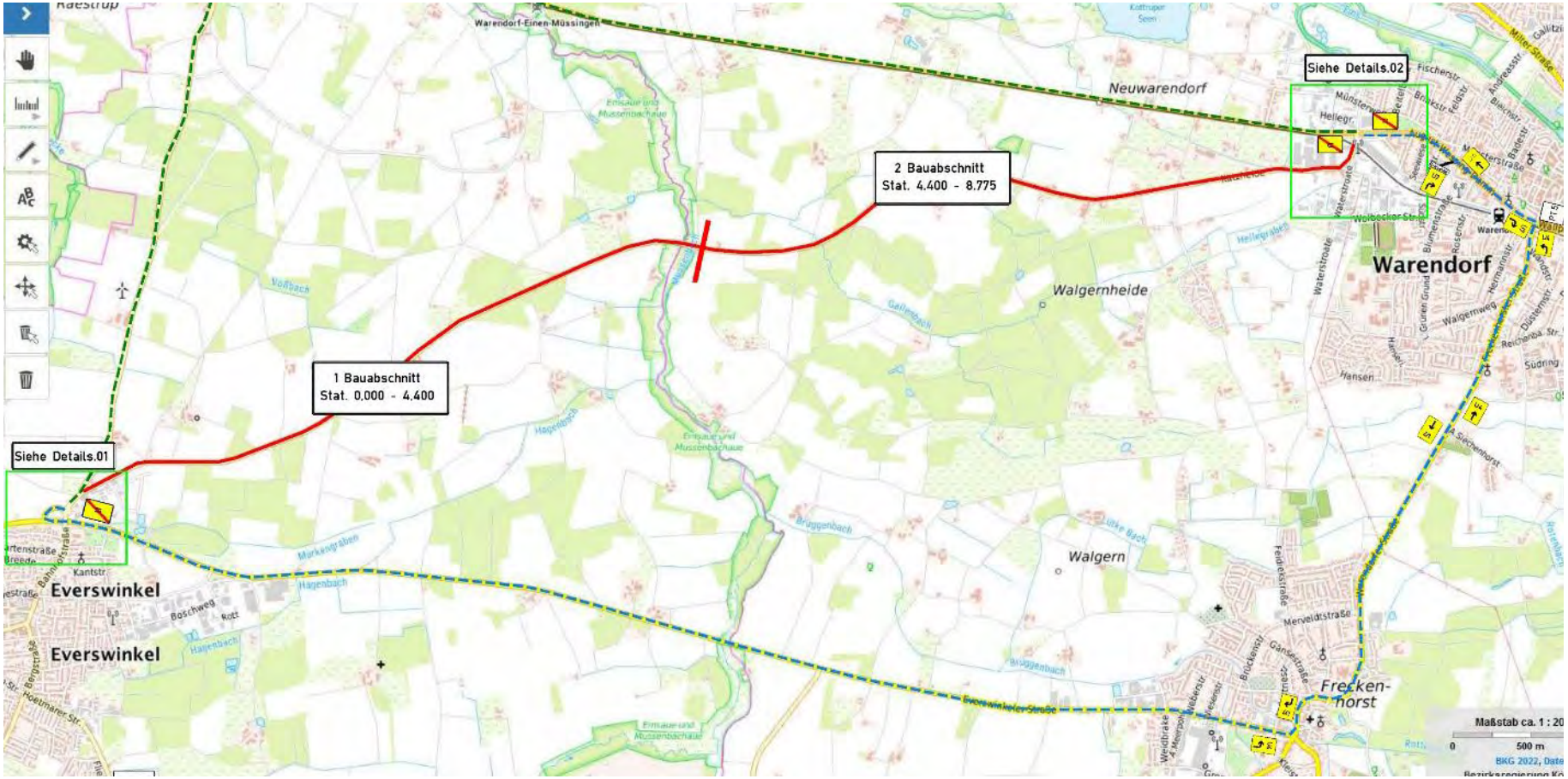
KREIS WARENDORF
Der Landrat

K 17/8 Radweg Telgte - Einen

Grundsanierung Fahrbahn
K 3/12 - Everswinkel – Warendorf 1.BA

Streckenverlauf

KREIS WARENDORF
Der Landrat



K 3 Fahrbahn Everswinkel - Warendorf

Ausgangszustand

Bestand:

16 – 37 cm Asphaltoberbau
in allen Schichten PAK-Belastungen > 25 mg/kg
16 - 47 Natursteinschotter und 20 - 37 cm HOS
sehr wechselhafte Schichtdicken längs/quer
Gesamtbreite: 6 m
(Kernbreite 4 m mit Anbaubereichen)
Länge: 3000 m

Informationen zum Bauvorhaben K 3 Everswinkel des Kreises Warendorf

KREIS WARENDORF
Der Landrat

Aufgabenstellung:

Erneuerung und Ausbau der Fahrbahn auf einer Länge von ca. 3000 m (~19.500 qm) für eine Belastungsklasse Bk10 inkl. Verbreiterung und erheblicher Gradientenverbesserung

Lösung bzw. Bauablauf:

1. Abtrag eines Teils der Asphaltbefestigung (ca. 12 cm)
2. Herstellen der HGT-in-situ mit NovoCrete ST 98 (26 cm Schichtdicke) gemäß Leitfaden I mit teilweisem Gradientenausgleich (Höhe und Neigung) sowie Verwertung eines Teils der Bankette (Umlagerung und Einbeziehung in die HGT-in-situ) zur Fahrbahnverbreiterung
3. Restlicher Gradientenausgleich mit Asphalttragschicht
4. Einbau Asphaltkonstruktion (10 cm Asphaltdecke auf 8 cm Asphalttragschicht 22 T S auf Profilausgleich in der Gradiente AC 22 T S)

Veranlassung für die Wahl dieser Variante des Vollgebundenen Oberbaus:

- Geringe Kosten,
- kein tiefgreifender Erdbau gemäß Vollausbau nötig,
- keine Risiken aus dem Unterbau,
- erheblicher Tragfähigkeitszuwachs,
- sehr kurze Bauzeit,
- maximale Nutzung der vorhandenen Straßenbaustoffe,
- etc.

Ausschreibung:

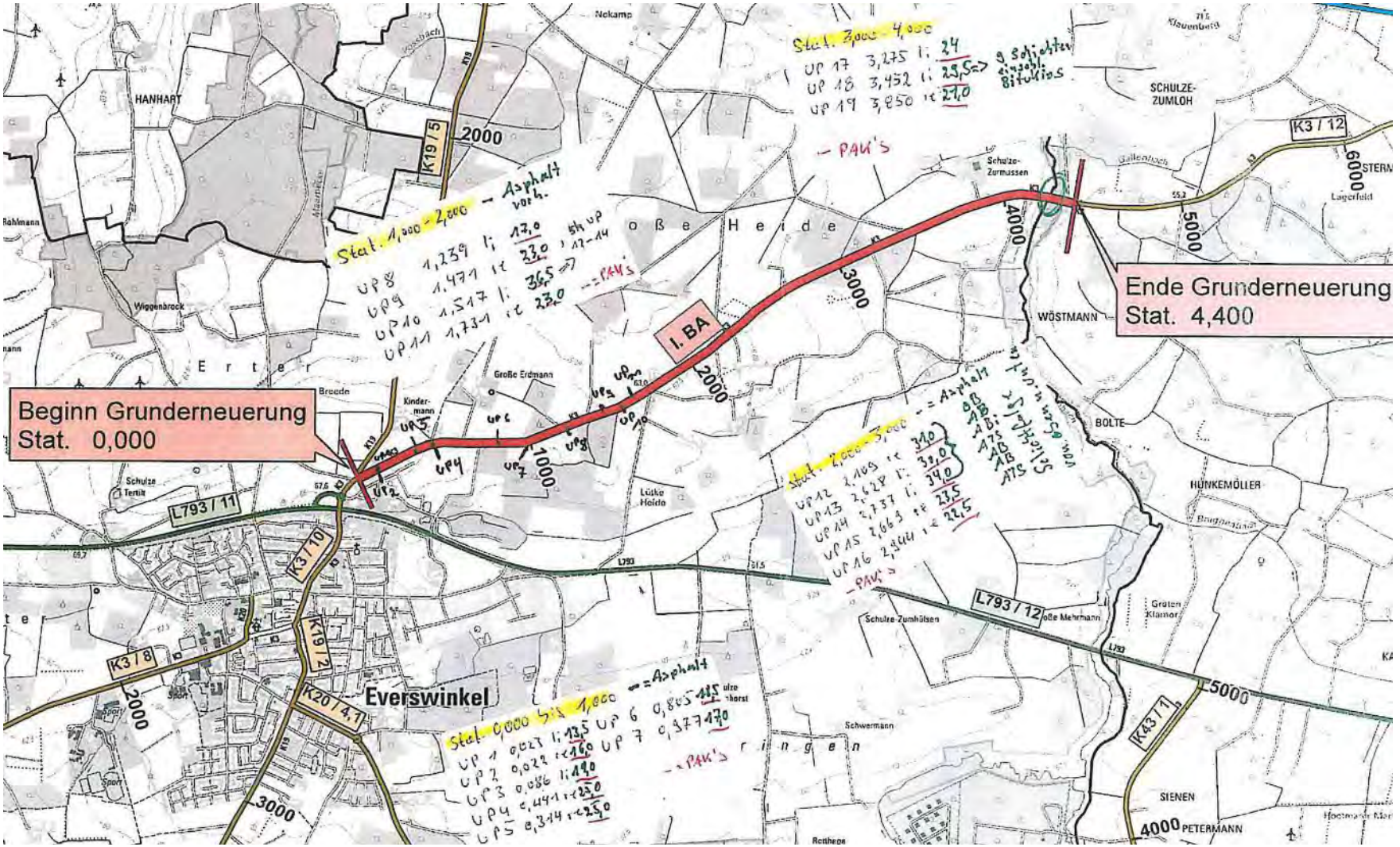
Gemäß Leitfaden I bzw. TL Beton-StB/ ZTV Beton-StB und ZTV Asphalt-StB

- **Anmerkungen:**
- Die Maßnahme wird gefördert vom Land.
- Die Kosteneinsparung gegenüber Vollausbau beträgt ca. 33 - 35 %.
- Die Eignungsprüfung wurde im Vorfeld durch den Auftraggeber durchgeführt.

Arbeitsschritte zur Umsetzung

- Vorerkundung
- Gradientenplanung
- Bauweisenvarianten mit Kostenberechnung/Bauzeit
- Vorzugsvariante auswählen
- Mittelbeschaffung (Förderanträge)
- Ausschreibung (produktbezogene Leistungsbeschreibung)
- Vergabe
- Bauausführung

Vorerkundung



K 3 Fahrbahn Everswinkel - Warendorf

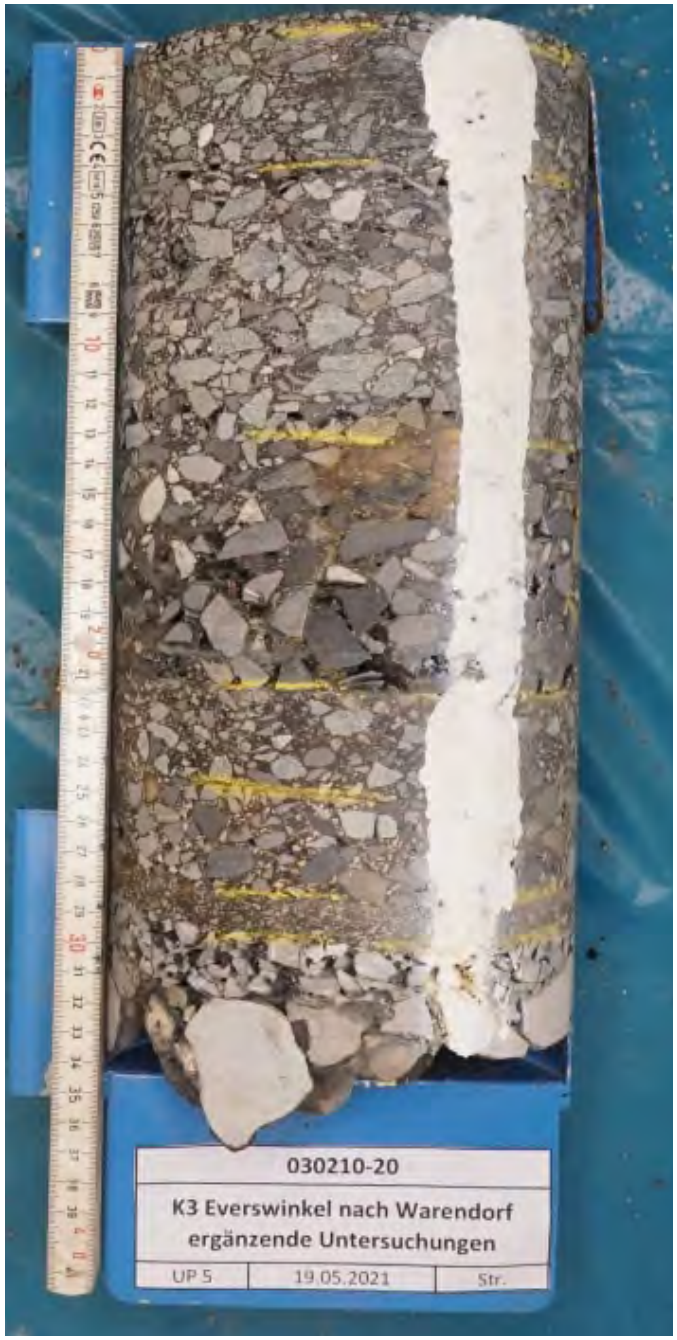
Vorerkundung

45 Bohrkernentnahmen und Bankettschürfe

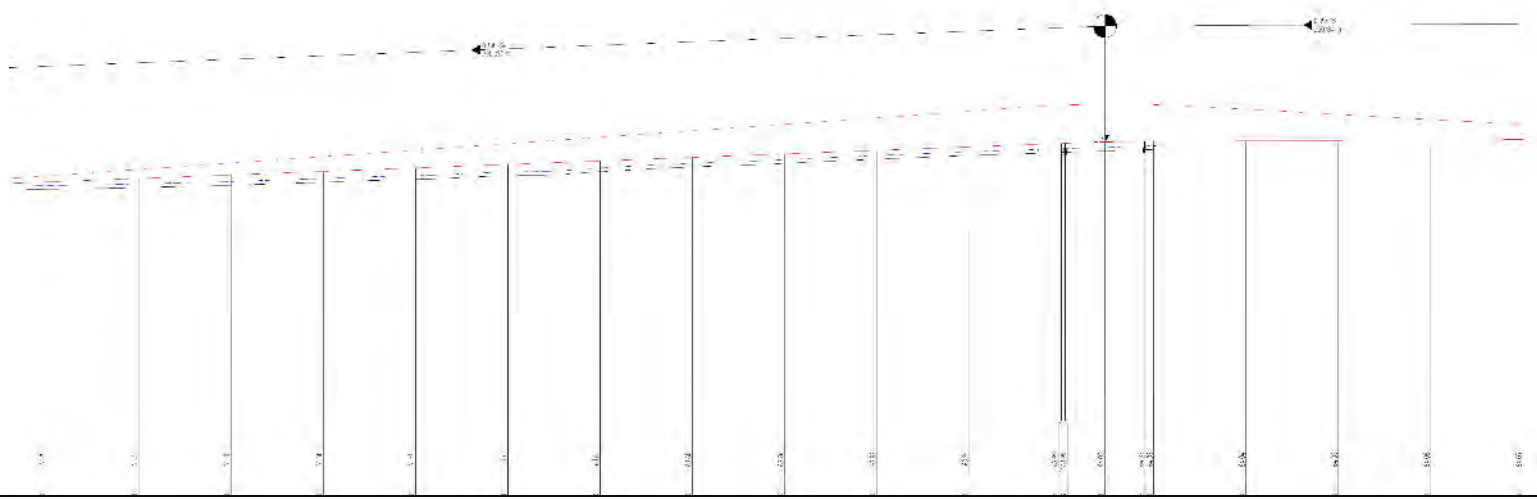
Georadaruntersuchungen

Plattendruckversuche

FWD – Falling Weight Deflectometer



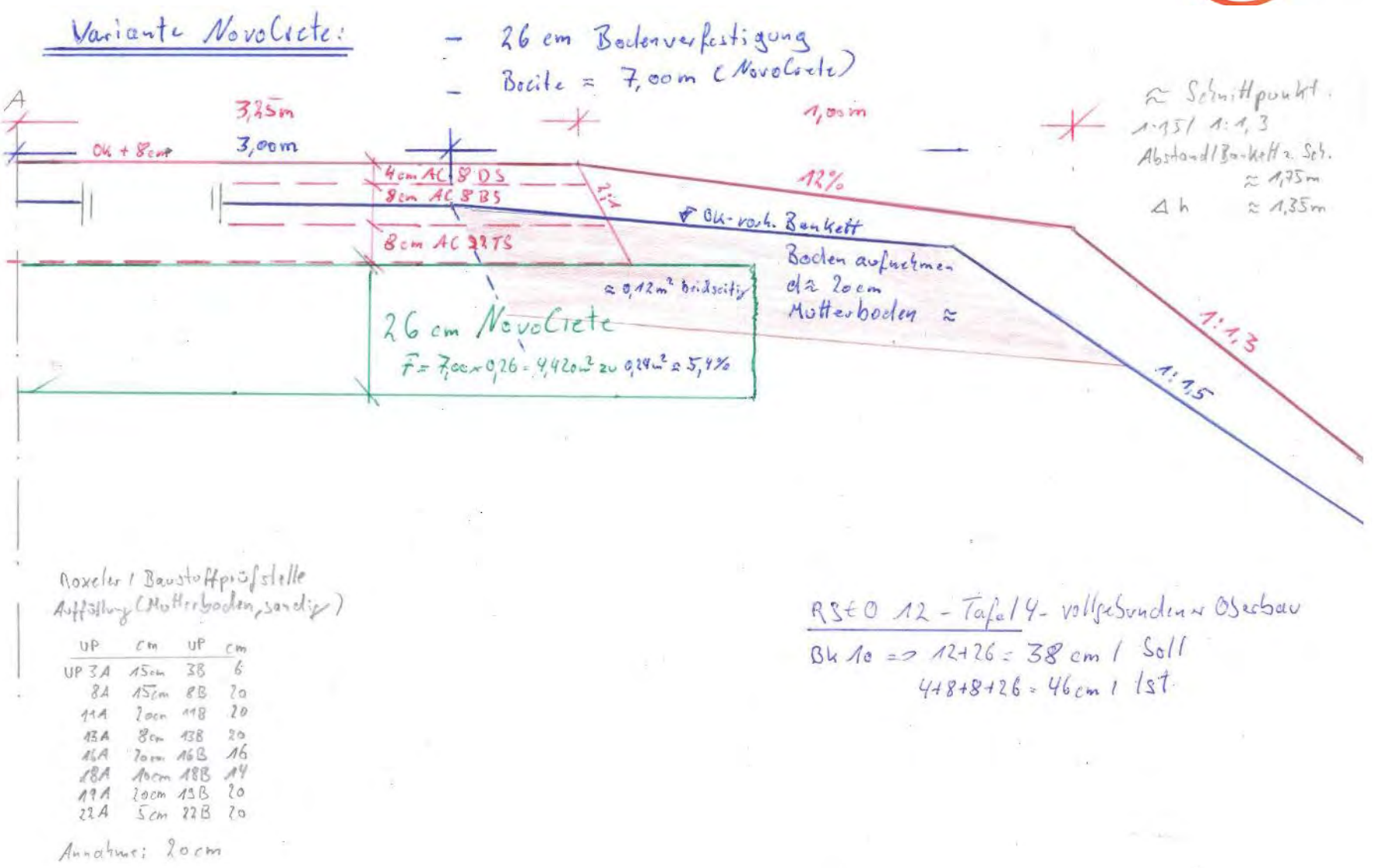
Gradiente



- die vorh. Gradienten-Erhöhung von + 8 cm kann nicht eingehalten werden
- die Gradiente wird auf eine Erhöhung von max. 15 cm angehoben
- die vorgesehene Asphalttragschicht (d = 8 cm) wird als Profilierung ausgeschrieben, Einbaustärke ca. 8 bis 15 cm
- die Querneigung wird auf 2,5 % bis max. 3,5 % festgelegt
- der Horizont für die Oberkannte „HGT-in-situ mit NovoCrete“ bleibt bei ca. -12 cm (in Abhängigkeit der Querneigung) von der vorh. Asphaltdeckschicht

Hauptgradiente
Gradiente mit allen Vorgaben n. RAL
Gelände +8cm

Bankettsituation



Roxeler / Baustoffprüfstelle
Auffüllung (Mutterboden, sandig)

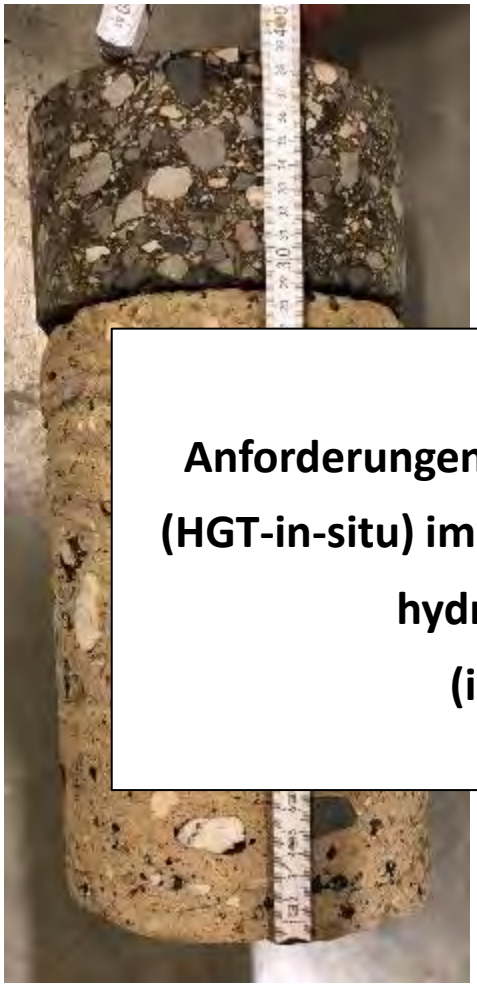
UP	cm	UP	cm
UP 3A	15cm	3B	6
8A	15cm	8B	20
11A	20cm	11B	20
13A	8cm	13B	20
16A	20cm	16B	16
18A	10cm	18B	14
19A	20cm	19B	20
22A	5cm	22B	20

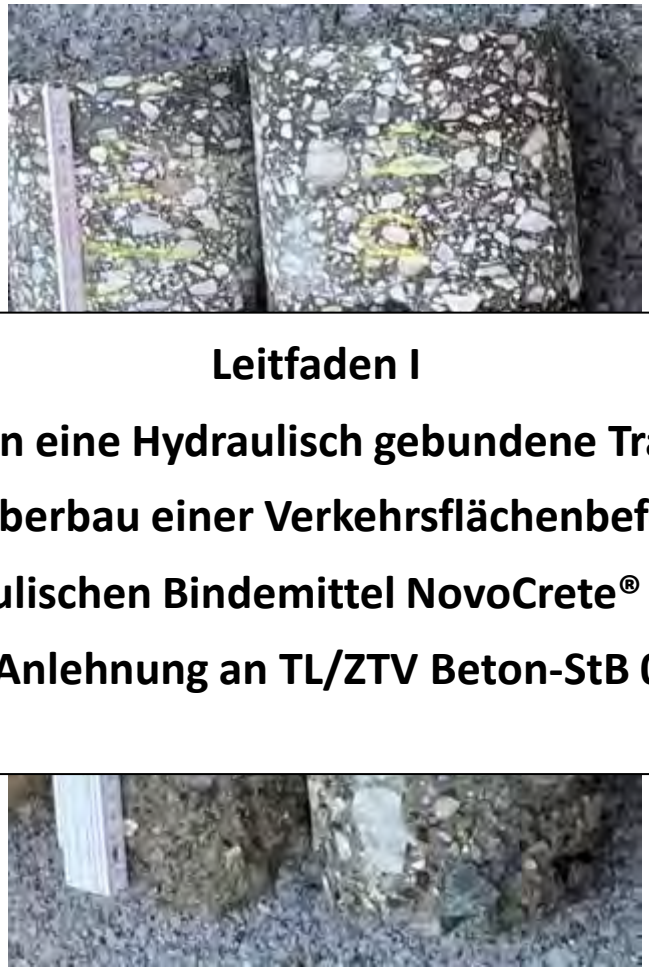
Annahme: 20 cm

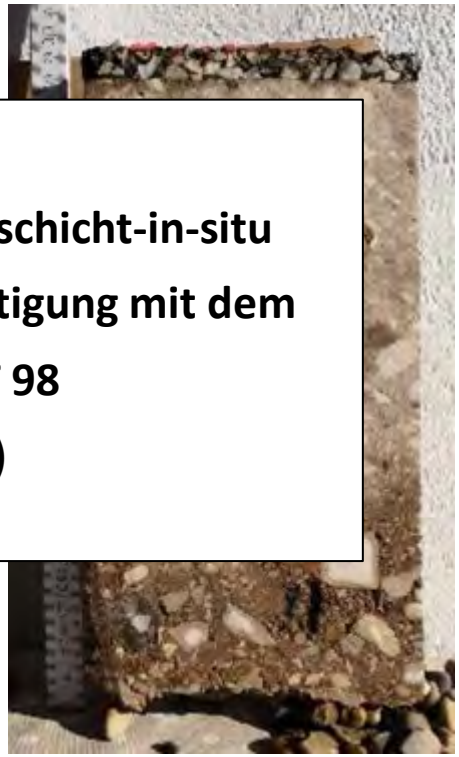
RStO 12 - Tafel 4 - vollgebundene Oberbau

Bk 10 => 12+26 = 38 cm / Soll
4+8+8+26 = 46 cm / Ist

Regelwerk







Leitfaden I

Anforderungen an eine Hydraulisch gebundene Tragschicht-in-situ (HGT-in-situ) im Oberbau einer Verkehrsflächenbefestigung mit dem hydraulischen Bindemittel NovoCrete® ST 98

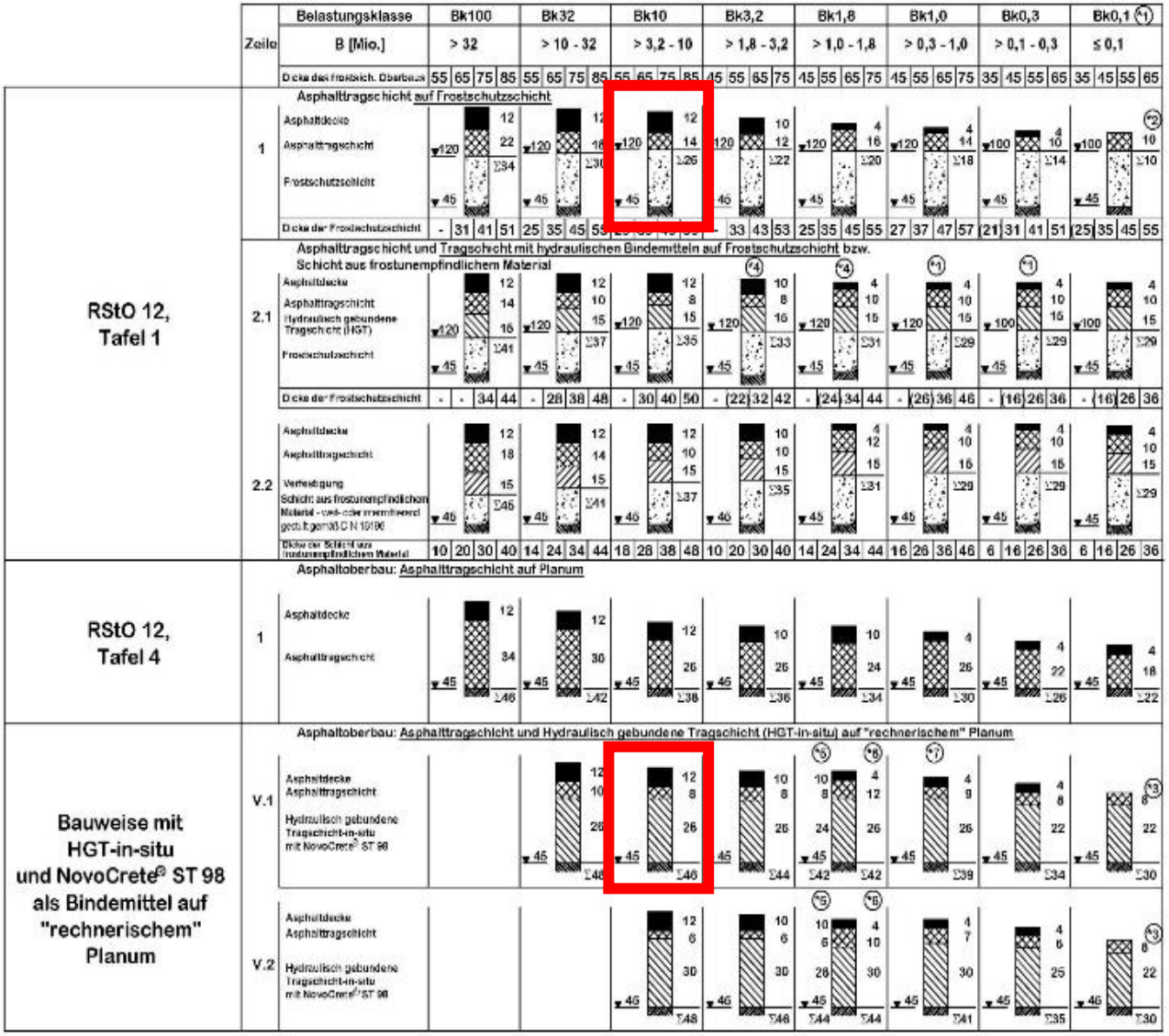
(in Anlehnung an TL/ZTV Beton-StB 07)

Bundesstraße (Bk32)

Landesstraße (Bk1,0)

Wirtschaftsweg (Beanspruchung hoch)

Dimensionierung

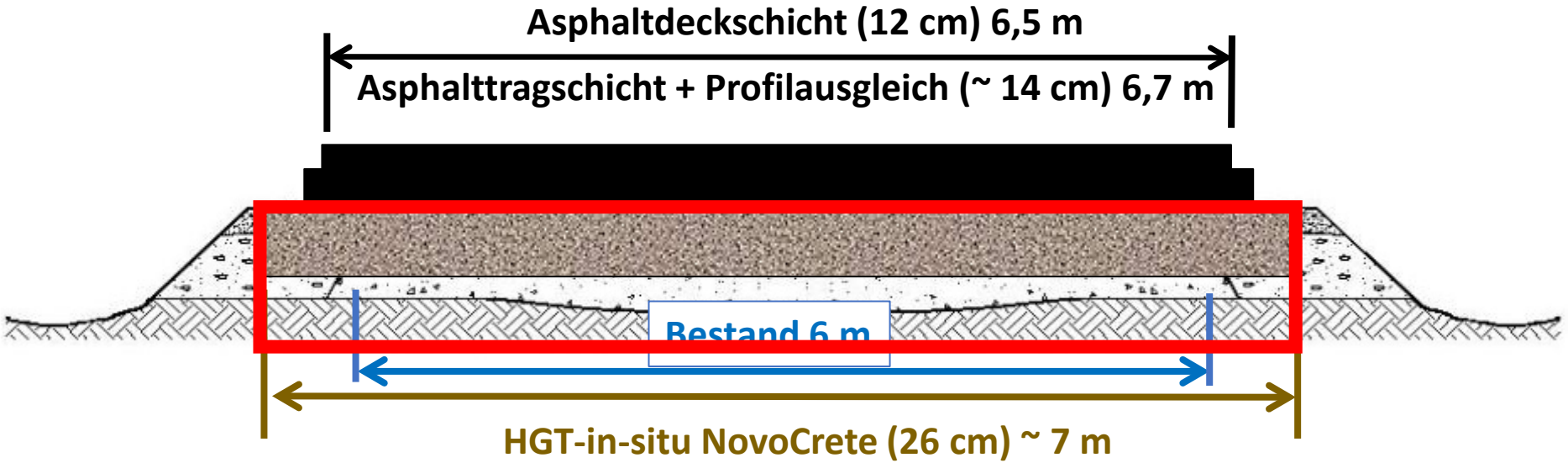


① aus RStO 01 "abgeleitet" bzw. übernommen

(Dickenangaben in cm; ▼ E$_{V2}$-Mindestwerte in MPa)

K 3 Fahrbahn Everswinkel - Warendorf

Ausbauvarainte



Belastungsklasse Bk10

HGT-in-situ NovoCrete 26 cm + Asphaltschichten ~ 52 cm
(Materialbedarf/Fracht ~ 12.500 t)

Konventioneller Vollausbau (49 cm FSS, 26 cm Asphalt ~ 75 cm)
(Materialbedarf/Fracht ~ 72.000 t)

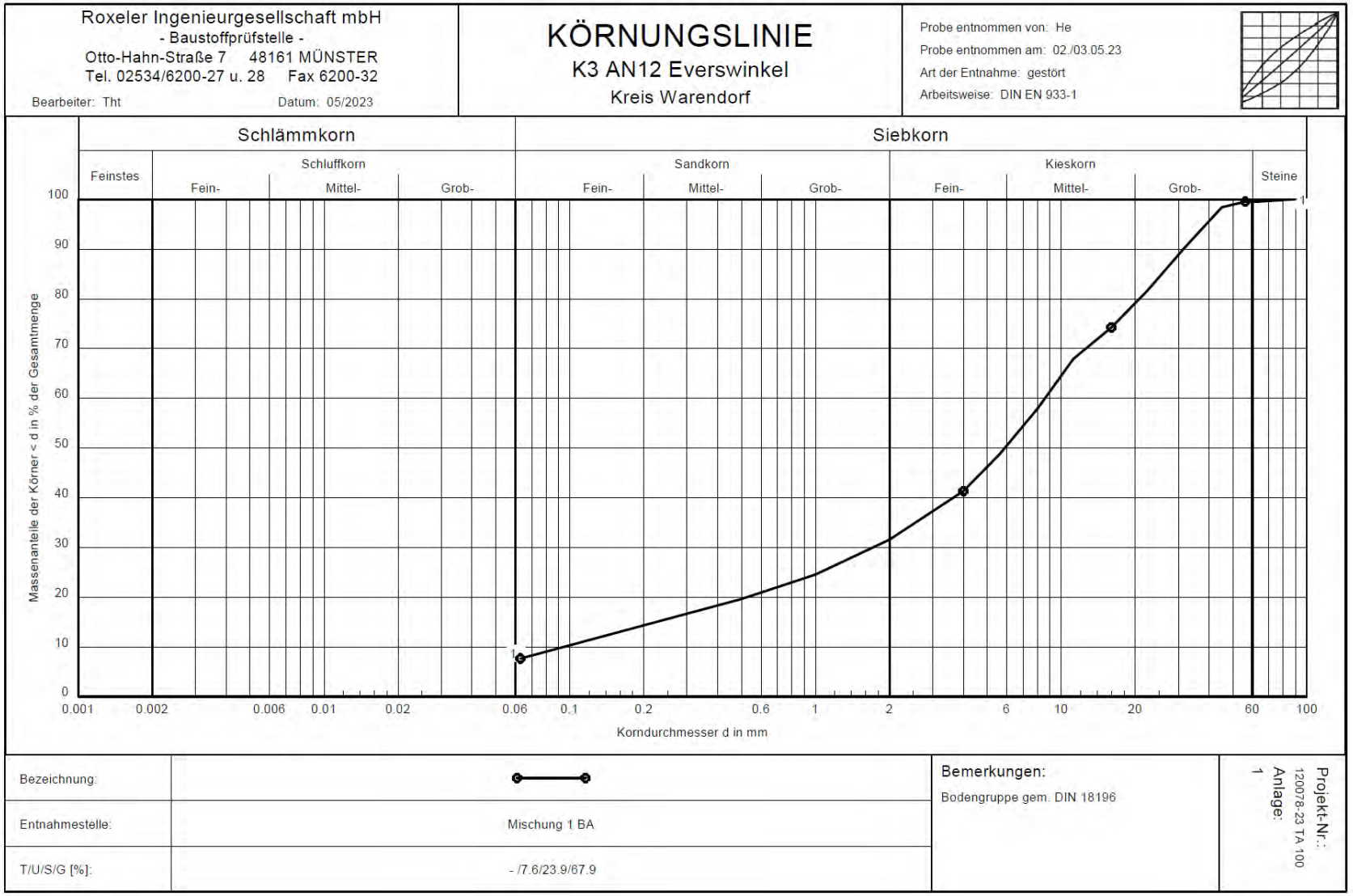
Probenahme Eignungsprüfung

K 3 Fahrbahn Everswinkel - Warendorf

Probenahme Bankettmaterial

K 3 Fahrbahn Everswinkel - Warendorf

Stückgrößenverteilung



K 3 Fahrbahn Everswinkel - Warendorf

Eignungsprüfung/Bindemittelbedarf

Roxeler Ingenieurgesellschaft mbH
Baustoffprüfstelle

Projekt-Nr. 1200078-23 TA 100
Bericht Nr. 01 vom 16.06.2023

4.3. Druckfestigkeit

Die Prüfung der Druckfestigkeiten erfolg
3.1.3.6 nach DIN EN 12390-3:2019-10 im
Druckfestigkeiten nach 28 Tagen wurde
men. In Tabelle 4 sind die Untersuchung
sammenfassend dargestellt.

Tabelle 4: Ergebnisse der Druckfestigkeitsprüfur

Probe-körper	Zementgehalt [Gew.-%]	Druckfestigkeit nach Rc_7 [N/mm
1	4	5,40
2		5,30
3		5,30
4	6	6,20
5		6,60
6		6,00
7	8	9,30
8		9,60
9		7,70

4.3. Druckfestigkeit

Die Prüfung der Druckfestigkeiten erfolgte entsprechend der TP Beton-StB, Kapitel 3.1.3.6 nach DIN EN 12390-3:2019-10 im Alter von 7 Tagen. Für die Abschätzung der Druckfestigkeiten nach 28 Tagen wurde als Zeitbeiwert ein Faktor von 1,3 angenommen. In Tabelle 4 sind die Untersuchungsergebnisse der Druckfestigkeitsprüfung zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 4: Ergebnisse der Druckfestigkeitsprüfungen ge

Probe-körper	Zementgehalt [Gew.-%]	Druckfestigkeit nach 7 T Rc_7 [N/mm²]	
1	4	4,40	
2		4,80	
3		4,40	
4	6	5,80	
5		5,50	
6		6,20	
7	8	8,10	
8		8,70	
9		7,30	9,49

Annahme Bindemittelbedarf für die Leistungsbeschreibung:
140 kg/cbm

Gemäß Eignungsprüfung:
90 bzw. 100 kg/cbm
BA 1 km 0 - 2
BA 2 km 2 – 4 (bis km 3 gebaut)

Einsparung ca. 300 t ~ 120.000 €

Leistungsbeschreibung

1.4. **HGT-in-situ**

1.4.10. **Durchfräsen Fahrbahnbefestigung**

Durchfräsen der anstehenden Fahrbahnbefestigung einschl. des ungebundenen Oberbaus bestehend aus Asphaltkonstruktion sowie des ungebundenen Oberbaus mit Schotter- und/oder Kiestragschichten und bereichsweise ggf. Gesteinsbaustoffen des Unterbaus und/oder hydraulisch gebundenem Oberbau mittels Kaltrecycler oder Kaltfräse.
Gefrästes Material verbleibt vor Ort und wird im kompletten Streckenabschnitt zur Weiterverwendung wieder eingebaut.
Gefrästes Material für das Nachbrechen höhengerecht verteilen.
Anschlusskante geradlinig auf Frästiefe herstellen.
Frästiefe: 29 cm
Breite der Fläche über 6,00 m bis 6,15 m
Flächenbereich: Fahrbahn

18.300,000 m2 ....

1.4.20. **Bankettmaterial umlagern**

Abtrag der Befestigung ohne Bindemittel aus Schotter-Splitt-Brechsand-Gemisch aus Bankettbereich und gleichzeitiges umlagern bzw. ablegen im Fahrbahnbereich mittels geeigneter Grabenfräse (z. B LIBA Fels Grabenfräse GM 6 ARS) oder anderem Erdbaugerät.
Aufgenommenes Bankettmaterial verteilen in Fahrbahnbereich, in dem die hydraulisch gebundene Tragschicht-in-situ hergestellt wird, zum Nachbrechen und Homogenisieren.
Abtrag einseitig der durchgefrästen Straßenbefestigung.
Fräsbreite: 60 cm
Frästiefe: bis 28 cm

5.660,000 m ....

Leistungsbeschreibung

1.4.30. **Durchgefräste Fahrbahnbefestigung nachbrechen**

Durchgefräste Fahrbahnbefestigung bestehend aus gefrästem Asphalt, ungebundenen Schichten, inhomogen Unterbaumaterialien, natürlichen Gesteinskörnungen und umgelagerten Bankettmaterial. Nachbrechen mit geeignetem Gerät (z.B. Steinbrecher für Traktoren mit Rotor mit feststehenden Fräsmeißeln).

Nachgebrochenes Material bleibt vor Ort.
Nachbrechbreite der Fläche: ca. 6,00 bis 6,15 m
Nachbrechtiefe: bis 29 cm

Nachbrechen zur Erreichung der Sieblinie 0/32 gemäß "Leitfaden I", bzw. Eignungsprüfung.
Abrechnung erfolgt nach örtlichem Aufmaß.

18.300,000 m2 ....

1.4.40. **Durchgefräste Fahrbahnbefestigung homogenisieren**

Homogenisieren des nachgebrochenen Materials, zusammen mit dem ggf. zugelieferten Ergänzungsgestein und/oder Ergänzungsgemisch, mit geeignetem Gerät (z.B. Kaltrecycler und/oder geeignetem Gerät zum Einarbeiten) zum "resultierenden" Baustoffgemisch.
Breite: ca. 6,00 bis 6,25 m
Abgerechnet wird nach örtlichem Aufmaß.

18.300,000 m2 ....

1.4.50. **Vorprofil herstellen**

Vorprofil herstellen aus "resultierenden" Baustoffgemisch gemaß "Leitfaden I"
Zulässige Abweichung von der Sollhöhe +/- 2 cm.
Verdichtungsgrad mind. DPr 98%
Abgerechnet wird nach örtlichem Aufmaß.

21.000,000 m2 ....

Leistungsbeschreibung

1.4.60. **Hydr. geb. Tragschicht in situ herstellen**

Hydraulisch gebundene Tragschicht-in-situ in Anlehnung an die ZTV Beton-StB bzw. Leitfaden "Leitfaden I"", abschnittsweise herstellen.
Geliefertes Bindemittel in Streufahrzeug übernehmen, auf Vorprofil der vorbereiteten Unterlage gleichmäßig ausstreuen und verteilen und mittels Kaltrecycler unter Zugabe von Wasser mit computergesteuerter Dosiereinrichtung in den Fräs-/Mischraum aufnehmen und mittels 2 Fräsgängen gleichmäßig in das Baustoffgemisch einfräsen bzw. einmischen.
Baustoffgemisch unmittelbar nach Fräsvorgang gleichmäßig profilgerecht verteilen, einbauen und verdichten.
Ebenheitsanforderungen: 1,5 cm innerhalb einer 4 m langen Messstrecke.
Bindemittelmenge gemäß Eignungsprüfung
Kalkulationsbindemittelmenge: ca. **140 kg**/m³ (Vergütung Bindemittel über separate Position)
Tragfähigkeit der fiktiven Unterlage: EV2 >= 45 MPa
Resultierende Schichtdicke = 26 cm
Frästiefe: 29 cm (Bezugstiefe für die auszustreuende Bindemittel je m²)
Breite der Fläche ca. 7,00m
Druckfestigkeit im Rahmen der Eignungsprüfung:
4,0 N/mm² als Einzelwert und im Mittel > 6 N/mm² und < 12 N/mm² nach 28 Tagen
Das abschnittsweise Herstellen der hydr. geb. Tragschicht-in-situ wird nicht gesondert vergütet, sondern ist in den EP einzukalkulieren.
Die Zeit zwischen Einarbeiten des Bindemittels und der Verdichtung darf 60 Minuten nicht überschreiten.
Die Zeit zwischen Ausstreuen des Bindemittels und dem Verdichten des Baustoffgemisches darf 2 Stunden nicht überschreiten.

Nachweis der Fachkunde und technisch leistungsfähigkeit des ausführenden Unternehmes:

RAL GZ 503 BVF und Mitgliedschaft in GBB (Gütegemeinschaft Bodenverbesserung/ Bodenverfestigung)
Abgerechnet wird nach örtlichem Aufmaß.

21.000,000 m2

1.4.70. **Bindemittel NovoCrete - ST - 98 liefern**

Werkseitig hergestelltes Bindemittel NovoCrete° ST 98 mit nachfolgenden stofflichen merkmalen bzw. Eigenschaften liefern und den jeweiligen Tagesbedarf auf der Baustelle im Silofahrzeug vorhalten:
Zusammensetzung:
rein mineralisch, somit anorganische Eigenschaften **sämtliche**r Bestandteile.
z.B. Klinkerphase(n), Mineralien, mineralischer Erhärtungsregler (Additiv), mineralischer Erstarrungsregler, Füllstoff/Beimahlstoffe (z.B. kalksteinmehl), flugaschenfrei/papieraschenfrei.
Additivierung auf Basis eines Mineraliengemisches mit Verbindungen von Magnesium sowie Calcium in Form von Hexahydrat.
Mindermengenzuschläge der Lieferanten sind einzurechnen.
Abgerechnet wird nach anerkannten Wiegekarten/Lieferscheinen des AG.

853,000 to .....

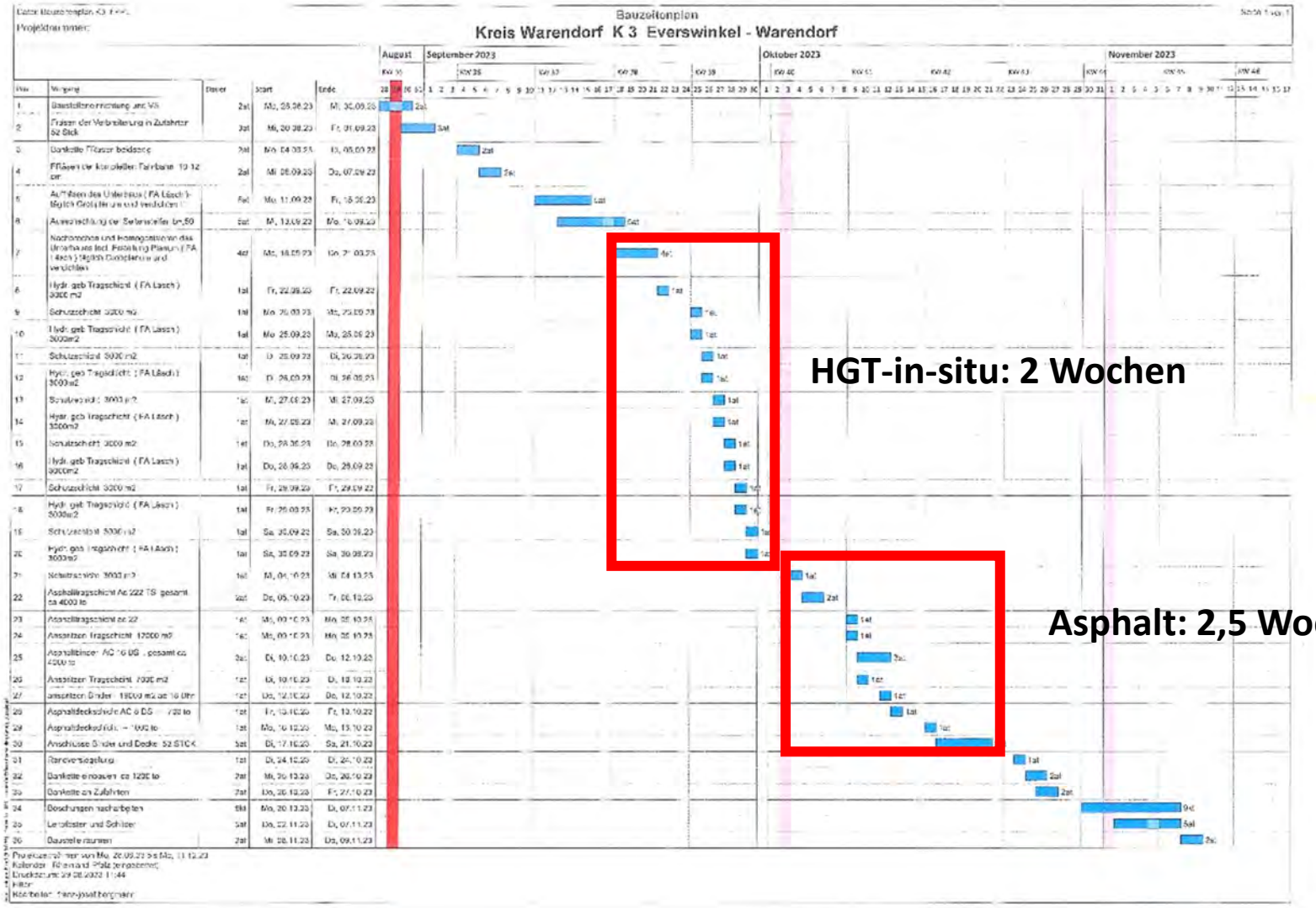
Produktbezogene Leistungsbeschreibung

Ausnahmen von der Produktneutralität:

1. Leistungsbestimmung des Auftraggebers, wenn die Nennung eines Leitproduktes durch den Auftragsgegenstand gerechtfertigt ist.

Beim Einsatz von handelsüblichen Tragschichtbindern oder anderen hydraulischen Bindemitteln setzen die ZTV Beton-StB ein kerben oder Schneiden der hergestellten Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln oder den Einsatz einer Technologie zur Erzeugung einer Mikrorissbildung voraus, um den „Eintrag von Zugspannungen“ in den Asphaltoberbau zu verzögern, der Eintrag kann aber dadurch letztendlich oft nicht verhindert werden. **Die Vorgehensweise des Kerbens oder Schneidens erzwingt genau die Risse, die nicht gewollt sind, um die darüber angeordneten Asphaltschichten vor einer „direkten Spannungsübertragung“ aus dem Hydratationsprozess der Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln zu schützen und eben keine Risse erzeugen.**
Dies sind Effekte, die bei handelsüblichen hydraulischen Bindemitteln zu erwarten sind und die bei der Verwendung von NovoCrete ST 98 bei Schichtdicken von > 35 cm in über 20 Jahren nicht beobachtet wurden.

Bauzeitenplan



K 3 Fahrbahn Everswinkel - Warendorf

Vergleiche

Kosten

Kostenschätzung HGT-in-situ: ca. 115 €/m² Bk 10 inkl. Verbreiterung

Kostenschätzung konventionell: ca. 150 bis 160 €/m² Kreis WAF für Bk 10, ohne Verbreiterung von 6,00 m auf 6,50 m

Submission: 1.984.000,00 € einschl. Verbreiterung auf 6,50 m – ca. 102 €/m²

Voraussichtliche Abrechnungssumme: ca. 2.100.000 € ~ ca. 107 €/m²

Konventionell um ca. 50 % teurer (inkl. Verbreiterung ca. 80 %)

Ökologie

HGT-in-situ: 670 t CO_2 -Emissionen

Konventionell: 1000 t CO_2 -Emissionen

Konventionell um ca. 50 % höhere CO_2 -Emissionen

Bauzeit

HGT-in-situ: ca. 3 Monate

Konventionell: ca. 5 ½ bis 6 Monate (erhebliche Probleme mit Aufrechterhaltung des Anlieger- und Rettungsverkehrs)

Konventionell um ca. 100 % längere Bauzeit

Ausgangszustand

K 3 Fahrbahn Everswinkel - Warendorf

Bankett umlagern/Fläche fürs Brechen

K 3 Fahrbahn Everswinkel - Warendorf

Nachbrechen und Homogenisieren

KREIS WARENDORF
Der Landrat

K 3 Fahrbahn Everswinkel - Warendorf

Vorprofil herstellen und Mischen

K 3 Fahrbahn Everswinkel - Warendorf

Mischen und Qualitätssicherung (EÜ/KP)

K 3 Fahrbahn Everswinkel - Warendorf

Abdichtung herstellen

K 3 Fahrbahn Everswinkel - Warendorf

Asphalttragschicht herstellen

K 3 Fahrbahn Everswinkel - Warendorf

Fahrbahn nach Asphalt- und Banketteinbau

KREIS WARENDORF
Der Landrat

K 3 Fahrbahn Everswinkel - Warendorf

KREIS WARENDORF
Der Landrat

Vielen Dank für Ihr Interesse!