

STRABENBAUAMT NEUSTRELITZ

SG 22 – Konstruktiver Ingenieurbau

Hertelstraße 8

17235 NEUSTRELITZ

Dipl.-Ing. Andreas Hofmann

17034 Neubrandenburg

Feldmark 7

Telefon: (03 95) 36 94 54 - 0

Fax: (03 95) 36 94 54 - 44

info@ib-a-hofmann.de

www.ib-a-hofmann.de

Sparkasse Neubrandenburg-Demmin

IBAN: DE05 1505 0200 3030 4129 29

Steuer-Nr.: 072/232/02963

Geotechnischer Bericht

- Baugrundbeurteilung / Gründungsberatung -

Bauvorhaben : **Neubau der B 198 – OU Mirow (West)**

(Landkreis Mecklenburgische Seenplatte)

Teilobjekt : **Bauwerk 1W - Brücke über die Müritz-Havel-Wasserstraße**

(Bau-km 1 + 677 der B 198)

Registrier Nr. : 34084-2_Rev. 01

Geotechnische

Kategorie : 2

Neubrandenburg, den 07.03.2023

Inhalt	Seite
TEIL 1 - <u>Baugrundbeurteilung</u>	
1. Vorgang	4
2. Verwendete Unterlagen	5
3. Untersuchungsumfang und -ergebnisse	5
3.1 Bodenaufschlüsse	5
3.2 Generelle Baugrundsichtung	8
3.3 Hydrologische Gegebenheiten	16
3.4 Laborergebnisse	17
3.5 Betonaggressivität	20
3.6 Stahlkorrosivität	21
3.7 Boden- / Sedimentuntersuchung	22
4. Beurteilung des Baugrundes	23
4.1 Baugrundtragfähigkeit und Bodenkennziffern	23
4.2 Bemessungsprofile	25
4.3 Bodencharakteristika und Homogenbereiche	27
4.4 Boden im Austausch- und Hinterfüllbereich	28
TEIL 2 - <u>Gründungsberatung</u>	
5. Folgerungen für die Gründung	29
5.1 Allgemeines	29
5.2 Gründungsart und Bemessungskennwerte	30
5.3 Pfahltragfähigkeit und Setzungen	32
5.4 Hinweise zur Tiefgründung	34
5.5 Allgemeines zur Pfahlherstellung	34
5.6 Baugruben und Wasserhaltung	36
6. Sonstiges	38

Anlagen:

- / 1 / Übersichtskarte (M 1 : 25.000)
 Lageplanauszug (M 1 : 250) mit eingetragenen Bodenaufschlußansatzpunkten

- / 2 / Bohrprofile der Baugrundbohrungen BK 1.10 + BK 1.20 sowie der
 Kleinbohrungen BS 1.12 ... BS 1.25 (mit Legende) und
 Meßprotokolle der Drucksondierungen DS 1.11 + DS 1.21 (CPTU 15)
 sowie Protokolle der Dissipationsversuche

- / 3 / bodenphysikalische und –mechanische Laborergebnisse

- / 4 / Grundwasseranalysen (Betonaggressivität, Stahlkorrosivität)

- / 5 / Prüfbericht Nr.: 15-0217-003 und 004 der IUL Vorpommern GmbH
 (Bodenuntersuchung) und
 Prüfbericht Nr.: 14-3995-001 der IUL Vorpommern GmbH
 (Sedimentuntersuchung)

- / 6 / Längsschnitt mit idealisierter Darstellung der Baugrundverhältnisse

- / 7 / Fotodokumentation der Bohrkerne BK 1.10 + BK 1.20

- / 8 / Pfahlbemessungsprotokoll – Achse 10

- / 9 / Pfahlbemessungsprotokoll – Achse 20

- / 10 / Kornverteilungsbänder für die Homogenbereiche A / B / C

1. Vorgang

Die geplante **B 198, Ortsumgehung Mirow / West** (Landkreis Mecklenburgische Seenplatte) wird bei **Bau-km 1 + 677** über die **Müritz-Havel-Wasserstraße** (MHW) geführt.

Hierfür ist nach dem derzeitigen Planungsstand eine Brücke (**BW 1W**) als Unterführungsbauwerk mit einer Stützweite von rd. **1 ~ 30 m** geplant.

Diese schiefwinklige (90,44 gon) Einfeldbrücke ist nach aktuellem Kenntnisstand als Rahmentragwerk mit einer Breite zwischen den Geländern von rd. 12,6 m konzipiert.

Im Bereich der potentiellen Querungsstelle verläuft die Gradientenlinie der künftigen Ortsumgehung oberhalb des Urgeländes. Der aktuelle Querschnitt der MHW wird durch das geplante Bauwerk eingeengt.

Die angestrebten Widerlagerstandorte liegen im Bereich der vorhandenen Kanalböschung und weisen aktuell einen Gehölzbestand auf.

Das **Straßenbauamt Neustrelitz**, Sachgebiet Konstruktiver Ingenieurbau, beauftragte unser Büro mit der Erarbeitung eines Aufschlußprogramms, der fachtechnischen Überwachung der erforderlichen Erkundungsarbeiten, der Durchführung bodenphysikalischer, -mechanischer bzw. chemischer Laboruntersuchungen sowie der Erstellung eines Baugrundgutachtens in zwei Teilen für das geplante Ingenieurbauwerk.

Erforderliche Kartenunterlagen sowie weiterführende Hinweise zum geplanten Bauvorhaben wurden durch das vom SBA Neustrelitz mit der Fachplanung betraute **MIV Mecklenburgisches Ingenieurbüro für Verkehrsbau GmbH**, Neustrelitz, zur Verfügung gestellt.

2. Verwendete Unterlagen

- / U 1 / schriftlicher Vertrag (Nr.: 200/2014) mit dem SBA Neustrelitz
- / U 2 / Übersichtskarte (M 1 : 25.000)
- / U 3 / Lageplan (M 1 : 250)
- / U 4 / Profile der Baugrundaufschlüsse BK 1.10 + BK 1.20 und BS 1.12 ... BS 1.25
- / U 5 / Meßprotokolle der Drucksondierungen DS 1.11 + DS 1.21 /
Protokolle der Dissipationsversuche
- / U 6 / bodenphysikalische und –mechanische Laborergebnisse
- / U 7 / Grundwasseranalysen
- / U 8 / Ergebnisse der Bodenuntersuchungen (Prüfbericht Nr.: 15-0217-003 und 004)
- / U 9 / Ergebnisse der Sedimentuntersuchungen (Prüfbericht Nr.: 14-3995-001)
- / U 10 / Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der
Bundes – Bodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Depo-
nieverordnung sowie der Gewerbeabfallverordnung vom 09.07.2021
- / U 11 / Baugrundgutachten – *Baugrundbeurteilung*
Bauvorhaben: B 198 Ortsumgehung Mirow / Objekt: Westabschnitt Streckenbau
(Landkreis Mecklenburgische Seenplatte) Projektnummer: 10/2240 vom 17.10.2012
Baugrund Stralsund Ingenieurgesellschaft mbH.
- / U 12 / Auszüge aus Entwurfsplanung / -statik (Stand: 11/2018)

3. Untersuchungsumfang und -ergebnisse

3.1 Bodenaufschlüsse

Im **Widerlagerbereich** des geplanten Ingenieurbauwerkes wurden im Dezember 2014 durch die vom SBA Neustrelitz separat beauftragte *Vormann & Partner Bohrgesellschaft mbH & Co. KG*, Hansestadt Stralsund, zwei direkte Bodenaufschlüsse als Baugrundbohrungen mit durchgehender Gewinnung gekernter Bodenproben (**BK 1.10 + BK 1.20**) bis $t = 35,0$ m unter Oberkante Gelände (OKG) abgeteuft.

Zur Gewinnung standortspezifischer bzw. bemessungswirksamer Bodenkennwerte erfolgten weiterhin zwei indirekte Bodenaufschlüsse als Drucksondierungen (**DS 1.11 + DS 1.21** als CPTU 15 nach DIN 22476-1) bis $t_{\max} = 35,0$ m unter OKG.

Die während der Drucksondierungen ausgeführten dynamischen Porenwasserdruckmessungen sowie die (in für das Bauvorhaben relevanten Teufenbereichen ausgeführten) Dissipationsversuche dienten der (in situ) Dokumentation der standörtlichen hydrogeologischen Verhältnisse.

Bei den ausgeführten direkten und indirekten Bodenaufschlüssen wurden in unterschiedlichen Tiefen Hindernisse (Geschiebe o.ä.) bzw. geröllbesetzte Zwischenschichten angetroffen. Aus diesen Gründen konnte bei den Bohrungen (abschnittsweise) eine Kerngewinnung nur begrenzt realisiert werden bzw. wurde die **DS 1.21** vor dem Erreichen der angestrebten Endteufe abgebrochen.

Im Bereich der potentiellen Rampen sowie der wasserseitigen Spundwände erfolgten zur Erkundung der lokalen Baugrundverhältnisse durch die o.g. Bohrunternehmung weiterhin acht direkte Bodenaufschlüsse (**BS 1.12 ... BS 1.25**) als Kleinbohrungen mittels Rammkernsonde mit Aufschlußendtiefen $t = 8,0$ m unter OKG bzw. OK Wasserspiegel.

Im vorhandenen *Kanal* erfolgten weiterhin Peilsondierungen zur Sedimentprobenentnahme.

Die wasserseitigen Erkundungsarbeiten wurden durch die o.g. Bohrunternehmung mittels schiffbarer Untersuchungsplattform ausgeführt.

Die Lage der Sondieransatzpunkte wurde hinsichtlich der Koordinaten (Hoch- und Rechtswerte als Gauß - Krüger - Koordinaten nach KRASSOWSKI – 42/83 [3°]) erfaßt, während die Ansatzhöhe der Bodenaufschlüsse im Bereich des geplanten Bauwerksstandortes mittels Nivellement (Bezugssystem: DHHN 92) ermittelt wurden.

Die Lage der Ansatzpunkte der direkten und indirekten Bodenaufschlüsse ist dem Lageplanauszug in Anlage / 1 / zu entnehmen, wobei für die Bodenaufschlüsse folgende Angaben nach Tabelle 1 ermittelt wurden:

Tabelle 1: Angaben zu den Bodenaufschlußpunkten

Ansatzpunkt ¹⁾	Höhe des Ansatzpunktes [m über NHN]	Aufschlußtiefe		Lage Bodenaufschluss	
		m unter OKG/OKWS ²⁾	rd. m NHN	Rechtswert	Hochwert
BK 1.10	66.47	35.00	31.5	⁴⁵ 52498.5	⁵⁹ 06054.0
BK 1.20	67.58	35.00	32.6	⁴⁵ 52520.0	⁵⁹ 06099.5
DS 1.11	64.88	35.00	29.9	⁴⁵ 52489.0	⁵⁹ 06059.5
DS 1.21	68.01	25.10	33.0	⁴⁵ 52531.5	⁵⁹ 06094.0
BS 1.12	66.54	8.00	58.5	⁴⁵ 52493.5	⁵⁹ 06051.5
BS 1.13	66.02		58.0	⁴⁵ 52484.0	⁵⁹ 06051.5
BS 1.14	62.15		54.2	⁴⁵ 52506.0	⁵⁹ 06063.5
BS 1.15	62.15		54.2	⁴⁵ 52496.5	⁵⁹ 06069.0
BS 1.22	67.77		59.8	⁴⁵ 52525.5	⁵⁹ 06102.5
BS 1.23	67.61		59.6	⁴⁵ 52536.0	⁵⁹ 06102.0
BS 1.24	62.17		54.2	⁴⁵ 52523.5	⁵⁹ 06084.0
BS 1.25	62.20		54.2	⁴⁵ 52513.5	⁵⁹ 06090.0
Wasserstand MHW	62.15	18.11.2014			

¹⁾ **BK** – Baugrundbohrung / **DS** – Drucksondierung (CPTU 15) / **BS** – Kleinbohrung //

²⁾ **OKG** – Oberkante Gelände / **OKWS** – Oberkante Wasserspiegel

Die während der Erkundungsarbeiten entnommenen Bohrkern wurden im Kernlager der Bohrfirma ausgelegt, durch den Bearbeiter des Berichtes spezifiziert und die Bohrmeisterschichtenverzeichnisse entsprechend (z.B. durch Bodenansprache unter bautechnischen Gesichtspunkten) ergänzt.

⇒ *Die Aufschlußarbeiten der Bohrfirma wurden fachtechnisch durch einen Vertreter des Ingenieurbüro Dipl.-Ing. A. Hofmann eingewiesen und überwacht.*

Aus repräsentativen Bodenschichten erfolgte die Entnahme von gestörten Erdstoffproben, um laboranalytisch Körnungslinien und weitere Bodenkennwerte zu erarbeiten.

Weiterhin waren die aus den oberflächennahen Profilabschnitten der (potentiellen) Widerlager zusammengestellten Boden - Mischproben durch die *IUL Vorpommern GmbH* (Akkreditiertes Prüflabor D-PL-14333-01-00) hinsichtlich des Vorhandenseins schädigender Inhaltsstoffe zu untersuchen und unter Beachtung der EBV (2021) zu beurteilen.

Aus dem **Kanal** der **MHW** wurden Proben aus den anstehenden (abgelagerten) Sedimenten entnommen und zu einer Sedimentmischprobe zusammengestellt. Das Probematerial war hinsichtlich des Vorhandenseins schädigender bzw. bodenverbessernder Inhaltsstoffe zu untersuchen. Das Untersuchungsprogramm orientiert sich dabei an den Vorsorgewerten nach BBodSchV bzw. den Materialwerten der EBV.

Die bei **BK 1.10** und aus der **MHW** entnommenen Wasserproben wurden durch die *IUL Vorpommern GmbH* (Akkreditiertes Prüflabor D-PL-14333-01-00), laboranalytisch hinsichtlich des Vorhandenseins *stahlkorrosiver Medien* nach DIN 50 929 (Teil 3) bzw. DIN 50 930 (Teil 1) bzw. *betonaggressiver Inhaltsstoffe* untersucht.

⇒ Die detaillierten Protokolle der Laboruntersuchungen sind in den Anlagen / 3 / ... / 5 / dokumentiert.

3.2 **Generelle Baugrundsichtung**

Entsprechend der naturräumlichen Gliederung (LUNG 2006) ist der Untersuchungsraum geomorphologisch der Landschaftszone " *Höhenrücken und Mecklenburgische Seenplatte*", speziell der Großlandschaft " *Neustrelitzer Kleinseenland*" zuzuordnen.

Aus geologischer Sicht liegt der Untersuchungsraum SW - lich der Äußersten Randschuttzone des *Pommerschen Stadiums* der Weichsel – Kaltzeit, der hier durch den Verlauf der *Fürstenberger Randlage* beschrieben wird.

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Bereich eines weichselzeitlich angelegten Glazial-Beckens, das teilweise periglaziär überformt wurde.

Das nähere Untersuchungsgebiet ist weitgehend durch weichselzeitliche Bodenbildungen gekennzeichnet.

Dabei dominieren oberflächennah jungpleistozäne, **sandige Substrate** (Sande mit wechselndem Schluffanteil) bzw. **feinkörnige** (bindige) **Böden** (Ton/Schluff) als Bildungen der Becken die nur eine geringe pleistozäne Vorbelastung aufweisen.

Die Beckenbildungen werden überwiegend von älteren pleistozänen Bodenbildungen unterlagert.

In die dominierenden Beckensedimente können teilweise **Geschiebemergelformationen** hineinragen.

Im weiteren Untersuchungsgebiet ist im Bereich von lokalen Geländedepressionen auch das Auftreten von unterschiedlich mächtigen holozänen Bodenbildungen als deluvial – solifluidale Böden (Abschlämmassen) bzw. organische Böden (Torf / Mudde) nicht auszuschließen.

Der Gewässergrund in der künstlich angelegten (Bundes-)Wasserstraße (MHW) ist teilweise durch rezente Sedimente (Schlick, Schlamm) gekennzeichnet. Die Kanalsohle ist im potentiellen Que-
rungsbereich offensichtlich (teilweise) mittels Steinschüttung befestigt.

Im Fahrwasser- bzw. Manövrierbereich ist mit unterschiedlichen Wassertiefen (Fahrwasser, Uferbereich) zu rechnen. Die aktuellen Wassertiefen beruhen auch auf der natürlichen Hydrodynamik, Schiffsbewegungen und möglichen Unterhaltungsarbeiten in der zurückliegenden Zeit.

Infolge der Nutzung des Gebietes ist abschnittsweise (durch vorhandenen Kanal bzw. Geländeprofilierung o.ä.) eine Überschüttung der natürlich gewachsenen Böden durch anthropogene Auffüllungen zu erwarten.

⇒ **Es ist davon auszugehen, daß das (ursprüngliche) Gelände durch Profilierung / Kanalbau stark verändert wurde !**

Nach generalisierten hydrologischen Karten im Maßstab 1 : 200 000 (GEOHYDROL) kann der Grundwasserflurabstand (in Abhängigkeit von der Geländetopografie) des pleistozänen Hauptgrundwasserleiters mit < 5 m (entspricht rd. 60 m ... 65 m NN) angegeben werden.

Infolge der möglichen Wechsellagerung von nichtbindigen und bindigen Böden, ist lokal mit Stauvernässungen in unterschiedlichen Tiefen (auch oberflächennah) zu rechnen.

Die hydrogeologischen Verhältnisse des Untersuchungsstandortes werden weitgehend (zeitverzögert) durch die Wasserführung im (stauregulierten ?) *Kanal der MHW* beeinflusst.

➤ direkte Bodenaufschlüsse

Die Ansprache der Böden erfolgte nach DIN 14 688. Eine Zusammenfassung der ermittelten Bodenarten unter bautechnischen Gesichtspunkten zu Bodengruppen wurde nach DIN 18 196 vorgenommen.

Die Darstellung der farbigen Bohrprofile erfolgt nach DIN 4023.

Detaillierte bohrpunktbezogene Angaben zu Bodenhauptart, Beimengungen und Beschaffenheiten sind den Bohrprofilen (Anlage / 2 /) zu entnehmen.

Eine idealisierte Darstellung der Baugrundverhältnisse am potentiellen Brückenstandort erfolgte unter Berücksichtigung der Ergebnisse ausgewählter punktueller Bodenaufschlüsse in einem idealisierten **Baugrundlängsschnitt** (siehe Anlage / 6 /).

Im Ergebnis der ausgeführten punktuellen direkten und indirekten Bodenaufschlüsse kann für den untersuchten Bauwerksstandort folgende idealisierte **Regelbodenschichtung** abgeleitet werden:

Schicht 0 – Gewässer MHW

Schicht I – Deckschichten

Schicht I a – Auffüllungen/Kanalsohle/Uferbefestigung

Schicht I b – Oberboden

Schicht II – nichtbindige Böden (*Sand mit wechselndem Schluffanteil, Schluff*)

Schicht III – bindige Böden (*Ton / Schluff, Sand -Schluff/Ton-Gemische*)

Schicht IV – nichtbindige Böden (*Sand, mit wechselndem Schluffanteil*)

Schicht 0

- **Gewässer / -grund**

Die Peilsondierungen zur Sedimentprobenentnahme und die Kleinbohrungen **BS 1.14 + BS 1.15** sowie **BS 1.24 + BS 1.25** erfolgten auftragsgemäß von einer schiffbaren Untersuchungsplattform im Bereich der offenen Wasserfläche der MHW.

Bei den punktuellen Bodenaufschlüssen ergaben sich aktuelle Wassertiefen von rd. 0,2 m ... 2,3 m (Wasserspiegelhöhe am 18.11.2014: ca. 62,15 m NHN).

Die lokal ermittelten Wassertiefen beruhen auf der natürlichen Hydrodynamik, Schiffsbewegungen und bisherigen Unterhaltungsarbeiten. In strömungsarmen Bereichen ist langfristig mit einer verstärkten Sedimentation (insbesondere Schlick) zu rechnen.

⇒ Die aktuell (mittels punktueller Peilung im Kanal) ermittelte **lokale Sedimentmächtigkeit** lag bei rd. **0,1 m ... 0,5 m**.

Schicht I a

- **Auffüllungen**

Im (potentiellen) Ausbaubereich konnten an der Kanalsohle nach den Ergebnissen der punktuellen Bodenaufschlüsse (**BS 1.14 + BS 1.15, BS 1.24 + BS 1.25**) Deckschichten aus anthropogenen Auffüllungen nachgewiesen werden, die als

Auffüllung

(Einstufung n. DIN 18 196: A)

einzuordnen sind. Die Auffüllungen wurden lokal mit einer Schichtmächtigkeit von ca. 0,15 m ... 0,2 m aufgeschlossen.

Diese Auffüllungen setzen sich aus *Steinen / Steinpackung* sowie *Ziegel- / Betonresten* zusammen und wurden vermutlich zur Sicherung der Kanalsohle eingebaut.

Zwischen den punktuellen Bodenaufschlüssen, ist (erfahrungsgemäß bzw. nach vorliegenden Ergebnissen aus dem nahen Untersuchungsgebiet) mit einer wechselnden Schichtmächtigkeit der Auffüllungen zu rechnen.

Schicht I b

- **Oberboden**

Bei den landseitig in den potentiellen Widerlagerbereichen ausgeführten punktuellen Bodenaufschlüssen wurden oberflächlich *Böden mit organogenen Beimengungen* als

humose Sande

(Bodengruppe n. DIN 18 196: **OH**)

erkundet.

Diese (mit teilweise stark wechselndem Humusgehalt aufgeschlossenen) Deckschichten besaßen bei einer mittleren Bohrbarkeit im Bereich der punktuellen Bodenaufschlüsse vorwiegend eine Schichtmächtigkeit von ca. 0,3 m ... 1,2 m, was weitgehend der Bearbeitungstiefe (Pflugfurche) landwirtschaftlicher Nutzflächen entspricht.

Zwischen den punktuellen Bodenaufschlüssen, ist (erfahrungsgemäß) mit einer wechselnden Schichtmächtigkeit der humosen Deckschichten zu rechnen.

Schicht II

- **nichtbindige Böden** (*Sande mit wechselndem Schluffgehalt, Schluff*)

Unterhalb der o.g. Böden folgen am Untersuchungsstandort unter Berücksichtigung der vorliegenden Ergebnisse der punktuellen Bodenaufschlüsse (genesebedingt) nichtbindige Böden als *Sande mit wechselndem Schluffgehalt* bzw. *Schluff*.

Dabei wurden neben grobkörnigen Böden (Feinkornanteil - Korngröße < 0,063 mm: < 5 %), die unter bautechnischen Gesichtspunkten als

enggestufte Sande

(Bodengruppe n. DIN 18 196: **SE**)

zu klassifizieren sind, abschnittsweise auch gemischt- bzw. feinkörnige Böden (Feinkornanteil: > 5 ... 30 % bzw. > 40 %) als

Sand – Schluff – Gemische

(Bodengruppen n. DIN 18 196: **SU / SU***)

bzw.

Schluff

(Bodengruppe n. DIN 18 196: **UL**)

ohne nennenswerte Bildsamkeit aufgeschlossen.

Die oberflächennah anstehenden nichtbindigen Böden konnten bis ca. 5,5 m ... 7,8 m unter OKG (Lage des Anatzpunktes beachten !) nachgewiesen werden. Sie werden durch die Hauptkornfraktionen Fein- und Mittelsand bestimmt.

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse bei den Feldaufnahmen kann anhand des ermittelten Sondierspitzenwiderstandes bei den Drucksondierungen, den Bohrlochrammsondierungen bzw. der Bohrbarkeit für die (gewachsenen) nichtbindigen Böden überwiegend eine *mitteldichte Lagerung* abgeleitet werden.

Schicht III

- **bindige Böden**

In Abhängigkeit von der Lage der punktuellen Bodenaufschlüsse konnten in der weiteren Profillabfolge überwiegend bindige Böden nachgewiesen werden.

Dabei wurden neben feinkörnigen Böden (Feinkornanteil > 40 %), die als

Ton / Schluff, leicht- bis mittel plastisch

(Bodengruppen n. DIN 18 196: **TM / UL**)

zu klassifizieren sind, auch gemischtkörnige Böden (Feinkornanteil > 15 ... 40 %) als

Sand – Schluff / Ton - Gemische

(Bodengruppen n. DIN 18 196: **SU* / ST***)

nachgewiesen.

Zum Zeitpunkt der Feldaufnahmen (Dezember 2014 / Januar 2015) besaß das durchteufte (kohäsive) Bodenmaterial überwiegend eine **steife bis halbfeste Zustandsform**.

Für die aufgeschlossenen (kohäsiven) feinkörnigen Beckenbildungen konnten **einaxiale Druckfestigkeiten** von $q_u \sim 70 \dots 100 \text{ kN/m}^2$ (an ausgewählten - repräsentativen - Bodenproben laboranalytisch / siehe Anlage / 3 /) ermittelt werden.

Die (unterhalb der sandigen Deckschichten erkundeten) Beckenbildungen (Bodengruppen nach DIN 18 196: TM, UL) sind durch einen aktuellen Wassergehalt von $w_n \sim 23 \dots 35 \%$ (bei $n = 10$) bei einer Feuchtrohdichte von i.M. $\rho_r = 1,8 \dots 1,9 \text{ g/cm}^3$ (bei $n = 9$) und einer Trockenrohdichte von i.M. $\rho_{tro} = 1,5 \dots 1,65 \text{ g/cm}^3$ (bei $n = 3$) gekennzeichnet.

Die in tieferliegenden Profilbereichen ab ca. 16 m unter OKG aufgeschlossen (bindigen) gemischtkörnigen Geschiebemergelböden (Mg) sind durch einen entsprechenden Kalkgehalt, Sandzwischen-schichten und eingelagerte Geschiebe gekennzeichnet.

Das bindige Bodenmaterial reagiert auf hydrologische sowie dynamische Beeinflussungen mit Zustandsänderungen, was eine entsprechende Entfestigung zur Folge hat.

Schicht IV

- **nichtbindige Böden** (*Sand mit wechselndem Schluffgehalt*)

Der Profilbereich von ca. 24 m ... 30 m wird unter Berücksichtigung der punktuellen Bodenaufschlüsse durch nichtbindige Böden dominiert. Dabei wurden gemischtkörnige Böden (Feinkornanteil: $> 5 \dots 15 \%$) als

Sand – Schluff – Gemische

(Bodengruppe n. DIN 18 196: SU)

erkundet.

Für die durchteuften nichtbindigen Böden kann anhand des ermittelten Sondierspitzenwiderstandes bei den Drucksondierungen bzw. der Bohrbarkeit eine mitteldichte bis dichte Lagerung abgeleitet werden.

⇒ Die bei den Erkundungsarbeiten aufgeschlossenen wassergesättigten, nichtbindigen Böden (mit einer geringen Ungleichförmigkeit) reagieren auf eine dynamische Beanspruchung (durch den Eintrag von Erschütterungen durch Rammen / Vibration !) mit **quasi - thixotropem Verhalten** bzw. **Bodenverflüssigung** (Neigung zum *Schichtfließen*).

⇒ Die ausgeführten punktuellen Bodenaufschlüsse ergaben in den natürlich gewachsenen Böden (in unterschiedlichen Teufen) diverse **Stein-/Kiesschichten**, die zu **Behinderungen der Aufschlußarbeiten** führten.

➤ indirekte Bodenaufschlüsse

Die Ergebnisse der im Bauwerksbereich ausgeführten indirekten Bodenaufschlüsse bestätigen weitestgehend die Feststellungen im Rahmen der Durchführung der Bohrungen bzw. Rammkernsondierungen.

Die im oberen Profilbereich durchteuften *nichtbindigen Böden* (**Schicht II**) weisen eine

lockere ... mitteldichte Lagerung

$$(0,15 < D < 0,4)$$

auf.

Der im Bereich der durchteuften *bindigen Böden* (**Schicht III**) bei den Drucksondierungen registrierte Sondierspitzenwiderstand belegt erfahrungsgemäß die aktuell

steife ... halbfeste Zustandsform

und bestätigt die bei den direkten Bodenaufschlüssen ermittelten Zustandsformen.

Für die im Bereich der Aufschlußendteufe erkundeten *nichtbindigen Böden* (**Schicht IV**) konnte ein Spitzenwiderstand der Drucksonde von **$q_c \sim 12 \dots 20 (>20) \text{ MN/m}^2$** ermittelt werden, was eine

mitteldichte (... dichte) Lagerung

$$(0,3 < D \leq 0,5)$$

dokumentiert.

⇒ Unregelmäßigkeiten im Verlauf der Widerstandslinien deuten auf ein Vorhandensein von Hindernissen (Steine, Kiesschichten u.a.) bzw. Lockerzonen in unterschiedlichen Teufen hin.

⇒ *In den, bei den punktuellen Bodenaufschlüssen durchteuften Böden waren zum Zeitpunkt der Feldaufnahme (Dezember 2014 / Januar 2015) organoleptisch keine Besonderheiten erkennbar, die auf umweltrelevante Verunreinigungen hinweisen.*

Die Ergebnisse der laboranalytischen Untersuchungen hinsichtlich ihres Schadstoffgehaltes sind unter Pkt. 3.7 aufgeführt.

Werden im Zuge der Erdarbeiten Auffälligkeiten festgestellt, ist der Auftraggeber umgehend zu informieren.

3.3 Hydrologische Gegebenheiten

Im Zuge der Feldarbeiten (Dezember 2014 / Januar 2015) wurde bei den punktuellen Bodenaufschlüssen bis zur realisierten Aufschlußendteufe eine (intensive) hydrologische Beeinflussung der durchteuften Böden durch

Grundwasser

bzw.

Stau- und Schichtenwasser

(als temporäre Erscheinungsform von lokalem Grundwasser)

nachgewiesen.

Bei den Erkundungsarbeiten konnte bei den punktuellen Bodenaufschlüssen (in Abhängigkeit von der topografischen Lage des Ansatzpunktes) ein Wasseranschnitt bei ca. 61,4 m ... 62,9 m NHN (rd. 3,7 m ... 5 m unter OKG) registriert werden.

Das zum Erkundungszeitpunkt mittels CPT-U registrierte Druckpotential des Grundwassers bestätigt weitgehend die Erkenntnisse aus den direkten Aufschlüssen.

Am 18.11.2014 wurde im (stauregulierten ?) *Kanal der MHW* ein Wasserstand von rd. 62,15 m NHN (aktuelle Wassertiefe: ca. 0,2 m ... 2,3 m) registriert.

Detaillierte Angaben zu den hydrologischen Gegebenheiten (HW₁₀₀ o.ä.), sind im Rahmen eines hydrologischen Gutachtens zu erarbeiten.

Nach langjährigen Erfahrungen aus dem Untersuchungsgebiet ist in Abhängigkeit von aktuellen Niederschlagsereignissen (Starkregen, Schneeschmelze u.a.) eine stärkere hydrologische Beeinflussung der anstehenden Böden in den *oberflächennahen Bereichen* auf Grund von sich auf den bindigen Böden aufstauendem Sickerwasser möglich.

Bei der weiteren Planung sollte ein

$$\text{HGW}_{\text{langfristig}} = 64 \text{ m NHN}$$

berücksichtigt werden.

- ⇒ Hydrologisch beeinflusste Böden ohne nennenswerte Bildsamkeit neigen bei Anschnitt in offenen Baugruben zum Fließen. In den Bohrprofilen sind die zum Zeitpunkt der Bodenaufschlüsse entsprechenden wassergesättigten Bodenschichten mit „**TRS**“ (Treibsand) gekennzeichnet.
- ⇒ Nach den einschlägigen Kartenwerken unterliegt der Untersuchungsbereich aktuell keiner (Trinkwasser-)Schutzgebietsverordnung, der *Hauptgrundwasserleiter* weist gegenüber flächenhaft eindringenden Schadstoffen auf Grund der Überdeckung einen hohen *Geschütztheitsgrad* auf.
- ⇒ Nach langjährigen Erfahrungen aus dem Untersuchungsgebiet ist zu vermuten, daß die hydrologischen Gegebenheiten auch durch vorhandene *Graben-* und *Drainagesysteme* beeinflußt sind.

3.4 *Laborergebnisse*

- Korngrößenverteilung

Zur zuverlässigen Einordnung der erkundeten Böden in Bodengruppen nach DIN 18 196 wurden Bodenproben laboranalytisch untersucht, **Körnungslinien** (n. DIN 17 892-4) sowie weitere Bodenkennwerte erarbeitet und dabei folgende Kornverteilung nach Tabelle 2 ermittelt:

Tabelle 2: Korngrößenverteilung

Auf- schluß	Entnahmetiefe [m unter OKG]	Bodengruppe nach DIN 18 196	Bezeichnung nach DIN 4023	Kornanteil < 0,063 mm [%]	Ungleich- förmigkeit d_{60} / d_{10}	k-Wert korrelativ [m/s]
BK 1.10	1.90 – 7.50	SU	fS, u ⁺ , ms ⁺	14,4	-	$7 \cdot 10^{-6}$
	12.1 – 16.5	TM	T, u*	97,3	-	$1 \cdot 10^{-11}$
	17.7 – 19.2	SU*	fS, u, ms, gs ⁺	24,7	-	$4 \cdot 10^{-6}$
	19.2 – 22.0	UL	U, fs, t ⁺	43,2	-	$1 \cdot 10^{-7}$
	26.0 – 28.4	SU	S, mg, u ⁺ , fg ⁺ , gg ⁺	9,3	30,2	$5 \cdot 10^{-5}$
BK 1.20	2.00 – 4.00	SU	fS, u ⁺ , ms ⁺	13,4	-	$7 \cdot 10^{-6}$
	5.80 – 11.2	TM	T, u	96,3	-	$3 \cdot 10^{-9}$
	13.4 – 15.4	UL	U, t, fs ⁺	84,5	-	$5 \cdot 10^{-10}$
	23.6 – 21.5	SU	fS, ms, u ⁺	6,9	2,6	$5 \cdot 10^{-5}$
BS 1.22	0.40 – 2.30	SU	fS, ms, u ⁺	8,7	2,1	$4 \cdot 10^{-5}$
BS 1.24	0.70 – 6.00	TM	T, u*	97,3	-	$1 \cdot 10^{-11}$

¹⁾ korrelativ nach HAZEN (d_{60}/d_{10}) bzw. KUSAB (d_{20})

- Zustandsgrenzen

Die laboranalytische Untersuchung von bindigen Böden hinsichtlich der Bestimmung der **Zustandsgrenzen** (n. DIN 17 892-12) nach ATTERBERG ergab folgende Ergebnisse nach Tabelle 3:

Tabelle 3: Zustandsgrenzen (nach ATTERBERG)

BK	Entnahme- tiefe [m unter OKG]	Boden- gruppe nach DIN 18 196	nat. Wasser- gehalt w [%]	Fließ- grenze w_L [%]	Ausroll- grenze w_p [%]	Plastizi- tätszahl I_p [%]	Kon- sistenz- zahl I_c	Konsistenz- zustand (in situ)
1.10	12.1 – 16.5	TM	25,2	46,8	19,5	27,3	0,79	steif
1.20	5.80 – 11.2	TM	22,3	30,9	15,7	15,2	0,56	steif

- Glühverlust

An ausgewählten Proben der aufgeschlossenen Böden wurde der **Glühverlust** (n. DIN 18 128) ermittelt, wobei die Ergebnisse in der Tabelle 4 zusammengefaßt sind:

Tabelle 4: Glühverlust

Auf- schluß	Entnahmetiefe [m unter OKG]	Bodengruppe nach DIN 18 196	Glühverlust V_{gl} [%]
BK 1.10	7.80 – 9.50	UL	3,5
BK 1.10	22.8 – 26.0	SU*	3,0
BK 1.20	4.50 – 5.80	UL	4,0
BS 1.12	0.00 – 1.00	OH	3,1

Die (unterhalb der sandigen Deckschichten erkundeten) feinkörnigen Beckenbildungen (Bodengruppen n. DIN 18 196: UL, TM) sind durch einen aktuellen **Wassergehalt** von $w_n \sim 23 \dots 35 \%$ (bei $n = 10$) gekennzeichnet.

- Kompressionsversuch (Steifemodul - E_s)

An den während der Bohrarbeiten aus verschiedenen Teufenbereichen mittels Stutzen entnommenen, ungestörten Bodenproben – Güteklasse 1 nach DIN EN ISO 22475-1 - wurden die folgenden **Steifemodulwerte** (E_s nach DIN 17 892-5) mittels Oedometer mit behinderter Seitenausdehnung nach Tabelle 5 bestimmt.

Tabelle 5: Spannungsbezogene Steifemodulwerte mittels Oedometerversuch

BK	Entnahmetiefe [m unter OKG]	Bodengruppe nach DIN 18196	Wiederbelastung [kN/m²]	Steifemodul E_s [MN/m²]
1.10	9.00 – 9.30	UL	100.0	6,0
			200.0	6,5
			300.0	6,8
			400.0	7,5

Fortsetzung **Tabelle 5: Spannungsbezogene Steifemodulwerte** mittels Oedometerversuch

BK	Entnahmetiefe	Bodengruppe	Wiederbelastung	Steifemodul
	[m unter OKG]	nach DIN 18196	[kN/m ²]	E_s [MN/m ²]
1.20	6.00 – 6.30	TM	100.0	6,2
			200.0	6,7
			300.0	6,8
			400.0	7,0

- einaxiale Druckfestigkeit

An den während der Bohrarbeiten bei **BK 1.10** und **BK 1.20** aus unterschiedlichen Tiefen mittels Stutzen entnommenen, ungestörten Bodenproben - Güteklasse 1 nach DIN EN ISO 22475-1 - ergab die laboranalytische Bestimmung der **einaxialen Druckfestigkeit** (q_u nach DIN 17 892-7) folgende Ergebnisse:

Tabelle 6: Bestimmung der einaxialen Druckfestigkeit - q_u

BK	Entnahmetiefe	Bodengruppe	einaxiale Druckfestigkeit q_u
	[m unter OKG]	nach DIN 18 196	[kN/m ²]
1.10	9.00 – 9.30	UL	106
1.20	6.00 – 6.30	TM	75

Die Feldansprache wird durch die Laboruntersuchungen, deren detaillierte Protokolle in der Anlage / 3 / dokumentiert sind, weitgehend bestätigt.

3.5 *Betonaggressivität*

Die aus der Bohrung **BK 1.10** sowie die aus dem **Kanal der MHW** entnommenen Wasserproben wurden durch die **IUL Industrie- und Umweltlaboratorium Vorpommern GmbH**, Greifswald, (Akkreditiertes Prüflabor D-PL-14333-01-00) hinsichtlich des Vorhandenseins betonaggressiver Inhaltsstoffe untersucht.

Nach DIN 4030-1 (Tab. 4) bzw. DIN EN 206-1 (Tab. 2) wurde für die untersuchten Proben ein Angriffsgrad von

nicht betonangreifend

ermittelt.

Für *Betonkorrosion bei chemischem Angriff* ergeben sich danach keine Anforderungen an eine Expositionsklasse → **XA** !

3.6 *Stahlkorrosivität*

An den bei **BK 1.10** sowie aus dem *Kanal der MHW* entnommenen Wasserproben erfolgte durch die o.g. Laboreinrichtung die laboranalytische Bestimmung stahlkorrosiver Medien im Grundwasser nach DIN 50 929 (Teil 3) bzw. 50 930 (Teil 1). Dabei konnten für **unlegierte Eisenwerkstoffe** folgende Ergebnisse nach Tabelle 7 ermittelt werden:

Tabelle 7: Ergebnisse der Bestimmung stahlkorrosiver Inhaltsstoffe

Bereich		Korrosionswahrscheinlichkeit	
		BK 1.10	MHW
Unterwasserbereich	Mulden- / Lochkorrosion	gering	
	Flächenkorrosion	sehr gering	
Wasser / Luft- Grenze	Mulden- / Lochkorrosion	gering	sehr gering
	Flächenkorrosion	sehr gering	

Die detaillierten Ergebnisse der Wasseranalysen sind den Prüfberichten Nr. 15-0217-001+002 der *IUL Vorpommern GmbH* (siehe Anlage / 4 / des vorliegenden Berichtes) zu entnehmen und entsprechend bei der weiteren Planung zu berücksichtigen.

3.7 **Boden- / Sedimentuntersuchung**

- Bodenuntersuchung nach ErsatzbaustoffV (2021)

Die *IUL Vorpommern GmbH* (Akkreditiertes Prüflabor D-PL-14333-01-00), untersuchte die aus den (auszubauenden) Böden entnommenen Bodenmischproben hinsichtlich des Gehaltes an Schadstoffen.

Die Prüfverfahren, -methoden und detaillierten Untersuchungsergebnisse sind im Prüfbericht 15-0217-003+004 (s. Anlage / 5 / des vorliegenden Berichtes) zusammenfassend dargestellt.

Für die analysierten Bodenmischproben konnte folgende Einstufung von MEB nach ErsatzbaustoffV (Tab. 3) ermittelt werden – siehe Tab. 8:

Tabelle 8: Angaben zu den untersuchten Bodenmischproben

Proben- bezeichnung	Entnahmebereich	Überschreitung der Materialwerte für BM-0 nach EBV – Tab. 3	Materialklasse (n. EBV)
MP 1.10 – WL Süd (Achse 10)	jeweils Mischprobe oberhalb von 2 m unter OKG	-	BM-0
MP 1.20 – WL Nord (Achse 20)		-	BM-0

Aus umweltchemischer Sicht können die mit den **Mischproben** untersuchten Aushubböden uneingeschränkt wieder eingebaut werden. Es ist allerdings zu beachten, dass sie auf Grund der ermittelten Kornzusammensetzung als mittel ... schwer verdichtbar einzustufen sind.

Wird eine Entsorgung angestrebt, wären diese Böden der AVV-Nr. 170504 „*Boden und Steine, mit Ausnahme derjenigen, die unter 170503 fallen*“ (nicht gefährlicher Abfall) zuzuordnen.

- Sedimentuntersuchung

Die *IUL Vorpommern GmbH* (Akkreditiertes Prüflabor D-PL-14333-01-00), untersuchte die aus dem Kanal der MHW entnommene Sedimentmischprobe. Das Untersuchungsprogramm orientiert sich dabei an den Vorsorgewerte nach BBodSchV (2021).

Die Prüfverfahren, -methoden und detaillierten Untersuchungsergebnisse sind im Prüfbericht 14-3995-001 vom 15.12.2014 (s. Anlage / 5 / des vorliegenden Berichtes) zusammenfassend dargestellt.

⇒ *Die an der Sedimentmischprobe untersuchten Parameter entsprechen im Wesentlichen der Materialklasse BG-0 nach ErsatzbaustoffV.*

Aus umweltchemischer Sicht dürfen die untersuchten Sedimente auf Grund des erhöhten TOC-Gehaltes nicht im Unterboden / Untergrund eingebracht werden (s. BBodSchV - § 6 (Absatz 11)). Deshalb können Sie nur im Sinne von Oberboden verwendet werden.

Ist eine Entsorgung angedacht, sind die Sedimente der AVV-Nr. 170506 „Baggergut, mit Ausnahme desjenigen, der unter 170505 fällt“ zuzuordnen (nicht gefährlicher Abfall).

4. Beurteilung des Baugrundes

Eine Darstellung der Baugrundverhältnisse im Bauwerksbereich erfolgt in einem *idealisierten Baugrundlängsschnitt* (siehe Anlage / 6 /), der unter Einbeziehung ausgewählter punktueller Bodenaufschlüsse erarbeitet wurde.

4.1 Baugrundtragfähigkeit und Bodenkennziffern

⇒ Am untersuchten Standort des geplanten Brückenneubaues ergaben sich bei den punktuellen Bodenaufschlüssen Böden mit unterschiedlichen Tragfähigkeits- und Verformungseigenschaften.

Die in den oberen Bodenprofilabschnitten - oberhalb der potentiellen Gründungsordinate - registrierten organogen verunreinigten Böden/Auffüllungen (**Schicht I**) sind

gering tragfähiger Baugrund

und auf Grund der hohen Kompressibilität bzw. dem Langzeitsetzungsverhalten **nicht** für einen Lastabtrag aus dem setzungsempfindlichen Ingenieurbauwerk **geeignet**.

Die erkundeten bindigen Beckensedimente (**Schicht III** - Bodengruppen nach DIN 18 196: **TM, UL**) sind - u.a. auf Grund des hohen Verformungspotentials - für das geplante Bauwerk als

eingeschränkt tragfähig

einzuschätzen.

Die im Untergrund - unterhalb einer potentiellen Gründungsordinate bei ca. 1,5 m unter OKG bzw. OK WS MHW / rd. 61 m NHN - nachgewiesenen nichtbindigen Böden (**Schicht II / IV**) in mindestens *mitteldichter Lagerung* bzw. die bindigen (Geschiebemergel-) Böden (**Schicht III** - Bodengruppen nach DIN 18 196: **ST* / SU***) in mindestens *steifer Zustandsform* sind

tragfähiger Baugrund

und gewährleisten einen dauerhaft sicheren Lastabtrag aus dem geplanten Brückenneubau bzw. der Dammschüttung für den Neubau der B 198 bei einem bauwerksverträglichen Setzungsverhalten.

Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, daß die aktuell tragfähigen bindigen Böden auf Grund ihrer geringen Plastizität niederschlagsbedingt bzw. bei einer dynamischen Anregung (z. B. durch den Eintrag von dynamischer Energie) mit einer Veränderung der Konsistenzzustände / Entfestigung (mögliche Verringerung des I_c -Wertes) reagieren.

Die nahezu kohäsionslosen Böden neigen bei Anschnitt zum Fließen (TRS) !

Nach den Ergebnissen der durchgeführten bodenphysikalischen bzw. bodenmechanischen Laboranalysen (siehe Anlage / 3 /), der Bohrgutansprache, Erfahrungswerten von geologisch und bodenmechanisch vergleichbaren Böden, werden für die kennzeichnenden Schichten folgende **charakteristische Werte von Bodenkenngrößen** nach Tabelle 9 angegeben:

Tabelle 9: Charakteristische Werte von Bodenkenngrößen

Boden- gruppe nach DIN 18 196	Lage- rungs- dichte/ Kon- sistenz	Wichte/ Auftrieb γ'_k [kN/m ³]	Wichte erdfeucht γ_k [kN/m ³]	Reibungs- winkel ϕ'_k [°]	Kohäsion c'_k [kN/m ²]	undrainierte Scher- festigkeit $c_{u,k}^{1)}$ [kN/m ²]	Steife- modul $E_{s,k}^{1)}$ [MN/m ²]	k-Wert (geschätzt) [m/s]
---	---	---	--	---	---	---	---	----------------------------------

SCHICHT I - OBERBODEN / AUFFÜLLUNGEN - HOMOGENBEREICH A

Sande mit wechselndem Humus- / Schluffgehalt

[]	medi ²⁾	6 – 7	15 – 17	26 – 28	-	-	4 - 15	-
-----	--------------------	-------	---------	---------	---	---	--------	---

SCHICHT II - NICHTBINDIGE BÖDEN - HOMOGENBEREICH B

Fein-/ Mittelsand; enggestuft bzw. schwach schluffig bis schluffig

SE / SU / SU* / UL	medi ²⁾	9 - 10	18 – 20	30 – 33	-	-	15 - 25	< 2 * 10-4...-6
-----------------------	--------------------	--------	---------	---------	---	---	---------	--------------------

SCHICHT III - BINDIGE BÖDEN - HOMOGENBEREICH C

Ton/Schluff, leicht-/mittelplastisch

TM / UL / SU* / ST*	steif	9 - 10	20 – 11	18 - 24	15 - 20	30 – 100	8 – 28 ³⁾	< 1 * 10 ^{-7...-11}
	halbfest	10 – 11	21 – 22	22 – 28		120 - > 250	18 – 38	

SCHICHT IV - NICHTBINDIGE BÖDEN - HOMOGENBEREICH B

Sande mit wechselndem Schluffanteil

SU	medi-dicht ²⁾	9 - 10	18 – 19	34 – 36	-	-	35 – 55	< 1 * 10 ⁻⁴
----	--------------------------	--------	---------	---------	---	---	---------	------------------------

¹⁾ belastungsabhängig / ²⁾ midi = mitteldicht / ³⁾ teufenabhängige Ermittlung mit $E_{0t} = E_0(1+0,1 \cdot t)$ bei $E_0 = 8 \text{ MN/m}^2$

⇒ Die in der Tabelle 9 dokumentierten Bodenkennziffern sind als *charakteristische Werte* von Bodenkenngrößen bei der Anwendung des Sicherheitskonzeptes mit Teilsicherheitsbeiwerten (n. **DIN 1054 / EC 7**) lastfallbezogen in **Bemessungswerte umzurechnen** !

4.2 Bemessungsprofile

Nach den Ergebnissen der Laboranalysen (siehe Anlage / 3 /), der Feldansprache, Erfahrungswerten vergleichbarer Baumaßnahmen und DIN 1055 werden widerlagerbezogene **Baugrundsichtungen** mit **charakteristischen Werten** von **Bodenkenngrößen** für die Dimensionierung der Bauwerksgründung angegeben (Hinweise zu Tab. 9 hier auch gültig !):

Tabelle 10: Bemessungsprofil – Widerlager Süd / Achse 10 (BK 1.10 + DS 1.11)

Teufenbereich	Bodengruppe n. DIN 18 196 - Schicht Nr.	Wichte/ Auftrieb γ' [kN/m ³]	Wichte erdfeucht γ [kN/m ³]	Reibungs- winkel ϕ_k [°]	Kohäsion c_k [kN/m ²]	Steife- modul $E_{s, k}$ [MN/m ²]
OKG $\cong 66,5(62^*) \dots 65 \text{ m NHN}$	OH – I	6	16	27	-	8
$\Rightarrow$ Gründungsordinate – rd. 61,3 m NHN						
65 ... 59 m NHN	SE / SU / SU* – II	9	19	33	-	20
59 ... 53 m NHN	TM / UL / SU* - III a	10	21	20	16	16*
53 ... 47 m NHN						21*
47 ... 41 m NHN						27*
41 ... 39 m NHN	SU - IV	9	19	36	-	45
unterhalb 39 m NHN	TL / SU* / TM III b	11	22	27	16	38

*Gelände = Unterkante Kanalböschung; ** teufenbezogene Erhöhung auf Grund von: $E_{0t} = E_0(1+0,1*t)$ mit $E_0 = 8 \text{ MN/m}^2$ **Tabelle 11: Bemessungsprofil – Widerlager Nord / Achse 20 (BK 1.20 + DS 1.21)**

Teufenbereich	Bodengruppe n. DIN 18 196 - Schicht Nr.	Wichte/ Auftrieb γ' [kN/m ³]	Wichte erdfeucht γ [kN/m ³]	Reibungs- winkel ϕ_k [°]	Kohäsion c_k [kN/m ²]	Steife- modul $E_{s, k}$ [MN/m ²]
OKG $\cong 67,6(62^*) \dots 67 \text{ m NHN}$	OH – I	6	16	27	-	8
$\Rightarrow$ Gründungsordinate – rd. 61,3 m NHN						
67 ... 63 m NHN	SE / SU / SU* – II	9	19	33	-	20
63 ... 55 m NHN	TM / UL / SU* - III a	10	21	20	16	15*
55 ... 49 m NHN						20*
49 ... 43 m NHN						25*
43 ... 40,5 m NHN	SU - IV	9	19	36	-	45
unterhalb 40,5 m NHN	TL / SU* / TM III b	11	22	27	16	38

*Gelände Unterkante Kanalböschung; ** teufenbezogene Erhöhung auf Grund von: $E_{0t} = E_0(1+0,1*t)$ mit $E_0 = 8 \text{ MN/m}^2$

4.3 *Bodencharakteristika und Homogenbereiche*

Nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen können die Böden im untersuchten Bauwerksbereich in nachfolgende **Homogenbereiche** (für Erdarbeiten nach **DIN 18 300**, Bohrarbeiten nach **DIN 18 301** und Ramm-/Rüttel- und Pressarbeiten nach **DIN 18 304** bzw. Naßbaggerarbeiten nach **DIN 18 311** – jeweils Ausgabe 09/2019) eingeteilt werden:

Homogenbereich **A** → Oberböden

Homogenbereich **B** → nichtbindige Böden (Sande mit wechselndem Schluffgehalt bzw. Schluffe ohne nennenswerte Bildsamkeit)

Homogenbereich **C** → bindige Böden (Beckenton/-Schluff + Geschiebelehm / -mergel)

Die Homogenbereiche lassen sich wie folgt nach Tabelle 12 charakterisieren:

Tabelle 12: Charakteristika der Homogenbereiche

	HOMOGENBEREICH		
	A	B	C
Kornverteilung	Kornverteilungsband (s. Anlage /10/)	Kornverteilungsband (s. Anlage /10/)	Kornverteilungsband (s. Anlage /10/)
Massenanteil Steine und Blöcke ¹⁾	< 10 %	< 10 ... 15 %	< 20 %
Dichte	1,5 - 1,7 g / cm ³	1,7 – 2,0 g / cm ³	1,9 - 2,2 g / cm ³
Wichte	15 – 17 kN/m ³	18 – 20 kN/m ³	19 – 22 kN/m ³
undräßierte Scherfestigkeit	hier nicht maßgebend	hier nicht maßgebend	30 – 300 kN/m ²
Kohäsion	-	-	5 - 25 kN/m ²
Wassergehalt	-	7 – 25 %	10 – 30 %
Plastizitätszahl	-	-	1 – 30 %
Konsistenz	-	hier nicht maßgebend	weich ... halbfest
Lagerungsdichte	locker bis mitteldicht	locker bis dicht	hier nicht maßgebend
Abrasivität	kaum abrasiv	schwach abrasiv ... abrasiv	schwach abrasiv ... stark abrasiv
organischer Anteil	3 – 7 %	< 3 %	< 5 %
Bodengruppen	OH	SE, SU, SU*, UL	TL, TM, UL, SU*, ST*
ortsübliche Bezeichnung	humose Oberböden / Mutterboden	liegende Sande mit wechselndem Schluffgehalt, lokal sandige Schluffe	Beckenton / -schluff bzw. Geschiebelehm / -mergel

¹⁾ Erfahrungswert - auf Grund der angewandten Erkundungsmethodik nicht genau numerisch ermittelbar

Dabei ist zu beachten, dass die in den einzelnen Homogenbereichen zusammengefassten (Mineral-)Böden teilweise durch ein breites Kornspektrum gekennzeichnet sind !

Die gewässerseitigen – ca. 2 dm mächtigen - **Steinpackungen** (die vermutlich zur Böschungs- / Sohlstabilisierung eingebaut wurden) bleiben bei dieser Aufstellung unberücksichtigt.

⇒ Der geplante Ausbaubereich (Böschung MHW) weist (teilweise einen) *Baumbestand* auf ! Im Zuge der **Erdbaumaßnahmen** ist deshalb mit einem **erhöhten Wurzelaufkommen** zu rechnen, was zu einer Beeinträchtigung der erforderlichen Erdbautätigkeit führen kann.

4.4 Boden im Austausch- und Hinterfüllbereich

Unter Berücksichtigung des Gründungskonzeptes für die Brücke ist eine Hinterfüllung der neuen Brückenwiderlager notwendig, um einen ordnungsgemäßen Anschluß an die Straßentrasse zu ermöglichen.

Für die Hinterfüllung sind Böden gemäß ZTV E-StB 17 – Pkt. 10.2 zu nutzen.

Das einzubauende Material ist lagenweise ($d \leq 0,3$ m) auf $D_{pr} \geq 100$ % zu verdichten, wobei entsprechende schichtenbezogene Nachweise zur erreichten Verdichtung im Rahmen der Eigenüberwachung durch die Ausführungsfirma zu erbringen sind.

Bei o.g. Hinterfüllmaterial können folgende charakteristische Werte von Bodenkenngrößen bei der weiteren Planung berücksichtigt werden:

Wichte:	$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel:	$\varphi_k = 35^\circ$
Kohäsion:	$c = 0$

Diese Parameter sind baubegleitend für das endgültig zum Einsatz gelangende Material zu bestätigen bzw. ist die Ausführungsstatik entsprechend anzupassen.

5. Folgerungen für die Gründung

Auf Grund der standörtlichen Baugrundverhältnisse, den lokalen Randbedingungen und der angestrebten Baukonstruktion ist das Vorhaben (bei Beachtung DIN 4020 bzw. DIN 1054) in die **Geotechnische Kategorie – GK 2** einzuordnen.

5.1 Allgemeines

- Brückenbauwerk

Ausgehend von den örtlichen Gegebenheiten und unter Berücksichtigung des Bauvorhabens bzw. objektiver Randbedingungen ist für das geplante **Brückenbauwerk** aus baugrundtechnischer Sicht eine

Tiefgründung

möglich und zweckmäßig.

Dabei kann am Standort des Ingenieurbauwerkes ein Lastabtrag mittels

(Groß-)Bohrpfählen

zur Anwendung kommen.

Der Einsatz von **Rammpfählen** bzw. **Vollverdrängungsbohrpfählen** wäre aus baugrundtechnischer Sicht ebenfalls möglich, wobei das Vorhandensein von Sandzwischenschichten mit lokal (sehr) dichter Lagerung und Profilbereichen mit **Hindernissen** zu berücksichtigen ist !! Mögliche verfahrensbedingte Einschränkungen hinsichtlich einer ordnungsgemäßen Pfahlherstellung die aus dem o.g. Sachverhalt resultieren sind vorab aufzuklären.

Durch den Einsatz einer Tiefgründung erfolgt eine Verlagerung der Lastabtragsebene in den Bereich der tragfähigen Böden, so daß (unter Voraussetzung einer ordnungsgemäßen Gründungskonstruktion !) die Setzungsunterschiede und damit die Verkantungen in einem für diese Bauwerkskategorie zulässigen Bereich gehalten werden.

Um die Frostsicherheit der Gründung zu gewährleisten bzw. eine Frosteinwirkung unter den Widerlagern auszuschließen, müssen die Unterkanten der Pfahlkopfplatte durch eine allseitige Erdüberdeckung von $t \geq 1,0$ m geschützt werden.

5.2 **Gründungsart und Bemessungskennwerte**

Ausgehend von den örtlichen Gegebenheiten und unter Berücksichtigung des Bauvorhabens bzw. objektiver Randbedingungen, ist für das geplante Ingenieurbauwerk aus baugrundtechnischer Sicht ein

Lastabtrag in den Untergrund

möglich und zweckmäßig.

Zur Gewährleistung eines bauwerksverträglichen Setzungsverhaltens müssen die Pfähle ausreichend in **tragfähige Bodenschichten** (Pfahlbemessungskennwerte – siehe Tabelle 13 // S. 31) einbinden, wobei nach den vorliegenden Erkundungsergebnissen entsprechende Böden (gilt für: **Schicht III b** + **Schicht IV !!**) unterhalb von

rd. **41 ... 43 m NHN** (rd. 10 m ... 13 m unter OKG)

zu erwarten sind.

Die Gründungselemente müssen aus Standsicherheits- bzw. Gebrauchstauglichkeitsgründen mind. 2,5 m in die tragfähigen Böden einbinden, so dass sich nach dem derzeitigen Kenntnisstand für Großbohrpfähle eine **Mindestpfahlfußordinate** von

37,5 m NHN (Achse 10) ... **39,5 m NHN** (Achse 20)

ergibt, **wenn** zur Gewährleistung der notwendigen äußeren Tragfähigkeit keine größere Einbindung erforderlich wird.

☐ **Bei der Planung und Herstellung der Tiefgründung, sind die einschlägigen gültigen Vorschriften (z.B. DIN 1054, DIN EN 1536, DIN 4014, EA Pfähle u.a.) zu berücksichtigen !**

- ⇒ Durch eine entsprechende höhenmäßige Anordnung der Pfahlkopfplatte kann der Aufwand für Baugrubenverbau bzw. baubegleitende Wasserhaltung entsprechend reduziert werden.

Die Pfahltragfähigkeit wird wesentlich durch den Pfahldurchmesser bestimmt, wobei für eine Bemessung von Bohrpfählen die nachfolgenden Kennwerte für die kennzeichnenden Baugrundsichten nach Tabelle 13 angegeben werden.

Hierbei beinhalten die idealisierten Baugrundsichten folgende Schichten:

(schichtenbezogene charakteristische Werte von Bodenkenngrößen – s.o. // **Tabelle 9** – Seite 25)

Schicht I – Deckschichten

Schicht II – nichtbindige Böden (*Sand mit wechselndem Schluffanteil, Schluff*)

Schicht III – bindige Böden (*Ton / Schluff, Sand -Schluff/Ton-Gemische*) - **a)** steif // **b)** halbfest

Schicht IV – nichtbindige Böden (*Sand, mit wechselndem Schluffanteil*)

Tabelle 13: Bemessungskennwerte für Bohrpfahlbemessung

		Baugrundsicht					Einheit
		Schicht I	Schicht II	Schicht III a	Schicht III b	Schicht IV	
		Bruchwert der Pfahlmantelreibung - $q_{s,k}$					
		0	0,04	0,03	0,05	0,11	MN/m ²
Pfahlspitzenwiderstand – $q_{b,k}$							
bezogene Setzung	$s = 0,02 \bullet D_s$	-	-	-	0,80	- *)	MN/m ²
	$s = 0,03 \bullet D_s$	-	-	-	1,00	- *)	
	$s \geq 0,10 \bullet D_s$	-	-	-	1,75	- *)	
Steifeiffer - E_s (zur Ermittlung der horizontalen Bettung)		8	25	20	38	45	

*) Die Schichtmächtigkeit ist für die erforderliche Pfahleinbindung und Pfahlfußunterlagerung durch adäquate Böden zu gering, sodass der Pfahlfußwiderstand in jedem Fall unter Berücksichtigung der Kennwerte für Schicht III b zu ermitteln ist !!

- ⇒ Die angegebenen Absetztiefen und Pfahlbemessungskennwerte wurden auf der Grundlage der direkten Bodenaufschlüsse unter Berücksichtigung entsprechender Laborergebnisse und der indirekten Bodenaufschlüsse ermittelt.

5.3 *Pfahltragfähigkeit und Setzungen*

Die **Bemessungswerte** der (vertikalen) **Pfahlwiderstände** (R_d) von gebohrten Pfählen ergeben sich aus der Summe (Gesamtpfahlwiderstand – R_k) der, bei Beachtung der lokalen Baugrundsichtung unter Ansatz der o.g. Kennwerte ermittelten, *charakteristischen Pfahlfuß-* ($R_{b,k}$) bzw. *Pfahlmantelwiderstände* ($R_{s,k}$) mit

$$R_d = (R_{b,k} + R_{s,k}) / \gamma$$

dabei sind die Teilsicherheitswerte nach **DIN 1054** in Ansatz zu bringen.

Es ist aber darauf zu achten, daß die charakteristischen **Einwirkungen** (F_k) oder **Beanspruchungen** (E_k) auf die Pfähle mit den Teilsicherheitsbeiwerten γ in Bemessungswerte umzurechnen sind.

Bei Betrachtungen nach **EC 7** ergibt sich der charakteristische Pfahlwiderstand im Grenzzustand der Tragfähigkeit (ULS) mit

$$R_{c,k} \text{ (ULS)} \sim R_k$$

(dabei ist R_c = Druckpfahlwiderstand im Grenzzustand der Tragfähigkeit !).

Nach den Kenntnissen zur Genese des Untersuchungsgebietes, den vorliegenden Erkundungsergebnissen und Erfahrungen von anderen Bauvorhaben unter ähnlichen Baugrundverhältnissen kann mit einem (erschütterungsfrei !!) **verrohrte hergestellt**

Großbohrpfahl

DIN 1536

(Schaftdurchmesser: $d \geq 120 \text{ cm}$)

bei Zugrundelegung der in Tabelle 13 dokumentierten Pfahlparameter eine maximale (äußere) vertikale **Druckbelastung des Einzelpfahles** (im Grenzzustand der Tragfähigkeit – GZ 1 / DIN 1054 bzw. GEO-2 / EC 7) von

$$R_{k(Sg)} = R_{c,k} \approx 5,46 \text{ MN (Achse 10)}$$

$$R_{k(Sg)} = R_{c,k} \approx 5,35 \text{ MN (Achse 20)}$$

sicher in den Untergrund abgetragen werden (weitere Einzelheiten - z.B. $R_{2,d} = R_{k(s=2 \text{ cm})} = 3,8 \text{ MN}$ sind dem jeweiligen Pfahlprotokoll in Anlage / 8 / + / 9 / zu entnehmen).

Bei unterschiedlichen Pfahlabsetztiefen ist zwischen den Pfahlspitzen benachbarter Pfähle eine Abtreppung $\beta < 30^\circ$ (Pfahlachse zu Pfahlachse) einzuhalten. Die horizontale Gruppenwirkung der Pfähle ist entsprechend zu überprüfen.

Werden zum Abtrag von Horizontalkräften **Schrägpfähle** erforderlich, sollten diese mit einer maximalen **Neigung** von **10 : 1** (nach Möglichkeit steiler !) realisiert werden.

Dabei ist zu überprüfen, inwieweit es bei den geneigten Pfählen zu einer Überschneidung mit einem erforderlichen Baugrubenverbau kommt, was u.U. eine Vergrößerung der Baugrube bedingen kann.

Bei **sachgerechter Pfahlherstellung** sind unter Berücksichtigung o.g. Pfahlabsetzebene bei einem aus der Grenztragfähigkeit für den Einzelpfahl (*charakteristischer Pfahlwiderstand im GZ 1 – $R_{1,k}$ bzw. GEO-2 / EC 7 – $R_{c,k}$*) von **$R_{1,k} / R_{c,k} \leq \sim 5,4$ MN** durch normgerechte Berücksichtigung erforderlicher Sicherheitsbeiwerte (nach DIN 1054) ermittelten **Bemessungswert** im Grenzzustand der Tragfähigkeit *wahrscheinliche* Setzungen des Einzel-(druck-)pfahls von ca. 2 ... 3 cm nicht auszuschließen (siehe auch Anlage / 8 / + / 9 /).

Da diese Setzungen (im Bereich der bindigen Böden) zeitlich versetzt nach Pfahlherstellung / Lasteintrag eintreten, sollten bei der Dimensionierung der Gründung *wahrscheinliche Setzungen* von

$$s_w (R_{1,d}) < 10 \dots 20 \text{ mm}$$

berücksichtigt werden.

Nach dem derzeitigen Kenntnisstand ist eine **wahrscheinliche Setzung der Pfahlgruppe** mit

$$s_w (\text{Pfahlgruppe}) < 15 \dots 25 \text{ mm}$$

bemessungswirksam.

Der Bemessungswert für die (äußere) vertikale **Druckbelastung des Einzelpfahles** (im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit – GZ 2) wurde für eine Pfahllänge von $l = 23,5$ m (Achse 10) bzw. $l = 22$ m (Achse 20) mit

$$R_{2,d} = R_k (2 \text{ cm}) \leq 3,9 \text{ MN (Achse 10)}$$

bzw.

$$R_{2,d} = R_k(2\text{ cm}) \leq 3,8\text{ MN (Achse 20)}$$

ermittelt.

Zwischen den Auflagerpunkten können (auch auf Grund wechselnder Baugrundverhältnisse im Lastabtragsbereich) bei sachgerechter Pfahlherstellung Setzungsdifferenzen von

$$\Delta s \leq 0,5 \dots 1\text{ cm}$$

auftreten.

5.4 Hinweise zur Tiefgründung

Unter Berücksichtigung vorliegender Ergebnisse bzw. Erfahrungen von vergleichbaren Baugrundverhältnissen kann die (durchmesserabhängige) **horizontale Pfahlbettung** mit

$$k_s = E_s / d$$

ermittelt werden.

Dabei sind die schichtenbezogenen Steifemoduli aus Tabelle 13 (Seite 31) und die widerlagerbezogene lokale Baugrundsichtung nach Tabelle 10 + 11 zu berücksichtigen.

- ⇒ Die horizontale Bettung ist mit einer dreieck- bzw. trapezförmigen Verteilung anzusetzen, wobei der Betrag des Erdwiderstandes nicht überschritten werden darf und der (lineare) Anstieg auf den schichtbezogen angegebenen Betrag an der jeweiligen Schichtoberkante über eine Tiefe von 2 m erfolgen sollte.

Danach verläuft die Bettung bis zur Schichtunterkante vertikal mit dem o.g. Betrag.

5.5 Allgemeines zur Pfahlherstellung

Bei der Planung / Ausführung der Bohrpfahlarbeiten sind die **standörtlichen hydrologischen Verhältnisse** und die Eigenschaft der abschnittsweise anstehenden (wassergesättigten) schluffigen Sande bei Anschnitt zu Fließen (Achtung – Treibsand !) zu **berücksichtigen**.

Deshalb sind die Bohrarbeiten **in jedem Fall** mit um mind. $0,5 \times \text{Bohrpfahldurchmesser}$ (mindestens aber 0,5 m) **vorauselendem Bohrrrohr** und entsprechender – dauerhaft zu gewährleistender !!- **Wasserauflast** (dauerhaft – auch beim Verlassens der Rohrtour durch den Bohreimer ! - bis min. 63,5 m NHN !!) durchzuführen !

⇒ **Dieser Sachverhalt erfordert eine sehr große Sorgfalt bei der Pfahlherstellung** (u.a. Wasserauflast, vorauselende Verrohrung !), **da andernfalls ein unkontrollierter Bodeneintritt in das Bohrrrohr zu unzulässigen Auflockerungen im Bereich des den Pfahl umgebenden Bodens führt.**

Diese Gefügestörung bedingt erfahrungsgemäß eine drastische Abnahme der Tragfähigkeit und Fehlstellen im Pfahlquerschnitt !

Unter Berücksichtigung der vorliegenden Erkundungsergebnisse, der geologischen Entstehung bzw. anthropogenen Beeinflussung des Gebietes bzw. nach Erfahrungen von anderen Vorhaben aus dem nahen Untersuchungsgebiet ist das Vorkommen von (baubehindernden ?) Steinen bzw. Geschiebefrachten nicht auszuschließen.

Zur Durchdringung dichter (Sand-)Zwischenschichten bzw. Hindernisbeseitigung sollten – außerhalb des bemessungswirksamen Einbindebereiches - in jedem Fall **Einbringhilfen** – z.B. *Lockerungsbohrungen* (ohne Erdstoffförderung !) eingeplant und entsprechend in der Ausschreibung berücksichtigt werden.

⇒ Bei den Bohrungen für die Pfahlherstellung werden abschnittsweise (im potentiellen Einbindebereich) gemischtkörnige Böden (als Sande mit wechselndem Schluffgehalt) durchteuft, was erfahrungsgemäß zu einer (wesentlichen) **Schwebstoffanreicherung** des Wassers im Bohrloch führt !

Diese Schwebstoffe können im Zuge der Pfahlbetonage bei entsprechender Kornzusammensetzung und Betonierzeit zu Ablagerungen auf der Betonsäule (Betonieren im Kontraktorverfahren) und **Einschlüssen im späteren Pfahlbeton** führen.

⇒ In diesem Zusammenhang ist im Sinne der DIN 4014:
„In jedem Fall ist die Bohrungssohle durch wiederholtes Abloten zu prüfen und sicherzustellen, dass keinerlei Veränderungen durch Nachbruch, Sohleintrieb oder Sedimentation eintreten.“

Das Sedimentationsverhalten der Schwebstoffe ist in Abhängigkeit von der Zeit (bis zum Ende des Sedimentationsvorganges) zu protokollieren und graphisch darzustellen.

Erst nach Beendigung des Sedimentationsvorganges und Räumung der Bohrpfahlsohle (ggfls. mehrmaliger Sedimentations- und Räumvorgang) darf mit der Bohrpfahlbetonage begonnen werden.

Alternativ kann die Sedimentationsproblematik bei der geplanten Pfahlherstellung durch den **Austausch** des schwebstoffbehangenen **Bohrlochwassers** gegen sauberes Wasser, Räumung der Bohrlochsohle und anschließende Pfahlbetonage gelöst werden.

- ⇒ **Auf diesen Sachverhalt** (gegenüber reinen Sanden stark verlängerte Absetzzeiten, mehrmaliges Räumen der Bohrlochsohle bzw. ggf. Austausch des schwebstoffbehangenen Bohrlochwassers) **ist in jedem Fall in der Ausschreibung hinzuweisen !!**
- ⇒ Während der Bohrarbeiten sind durch den AN (tiefengestaffelt) repräsentative Bodenproben aus dem gefördertem Bohrgut zu entnehmen und vorzuhalten.
Durch den Bearbeiter des Berichtes ist die am Pfahlstandort aufgeschlossene lokale Baugrundsichtung zu überprüfen, um die bemessungswirksam berücksichtigte Baugrundsichtung zu bestätigen.

Zur Minimierung von Setzungsdifferenzen zwischen tief gegründetem Widerlager und Anschlußdamm, sollte in jedem Fall eine **vorzeitige Widerlagerhinterfüllung** und **Herstellung der Rampen** über die **gesamte Höhe** auf **mind. 15 m Länge** vorgesehen werden !

5.6 Baugruben und Wasserhaltung

Für die Errichtung des geplanten Brückenneubaus ist unter Berücksichtigung der Randbedingungen (Kanal der MHW) ein (wasserdichter) **Baugrubenverbau** erforderlich.

Der notwendige *Baugrubenverbau* muß unter Beachtung der:

- standortbezogenen Boden- und Wasserverhältnisse,
- der erforderlichen *Aushubtiefen*
- sowie
- möglicher Belastungen während der Pfahlherstellung

dimensioniert werden !

Das im Bereich der („gedichteten“) umspundeten Baugrube anfallende (Tag-/Rest-)Wasser, ist mittels Pumpensümpfen / Söffelpumpen kontrolliert zu fassen und aus der Baugrube zu heben.

Nach überschläglichen Betrachtungen unter Anwendung des Verfahrens *nach Davidenkoff* (und der Annahme eines nahezu dichten Baugrubenverbaus !!) ist bei einer gedichteten Baugrube eine Fördermenge von $Q < 0,5 \dots 1 \text{ m}^3/\text{h}$ nicht auszuschließen.

Die Anlagen zur Wasserhaltung bzw. -abführung sind in jedem Fall außerhalb der Grundfläche der geplanten Gründungskörper anzulegen und nach Abschluß der Arbeiten entsprechend den statischen Erfordernissen sachgerecht zu verfüllen.

Im Zusammenhang mit dem Bodenaushub innerhalb der umspundeten Baugrube, ist der Abtrag von wassergesättigten (nichtbindigen) Böden zu berücksichtigen.

- Rampen

Im Zuge der geplanten Bauwerkserrichtung ist eine Dammschüttung für die geplante B 198 erforderlich.

Vor der Dammschüttung sind der anstehende Oberboden bzw. organogene Böden (humose Sande) aus der zukünftigen Aufstandsebene vollständig abzutragen.

Der in der potentiellen (urgeländegleichen) Dammaufstandsebene (nach Beseitigung humoser Böden) erkundete mineralische Untergrund ist als Dammauflager geeignet, ist allerdings vor dem Überbauen (mit geeignetem Verdichtungsgerät) nachzuverdichten.

Eine vorzeitige Widerlagerhinterfüllung mit Dammerrichtung auf kompletter Höhe auf einer Länge von 15 m ab Widerlagerachse ist vorzusehen (s.o.).

Weiterführende Hinweise zur Dammschüttung sind / U 12 / zu entnehmen.

6. Sonstiges

- *Baubegleitende Messungen*

⇒ Bei **Anwendung** der o.g. **Kennwerte** bzw. **Bemessungsgrenzen** (Pfahllänge / Belastung) für die Herstellung von verrohrten Bohrpfählen kann auf die Durchführung von **standortbezogenen** statischen **Pfahlprobelastung** **verzichtet** werden.

Durch den Auftragnehmer ist vor Beginn der Arbeiten in jedem Fall die Erreichbarkeit der o.g. Tragfähigkeiten durch Ergebnisse von Probelastungen unter vergleichbaren Verhältnissen zu belegen.

Bei Abweichung von den dokumentierten Bemessungsgrundlagen (z.B. bei höherem Lastabtrag bzw. längeren Pfählen), ist vor Beginn der Gründungsarbeiten in jedem Fall eine statische Pfahlprobelastung auszuführen. (⇒ Als Probe- bzw. Reaktionspfähle dürfen dabei keine Bauwerkspfähle genutzt werden.)

Bei der Instrumentierung des Probepfahles sollten dann auf Grund der ermittelten Baugrundschiechtung **erhöhte Anforderungen** (siehe EA – Pfähle (2. Auflage) / **Pkt. 9.2.2.4 b**) zu Grunde gelegt werden !

⇒ Die **Integrität** / ordnungsgemäße Herstellung aller Bohrpfähle sollte in jedem Fall durch entsprechende Messungen dokumentiert werden (Low-Strain-Prüfung + CSL-Prüfung), was entsprechend in der Ausschreibung und Bauvorbereitung (u.a. Ausstattung der Bewehrungskörbe mit entsprechenden Meßrohren für CSL-Prüfungen) zu beachten ist.

Entsprechend dem **Baufortschritt** bzw. der Änderung des Belastungsregimes müssen in jedem Fall **Setzungsmessungen** an den aufgehenden Bauwerksteilen erfolgen und dem Tragwerksplaner zur Beurteilung der Bauwerksverträglichkeit vorgelegt werden.

- *Arbeits- / Bohrebene*

Es ist in jedem Fall zu beachten, dass sich die geplanten Widerlagergrundflächen im Bereich der vorhandenen Kanalböschungen der MHW befinden.

Damit werden gegebenenfalls **gesonderte** (mehrlagige geokunststoffbewehrte ?) **Bohrebenen** (die u.U. größer als die Widerlagergrundfläche auszubilden sind !!) bzw. *tief gegründete Konstruktionen* als sichere Aufstandsfläche für das **Bohrgerät** erforderlich !

Die für die Pfahlherstellung erforderlichen Bohrebenen müssen so aufgebaut werden, dass bei maximal möglichem Lasteintrag (z.B. Ziehen des Bohrrohres) eine ausreichende Sicherheit gegen Grundbruch gegeben ist.

- ⇒ ***Die Standsicherheit der endgültig herzustellenden Arbeitsebenen ist unter Berücksichtigung der auftretenden Belastungen durch die Ausführungsfirma im Zuge der Ausführungsplanung nachzuweisen.***
- ⇒ Weiterführende Hinweise bzw. eine Präzisierung der o.g. Sachverhalte können nach Vorliegen des angestrebten Bauablaufes bzw. der zur Verfügung stehenden Flächen gegeben werden, wozu eine rechtzeitige Rücksprache mit dem Unterzeichner des Berichtes erforderlich wird.
- ⇒ Bei einer erforderlichen (geokunststoffbewehrten) Bohr-/Arbeitsebene sollten mindestens **die oberen 0,3 m der Schüttung** zur Gewährleistung einer ordnungsgemäßen und dauerhaften Befahrbarkeit mit einem nach TL SoB-StB 20 klassifizierten **gebrochenen Tragschichtmaterial** bzw. **Betonrecycling** hergestellt werden.

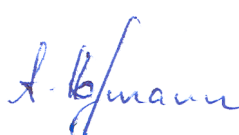
Wir empfehlen, die Gründungsarbeiten bei dem Bauwerk von einem fachkundigen Büro überwachen zu lassen.

Die Aussagen des objektbezogenen Geotechnischen Berichtes gelten für die ausgeführten punktuellen Bodenaufschlüsse und deren Ergebnisse.

Geringe Abweichungen zwischen den Bodenaufschlußansatzpunkten können auf Grund der geologischen Entstehung des Untersuchungsraumes, den nachgewiesenen Schichtverwerfungen zwischen benachbarten Bodenaufschlüssen und der anthropogenen Beeinflussung des Gebietes im Rahmen des Baugrundrestrisikos (siehe DIN 4020 – Beiblatt) nicht vollständig ausgeschlossen werden.

Wird im Zuge der Baudurchführung ein von o.g. Beschreibung abweichender Bodenaufbau festgestellt, ist der Bearbeiter des Berichtes unverzüglich zu informieren.

Für Rückfragen bzw. ergänzende Hinweise im Zuge des weiteren Planungsprozesses stehen wir dem Bauherrn beratend zur Verfügung !


Dipl.-Ing. A. Hofmann



Anlagen

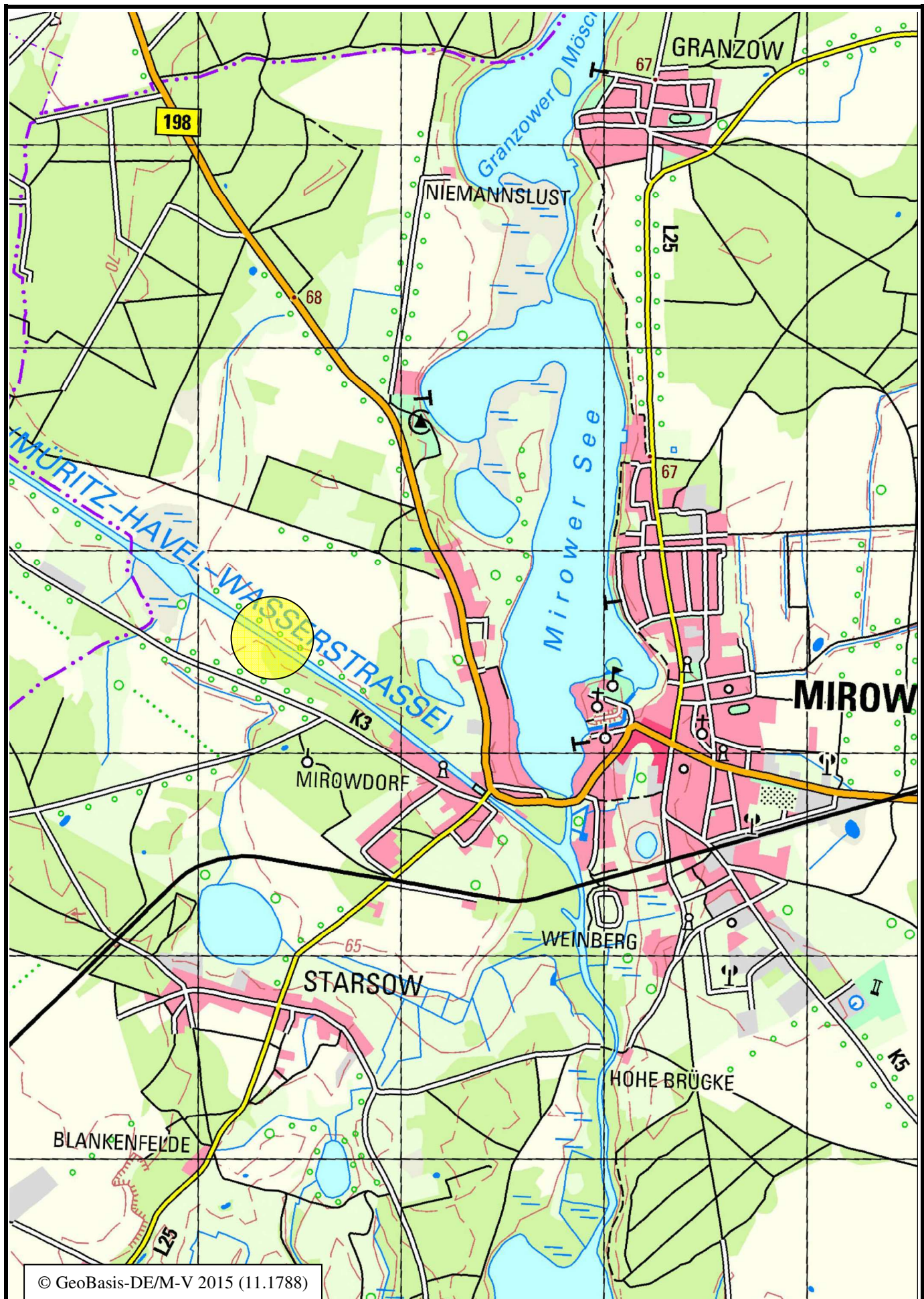
Übersichtskarte

(M 1 : 25 000)

und

Lageplanauszug mit eingetragenen Bodenaufschlußansatzpunkten

(M 1 : 250)



© GeoBasis-DE/M-V 2015 (11.1788)

Ingenieurbüro **Dipl.-Ing. A. Hofmann**

Feldmark 7
17034 Neubrandenburg

Tel.: (0395) 36 94 54 - 0 Fax: (0395) 36 94 54 - 44

Übersichtskarte

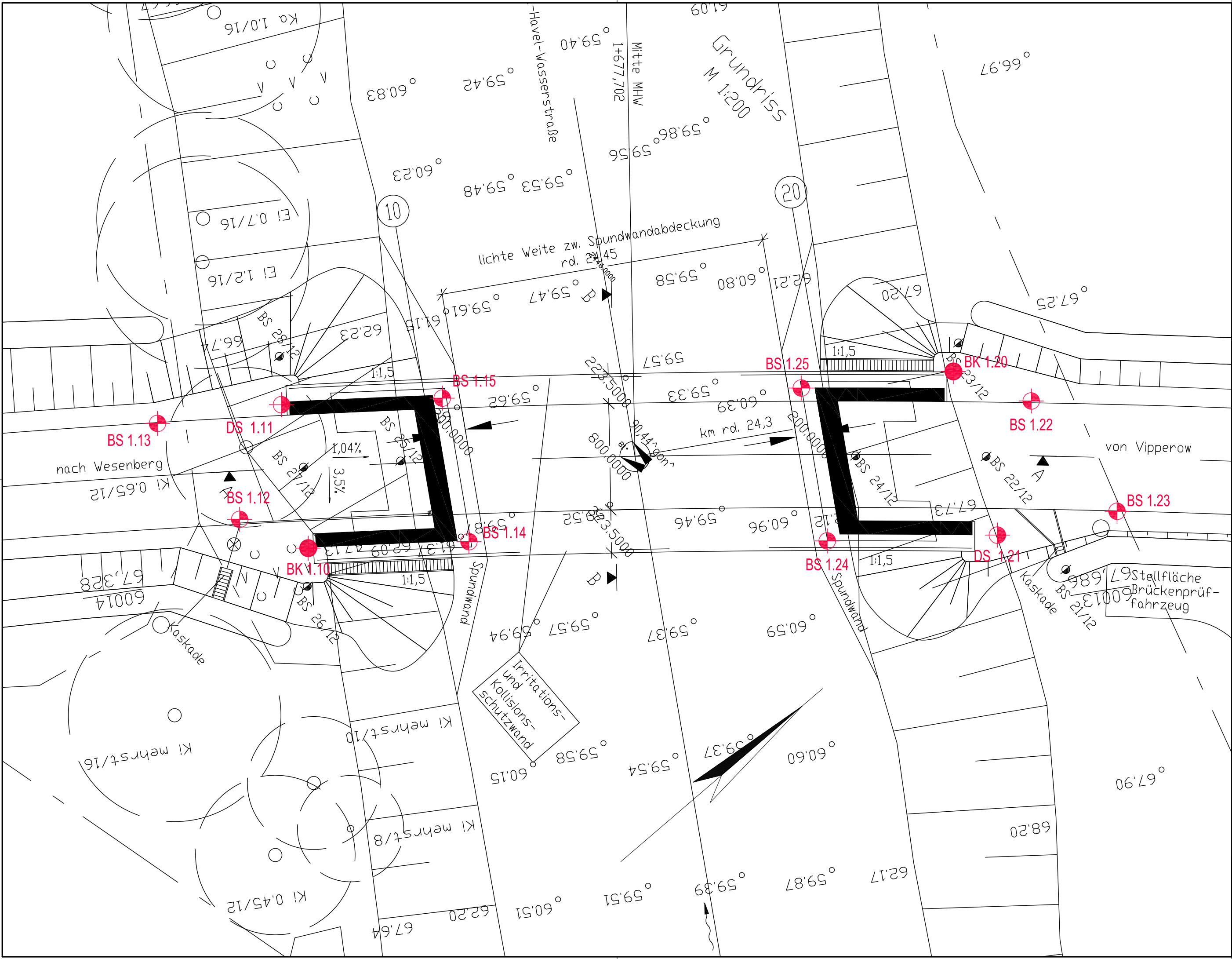
Objekt: **Neubau der B 198 - OU Mirow (West) (LK MSE), Bauwerk 1W - Brücke über Müritz-Havel-Wasserstr.**

Maßstab: 1 : 25.000

Bearbeiter: Hofmann

Datum: 03 / 2015

Reg.-Nr.: 34084



Lageplan mit eingetragenen Bodenaufschlußansatzpunkten

Legende zur Baugrunduntersuchung

Kleinbohrung

Baugrundbohrung

Drucksondierung

Der Grundplan wurde von Mecklenburgisches Ingenieurbüro für Verkehrsbau GmbH Schwerin, Zweigniederlassung Neustrelitz, geliefert.

Lagesystem: GK 42/83-3°
Höhensystem: DHHN 92

Baugrunduntersuchung: (Bau-km 1 + 677 der B 198)

Ingenieurbüro Dipl.-Ing. A. Hofmann		Objekt : Neubau der B 198 – OU Mirow (West)	
 Feldmark 7 17034 Neubrandenburg Tel.: (0395) 36 94 54 - 0 Fax: (0395) 36 94 54 - 44		Bauwerk 1W - Brücke über die Müritz-Havel-Wasserstraße	
		Maßstab : 1 : 250	Reg.-Nr.: 34084
		Bearbeiter : Hofmann	
		Datum : 03 / 2015	

Bohrprofile der Baugrundbohrungen

BK 1.10 + BK 1.20

bzw.

Bohrprofile der Kleinbohrungen

BS 1.12 ... BS 1.15 + BS 1.22 ... 1.25

(mit Legende)

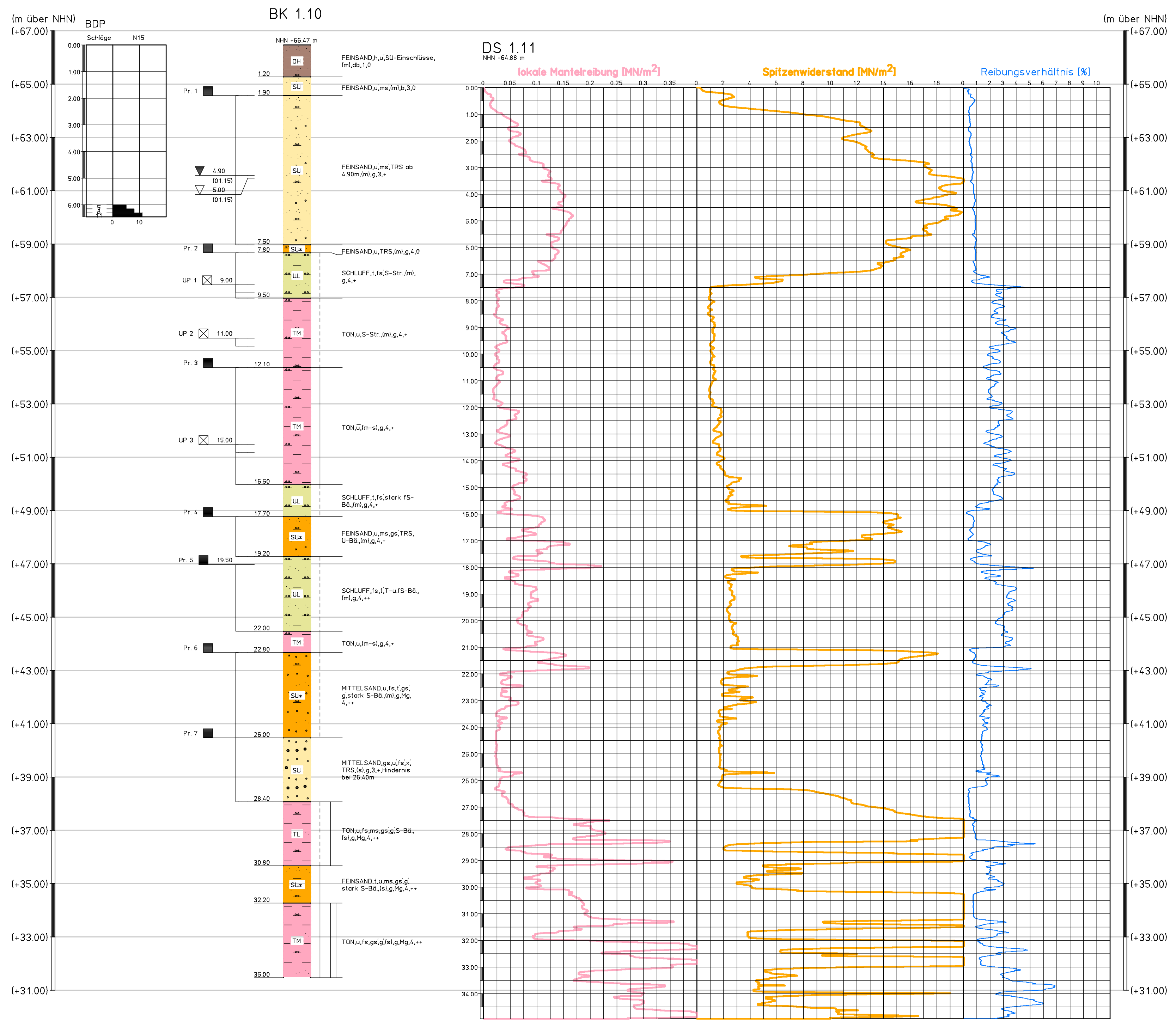
und

Meßprotokolle der Drucksondierungen

DS 1.11 + DS 1.21

(CPTU 15)

sowie Protokolle der Dissipationsversuche

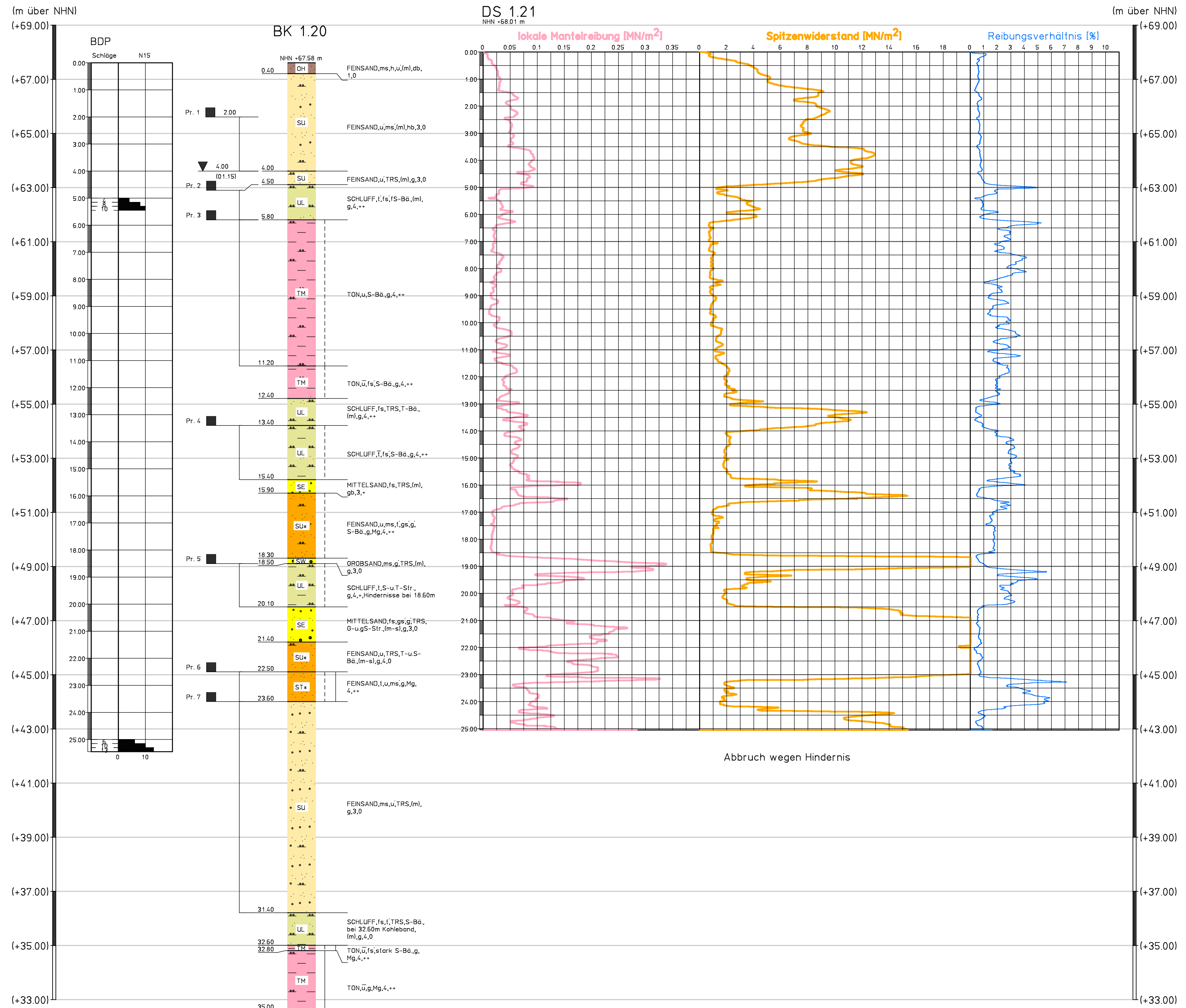


Die Bodenaufschlüsse wurden durch die Firma
VORMANN & PARTNER BOHRGESELLSCHAFT mbH & Co. KG,
Stralsund, ausgeführt.

Bohrprofil nach DIN 4023
Meßprotokoll für Drucksondierungen
nach DIN 4094-1

Ingenieurbüro **Dipl.-Ing. A. Hofmann**
Feldmark 7
17034 Neubrandenburg
Tel.: (0395) 36 94 54-0
Fax: (0395) 36 94 54-44

Widerlager Süd - Achse 10
Objekt : Neubau B 198 - OU Mirow (West)
Bauwerk 1W - Brücke über die Müritz-Havel-
Wasserstraße (Bau-km 1+667 der B 198)
Bearbeiter: Hofmann Maßstab: 1 : 100
Datum : 03 / 2015 Reg.-Nr.: 34084



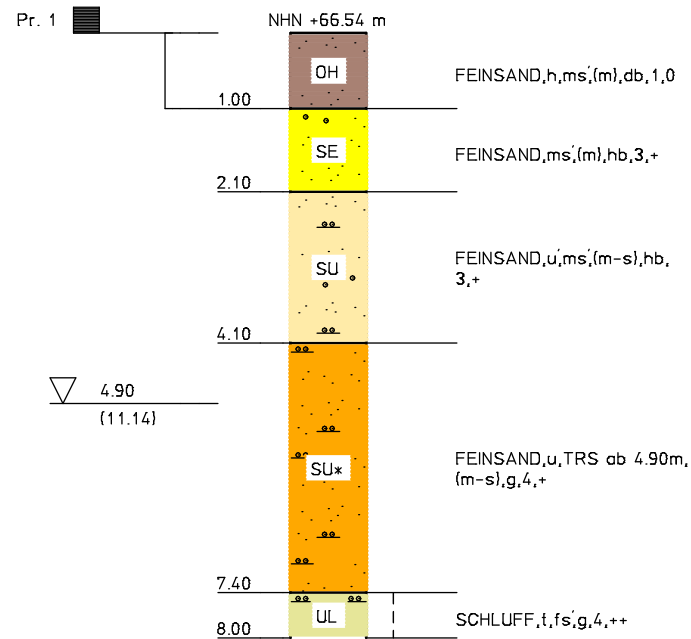
Die Bodenaufschlüsse wurden durch die Firma
VORMANN & PARTNER BOHRGESELLSCHAFT mbH & Co. KG,
Stralsund, ausgeführt.

Bohrprofil nach DIN 4023
Meßprotokoll für Drucksondierungen
nach DIN 4094-1

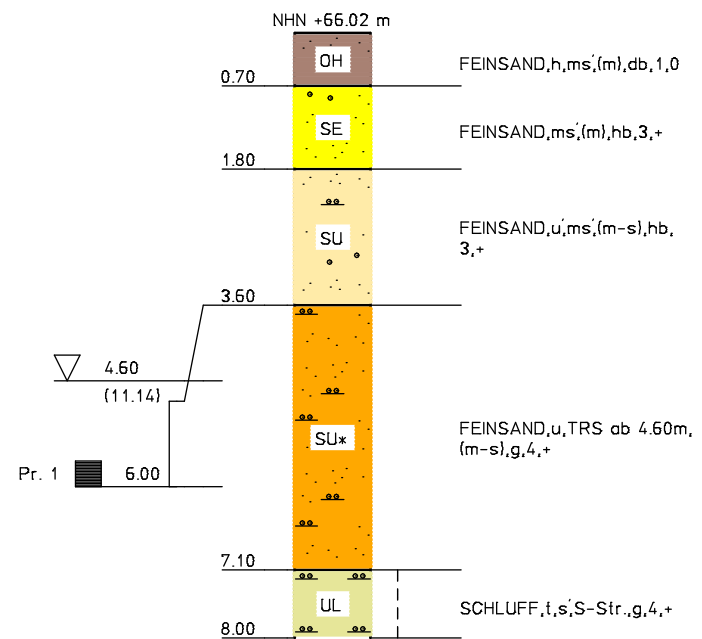
Ingenieurbüro Dipl.-Ing. A. Hofmann
IBEG
Feldmark 7
17034 Neubrandenburg
Tel.: (0395) 36 94 54-0 Fax: (0395) 36 94 54-44

Widerlager Nord – Achse 20
Objekt : Neubau B 198 – OU Mirow (West)
Bauwerk 1W – Brücke über die Müritz-Havel-
Wasserstraße (Bau-km 1+667 der B 198)
Bearbeiter: Hofmann Maßstab: 1 : 100
Datum : 03 / 2015 Reg.-Nr.: 34084

BS 1.12



BS 1.13



Rampe Süd

Bohrprofil nach DIN 4023

Ingenieurbüro Dipl.-Ing. A. Hofmann

Feldmark 7
17034 Neubrandenburg

Tel.: (0395) 36 94 54-0

Fax: (0395) 36 94 54-44

Objekt : Neubau B 198 – OU Mirow (West)

Bauwerk 1W – Brücke über die Müritz-Havel-
Wasserstraße (Bau-km 1+667 der B 198)

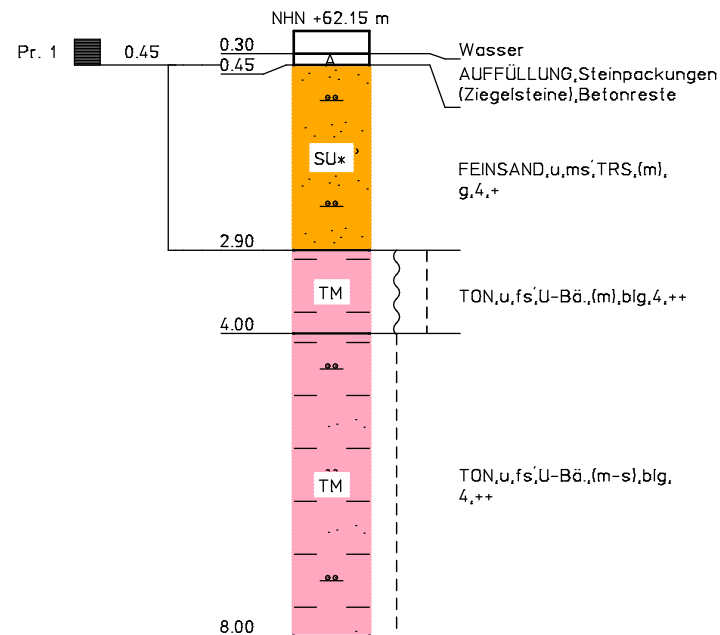
Bearbeiter: Hofmann

Maßstab: 1 : 100

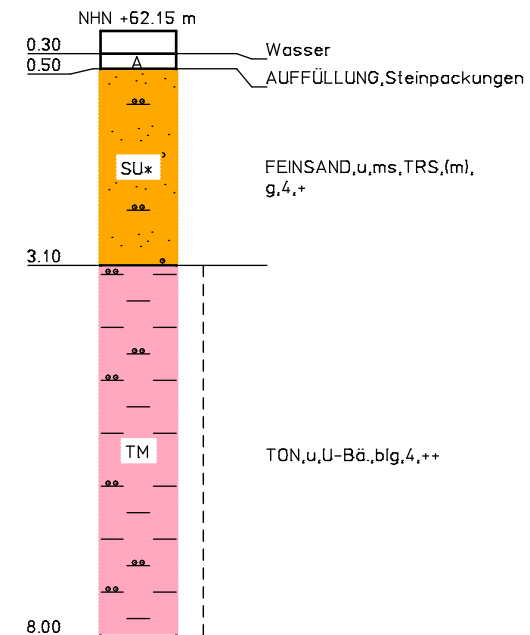
Datum : 03 / 2015

Reg.-Nr.: 34084

BS 1.14



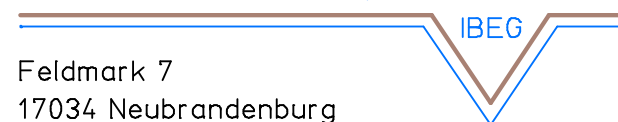
BS 1.15



Widerlager Süd - Achse 10, wasserseitige Spundwand

Bohrprofil nach DIN 4023

Ingenieurbüro Dipl.-Ing. A. Hofmann



Feldmark 7
17034 Neubrandenburg

Tel.: (0395) 36 94 54-0

Fax: (0395) 36 94 54-44

Objekt : Neubau B 198 - OU Mirow (West)

Bauwerk 1W - Brücke über die Müritz-Havel-
Wasserstraße (Bau-km 1+667 der B 198)

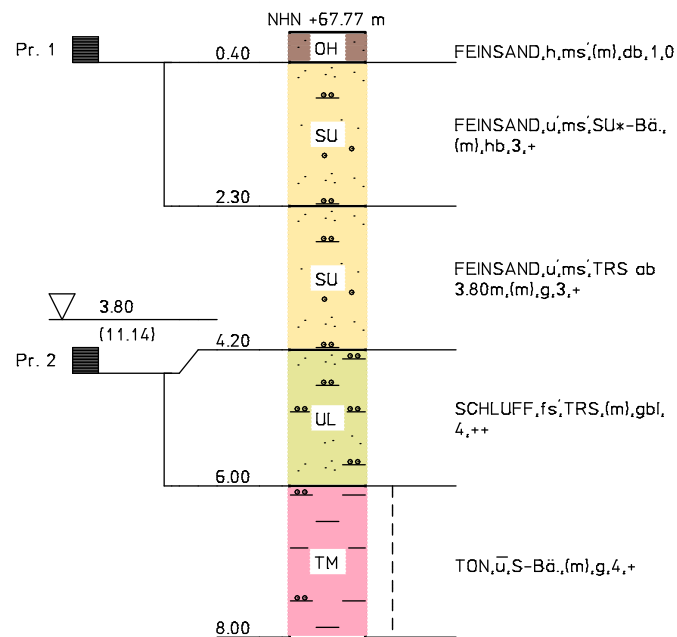
Bearbeiter: Hofmann

Maßstab: 1 : 100

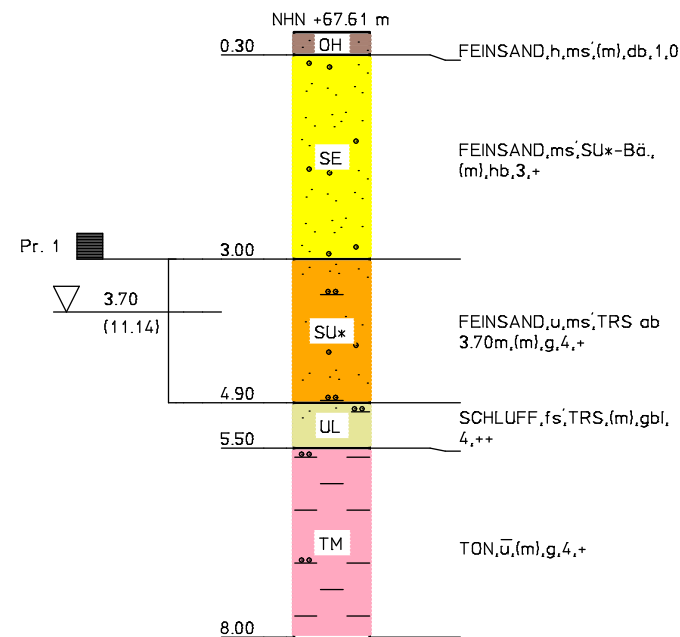
Datum : 03 / 2015

Reg.-Nr.: 34084

BS 1.22



BS 1.23



Rampe Nord

Bohrprofil nach DIN 4023

Ingenieurbüro Dipl.-Ing. A. Hofmann

Feldmark 7
17034 Neubrandenburg

Tel.: (0395) 36 94 54-0

Fax: (0395) 36 94 54-44

Objekt : Neubau B 198 – OU Mirow (West)

Bauwerk 1W – Brücke über die Müritz-Havel-
Wasserstraße (Bau-km 1+667 der B 198)

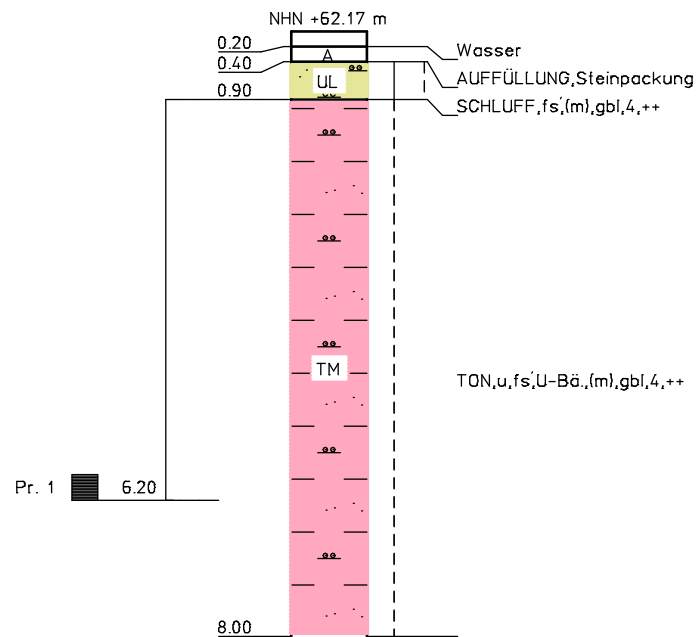
Bearbeiter: Hofmann

Maßstab: 1 : 100

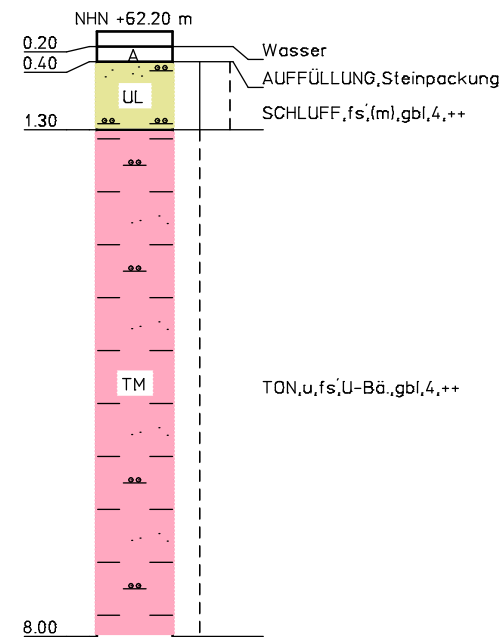
Datum : 03 / 2015

Reg.-Nr.: 34084

BS 1.24



BS 1.25



Widerlager Nord - Achse 20, wasserseitige Spundwand

Bohrprofil nach DIN 4023

Ingenieurbüro Dipl.-Ing. A. Hofmann

Feldmark 7
17034 Neubrandenburg

Tel.: (0395) 36 94 54-0

Fax: (0395) 36 94 54-44

IBEG

Objekt : Neubau B 198 - OU Mirow (West)

Bauwerk 1W - Brücke über die Müritz-Havel-

Wasserstraße (Bau-km 1+667 der B 198)

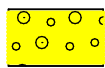
Bearbeiter: Hofmann

Maßstab: 1 : 100

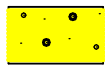
Datum : 03 / 2015

Reg.-Nr.: 34084

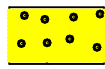
Schraffur Hauptbestandteil Beimengung



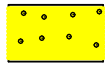
G, KIES
g, kiesig



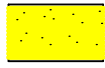
S, SAND
s, sandig



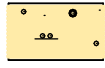
gS, GROBSAND
gs, grobsandig



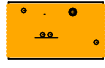
mS, MITTELSAND
ms, mittelsandig



fS, FEINSAND
fs, feinsandig



S,u'
SAND, schwach schluffig



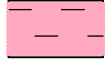
S,u, S,u'
SAND, schluffig, SAND, stark schluffig



S,t, S,t'
SAND, tonig, SAND, stark tonig



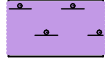
U, SCHLUFF
u, schluffig



T, TON
t, tonig



H, TORF
h, humos



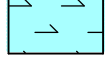
F, MUDE
o, organische Beimengungen



Mg, GESCHIEBEMERGEL



OH
grob- bis gemischtkörnige Böden
mit Beimengungen humoser Art



Kr, KREIDE
kr, mit Kreide



X, STEINE
x, steinig

Anteil mineral. Beimengungen
' schwach, <15 Masse-Proz.
*, — stark, >30 Masse-Proz.

Grundwasserstand



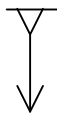
Grundwasser unter Gelände
angebohrt



Ruhewasserstand in einem
ausgebauten Bohrloch



Grundwasserstand nach
Beendigung der Bohrung
oder Veränderung des
Wasserspiegels



Wasser versickert
(Sickerwasser)

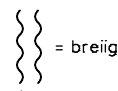
Gesteinsfarbe

b = braun
g = grau
w = weiß
s = schwarz
r = rot
ge = gelb
bl = blau
gr = grün
rs = rosa

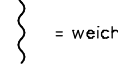
Farbtiefe

h = hell
d = dunkel

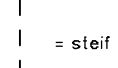
Konsistenz



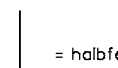
= breiig



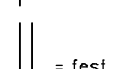
= weich



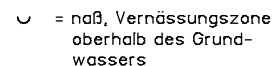
= steif



= halbfest



= fest



= naß, Vernässungszone
oberhalb des Grund-
wassers

Bohrbarkeit

(l) = leicht bohrbar
(m) = mittel bohrbar
(s) = schwer bohrbar

Bodengruppen (DIN 18 196)

[] = Auffüllung aus natürlichen Böden
A = Auffüllung aus Fremdstoffen
GW = weitgestufte Kies-Sand-Gemische
GE = enggestufte Kiese
SW = weitgestufte Sand-Kies-Gemische
SE = enggestufte Sande
SU = Sand-Schluff-Gemische
5 bis 15 Gew.-% ≤ 0,06mm
Feinkornanteil ist schluffig
SU* = Sand-Schluff-Gemische
über 15 bis 40 Gew.-% ≤ 0,06mm
Feinkornanteil ist schluffig
ST = Sand-Ton-Gemische
5 bis 15 Gew.-% ≤ 0,06mm
Feinkornanteil ist tonig
ST* = Sand-Ton-Gemische
über 15 bis 40 Gew.-% ≤ 0,06mm
Feinkornanteil ist tonig

UL = leicht plastische Schluffe
UM = mittelpastische Schluffe
UA = ausgeprägt zusammen-
drückbarer Schluff
TL = leicht plastische Tone
TM = mittelpastische Tone
TA = ausgeprägt plastische
Tone
OU = organogener Schluff
OT = organogener Ton
OH = grob- bis gemischtkörnige Böden
mit humosen Beimengungen
HN = Torf, nicht bis mäßig zersetzt
HZ = Torf, zersetzt
F = Mude / Faulschlamm
KR = Kreide

Kalkgehalt

0 = kalkfrei
+ = kalkhaltig
++ = stark kalkhaltig

Bodenklassen (DIN 18 300)

1 = Oberboden (Mutterboden)
2 = fließende Bodenarten
3 = leicht lösbare Bodenarten
4 = mittelschwer lösbare Bodenarten
5 = schwer lösbare Bodenarten
6 = leicht lösbarer Fels u. vgl. bare Bodenarten

Probenentnahme

■ gestörte Probe
☒ ungestörte Probe

Ingenieurbüro Dipl.-Ing. A. Hofmann

IBEG

Feldmark 7
17034 Neubrandenburg

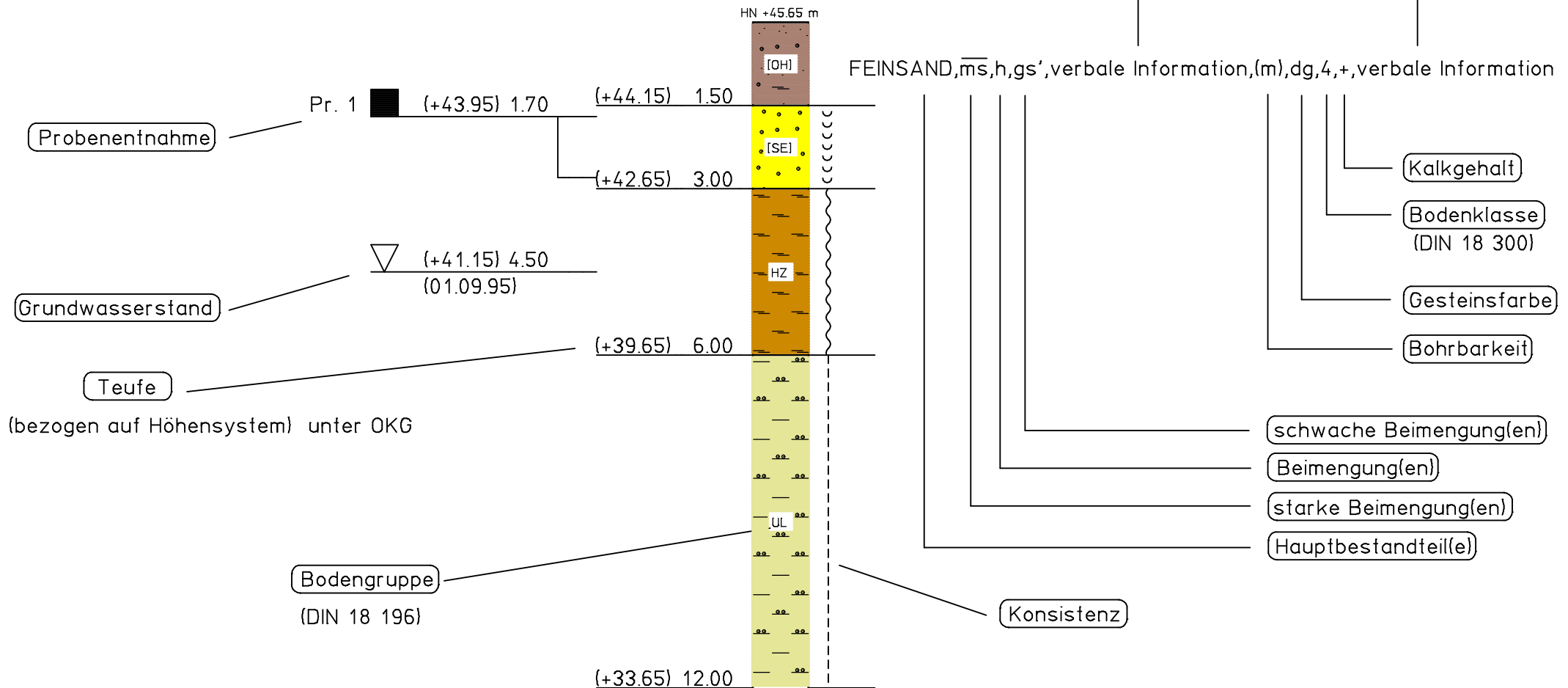
Tel.: (0395) 36 94 54-0

Fax: (0395) 36 94 54-44

Legende zum Bohrprofil

Höhenmaßstab 1:100

Beispiel



Ingenieurbüro Dipl.-Ing. A. Hofmann

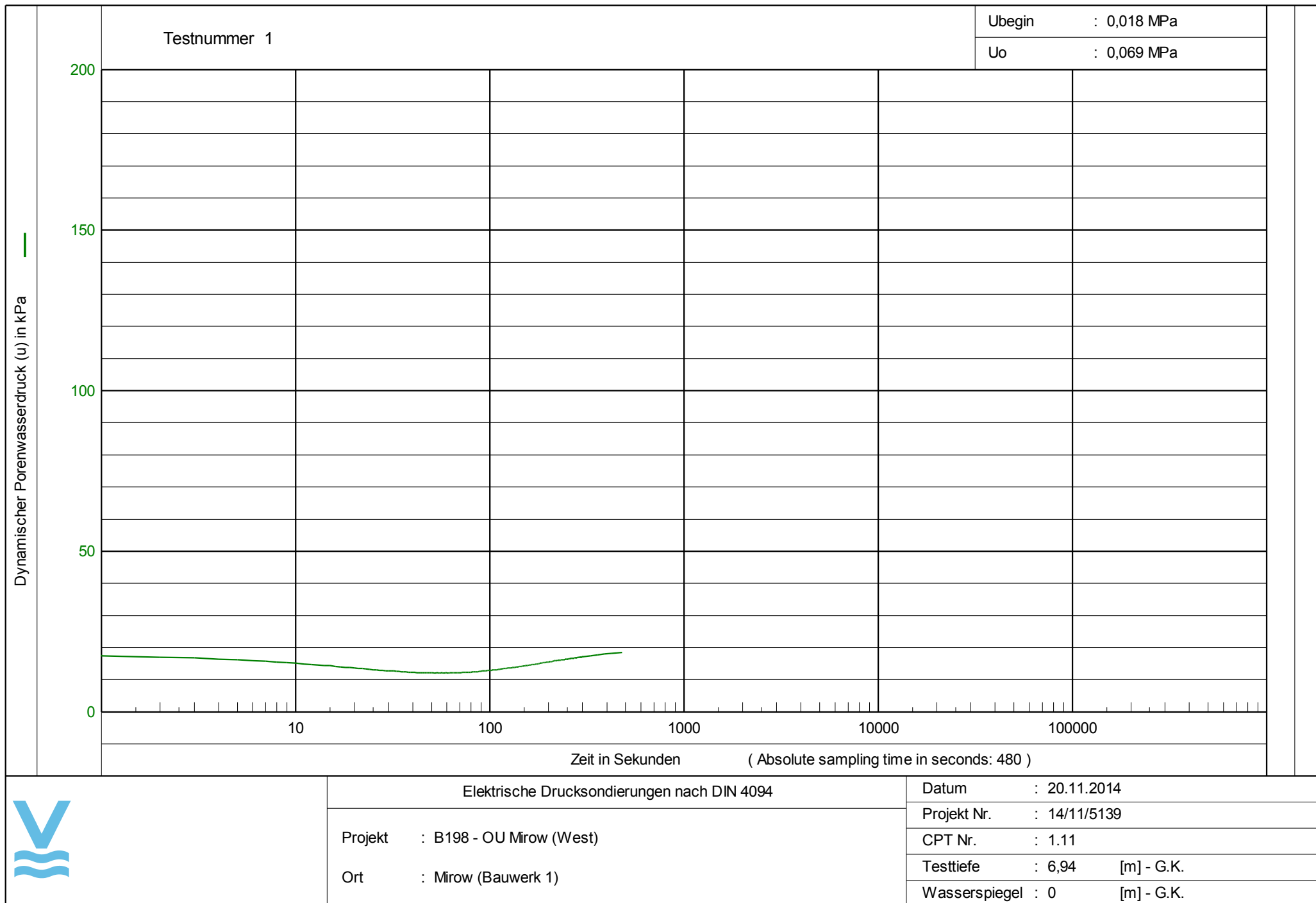
IBEG

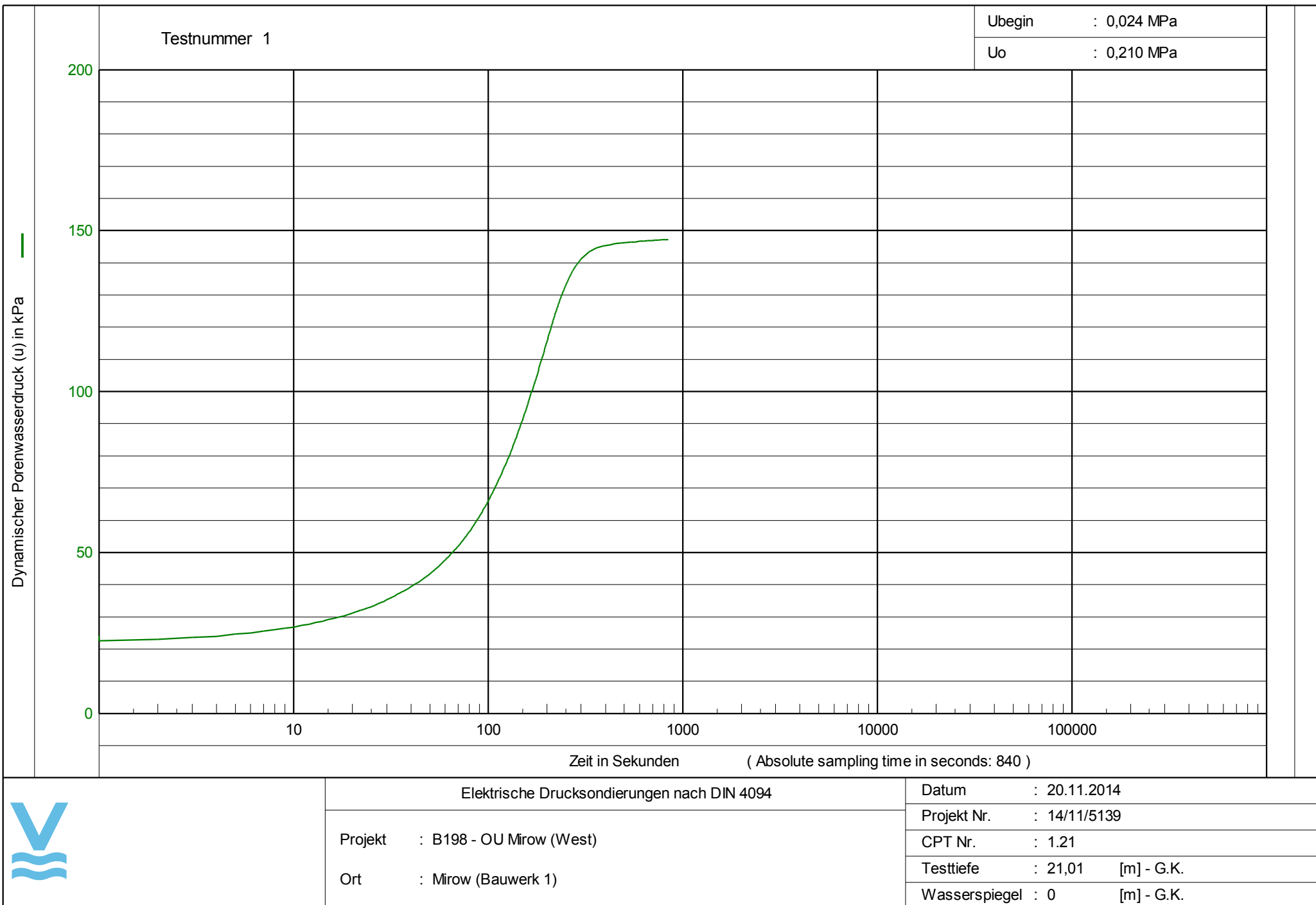
Feldmark 7
17034 Neubrandenburg

Tel.: (0395) 36 94 54-0

Fax: (0395) 36 94 54-44

Erläuterung zum Bohrprofil
nach DIN 4023





bodenphysikalische und -mechanische

Laborergebnisse

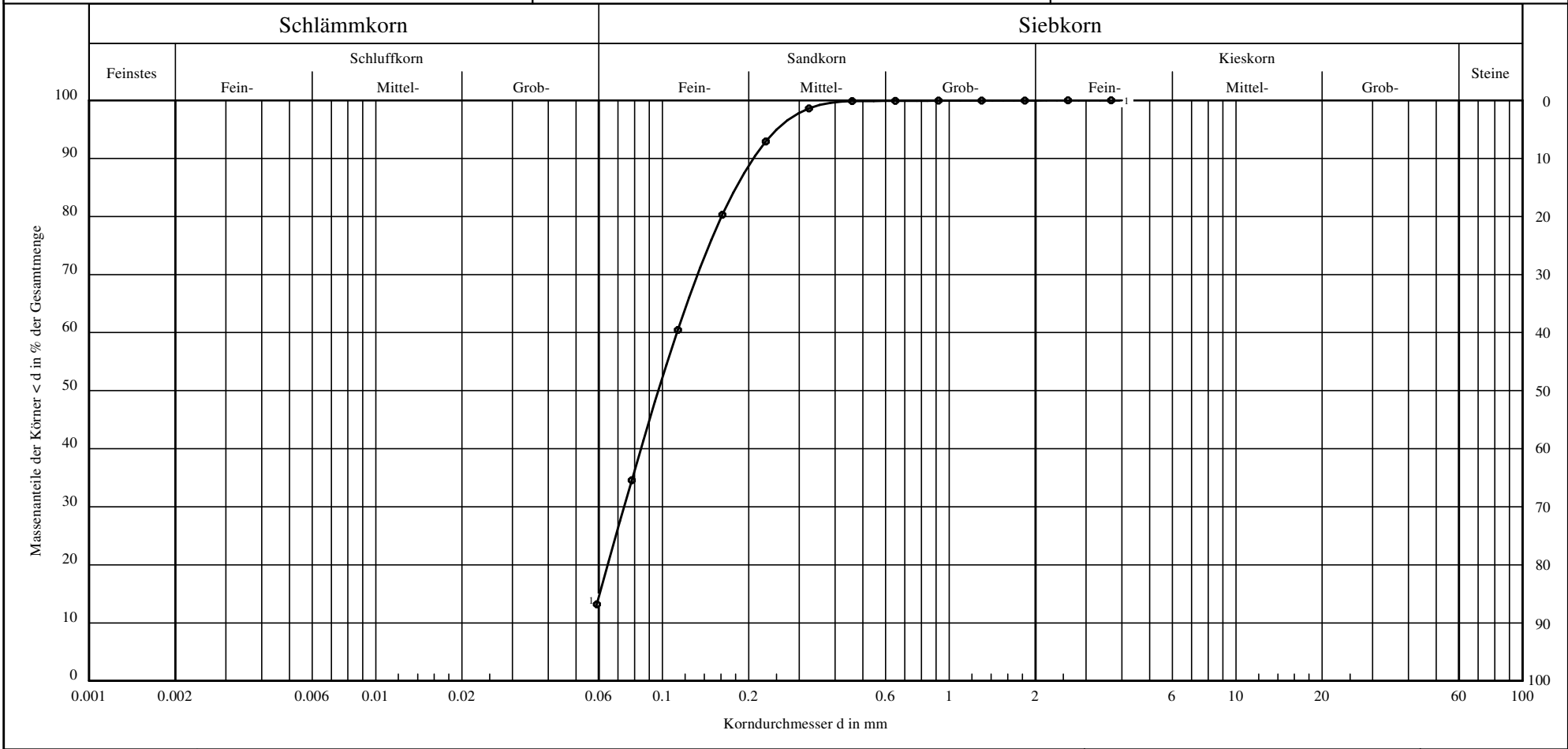
Ingenieurbüro Dipl.-Ing. A. Hofmann
Feldmark 7
17034 Neubrandenburg
Telefon: 0395 / 36 94 540

Bearbeiter: Arndt

Datum: 20.01.2015

Körnungslinie
Neubau B 198 - OU Mirow (West)
BW 1W

Prüfungsnummer: K BK1.10/1
Probe entnommen am: 01/2015
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: Naßsiebung



Bezeichnung:	1	Bemerkungen:	Bericht: 34084 Anlage: 3
Signatur:			
Entnahmestelle:	BK 1.10		
Tiefe:	1.90 - 7.50 m		
Bodenart:	fS, u', ms'		
U/Cc:	-/-		
Anteile [%]:	- /14.4/85.5/0.0		

Ingenieurbüro Dipl.-Ing. A. Hofmann

Feldmark 7

17034 Neubrandenburg

Telefon: 0395 / 36 94 540

Bearbeiter: Arndt

Datum: 20.01.2015

Körnungslinie

Neubau B 198 - OU Mirow (West)

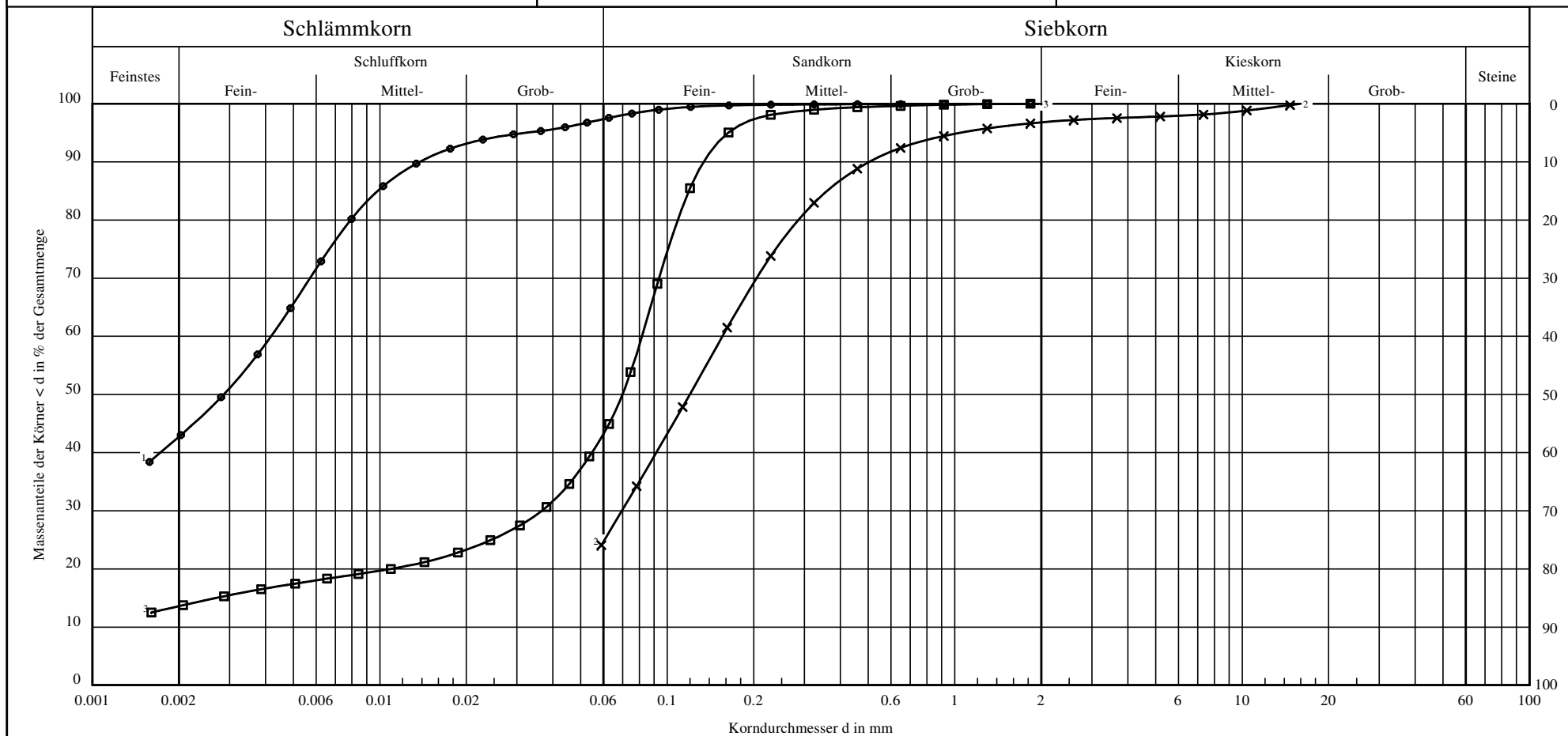
BW 1W

Prüfungsnummer: K BK1.10/3 + 1.10/4 + 1.10/5

Probe entnommen am: 01/2015

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Naßsiebung+Aräometersiebverfahren



Bezeichnung:	1	2	3	Bemerkungen:	Bericht: 34084 Anlage: 3
Signatur:					
Entnahmestelle:	BK 1.10	BK 1.10	BK 1.10		
Tiefe:	12.10 - 16.50 m	17.70 - 19.20 m	19.20 - 22.00 m		
Bodenart:	T, u	fS, u, ms, gs'	U, fs, t'		
U/Cc:	-/-	-/-	-/-		
Anteile [%]:	42.7/54.6/2.6/ -	- /24.7/72.1/3.2	13.6/29.6/56.8/ -		

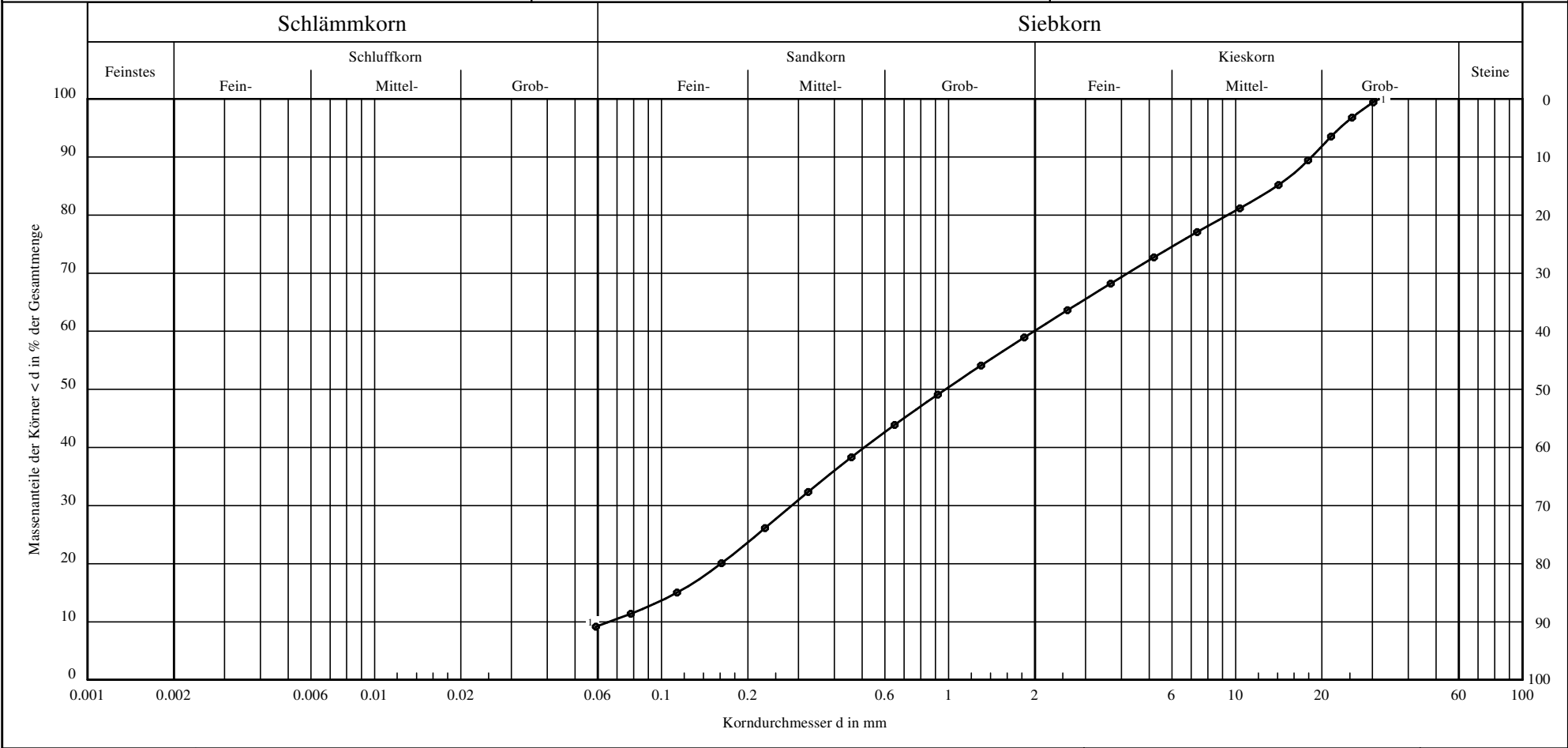
Ingenieurbüro Dipl.-Ing. A. Hofmann
Feldmark 7
17034 Neubrandenburg
Telefon: 0395 / 36 94 540

Bearbeiter: Arndt

Datum: 20.01.2015

Körnungslinie
Neubau B 198 - OU Mirow (West)
BW 1W

Prüfungsnummer: K BK1.10/7
Probe entnommen am: 01/2015
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: Naßsiebung



Bezeichnung:	1	Bemerkungen:	Bericht: 34084 Anlage: 3
Signatur:			
Entnahmestelle:	BK 1.10		
Tiefe:	26.00 - 28.40 m		
Bodenart:	S, mg, u', fg', gg'		
U/Cc:	30.2/0.6		
Anteile [%]:	- /9.3/50.8/39.9		

Ingenieurbüro Dipl.-Ing. A. Hofmann

Feldmark 7

17034 Neubrandenburg

Telefon: 0395 / 36 94 540

Bearbeiter: Arndt

Datum: 26.01.2015

Körnungslinie

Neubau B 198 - OU Mirow (West)

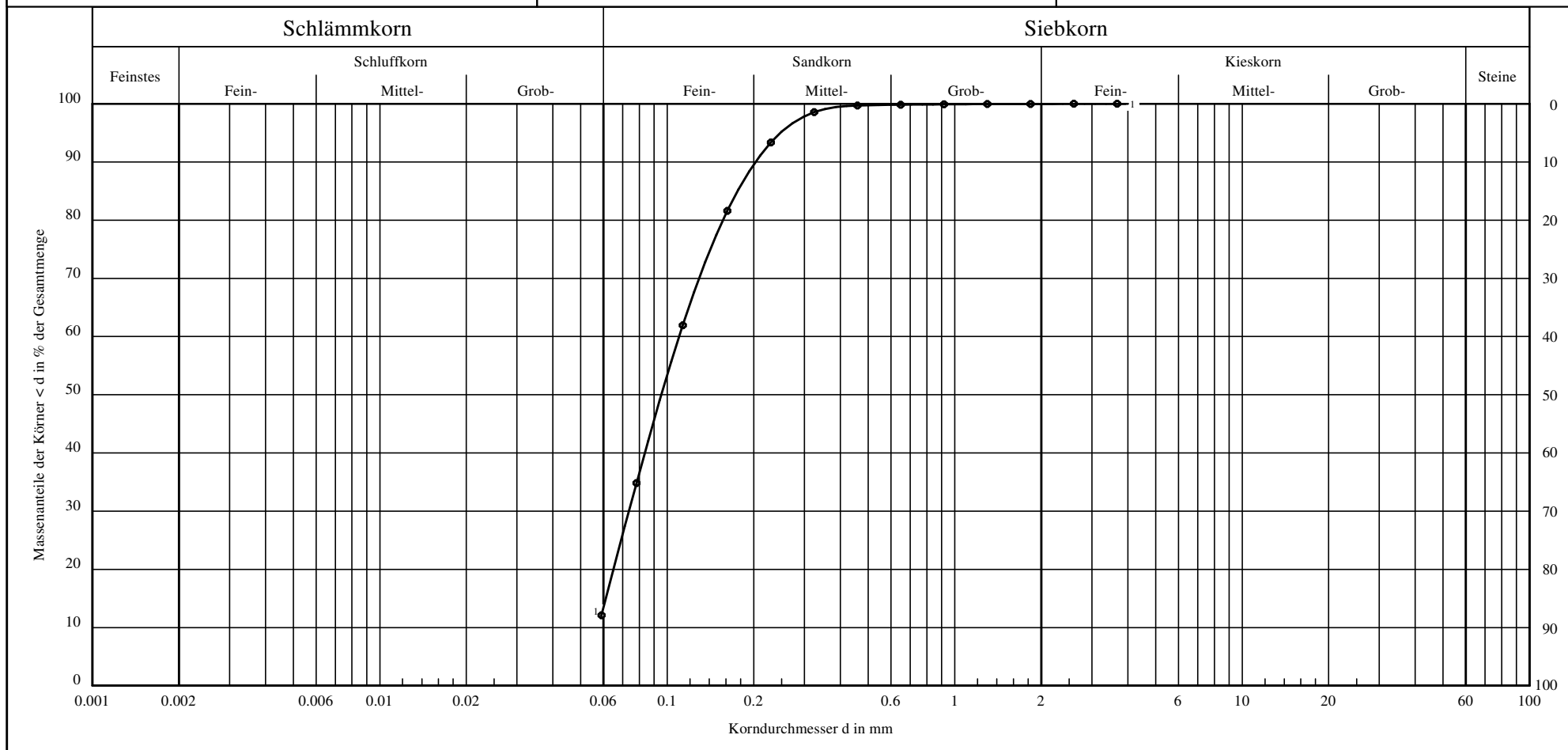
BW 1W

Prüfungsnummer: K BK1.20/1

Probe entnommen am: 01/2015

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Naßsiebung



Bezeichnung:

Signatur:

Entnahmestelle:

Tiefe:

Bodenart:

U/Cc:

Anteile [%]:

1

BK 1.20

2.00 - 4.00 m

fS, u', ms'

-/-

- /13.4/86.5/0.0

Bemerkungen:

3

Anlage:

34084

Bericht:

Ingenieurbüro Dipl.-Ing. A. Hofmann

Feldmark 7

17034 Neubrandenburg

Telefon: 0395 / 36 94 540

Bearbeiter: Arndt

Datum: 26.01.2015

Körnungslinie

Neubau B 198 - OU Mirow (West)

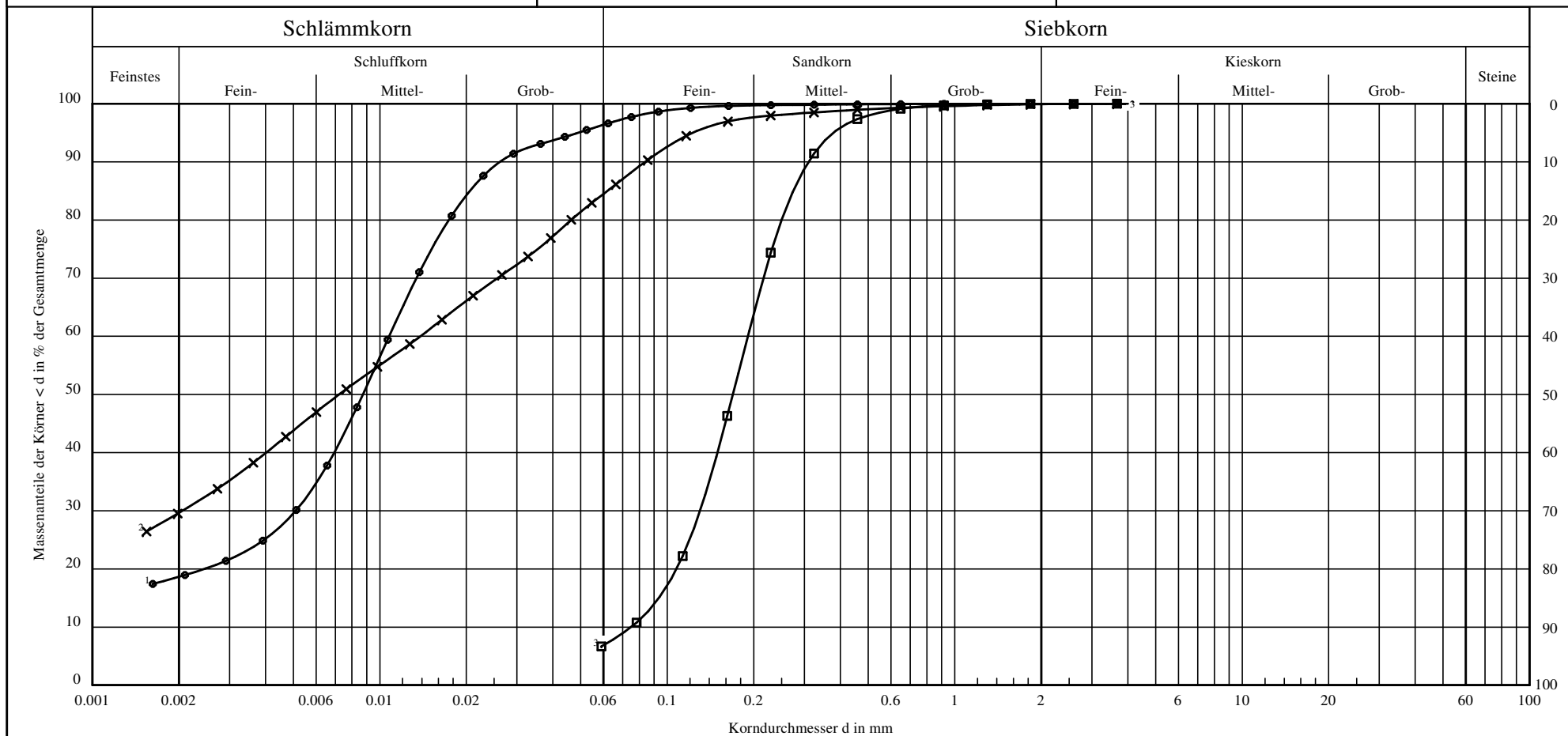
BW 1W

Prüfungsnummer: K BK1.20/3 + 1.20/4 + 1.20/7

Probe entnommen am: 01/2015

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Naßsiebung+Ärömersiebverfahren



Bezeichnung:	1	2	3	Bemerkungen:	Bericht: 34084 Anlage: 3
Signatur:					
Entnahmestelle:	BK 1.20	BK 1.20	BK 1.20		
Tiefe:	5.80 - 11.20 m	13.40 - 15.40 m	23.60 - 31.50 m		
Bodenart:	T, u	U, t, fs'	fs, ms, u'		
U/Cc:	-/-	-/-	2.6/1.2		
Anteile [%]:	18.6/77.7/3.6/0.0	29.7/54.8/15.4/0.1	- /6.9/93.1/0.0		

Ingenieurbüro Dipl.-Ing. A. Hofmann
Feldmark 7
17034 Neubrandenburg
Telefon: 0395 / 36 94 540

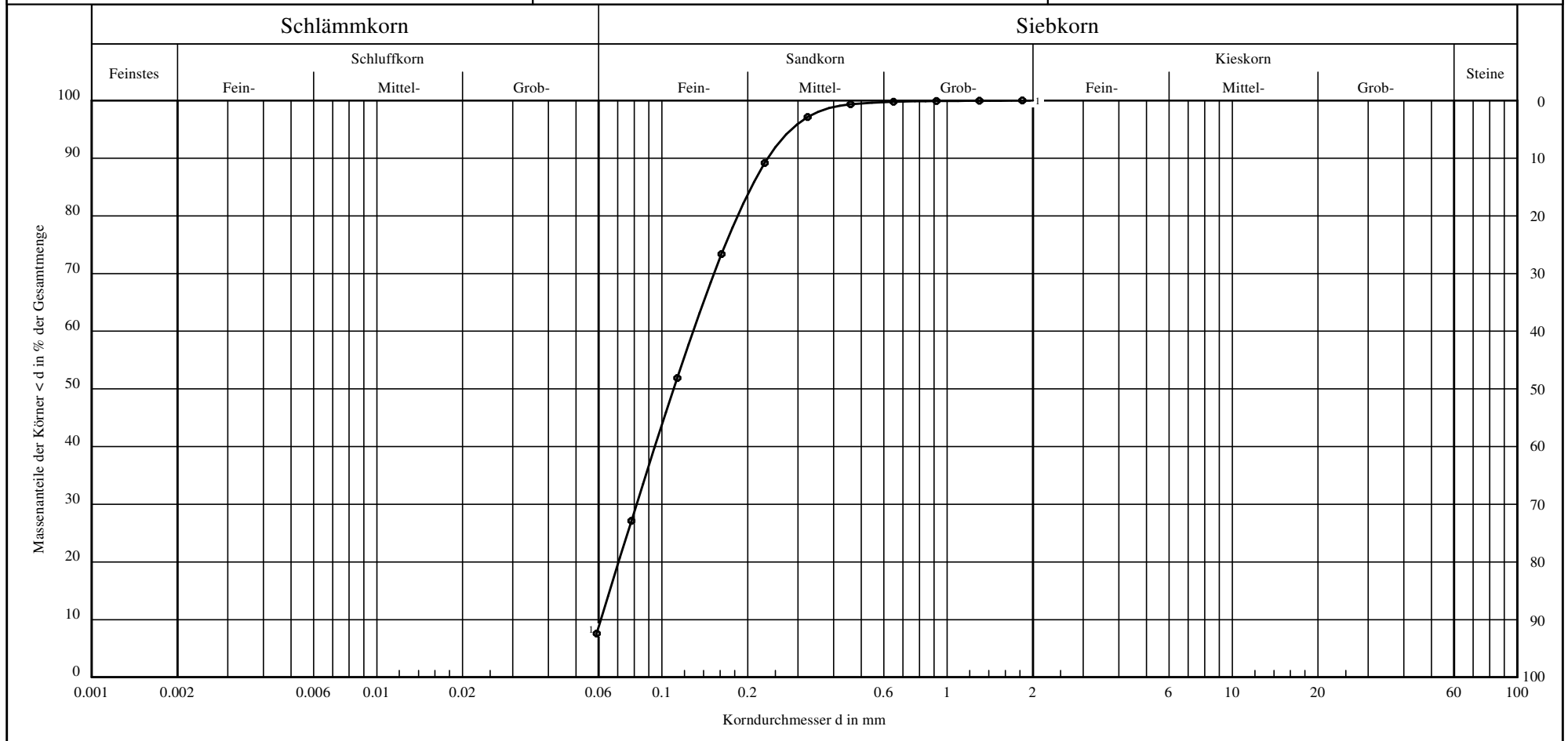
Bearbeiter: Arndt

Datum: 25.11.2014

Körnungslinie

Neubau B 198 - OU Mirow (West)
BW 1W

Prüfungsnummer: K 1.22/1
Probe entnommen am: 21.11.2014
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: Naßsiebung



Bezeichnung:	1	Bemerkungen:	Bericht: 34084 Anlage: 3
Signatur:			
Entnahmestelle:	BS 1.22		
Tiefe:	0.40 - 2.30 m		
Bodenart:	fS, ms, u'		
U/Cc	2.1/0.8		
T/U/S/G [%]:	- /8.7/91.3/ -		

Ingenieurbüro Dipl.-Ing. A. Hofmann

Feldmark 7

17034 Neubrandenburg

Telefon: 0395 / 36 94 540

Bearbeiter: Arndt

Datum: 26.11.2014

Körnungslinie

Neubau B 198 - OU Mirow (West)

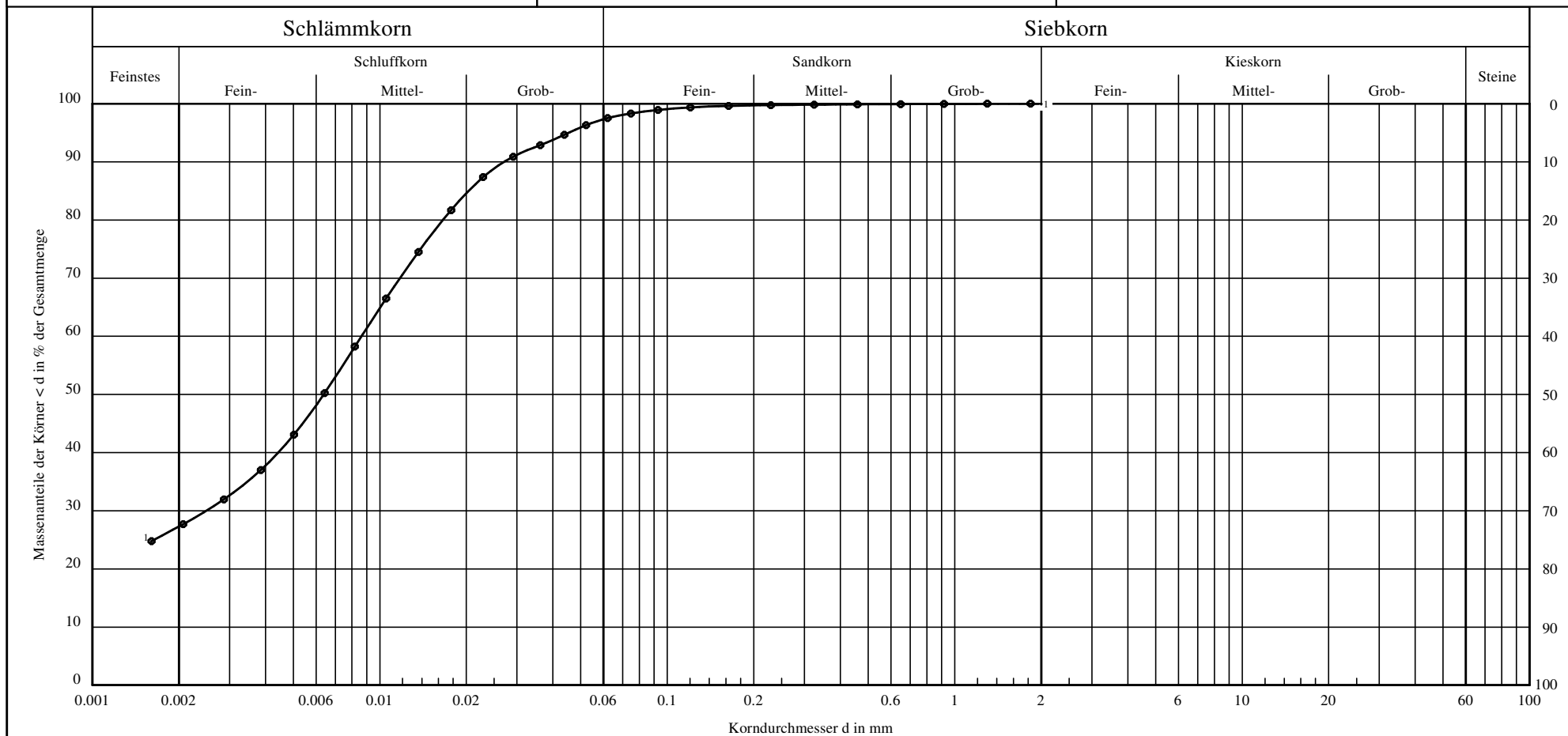
BW 1W

Prüfungsnummer: K 1.24/1

Probe entnommen am: 21.11.2014

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Aräometersiebverfahren



Bezeichnung:	1	Bemerkungen:	Bericht: 34084 Anlage: 3
Signatur:			
Entnahmestelle:	BS 1.24		
Tiefe:	0.70 - 6.00 m		
Bodenart:	T, u		
U/Cc	-/-		
T/U/S/G [%]:	27.3/70.0/2.7/ -		

Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Neubau B 198 - OU Mirow (West) BW 1W

Bearbeiter: Arndt

Datum: 26.01.2015

Prüfungsnummer: Z BK 1.10/3

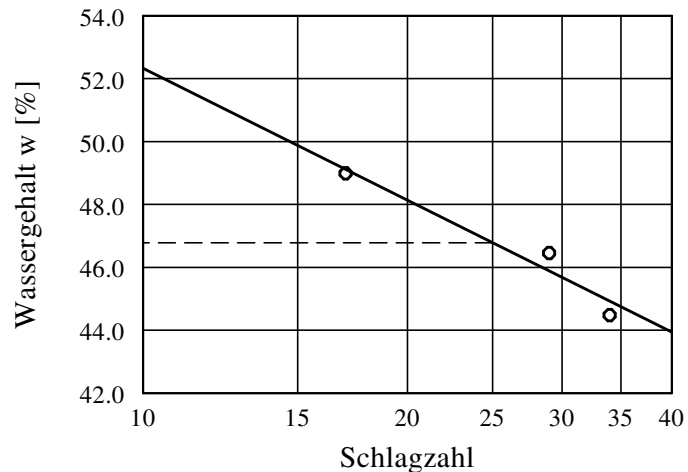
Entnahmestelle: BK 1.10

Tiefe: 12.10 - 16.50 m

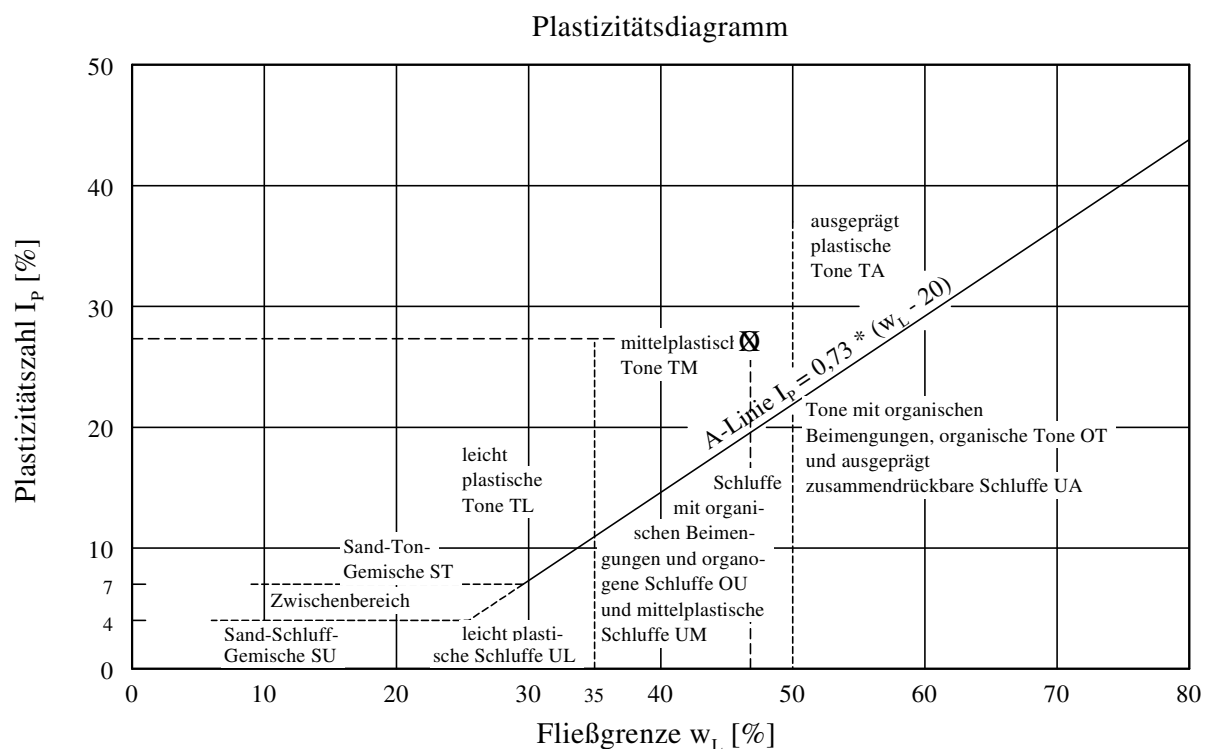
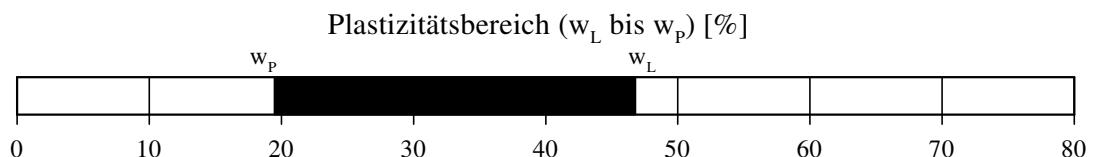
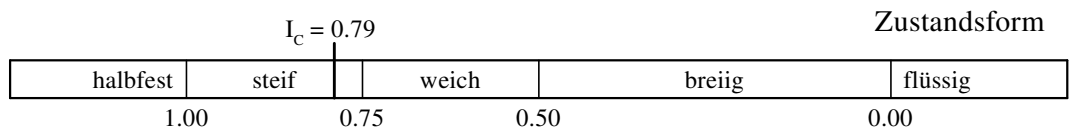
Art der Entnahme: ungestört

Bodenart: T, u*

Probe entnommen am: 01/2015



Wassergehalt $w =$ 25.2 %
Fließgrenze $w_L =$ 46.8 %
Ausrollgrenze $w_p =$ 19.5 %
Plastizitätszahl $I_p =$ 27.3 %
Konsistenzzahl $I_c =$ 0.79



Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Neubau B 198 - OU Mirow (West)
BW 1W

Bearbeiter: Arndt

Datum: 26.01.2014

Prüfungsnummer: Z 1.20/3

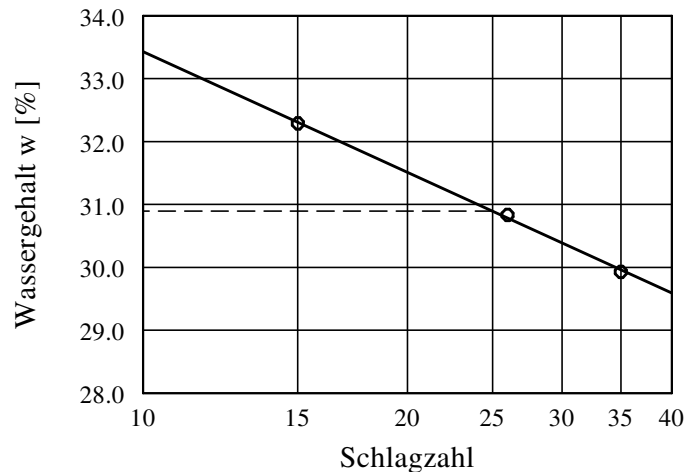
Entnahmestelle: BK 1.20

Tiefe: 5.80 - 11.20 m

Art der Entnahme: gestört

Bodenart: T, u*, fs'

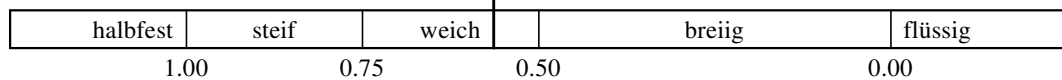
Probe entnommen am: 01/2015



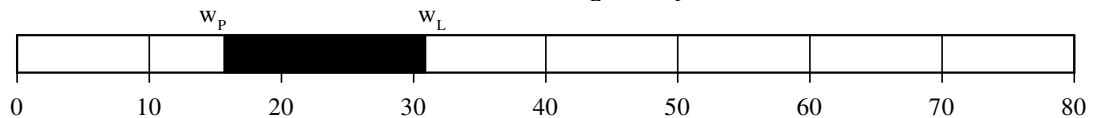
Wassergehalt $w =$ 22.3 %
Fließgrenze $w_L =$ 30.9 %
Ausrollgrenze $w_p =$ 15.7 %
Plastizitätszahl $I_p =$ 15.2 %
Konsistenzzahl $I_c =$ 0.56

Zustandsform

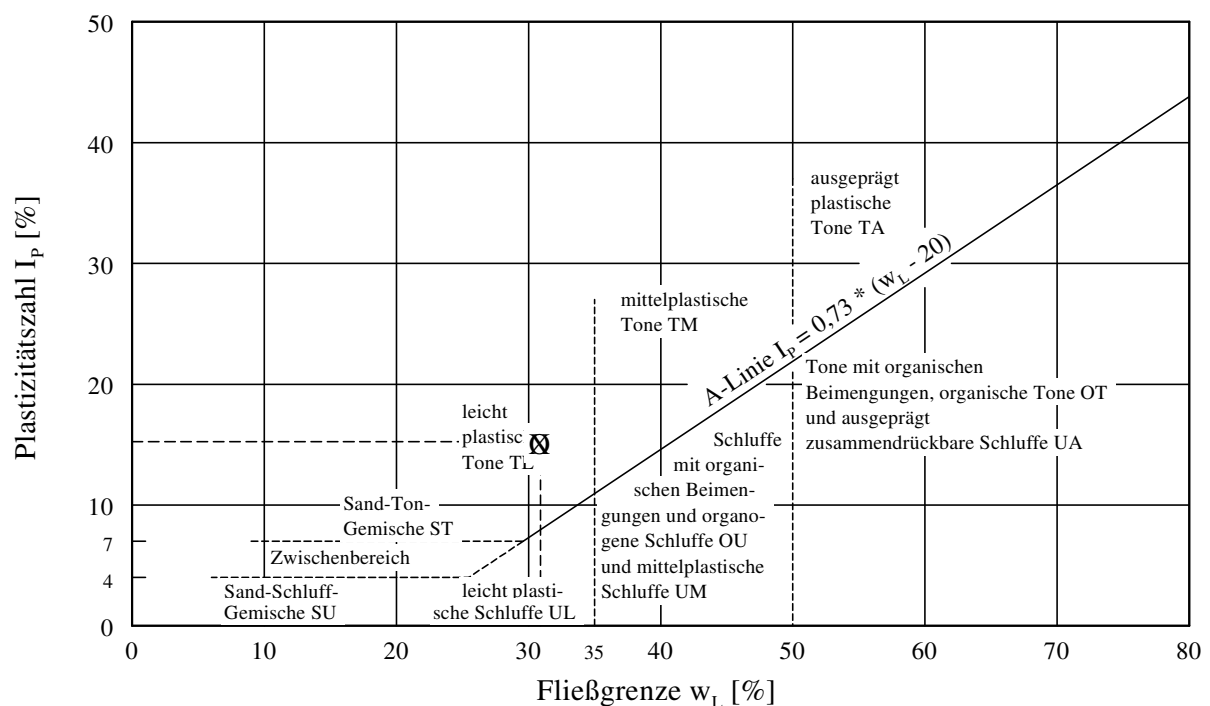
$I_c = 0.56$



Plastizitätsbereich (w_L bis w_p) [%]



Plastizitätsdiagramm





Vorhaben: Neubau B 198 - OU Mirow (West)
BW 1W

Registrier-Nr.: 34084

Entnahmeort / -stelle: Prüfungs- / Probennummer: Entnahmetiefe (m unter OKG): Bodengruppe (n. DIN 18 196): Probe entnommen am: 01/2015 Bearbeiter: Arndt Datum: 20.01.2015			BK 1.10 G 1.10/2 7.80 - 9.50 UL
Masse der ungeglühten Probe mit Behälter	$m_d + m_B$	[g]	45,70
Masse der geglühten Probe mit Behälter	$m_{gl} + m_B$	[g]	44,95
Masse des Behälters	m_B	[g]	24,18
Massenverlust $(m_d + m_B) - (m_{gl} + m_B)$	Δm_{gl}	[g]	0,75
Trockenmasse des Bodens vor dem Glühen $(m_d + m_B) - (m_B)$	m_d	[g]	21,52
Glühverlust $V_{gl} = \frac{\Delta m_{gl}}{m_d} \cdot 100\%$	V_{gl}	[%]	3,5



Vorhaben: Neubau B 198 - OU Mirow (West)
BW 1W

Registrier-Nr.: 34084

Entnahmeort / -stelle: Prüfungs- / Probennummer: Entnahmetiefe (m unter OKG): Bodengruppe (n. DIN 18 196): Probe entnommen am: 01/2015 Bearbeiter: Arndt Datum: 20.01.2015			BK 1.10 G 1.10/6 22.80 - 26.00 SU*
Masse der ungeglühten Probe mit Behälter	$m_d + m_B$	[g]	55,61
Masse der geglühten Probe mit Behälter	$m_{gl} + m_B$	[g]	54,73
Masse des Behälters	m_B	[g]	26,23
Massenverlust $(m_d + m_B) - (m_{gl} + m_B)$	Δm_{gl}	[g]	0,88
Trockenmasse des Bodens vor dem Glühen $(m_d + m_B) - (m_B)$	m_d	[g]	29,38
Glühverlust $V_{gl} = \frac{\Delta m_{gl}}{m_d} \cdot 100\%$	V_{gl}	[%]	3,0



Bestimmung des Glühverlusts

nach DIN 18 128 - GL

Vorhaben: Neubau B 198 - OU Mirow (West)
BW 1W

Registrier-Nr.: 34084

Entnahmeort / -stelle: Prüfungs- / Probennummer: Entnahmetiefe (m unter OKG): Bodengruppe (n. DIN 18 196): Probe entnommen am: 01/2015 Bearbeiter: Arndt Datum: 09.02.2015			BK 1.20 G 1.20/2 4.50 - 5.80 UL
Masse der ungeglühten Probe mit Behälter	$m_d + m_B$	[g]	48,95
Masse der geglühten Probe mit Behälter	$m_{gl} + m_B$	[g]	48,04
Masse des Behälters	m_B	[g]	26,23
Massenverlust $(m_d + m_B) - (m_{gl} + m_B)$	Δm_{gl}	[g]	0,91
Trockenmasse des Bodens vor dem Glühen $(m_d + m_B) - (m_B)$	m_d	[g]	22,72
Glühverlust $V_{gl} = \frac{\Delta m_{gl}}{m_d} \cdot 100\%$	V_{gl}	[%]	4,0



Bestimmung des Glühverlusts

nach DIN 18 128 - GL

Vorhaben: Neubau B 198 - OU Mirow (West)
BW 1W

Registrier-Nr.: 34084

Entnahmeort / -stelle: Prüfungs- / Probennummer: Entnahmetiefe (m unter OKG): Bodengruppe (n. DIN 18 196): Probe entnommen am: 24.11.14 Bearbeiter: Arndt Datum: 27.11.2014			BS 1.12 G 1.12/1 0.00 - 1.00 OH
Masse der ungeglühten Probe mit Behälter	$m_d + m_B$	[g]	48,99
Masse der geglühten Probe mit Behälter	$m_{gl} + m_B$	[g]	48,20
Masse des Behälters	m_B	[g]	25,06
Massenverlust $(m_d + m_B) - (m_{gl} + m_B)$	Δm_{gl}	[g]	0,79
Trockenmasse des Bodens vor dem Glühen $(m_d + m_B) - (m_B)$	m_d	[g]	23,93
Glühverlust $V_{gl} = \frac{\Delta m_{gl}}{m_d} \cdot 100\%$	V_{gl}	[%]	3,3

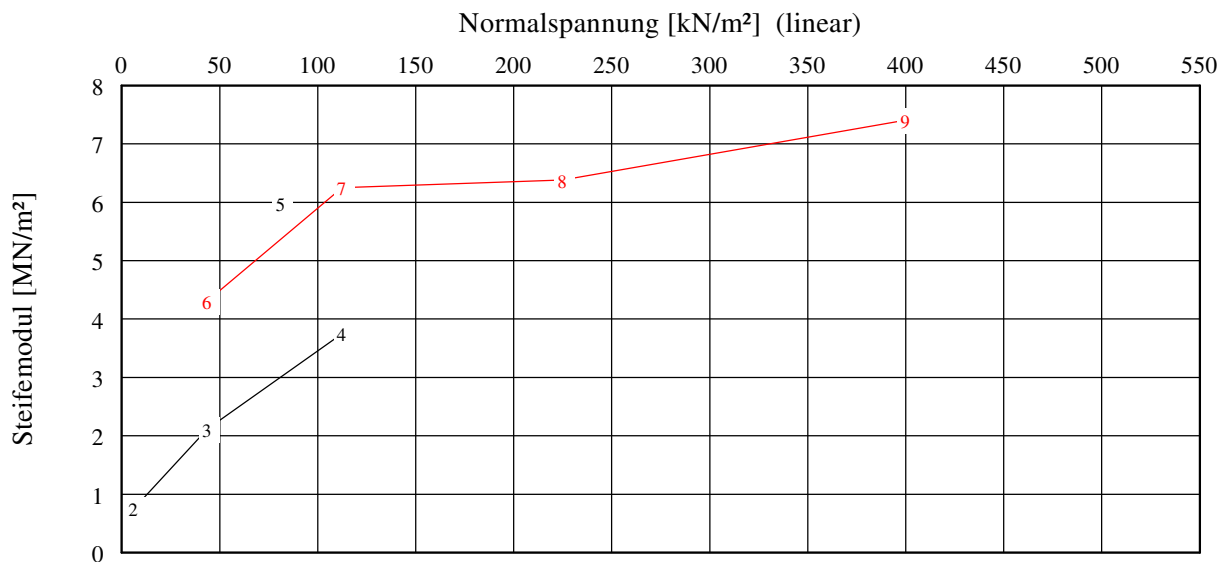
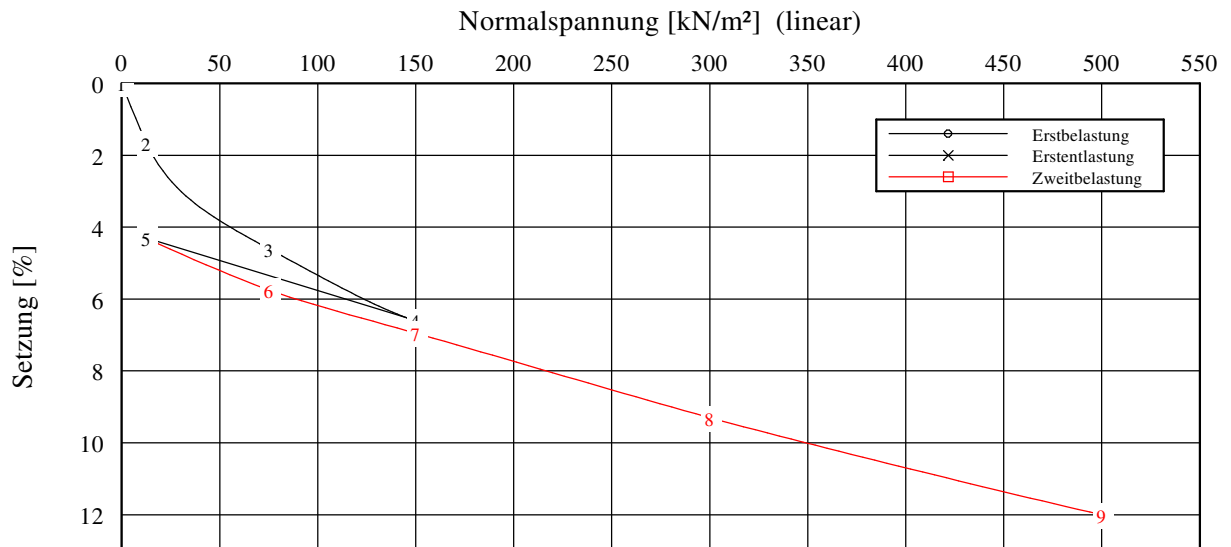
Druck-Setzungs-Versuch

Neubau B 198 - OU Mirow (West)
BW 1W

Bearbeiter: Seliger

Datum: 02/2015

Prüfungsnummer: OE 1.10
Entnahmestelle: BK 1.10 / UP 1
Tiefe: 9.00 - 9.30 m u. OKG
Bodengruppe: UL
Art der Entnahme: ungestört (Stutzen)
Probe entnommen am: 01/2015



Versuch-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Normalspannung [kN/m ²]	0.0	12.5	75.0	150.0	12.5	75.0	150.0	300.0	500.0
Meßuhrablesung [mm]	0.000	0.330	0.920	1.320	0.860	1.150	1.390	1.860	2.400
StEIFEMODUL [MN/m ²]		0.76	2.1	3.8	6.0	4.3	6.3	6.4	7.4

Einbauhöhe [mm] = 20.000

wn [%] = 30,5

Probendurchmesser [mm] = 71,4

w (nachher [%] = 27,7

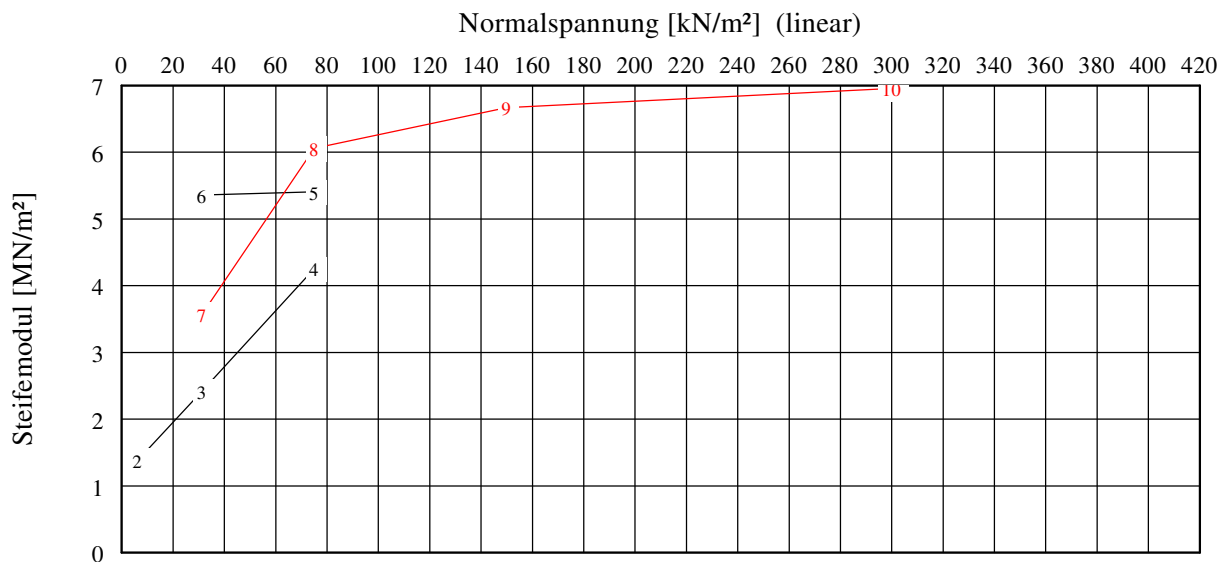
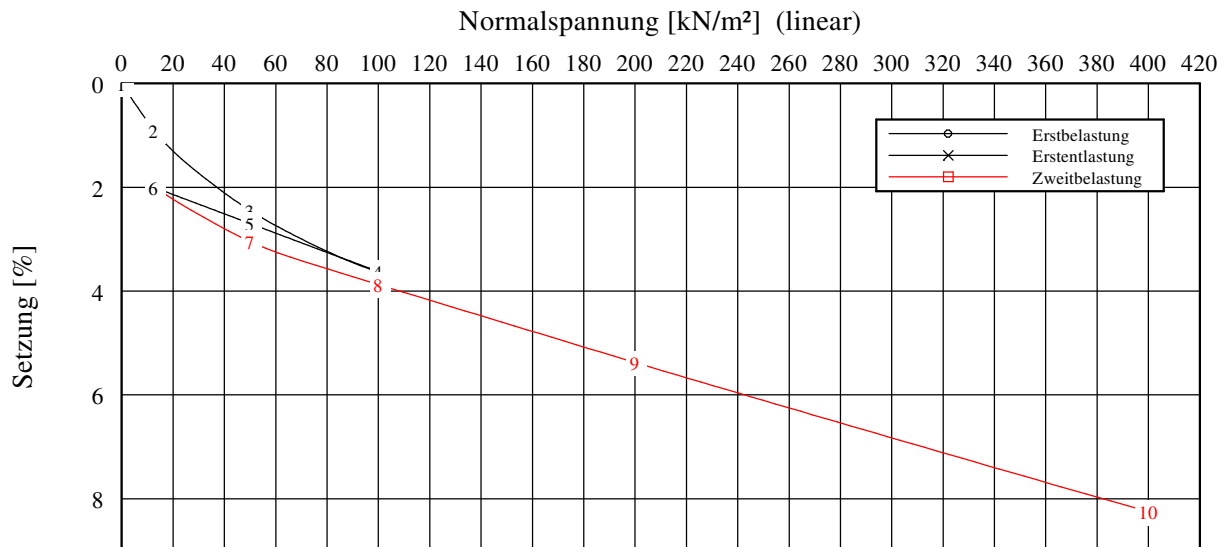
Druck-Setzungs-Versuch

Neubau B 198 - OU Mirow (West)
BW 1W

Bearbeiter: Seliger

Datum: 02/2015

Prüfungsnummer: OE 1.20
Entnahmestelle: BK 1.20 / UP 1
Tiefe: 6.00 - 6.30 m u. OKG
Bodengruppe: TM
Art der Entnahme: ungestört (Stutzen)
Probe entnommen am: 01/2015



Versuch-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Normalspannung [kN/m ²]	0.0	12.5	50.0	100.0	50.0	12.5	50.0	100.0	200.0	400.0
Meßuhrablesung [mm]	0.000	0.180	0.490	0.725	0.540	0.400	0.610	0.775	1.075	1.650
Steißmodul [MN/m ²]		1.4	2.4	4.3	5.4	5.4	3.6	6.1	6.7	7.0

Einbauhöhe [mm] = 20.000

wn [%] = 33,8

Probendurchmesser [mm] = 71,4

w (nachher) [%] = 31,3



Bestimmung der einaxialen Druckfestigkeit

nach DIN 18 136

Vorhaben: Neubau B 198 - OU Mirow (West)
BW 1W

Registrier Nr.: 34084

Entnahmeort / -stelle: Prüfungs- / Probennummer: Entnahmetiefe (m unter OKG): Bodengruppe (n. DIN 18 196): Probe entnommen am: Jan 2015 Bearbeiter: Seliger Datum: 24.01.2015			BK 1.10 Q 1.10/1 9.00 - 9.30 UL		
Probenhöhe	h	[mm]	72	72	72
Durchmesser	Ø	[mm]	36	36	36
Wassergehalt des Probekörpers	w	[%]	30,1	30,3	30,5
Dichte des Probekörpers	ρ_f	[g/cm ³]	1,87	1,88	1,90
einaxiale Druckfestigkeit	q_u	[kN/m ²]	105	106	108
Mittelwert der einaxialen Druckf.	$\overline{q_u}$	[kN/m ²]	106		



Bestimmung der einaxialen Druckfestigkeit

nach DIN 18 136

Vorhaben: Neubau B 198 - OU Mirow (West)
BW 1W

Registrier Nr.: 34084

Entnahmeort / -stelle: Prüfungs- / Probennummer: Entnahmetiefe (m unter OKG): Bodengruppe (n. DIN 18 196): Probe entnommen am: Jan 2015 Bearbeiter: Seliger Datum: 24.01.2015			BK 1.20 Q 1.20/1 6.00 - 6.30 TM		
Probenhöhe	h	[mm]	72	72	72
Durchmesser	Ø	[mm]	36	36	36
Wassergehalt des Probekörpers	w	[%]	33,1	34,5	34,5
Dichte des Probekörpers	ρ_f	[g/cm ³]	1,81	1,79	1,83
einaxiale Druckfestigkeit	q_u	[kN/m ²]	68	72	84
Mittelwert der einaxialen Druckf.	$\overline{q_u}$	[kN/m ²]	75		

Grundwasseranalysen

(Betonaggressivität, Stahlkorrosivität)

Prüfbericht 15-0217-001 + 002

der IUL Industrie- und Umweltlaboratorium Vorpommern GmbH, Greifswald

Industrie- und Umweltlaboratorium Vorpommern GmbH

17489 Greifswald
Am Koppelberg 20

Tel. (03834) 5745-0
Fax. (03834) 574515

18439 Stralsund
Bauhofstraße 5

Tel. (03831) 270888
Fax. (03831) 270886



Durch die DAKKS nach
DIN EN ISO/IEC 17025
akkreditiertes Prüflaboratorium.
Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde
aufgeführten Prüfverfahren
(mit „A“ gekennzeichnet).

IUL Vorpommern GmbH Am Koppelberg 20 17489 Greifswald

Ingenieurbüro
Dipl.-Ing. A. Hofmann
Feldmark 7

17034 Neubrandenburg

Greifswald, 30.01.2015

Prüfbericht 15-0217-001

Auftraggeber : Ingenieurbüro Dipl.-Ing. A. Hofmann
Betrifft : Wasser
Objekt : B 198 – OU Mirow/West
Entnahmestelle : BN 1 BK 1.10
Probenahme durch : Auftraggeber
Eingang am : 26.01.2015
Verpackung : Glasflaschen
Verschlußsicherung : vorhanden
Beginn/Ende Prüfung : 26.01.2015/30.01.2015

Untersuchung auf Betonaggressivität nach DIN 4030

Parameter	Prüfergebnis	Einheit	Grenzwerte zur Beurteilung nach DIN 4030 Teil 2			Auswertung ...angreifend
			schwach angreifend	stark angreifend	sehr stark angreifend	
Aussehen	schwach gelblich		-	-	-	
Geruch (unveränderte Probe)	schwach muffig		-	-	-	
Geruch (angesäuerte Probe)	ohne		-	-	-	
pH-Wert ^A DIN EN ISO 10523	8,2		6,5 - 5,5	<5,5 - 4,5	<4,5	nicht
KMnO ₄ -Verbrauch ^A DEV H 4	21	mg/l	-	-	-	
Härte ^A DIN 38409-H 6/DIN EN ISO 11885	12,6	°d	-	-	-	
Carbonathärte/scheinbare Carbonathärte ^A a. DIN 38409-H 7	8,4	°d	-	-	-	
Nichtcarbonathärte ber. aus Gesamthärte und Carbonathärte	4,2	°d	-	-	-	
Magnesium (Mg ²⁺) ^A DIN EN ISO 11885	8	mg/l	300 - 1000	>1000 - 3000	>3000	nicht
Ammonium (NH ₄ ⁺) ^A DIN EN ISO 11732	0,17	mg/l	15 - 30	>30 - 60	>60	nicht
Sulfat (SO ₄ ²⁻) ^A DIN EN ISO 10304-1	58	mg/l	200 - 600	>600 - 3000	>3000	nicht
Chlorid (Cl ⁻) ^A DIN EN ISO 10304-1	27	mg/l	-	-	-	
CO ₂ (kalklösend) berechnet nach Heyer	nicht vorhanden	mg/l	15 - 40	>40 - 100	>100	nicht
Sulfid (S ²⁻) DEV-D 7	<1	mg/l	-	-	-	

Beurteilung: Wasser ist nicht betonangreifend.

Untersuchung auf Stahlkorrosivität nach DIN 50929 Teil 3

Parameter	Prüfergebnis	Einheit
Sulfat (SO_4^{2-}) ^A DIN EN ISO 10304-1	58	mg/l
Chlorid (Cl^-) ^A DIN EN ISO 10304-1	27	mg/l
Anionensumme $c(\text{Cl}^-)+2c(\text{SO}_4^{2-})$	1,97	mol/m ³
Nitrat (NO_3^-) ^A DIN EN ISO 10304-1	2,1	mg/l
Säurekapazität ^A DIN 38409-H 7	3,0	mol/m ³
Calcium (Ca^{2+}) ^A DIN EN ISO 11885	1,9	mol/m ³
pH-Wert ^A DIN EN ISO 10523	8,2	

Nr.	Merkmal	Bewertungsziffer für	
		unlegiertes Eisen	verzinkten Stahl
1	Wasserart Binnensee	N ₁ -3	M ₁ -3
2	Lage des Objektes Unterwasserbereich Wasser/Luft-Bereich Spritzwasserbereich	N ₂ 0 1 0,3	M ₂ 0 -6 -2
3	$c(\text{Cl}^-)+2c(\text{SO}_4^{2-})$	N ₃ -2	M ₃ 0
4	Säurekapazität bis pH 4,3	N ₄ 3	M ₄ 1
5	c (Ca^{2+})	N ₅ 0	M ₅ 2
6	pH-Wert	N ₆ 1	M ₆ 1

Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeit für unlegierte und niedriglegierte Stähle

Korrosion im Unterwasserbereich

W ₀	Mulden- und Lochkorrosion	Flächenkorrosion
-1,67	gering	sehr gering

Korrosion an der Wasser/Luft-Grenze

W ₁	Mulden- und Lochkorrosion	Flächenkorrosion
-0,67	gering	sehr gering

Beurteilung der Güte von Deckschichten auf feuerverzinkten Stählen

im Unterwasserbereich

W _D	Güte der Deckschicht
1	sehr gut

im Wasser/Luft-Bereich

W _L	Güte der Deckschicht
-5	befriedigend

Dr. H. Roßberg
Stellv. Laborleiter

Industrie- und Umweltlaboratorium Vorpommern GmbH

17489 Greifswald
Am Koppelberg 20

Tel. (03834) 5745-0
Fax. (03834) 574515

18439 Stralsund
Bauhofstraße 5

Tel. (03831) 270888
Fax. (03831) 270886



Durch die DAKKS nach
DIN EN ISO/IEC 17025
akkreditiertes Prüflaboratorium.
Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde
aufgeführten Prüfverfahren
(mit „A“ gekennzeichnet).

IUL Vorpommern GmbH Am Koppelberg 20 17489 Greifswald

Ingenieurbüro
Dipl.-Ing. A. Hofmann
Feldmark 7

17034 Neubrandenburg

Greifswald, 30.01.2015

Prüfbericht 15-0217-002

Auftraggeber : Ingenieurbüro Dipl.-Ing. A. Hofmann
Betrifft : Wasser
Objekt : B 198 – OU Mirow/West
Entnahmestelle : BN 1 fließende Welle
Probenahme durch : Auftraggeber
Eingang am : 26.01.2015
Verpackung : Glasflaschen
Verschlussicherung : vorhanden
Beginn/Ende Prüfung : 26.01.2015/30.01.2015

Untersuchung auf Betonaggressivität nach DIN 4030

Parameter	Prüfergebnis	Einheit	Grenzwerte zur Beurteilung nach DIN 4030 Teil 2			Auswertung ...angreifend
			schwach angreifend	stark angreifend	sehr stark angreifend	
Aussehen	schwach gelblich		-	-	-	
Geruch (unveränderte Probe)	schwach muffig		-	-	-	
Geruch (angesäuerte Probe)	ohne		-	-	-	
pH-Wert ^A DIN EN ISO 10523	8,1		6,5 - 5,5	<5,5 - 4,5	<4,5	nicht
KMnO ₄ -Verbrauch ^A DEV H 4	18	mg/l	-	-	-	
Härte ^A DIN 38409-H 6/DIN EN ISO 11885	13,6	°d	-	-	-	
Carbonathärte/scheinbare Carbonathärte ^A a. DIN 38409-H 7	8,4	°d	-	-	-	
Nichtcarbonathärte ber. aus Gesamthärte und Carbonathärte	5,2	°d	-	-	-	
Magnesium (Mg ²⁺) ^A DIN EN ISO 11885	8,6	mg/l	300 - 1000	>1000 - 3000	>3000	nicht
Ammonium (NH ₄ ⁺) ^A DIN EN ISO 11732	0,12	mg/l	15 - 30	>30 - 60	>60	nicht
Sulfat (SO ₄ ²⁻) ^A DIN EN ISO 10304-1	74	mg/l	200 - 600	>600 - 3000	>3000	nicht
Chlorid (Cl ⁻) ^A DIN EN ISO 10304-1	26	mg/l	-	-	-	
CO ₂ (kalklösend) berechnet nach Heyer	nicht vorhanden	mg/l	15 - 40	>40 - 100	>100	nicht
Sulfid (S ²⁻) DEV-D 7	<1	mg/l	-	-	-	

Beurteilung: Wasser ist nicht betonangreifend.

Untersuchung auf Stahlkorrosivität nach DIN 50929 Teil 3

Parameter	Prüfergebnis	Einheit
Sulfat (SO_4^{2-}) ^A DIN EN ISO 10304-1	74	mg/l
Chlorid (Cl^-) ^A DIN EN ISO 10304-1	26	mg/l
Anionensumme $c(\text{Cl}^-)+2c(\text{SO}_4^{2-})$	2,28	mol/m ³
Nitrat (NO_3^-) ^A DIN EN ISO 10304-1	9,4	mg/l
Säurekapazität ^A DIN 38409-H 7	3,0	mol/m ³
Calcium (Ca^{2+}) ^A DIN EN ISO 11885	2,1	mol/m ³
pH-Wert ^A DIN EN ISO 10523	8,1	

Nr.	Merkmal	Bewertungsziffer für	
		unlegiertes Eisen	verzinkten Stahl
1	Wasserart Binnensee	N ₁ -3	M ₁ -3
2	Lage des Objektes Unterwasserbereich Wasser/Luft-Bereich Spritzwasserbereich	N ₂ 0 1 0,3	M ₂ 0 -6 -2
3	$c(\text{Cl}^-)+2c(\text{SO}_4^{2-})$	N ₃ -2	M ₃ 0
4	Säurekapazität bis pH 4,3	N ₄ 3	M ₄ 1
5	c (Ca^{2+})	N ₅ 1	M ₅ 3
6	pH-Wert	N ₆ 1	M ₆ 1

Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeit für unlegierte und niedriglegierte Stähle

Korrosion im Unterwasserbereich

W ₀	Mulden- und Lochkorrosion	Flächenkorrosion
-0,67	gering	sehr gering

Korrosion an der Wasser/Luft-Grenze

W ₁	Mulden- und Lochkorrosion	Flächenkorrosion
0,33	sehr gering	sehr gering

Beurteilung der Güte von Deckschichten auf feuerverzinkten Stählen

im Unterwasserbereich

W _D	Güte der Deckschicht
2	sehr gut

im Wasser/Luft-Bereich

W _L	Güte der Deckschicht
-4	gut

Dr. H. Roßberg
Stellv. Laborleiter

Prüfbericht Nr.: 15-0217-003 + 004

der IUL Industrie- und Umweltlabor Vorpommern GmbH

Bodenuntersuchung

und

Prüfbericht Nr.: 14-3995-001

der IUL Industrie- und Umweltlabor Vorpommern GmbH

Sedimentuntersuchung

Industrie- und Umweltlaboratorium Vorpommern GmbH



17489 Greifswald
Am Koppelberg 20

Tel. (03834) 5745 - 0
Fax (03834) 5745 - 15
Mail mail@iul-vorpommern.de

18439 Stralsund
Bauhofstr. 5

Tel. (03831) 270 888
Fax (03831) 270 886



IUL Vorpommern GmbH Am Koppelberg 20 17489 Greifswald

Ingenieurbüro Dipl.-Ing. A. Hofmann
Dipl.-Ing. A. Hofmann
Feldmark 7

17034 Neubrandenburg

Greifswald, 04.02.2015

Prüfbericht 15-0217-003 bis 013

Betrifft: Boden
Objekt: B 198 - OU Mirow/West
Probenahme durch: Auftraggeber
Eingang am: 26.01.2015
Probenzustand: anforderungskonform
Beginn / Ende Prüfung: 26.01.2015 / 04.02.2015

Prüfergebnisse: 003

Deklarationsanalyse nach LAGA vom 05.11.2004, Mindestuntersuchungsumfang

Probenbezeichnung:		BW 1W MP 1.10	
Parameter	Einheit	Messwert	
Aussehen		Feinsand	
Farbe		braun	
Geruch		erdig	
A Trockenrückstand G1 DIN EN 14346	%	92,4	
A Im Königswasseraufschluss: G1 DIN EN 13657 Pkt. 9.4			
A - Arsen G1 DIN EN ISO 17294-2	mg/kg TS	2,2	
A - Blei G1 DIN EN ISO 17294-2	mg/kg TS	5,3	
A - Cadmium G1 DIN EN ISO 17294-2	mg/kg TS	< 0,20	
A - Chrom G1 DIN EN ISO 17294-2	mg/kg TS	5,5	
A - Kupfer G1 DIN EN ISO 17294-2	mg/kg TS	2,1	
A - Nickel G1 DIN EN ISO 17294-2	mg/kg TS	2,5	
A - Quecksilber G1 DIN EN 1483	mg/kg TS	< 0,050	
A - Zink G1 DIN EN ISO 17294-2	mg/kg TS	10	
A TOC G1 DIN ISO 10694	% TS	0,66	
A EOX G1 DIN 38414-S 17	mg/kg TS	< 1,0	

Seite 1 von 22 Prüfbericht 15-0217-003 bis 013

TS = Trockensubstanz OS = Originalsubstanz TM = Trockenmasse FM = Frischmasse
n.n. = nicht nachweisbar n.b. = nicht bestimmbar FV = Fremdvergabe A = akkreditiertes Verfahren (V) = Vorabergebnis (kann noch revidiert werden)
Es gelten unsere allgemeinen Geschäftsbedingungen. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die o.g. Proben.
Veröffentlichungsrecht: Ohne Genehmigung der IUL VORPOMMERN GmbH nur ungekürzt und unverändert. G1-G3, S: Standorte der Untersuchung lt. Akkreditierungsurkunde.

Industrie- und Umweltlaboratorium Vorpommern GmbH

Prüfbericht 15-0217-003 bis 013

Prüfergebnisse: 003

Deklarationsanalyse nach LAGA vom 05.11.2004, Mindestuntersuchungsumfang

Probenbezeichnung:		BW 1W MP 1.10	
Parameter		Einheit	Messwert
A S	MKW-Index (C10-C40) LAGA KW/04	mg/kg TS	< 100
	"mobiler Anteil" (C10-C22)	mg/kg TS	< 50
	KW-Typ		-
A G1	PAK (EPA) LUA-NRW Merckbl. 1		
	Naphthalin	mg/kg TS	< 0,010
	Acenaphthylen	mg/kg TS	< 0,010
	Acenaphthen	mg/kg TS	< 0,010
	Fluoren	mg/kg TS	< 0,010
	Phenanthren	mg/kg TS	0,056
	Anthracen	mg/kg TS	0,015
	Fluoranthren	mg/kg TS	0,063
	Pyren	mg/kg TS	0,064
	Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	0,038
	Chrysen	mg/kg TS	0,046
	Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	0,027
	Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	0,027
	Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,027
	Dibenzo(a,h)anthracen	mg/kg TS	0,028
	Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg TS	0,047
	Indeno(1,2,3-c,d)pyren	mg/kg TS	0,033
	Summe	mg/kg TS	0,471
A G1	Im Eluat wurden bestimmt: LAGA E 98 Kap.3/ DIN EN 12457-4 Anhang E		
A G1	pH-Wert DIN EN ISO 10523		7,2
A G1	Leitfähigkeit DIN EN 27888 / 25°C	µS/cm	26,7

Die untersuchten Parameter erfüllen die Anforderungen an die Zuordnungswerte Z 1 der LAGA vom 06.11.2004 für Boden (Mindestumfang). Ohne Betrachtung des TOC-Gehaltes ergäbe sich eine Einstufung in die Zuordnungsklasse Z 0.

Industrie- und Umweltlaboratorium Vorpommern GmbH

Prüfbericht 15-0217-003 bis 013



Prüfergebnisse: 004

Deklarationsanalyse nach LAGA vom 05.11.2004, Mindestuntersuchungsumfang

Probenbezeichnung:		BW 1W MP 1.20	
Parameter	Einheit	Messwert	
Aussehen		Feinsand	
Farbe		grau	
Geruch		erdig	
A Trockenrückstand G1 DIN EN 14346	%	89,2	
A Im Königswasseraufschluss: G1 DIN EN 13657 Pkt. 9.4			
A - Arsen G1 DIN EN ISO 17294-2	mg/kg TS	1,4	
A - Blei G1 DIN EN ISO 17294-2	mg/kg TS	7,4	
A - Cadmium G1 DIN EN ISO 17294-2	mg/kg TS	< 0,20	
A - Chrom G1 DIN EN ISO 17294-2	mg/kg TS	6,5	
A - Kupfer G1 DIN EN ISO 17294-2	mg/kg TS	3,6	
A - Nickel G1 DIN EN ISO 17294-2	mg/kg TS	4,0	
A - Quecksilber G1 DIN EN 1483	mg/kg TS	< 0,050	
A - Zink G1 DIN EN ISO 17294-2	mg/kg TS	16	
A TOC G1 DIN ISO 10694	% TS	0,72	
A EOX G1 DIN 38414-S 17	mg/kg TS	< 1,0	
A MKW-Index (C10-C40) S LAGA KW/04	mg/kg TS	< 100	
"mobiler Anteil" (C10-C22)	mg/kg TS	< 50	
KW-Typ		-	
A PAK (EPA) G1 LUA-NRW Merkbl. 1			
Naphthalin	mg/kg TS	< 0,010	
Acenaphthylen	mg/kg TS	< 0,010	
Acenaphthen	mg/kg TS	< 0,010	
Fluoren	mg/kg TS	< 0,010	
Phenanthren	mg/kg TS	0,029	
Anthracen	mg/kg TS	0,013	
Fluoranthren	mg/kg TS	0,072	
Pyren	mg/kg TS	0,053	
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	0,043	
Chrysen	mg/kg TS	0,049	
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	0,040	
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	0,029	

Industrie- und Umweltlaboratorium Vorpommern GmbH

Prüfbericht 15-0217-003 bis 013

Prüfergebnisse: 004

Deklarationsanalyse nach LAGA vom 05.11.2004, Mindestuntersuchungsumfang

Probenbezeichnung:		BW 1W MP 1.20	
Parameter	Einheit	Messwert	
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,042	
Dibenzo(a,h)anthracen	mg/kg TS	0,030	
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg TS	0,044	
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	mg/kg TS	0,024	
Summe	mg/kg TS	0,468	
A Im Eluat wurden bestimmt:			
G1 LAGA E 98 Kap.3/ DIN EN 12457-4 Anhang E			
A pH-Wert		7,6	
G1 DIN EN ISO 10523			
A Leitfähigkeit	µS/cm	88,2	
G1 DIN EN 27888 / 25°C			

Die untersuchten Parameter erfüllen die Anforderungen an die Zuordnungswerte Z 1 der LAGA vom 06.11.2004 für Boden (Mindestumfang). Ohne Betrachtung des TOC-Gehaltes ergäbe sich eine Einstufung in die Zuordnungsklasse Z 0.

Industrie- und Umweltlaboratorium Vorpommern GmbH

17489 Greifswald
Am Koppelberg 20

Tel. (03834) 5745-0
Fax. (03834) 574515

18439 Stralsund
Bauhofstraße 5

Tel. (03831) 270888
Fax. (03831) 270886

IUL Vorpommern GmbH Am Koppelberg 20 17489 Greifswald



Ingenieurbüro Dipl.-Ing. A. Hofmann
Dipl.-Ing. A. Hofmann
Feldmark 7

17034 Neubrandenburg

Greifswald, 15.12.2014

Prüfbericht 14-3995-001

Betrifft : Sediment
Objekt : B 198 – OU Mirow
34084
Probenahme durch : Auftraggeber
Eingang am : 27.11.2014
Probenzustand : anforderungskonform
Beginn/Ende Prüfung : 27.11.2014/15.12.2014

Prüfergebnisse

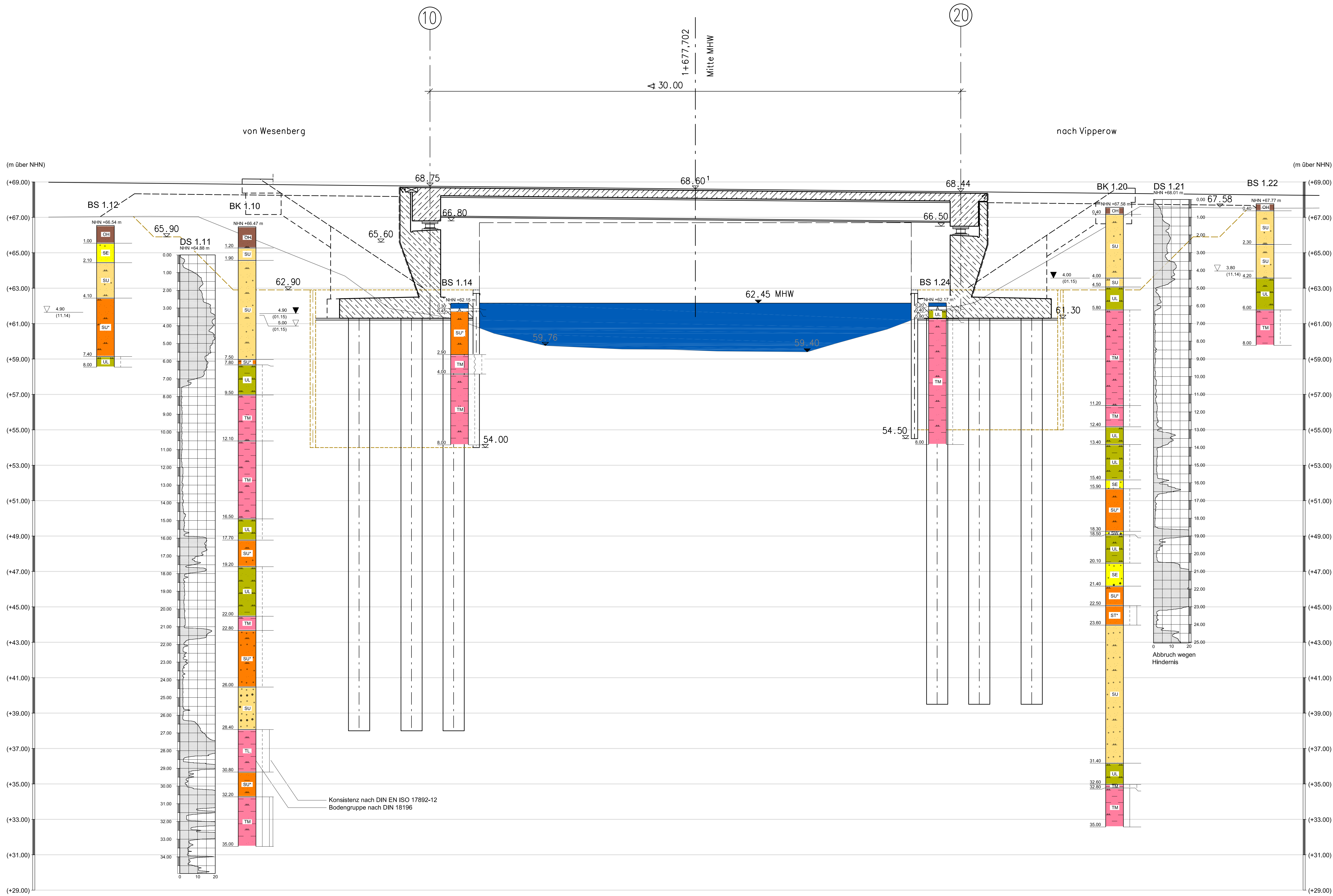
		Einheit	14-3995-001
			1 W
G1	Tongehalt DIN 18123	%	1,2
A G1	pH-Wert DIN EN 12176		8,1
A G1	Trockenrückstand DIN EN 12880	%	32,0
A G1	Gesamtstickstoff (N) DIN ISO 11261	% TS	0,46
G1	Carbonatgehalt (CaCO₃) DIN 18129	% TS	6,0
G1	Salzgehalt DIN EN 13038 / BGK	mgKCL/100g FM	65,8
A G1	Im Königswasseraufschluß: DIN EN 13657 Pkt. 9.4		
A G1	- Blei DIN EN ISO 17294-2	mg/kg TS	17
A G1	- Cadmium DIN EN ISO 17294-2	mg/kg TS	0,26
A G1	- Chrom DIN EN ISO 17294-2	mg/kg TS	11
A G1	- Kupfer DIN EN ISO 17294-2	mg/kg TS	7,4
A G1	- Nickel DIN EN ISO 17294-2	mg/kg TS	8,4
A G1	- Quecksilber DIN EN 1483	mg/kg TS	0,078
A G1	- Zink DIN EN ISO 17294-2	mg/kg TS	42

		Einheit	14-3995-001
			1 W
A G1	- Schwefel DIN EN ISO 11885	mg/kg TS	6200
A G1	- Calcium (CaO) DIN EN ISO 11885	% TS	<10
A G1	- Phosphor (P₂O₅) DIN EN ISO 11885	% TS	0,090
A G1	- Kalium (K₂O) DIN EN ISO 11885	% TS	0,16
A G1	- Magnesium (MgO) DIN EN ISO 11885	% TS	0,40
A G1	TOC DIN ISO 10694	% TS	6,1
A G1	PAK (EPA) DIN 38414-S 21		
	Naphthalin	mg/kg TS	0,010
	Acenaphthylen	mg/kg TS	<0,01
	Acenaphthen	mg/kg TS	<0,01
	Fluoren	mg/kg TS	<0,01
	Phenanthren	mg/kg TS	0,045
	Anthracen	mg/kg TS	0,016
	Fluoranthren	mg/kg TS	0,15
	Pyren	mg/kg TS	0,12
	Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	0,086
	Chrysen	mg/kg TS	0,095
	Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	0,11
	Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	0,057
	Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,055
	Dibenzo(a,h)anthracen	mg/kg TS	0,018
	Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg TS	0,055
	Indeno(1,2,3-c,d)pyren	mg/kg TS	0,043
	Summe	mg/kg TS	0,86
A G1	PCB DIN 38414-S 20		
	PCB 28	mg/kg TS	<0,003
	PCB 52	mg/kg TS	<0,003
	PCB 101	mg/kg TS	<0,003
	PCB 138	mg/kg TS	<0,003
	PCB 153	mg/kg TS	<0,003
	PCB 153	mg/kg TS	<0,003
	Summe	mg/kg TS	nn
A G1	Basischwirksame Stoffe (CaO) AbfklärV	% TS	5,7
A G1	Ammonium-Stickstoff, löslich VDLUFA A 6.1.4.1/a. DIN EN ISO 38406-E 5-1	mg/100g TS	7,4
A G1	Nitrat-Stickstoff, löslich VDLUFA A 6.1.4.1/a. DIN EN ISO 10304-1	mg/100g TS	<1
	Summe Stickstoff, löslich berechnet	mg/100g TS	7,4
A G1	Phosphor, löslich (P₂O₅) VDLUFA A 6.2.1.2/a. DIN EN ISO 11885	mg/100g TS	31
A G1	Kalium, löslich (K₂O) VDLUFA A 6.2.1.2/a. DIN EN ISO 11885	mg/100g TS	<50
A G1	Magnesium, löslich (K₂O) VDLUFA A 6.2.4.1/a. DIN EN ISO 11885	mg/100g TS	22
A G1	Schwefel, löslich VDLUFA A 6.1.4.1/a. DIN EN ISO 11885	mg/100g TS	3,4

Dr. H. Roßberg
stell. Laborleiter

**Längsschnitt
mit idealisierter Darstellung
der Baugrundverhältnisse**

Längsschnitt A-A



Längsschnitt* mit
idealisierter Darstellung der
Baugrundverhältnisse

* Der Bauwerksplan wurde von Mecklenburgisches Ingenieurbüro für Verkehrsbau GmbH Schwerin, Zweigniederlassung Neustrelitz, geliefert.

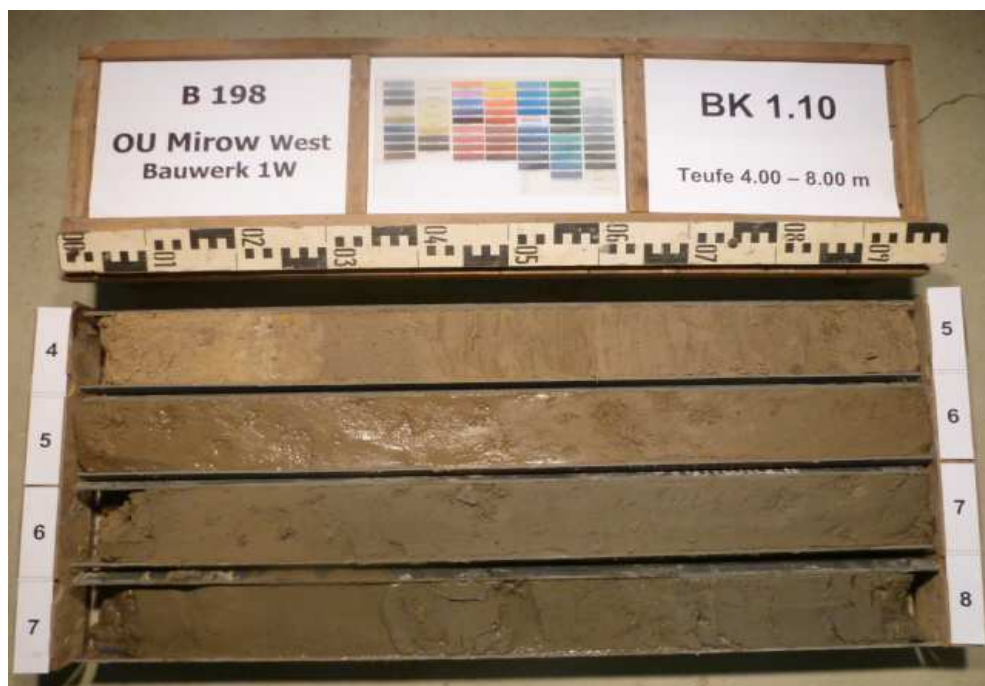
Baugrunduntersuchung:		(Bau-km 1 + 677 der B 198)	
Ingenieurbüro	Dipl.-Ing. A. Hofmann	Objekt	Neubau der B 198 – OU Mirow (West)
17034 Neubrandenburg		Bauwerk 1W -	Brücke über die Mütitz-Havel-Wasserstraße
Tel.: (0395) 36 94 54 - 0		Maßstab	1 : 100
Fax: (0395) 36 94 54 - 44		Bearbeiter	Hofmann
		Datum	03 / 2023

**Fotodokumentation
der
Bohrkerne**

BK 1.10 + BK 1.20

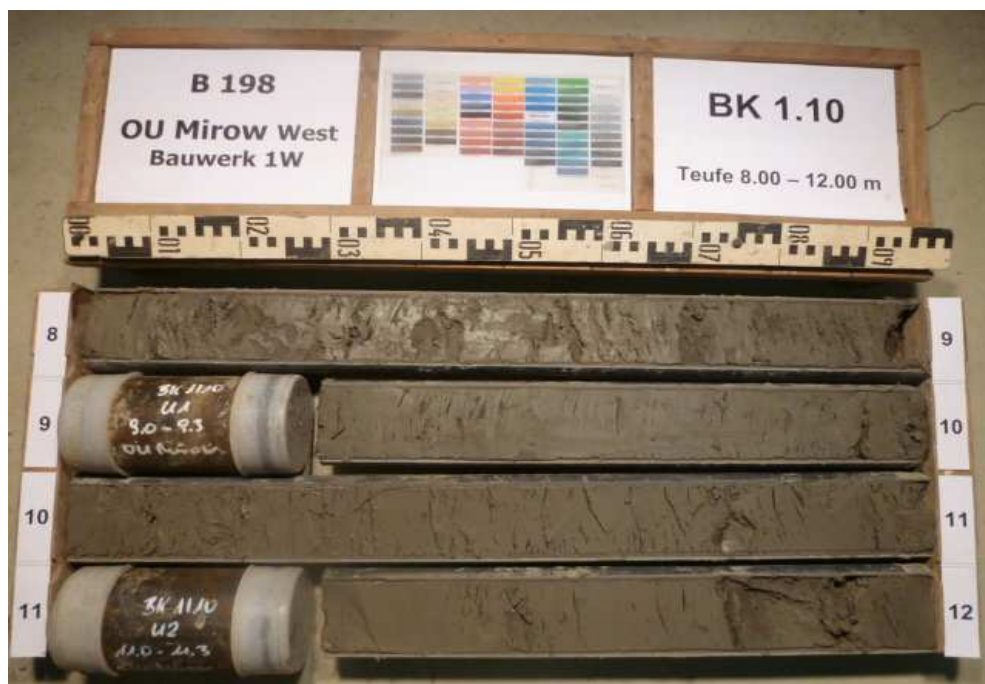
B 198 – OU Mirow West
Bauwerk 1W

BK 1.10
Teufe 0.00 bis 8.00 m



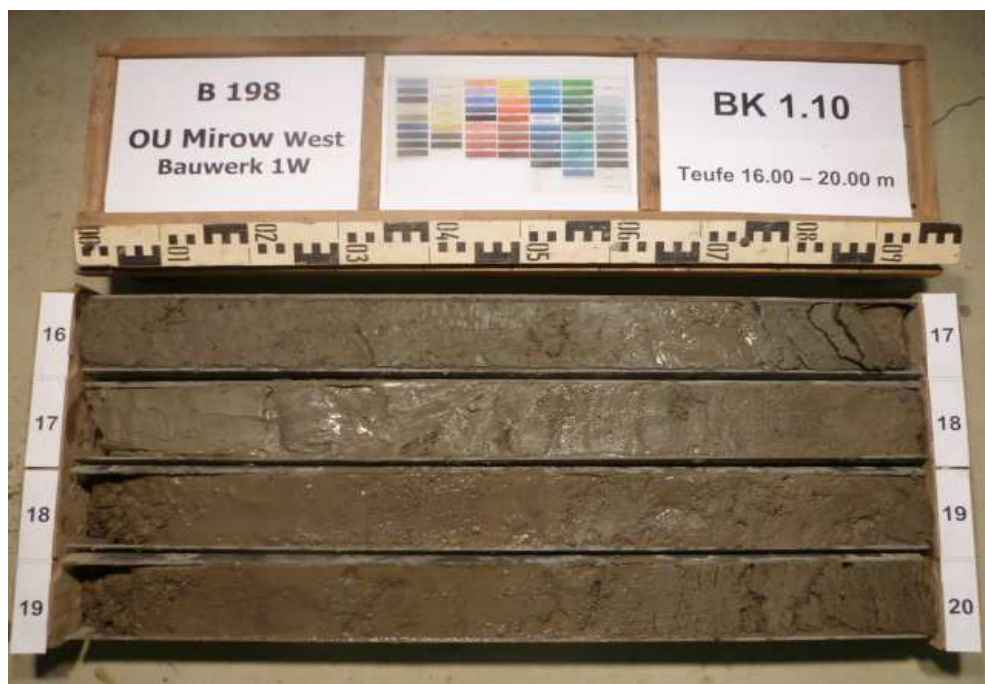
B 198 – OU Mirow West
Bauwerk 1W

BK 1.10
Teufe 8.00 bis 16.00 m



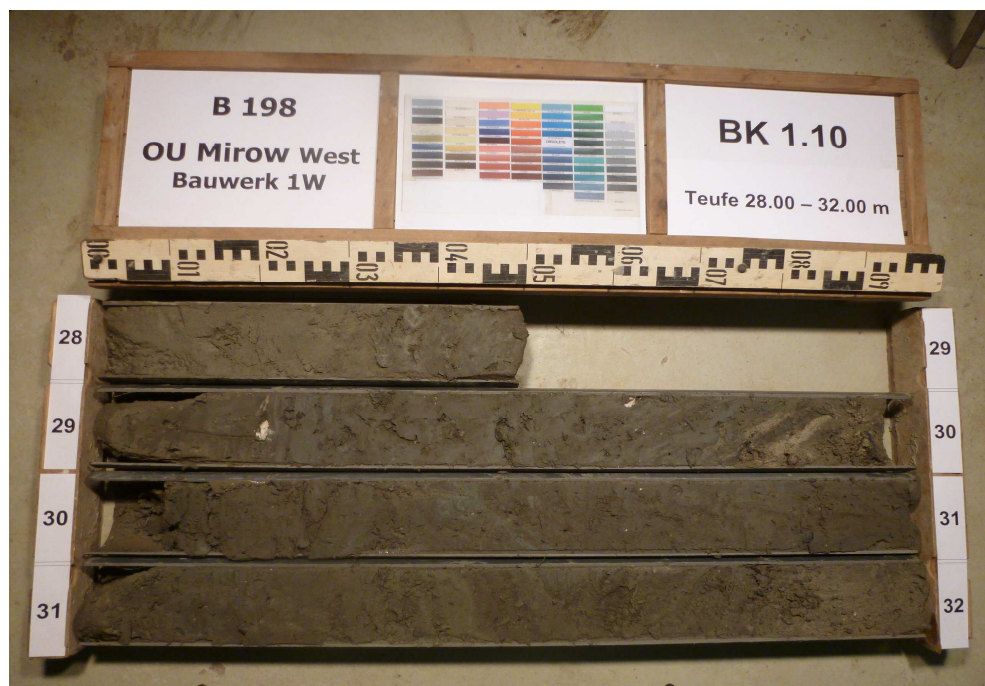
B 198 – OU Mirow West
Bauwerk 1W

BK 1.10
Teufe 16.00 bis 24.00 m



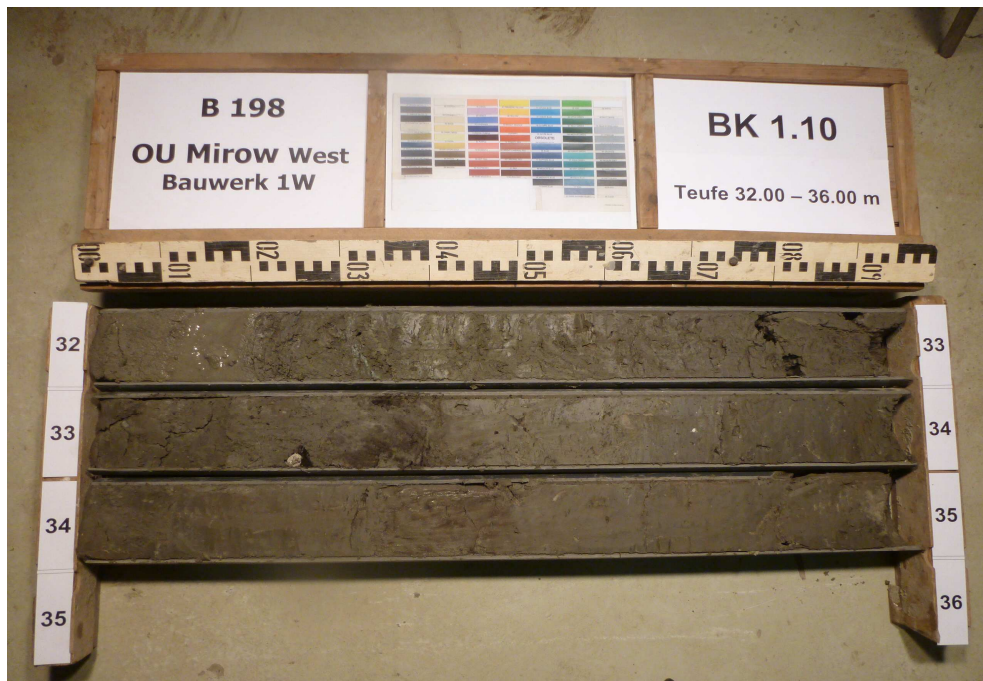
B 198 – OU Mirow West
Bauwerk 1W

BK 1.10
Teufe 24.00 bis 32.00 m



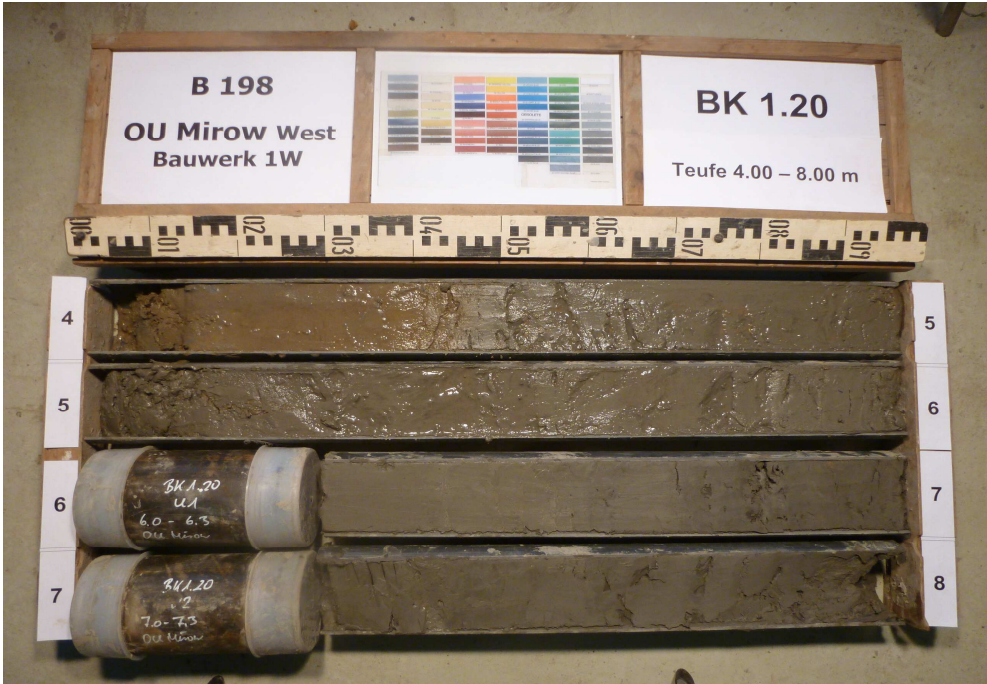
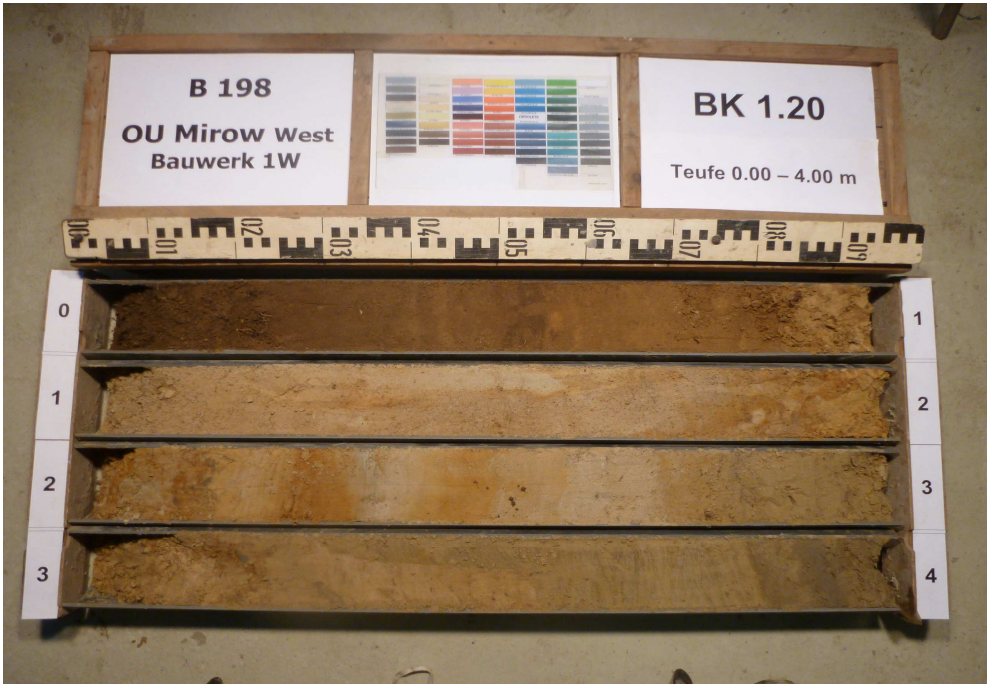
B 198 – OU Mirow West
Bauwerk 1W

BK 1.10
Teufe 32.00 bis 35.00 m



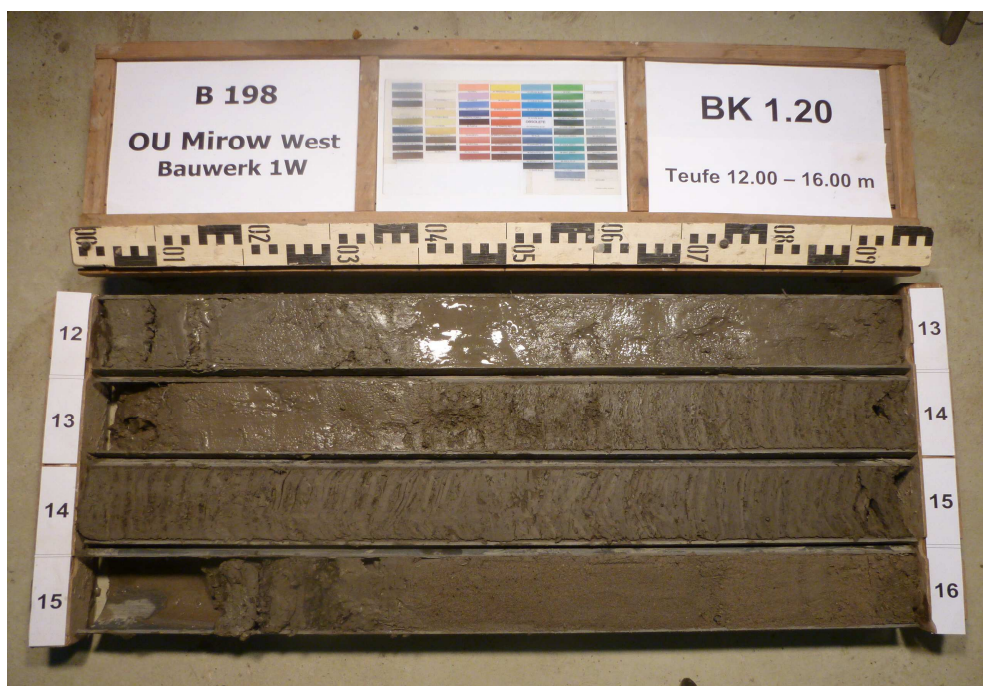
B 198 – OU Mirow West
Bauwerk 1W

BK 1.20
Teufe 0.00 bis 8.00 m



B 198 – OU Mirow West
Bauwerk 1W

BK 1.20
Teufe 8.00 bis 16.00 m



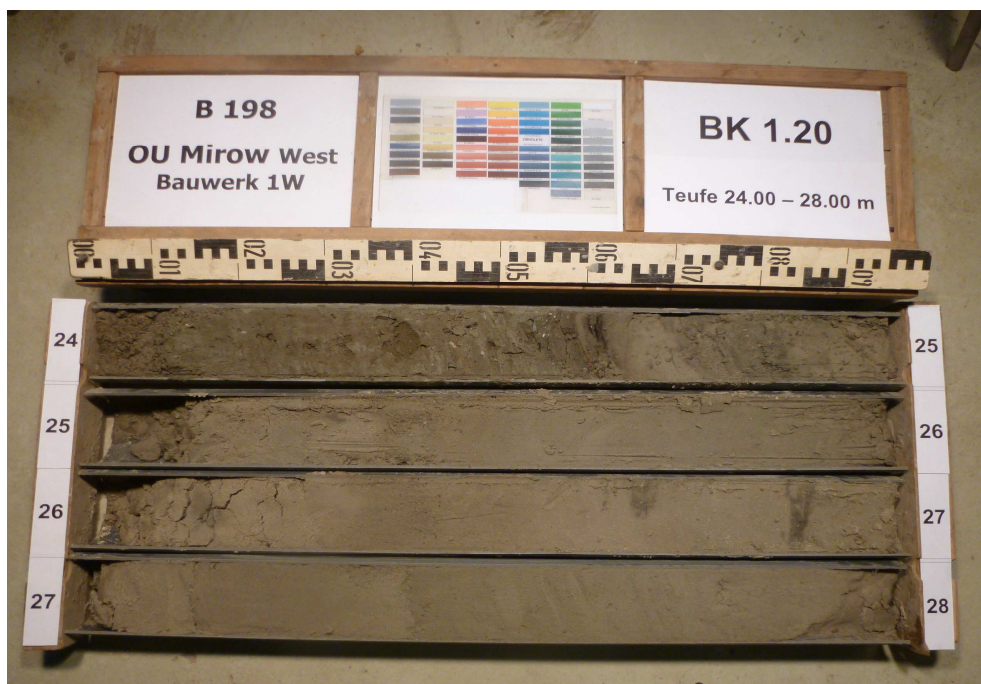
B 198 – OU Mirow West
Bauwerk 1W

BK 1.20
Teufe 16.00 bis 24.00 m



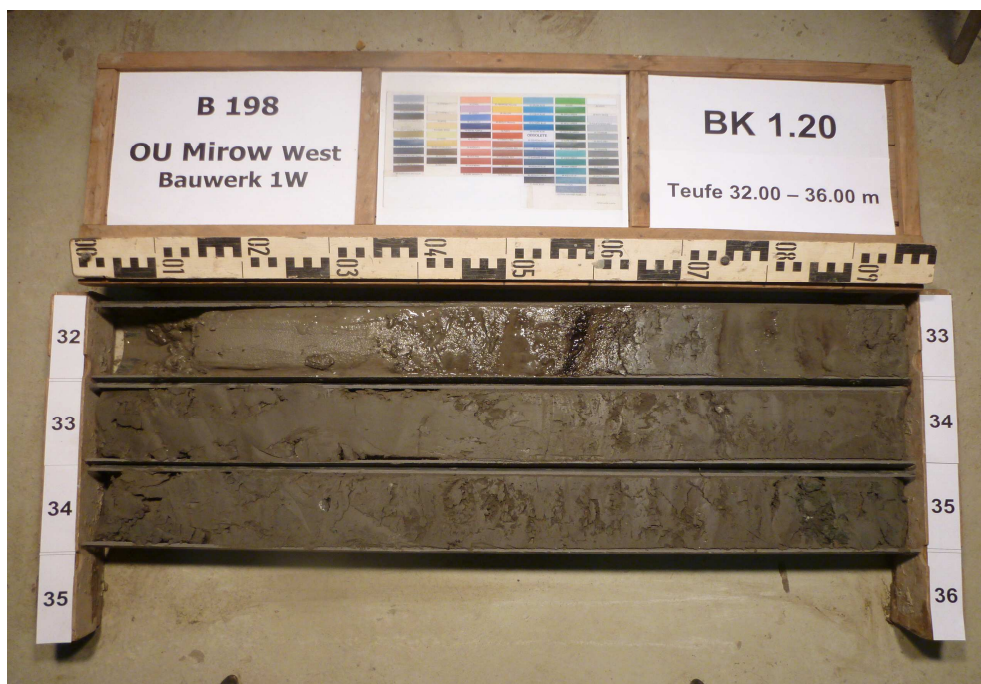
B 198 – OU Mirow West
Bauwerk 1W

BK 1.20
Teufe 24.00 bis 32.00 m



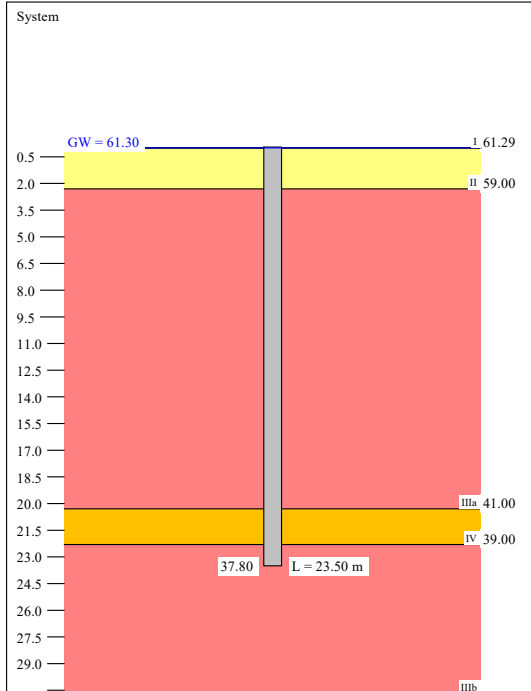
B 198 – OU Mirow West
Bauwerk 1W

BK 1.20
Teufe 32.00 bis 35.00 m



Pfahlbemessungsprotokoll

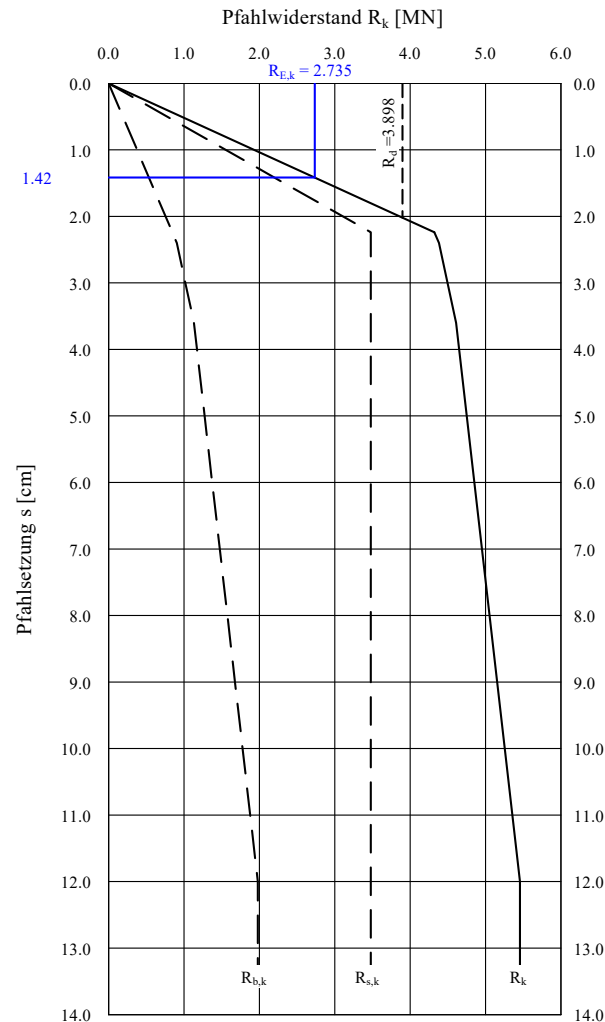
Achse 10



Boden	Tiefe [m NHN]	q_c [MN/m ²]	$c_{u,k}$ [kN/m ²]	$q_{b,k02}$ [MN/m ²]	$q_{b,k03}$ [MN/m ²]	$q_{b,k10}$ [MN/m ²]	$q_{s,k}$ [MN/m ²]	Bezeichnung
	61.29	0.0	5.0	0.000	0.000	0.000	0.0021	I
	59.00	5.5	0.0	0.000	0.000	0.000	0.0403	II
	41.00	0.0	80.0	0.000	0.000	0.000	0.0306	IIIa
	39.00	15.0	0.0	1.200	1.400	3.500	0.1100	IV
	<39.00	0.0	150.0	0.800	1.000	1.750	0.0500	IIIb

OK Gelände = 61.30 m NHN

Berechnungsgrundlagen $\gamma_P = 1.40$
Norm: EC 7 $\gamma_G = 1.35$
Eigener Bohrpfahl $\gamma_Q = 1.50$
Verhältniswert (min, max) = 0.00
Interpolation Mantelreibung:
bei $q_c < 7.5$ MN/m² aktiviert
bei $c_{u,k} < 60$ kN/m² aktiviert
Pfahllänge = 23.50 m
Grundwasser = 61.30 m NHN



Widerlager Achse 10

Ergebnisse

Pfahldurchmesser = 1.200 m $R_k = 5.457$ MN

Pfahllänge = 23.50 m $R_d = R_k / \gamma_P = 3.898$ MN

Pfahlspitzenwiderstand: $R_{E,k} = R_k / (\gamma_P \cdot \gamma_{(G,Q)})$

$c_{u,km} = 150.000$ kN/m² $R_{E,k} = R_k / (1.400 \cdot 1.425)$

gemittelt von 39.00 bis 34.20 m $R_{E,k} = R_k / 1.99 = 2.735$ MN

$\sigma_{02} = 0.800$ MN/m² $R_{E,k} = R_k / 1.99 = 2.735$ MN

$\sigma_{03} = 1.000$ MN/m² $R_{E,k} = R_k / 1.99 = 2.735$ MN

$\sigma_{10} = 1.750$ MN/m² $R_{E,k} = R_k / 1.99 = 2.735$ MN

Fläche $A_b = 1.131$ m² $R_{E,k} = R_k / 1.99 = 2.735$ MN

Mantelfläche $A_s = 3.770$ m²/m $R_{E,k} = R_k / 1.99 = 2.735$ MN

$s_{sg} = 2.239$ cm:

$R_{s,k(s)} = 3.477$ MN

$R_{b,k(s)} = 0.844$ MN

$R_{k(s)} = 4.321$ MN

$s_{020} = 2.400$ cm:

$R_{s,k(s)} = 3.477$ MN

$R_{b,k(s)} = 0.905$ MN

$R_{k(s)} = 4.382$ MN

$s_{030} = 3.600$ cm:

$R_{s,k(s)} = 3.477$ MN

$R_{b,k(s)} = 1.131$ MN

$R_{k(s)} = 4.608$ MN

$s_{10} = 12.000$ cm:

$R_{s,k(s)} = 3.477$ MN

$R_{b,k(s)} = 1.979$ MN

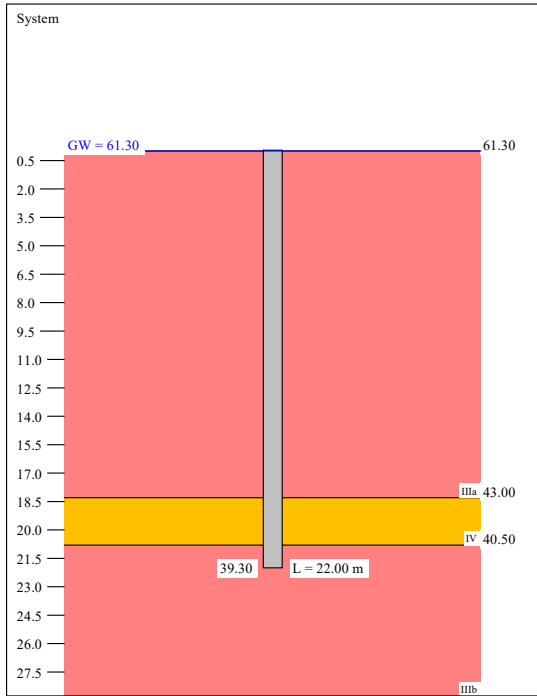
$R_{k(s)} = 5.457$ MN

Selbst definierte Werte für: Eigener Bohrpfahl			
s/D _k	Pfahlspitzenwiderstand $q_{b,k}$ [MN/m ²]		
	$q_c = 7,5$ MN/m ²	$q_c = 15$ MN/m ²	$q_c = 25$ MN/m ²
0,02	0,600 - 0,600	1,200 - 1,200	2,000 - 2,000
0,03	0,800 - 0,800	1,400 - 1,400	2,400 - 2,400
0,10	1,500 - 1,500	3,500 - 3,500	4,500 - 4,500
	$c_{u,k} = 100$ kN/m ²	$c_{u,k} = 150$ kN/m ²	$c_{u,k} = 250$ kN/m ²
0,02	0,400 - 0,400	0,800 - 0,800	0,950 - 0,950
0,03	0,500 - 0,500	1,000 - 1,000	1,100 - 1,100
0,10	0,900 - 0,900	1,750 - 1,750	1,750 - 1,750
Pfahlmantelreibung $q_{s,k}$ [MN/m ²]			
$q_c = 7,5$ MN/m ²	$q_c = 15$ MN/m ²	$q_c = 25$ MN/m ²	
0,055 - 0,055	0,110 - 0,110	0,150 - 0,150	
$c_{u,k} = 60$ kN/m ²	$c_{u,k} = 150$ kN/m ²	$c_{u,k} = 250$ kN/m ²	
0,025 - 0,025	0,050 - 0,050	0,085 - 0,085	

Widerstandssetzungslinie
für Pfahllänge = 23.50 m

Pfahlbemessungsprotokoll

Achse 20



Boden	Tiefe [m NHN]	q_c [MN/m²]	$c_{u,k}$ [kN/m²]	$q_{b,k02}$ [MN/m²]	$q_{b,k03}$ [MN/m²]	$q_{b,k10}$ [MN/m²]	$q_{s,k}$ [MN/m²]	Bezeichnung
	43.00	0.0	80.0	0.000	0.000	0.000	0.0306	IIIa
	40.50	15.0	0.0	1.200	1.400	3.500	0.1100	IV
	<40.50	0.0	150.0	0.800	1.000	1.750	0.0500	IIIb

OK Gelände = 61.30 m NHN

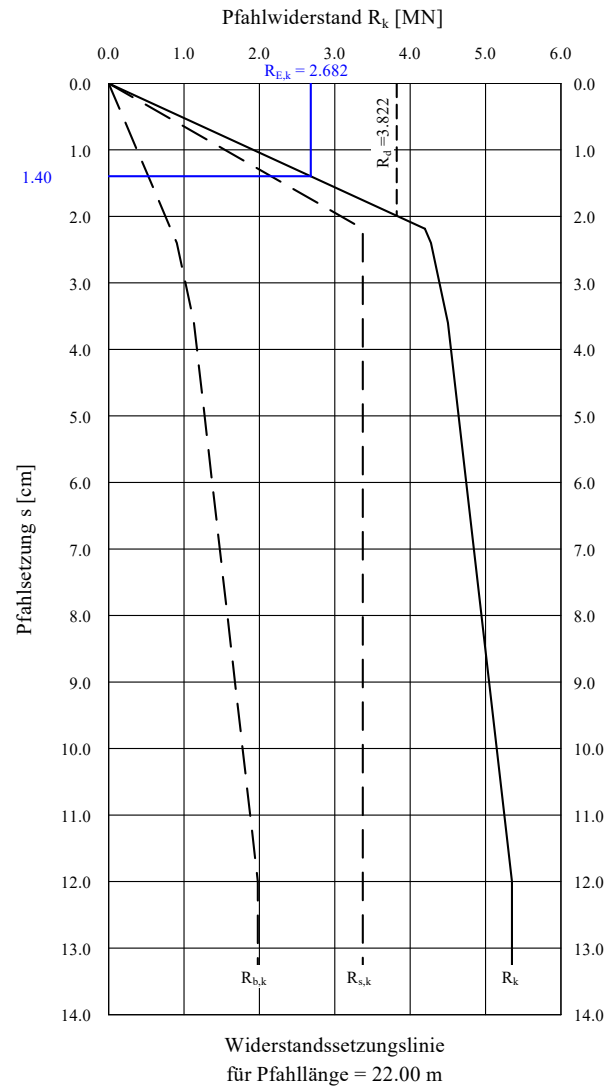
Berechnungsgrundlagen
Norm: EC 7
Eigener Bohrpfehl
Verhältniswert (min, max) = 0.00
Interpolation Mantelreibung:
bei $q_c < 7.5 \text{ MN/m}^2$ aktiviert
bei $c_{u,k} < 60 \text{ kN/m}^2$ aktiviert
Pfähllänge = 22.00 m
Grundwasser = 61.30 m NHN

$\gamma_p = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$

Ergebnisse
Pfähldurchmesser = 1.200 m
Pfähllänge = 22.00 m
Pfehlspitzenwiderstand:
 $c_{u,km} = 150.000 \text{ kN/m}^2$
gemittelt von 40.50 bis 35.70 m
 $\sigma_{02} = 0.800 \text{ MN/m}^2$
 $\sigma_{03} = 1.000 \text{ MN/m}^2$
 $\sigma_{10} = 1.750 \text{ MN/m}^2$
Fläche $A_b = 1.131 \text{ m}^2$
Mantelfläche $A_s = 3.770 \text{ m}^2/\text{m}$

 $R_k = 5.350 \text{ MN}$
 $R_d = R_k / \gamma_p = 3.822 \text{ MN}$
 $R_{E,k} = R_k / (\gamma_p \cdot \gamma_{(G,Q)})$
 $R_{E,k} = R_k / (1.400 \cdot 1.425)$
 $R_{E,k} = R_k / 1.99 = 2.682 \text{ MN}$
Setzung $s = 1.40 \text{ cm}$

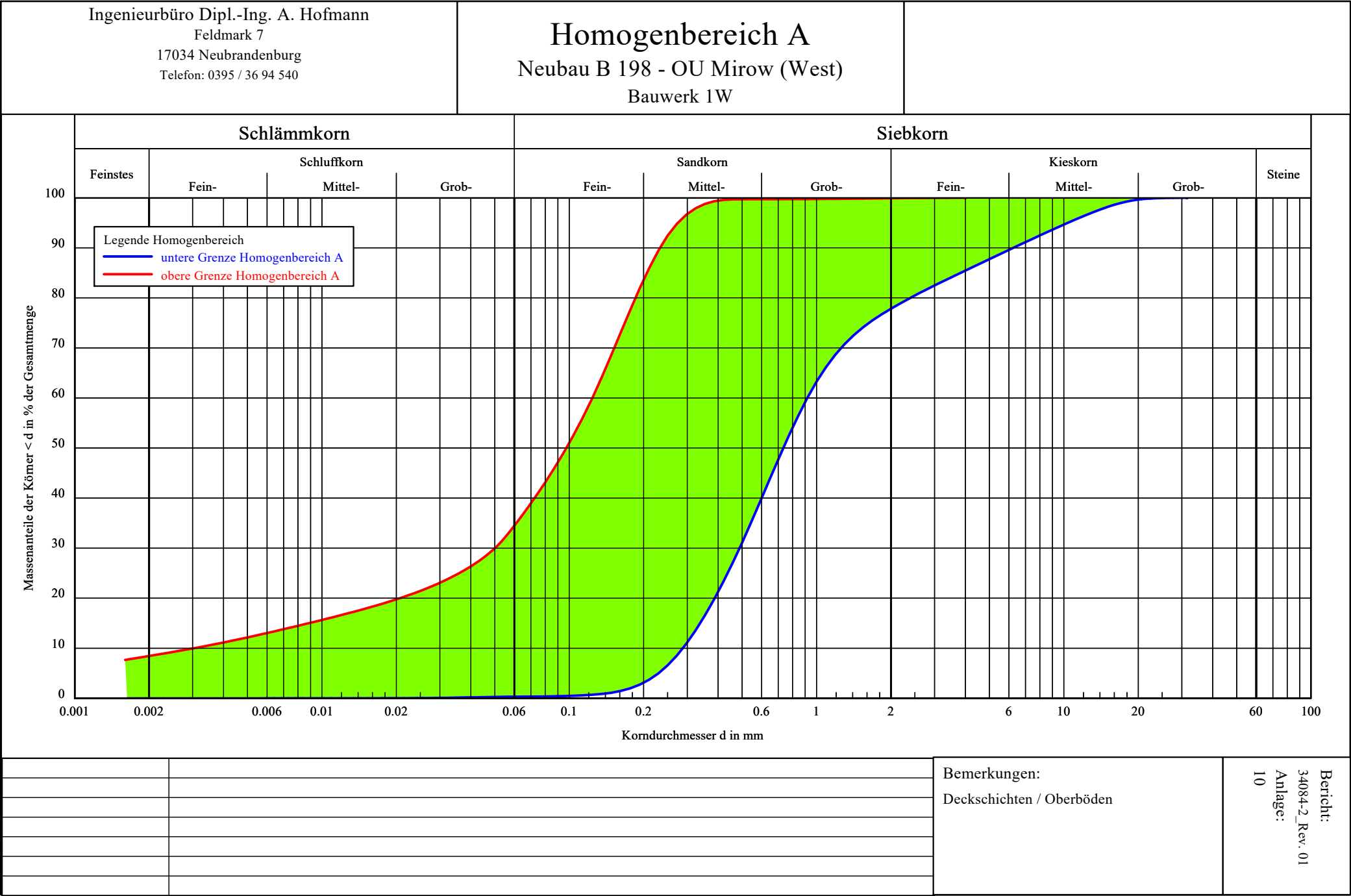
$s_{sg} = 2.185 \text{ cm}$:
 $R_{s,k(s)} = 3.371 \text{ MN}$
 $R_{b,k(s)} = 0.824 \text{ MN}$
 $R_{k(s)} = 4.195 \text{ MN}$
 $s_{020} = 2.400 \text{ cm}$:
 $R_{s,k(s)} = 3.371 \text{ MN}$
 $R_{b,k(s)} = 0.905 \text{ MN}$
 $R_{k(s)} = 4.276 \text{ MN}$
 $s_{030} = 3.600 \text{ cm}$:
 $R_{s,k(s)} = 3.371 \text{ MN}$
 $R_{b,k(s)} = 1.131 \text{ MN}$
 $R_{k(s)} = 4.502 \text{ MN}$
 $s_{10} = 12.000 \text{ cm}$:
 $R_{s,k(s)} = 3.371 \text{ MN}$
 $R_{b,k(s)} = 1.979 \text{ MN}$
 $R_{k(s)} = 5.350 \text{ MN}$



Widerlager Achse 20

Selbst definierte Werte für: Eigener Bohrpfehl			
s/D_s	Pfehlspitzenwiderstand $q_{b,k}$ [MN/m²]		
	$q_c = 7,5 \text{ MN/m}^2$	$q_c = 15 \text{ MN/m}^2$	$q_c = 25 \text{ MN/m}^2$
0,02	0,600 - 0,600	1,200 - 1,200	2,000 - 2,000
0,03	0,800 - 0,800	1,400 - 1,400	2,400 - 2,400
0,10	1,500 - 1,500	3,500 - 3,500	4,500 - 4,500
	$c_{u,k} = 100 \text{ kN/m}^2$	$c_{u,k} = 150 \text{ kN/m}^2$	$c_{u,k} = 250 \text{ kN/m}^2$
0,02	0,400 - 0,400	0,800 - 0,800	0,950 - 0,950
0,03	0,500 - 0,500	1,000 - 1,000	1,100 - 1,100
0,10	0,900 - 0,900	1,750 - 17,500	1,750 - 1,750
Pfehlmantelreibung $q_{s,k}$ [MN/m²]			
$q_c = 7,5 \text{ MN/m}^2$	$q_c = 15 \text{ MN/m}^2$	$q_c = 25 \text{ MN/m}^2$	
0,055 - 0,055	0,110 - 0,110	0,150 - 0,150	
$c_{u,k} = 60 \text{ kN/m}^2$	$c_{u,k} = 150 \text{ kN/m}^2$	$c_{u,k} = 250 \text{ kN/m}^2$	
0,025 - 0,025	0,050 - 0,050	0,085 - 0,085	

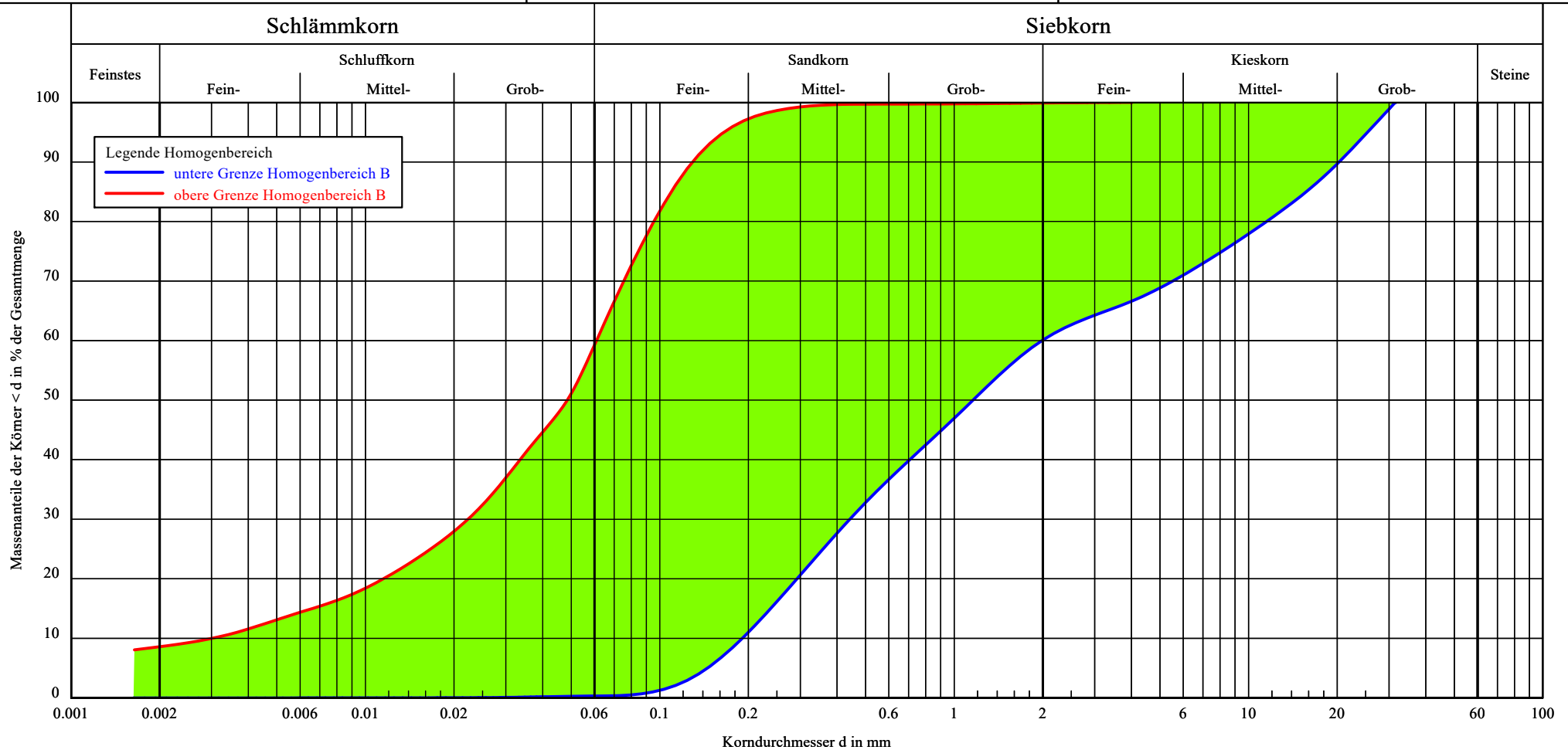
**Kornverteilungsbänder
für die Homogenbereiche A / B / C**



Ingenieurbüro Dipl.-Ing. A. Hofmann
Feldmark 7
17034 Neubrandenburg
Telefon: 0395 / 36 94 540

Homogenbereich B

Neubau B 198 - OU Mirow (West)
Bauwerk 1W



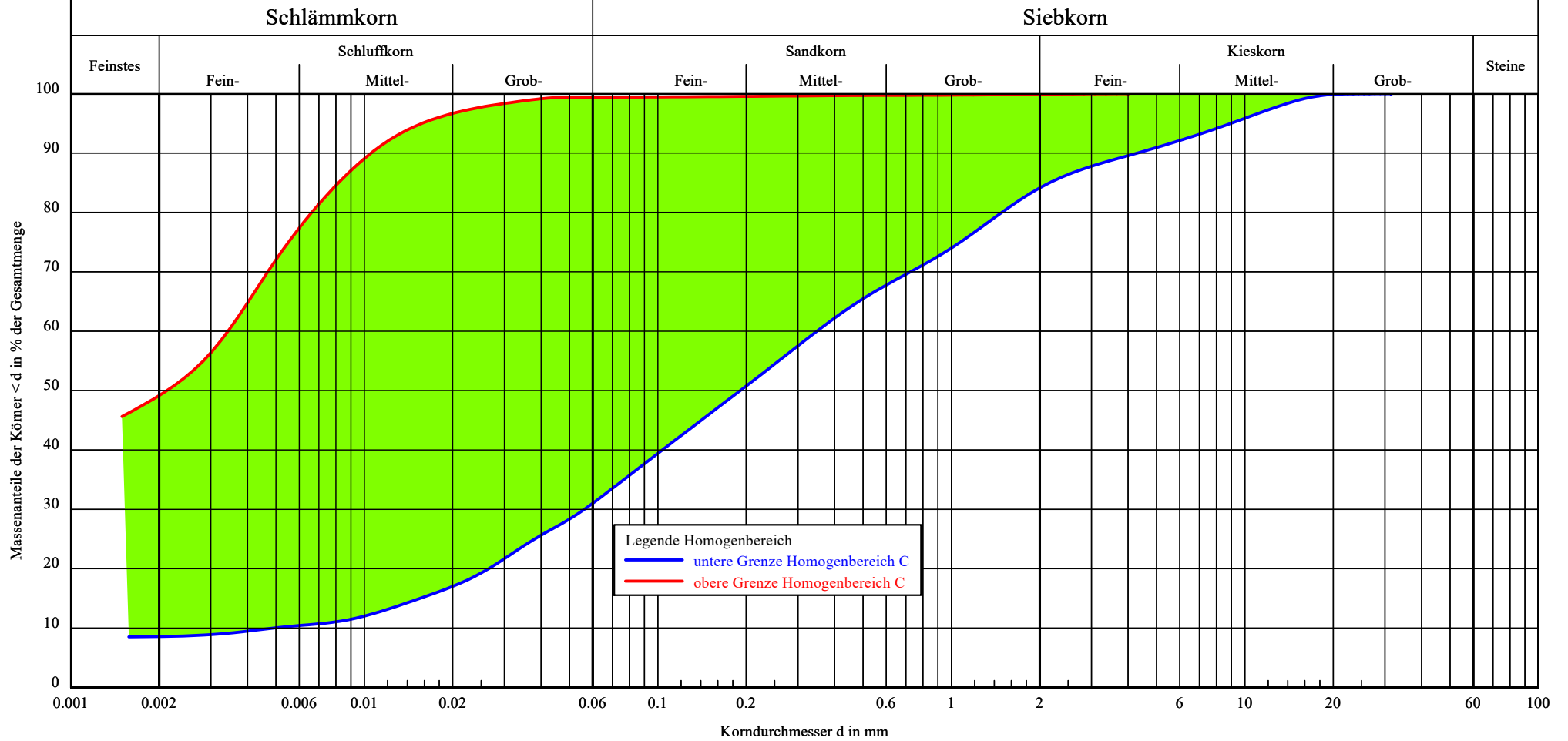
Bemerkungen:
nichtbindige Böden

Bericht:
34084-2_Rev. 01
Anlage:
10

Ingenieurbüro Dipl.-Ing. A. Hofmann
Feldmark 7
17034 Neubrandenburg
Telefon: 0395 / 36 94 540

Homogenbereich C

Neubau B 198 - OU Mirow (West)
Bauwerk 1W



Bemerkungen:
bindige Böden

Bericht:
34084-2_Rev. 01
Anlage:
10