

Michael Clemens + Ingenieure GmbH · Weinbergstr. 127 · 04838 Eilenburg

Stadt Torgau
Stadtverwaltung
Markt 1

04860 Torgau

Eilenburg, den 30.04.2009
Ne/p

- Baugrundgutachten -

Projekt: Industrie- und Gewerbegebiet „Am Repitzer Weg“ in
Torgau, Anbindung der Solarstraße an die Kreisstraße K
8987

Bauherr : Stadt Torgau
Stadtverwaltung
Markt 1

04860 Torgau

Planendes Büro: ICL Ingenieur Consult
Dr.-Ing. A. Kolbmüller GmbH
Diezmannstraße 5

04207 Leipzig

Projekt-Nr.: 09/2245

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Peter Neundorf

1. Vorbemerkung

Das Ingenieurbüro ICL Ingenieur Consult, Dr.-Ing. A. Kolbmüller GmbH, Leipzig, plant im Auftrag der Stadtverwaltung Torgau die Anbindung der Solarstraße an die Kreisstraße K 8987 im Bereich des Industrie- und Gewerbegebiet „Am Repitzer Weg“ in Torgau.

Für die weitere Planung und die Erarbeitung der Ausschreibungsunterlagen wurde die Durchführung einer Baugrunderkundung und die Ausarbeitung eines Baugrundgutachtens erforderlich.

Zu den erforderlichen Leistungen wurde durch unser Ingenieurbüro mit Datum vom 26.02.2009 ein Angebot übergeben. Das Angebot wurde durch die Stadtverwaltung der Stadt Torgau mit Datum vom 12.03.2009 bestätigt und die Leistungen beauftragt.

2. Örtliche Verhältnisse und geplante Baumaßnahme

Der Standort der geplanten Baumaßnahme befindet sich im nördlichen Teil der Stadt Torgau. Die Lage der Baustelle zeigt der Lageplan, M = 1 : 25.000 auf der Anlage 01.

Die geplante Trassenführung beginnt im Osten an der Kreisstraße K 8987. Von hier aus verläuft sie im Trassenbereich der derzeitigen Zufahrt zur Flachglas Torgau GmbH auf einer Länge von ca. 130 m in östlicher Richtung bis zur Querung des Hochwasserschutzdammes des „Schwarzen Grabens“. Diese Straße besitzt eine Befestigung aus Betonplatten und liegt in leichter Dammlage. Nördlich schließt sich ein Parkplatz an, südlich des an die Straße angrenzenden Gehweges (Betonbefestigung) befindet sich Grünland.

Östlich des Hochwasserschutzdammes verlässt die geplante Trasse die bestehende Straße nach Süden und verläuft auf einer Länge von weiteren 180 m in einem weiten Bogen bis zur Anbindung an die Solarstraße. Im Zuge dieses Trassenabschnittes ist der „Schwarze Graben“ sowie der östliche Hochwasserschutzdamm des Fließgewässers zu überqueren. Die restliche Strecke verläuft über Grünland bis zur Solarstraße.

Die Breite des „Schwarzen Grabens“ beträgt im Trassenbereich einschließlich der Uferböschungen ca. 15 m. Der Normal-Wasserspiegel liegt ca. 2 m unterhalb der Geländeoberkante am westlichen Ufer. Das Gelände bildet hier zwischen dem nördlich liegenden Straßendamm (Zufahrt Flachglas Torgau GmbH) und dem westlichen Hochwasserschutzdamm eine Senke, die als Grünland genutzt wird.

Das östliche Ufer liegt um weitere ca. 0,5 ... 1,0 m höher. Über diese Geländeoberkante erhebt sich der östliche Hochwasserschutzdamm um weiterhin ca. 1 m.

Im Zuge der Baumaßnahme soll die Straße grundhaft ausgebaut werden. Im westlichen Trassenbereich wird die hier befindliche Betonstraße entfernt und neu hergestellt. Ab dem westlichen Hochwasserschutzdamm des „Schwarzen Grabens“ ist die Herstellung eines neuen Straßendammes zur Überwindung der Geländesenke erforderlich. Zur Überquerung des „Schwarzen Grabens“ wird ein Brückenbauwerk ungefähr 30 m südlich der bestehenden Brücke neu errichtet. Diese Brücke soll eine Spannweite von ca. 20 m besitzen.

Östlich dieser Brücke verläuft die geplante Straße zunächst weiterhin in leichter Dammlage zur Überquerung des östlichen Hochwasserschutzdammes und sinkt dann bis zur Höhe der Solarstraße ab. Auch hier ist ein Neubau der Straße vorgesehen.

Zur Anbindung der Parkplätze im Westen der Trasse, der bestehenden Brücke sowie der Straßen des Industrie- und Gewerbegebietes ist die Herstellung von Einmündungsbereichen vorgesehen.

3. Baugrunderkundung (Anlagen 02 und 03)

Zur genaueren Erkundung des Untergrundes und zur Abschätzung der Tragfähigkeit des Baugrundes wurden am 08.04. und 14.04.2009 im Bereich der geplanten Brücke sowie der angrenzenden Straßenbereiche 4 Rammkernsondierungen (RKS 1, 2, 4 und 6) sowie zwei Rammsondierungen mit der mittelschweren Rammsonde nach DIN EN ISO 22476-2 (DPM 3 und 5) durchgeführt. Das Abteufen der Sondierungen erfolgte bis in Tiefen zwischen von 3,0 m und 10,0 m unter derzeitiger Geländeoberkante.

Die Ergebnisse der Rammkernsondierungen sind in Form von Schichtenprofilen, die Rammsondierungen in Form von Rammdiagrammen auf der Anlage 02/1 dargestellt.

Weiterhin ist zur Feststellung des derzeitigen Straßenoberbaus im Randbereich der Straße ein Handschurf (Sch I) geöffnet worden. Die Endteufe des Schurfes lag in einer Tiefe von 95 cm. Der Schurf ist als Schichtenprofil auf der Anlage 02/2 aufgetragen.

Aus den Rammkernsondierungen und dem Schurf sowie dem Schwarzen Graben wurden Boden- und Wasserproben zur bodenmechanischen und chemischen Untersuchung entnommen. Innerhalb des Schurfes wurde in Höhe des Planums (ca. 0,60 m unter Straßenoberkante) ein dynamischer Plattendruckversuch durchgeführt.

Nach Probenahme und Durchführung des Feldversuches wurde der Schurf unter Verdichtung rückverfüllt und die Oberfläche geschlossen.

Die Sondieransatzpunkte und die Schurfstelle wurden lage- und höhenmäßig eingemessen. Die Lage der Untersuchungsstellen ist aus dem Lageplan, M = 1 : 1.250, auf der Anlage 03 ersichtlich. Als höhenmäßige Bezugspunkte wurden Vermessungspunkte angenommen, deren Höhe aus den eingeholten Leitungsbestandsplänen entnommen wurde.

4. Bodenaufbau und Beurteilung des Untergrundes

Die Trasse liegt im Bereich der Elbaue. Aus der Erläuterung zur geologischen Karte geht folgende grundsätzliche geologische Situation hervor:

Das Grundgebirge im Bereich der Baumaßnahme besteht aus Porphyren des Rotliegenden.

Oberhalb dieser Festgesteine sind Bildungen des Tertiärs (Tone, glimmerhaltige Feinsand, Braunkohleeinlagerungen) zu erwarten. Ursprünglich besaßen diese eine Mächtigkeit von mehr als 100 m. Sie sind jedoch durch die nachfolgenden Eisvorstöße und Schmelzwasserauswaschungen teilweise abgetragen worden. Die Oberkante der tertiären Schichten ist in einer Tiefe von ca. 50 bis 70 m zu erwarten.

Die quartären Ablagerungen innerhalb der Elbaue bestehen überwiegend aus glazifluviatilen und fluviatilen Sedimenten, wie Kies, Sand und Schluff, die durch Erosion und Akkumulation geformte Schichten bilden. Sie sind der Elster- und Saale-Eiszeit zuzuordnen, wurden durch die Schmelzwasserabflüsse in der Weichsel-Eiszeit teilweise noch umgelagert.

Den oberen Abschluss der natürlichen Schichtenfolge bilden mit einer Stärke von ca. 10 m holozäne Kies- und Sandschichten bzw. als fast geschlossene Deckschicht, Auelehme.

Beweise der menschlichen Tätigkeiten im Bereich der Elbaue sind insbesondere anhand von Geländeprofilierungen (Deichaufschüttungen) und im Bereich der Erschließungstrassen (Straßen, Wege, Leitungen) und Siedlungen zu erkennen.

Im Zuge der Baugrunduntersuchung wurden lediglich die oberen Schichten der genannten geologischen Folge (Alluvium / Diluvium) vorgefunden.

4.1. Straßenoberbau

Die Befestigung der bestehenden Straße sowie des südlich angrenzenden Gehweges besteht aus **Betonplatten**. Im Straßenbereich (Schurf Sch I) ist die Dicke des Betons mit 20 cm festgestellt worden. Die Betonplatten des Gehweges sind vermutlich dünner.

Unterhalb der Betonplatten ist innerhalb der Straße eine mit **Zement verfestigte Kiessandschicht** (Magerbeton) eingebaut worden. Die Dicke dieser verfestigten Schicht beträgt ca. 14 bis 15 cm.

Im weiteren Verlauf des Schurfes wurde bis in eine Tiefe von ca. 65 cm eine ungebundene Tragschicht ergraben. Diese besteht aus **stark sandigem Kies** mit mitteldichter bis dichter Lagerung.

4.2. Auffüllungen

Bereich bestehende Straße

Unterhalb der Tragschichten sind im Bereich der bestehenden Straße weitere **Auffüllungen** vorgefunden worden. Diese bestehen aus **stark kiesigem Mittel- bis Grobsand** in mitteldichter bis dichter Lagerung.

Es handelt sich hierbei um Massen, die als Dammschüttung bzw. zum Austausch des ursprünglich vorhandenen Mutterbodens eingebaut wurden.

Die Unterkante dieser Kiessandschüttungen wurde in der Rammkernsondierung RKS 1 in einer Tiefe von 1,5 m unter Straßenoberkante erreicht.

Bereich Brücke und östliche Grünfläche

Im Bereich der Grünflächen westlich und östlich der geplanten Brücke stehen an der Geländeoberkante zunächst ebenfalls aufgefüllte Böden an. Diese **Auffüllungen** bestehen an der Geländeoberkante überwiegend aus **Mutterboden** (Begrünungszone). Im weiteren Verlauf beinhalten die Auffüllungen weiterhin **Schluff, Sand, Kies, Steinen, Mineralgemisch** und **Betonreste**.

Diese Auffüllungen wurden im Zuge der Geländeprofilierung, Uferbefestigung und Errichtung der Hochwasserschutzdeiche sowie bei der Verlegung von Erschließungsleitungen aufgebracht bzw. umgelagert.

Die Dicke der Auffüllungen variiert in den Aufschlüssen zwischen 0,20 m und 1,80 m. Sie besitzen aufgrund der inhomogenen Zusammensetzung unterschiedliche Lagerungsdichten und Konsistenzen.

In der Rammsondierung DPM 5 wurden für die Auffüllungen stark variierende Rammwiderstände von

$$n_{10} = 1 \text{ bis } 38$$

gemessen. Diese Rammwiderstände weisen für die Auffüllungen überwiegend eine geringe Tragfähigkeit nach. Die erhöhten Rammwiderstände sind auf eingelagerte Steine zurückzuführen.

4.3. Auelehm

In allen Rammkernsondierungen steht unterhalb der Auffüllungen **Auelehm** an. Dieser Auelehm wird durch **stark sandigen, tonigen, oftmals humosen Schluff** gebildet.

Teilweise existiert auch eine sandigere Variation des Auelehmes. Diese sandigere Variation (**stark schluffiger, humoser Fein- bis Mittelsand**) wurde innerhalb der Rammkernsondierungen RKS 2 und 6 erbohrt. Teilweise können in den Auelehm reine Sandzwischen-schichten eingelagert sein.

Die Unterkante des Auelehms wurde in Tiefen von 2,8 bzw. 3,0 m unter Ansatzpunkt (77,92 m ü. NN bzw. 78,36 m ü. NN) erreicht.

In den Rammkernsondierungen RKS 1 und RKS 6 wurde der Auelehm bis zur Endteufe von 3,0 m noch nicht durchfahren.

Je nach Wasserzutritt ist der Auelehm wechselnd in weicher bis halbfester Konsistenz bzw. lockerer bis mittelsdichter Lagerung vorgefunden worden. Diese wechselnde Konsistenz wird auch durch die variierenden Rammwiderstände von

$$n_{10} = 3 \text{ bis } 12$$

gemessen. Allgemein sind die Auelehmböden aufgrund des bindigen Charakters, der humosen Beimengungen und der nicht vorhandenen geologischen Vorbelastung als sehr gering tragfähig zu bezeichnen.

4.4. Flusskiese

Bis zur Endteufe der Rammkernsondierungen RKS 2 und 4 von 8,0 m sind holozäne **Flusskiese** aufgeschlossen worden. Überwiegend werden diese Sedimente durch **sandigen bis stark sandigen Fein- bis Mittelkies** gebildet. Teilweise können in den Kies **Sandzwischen-schichten** eingeschaltet sein.

Innerhalb der Rammkernsondierung RKS 2 wurden in einer Tiefe zwischen 6,0 m und 6,5 m fast durchgängig Holzreste erbohrt.

Entsprechend des Bohrfortschrittes in den Rammkernsondierungen besitzen die Kiese eine lockere bis mitteldichte Lagerung. Eine überwiegend mitteldichte Lagerung wird auch durch die in den Rammsondierungen bis in eine Tiefe von ca. 7,5 m gemessenen Rammwiderstände von

$$n_{10} = 8 \text{ bis } 24 \text{ (unterhalb des Grundwassers)}$$

bestätigt. Unterhalb der genannten Tiefe steigen die Rammwiderstände auf Werte von

$$n_{10} = > 30 \text{ bis } 60 \text{ (unterhalb des Grundwassers)}$$

an. Hier ist eine dichte Lagerung der Kiese zu verzeichnen. Vermutlich handelt es sich hierbei bereits um pleistozäne Elbeschotter.

Generell ist der Baugrundaufbau somit durch aufliegende Auelehmschichten mit darunter folgenden Kies- und Sandböden gekennzeichnet.

5. Grund- und Schichtenwasser

Während der Baugrunduntersuchung in der Zeit vom 08.04. bis 14.04.2009 wurde in den Rammkernsondierungen RKS 2, 4 und 6 das Grundwasser angeschnitten. Der Wasseranschnitt erfolgte in Tiefen zwischen 2,80 m und 3,40 m unter Ansatzpunkt innerhalb der Sand- und Kiesböden bzw. an der Unterkante des Auelehmes.

Nach Abschluss der Bohrarbeiten wurde innerhalb der Rammkernsondierung RKS 2 ein leichtes Ansteigen des Grundwasserstandes beobachtet. Das Grundwasser steht hier somit an der Unterkante der tiefer reichenden Auelehmböden in gespanntem Zustand an. Der ausgepegelte Wasserstand wurde letztendlich in Tiefen zwischen 2,75 m und 3,40 m auf geodätischen Höhen zwischen 77,92 m ü. NN und 77,97 m ü. NN.

Der Grundwasserstand im Bereich der Elbaue korrespondiert mit dem Wasserstand in der Elbe. Der mittlere Wasserstand in der Elbe liegt bei ca. 77 m ü.NN. Zum Zeitpunkt der Baugrunduntersuchung lag der Elbepegel auf einer geodätischen Höhe von ca. 78,20 m ü.NN mit sinkender Tendenz. Die Baugrunduntersuchung wurde somit in einer Periode mit erhöhten Wasserständen in der Elbe durchgeführt.

Während des Hochwassers im August 2002 war der gesamte Bereich zwischen den Hochwasserschutzdämmen überschwemmt. Der Elbepegel lag zu dieser Zeit auf einer geodätischen Höhe von ca. 84,7 m ü. NN und somit ca. 4 m über Geländeoberkante im Trassenbereich. Mit geländenahen ausgepegelten Grundwasserständen ist somit in Hochwasserperioden zu rechnen.

Der Wasserstand im „Schwarzen Graben“ lag zum Zeitpunkt der Untersuchungen auf einer geodätischen Höhe von 78,79 m ü. NN und somit ca. 90 cm oberhalb des Grundwasserstandes. Es ist demnach anzunehmen, dass das Bett des „Schwarzen Grabens“ durch Kolmation relativ dicht gegenüber dem Grundwasser ist oder den Auelehm noch nicht durchfährt.

Weiterhin wurden in den Rammkernsondierungen RKS 1, 2 und 6 Schichtenwasser oberhalb des Grundwassers vorgefunden. Die Schichtenwasser sammeln sich infolge von Niederschlägen, Hochwasserereignissen bzw. oszillierenden Grundwasserständen in sandigen Zwischenschichten innerhalb des Auelehmes und sickern durch den gering wasserdurchlässigen Auelehm nur langsam dem Untergrund zu.

Der Schichtenwasseranschnitt erfolgte in den Rammkernsondierungen ab einer Tiefe von 1,4 m unter Geländeoberkante. Die Grund- und Schichtenwasser sind in der Lage, die sehr wasserempfindlichen Auelehmböden aufzuweichen.

Aufgrund der im Untergrund anstehenden gut wasserdurchlässigen Sand- und Kiesböden ist mit einem starken Wasserandrang bei Anschnitt des Grundwassers zu rechnen.

Die Trasse befindet sich am südlichen Rand der Trinkwasserschutzzone III des Wasserwerkes Mockritz.

Der Bereich zwischen den Hochwasserschutzdeichen ist als Überschwemmungsgebiet ausgewiesen.

6. Bodenmechanischer Feldversuch (dynamischer Plattendruckversuch – Anlage 04)

Zur Untersuchung der Tragfähigkeit in Höhe des voraussichtlichen Planums unterhalb der bestehenden Betonfahrbahn ist während der Baugrunduntersuchung ein dynamischer Plattendruckversuch durchgeführt worden. Der Versuch ist innerhalb des Handschurfes in einer Tiefe von 70 cm auf einem vorbereiteten Versuchsplanum vorgenommen worden.

Die Durchführung des dynamischen Plattendruckversuches erfolgte mit dem Leichten Fallgewichtsgerät, entsprechend den TP BF-StB (Technische Prüfvorschriften für Boden und Fels im Straßenbau), Teil B 8.3. Der Versuch ist in Form eines Setzungsdiagrammes auf der Anlage 04 dargestellt. Die Versuchsstelle (Schurfstelle) ist dem Lageplan auf der Anlage 03 zu entnehmen.

Die Untersuchungsergebnisse und der in Höhe des Versuchsplanums anstehende Boden sind in der nachstehenden Tabelle 1 zusammengefasst:

Tabelle 1: Ergebnisse des dynamischen Lastplattendruckversuches

Versuch-Nr.	Messstelle	Höhenlage	Versuch auf	$E_{\text{v dyn}}$ [MN/m ²]
DPV 1	Schurf I siehe Lageplan	OK Straße – 70 cm	Auffüllung (Mittel- bis Grobsand, stark kiesig)	76,7

Der durchgeführte dynamische Plattendruckversuch zeigt, dass der im Bereich des Planums anstehende Kiessand (Straßendamm) in dem vorgefundenen Zustand eine sehr gute Tragfähigkeit besitzt.

Ohne Vorliegen einer Kalibrierung für den angetroffenen Boden kann gesagt werden, dass die gestellte Forderung für ein Erdplanum ($E_{\text{v2}} \geq 100 \text{ MN/m}^2$ für nicht frostempfindliche Böden) in dem vorgefundenen Zustand erreichbar ist.

Bei Wasserzutritt z.B. durch Niederschläge nach Entfernen der bestehenden Straßenoberbauten und mechanische Beanspruchung (Befahren mit gummibereiften Fahrzeugen) ist mit einem Tragfähigkeitsverlust zu rechnen.

7. Bodenmechanische Laborversuche (Anlage 05)

Zur Bestimmung bodenmechanischer Kennwerte wurden aus dem Schurf insgesamt 4 gestörte Bodenproben (Großproben) sowie aus den Rammkernsondierungen 10 gestörte Bodenproben entnommen. Die Probenahmetiefen sind den Schichtenprofilen auf den Anlagen 02/1 und 02/2 zu entnehmen.

Von den entnommenen Bodenproben wurden insgesamt 5 Proben für eine bodenmechanische Untersuchung ausgewählt. Es ist folgendes Programm bodenmechanischer Untersuchungen durchgeführt worden:

Tabelle 2: Programm der bodenmechanischen Untersuchungen

Probe-Nr.	Aufschluss	Tiefe [m]	Untersuchungen
2/4	RKS 2	2,50 – 2,80	Wassergehalt
2/5	RKS 2	2,80 – 6,00	Kornverteilung
4/2	RKS 4	1,80 – 3,00	Wassergehalt, Kornverteilung
6/1	RKS 6	0,80 – 2,00	Wassergehalt, Kornverteilung
I/4	Sch I	0,65 – 0,95	Wassergehalt, Kornverteilung

Die einzelnen Ergebnisse der Laborversuche werden im Folgenden dargestellt:

7.1. Wassergehalte

Die Wassergehalte der untersuchten Proben sind in der nachfolgenden Tabelle 3 festgehalten.

Tabelle 3: Ergebnisse der Wassergehaltsbestimmungen

Probe-Nr.	Aufschluss	Beschreibung	Natürlicher Wassergehalt w_n [%]
2/4	RKS 2	Auelehm (Schluff, tonig, stark sandig)	22,2
2/5	RKS 2	Fein- bis Mittelkies, stark sandig	gesättigt
4/2	RKS 4	Auelehm (Schluff, tonig, stark sandig, humos)	24,4
6/1	RKS 6	Auelehm (Schluff, tonig, stark sandig, humos)	26,2
I/4	Sch I	Auffüllung (Mittel- bis Grobsand, stark kiesig)	2,8

Die Ermittlung der Wassergehalte zeigt, dass die Auelehmböden vergleichsweise hohe Wassergehalte besitzen. Diese weisen bei einer teilweise steifen bis halbfesten Konsistenz auf ein hohes Wasserbindevermögen hin. Dieses Wasserbindevermögen wird durch die erheblichen bindigen Bestandteile sowie teilweise durch organische (humose) Beimengungen bewirkt. Der Auelehm ist als wasserempfindlich zu charakterisieren.

Die Probe 2/5 wurde aus dem im Untergrund anstehenden Kiessand unterhalb des Grundwasserspiegels entnommen dieser Boden ist wassergesättigt.

Die Dammschüttung unterhalb der bestehenden Betonstraße ist gegen den Wasserzutritt gut geschützt. Sie ist bei einem Wassergehalt von 2,8 % als trocken bis erdfeucht zu bezeichnen.

7.2. Kornverteilung

Die Bestimmung der Kornzusammensetzung der Proben 2/5 und I/4 erfolgte mittels Siebung nach nassem Abtrennen der Feinanteile. Die Kornverteilung der Proben 4/2 und 6/1 wurde mittels kombinierter Sieb- und Schlämmanalyse ermittelt.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in Form von Körnungslinien auf der Anlage 05 dargestellt. Die einzelnen Kornfraktionen und die zugehörigen Bodenarten und Bodengruppen sind der Tabelle 4 zu entnehmen.

Tabelle 4: Ergebnisse der Ermittlung der Kornverteilung

Probe	Schlammkorn (Korn-Ø < 0,063 mm)	Sandkorn (Korn-Ø 0,063 bis 2,0 mm)	Kieskorn (Korn-Ø > 2,0 mm)	Bodenart	Boden- gruppe
2/5	4,3	52,9	42,8	f-mG, s*	GI
4/2	74,6	25,4	0,0	U, s*, t	TL
6/1	81,0	18,8	0,1	U, s*, t	TL
I/4	0,9	73,4	25,8	m-gS, g*	SE

Die Probe 2/5 wurde aus dem im Untergrund anstehenden Kiessand entnommen. Dieser Boden ist als wasserunempfindlich und gut verdichtbar und nicht frostempfindlich zu bezeichnen.

Bei den Proben 4/2 und 6/1 handelt es sich um Auelehm. Die Kornverteilungskurven unterscheiden sich nur relativ gering. Der Auelehm besitzt einen bindigen Charakter und ist als wasser- und frostempfindlich zu charakterisieren. Bei Durchfeuchtung ist dieser Boden stark bewegungsempfindlich.

Das Material der Dammschüttung unter der bestehenden Betonstraße (Probe I/4) stellt einen Kiessand mit relativ enger Kornabstufung dar. Dieser Boden ist gering wasserempfindlich, nicht frostempfindlich und mäßig bis gut verdichtbar.

8. Bodenmechanische Kennwerte und Bodencharakteristik

Den auf der Baustelle angetroffenen Bodenarten können nachstehende bodenmechanische Kennwerte und Bodenklassen zugeordnet werden:

Tabelle 5
Bodenkennwerte und
Bodencharakteristik

	B O D E N A R T E N		
	Auffüllungen (Tragschichten aus Kies und Sand)	Auffüllungen (Schluff, Sand, Kies, Mineralgemisch)	Auelehm (Schluff, stark sandig, tonig, humos)
Bezeichnung	B O D E N K E N N W E R T E		
Wichte des feuchten Bodens γ	22 kN/m ³	20 kN/m ³	20 kN/m ³
Wichte des Bodens unter Auftrieb γ'	12 kN/m ³	10 kN/m ³	10 kN/m ³
Innerer Reibungswinkel ϕ'	35,0°	27,5°	25,0°
Kohäsion c'	0 kN/m ²	0 – 5 kN/m ²	10 kN/m ²
Steifemodul E_s	80 MN/m ²	12 MN/m ²	7 MN/m ²
Wasserdurchlässigkeitsbeiwert k	1×10^{-4} – 1×10^{-5} m/s	1×10^{-6} – 1×10^{-8} m/s	1×10^{-7} – 1×10^{-9} m/s
Frostempfindlichkeitsklasse	F 1	F 3	F 3
Bodengruppe	GI / SE	SU* / GU* / TL / UL	TL / UL
Setzungsempfindlichkeit	sehr gering	groß	groß
Verdichtbarkeit	mittel bis gut	mittel bis gering	sehr gering
Bodengruppe nach ATV-A-127	1	3	3
Bodenklasse nach DIN 18300	3	4	4

Bodenklasse 3 - leicht lösbare Bodenarten

Bodenklasse 4 - mittelschwer lösbare Bodenarten

Die Auffüllungen im Bereich des Baugeländes schwanken in ihrer Zusammensetzung. Die angegebenen bodenmechanischen Kennwerte geben die Bandbreite der häufigsten Auffüllungen wieder.

Tabelle 5
Bodenkennwerte und
Bodencharakteristik
(Fortsetzung)

	B O D E N A R T E N	
	Auelehm (Fein- bis Mittelsand, stark schluffig)	Fein- bis Mittelkies stark sandig
Bezeichnung	B O D E N K E N N W E R T E	
Wichte des feuchten Bodens γ	20 kN/m ³	21 kN/m ³
Wichte des Bodens unter Auftrieb γ'	11 kN/m ³	11 kN/m ³
Innerer Reibungswinkel φ'	27,5°	35,0°
Kohäsion c'	3 kN/m ²	0 kN/m ²
Steifemodul E_s	12 MN/m ²	60 MN/m ² (unterhalb 7,5 m: 100 MN/m ²)
Wasserdurchlässigkeitsbeiwert k	$1 \times 10^{-7} - 5 \times 10^{-8}$ m/s	$5 \times 10^{-4} - 5 \times 10^{-5}$ m/s
Frostempfindlichkeitsklasse	F 3	F1
Bodengruppe	SU*	GI / GW
Setzungsempfindlichkeit	groß	gering
Verdichtbarkeit	sehr gering	gut
Bodengruppe nach ATV-A-127	3	1
Bodenklasse nach DIN 18300	4	3

Bodenklasse 3 - leicht lösbare Bodenarten

Bodenklasse 4 - mittelschwer lösbare Bodenarten

Bei Zutritt von Wasser und falscher Behandlung der bindigen Böden und bindigen Auffüllungen können diese in breiigen bis flüssigen Zustand übergehen. Sie sind dann der Bodenklasse 2 - fließende Bodenarten - zuzurechnen.

Durch das Eintragen von Schwingungen können in weicher bis steifer Konsistenz anstehende bindige Böden ebenfalls in breiigen bis flüssigen Zustand übergehen (Bodenverflüssigung) und "Ausfließen". Sie gehören dann ebenfalls der Bodenklasse 2 - fließende Bodenarten - an.

Ein Ausfließen von Sandböden mit einem Schlämmkornanteil von weniger als 15 % ist kein kennzeichnendes Kriterium für „fließende Bodenarten“.

9. Bodengruppen und Beurteilung der Frostempfindlichkeit

Anhand der vorliegenden Kornverteilungskurven sowie der Bodenansprache können die Bodengruppen und die Frostempfindlichkeit der im Bereich der Trasse anstehenden Bodenarten bestimmt werden.

Der anstehende Untergrund ist nach DIN 18196 nachstehenden Bodengruppen zuzuordnen:

<u>Bezeichnung</u>	<u>Bodengruppe</u> (DIN 18196)	<u>Vorkommen</u>
Kiesböden, Sandböden	GW, GI, SE (Kies, Sand)	Auffüllungen (Tragschichten, Dammschüttungen), gewachsener Untergrund
Kiesböden, stark schluffig	GU* (Kies- Schluff- Gemische)	Auffüllungen
Sandböden, stark schluffig	SU* (Sand- Schluff- Gemische)	Auffüllungen, sandiger Auelehm
Schluffböden, stark sandig, tonig	TL / UL (Ton, Schluff)	Auffüllungen, Auelehm

Die teilweise in Planumshöhe anstehenden stark schluffigen Auffüllungen und Auelehmböden der Bodengruppen GU*, SU*, TL und UL sind der

Frostempfindlichkeitsklasse F 3 - sehr frostempfindlich -

zuzuordnen.

Die Tragschichten und Dammschüttungen ohne Schlämmkornanteile unterhalb der Betonstraße der Bodengruppen GI und SE gehören der

Frostempfindlichkeitsklasse F 1 - nicht frostempfindlich -.

an. Diese Frostempfindlichkeitsklasse gilt weiterhin für die im Untergrund anstehenden Kiese der Bodengruppen GI und GW.

Die Gradienten der Straße nach Ausbau soll im Bereich der bestehenden Betonstraße (westlicher Trassenbereich) sowie an der Anbindung an die Solarstraße ungefähr in Höhe der derzeitigen Straßenoberkante liegen.

Zwischen den Hochwasserschutzdämmen und unmittelbar östlich der zu errichtenden Brücke sind Straßendämme herzustellen. Die Dammhöhe östlich der Brücke wird dabei nur eine geringe Höhe über dem derzeitigen Gelände besitzen. Genauere Planungsunterlagen hierzu liegen derzeit nicht vor.

Anhand der durchgeführten Baugrundaufschlüsse stehen in Nähe der derzeitigen Geländeoberkante im Bereich der bestehenden Betonstraße Böden (Dammschüttungen) an, die der Frostepfindlichkeitsklasse F 1 angehören. Lediglich im Anbindungsbereich an die K 8987 können diese Dammschüttungen auslaufen, so dass dort Auelehmböden der Frostepfindlichkeitsklasse F3 anstehen.

Bei den hier vorgefundenen Dammschüttungen handelt es sich um eng gestufte Sandböden. Nach den Vorschriften der RStO 01 ist hier eine Verfestigung oder der Einbau einer Frostschutzschicht erforderlich.

In allen weiteren Trassenbereichen sind an der Geländeoberkante Böden (Auffüllungen / Auelehm) der Frostepfindlichkeitsklasse F3 zu erwarten.

Zur Bemessung des Straßenoberbaus wird empfohlen, für das Planum im westlichen Trassenteil (K 8987 bis westlicher Hochwasserschutzdamm) die Frostepfindlichkeitsklasse F1 anzusetzen.

Zwischen den Hochwasserschutzdeichen (Brückenanrampungen) sind Straßendämme herzustellen. Die Frostepfindlichkeitsklasse in Planumshöhe richtet sich hier nach dem gewählten Schüttmaterial.

Da der Straßendamm östlich des östlichen Hochwasserschutzdammes nur eine geringe Höhe besitzt und letztlich bis in Geländehöhe ausläuft, gilt hier für das Planum die Frostepfindlichkeitsklasse F3.

10. Wasserverhältnisse

In verschiedenen Bereichen der Trasse wurden Schichtenwasser in geringerer Tiefe als 2,0 m unter Planum angetroffen.

Mit weiteren Schichtenwasserbildungen in geringer Tiefe muss gerechnet werden. Daher liegen in überwiegenden Trassenabschnitten **ungünstige Wasserverhältnisse** entsprechend den Vorschriften der ZTVE-StB 94/97 (Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau) vor.

11. Vorschläge für den Ausbau der Straße

Der Ausbau der Straße soll mit Asphalt erfolgen. Die Gradienten soll nach Angaben des planenden Ingenieurbüros im westlichen Bereich (K 8987 bis westlicher Hochwasserschutzdamm) nicht verändert werden. Die Straße verläuft hier nach Ausbau weiterhin auf dem bestehenden Straßendamm.

Zwischen den Hochwasserschutzdämmen und östlich der zu errichtenden Brücke sind Straßendämme herzustellen. Die Dammhöhe östlich der Brücke wird dabei nur eine geringe Höhe über dem derzeitigen Gelände besitzen und läuft bis zur Solarstraße aus. Genauere Planungsunterlagen hierzu liegen derzeit nicht vor.

Im Zuge der Baumaßnahme soll der im Bereich der bestehenden Betonstraße verlaufende Trassenbereich grundhaft ausgebaut werden. Die weiteren Trassenbereiche verlaufen außerhalb derzeitiger Verkehrsflächen und sind grundhaft neu zu errichten.

11.1. Straßendämme

Zur Herstellung der Straßendämme (Brückenanrampungen) ist zunächst in allen zu überschüttenden Bereichen die Begrünungszone (Mutterboden) abzutragen. Für die ordnungsgemäße Verdichtung der Einbaulagen der Dammschüttung ist durchgängig ein ausreichend tragfähiges Dammauflager herzustellen. Der im Bereich zwischen den Hochwasserschutzdämmen anstehende Auelehm besitzt eine nur mäßige Tragfähigkeit. Er ist vor Durchfeuchtung und mechanischer Beanspruchung zu schützen. Falls erforderlich sind Schwachstellen lokal auszutauschen oder eine Stabilisierung der Dammaufstandsfläche mit Bindemitteln vorzunehmen.

Als Dammbaumaterial können alle verdichtungsfähigen und ausreichend tragfähigen nichtbindigen und bindigen Böden verwendet werden. Auch ein Einsatz von zertifizierten Recyclingbaustoffen (besondere Beachtung der wasserwirtschaftlichen Merkmale) ist möglich. Auf eine geeignete Materialauswahl für die Lagen in Höhe des Straßenplanums ist unter Berücksichtigung des dort geforderten Verformungsmoduls zu achten.

Die Baustoffe sind lagenweise und unter intensiver Verdichtung einzubauen. Das Einbauregime (Lagenstärke, Verdichtungsgerät, Anzahl der Übergänge, etc.) richtet sich nach den Eigenschaften des Schüttmaterials. Die Verdichtungsanforderungen der ZTVE-StB in der aktuellen Ausgabe (Zu Baubeginn wahrscheinlich ZTVT-StB 09) sind einzuhalten und durch ausreichende Verdichtungskontrollen nachzuweisen.

Im Bereich der Brückenwiderlager ist die Verfüllung entsprechend der Vorgaben der Brückenrichtzeichnungen, WAS 7, vorzunehmen.

Der Untergrund im Bereich der Dammschüttungen ist zumindest im oberen Bereich als setzungsempfindlich zu charakterisieren. Bei einer Dammschüttung mit einer Höhe von ca. 2,5 m ist mit Setzungen des Untergrundes in einer Größenordnung von ca. 2 - 3 cm zu rechnen. Die Setzungen werden in einer Zeit von ca. 2 Monaten abgeklungen sein.

11.2. Straßenoberbau

Die Tragfähigkeit in Planumshöhe des westlichen Trassenbereiches wurde während der Baugrunduntersuchung im derzeitigen Zustand in ausreichender Größe ermittelt. Im Bereich der Anbindung an die Solarstraße ist bei den hier anstehenden, bindigen Böden von einer unzureichenden Tragfähigkeit auszugehen.

Die Straße ist nach Angaben des planenden Ingenieurbüros in die Bauklasse III einzuordnen.

Da aufgrund der im westlichen Trassenteil in Planumshöhe anstehenden, eng gestuften Sandböden ohnehin der Einbau einer Frostschutzschicht bzw. eine Verfestigung erforderlich wird, wird für die gesamte Trasse der Ausbau mit einem Straßenoberbau mit ungebundenen Frostschutz- und Tragschichten empfohlen.

Nach den Vorschriften der RStO 01 ist für die Lage und Nutzung der Straße ein frostsicherer Aufbau in einer Stärke von 75 cm erforderlich.

Der Straßenoberbau kann somit z.B. entsprechend RStO 01, Tafel 1, Zeile 3, Bauklasse III wie folgt gewählt werden:

4 cm Asphaltdeckschicht
4 cm Asphaltbinderschicht
10 cm Asphalttragschicht
15 cm Schottertragschicht
42 cm Frostschutzschicht

75 cm frostsicherer Oberbau

In den ZTVE-StB 94/97 (Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau) wird für die Verdichtung des Planums bei frostempfindlichem Untergrund ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ gefordert. Bei nicht frostempfindlichem Untergrund wird ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$ gefordert.

Bei dem während der Baugrunduntersuchung durchgeführten dynamischen Plattendruckversuch wurde im Bereich des bestehenden Straßendammes eine relativ gute Tragfähigkeit nachgewiesen, die eine Einhaltung der genannten Forderung erwarten lässt.

Im Bereich der zu schüttenden Straßendämme ist durch geeignete Wahl der Baustoffe und Verdichtungstechnologie die Einhaltung der geforderten Verdichtungs- und Tragfähigkeitskennwerte zu gewährleisten.

Im östlichen Trassenbereich (Anbindung an die Solarstraße) ist je nach Witterung mit einer zu geringen Tragfähigkeit in Planumshöhe zu rechnen. Daher werden je nach Witterungslage Maßnahmen zur Stabilisierung des Planums erforderlich.

Eine eventuell erforderliche Erhöhung der Tragfähigkeit des Planums durch Nachverdichten ist aufgrund der im Untergrund anstehenden bindigen Böden überwiegend nicht möglich. Hier besteht bei Eintrag von Schwingungen die Gefahr einer Konsistenzänderung der bindigen Böden.

Bei Erfordernis wird vorgeschlagen, einen Bodenaustausch durchzuführen.

Als Bodenaustauschmaterial ist gegenüber dem Untergrund filterstabiles, nichtbindiges, gut verdichtbares Material (Kiessand, Mineralgemisch o.ä.) zu verwenden. Das Material ist lagenweise ($d \leq 30 \text{ cm}$) und unter intensiver Verdichtung einzubauen.

Die Erfordernis und tatsächlich erforderliche Stärke des Bodenaustausches ist zu Beginn der Bauarbeiten an Probefeldern zu ermitteln.

Es wird nachstehende Vorgehensweise beim Straßenausbau empfohlen:

- Die bestehende Straßenbefestigung (Betondeckedecke und Tragschichten) sowie die anstehenden Auffüllungen sind zunächst bis auf eine Höhe von 75 cm unterhalb der geplanten Straßenoberkante zu entnehmen und sofern nicht weiter verwendbar, abzutransportieren.
- Die Schüttung des Straßendammes ist in der beschriebenen Art und Weise herzustellen.
- In Höhe des Planums ist der Nachweis der ausreichenden Tragfähigkeit zu führen. Bei unzureichender Tragfähigkeit ist eine Planumsstabilisierung, wie beschrieben vorzunehmen. Ausgehobene Tragschichten aus dem westlichen Trassenbereich können für diesen Bodenaustausch mitverwendet werden.
- Das Planum ist mit ausreichendem Gefälle herzustellen. Eine Planumsentwässerung ist durch den freien Ablauf des Planumswassers in Seitengräben bzw. über die Dammböschungen vorzusehen.
- lagenweiser Einbau und Verdichten der ungebundenen Schichten des Straßenoberbaus aus Mineralgemisch (Körnung 0/32 bis 0/56) gemäß den Vorschriften der ZTVT-StB 95/02 (Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Tragschichten im Straßenbau) und Nachweis der ordnungsgemäßen Verdichtung.
- Einbau der bituminösen Trag- und Deckschichten.

Das Planum ist mit einem zahnlosen Tieflöffel herzustellen. Ein Befahren des anstehenden Untergrundes mit gummiereiften Fahrzeugen ist nicht zulässig. Hierdurch sollen größere Auflockerungen des Planums und somit notwendige Nachverdichtungsarbeiten bzw. Tieferausschachtungen vermieden werden. Alle Erdarbeiten sind somit in Vorkopfbauweise durchzuführen. Bei starken Niederschlägen sind die Erdarbeiten sofort einzustellen.

Die ordnungsgemäße Tragfähigkeit des Planums und der ungebundenen Tragschichten ist durch Verdichtungskontrollen zu überprüfen. Hierbei sind die nach den ZTVE-StB 94/97 bzw. ZTVT-StB 95/02 geforderten Verdichtungsgrade und Verformungsmoduln nachzuweisen.

Für die Verdichtung der Dammschüttungen, des Planums und des Straßenoberbaues sind in Bezug auf Lagenstärke und Wassergehalt der eingebauten Materialien günstige Einbaubedingungen zu schaffen. Das Eintragen von Schwingungen in den Untergrund sollte so minimiert werden.

11.3. Versickerung der Niederschlagswasser

Das auf den Verkehrsflächen anfallende Niederschlagswasser soll über die Bankette und Böschungen abgeleitet werden. Für die Böschungen kann lt. RAS-Ew 05 eine Versickerungsrate von 100 l/(s*ha) angesetzt werden.

Am Fuß der Böschungen ist zusätzlich eine Rasenmulde zur Sammlung, Verdunstung und Ableitung des überschüssigen Niederschlagswassers vorzusehen. Die im Untergrund anstehenden Auelehmböden besitzen prinzipiell keine ausreichende Versickerungsfähigkeit zur Ableitung der anfallenden Niederschlagswasser in den Untergrund. Nach den Angaben der RAS-Ew kann hier jedoch eine Versickerungsrate von 150 l/(s*ha) angesetzt werden.

Über die Kombination von Speicherung, Versickerung und Verdunstung ist das Niederschlagswasser in diesen Rasenmulden zu entsorgen.

Zwischen den Hochwasserschutzdämmen können die Mulden mit Überläufen zum „Schwarzen Graben“ versehen werden.

12. Hinweise zur Herstellung der Brücke

Bei der geplanten Baumaßnahme handelt es sich um den Neubau der Brücke im Zuge der Herstellung der Anbindungsstraße über den „Schwarzen Graben“. Das Bauwerk soll vermutlich als Ein-Feld-Konstruktion mit einer Spannweite von ca. 20 m aus Stahlbeton hergestellt werden. Genaue Unterlagen über die geplante Brückenkonstruktion liegen zum derzeitigen Planungsstand noch nicht vor.

Um einen Einschnitt der Straße in die Hochwasserschutzdämme zu vermeiden, muss die Oberkante der Brücke auf einer geodätischen Höhe von mindestens ca. 82,5 m ü.NN und somit ca. 3,7 m über dem Wasserspiegel des „Schwarzen Grabens“ liegen.

Für die Gründung der Brücke kommen grundsätzlich zwei Gründungsarten in Frage:

Variante 1: flächenhafte Gründung

Variante 2: Tiefgründung

Variante 1 – Flachgründung (Blockfundamente / Brunnen)

Im Zuge der Baugrunduntersuchung wurden gut tragfähige Böden (Flusskiese) ungefähr auf einer geodätischen Höhe von 78,3 ... 78,9 m ü. NN vorgefunden. Dies entspricht einer Tiefe von ca. 3,0 m unterhalb der Geländeoberkante und ungefähr der Wasserspiegelhöhe des „Schwarzen Grabens“.

Zur Erzielung eines ausreichenden Kolkschutzes sowie einer frostfreien Einbindetiefe der Widerlagergründungen in den Untergrund wird empfohlen, die Gründungssohlen für diese Variante auf einer geodätischen Höhe von ca. 77,0 m ü.NN und somit sicher innerhalb der Kiesböden anzuordnen. Die Lage dieser Gründungssohle ist in der Anlage 02/1 eingezeichnet.

Wird die frostsichere Einbindung und der Kolkschutz durch zusätzliche Maßnahmen (Steinschüttung, Uferpflasterung, o.ä.) realisiert, kann die Gründungssohle bis zu einer geodätischen Höhe von ca. 78,00 m ü. NN angehoben werden.

Die Lasten der Brücke können über Betonwiderlager in den Untergrund eingetragen werden. Hierzu sind umpundete Baugruben bis in die genannte Tiefe auszuheben. Anschließend können die Widerlager innerhalb der Baugruben monolithisch errichtet werden. Hierzu wird eine Flächengründung (Widerlagerkasten mit Bodenplatte) empfohlen.

Die Gründungssohle liegt bei einer geodätischen Höhe von 77,0 m ü.NN ungefähr 1,0 m unterhalb des Grundwasserstandes sowie ca. 1,8 m unter dem Wasserspiegel des „Schwarzen Grabens“. Zur Herstellung der Widerlager ist somit bei dieser Tiefe zur Vermeidung eines hydraulischen Grundbruches eine geschlossene Wasserhaltung (Filterlanzen / Gravitationsbrunnen) oder die Herstellung einer auftriebssicheren Sohlabdichtung erforderlich. Die Auftriebssicherung der Sohlabdichtung kann hierbei durch eine ausreichende Dicke oder durch eine Rückverankerung gewährleistet werden.

Alternativ ist eine Unterwasserbetonage aller unterhalb des Grundwasserspiegels liegenden Widerlagerteile möglich.

Wird die Gründungssohle bis auf 78,0 m ü.NN angehoben, liegt sie im Bereich des Grundwasserstandes zum Zeitpunkt der Baugrunduntersuchung. Bei diesem Wasserstand kann versucht werden, die Trockenhaltung der Baugrube mittels offener Wasserhaltung zu bewerkstelligen.

Alternativ zur Variante „Umspundete Baugrube“ kann die Gründung in der genannten Tiefe im Schutz von Brunnen vorgenommen werden. Die Brunnen sind durch Ausbaggerung, ohne oder mit geschlossener Wasserhaltung (keine offene Wasserhaltung zur Vermeidung hydraulischer Grundbruch!) bis in die genannte Tiefe abzusenken und die Sohlflächen horizontal herzustellen. Anschließend sind die Brunnen mit Beton zu verfüllen. Die einzelnen Gründungselemente können dann mit einer Stahlbetonplatte oder einem Balkenrost überspannt und die Widerlager aufgebaut werden.

Variante 2 - Tiefgründung

Eine Tiefgründung ist in Form von Bohrpfählen, Mikro-Verpress-Pfählen oder über die vertikale Belastung von Spundwandprofilen (Schneidenlagerung auf Spundwandbohlen – sog. Hoesch-Bauweise) möglich.

Aufgrund der angetroffenen Baugrundverhältnisse ist insbesondere eine Bohrpfahlgründung als günstig einzuschätzen.

Die Pfähle sind bis in ausreichende Tiefe (mind. 2,5 m) in den Kiesboden einzubinden. Die Anzahl, der Durchmesser sowie der Abstand der Pfähle untereinander ergibt sich aus den aufzunehmenden Bauwerkslasten.

Die Pfähle können innerhalb von Verrohrungen oder unverrohrt (Schneckenbohrpfähle) hergestellt und bewehrt werden. Die Wahl der Bohrpfahlart hängt insbesondere von den aufzunehmenden Vertikallasten und Horizontallasten ab.

Auf die Bohrpfähle ist ein Balkenrost herzustellen, auf dem die weiteren Baukonstruktionen aufgelegt werden können. Alternativ können die Bohrpfähle tangierend oder überschneidend als geschlossene Widerlagerwände bis zum Oberbau hergestellt werden.

Für die Bemessung der Bohrpfähle nach DIN 4014 bzw. DIN 1054-100 können für den **Kiessand (holozäner Flussskies)** folgende charakteristischen Kennwerte angesetzt werden:

Grenzwert der Mantelreibung	$\tau_{mf} (q_{sk})$	=	80 kN/m ²
Pfahlspitzenwiderstand:	$\sigma_s (q_{bk})$	=	700 kN/m ² (bei s/D = 0,02)
	$\sigma_s (q_{bk})$	=	900 kN/m ² (bei s/D = 0,03)
	$\sigma_s (q_{bk})$	=	2.000 kN/m ² (bei s/D = 0,10)

Für die zu durchfahrenden Auffüllungen und Auelehmböden ist keine Mantelreibung in Ansatz zu bringen.

Die ausreichende Tragfähigkeit der Bohrpfähle ist durch Probelastungen nachzuweisen.

Werden die Pfähle in die im tiefen Untergrund (ab ca. 7,5 m) liegenden, pleistozänen Kiesen eingebunden, können höhere Tragfähigkeitskennwerte angesetzt werden. Aufgrund der starken Festigkeitsdifferenzen kann für diesen Fall jedoch die Mantelreibung innerhalb der oberen (holozänen) Kiesböden nicht aktiviert werden. Sie kann somit nicht zum Ansatz gebracht werden.

Die Vorteile der Variante Tiefgründung liegen insbesondere darin, dass nur begrenzte oder keine Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich sind. Weiterhin vermindern sich die erforderlichen Erdarbeiten.

Die Nachteile dieser Varianten sind insbesondere in gestalterischen Gesichtspunkten und in den Bauwerkskosten zu sehen.

Auf die jeweiligen Gründungselemente kann dann der Brückenoberbau in den verschiedenen konstruktiven Lösungen aufgesetzt werden.

Die Verfüllung der Arbeitsräume um und innerhalb der die Widerlager und eventuellen Flügelwände ist lagenweise und unter intensiver Verdichtung durchzuführen. Das ausgehobene Material kann hierfür nicht mitverwendet werden und ist somit auszutauschen. Die ordnungsgemäße Verdichtung der Verfüllungen ist durch Verdichtungskontrollen zu überprüfen.

Die Drainage und Verfüllung im Bereich der Brückenwiderlager ist entsprechend der Vorgaben der Brückenrichtzeichnungen, WAS 7, vorzunehmen.

Im Bereich der Sohle vor den Flügelmauern sind Maßnahmen gegen Erosion der Böschungen bzw. der Flusssohle und somit entstehenden Unterspülungen zu treffen. Es wird empfohlen, nach Herstellung der Widerlager das Flussbett im Bereich der Brücke sowie die Uferböschungen am Rand der Flügelmauern durch eine Pflasterung im Mörtelbett zu versiegeln bzw. Steinschüttungen herzustellen.

13. Zulässige Sohlnormalspannungen, Setzungen und Grundbruchsicherheiten

Für die Variante **Flachgründung** wurde eine Berechnung der Setzungen und der Grundbruchsicherheiten durchgeführt. Diese Berechnungen erfolgten auf der Grundlage der DIN-Norm 1054:2005 – Baugrund; Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau -, der DIN-Norm 4017:2005 – Baugrund; Berechnung des Grundbruchwiderstandes von Flachgründungen - und der DIN-Norm 4019 - Setzungsberechnungen bei lotrecht, mittlerer Belastung -.

Unterhalb der Widerlager (geschlossene Gründungsplatte bzw. Brunnen) kann eine zulässige Sohlnormalspannung von

$$\sigma_0 = 300 \text{ kN/m}^2$$

angesetzt werden.

Die hierbei entstehenden Setzungen werden eine Größenordnung von

$$s = 1,5 \text{ bis } 2,0 \text{ cm}$$

nicht überschreiten. Ein großer Teil dieser Setzungen wird bereits während der Bauphase abklingen. Zur Bemessung der Stahlbetonbodenplatte kann ein Bettungsmodul von

$$k_s = 15.000 \text{ kN/m}^3$$

verwendet werden.

14. Chemische Untersuchungen

Im Zuge der Bauarbeiten für den grundhaften Ausbau der Straße und die Errichtung des Brückenbauwerkes sind die Betonbefestigungen abubrechen und Böden in größerem Umfang zu entnehmen. Weiterhin sind die erd- und wasserberührten Bauteile der Brücke eventuell einem chemischen Angriff ausgesetzt.

Auftragsgemäß wurden zur Untersuchung der von der Baustelle zu entfernenden Massen Untersuchungen auf Schadstoffe zur Festlegung der Wiederverwertbarkeit durchgeführt. Hierzu wurden aus dem Schurf und aus den Rammkernsondierungen gestörte Beton- und Bodenproben entnommen und in Glasbehälter luftdicht verpackt.

Weiterhin wurden Untersuchungen des Grundwassers und des Wassers aus dem „Schwarzen Graben“ auf Stahl- und Betonaggressivität vorgenommen.

Folgende Einzelproben wurden für eine chemische Untersuchung ausgewählt:

Tabelle 6: Probenauswahl zur chemischen Untersuchungen

Probe-Nr.	Aufschluss	Tiefe [m]	Probenart
2/1	RKS 2	0,20 – 1,00	Auelehm (Schluff, stark sandig, tonig, humos)
I/1	Sch I	0,00 – 0,20	Beton (Straßendecke)
I/2	Sch I	0,20 – 0,34	zementstabilisierter Kiessand (Tragschicht unter Straße)
Wasser Schwarzer Graben	---	---	Oberflächenwasser
Grundwasser	RKS 2	2,75 – 8,00	Grundwasser

Die ausgewählten Proben wurden auf folgende Untersuchungsprogramme untersucht:

Tabelle 7: Programm der chemischen Untersuchungen an

Probe	Mindestuntersuchungsprogramm (Boden) nach LAGA	Untersuchungsprogramm Bauschutt / RCL-Material (SMUL / LAGA)	Stahl- und Betonaggressivität
2/1	X	---	---
I/1	---	X	---
I/2	---	X	---
Wasser Schwarzer Graben	---	---	X
Grundwasser	---	---	X

14.1. Untersuchung des Bodens (Auelehm)

Insbesondere im Bereich des Brückenbauwerkes sind erhebliche Schachtarbeiten zur Entfernung des gering tragfähigen Auelehms durchzuführen. Die Probe 2/1 (Auelehm) wurde daher für eine Untersuchung auf Wiederverwertbarkeit ausgewählt.

Die chemischen Analysen der entnommenen Bodenprobe wurden von der LGU – Laborgesellschaft für Umweltschutz, Hartha vorgenommen. Die Ergebnisse der Untersuchungen sowie die angewandten Verfahren sind in Form eines Analysezertifikates auf den Anlagen 06/1 und 06/2 dargestellt. Eine Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse zeigen die Tabellen auf den Anlagen 06/3 und 06/4 (LAGA).

Die Proben wurden zur Untersuchung auf Wiederverwertbarkeit auf das

- **Mindestuntersuchungsprogramm nach LAGA für Boden**

untersucht.

Es wurden folgende Überschreitungen von Zuordnungswerten festgestellt:

Probe 2/1 (Auelehm – Schluff, stark sandig, tonig, humos)

Überschreitungen der Feststoffparameter:

Zuordnungswert Z2: keine

Zuordnungswert Z1: keine

Zuordnungswert Z0: keine

Überschreitungen der Eluatparameter:

Zuordnungswert Z2: keine

Zuordnungswert Z1.2: keine

Zuordnungswert Z1.1: keine

Zuordnungswert Z0: keine

resultierende Einstufung: Einbauklasse Z 0

Entsprechend dieser Untersuchungen sind die untersuchten Auffüllungen entsprechend der Kriterien der Einbauklasse Z0 wiederverwertbar. Das Material unterliegt somit keinen Einschränkungen bei der Verwertung.

Als Material für technische Bauwerke (z.B. Brückenanrampung) ist es aufgrund der geringen Verdichtbarkeit und Tragfähigkeit und der hohen Wasserempfindlichkeit erst nach Durchführung einer Stabilisierung (Zugabe von Bindemitteln) verwendbar.

Soll eine Deponierung erfolgen, sind eventuell weitere Untersuchungen (z.B. nach Abfall-Ablagerungs-Verordnung) erforderlich.

14.2. Probenahme und Untersuchung an Baustoffen (Straßenbeton / verfestigte Tragschicht)

Die bestehende Straße im westlichen Trassenbereich ist im Zuge der Baumaßnahme zu entfernen. Hierbei sind die Betonbefestigungen und die zementgebundene Tragschicht abzubrechen und bei Möglichkeit einer Wiederverwertung zuzuführen.

Die Entnahme der verfestigten Tragschicht erfolgte direkt unterhalb einer vergossenen Fuge des Straßenbetons um eine eventuell vorhandene Belastung mit Teerbestandteilen zu untersuchen.

Die entnommenen Betonproben wurden in Glasbehälter luftdicht verpackt und zur chemischen Untersuchung der LGU – Laborgesellschaft für Umweltschutz, Hartha, übergeben. In diesem Labor wurden die Feststoffproben auf die Parameter des Untersuchungsprogramms für die Bewertung schadstoffbelasteter Gebäude, Bauteile oder Bauschutt vor Aufbereitung nach den Hinweisen des sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft untersucht.

Die Untersuchungsergebnisse sind im Einzelnen aus den Analysezertifikaten auf den Anlagen 07/1 bis 07/4 zu entnehmen. Eine Zusammenstellung der Analyseergebnisse zeigen die Tabellen auf den Anlagen 07/5 und 07/6.

In Tabelle II.1.4-4 der LAGA sind Orientierungswerte für die Bewertung von schadstoffbelasteten Gebäuden, Bauteilen oder Bauschutt vor Aufbereitung festgehalten. Bei Einhaltung dieser Orientierungswerte bei der Untersuchung von Gebäuden, Bauteilen oder Bauschutt vor Aufbereitung kann das Material direkt einer Recyclinganlage zugeführt und entsprechend der sich daraus ergebenden Einbauklasse aufbereitet und verwendet werden. Bei entsprechendem Nachweis (durch die recycelnde Firma) ist auch der Einbau in einer höherwertigen Einbauklasse zulässig.

Für die Bewertung des Recyclingbaustoffes nach Aufbereitung gelten die Zuordnungswerte W1.1 - W2 für Recyclingbaustoffe nach den Hinweisen des sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL). Da eine bodenähnliche Nutzung des Recyclingbaustoffes (z.B. Rückverfüllung von Abgrabungen) außerhalb technischer Bauwerke ausgeschlossen wird, existieren keine Zuordnungswerte W0.

Die Orientierungswerte nach LAGA und die Zuordnungswerte des SMUL sind den Anlagen 07/5 und 07/6 zu entnehmen.

An der Probe I/1 (Straßenbeton) wurde für die elektrische Leitfähigkeit sowohl der Orientierungswert nach LAGA als auch der Zuordnungswert W 2 nach SMUL überschritten.

Diese erhöhte elektrische Leitfähigkeit wurden bei Fehlen weiterer Schadstoffe und einem relativ hohen pH-Wert (12,2) festgestellt.

Diese Überschreitung ist erfahrungsgemäß auf die alkalische Reaktion des Betons (Vorhandensein von Hydroxyd-Ionen) zurückzuführen. Diese Ursache stellt keine umweltrelevante Gefährdung dar. Die Leitfähigkeit baut sich bei Zutritt von Kohlendioxid relativ schnell ab.

Des Weiteren wurden an beiden Proben sowohl in der Originalsubstanz als auch im Eluat keine Überschreitungen der Orientierungswerte nach LAGA festgestellt. Die Betonbefestigungen können somit uneingeschränkt einem Recycling zugeführt werden. Nach Recycling kann die Einstufung in die Einbauklassen neu erfolgen.

Ein Vergleich der Analyseergebnisse mit den Zuordnungswerten nach den Hinweisen des SMUL zeigt, dass auch hier die weiteren jeweiligen Zuordnungswerte W1.1 nicht überschritten wurden. Eine Einstufung des recycelten Materials in die Einbauklasse W1.1 ist somit wahrscheinlich.

An allen recycelten Massen sollten Haufwerksbeprobungen zur ordnungsgemäßen Einstufung der Materialien in die jeweilige Einbauklasse durchgeführt werden.

14.3. Stahl- und Betonaggressivität

Zur Untersuchung der Stahl- und Betonaggressivität des Grundwassers und des Oberflächenwassers im „Schwarzen Graben“ wurden zwei Wasserproben entnommen. Die Entnahme des Oberflächenwassers erfolgte unmittelbar im Bereich der zu errichtenden Brücke. Zur Grundwasserentnahme wurde die Rammkernsondierung RKS 2 zu einem temporären Grundwasserpegel ausgebaut

Die entnommenen Wasserproben wurden in Braunglasflaschen luftdicht verfüllt und durch die LGU – Laborgesellschaft für Umweltschutz mbH, Hartha, entsprechend den Vorschriften der DIN-Normen 4030 und 50929 untersucht.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind den Anlagen 08/1 bis 08/4 zu entnehmen.

Die Untersuchungsergebnisse zeigen, dass das anstehende **Oberflächenwasser nicht betonangreifend** ist.

Die Korrosionswahrscheinlichkeit ist gegenüber unlegierten und niedriglegierten Stählen als **gering** einzuschätzen.

Das anstehende **Grundwasser** ist aufgrund leicht erhöhter Werte für Sulfat und kalkaggressive Kohlensäure als **schwach betonangreifend** zu bezeichnen.

Die Korrosionswahrscheinlichkeit gegenüber unlegierten und niedriglegierten Stählen ist auch hier als **gering** einzuschätzen.

Es wird empfohlen, das Baugrundgutachten der bauausführenden Firma zur Verfügung zu stellen.

Zur Abnahme der Aushub- und Fundamentsohlen sowie zur Durchführung der erforderlichen Verdichtungskontrollen wird um rechtzeitige Nachricht gebeten.

Michael Clemens + Ingenieure GmbH
Ingenieurberatung für Grund-
bau und Bodenmechanik

8 Anlagen (beigeheftet) Die Anlage 02/1 ist ungeheftet beigelegt

Verteiler: Stadtverwaltung Torgau
ICL Ingenieur Consult, Dr.-Ing. A. Kolbmüller GmbH, Leipzig

2-fach
1-fach
und als CD-ROM

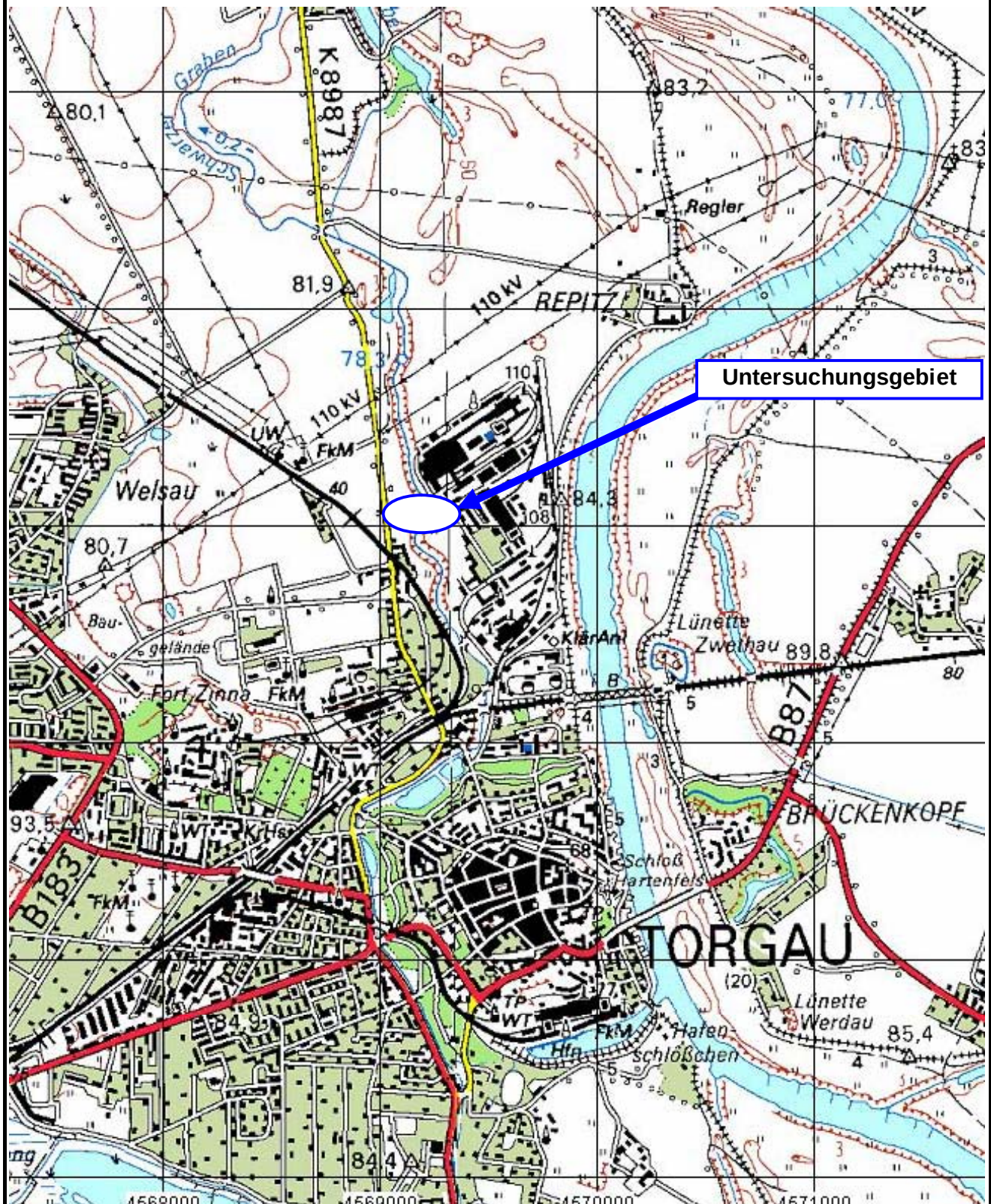
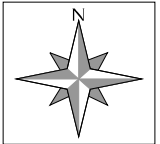
Inhaltsverzeichnis

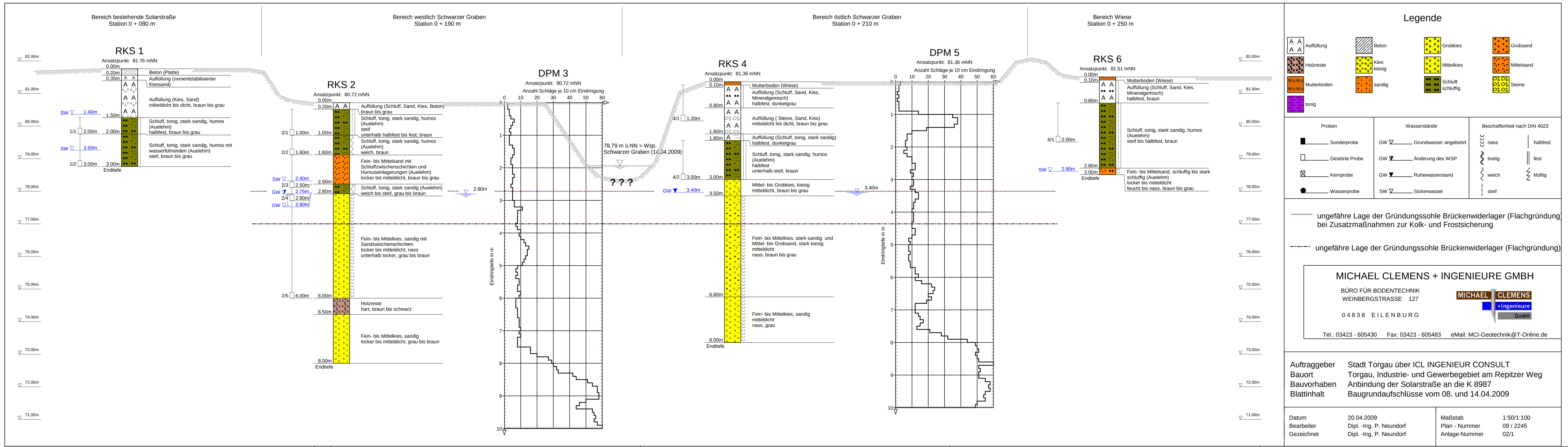
1. Vorbemerkung
2. Örtliche Verhältnisse und geplantes Bauvorhaben
3. Baugrunderkundung
4. Bodenaufbau und Beurteilung des Untergrundes
5. Grund- und Schichtenwasser
6. Bodenmechanischer Feldversuch
7. Bodenmechanische Laborversuche
8. Bodenmechanische Kennwerte und Bodencharakteristik
9. Bodengruppen und Beurteilung der Frostepfindlichkeit
10. Wasserverhältnisse
11. Vorschläge für den Ausbau der Straße
12. Hinweise zur Herstellung der Brücke
13. Zulässige Sohlnormalspannungen, Setzungen und Grundbruchsicherheiten
14. Chemische Untersuchungen

Anlagen

- | | |
|---------------|--|
| 01 | Übersichtslageplan, M = 1 : 25.000 |
| 02/1 und 02/2 | Bodenaufschlüsse vom 08.04. und 14.04.2009 |
| 03 | Lageplan M = 1 : 1.250 |
| 04 | dynamischer Plattendruckversuch - Druck-Setzungs-Diagramm |
| 05 | Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche - Kornverteilungskurven |
| 06/1 bis 06/4 | Ergebnisse der chemischen Untersuchungen - Bodenprobe |
| 07/1 bis 07/6 | Ergebnisse der chemischen Untersuchungen – Betonproben |
| 08/1 und 08/2 | Ergebnisse der chemischen Untersuchungen – Stahl- und Betonaggressivität |

Übersichtslageplan M = 1 : 25.000

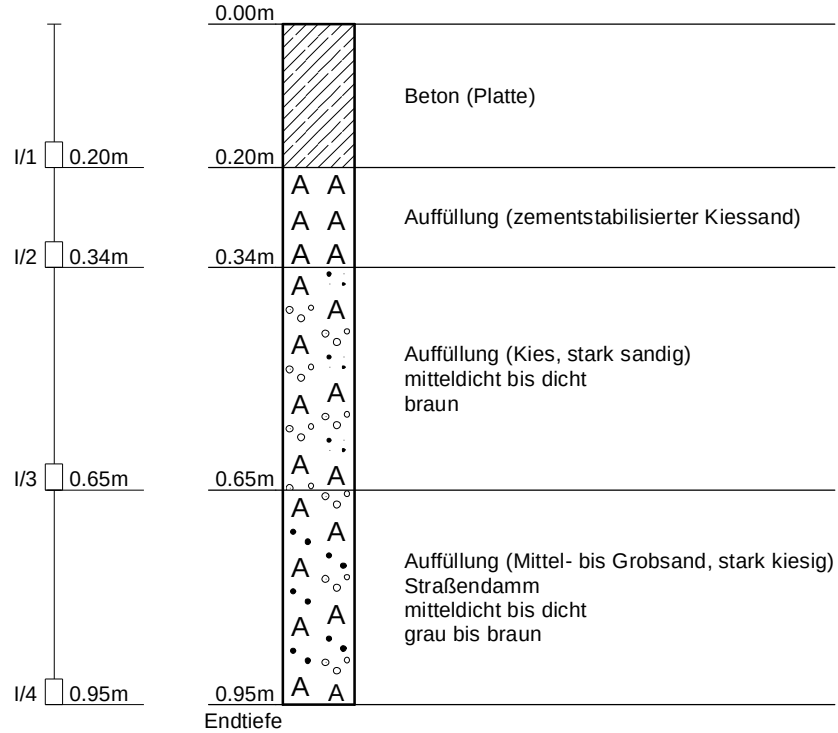




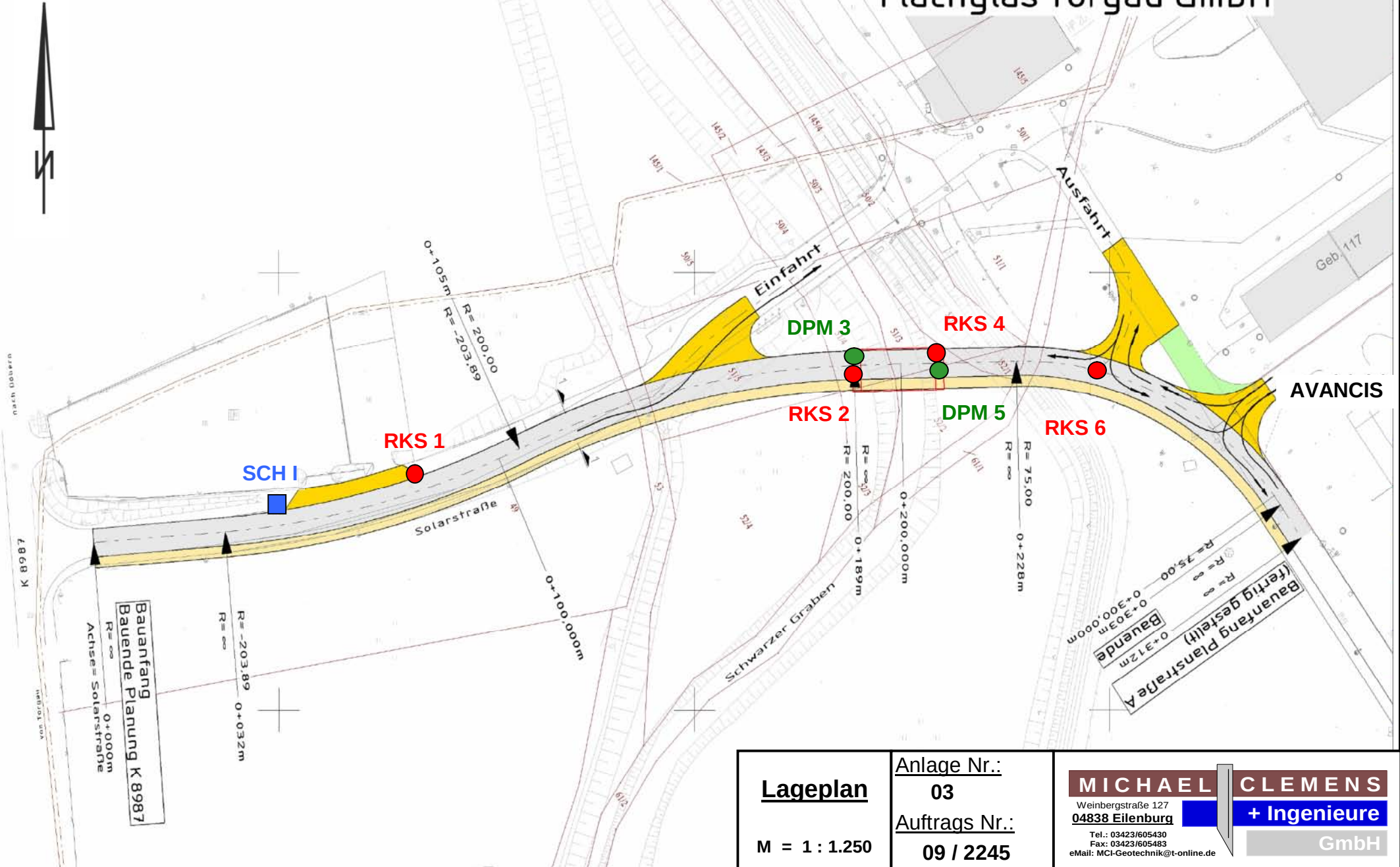
MICHAEL CLEMENS + INGENIEURE	Projekt : Anbindung der Solarstraße an die Kreisstraße	
BÜRO FÜR BODENTECHNIK GMBH	Projektnr.: 09/ 2245	K 8987 in Torgau
WEINBERGSTRASSE 127	Anlage : 02/2	
0 4 8 3 8 E I L E N B U R G	Maßstab : 1: 10	Datum : 15.04.2009

SCH I

Ansatzpunkt: 81.66 mNN Station 0 + 45 m



Flachglas Torgau GmbH



Lageplan

M = 1 : 1.250

Anlage Nr.:

03

Auftrags Nr.:

09 / 2245

MICHAEL CLEMENS

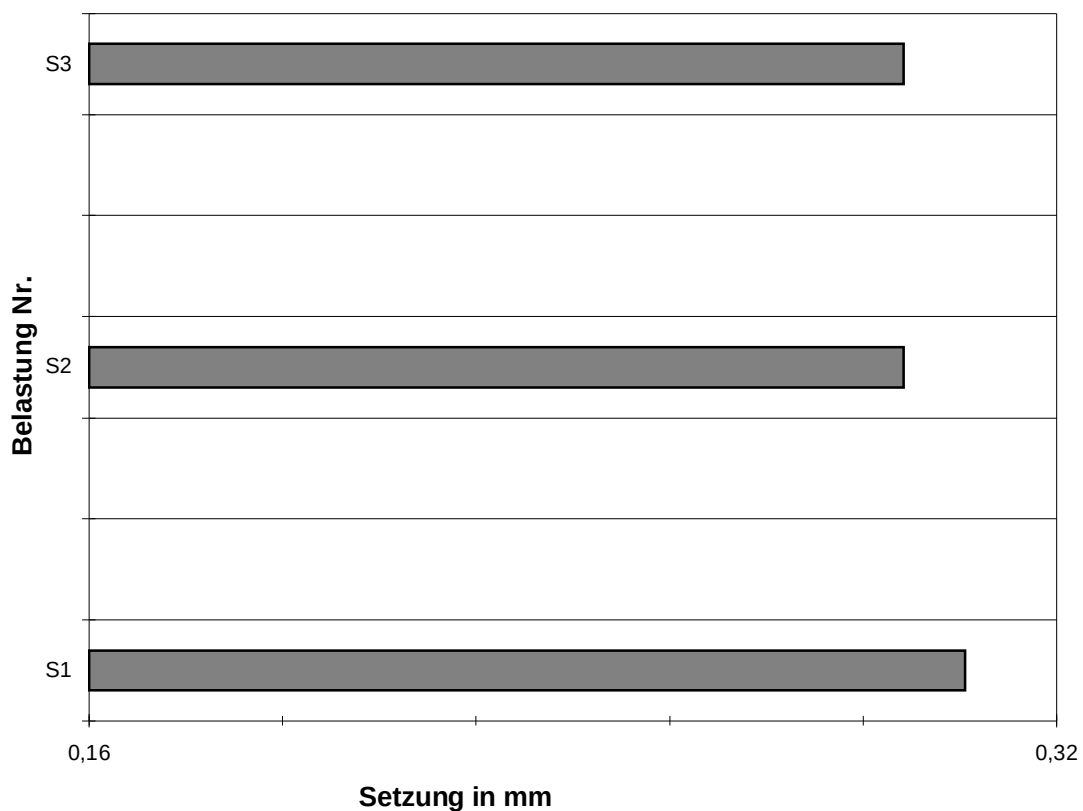
Weinbergstraße 127
04838 Eilenburg

Tel.: 03423/605430
Fax: 03423/605483
eMail: MCI-Geotechnik@t-online.de

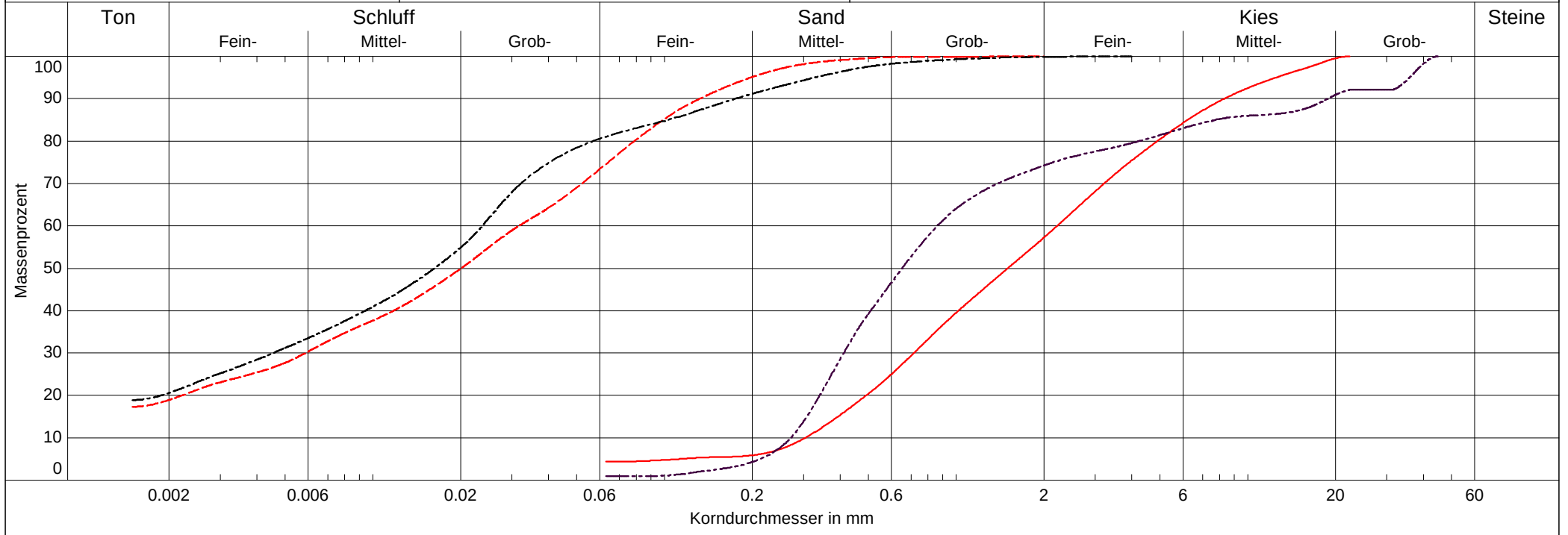
+ Ingenieure

GmbH

<u>Bauvorhaben:</u>			09/2245	Anlage-Nr.	04
Industrie- und Gewerbegebiet „Am Repitzer Weg“ in Torgau, Anbindung der Solarstraße an die Kreisstraße K 8987				Versuchsnr.	DPV 1
				Datum	08.04.2009
Setzungs- messung	Belastung Nr.	Meßuhr in mm	Plattendurchmesser in mm 300		
Erst- belastung	S1	0,300	Unterlage Sand		
			Name	Donner	
			Meßstelle	Schurf I	
Zweit- belastung	S2	0,290	Höhenlage	GOK - 0,7 m	
			Bodenart	Auffüllung (Mittel- bis Grobsand, stark kiesig)	
Dritt- belastung	S3	0,290	Witterung	trocken	
			Temperatur	18 °C	
Ergebnisse			Forderungen		
Mittelwert s =	0,293	mm	Evd	>=	MN/m²
Evd	= 76,7	MN/m²	erfüllt ja/nein :		

Setzungsdiagramm

MICHAEL CLEMENS + INGENIEURE	Kornverteilung DIN 18 123-5/-6/-7	Projekt : Anbindung der Solarstraße an die K 8987 in Torgau
BÜRO FÜR BODENTECHNIK GMBH		Projektnr. : 09/2245 "Gewerbegebiet "Am Repitzer Weg"
WEINBERGSTRASSE 127		Datum : 21.04.2009
04838 EILENBURG		Anlage : 05



Labornummer	Probe 2/5	Probe 4/2	Probe 6/1	Probe I/4
Entnahmestelle	RKS 2	RKS 4	RKS 6	Schurf I
Entnahmetiefe	2,8 - 6,0 m	1,8 - 3,0 m	0,8 - 2,0 m	0,65 - 0,95 m
Bodenart	S+G	U,fs	U,fs',ms'	mS,g,gs
Wassergehalt	gesättigt	24,2	26,2 %	2,8 %
Frostempfindl.klasse	F1	F3	F3	F1
d ₁₀ / d ₆₀	0.304/2.221 mm	- /0.032 mm	- /0.024 mm	0.271/0.863 mm
Bodengruppe	GI	TL	TL	SE
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/4.3/52.9/42.8 %	18.9/55.6/25.4/0.0 %	20.6/60.5/18.8/0.1 %	0.0/0.9/73.4/25.8 %
Ungleichförm. U	U = 7.3	-	-	U = 3.2
Anteil < 0.063 mm	4.3 %	74.6 %	81.0 %	0.9 %
Bodenklasse	3	4	4	3

Az.: 09-0543/ebo
Datum: 17.04.2009
Seite: 1 von 2

Prüfbericht

Auftraggeber:

Büro für Bodentechnik • Michael Clemens + Ingenieure GmbH

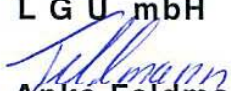
Projekt:

Torgau, Solarstrasse

Probennummer:	09-0543	/3
Probenehmer:	Auftraggeber	
Probenbezeichnung AG:	2/1	
Probenahmedatum:	08.04.2009	
Probeneingang:	09.04.2009	
Probenart:	Boden-Mischprobe	
Bemerkungen:		

Parameter		Methode		Prüfergebnis
Konzentrationen im Eluat nach DIN 38 414-S4				
pH-Wert	bei 20 °C	DIN 38 404 (C5)		7,2
Elektrische Leitfähigkeit	bei 25 °C	DIN EN 27 888 (C8)	µS/cm	48,8
Chlorid	Cl ⁻	DIN EN 10304-1 (D19)	mg/l	< 4
Sulfat	SO ₄ ²⁻	DIN EN 10304-1 (D19)	mg/l	6,8
Phenolindex, nach Destillation		DIN EN ISO 14402 (H37)	µg/l	< 10
Arsen	As	DIN 38405 (D35)	µg/l	< 10
Blei	Pb	DIN 38 406-E6	µg/l	< 5
Cadmium	Cd	DIN EN 5961 (E19)	µg/l	< 1
Chrom, ges.	Cr	EN 1233 (E10)	µg/l	< 5
Kupfer	Cu	DIN 38 406-E7-2	µg/l	< 10
Nickel	Ni	DIN 38 406-E11-2	µg/l	15
Quecksilber	Hg	DIN EN 1483 (E12)	µg/l	< 0,2
Zink	Zn	DIN 38 406-E8-1	µg/l	17
Konzentrationen in der Originalsubstanz				
EOX	als Cl	analog DIN 38 414-S17	mg/kg TM	< 1
Kohlenwasserstoff-Index	C10-C40	analog DIN ISO 16703	mg/kg TM	29
mobiler Anteil	C10-C22	analog DIN ISO 16703	mg/kg TM	14
Polycycl. Aromat. Kohlenwasserstoffe (PAK)		analog Merkblatt LUA NRW	mg/kg TM	< 0,05
TOC	als C	DIN EN 13137	% TM	0,15
Arsen	As	DIN 38405 (D35)	mg/kg TM	7
Blei	Pb	E DIN ISO 11047	mg/kg TM	20,1
Cadmium	Cd	E DIN ISO 11047	mg/kg TM	< 0,2
Chrom, gesamt	Cr	E DIN ISO 11047	mg/kg TM	25,4
Kupfer	Cu	E DIN ISO 11047	mg/kg TM	12,9
Nickel	Ni	E DIN ISO 11047	mg/kg TM	18,3
Quecksilber	Hg	DIN ISO 16 772	mg/kg TM	0,1
Zink	Zn	E DIN ISO 11047	mg/kg TM	61,6

n.a. - nicht analysiert

L G U mbH

Dr. Anke Feldmann
stv. Laborleiterin



Laborgesellschaft
für Umweltschutz mbH
Waldheimer Straße
04746 Hartha
Telefon (034328) 732-0

Hinweis:

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die oben genannten Proben.

Die auszugsweise Vervielfältigung des vorliegenden Berichtes bedarf der

chemische Untersuchung von Bodenproben nach LAGA (Feststoffanalysen)

Bauvorhaben:

**Anbindung der Solarstraße an die K 8987 in Torgau
Wiederverwertung von Aushubböden**

Auftrags-Nr.: **09 / 2245**

		Originalsubstanz													Einbau- klasse
Bodenprobe	Bodenart	EOX	MKW	PAK ₁₆	Benzo(a) pyren	TOC	As	Pb	Cd	Cr (gesamt)	Cu	Ni	Hg	Zn	
		alle in mg/kg					in %	alle in mg/kg							
Probe 2/1	Schluff, tonig, stark sandig, humos	< 1,00	14,0 (29,0)	< 0,05	< 0,05	0,15	7	20,10	< 0,200	25,40	12,90	18,30	< 0,100	61,60	Z 0
Zuordnungswert nach LAGA															
Z 0	Lehm/Schluff	1	100	3	0,3	0,5 (1,0) ⁵⁾	15	70	1	60	40	50	0,50	150	
Z 1		3 ¹⁾	300 (600) ²⁾	3 (9) ³⁾	0,9	1,5	45	210	3	180	120	150	1,5	450	
Z 2		10	1000 (2000) ²⁾	30	3	5	150	700	10	600	400	500	5	1500	

Z0⁵⁾ Bei einem C:N-Verhältnis > 25 beträgt der Zuordnungswert 1 Masse-%

Z1/Z2¹⁾ Bei Überschreitung ist die Ursache zu prüfen

Z1/Z2²⁾ Die angegebenen Zuordnungswerte gelten für Kohlenwasserstoffverbindungen mit einer Kettenlänge von C10 bis C22. Der Gesamtgehalt, bestimmt nach E DIN EN 14039 (C10-C40), darf insgesamt den in Klammern genannten Wert nicht überschreiten.

Z1/Z2³⁾ Bodenmaterial mit Zuordnungswert < 3 mg/kg und ≤ 9 mg/kg darf nur in Gebieten mit hydrologisch günstigen Deckschichten eingebaut werden.

Anlage 06/3

chemische Untersuchung von Bodenproben nach LAGA (Eluatanalysen)

Bauvorhaben:

Anbindung der Solarstraße an die K 8987 in Torgau
Wiederverwertung von Aushubböden

Auftrags-Nr.: 09 / 2245

		Eluat													Einbau- klasse
Bodenprobe	Bodenart	pH-Wert	el. Leitfähig- keit	Chlorid	Sulfat	Phenolindex	As	Pb	Cd	Cr	Cu	Ni	Hg	Zn	
			in µS/cm	alle in mg/l		alle in µg/l									
Probe 2/1	Schluff, tonig, stark sandig, humos	7,2	49	< 4,0	6,80	< 10	< 10	< 5	< 1	< 5	< 10	15	< 0,2	17	Z 0
Zuordnungswert nach LAGA															
Z 0		6,5-9,5	250	30	20	20	14	40	1,5	12,5	20	15	< 0,5	150	
Z 1.1		6,5-9,5	250	30	20	20	14	40	1,5	12,5	20	15	< 0,5	150	
Z 1.2		6-12	1500	50	50	40	20	80	3	25	60	20	1	200	
Z 2		5,5-12	2000	100 ²⁾	200	100	60 ³⁾	200	6	60	100	70	2	600	

Z1.1/Z1.2/Z2 ²⁾ bei natürlichen Böden in Ausnahmefällen bis 300 mg/l

Z1.1/Z1.2/Z2 ³⁾ bei natürlichen Böden in Ausnahmefällen bis 120 µg/l

Az.: 09-0543/Eb.
Datum: 17.04.2009
Seite: 1 von 2

Prüfbericht

Auftraggeber:
Projekt:

Büro für Bodentechnik • Michael Clemens + Ingenieure GmbH
Torgau, Solarstrasse

Probennummer:		09-0543	/4
Probenehmer:		Auftraggeber	
Probenahmeort:		1/1	
Probenahmedatum:		08.04.2009	
Probeneingang:		09.04.2009	
Probenart:		RCL-Material	
Bemerkungen:			

Parameter		Methode		Prüfergebnis
Konzentrationen im Eluat nach DIN 38 414-S4				
pH-Wert	bei 20 °C	DIN 38 404 (C5)		12,2
Elektrische Leitfähigkeit	bei 25 °C	DIN EN 27 888 (C8)	µS/cm	3800
Chlorid	Cl ⁻	DIN EN 10304-1 (D19)	mg/l	25,7
Sulfat	SO ₄ ²⁻	DIN EN 10304-1 (D19)	mg/l	17,6
Phenolindex, nach Destillation		DIN 38 409-H16-2	µg/l	< 10
Arsen	As	DIN 38405 (D35)	µg/l	< 10
Blei	Pb	DIN 38 406-E6	µg/l	< 5
Cadmium	Cd	DIN EN 5961 (E19)	µg/l	< 1
Chrom, ges.	Cr	EN 1233 (E10)	µg/l	< 5
Kupfer	Cu	DIN 38 406-E7-2	µg/l	< 10
Nickel	Ni	DIN 38 406-E11-2	µg/l	< 15
Quecksilber	Hg	DIN EN 1483 (E12)	µg/l	< 0,2
Zink	Zn	DIN 38 406-E8-1	µg/l	< 10
Konzentrationen in der Originalsubstanz				
EOX	als Cl	DIN 38 414-S17	mg/kg TM	< 1
Kohlenwasserstoff-Index	C10-C40	analog DIN ISO 16703	mg/kg TM	39
mobiler Anteil	C10-C22	analog DIN ISO 16703	mg/kg TM	17
Polycycl. Aromat. Kohlenwasserstoffe (PAK)		analog Merkblatt LUA NRW	mg/kg TM	< 0,05
Polychlorierte Biphenyle (PCB)		DIN 38414-S20, GC/MS/MS	mg/kg TM	< 0,02
Arsen	As	DIN 38405 (D35)	mg/kg TM	< 5
Blei	Pb	E DIN ISO 11047	mg/kg TM	3,06
Cadmium	Cd	E DIN ISO 11047	mg/kg TM	< 0,2
Chrom, gesamt	Cr	E DIN ISO 11047	mg/kg TM	43,5
Kupfer	Cu	E DIN ISO 11047	mg/kg TM	9,5
Nickel	Ni	E DIN ISO 11047	mg/kg TM	13,3
Quecksilber	Hg	DIN ISO 16 772	mg/kg TM	0,067
Zink	Zn	E DIN ISO 11047	mg/kg TM	32,3

L G U mbH Hartha

Dr. Anke Feldmann


Laborgesellschaft
für Umweltschutz mbH
Waldheimer Straße 1
04746 Hartha
Telefon 03428/732-0

Hinweis:

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die oben genannten Proben.
Die auszugsweise Vervielfältigung des vorliegenden Berichtes bedarf der schriftlichen Genehmigung der LGU mbH, Hartha.

LGU Laborgesellschaft für Umweltschutz mbH
Waldheimer Straße 1
04746 Hartha (Kreis Döbeln)

Geschäftsführer:
Dr. Volker Ebock, Diplom-Chemiker
HRB Nr. 4493, A.G. Leipzig-Stadt

Telefon: 034328/732-0
Telefax: 034328/732-22
Internet: www.umweltlabor-hartha.de

Az.: 09-0543/Eb.
 Datum: 17.04.2009
 Seite: 2 von 2

Prüfbericht

Auftraggeber: Büro für Bodentechnik • Michael Clemens + Ingenieure GmbH
 Projekt: Torgau, Solarstrasse

Einzelparameter PAK nach EPA-Liste

Probennummer:		09-0543		/4	

Parameter	Methode	Prüfergebnis
Polycycl. Aromat. Kohlenwasserstoffe	PAK nach EPA, GC / MS / SIS	
Naphthalin	mg/kg TM	< 0,05
Acenaphthylen	mg/kg TM	< 0,05
Acenaphthen	mg/kg TM	< 0,05
Fluoren	mg/kg TM	< 0,05
Phenanthren	mg/kg TM	< 0,05
Anthracen	mg/kg TM	< 0,05
Fluoranthren	mg/kg TM	< 0,05
Pyren	mg/kg TM	< 0,05
Benz[a]anthracen	mg/kg TM	< 0,05
Chrysen	mg/kg TM	< 0,05
Benzo[b+k]fluoranthren	mg/kg TM	< 0,05
Benzo[a]pyren	mg/kg TM	< 0,05
Indeno[1,2,3-cd]pyren	mg/kg TM	< 0,05
Dibenz [ah]anthracen	mg/kg TM	< 0,05
Benzo[ghi]perylene	mg/kg TM	< 0,05
Summe:	mg/kg TM	< 0,05
Polychlorierte Biphenyle (PCB)	DIN 38 414-S20, GC / MS / MS	
Einzelisomer(Ballschmitter-Nr.)		
Nr. 28	mg/kg TM	< 0,02
Nr. 52	mg/kg TM	< 0,02
Nr. 101	mg/kg TM	< 0,02
Nr. 138	mg/kg TM	< 0,02
Nr. 153	mg/kg TM	< 0,02
Nr. 180	mg/kg TM	< 0,02
Summe:	mg/kg TM	< 0,02

Hinweis:

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die oben genannten Proben.

Die auszugsweise Vervielfältigung des vorliegenden Berichtes bedarf der schriftlichen Genehmigung der LGU mbH, Hartha


 Az.: 09-0543/Eb.
 Datum: 17.04.2009
 Seite: 1 von 2

Prüfbericht

Auftraggeber:

Büro für Bodentechnik • Michael Clemens + Ingenieure GmbH

Projekt:

Torgau, Solarstrasse

Probennummer:		09-0543	/5
Probenehmer:		Auftraggeber	
Probenahmeort:		1/2	
Probenahmedatum:		08.04.2009	
Probeneingang:		09.04.2009	
Probenart:		RCL-Material	
Bemerkungen:			

Parameter		Methode		Prüfergebnis
Konzentrationen im Eluat nach DIN 38 414-S4				
pH-Wert	bei 20 °C	DIN 38 404 (C5)		10,1
Elektrische Leitfähigkeit	bei 25 °C	DIN EN 27 888 (C8)	µS/cm	205
Chlorid	Cl-	DIN EN 10304-1 (D19)	mg/l	7,4
Sulfat	SO42-	DIN EN 10304-1 (D19)	mg/l	31,2
Phenolindex, nach Destillation		DIN 38 409-H16-2	µg/l	< 10
Arsen	As	DIN 38405 (D35)	µg/l	< 10
Blei	Pb	DIN 38 406-E6	µg/l	< 5
Cadmium	Cd	DIN EN 5961 (E19)	µg/l	< 1
Chrom, ges.	Cr	EN 1233 (E10)	µg/l	< 5
Kupfer	Cu	DIN 38 406-E7-2	µg/l	< 10
Nickel	Ni	DIN 38 406-E11-2	µg/l	< 15
Quecksilber	Hg	DIN EN 1483 (E12)	µg/l	< 0,2
Zink	Zn	DIN 38 406-E8-1	µg/l	< 10
Konzentrationen in der Originalsubstanz				
EOX	als Cl	DIN 38 414-S17	mg/kg TM	< 1
Kohlenwasserstoff-Index	C10-C40	analog DIN ISO 16703	mg/kg TM	73
mobiler Anteil	C10-C22	analog DIN ISO 16703	mg/kg TM	20
Polycycl. Aromat. Kohlenwasserstoffe (PAK)		analog Merkblatt LUA NRW	mg/kg TM	< 0,05
Polychlorierte Biphenyle (PCB)		DIN 38414-S20, GC/MS/MS	mg/kg TM	< 0,02
Arsen	As	DIN 38405 (D35)	mg/kg TM	< 5
Blei	Pb	E DIN ISO 11047	mg/kg TM	12,7
Cadmium	Cd	E DIN ISO 11047	mg/kg TM	< 0,2
Chrom, gesamt	Cr	E DIN ISO 11047	mg/kg TM	13,7
Kupfer	Cu	E DIN ISO 11047	mg/kg TM	17,3
Nickel	Ni	E DIN ISO 11047	mg/kg TM	8,11
Quecksilber	Hg	DIN ISO 16 772	mg/kg TM	0,069
Zink	Zn	E DIN ISO 11047	mg/kg TM	57,6



L G U mbH Hartha

 Laborgesellschaft
für Umweltschutz mbH
 Waldheimer Straße 1
 04746 Hartha
 Telefon (034328) 732-0

Dr. Anke Feldmann

Hinweis:

 Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die oben genannten Proben.
 Die auszugsweise Vervielfältigung des vorliegenden Berichtes bedarf der schriftlichen Genehmigung der LGU mbH, Hartha.

 LGU Laborgesellschaft für Umweltschutz mbH
 Waldheimer Straße 1
 04746 Hartha (Kreis Döbeln)

 Geschäftsführer:
 Dr. Volker Ebock, Diplom-Chemiker
 HRB Nr. 4493, A.G. Leipzig-Stadt

 Telefon: 034328/732-0
 Telefax: 034328/732-22
 Internet: www.umweltlabor-hartha.de

Prüfbericht

Auftraggeber: Büro für Bodentechnik • Michael Clemens + Ingenieure GmbH
 Projekt: Torgau, Solarstrasse

Einzelparameter PAK nach EPA-Liste

Probennummer:		09-0543		/5	

Parameter	Methode	Prüfergebnis
Polycycl. Aromat. Kohlenwasserstoffe	PAK nach EPA, GC / MS / SIS	
Naphthalin	mg/kg TM	< 0,05
Acenaphthylen	mg/kg TM	< 0,05
Acenaphthen	mg/kg TM	< 0,05
Fluoren	mg/kg TM	< 0,05
Phenanthren	mg/kg TM	< 0,05
Anthracen	mg/kg TM	< 0,05
Fluoranthren	mg/kg TM	< 0,05
Pyren	mg/kg TM	< 0,05
Benz[a]anthracen	mg/kg TM	< 0,05
Chrysen	mg/kg TM	< 0,05
Benzo[b+k]fluoranthren	mg/kg TM	< 0,05
Benzo[a]pyren	mg/kg TM	< 0,05
Indeno[1,2,3-cd]pyren	mg/kg TM	< 0,05
Dibenz[ah]anthracen	mg/kg TM	< 0,05
Benzo[ghi]perylen	mg/kg TM	< 0,05
Summe:	mg/kg TM	< 0,05
Polychlorierte Biphenyle (PCB)	DIN 38 414-S20, GC / MS / MS	
Einzelisomer(Ballschmitter-Nr.)		
Nr. 28	mg/kg TM	< 0,02
Nr. 52	mg/kg TM	< 0,02
Nr. 101	mg/kg TM	< 0,02
Nr. 138	mg/kg TM	< 0,02
Nr. 153	mg/kg TM	< 0,02
Nr. 180	mg/kg TM	< 0,02
Summe:	mg/kg TM	< 0,02

Hinweis:

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die oben genannten Proben.

Die auszugsweise Vervielfältigung des vorliegenden Berichtes bedarf der schriftlichen Genehmigung der LGU mbH, Hartha

Projekt: **Anbindung der Solarstraße an die K 8987 in Torgau**

Projekt-Nr.: **09 / 2245**

Abschnitt: **chemische Untersuchung von Baustoffproben (Recyclingbaustoff) nach den Hinweisen zum Einsatz von Baustoffrecyclingmaterial des SMUL**



Probe-Nr.	Entnahmestelle	Originalsubstanz											
		EOX	MKW	PAK	PCB	As	Pb	Cd	Cr	Cu	Ni	Hg	Zn
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Probe I/1	SCH I (Schurf) Tiefe 0,00 bis 0,20 m	< 1,00	39	< 0,05	< 0,02	< 5,00	3,06	< 0,2	43,50	9,50	13,30	0,067	32,20
Probe I/2	SCH I (Schurf) Tiefe 0,20 bis 0,34 m	< 1,00	73	< 0,05	< 0,02	< 5,00	12,70	< 0,2	13,70	17,30	8,11	0,069	57,60
	OW	10	1000	75	1	50	300	3	200	200	200	3	500,0
	W1.1	3	300	5	0,1								
	W1.2	5	500	15	0,5								
	W2	10	1000	75	1,0								

Projekt: Anbindung der Solarstraße an die K 8987 in Torgau

Projekt-Nr.: 09 / 2245

Abschnitt: chemische Untersuchung von Baustoffproben (Recyclingbaustoff) nach den Hinweisen zum Einsatz von Baustoffrecyclingmaterial des SMUL

Probe Nr.	Entnahmestelle	Eluat												
		pH-Wert	el. Leitf. µS/cm	Chlorid mg/l	Sulfat mg/l	Phenole µg/l	As µg/l	Pb µg/l	Cd µg/l	Cr µg/l	Cu µg/l	Ni µg/l	Hg µg/l	Zn µg/l
Probe I/1	SCH I (Schurf) Tiefe 0,00 bis 0,20 m	12,2	3800	25,70	17,6	< 10	< 10	< 5	< 1	< 5	< 10	< 15	< 0,2	< 10
Probe I/2	SCH I (Schurf) Tiefe 0,20 bis 0,34 m	10,1	205	7,40	31,2	< 10	< 10	< 5	< 1	< 5	< 10	< 15	< 0,2	< 10
	ow	7,0 - 12,5	3000	150	600	100	50	100	5	100	200	100	2	400
	W1.1	7,0 - 12,5	1500	100	240	20	10	25	5	50	50	50	1	500
	W1.2	7,0 - 12,5	2500	200	300	50	40	100	5	75	150	100	1	500
	W2	7,0 - 12,5	3000	300	600	100	50	100	5	100	200	100	2	500

Az.: 09-0543/Eb.
Datum: 15.04.2009

Prüfbericht

Auftraggeber: Büro für Bodentechnik • Michael Clemens + Ingenieure GmbH
Projekt: Prüfung und Beurteilung von Wasser auf Betonaggressivität
DIN 4030, Teil 2
BV: Torgau, Solarstrasse

Probennummer:	09-0543	/1					
Probenehmer:	Auftraggeber						
Probenahmeort:	Schwarzer Graben						
Probenahmedatum:	08.04.2009						
Probeneingang:	09.04.2009						
Probenart:	Oberflächenwasser						
Bemerkungen:							
				Grenzwerte zur Beurteilung			
Parameter		Methode	Prüfresultat		nach DIN 4030 Teil 1 1)		
					schwach an- greifend	stark angreifend	sehr stark angreifend
pH-Wert	bei 20 °C	DIN 38 404 (C5)		7,1	6,5-5,5	<5,5-4,5	<4,5
Oxidierbarkeit	als KMnO ₄	DIN EN ISO 8467	mg/l	85,3	-	-	-
Magnesium	Mg	DIN EN ISO 7980 (E3a)	mg/l	12,2	300-1000	>1000-3000	>3000
Ammonium	NH ₄ ⁺	DIN 38 406-E5-1	mg/l	0,03	15-30	>30-60	>60
Sulfat	SO ₄ ²⁻	DIN EN 10304-1 (D19)	mg/l	186	200-600	>600-3000	>3000
Chlorid	Cl ⁻	DIN EN 10304-1 (D19)	mg/l	55	-	-	-
Kalkaggressive Kohlensäure	als CO ₂	analog DIN 38 404 (C)	mg/l	5,5	15-40	>40--100	>100
Sulfid	S ₂ ⁻	Jodometrisch	mg/l	n.n.	-	-	-

Beurteilung:

Das Wasser ist:

schwach

stark

sehr stark

nicht

x

betonangreifend.

LGU mbH
Laborgesellschaft
für Umweltschutz mbH
Waldheimer Straße 1
04746 Hartha
Telefon: (034328) 732-0
Dr. Anke Feldmann
stv. Laborleiterin

Hinweis:

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die oben genannten Proben.

Die auszugsweise Vervielfältigung des vorliegenden Berichtes bedarf der schriftlichen Genehmigung der LGU mbH, Hartha

Az.: 09-0543/Eb.
Datum: 15.04.2009



Laborgesellschaft
für Umweltschutz mbH

Prüfbericht

Auftraggeber: Büro für Bodentechnik • Michael Clemens + Ingenieure GmbH
Projekt: Prüfung und Beurteilung von Wasser auf Stahlaggressivität
BV. : Torgau, Solarstrasse

Probennummer:	09-0543	/1
Probenehmer :		Auftraggeber
Probenahmeort :		Schwarzer Graben
Probenahmedatum :		08.04.2009
Probeneingang :		09.04.2009
Probenart:		Oberflächenwasser
Bemerkungen:		

Parameter		Methode		Prüfergebnis
pH-Wert	bei 20 °C	DIN 38 404 (C5)		7,1
Chlorid	Cl ⁻	DIN EN 10304-1 (D19)	mmol/l	1,55
Sulfat	SO ₄ ²⁻	DIN EN 10304-1 (D19)	mmol/l	1,94
c Cl ⁻ + 2c SO ₄ ²⁻			mmol/l	5,43
Calcium	Ca	DIN EN ISO 7980 (E3a)	mmol/l	2,38
Säurekapazität, bis pH-Wert 4,3	bei 20 °C	DIN 38 409-H7-2	mmol/l	1,5

Bewertung:

Nach DIN 50929, Teil 3, ist die Korrosionswahrscheinlichkeit gegenüber unlegierten und niedriglegierten Eisenwerkstoffen bezüglich Mulden- und Lochkorrosion als gering einzuschätzen.

n.n. - nicht nachweis-

L G U mbH
Anke Feldmann
Dr. Anke Feldmann
stv. Laborleiterin



Laborgesellschaft
für Umweltschutz mbH
Waldheimer Straße 1
04746 Hartha
Telefon (0)34328/237-0

Hinweis:

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die oben genannten Proben.

Die auszugsweise Vervielfältigung des vorliegenden Berichtes bedarf der schriftlichen Genehmigung der LGU mbH, Hartha

Az.: 09-0543/Eb.
Datum: 15.04.2009



Laborgesellschaft
für Umweltschutz mbH

Prüfbericht

Auftraggeber: Büro für Bodentechnik • Michael Clemens + Ingenieure GmbH
Projekt: Prüfung und Beurteilung von Wasser auf Betonaggressivität
DIN 4030, Teil 2
BV: Torgau, Solarstrasse

Probennummer:	09-0543	/2				
Probenehmer:	Auftraggeber					
Probenahmeort:	Grundwasser					
Probenahmedatum:	08.04.2009					
Probeneingang:	09.04.2009					
Probenart:						
Bemerkungen:						
				Grenzwerte zur Beurteilung		
Parameter		Methode	Prüfergebnis	nach DIN 4030 Teil 1 1)		
				schwach an- greifend	stark angreifend	sehr stark angreifend
pH-Wert	bei 20 °C	DIN 38 404 (C5)	6,4	6,5-5,5	<5,5-4,5	<4,5
Oxidierbarkeit	als KMnO ₄	DIN EN ISO 8467	mg/l 34,1	-	-	-
Magnesium	Mg	DIN EN ISO 7980 (E3a)	mg/l 46,2	300-1000	>1000-3000	>3000
Ammonium	NH ₄ ⁺	DIN 38 406-E5-1	mg/l 7,4	15-30	>30-60	>60
Sulfat	SO ₄ ²⁻	DIN EN 10304-1 (D19)	mg/l 298	200-600	>600-3000	>3000
Chlorid	Cl ⁻	DIN EN 10304-1 (D19)	mg/l 43,8	-	-	-
Kalkaggressive Kohlensäure	als CO ₂	analog DIN 38 404 (C)	mg/l 27,5	15-40	>40--100	>100
Sulfid	S ₂ ⁻	Jodometrisch	mg/l n.n.	-	-	-

Beurteilung:

Das Wasser ist:

schwach

x

stark

sehr stark

nicht

betonangreifend.

LGU mbH

Dr. Anke Feldmann
stv. Laborleiterin



Laborgesellschaft
für Umweltschutz mbH
Waldheimer Straße 1
04746 Hartha
Telefon (034328) 732-0

Hinweis:

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die oben genannten Proben.

Die auszugsweise Vervielfältigung des vorliegenden Berichtes bedarf der schriftlichen Genehmigung der LGU mbH, Hartha

Az.: 09-0543/Eb.
Datum: 15.04.2009

Prüfbericht

Auftraggeber:

Büro für Bodentechnik • Michael Clemens + Ingenieure GmbH

Projekt:

Prüfung und Beurteilung von Wasser auf Stahlaggressivität

BV. : Torgau, Solarstrasse

Probennummer:	09-0543	/2
Probenehmer :		Auftraggeber
Probenahmeort :		Grundwasser
Probenahmedatum :		08.04.2009
Probeneingang :		09.04.2009
Probenart:		
Bemerkungen:		

Parameter		Methode		Prüfergebnis
pH-Wert	bei 20 °C	DIN 38 404 (C5)		6,4
Chlorid	Cl ⁻	DIN EN 10304-1 (D19)	mmol/l	1,23
Sulfat	SO ₄ ²⁻	DIN EN 10304-1 (D19)	mmol/l	3,1
c Cl ⁻ + 2c SO ₄ ²⁻			mmol/l	7,43
Calcium	Ca	DIN EN ISO 7980 (E3a)	mmol/l	3,38
Säurekapazität, bis pH-Wert 4,3	bei 20 °C	DIN 38 409-H7-2	mmol/l	4

Bewertung:

Nach DIN 50929, Teil 3, ist die Korrosionswahrscheinlichkeit gegenüber unlegierten und niedriglegierten Eisenwerkstoffen bezüglich Mulden- und Lochkorrosion als gering einzuschätzen.

n.n. - nicht nachweis-



Laborgesellschaft
für Umweltschutz mbH

LGU mbH

Waldheimer Straße 1
04746 Hartha
Telefon: 034328/732-0

Dr. Anke Feldmann

stv. Laborleiterin

Hinweis:

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die oben genannten Proben.

Die auszugsweise Vervielfältigung des vorliegenden Berichtes bedarf der schriftlichen Genehmigung der LGU mbH, Hartha