



Geotechnik

CBG 24 0351

30.07.2024

Bodenmechanische Standsicherheitsbeurteilung

Entwicklung eines Wohngebietes am Sedlitzer See
am Rand des ehemaligen Braunkohlentagebaues
Sedlitz, Nordfeld

Stadt Senftenberg

Markt 1, 01968 Senftenberg
Telefon: 0049 3573 701 309
E-Mail: info@senftenberg.de



Bodenmechanische Standsicherheitsbeurteilung

zur Entwicklung eines Wohngebietes am Sedlitzer
See am Rand des ehemaligen
Braunkohlentagebaues Sedlitz, Nordfeld

Objekt	Bebauungsplan Nr. 33 „Wohngebiet Sedlitzer Bucht“, Nordfeld ehemaliger Tagebau Sedlitz
Lage	Landkreis Oberspreewald-Lausitz im Bundesland Brandenburg
Auftraggeber	Stadt Senftenberg Markt 1 01968 Senftenberg
Auftragnehmer	G.U.B. Ingenieur AG Niederlassung Cottbus Straße der Jugend 33, 03050 Cottbus Telefon 0049 355 35736-0 Telefax 0049 355 35736 29 E-Mail info@gub-ing.de Internet www.gub-ing.de
Bearbeiter	Dipl.-Ing. Falk Hoffmann Dipl.-Ing. Christian Ullrich
Projekt-Nr.	CBG 24 0351
Umfang	Text: 47 Seiten Anlagen: 41 Blätter
Datum	30.07.2024


Dipl.-Ing. Falk Hoffmann
Vom Sächsischen Oberbergamt
anerkannter Sachverständiger
für Geotechnik


Dipl.-Ing. Christian Ullrich
Fachbereich Geotechnik

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Deckblatt	
Titelblatt	
Inhaltsverzeichnis	
Tabellenverzeichnis	
Bildverzeichnis	
Anlagenverzeichnis	
1	
Veranlassung und Aufgabenstellung	7
2	
Arbeitsunterlagen	9
3	
Grundlagen	11
3.1	Territoriale Einordnung 11
3.2	Bauvorhaben 11
3.3	Entstehung des Bearbeitungsgebietes 12
3.4	Geologische Verhältnisse 14
3.5	Hydrogeologische Situation 15
3.6	Bergmännische Sicherung des Bearbeitungsgebietes 16
4	
Baugrunduntersuchung im geplanten Bebauungsgebiet	19
4.1	Art und Umfang der geotechnischen Untersuchungen 19
4.2	Bewertung der Untersuchungsergebnisse 20
4.2.1	Baugrundsichtung und Lagerungsverhältnisse 20
4.2.2	Grundwasserverhältnisse, -qualität 21
4.2.3	Allgemeine Baugrundeigenschaften und bautechnische Eignung 22
4.2.4	Homogenbereiche nach DIN 18300 23
4.2.5	Bodenkenngrößen und Rechenwerte 24
5	
Untertägige Hohlräume	25
5.1	Allgemeine Erläuterungen 25
5.2	Bergbaubedingte Gefährdungen 26
5.3	Erkundung und Verwahrung der Strecken 27
5.4	Erkundung und Verwahrung technischer Bohrungen 29
5.5	Erkundung und Verwahrung von Bohrungen im Bereich von Verdachtspunkten (VP) 29
5.6	Filterbrunnen und Pegel 30
5.7	Zusammenfassung und Bewertung des Sicherungserfolges 30

6	Bodenmechanische Standsicherheitsberechnungen	32
6.1	Geltungsbereich und Geltungszeitraum	32
6.2	Berechnungsschnitte	32
6.3	Berechnungsfälle, -verfahren, Sicherheitskonzepte	33
6.4	Berechnungskennwerte	36
6.5	Erforderliche Standsicherheitskoeffizienten, Bemessungssituationen	38
6.6	Lastannahmen	39
6.7	Ergebnisse und Bewertung der bodenmechanischen Standsicherheitsberechnungen	39
7	Schlussfolgerungen, Hinweise und Empfehlungen	42
7.1	Standsicherheit der ehemaligen Tagebaurandböschung	42
7.2	Baugrundeignung, Gründung	42
7.3	Noch erforderliche bergmännische Sicherungsmaßnahmen im Bearbeitungsgebiet in der Verantwortung der LMBV mbH	44
7.4	Gründung von Gebäuden über Strecken	44
7.5	Sicherung von Verkehrsflächen über Strecken	45
7.6	Sicherung von Grundstücksflächen über Strecken	46
7.7	Sonstige Hinweise	47

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Lage des Bearbeitungsgebietes	11
Tabelle 2:	Allgemeine bautechnische Eigenschaften der anstehenden Böden	22
Tabelle 3:	Homogenbereiche nach DIN 18300	23
Tabelle 4:	Charakteristische erdstatische Berechnungskennwerte für die Planung des Bebauungsgebietes	24
Tabelle 5:	Bodenphysikalische Berechnungskennwerte für die Schichten der gewachsenen Randböschung	37
Tabelle 6:	Berechnungskennwerte für die Kippenbereiche	38

Bildverzeichnis

Abbildung 1:	Vorentwurf Bebauungsplan Nr. 33 gemäß [01]	12
Abbildung 2:	Entwicklung des Tagebaues Ilse-Ost mit Bearbeitungsgebiet aus [17]	13
Abbildung 3:	Geologisches Normalprofil für das Bearbeitungsgebiet aus [10]	15
Abbildung 4:	Regelprofil 2 aus [12] - temporäre Sicherung Uferböschung mittels Sandcontainern	17
Abbildung 5:	Regelprofil für Uferbereiche mit Geländehöhen am Böschungsfuß im Niveau $\leq +97,5$ m NHN aus der Ausführungsplanung der G.U.B. Ingenieur AG	18
Abbildung 6:	Entwässerungsstrecke mit entwässernden Fallfiltern in der Grube „Clara“ in Welzow	25
Abbildung 7:	Eingezäunte Versatzrohre KoAV20C und KoAV22 (Foto: G.U.B., 24.06.2024)	28
Abbildung 8:	Berechnungsfall BF 1 - schematische Darstellung des Versagens entlang erzwungener kreiszylindrisch begrenzter Prüfflächen (KZP)	33
Abbildung 9:	Berechnungsfall BF 2 - schematische Darstellung des Abgleitens auf geologisch vorgegebener Gleitfläche (VG)	34
Abbildung 10:	Prinzipiskizze gemäß [14], Kapitel 11 - Überbrückung von Erdenbrüchen	45
Abbildung 11:	Anordnung der Verbundtragschichten gemäß [14], Kapitel 11	46

Anlagenverzeichnis

- Anlage 1** Übersichtskarte mit territorialer Einordnung des Bearbeitungsgebietes
M 1 : 50 000
- Anlage 2** Lagepläne
- Anlage 2.1 Lageplan mit geotechnisch-bergbaulicher Situation sowie
Baugrundaufschlüssen
M 1 : 2000
1 Blatt
- Anlage 2.2 Verwahrungsriss
M 1 : 2000
1 Blatt
- Anlage 3** Geotechnische Profile
M 1 : 1000
2 Blätter
- Anlage 4** Bohrprofile der Kleinrammbohrungen und leichten Rammsondierungen DPL 10
4 Blätter
- Anlage 5** Ergebnisse der Laboruntersuchungen
16 Blätter
- Anlage 6** Auszüge aus den Standsicherheitsberechnungen
16 Blätter
- Anlage 7** Sohlwiderstände für Gründungen auf Streifenfundamenten
1 Blatt

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Die Stadt Senftenberg erarbeitet aktuell mit dem Zweckverband Lausitzer Seenland (ZV LSB) den Bebauungsplan Nr. 33 „Wohngebiet Sedlitzer Bucht“. Auf einer Fläche von ca. 10,6 ha soll in der Sedlitzer Bucht (Nordfeld Sedlitz) ein Wohngebiet mit Einfamilienhäusern, Reihenhäusern und Mehrfamilienhäusern entstehen.

Da das Bebauungsgebiet unmittelbar an die gestaltete Uferböschung des ehemaligen Tagebaues Sedlitz angrenzt sowie im Untergrund des geplanten Bebauungsgebietes ehemalige untertägige Grubenbaue verlaufen, ist der Baugrund hinsichtlich noch möglicher vorhandener bergbaubedingter Gefährdungen zu bewerten sowie die Standsicherheit der Uferböschung mit Bebauung nachzuweisen.

Gleichzeitig sollen die bergbaulichen Betrachtungen durch ein Baugrundgutachten in der Qualität einer Voruntersuchung gemäß DIN 4020 ergänzt werden. Diesbezüglich wurde in der Aufgabenstellung ein zu realisierendes bodenphysikalisches Feld- und Laborprogramm vorgegeben.

Die geotechnischen Untersuchungen sollen durch einen bei den Bergbehörden in Sachsen und Brandenburg anerkannten bzw. gelisteten Sachverständigen für Geotechnik durchgeführt werden.

Im Rahmen der Bodenmechanischen Standsicherheitsbeurteilung sind folgende geotechnische Schwerpunkte zu bearbeiten:

- (1) Recherchen zu den Bergbauaktivitäten im geplanten, gekippten Baugebiet sowie zu bereits vorliegenden Unterlagen und geotechnischen Untersuchungsergebnissen,
- (2) Antrag zur Nutzung und Anforderung zur Übergabe relevanter bergmännischer Unterlagen sowie Angaben zum Kippengelände wie bergmännisches Risswerk mit Tagebauen und Abbauständen, bereits vorhandene geotechnische Untersuchungen und Gutachten zur Zusammensetzung und Beschaffung der Tagebaukippen, den daraus resultierenden Eigenschaften, Gutachten und Standsicherheitsbeurteilungen zu den bergbaubedingten Gefährdungen, Nutzungseinschränkungen etc., Abschlussbetriebspläne, Angaben zu den hydrogeologischen Verhältnissen (IST- Situation und nachbergbauliche Verhältnisse nach Abschluss Grundwasserwiederanstieg),
- (3) Befahrung des Untersuchungsgebietes. Nach Sichtung aller hinsichtlich der geplanten Baumaßnahme relevanten Erkenntnisse:
- (4) Auswertung aller Unterlagen, Beschreibung der Entstehung des Bergbaugeländes im Baugebiet und Darstellung der geotechnischen und hydrogeologischen Verhältnisse,
- (5) Ableitung bodenphysikalischer Eigenschaften und Berechnungskennwerte der im bergbaulich beanspruchten Gebiet anstehenden Böden für Voruntersuchungen unter Berücksichtigung der Ergebnisse aus der geplanten Baugrunderkundung,
- (6) Konstruktion maßgebender Berechnungsprofile entlang der Uferböschung (3 Profile), erdstatische Berechnung der Standsicherheiten nach dem Teilsicherheitskonzept unter Berücksichtigung des Einflusses der Bebauung,

- (7) Beschreibung möglicherweise daraus resultierender bergbaubedingter Gefährdungen bzw. Baugrunddefizite /-risiken und Abschätzung deren Auswirkungen auf das geplante Bauvorhaben, unterschieden nach Baudurchführung und Nutzungsphase,
- (8) Möglichkeiten der Beseitigung bergbaubedingter Gefährdungen bzw. Baugrundrisiken, mögliche Maßnahmen zur Verbesserung des Baugrundes sowie zur Reduzierung des Risikos, Aussagen zur Verhältnismäßigkeit von Baugrundverbesserungen und Baugrundrisiko (Gründungsempfehlungen),
- (9) Weitere Hinweise, Empfehlungen,
- (10) Zusammenstellen von Unterlagen, Datenablage, Zeichenarbeiten.

Die G.U.B. Ingenieur AG, NL Cottbus, wurde gemäß [03] durch die Stadt Senftenberg mit der Erarbeitung der bodenmechanischen Standsicherheitsbeurteilung beauftragt.

Die Untersuchungen werden durch Herrn Dipl.-Ing. Falk Hoffmann, einem von der Brandenburger Bergbehörde Landesamtes für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg (LBGR) gelisteten anerkannten Sachverständigen für Geotechnik, durchgeführt.

Die vorliegende bodenmechanische Standsicherheitsbeurteilung wird dabei nach den Grundsätzen der Richtlinie des LBGR „Geotechnische Sicherheit“ vom 01.07.2014 [18] angefertigt.

Bei Änderungen und Eingriffen sowie Veränderungen der in der Standsicherheitsbeurteilung aufgeführten Randbedingungen ist der unterzeichnende Gutachter zu informieren.

2 **Arbeitsunterlagen**

- [01] Anfrage zur geotechnischen Beratung zu den bergbaubedingten Gefährdungen speziell in Hinblick auf untertägige Hohlräume und die Standsicherheit der Uferböschung im Bereich der Sedlitzer Bucht am ehemaligen Tagebau Sedlitz mit geplantem Bebauungsplan als Vorentwurf per Mail vom 21.05.2024, Stadt Senftenberg, 00.2 Geschäftsbereich II – Stadtentwicklung und Bau, Frau Antje Derksen

- [02] Angebot für die bodenmechanische Standsicherheitsbeurteilung zur Entwicklung eines Wohngebietes am Sedlitzer See am Rand des ehemaligen Braunkohlen-tagebaues Sedlitz, Nordfeld, G.U.B. Ingenieur AG, Niederlassung Cottbus, 23.05.2024

- [03] Beauftragung vom 30.05.2024, Stadt Senftenberg, Zeichen 61/51101/10/03

- [04] Genehmigung der LMBV mbH per Mail vom 14.06.2024, Herr Frank Neubert, VT2 zur Verwendung der zur Lösung der Aufgabenstellung benötigten Unterlagen, LMBV mbH

- [05] Bergmännisches Risswerk, Stand 05/2024, LMBV mbH, Übergabeprotokoll Markscheiderei vom 13.06.2024

- [06] Hydroisohypsen, Prognose HGM ERLK Modellaktualisierung 2016; Bearbeitungsstand 05/2018, übergeben am 13.08.2019 per E-Mail durch Herrn Biedermann, LMBV mbH

- [07] Standsicherheitseinschätzung Tagebaurestloch Sedlitz, Teil 1 - Geotechnische Grundlagen vom 30.08.1979, Institut für Braunkohlenbergbau, Forschungsbereich Spreetal, HA Bodenmechanik

- [08] Standsicherheitseinschätzung Tagebaurestloch Sedlitz, Teil 10, Untersuchungsbereiche 8 und 9, Nordfeld vom 15.07.1983, VE BKK Senftenberg, Stammbetrieb, Bereich Forschung und Entwicklung, Hauptabteilung Geotechnik, Schwarze Pumpe

- [09] Altbohrungen Blatt Sedlitz im Ausschnitt aus dem Datensatz der Abteilung Geotechnik der LMBV mbH

- [10] Bodenmechanischer Standsicherheitsnachweis zur Bewertung der nördlichen Tagebaurandböschung am Sedlitzer See im Gewachsenen, Bereich Nordfeld Sedlitz, G.U.B. Ingenieur AG, Niederlassung Cottbus, 22.03.2013 (CBG 12 0710)

- [11] 1. Nachtrag zum Bodenmechanischen Standsicherheitsnachweis zur Bewertung der nördlichen Tagebaurandböschung am Sedlitzer See im Gewachsenen, Bereich Nordfeld Sedlitz, Abschnitt A 2, Bereich des Lagunendorfes, G.U.B. Ingenieur AG, Niederlassung Cottbus, 14.01.2014 (CBG 12 0710)

- [12] Dokumentation und Bewertung des Sanierungserfolges der Sicherung der nördlichen Tagebaurandböschung am Sedlitzer See im Gewachsenen, Nordfeld Sedlitz, G.U.B. Ingenieur AG, Niederlassung Cottbus, 25.05.2021 (CBG 17 0285)

- [13] Abschlussdokumentation - Markscheiderische Dokumentation zur Verwahrung von technischen Altbohrungen im Bereich des Nordfeldes / Nordböschung RL Sedlitz, DMT-Leipzig, Zweigniederlassung der DMT GmbH & Co. KG, 30.09.2022
- [14] Empfehlungen für den Entwurf und die Berechnung von Erdkörpern mit Bewehrungen aus Geokunststoffen (EBGEO 2010), Arbeitskreis 5.2 der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V.
- [15] DIN EN 1997-1:2014-03, Eurocode 7 - Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln; Deutsche Fassung EN 1997-1:2004 + AC:2009 + A1:2013
- [16] DIN 4020:2010-12, Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2
- [17] Lausitzer Braunkohlenrevier, Wandlungen und Perspektiven, Heft 03, Sedlitz/Skado/Koschen, LMBV mbH, 2. aktualisierte Auflage, 02/2015
- [18] Richtlinie des Landesamtes für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg, Geotechnische Sicherheit (GeSi), 01.07.2014, Cottbus
- [19] Arbeitsanweisung T/A/1/17 „Verwahrung bzw. Sicherung von Brunnen und Grundwassermessstellen (GWM)“, LMBV mbH, gültig ab 01.02.2017
- [20] Historisches Wörterbuch zum Braunkohlenbergbau und zum Bergrecht, Dieter Sperling, Förderverein Kulturlandschaft Niederlausitz e.V., Beiträge zur Geschichte des Bergbaus in der Niederlausitz, Cottbus 2004

Alle Bearbeitungen und Berechnungen liegen bei dem Auftragnehmer vor und können bei Bedarf eingesehen werden.

3 Grundlagen

3.1 Territoriale Einordnung

Das Bearbeitungsgebiet befindet sich südwestlich der Ortslage Sedlitz, eines Ortsteiles von Senftenberg im Oberspreewald-Lausitz-Kreis des Landes Brandenburg. Es umfasst das nördliche Böschungssystem des zukünftigen Sedlitzer Sees einschließlich dessen Hinterland.

Tabelle 1: Lage des Bearbeitungsgebietes

Bundesland:	Brandenburg	
Kreis:	Oberspreewald-Lausitz	
Gemeinde:	Stadt Senftenberg	
Gemarkung:	Sedlitz	
TK 100:	C 4750 Hoyerswerda	
TK 50:	L 4550 Hoyerswerda	
Koordinaten (RD 83):	⁵⁷ 12 400 bis ⁵⁷ 12 800	⁵⁴ 33 900 bis ⁵⁴ 34 400

Das Sanierungsgebiet ist in dem Übersichtsplan der Anlage 1 dargestellt.

3.2 Bauvorhaben

Wie bereits unter Punkt 1 erläutert erarbeitet die Stadt Senftenberg mit dem ZV LSB den Bebauungsplan Nr. 33 „Wohngebiet Sedlitzer Bucht“. Auf einer Fläche von ca. 10,6 ha soll in der Sedlitzer Bucht ein Wohngebiet mit Einfamilienhäusern, Reihenhäusern und Mehrfamilienhäusern entstehen. Den Vorentwurf des Bebauungsplanes gemäß [01] enthält die Abbildung 1.



Abbildung 1: Vorentwurf Bebauungsplan Nr. 33 gemäß [01]

3.3 Entstehung des Bearbeitungsgebietes

Das Bearbeitungsgebiet wird durch den Braunkohlenabbau im Tagebau geprägt. Es handelt sich um den Tagebau Ilse-Ost, welcher später als Tagebau Sedlitz weitergeführt wurde.

Die Geschichte des Großtagebaus Ilse-Ost begann 1921 mit der Entwässerung. Ab 1926 wurde der Tagebau aufgeschlossen. Er wurde als zweiflügliger Tagebau über mehrere Drehpunkte betrieben (siehe Abbildung 2). Der Abraum diente anfangs zum Verfüllen des ausgekohlten Tagebaus Anna-Mathilde (am Großräschener See). Später verstürzte man ihn im Tagebau Ilse-Ost, vor allem zum Erhöhen der Förderbrückenkippe bis in das Niveau der Rasensohle. Ab 1928 wurde die Abraumförderbrücke F 35 Nr. 10 eingesetzt, die 1945 als Reparationsleistung demontiert und in die Sowjetunion transportiert wurde.

Die Kohleförderung begann 1928. Die geförderte Rohbraunkohle wurde in den Brikettfabriken in Senftenberg und Laubusch verarbeitet. Außerdem wurde die Kohle bei der BASF in Schwarzheide zunächst zur Herstellung von Synthesegas und flüssigen Kohlenwasserstoffen und darüber hinaus ab 1935 in der Braunkohle-Benzin-AG (BRABAG) zur Herstellung von Benzin verwendet.

Nach 1945 wurde der Tagebau Ilse-Ost weitergeführt. Er wurde 1949 in den Tagebau „Tatkraft“ und 1957 in den Tagebau „Sedlitz“ umbenannt. In der Nachkriegszeit wurde ein Abraumzugbetrieb mit Pflug- und Absetzerkippen eingerichtet. Das Südfeld des Tagebaus wurde 1961, das Nordfeld 1963 ausgekohlt. Ab 1960 wurde mit der F 34 Nr. 23 wieder eine Abraumförderbrücke eingesetzt.

Der Abbau im Brückenfeld wurde, im Norden beginnend, im Uhrzeigersinn weitergeführt. Ein wesentlicher Anstieg des Anteiles an Vorschnittabraum in den 1970er Jahren machte eine Erhöhung der Kippenkapazität notwendig. Dafür und zum teilweisen Schließen der AFB-Randschläuche richtete man ab 1973 am Nordrand des Tagebaus eine Reihe von Spülkippen ein.

Die Kohleförderung wurde planmäßig im Jahr 1980 eingestellt.

Der Bereich des Bearbeitungsgebietes wurde 1952 - 1958 durch den Abraumzugbetrieb Nordfeld Sedlitz überbaggert. Dabei entstand das Tagebaurandböschungssystem, mit der später errichteten Rampe der Kohlebahnausfahrt. Im unmittelbaren Hinterland der nördlichen Tagebaurandböschung, dem aktuell geplanten Baugebiet, befanden sich die Tagebauleitung sowie die Werkstatt des Tagebaues.

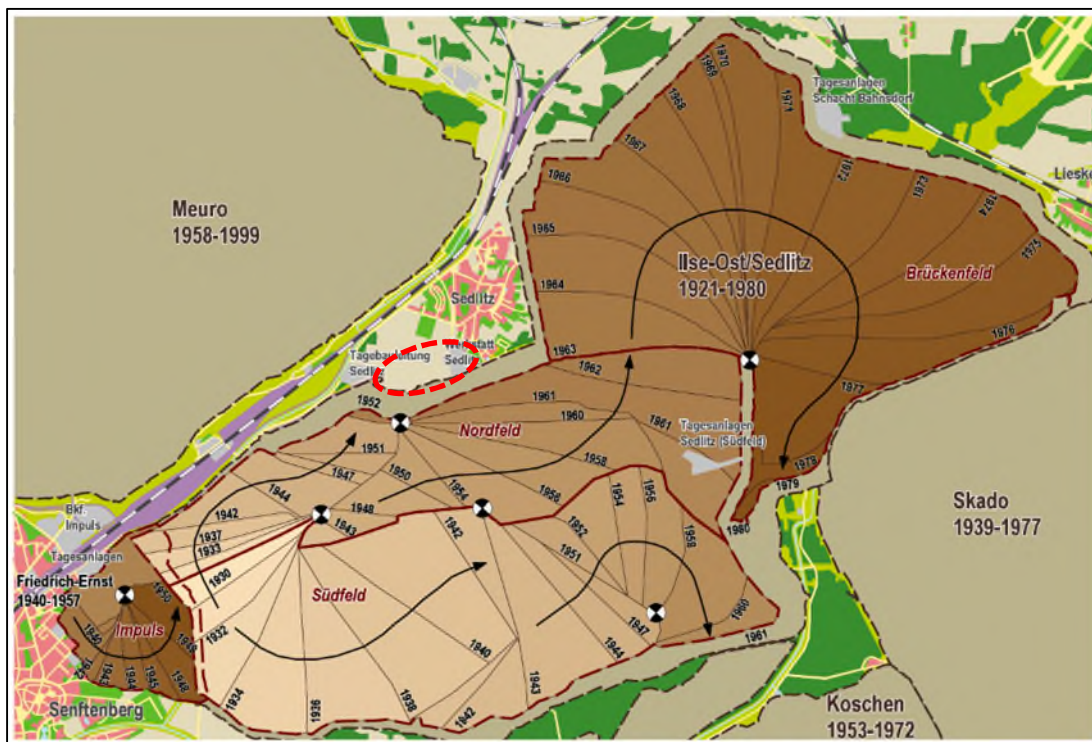


Abbildung 2: Entwicklung des Tagebaues Ilse-Ost mit Bearbeitungsgebiet aus [17]

3.4 Geologische Verhältnisse

Die Schichtung des Untergrundes im Bearbeitungsgebiet wird durch die geotechnischen Profile in der Anlage 3 dargestellt. Darin wurden die vorhandenen Sondierungen der Baugrunduntersuchung (Anlage 4), repräsentative Altbohrungen der Braunkohlenlagerstättenerkundung [09], die Standsicherheitseinschätzung Tagebaurestloch Sedlitz, Teil 1 – Geotechnische Grundlagen [07] und Teil 10 – Untersuchungsbereiche 8 und 9, Nordfeld [08] sowie das Markscheiderische Risswerk der LMBV mbH [05] ausgewertet.

Gewachsenes

Der Oberboden weist im Bebauungsgebiet eine Mächtigkeit von 0,2 m bis 0,5 m auf. Die anstehende Schichtenfolge beginnt mit pleistozänen Fein- und Mittelsanden (Bodengruppe SE nach DIN 18196) in einer Mächtigkeit von ca. 3,0 m bis 4,5 m. Unterlagert werden sie von einer 0,5 m bis ca. 1,5 m dicken Schicht aus schwach bis mäßig schluffigen Feinsanden (SU, SU*) bis feinsandigen Schluffen (UL), die lokal unterschiedlich ausgebildet ist und ca. den Höhenbereich +100,5 m NHN bis +102 m NHN umfasst, welcher dem Gründungsniveau entspricht. Aus geologischer Sicht handelt es sich um die Oberen Talsande.

Es folgen vorwiegend Mittel- und Grobsande mit kiesigen Beimengungen, die den Unteren Talsanden (Pleistozän) zuzuordnen sind.

An der Pleistozän-Tertiär-Grenze in 14 m bis 24 m Tiefe wurde mit einigen der Altaufschlüsse Kohle erkundet. Es handelt sich um 3,0 m bis 4,5 m mächtige allochthone Schollen tertiären Ursprungs, die dem 1. Flözhorizont zuzuordnen sind. Darunter schließt sich eine geringmächtige (< 1 m) Schluffschicht an, bei der es sich wahrscheinlich um den Liegendenschluff des 1. Lausitzer Flözes handelt. Die Pleistozänbasis schwankt zwischen +81 m NHN und +90 m NHN.

Die tertiäre Schichtenfolge wird relativ ungestört angetroffen, es ist kein Einfallen der Schichten zu verzeichnen ($\varepsilon = 0^\circ$; vgl. [07]). Zunächst wurden die Sande des Grundwasserleiters 400 angetroffen. In 32 m bis 36 m Tiefe beginnt der 16 m bis 19 m dicke Hangendschluffkomplex. In den restlochfernen Altaufschlüssen wird ein zwischengelagerter Sandhorizont von maximal 5,5 m Mächtigkeit ausgewiesen.

Das Hangende des 2. Lausitzer Flözes befindet sich bei +51 m NHN (restlochfern) bis +57 m NHN (Abbaugrenze). Das Kohleflöz ist relativ eben abgelagert und rund 10 m mächtig.

Unter einer etwa 1 m dicken Liegendenschluff-Schicht folgen bis zur jeweiligen Endteufe der Erkundungsbohrungen aus den Jahren 1907 bis 1985 (meist in ca. 65 m Tiefe bzw. in einem Höhenniveau von +40 m NHN bis +45 m NHN) weitere Sande.

Kippe

An das gewachsene Randböschungssystem wurde eine Innenkippe angelehnt. Es handelt sich um Pflug- und Absetzerkippen, die sich aus Sanden mit < 10% Feinkornanteil zusammensetzen. Zwischenzeitlich sind diese Kippen nahezu vollständig wassergesättigt. Die Kippenoberfläche ist im Höhenniveau +90 m NHN bis +96 m NHN einzuordnen.

Die Abbildung 3 zeigt ein geologisches Normalprofil für das Bearbeitungsgebiet.

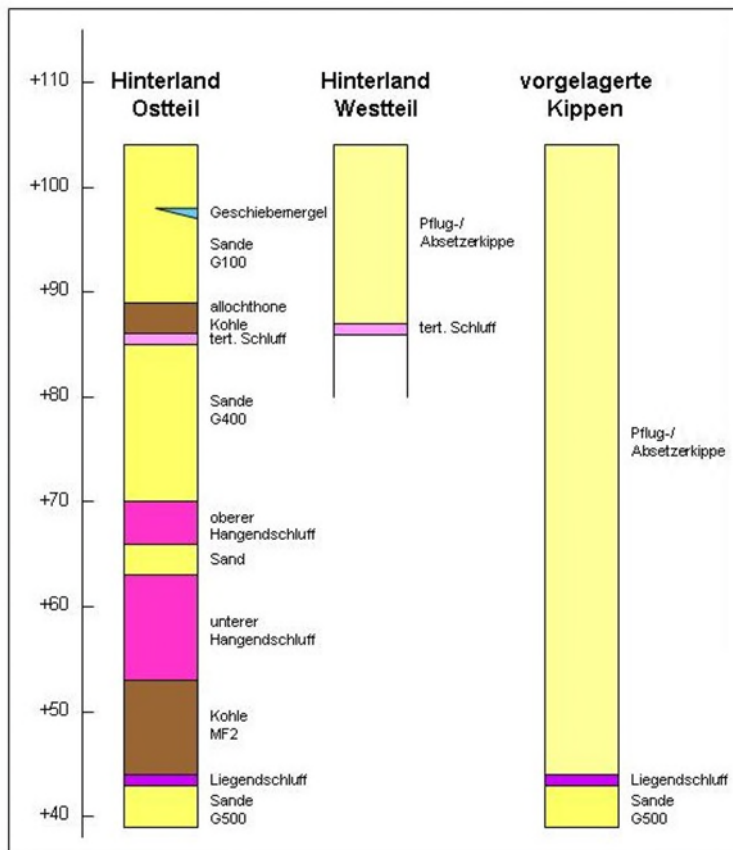


Abbildung 3: Geologisches Normalprofil für das Bearbeitungsgebiet aus [10]

3.5 Hydrogeologische Situation

Grundsätzlich unterliegt das Bearbeitungsgebiet noch dem Einfluss der durch bergbauliche Entwässerungsmaßnahmen geschaffenen Grundwasserabsenkung.

Nach Abschluss des Grundwasserwiederanstieges wird sich im Sedlitzer See ein Seewasserstand im Niveau zwischen unterem Seewasserendstand +100,0 m NHN und obereren Seewasserendstand +101,0 m NHN ausbilden.

Für Bemessungen weist die LMBV mbH als maximal höchsten kurzzeitigen Endwasserstand im Hochwasserfall

+101,25 m NHN

aus.

Gegenwärtig liegt der Wasserstand im Sedlitzer See bei +99,98 m NHN (08.07.2024).

Aufgrund der guten Wasserdurchlässigkeit der im Bearbeitungsgebiet im Untergrund anstehenden Pleistozänen Sande kommuniziert der Seewasserspiegel mit dem Grundwasserspiegel. Die Grundwasserstände in Seenähe werden daher im Wesentlichen durch den jeweiligen Seewasserstand bestimmt.

3.6 Bergmännische Sicherung des Bearbeitungsgebietes

Nach der Auskohlung des Tagebaues wurden die Tagesanlagen im Hinterland zurückgebaut. Das Tagebaurandböschungssystem verblieb lange in seiner ursprünglichen Form.

2013 wurde in den Bodenmechanischen Standsicherheitsnachweisen [10] und [11] die öffentliche und geotechnische Sicherheit des Randböschungssystem im Auftrag der LMBV mbH geotechnisch untersucht und bewertet. Aus den Ergebnissen der bodenmechanischen und hydromechanischen Standsicherheits- und Stabilitätsbetrachtungen wurde der erforderliche Sicherungs- bzw. Sanierungsbedarf zur abschließenden Herstellung der öffentlichen und geotechnischen Sicherheit (u. a. Ufersicherung mittels massiven Verbau, Massenabtrag zur Gewährleistung der Trittsicherheit) abgeleitet und die notwendigen Sanierungsmaßnahmen ausführungsfähig geplant. Die komplexen Erdarbeiten begannen 2017.

Während der Bauphase wurden im Uferbereich des Nordfeldes Sedlitz widererwartend signifikante Kliffbildungen festgestellt, die teilweise dicht an die neu verbaute Uferböschung zur Sicherung des Restloches Sedlitz für den Endzustand nach Flutungsende heranreichten. Eine Überprüfung der Situation im Mai 2019 mit den neuen hydrogeologischen Randbedingungen ergab aufgrund des stark veränderten Flutungsverlaufes des Sees eine Gefährdung der bereits verbauten Uferböschung durch Unterspülung des Verbauauflagers.

Aufgrund dieser kritischen Situation musste vor dem weiteren Seewasseranstieg über das Niveau +94,0 m NHN hinaus zum Schutz der bereits verbauten neuen Uferböschung mit Gründungsniveau $\geq +94,8$ m NHN das vorhandene Kliff schnellstmöglich gesichert werden. Die Zielstellung der bergmännischen Sanierungsarbeiten bestand somit in der Beseitigung dieser akuten Gefährdung. Die technologische Lösung sah die Sicherung des Kliffs mittels geotextilen Sandcontainern als Sofortmaßnahme vor. Das Regelprofil in Abbildung 4 zeigt den grundsätzlichen konstruktiven Aufbau mit den geplanten und schließlich auch verbauten Baustoffen.

Die Sicherung des Kliffs zum Schutz der Uferböschung erfolgte im Zeitraum November 2019 bis Februar 2020.

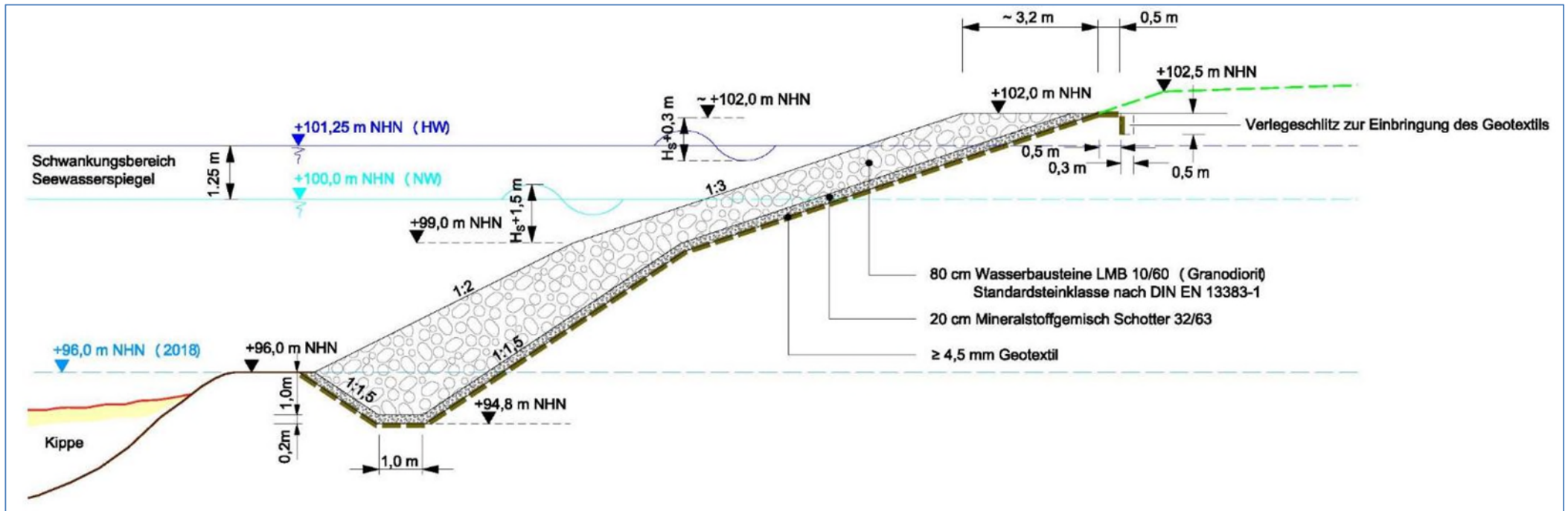


Abbildung 5: Regelprofil für Uferbereiche mit Geländehöhen am Böschungsfuß im Niveau $\leq +97,5$ m NHN aus der Ausführungsplanung der G.U.B. Ingenieur AG

4 Baugrunduntersuchung im geplanten Bebauungsgebiet

4.1 Art und Umfang der geotechnischen Untersuchungen

Im Rahmen einer Voruntersuchung gemäß DIN 4020 wurden zur Erkundung der Baugrundverhältnisse am 03.07.2024 und 04.07.2024

- + **4 Bohrsondierungen** mittels Kleinrammbohrung (KRB) nach DIN EN ISO 22475-1, 5 m tief und
- + **4 leichte Rammsondierungen DPL 10** (RS) nach DIN EN ISO 22476-2, ebenfalls 5 m tief,

niedergebracht.

Die Felduntersuchungen wurden durch die G.U.B. Ingenieur AG, Erdbaulabor Lauta abgeteuf.

Die Koordinaten und Höhen der Felduntersuchungen enthalten die jeweiligen Protokolle der Anlage 4. Der Lageplan Anlage 2.1 zeigt die Lage der Aufschlusspunkte. Die Anzahl und Lage der Ansatzpunkte wurden durch den Auftraggeber vorgegeben. Der Ansatzpunkt KRB/RS 4 lag in einem Waldstück. Er wurde nach Südosten an die Waldkante verschoben.

Aus den mit den Kleinrammbohrungen gewonnenen Bohrgut wurden für bodenphysikalische Laboruntersuchungen zur Klassifizierung der Böden „gestörte“ Bodenproben entnommen (Proben der Güteklasse 3 nach DIN EN 1997-2). Die Entnahmetiefen der entnommenen Proben sind neben den Bohrtiefen in den Bohrprofilen dargestellt.

An ausgewähltem Probenmaterial wurden im Erdbaulabor bodenphysikalische Laboruntersuchungen durchgeführt. Bestimmt wurden

- + **4 St. natürlicher Wassergehalt** w nach DIN EN ISO 17892-1,
- + **4 St. Korngrößenverteilungen** nach DIN EN ISO 17892-4 inkl. empirischer Ermittlung der Wasserdurchlässigkeit k_r ,
- + **4 organische Bestandteile** V_{gl} nach DIN 18128.

Darüber hinaus erfolgte an **2 Proben** eine Untersuchung der Wiederverwendbarkeit des Aushubbodens **nach Ersatzbaustoffverordnung** (EBV vom 09.07.2021 Materialwerte für Boden /Baggergut BM/BG-0* gem. Anlage 1 Tab. 3 (TOC konv.) inkl. Elution).

Die chemischen Untersuchungen wurden durch das Labor AGROLAB Group, AWV-Dr. Busse GmbH, Plauen durchgeführt.

Alle Laborprotokolle sind in der Anlage 5 enthalten.

4.2 Bewertung der Untersuchungsergebnisse

4.2.1 Baugrundsichtung und Lagerungsverhältnisse

Die anstehenden Ablagerungsverhältnisse im Bearbeitungsgebiet werden durch die Bohrprofile in der Anlage 4 sowie die Baugrundschnitte in der Anlage 3 charakterisiert. Der Baugrund ist wie folgt aufgebaut:

+ Oberboden - **Schicht 1**

Unter der Geländeoberfläche stehen lokal geringmächtige humos durchsetzte Sande an (Bodengruppe OH nach DIN 18196). Der Oberboden ist locker gelagert.

+ Pleistozäne Sande - **Schicht 2**

Im Liegenden des Oberbodens folgen nicht bis schwach schluffige Fein- bis Mittelsande, lokal auch Grobsande der Bodengruppen SE bis SU gemäß DIN 18196.

Die Pleistozänen Sande sind in der Regel mitteldicht, in KRB 03 dicht gelagert. Die Bohrung KRB 01 weist ab einer Tiefe von 3,7 m bis zur Endteufe von 5,0 m sehr lockere bis lockere Lagerungsverhältnisse auf. Der Einfluss dieser lockeren Schicht in diesem Tiefenbereich auf die Bebauung sollte anhand konkreter Setzungsberechnungen für die geplanten Gebäude ermittelt werden.

+ Interstadiale Schluffe - **Schicht 3**

In KRB 02 und KRB 04 wurden als Zwischenlagen in den Pleistozänen Sanden bis zu 1m mächtige Schluffhorizonte erkundet. Dieser stark schluffige Sand bis leichtplastische Schluff (Bodengruppen SU* ... UL) weist gemäß Rammsondierung eine steife bis halbfeste Konsistenz auf. Geologisch gesehen ist dieser Boden einer zwischenglazialen Bodenbildung (Interstadial) zuzuordnen.

+ Auffüllungen - **Schicht 4**

Oberhalb der Pleistozänen Sande ist aufgrund der früheren teilweise intensiven Nutzung des Geländes durch den Tagebau (Gebäude der Tagebauleitung und Werkstätten) mit Auffüllungen zu rechnen. Erkundet wurden mittels der 4 punktuellen Aufschlüsse jedoch keine. Derartige Auffüllungen weisen i.A. oberflächennah wahrscheinlich häufig lockere Lagerungsverhältnisse auf. Diese Auffüllungen bestehen meistens aus Sanden aller Kornklassen mit Beimengungen von Schluffen und Tonen. In Oberflächennähe können die Auffüllungen durchwurzelt sein.

4.2.2 Grundwasserverhältnisse, -qualität

Folgende Grundwasserverhältnisse wurden bei der Felderkundung in den gut wasserdurchlässigen Sanden angetroffen:

- + KRB 01 $a_w = 3,40 \text{ m}$ (+100,10 m NHN)
- + KRB 02 $a_w = 3,55 \text{ m}$ (+100,25 m NHN)
- + KRB 03 $a_w = 4,60 \text{ m}$ (+100,50 m NHN) und
- + KRB 04 $a_w = 4,80 \text{ m}$ (+100,70 m NHN).

Zukünftig wird das Grundwasser infolge Flutung des Sees weiter ansteigen. Es ist gemäß Punkt 3.5 bei der Planung der baulichen Anlagen im Bearbeitungsgebiet zumindest zeitweise von einem höchsten nachbergbaulichen Grundwasserstand von

+101,5 m NHN

auszugehen.

Die See- und Grundwasserqualität wird aktuell noch stark von der Flutung des Restsees sowie der Erstaufsättigung und Durchströmung der verschiedenen Bodenschichten im anstehenden Lockergestein beeinflusst. Die Kippen enthalten zu großen Anteilen tertiäre, saure Böden.

Es wird hinsichtlich der Berücksichtigung des Angriffsgrades gegenüber Beton sowie hinsichtlich der Stahlkorrosivität empfohlen, die LMBV mbH zur aktuellen sowie zur prognostischen Entwicklung der Wasserchemie im ehemaligen Tagebau Sedlitz anzufragen. Sollten diesbezüglich keine verwertbaren Daten vorliegen, ist auf der „sicheren Seite“ liegend von starkem Angriffsgrad bzw. hoher Korrosionswahrscheinlichkeit auszugehen.

4.2.3 Allgemeine Baugrundeigenschaften und bautechnische Eignung

In Auswertung der im Untersuchungsgebiet ausgeführten Aufschlüsse und unter Berücksichtigung der Laborergebnisse werden den Baugrundsichten hinsichtlich ihrer bodenphysikalischen Eigenschaften in Anlehnung an DIN 18196 die allgemeinen Baugrundeigenschaften gemäß Tabelle 2 zugewiesen.

Tabelle 2: Allgemeine bautechnische Eigenschaften der anstehenden Böden

Bewertungs-kriterien	Oberboden (Schicht 1)	Pleistozäner Sand (Schicht 2)	Interstadialer Schluff (Schicht 3)	Auffüllungen (Schicht 4)
Bodengruppe nach DIN 18196	OH	SE ... SU	UL ... SU*	[SE ... SU ... SU*], lokal [GE]
Lagerungsdichte/ Konsistenz	locker	mitteldicht	steif - halbfest	lockert
Frostempfindlichkeits- klasse nach ZTVE-StB 17	F 2	F 1	F 3	F 1 - F 3
Witterungsempfindlichkeit	mittel	mittel bis groß	groß bis sehr groß	mittel bis groß
Zusammendrückbarkeit	mäßig bis groß	gering bis mittel (KRB 01 ab 3,7m groß)	mittel	groß bis mittel
Wasserdurchlässigkeit	mittel bis groß	mittel bis groß	gering bis sehr gering	mittel bis groß
Verdichtbarkeit	mäßig bis schlecht	gut bis mittel	mäßig	gut bis mittel
Wiederverwendbarkeit für belastete Auffüllungen	ungeeignet	gut geeignet	brauchbar bis geeignet	brauchbar bis gut geeignet
Homogenbereich nach DIN 18300	HB 1	HB 3	HB 4	HB 2

4.2.4 Homogenbereiche nach DIN 18300

Für die Durchführung von Erdarbeiten sind die im Baugebiet erkundeten Böden unter Berücksichtigung der DIN 18300 in die in Tabelle 3 definierten Homogenbereiche (HB) zu unterscheiden. Grundlage für die den Homogenbereichen zugeordneten Eigenschaften bilden die Anlagen 3 und 4.

Tabelle 3: Homogenbereiche nach DIN 18300

Homogenbereich (HB) Eigen-schaften	HB 1 Oberboden (Schicht 1)	HB 3 pleistozäne Sande, (Schicht 2)	HB 4 Interstadialer Schluff (Schicht 3)	HB 2 Auffüllungen (Schicht 4)
Korngrößenverteilung u. Benennung mit Kurzzeichen nach DIN 4023	S, u', h	S, g', (u')	U, s ... S, u*	S, u' ... u*, g
Anteil Steine in %	< 10	< 5	0	< 10
Dichte in g/cm ³	1,6... 1,8	1,7... 1,9	1,8 ... 2,0	1,6 ... 1,8 lokal: 1,8...2,0
Wassergehalt in %	2 ... 12	1 ... 15	< 15	2 ... 35
Lagerungsdichte	meist locker	mitteldicht bis dicht	-	vermutlich locker, lokal mitteldicht
Konsistenz	-	-	steif - halbfest	-
organischer Anteil in %	< 15	< 3	< 5	< 15
Bodengruppen nach DIN 18196	OH	SE ... SU	UL ... SU*	[SE ... SU ... SU*], lokal [GE]

Der gewachsenen Aushubboden ist nach Ersatzbaustoffverordnung den Bodenmaterialien BM-0* zuzuordnen (siehe Anlage 5).

4.2.5 Bodenkenngrößen und Rechenwerte

Für die im baupraktisch relevanten Tiefenbereich anstehenden Böden können die angegebenen charakteristischen Berechnungskennwerte, die auf den Ergebnissen der Feld- und Laboruntersuchungen sowie korrelativen Beziehungen, Erfahrungswerten und Tabellenwerken basieren, in Ansatz gebracht werden.

Tabelle 4: Charakteristische erdstatische Berechnungskennwerte für die Planung des Bebauungsgebietes

Schicht	Rohwichte (erdfeucht) γ [kN/m ³]	Wichte unter Auftrieb γ' [kN/m ³]	Reibungswinkel ϕ'_k [°]	Kohäsion c'_k [kN/m ²]	Steifemodul E_s [MN/m ²]	Wasserdurchlässigkeit k_f [m/s]
1 - Oberboden	16,5	9,5	30	0	n.r.	n.r.
2 - Pleistozäner / tertiärer Sand	18,0	10,0	34,0	0	10 (lo) 50 ... 80 (md ... d)	$5 \cdot 10^{-4} \dots 1 \cdot 10^{-4}$
3 - Schluff	21,0	11,0	27,5	5,0	10 ... 15 (st ... hf)	$5 \cdot 10^{-8} \dots 1 \cdot 10^{-9}$
5 - Auffüllungen	17,5	10,0	30,0	0	4 (lo) 15 ... 20 (md)	$1 \cdot 10^{-5} \dots 5 \cdot 10^{-6}$

Abkürzungen: n.r. = nicht relevant; lo = locker; md = mitteldicht; d = dicht gelagert; st = steif; hf = halbfeste Konsistenz

Die Baugrundkennwerte gemäß Tabelle 4 gelten als charakteristische (k) Berechnungskennwerte für Bau- und Verkehrsplanungen im baupraktisch relevanten Tiefenbereich. Sie sind nicht gleichzusetzen mit den Berechnungskennwerten für die Ermittlung der Standsicherheit der ehemaligen Tagebaurandböschung gemäß Punkt 6.4, Tabelle 5. Die Berechnungskennwerte der Tabelle 5 gelten ausschließlich für die in den geotechnischen Profilen dargestellten vollständigen Schichtenfolgen im Zusammenhang mit den bodenmechanischen Standsicherheitsbetrachtungen des Gesamtsystems bis zum ehemaligen Tagebauliegenden.

5 Untertägige Hohlräume

5.1 Allgemeine Erläuterungen

Die in den Braunkohletagebauen der Lausitz im Braunkohlenflöz unter Tage i. A. aufgefahrenen Streckensysteme dienen hauptsächlich der Wasserableitung (Entwässerungsstrecken) aber auch der Führung, dem Materialtransport, dem Abfordern der beim Auffahren mitgewonnenen Flözpartien sowie der Wetterführung. Mit der fortschreitenden Tagebauentwicklung wurden diese Streckensysteme in der Regel bei der Gewinnung des Kohleflözes überbaggert, so dass nur noch vereinzelt und vorwiegend im Übergang der gewachsenen / gekippten Bereiche Grenz- und Reststreckensysteme verblieben sind. Im Zuge der Entwässerung wurden die Strecken entweder von der Tagesoberfläche (Fallfilter) oder direkt von der Strecke aus (Steckfilter) angebohrt. Ein Beispiel für eine derartige Strecke mit entwässernden Fallfiltern mit Wassereintritt zeigt Abbildung 6.



Abbildung 6: Entwässerungsstrecke mit entwässernden Fallfiltern in der Grube „Clara“ in Welzow

5.2 Bergbaubedingte Gefährdungen

Bergbaubedingte Gefährdungen resultieren i. A. daraus, dass die Strecken zu Bruch gehen können, sich in der Folge bis zur Geländeoberfläche durchpausen und dort Löcher (sog. Tagesbrüche) bzw. Senken oder Mulden hervorrufen.

Das bergmännische Risswerk der LMBV mbH (siehe auch Lagepläne Anlage 2) zeigt im Bearbeitungsgebiet mehrere **dokumentierte Tagesbrüche** vorrangig westlich der Strandbucht 4.

Aus diesem Grund wurden die Strecken im Rahmen des Sanierungsbergbaues verfüllt (verwahrt).

Mit [13] liegt die Abschlussdokumentation zu den durchgeführten Verwahrarbeiten im Bearbeitungsgebiet vor. Der Bericht wurde durch die LMBV mbH für die Bearbeitung der vorliegenden Standsicherheitsbeurteilung als aktueller Stand im Juni 2024 übergeben. Gemäß dieser Verwahrdokumentation wurden im Zeitraum Februar 2019 bis Juni 2021 die finalen Erkundungs- und Verwahrarbeiten im Bearbeitungsgebiet ausgeführt. Die Gliederungspunkte 5.3, 5.4, 5.5 und 5.6 beschreiben die durchgeführten Arbeiten sowie die dabei festgestellten Verhältnisse.

Grundsätzlich verbleibt bei untertägigen Grubenbauen auch nach nachgewiesenem sicheren Versatz der Strecken **dauerhaft ein nicht vermeidbares Restrisiko**. So werden beispielsweise im Deckgebirge eventuell bereits vorhandene „hängende Brüche“ mit den Verwahrmaßnahmen (Kontroll- und Versatzbohrungen) i. d. R. nicht erfasst. Das Hohlraumvolumen derartiger „hängender“ Brüche ist jedoch deutlich kleiner, da kein Abgang der Bruchmassen aus dem Bruchschlot in Streckenhohlräume mehr erfolgen kann. Tagesbrüche oder Geländeabsenkungen können somit grundsätzlich auch nach der Verwahrung nicht gänzlich ausgeschlossen werden.

5.3 Erkundung und Verwahrung der Strecken

Der Lageplan Anlage 2.2 (Verwahriss) zeigt die im Bearbeitungsgebiet im 2. Braunkohlenflöz aufgefahrene Strecken. Demnach befinden sich im Bearbeitungsgebiet

- + die Strecke Nord 12,
- + die Nordstrecke 16 sowie
- + die Rohrleitungsstrecken 1 bis 3.

Mit [13] liegt die Abschlussdokumentation zu den durchgeführten Verwahrarbeiten vor. Gemäß dieser Verwahrdokumentation wurden im Zeitraum Februar 2019 bis Juni 2021 die Erkundungs- und Verwahrarbeiten wie folgt ausgeführt.

- + **Strecke Nord 12,**

Die Erkundung der Strecke Nord 12 erfolgte im Böschungshinterland nördlich der Strandbucht 4 mit 10 Kontrollbohrungen auf Altversatz.

Die Bohrungen KoAV17 und KoAV17A mussten vorzeitig in einer Teufe von 18,0 m bzw. 14,1 m unter Ansatzpunkt (AP) aufgrund von totalem Spülungsverlust abgebrochen werden. Der Grund dafür war sehr wahrscheinlich ein „hängender Bruch“ im sandigen Deckgebirge. Die Bohrungen wurden gesichert und schließlich mit hydraulischem Versatzbaustoff (Prefill U) beaufschlagt.

Die Bohrung KoAV17B (ET 54,0 m) traf in einem oberen Niveau von 22,0 - 25,5 m u. AP auf Altversatz (BFA, Feinsand) und wies im erwarteten Streckenniveau von 50,6 – 52,4 m u. AP einen verfüllten Hohlraum nach. In das Bohrloch wurde eine Versatzrohrtour eingebaut und der Bohrpunkt mit einer Umzäunung gesichert. **Eine Verfüllung des angetroffenen Hohlraumes ist gemäß [13] bislang nicht erfolgt.**

Die Bohrung KoAV20C (ET 57,0 m) wies im Niveau 51,2 – 53,0 m u. AP einen Hohlraum im Streckenniveau **außerhalb des risskundlich belegten Streckenverlaufs** nach (ca. 10 m nördlich davon). Entsprechend dem Bohrergebnis konnte damit eine weitere Fortsetzung der Strecke Nord 12 nach NW bohrtechnisch nachgewiesen werden. In das Bohrloch wurde eine Versatzrohrtour eingebaut und der Bohrpunkt mit einer Umzäunung gesichert. **Eine Verfüllung des angetroffenen Streckenhohlraumes ist bislang nicht erfolgt.**

Die Bohrung KoAV22 (ET 57,0 m) wies die Strecke im Niveau von 51,5 bis 53,3 m u. AP verfüllt, aber mit totalem Spülungsverlust nach. In das Bohrloch wurde eine Versatzrohrtour eingebaut und der Bohrpunkt mit einer Umzäunung gesichert. **Eine Verfüllung des angetroffenen Streckenhohlraumes ist bislang nicht erfolgt.**



Abbildung 7: Eingezäunte Versatzrohre KoAV20C und KoAV22 (Foto: G.U.B., 24.06.2024)

+ **Nordstrecke 16**

Die Erkundung der Nordstrecke 16 erfolgte im Böschungshinterland mit 11 Kontrollbohrungen auf Altversatz. Die Kontrollbohrungen trafen die Strecke durchschnittlich im Höhenniveau +51 m bis +53 m u. AP und wiesen im Wesentlichen Altversatz bestehend aus Braunkohlenfilterasche und Sand nach. Die Bohrlöcher wurden mit hydraulischem Verfüllbaustoff (Prefill U) verfüllt.

+ **Rohrleitungsstrecken 1 bis 3.**

Die Erkundung erfolgte im Böschungshinterland mit 3 Kontrollbohrungen auf Altversatz. Die Bohrungen KoAV26 und KoAV26A (ET 57,0 m bzw. 60,0 m) schlossen unverritztes Gebirge auf (keine Strecken angetroffen). Die Bohrung KoAV26B (ET 57,0 m) wies die Strecke im Niveau von 53,8 – 55,7 m u. AP als verfüllt nach. Im Streckenniveau wurde BFA und Sand als Altversatz sowie Holz aufgeschlossen. Das Bohrloch wurde am 09.06.2021 über die eingebaute Versatzrohrtour mit hydraulischem Verfüllbaustoff (Prefill U) verfüllt.

5.4 Erkundung und Verwahrung technischer Bohrungen

Oberhalb der Strandbucht 4 liegen die 10 technischen Altbohrungen B5 bis B8, B9A, B9A.1, B9B, B9C, BoNrA und BoNrB über den Rohrleitungsstrecken 1 bis 3. Diese hatten Verbindungen zu den Strecken.

Die Altbohrungen wurden planmäßig an den abgesteckten Koordinaten mittels Baggerschürfen bzw. bei Erfordernis mittels erweiterten Baggerschürfen gesucht bzw. bereits im Zuge der erdbautechnischen Umgestaltung des Geländes aufgefunden. Es handelte sich durchgängig um Stahlrohre der Dimensionen DN 250 bis DN 600. Nach dem Freilegen der Altbohrungen erfolgte je nach örtlichem Erfordernis die Herstellung einer Arbeitsebene zur Ausführung der Bohr- und Versatarbeiten. Zumeist wurde eine Rohrverlängerung hergestellt und die Arbeitsebene durch Wiederverfüllung der Suchschürfe angehoben. Nach Abschluss der Bohrlochverwahrung erfolgte erneut der Aushub einer Baugrube bis 2,0 m unter Geländeoberfläche, das Einkürzen der Stahlrohre und mittig über der jeweiligen Bohrung die Verlegung eines 2 m x 2 m messenden Geogitters (Typ FORTRAC 200T Fa. Hüsker) auf der Baugrubensohle.

Zur Verfüllung der teilweise mit Sand verfüllten, teilweise offenen technischen Bohrungen wurde ein zertifizierter hydraulischer Verfüllbaustoff (PREFILL-Suspension) eingesetzt.

5.5 Erkundung und Verwahrung von Bohrungen im Bereich von Verdachtspunkten (VP)

Im April 2019 erfolgten im Bearbeitungsgebiet über den Strecken geophysikalische Ortungsmessungen an Standorten mit Verdachtspunkten (VP) für weitere technische Bohrungen. Zur weiteren Erkundung dieser Standorte wurden daraufhin Baggerschürfe angelegt. Dabei wurden verschiedene weitere technische Bohrungen mit unterschiedlichem Durchmesser aufgefunden und unter Berücksichtigung der jeweiligen Dimension verwahrt. Die Punkte sind im Lageplan Anlage 2.2 dargestellt.

5.6 Filterbrunnen und Pegel

Filterbrunnen sind im geplanten Baugebiet gemäß bergmännischem Risswerk nicht vorhanden.

Hinsichtlich der Pegel umfassten die Erkundungs- und Verwahrarbeiten die Pegel P160 und P3643 (Doppelpegel).

Die Pegel 160 (P160) und 3643 (P3643) wurden bereits während der Erdbaumaßnahmen zur Herstellung der Soll-Geometrie aufgefunden. Es erfolgte der Aushub einer Baugrube zur Freilegung der Pegelrohre (DN50 Stahl). Die Rohre wurden bis 2,0 m u. GOK zurückgebaut und durch das Einfüllen von quellfähigen Tonpellets (Mikolit OO) in die teilverfüllten Pegelrohre sicher verwahrt. Die Baugruben wurden im Anschluss bis OK- Erdplanum wieder rückverfüllt.

5.7 Zusammenfassung und Bewertung des Sicherungserfolges

Der Sicherungserfolg wurde in [13] wie folgt zusammengefasst und bewertet:

Mit den ausgeführten Erkundungsbohrungen für die im Bearbeitungsgebiet vorhandenen Strecken

- + Nordstrecke 16 und
- + Rohrleitungsstrecke 1 – 3

konnte ein Vollversatz der Strecken mit nichtlagestabilem Versatz (BFA) festgestellt werden.

Für die Strecke Nord 12 ist gemäß [13] lediglich ein Teilversatz anzunehmen. Der nordwestliche Streckenschluss ist gegenwärtig nicht bekannt und weist zudem noch offene Streckenabschnitte auf. Hier wurde ein unzureichender Verwahrungszustand nachgewiesen.

Bei Erkundungsarbeiten wurde ein sogenannter „hängender“ Bruch im Deckgebirge angetroffen (Bohrung KoAV20A/20). Diese Verbrüche befinden sich oberhalb der Streckenfirste im Deckgebirge, sind in Ihrer Lage unbekannt und haben die Tagesoberfläche noch nicht erreicht. Außerdem sind die Größe des Hohlraums am oberen Ende des Bruchschlotes und der Zeitpunkt der Entstehung dieser Brucherscheinungen unbekannt. Ihr Vorhandensein im Deckgebirge über den Strecken kann auch weiterhin nicht ausgeschlossen werden.

Damit verbleibt auch nach den ausgeführten Erkundungs- und Verwahrungsmaßnahmen im Bearbeitungsgebiet langfristig ein Restrisiko für bergbauinduzierte Bodenbewegungen bis hin zu Tagesbrüchen bestehen.

Während der Sicherungsarbeiten wurden Tagesbrüche mit Tagesbruchdurchmessern zwischen min. 2 m und max. 7 m festgestellt. Durch die ausgeführte Streckenverwahrung wurden angetroffene Streckenhohlräume mit einer Versatzsuspension aus Braunkohlenfilterasche verfüllt und damit nach heutigem Kenntnisstand dauerstandsicher verwahrt. Eine Erfolgskontrolle wurde durch nachfolgende Kontrollbohrungen (KoV) realisiert.

Dabei angetroffene Resthohlräume wurden ebenfalls verwahrt. Das ursprünglich in den Strecken vorhandene Hohlräumpotenzial ist somit nicht mehr vorhanden. Neue Tagesbrüche durch einen „neuen“ Streckenverbruch sind damit auszuschließen.

Die evtl. noch im Deckgebirge vorhandenen „hängenden“ Brüche sind von dieser punktuell mittels Bohrungen ausgeführten Streckenverwahrung nicht erfasst worden. Das Hohlräumvolumen dieser „hängenden“ Brüche ist relativ klein, da kein Abgang der Bruchmassen aus dem Bruchschlot in Streckenhohlräume mehr erfolgen kann. Es ist also davon auszugehen, dass ein zur Tagesoberfläche durchschlagender Tagesbruch folglich nicht mehr einen Maximaldurchmesser von 7 m erreichen kann.

6 Bodenmechanische Standsicherheitsberechnungen

6.1 Geltungsbereich und Geltungszeitraum

Die Standsicherheitsberechnungen gelten **räumlich** für die Uferböschung in dem gemäß Anlage 2.1 dargestellten geplanten Baugebiet.

Die Standsicherheitsberechnungen gelten **zeitlich** unbegrenzt, solange sich die in der vorliegenden Standsicherheitsbeurteilung berücksichtigten und die Standsicherheit beeinflussenden geometrischen, geotechnischen, hydrogeologischen und nutzungstechnischen Randbedingungen nicht ändern.

Andernfalls wird eine Überprüfung der Aussagen in der Stellungnahme auf der Grundlage der veränderten Randbedingungen durch einen im Bergbau anerkannten Sachverständigen für Geotechnik erforderlich.

6.2 Berechnungsschnitte

Zur Untersuchung der bodenmechanischen Standsicherheit der ehemaligen Tagebau-randböschung wurden die repräsentativen geotechnischen Profile GP 1 und GP 2 senkrecht zur Uferböschung auf der Grundlage von [10] und [11] konstruiert. Die geotechnischen Profile sind in der Anlage 3 enthalten. Die Lage der Schnittspuren zeigt der Lageplan der Anlage 2.1.

Grundlage für die Geländeoberfläche über und unter dem Seewasserspiegel bildet das bergmännische Risswerk der LMBV mbH [05].

In den geotechnischen Profilen wurden die vorhandenen Aufschlüsse der Baugrunduntersuchung (vgl. Punkt 4) sowie repräsentative Altbohrungen der Braunkohleerkundung gemäß [10] und [11] ausgewertet.

Grundsätzlich stellen die Geotechnischen Profile aufgrund der nur punktuell vorhandenen Aufschlüsse **Modelle** des zu erwartenden Schichtaufbaues dar, mit welchem die Stand-sicherheits-verhältnisse jedoch hinreichend genau bodenmechanisch untersucht werden können.

6.3 Berechnungsfälle, -verfahren, Sicherheitskonzepte

Für die Bewertung der Standsicherheit der Böschungssysteme müssen als Versagensfälle sowohl das Abgleiten der Böschungen entlang geologisch vorgegebener Gleitflächen (VG) als auch das Versagen entlang erzwungener kreiszylindrischer Prüfflächen (KZP) untersucht werden.

Aus der Geologie, der Geometrie und der Belastung der Uferböschung durch die geplante Bebauung ergeben sich die unten aufgeführten Berechnungsfälle **BF**, für die die Standsicherheit bodenmechanisch nachzuweisen ist.

BF 1: Sicherheit der Tagebaurandböschung gegen Böschungsbruch bzw. Böschungsgrundbruch entlang erzwungener kreiszylindrischer Prüfflächen.

BF 2: Sicherheit der Tagebaurandböschung gegen Böschungsbruch bzw. Böschungsgrundbruch entlang vorgegebener Gleitflächen innerhalb der o. g. vorhandenen geologischen Schwächezonen (Ansatz der Gleitscherfestigkeitsparameter).

Weiterhin wird eine Entfestigung des vorgelagerten, wassergesättigten und unverdichteten Kippenbodens infolge Porenwasserüberdruckentwicklung (Ansatz der undränierten Restscherfestigkeit $\phi_{u,R}$ und $c_{u,R}$) vorausgesetzt und in den Standsicherheitsberechnungen zum Ansatz gebracht.

Die Berechnungen werden für den unteren und oberen Seewasserendstand durchgeführt.

Die grundsätzlichen Berechnungsfälle sind schematisch in der Abbildung 8 und Abbildung 9 dargestellt.

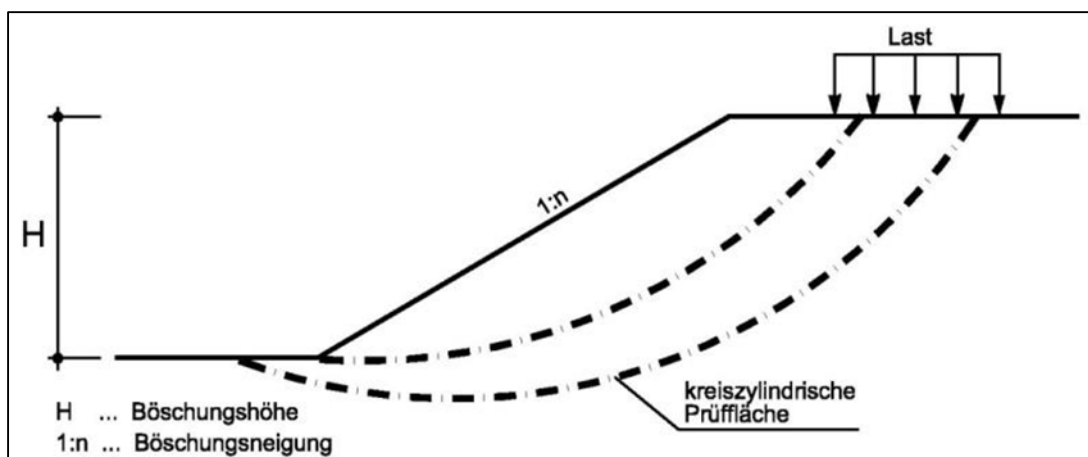


Abbildung 8: Berechnungsfall BF 1 - schematische Darstellung des Versagens entlang erzwungener kreiszylindrisch begrenzter Prüfflächen (KZP)

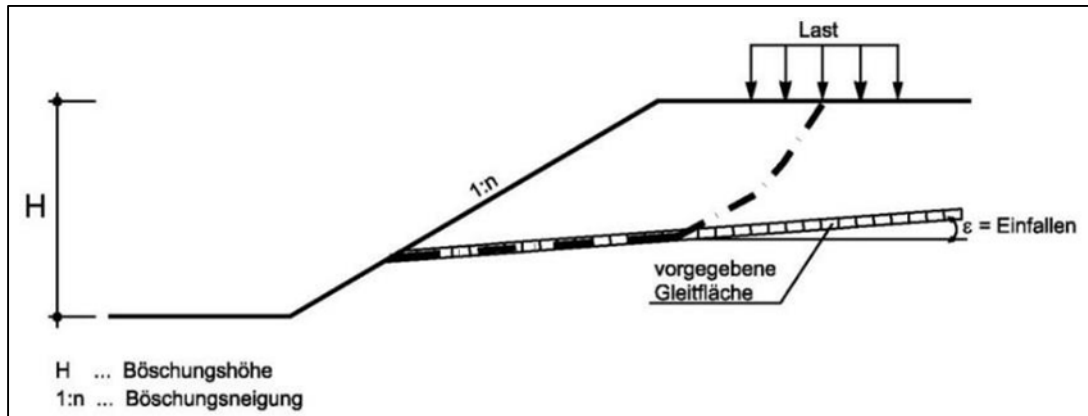


Abbildung 9: Berechnungsfall BF 2 - schematische Darstellung des Abgleitens auf geologisch vorgegebener Gleitfläche (VG)

Die Böschungsbruch- und Böschungsgrundbruchuntersuchungen im Berechnungsfall BF 1 erfolgen mittels Verfahren nach BISHOP. Es wird zur Untersuchung des Lastfalles Bruch entlang erzwungener kreiszylindrisch begrenzter Prüfflächen (KZP) verwendet.

Das Berechnungsverfahren ist ein Lamellenverfahren, das für die Berechnung von kreiszylindrischen Prüfflächen geeignet ist. Am gesamten Prüfkörper wird das Momentengleichgewicht $\Sigma M = 0$ erfüllt. Des Weiteren wird das Kräftegleichgewicht $\Sigma V = 0$ an jeder Lamelle eingehalten.

Der Berechnung nach BISHOP liegt folgende vereinfachte Sicherheitsdefinition zugrunde:

$$\eta = \frac{1}{\sum_{i=1}^n G_i \cdot \sin \alpha_i} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{G_i + cb \cdot \cot \varphi - u_i b}{\cos \alpha_i \cdot \cot \varphi + \frac{\sin \alpha_i}{\eta}}$$

Neben der Sicherheit gegen Böschungsbruch bzw. Böschungsgrundbruch darf die Tagebaurandböschung im Berechnungsfall BF 2 nicht auf vorgegebenen Gleitflächen abgleiten. Als diesbezügliche potenzielle, polygonale Prüfflächen sind die Gleitflächen gemäß Punkt 6.4 anzusehen.

Die Berechnungen erfolgen nach dem Verfahren nach JANBU.

Bei diesem Berechnungsverfahren handelt es sich um ein Lamellenverfahren, mit dem beliebige, kinematisch sinnvolle Prüfflächen untersucht werden können.

An jeder Lamelle wird das Kräftegleichgewicht $\Sigma V = 0$, $\Sigma H = 0$ erfüllt.

Der Standsicherheitskoeffizient η wird mit Hilfe nachfolgender Formel berechnet, wobei die Berechnungen unter dem Ansatz der Gleitfestigkeiten für die potenzielle, polygonale Gleitfläche erfolgen, wodurch die geotechnisch ungünstigen Verhältnisse erfasst werden.

$$\eta = \frac{1}{H_0 + \sum_{i=1}^m G_i \cdot \tan \alpha_i} \sum_{i=1}^m [(G_i - ub_i) \cdot \tan \varphi + cb_i] \frac{1 + \tan^2 \alpha_i}{1 + \frac{\tan \alpha_i}{\eta} \tan \varphi}$$

Der Standsicherheitskoeffizient η wird bei beiden Berechnungsverfahren iterativ bestimmt.

Zum 01.07.2012 ist die bauaufsichtliche Einführung des Eurocode EC 7 „Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik“ erfolgt. Er gilt in Deutschland in Verbindung mit der DIN 1054:2010-12 bzw. DIN EN 1997-1. Der Nachweis der Gesamtstandsicherheit ist damit nach DIN 4084:2009 nach dem Teilsicherheitskonzept nach EC 7 / DIN 1054:2010-12 durchzuführen.

Gemäß Kapitel 1 A 1.1.4 Anwendungsbereich DIN 1054 besitzt die DIN 1054:2010-12 für Braunkohletagebaue jedoch keine Gültigkeit. Die Böschungsbruch- und Böschungsgrundbruchberechnungen werden deshalb in Anlehnung an DIN 1054 11-1976 und DIN 4084 08-1981 nach dem globalen Sicherheitskonzept geführt. Hier liegen durch andere geologische und geotechnische Erkundungen, Voruntersuchungen und Überwachungen andere Sicherheitsbedingungen vor.

Für den Vergleich zur im Bauwesen gültigen Norm erfolgt für die maßgebenden Berechnungsfälle auch eine Ausweisung des Ausnutzungsgrades μ .

Dieser ergibt sich aus dem Reziprokewert des ermittelten Standsicherheitskoeffizienten

$$\mu = 1 / \eta$$

Die Berechnung des Ausnutzungsgrades erfolgt mit Bemessungswerten. D. h., die einzelnen Rechenwerte (wie z. B. Reibungswinkel und Kohäsion) werden im Normalfall mit Teilsicherheiten belegt und ergeben die Bemessungswerte. Die berücksichtigten Teilsicherheiten enthalten die Berechnungsauszüge in der Anlage 6. Sie sind abhängig von den unter Punkt 6.5 erläuterten Bemessungssituationen.

Wird der Ausnutzungsgrad

$$\mu = 1,0$$

überschritten, kommt es zu einer Überschreitung des Grenzgleichgewichtes. Der Versagenszustand tritt ein. Eine ausreichende Standsicherheit ist nur für $\mu \leq 1,0$ gewährleistet.

Der Standsicherheitskoeffizient η muss dagegen zur Gewährleistung einer ausreichenden Standsicherheit einem Betrag $> 1,0$ entsprechen. Die definierten erforderlichen Standsicherheitskoeffizienten enthält Punkt 6.5.

Die Berechnungen werden mit dem Computerprogramm STABILITY V 14.19 vom 11.03.2024 Copyright und Verfasser Prof. Dr.-Ing. Johann Buß, durchgeführt.

6.4 Berechnungskennwerte

Für das gewachsene Gebirge wird auf Berechnungskennwerte zurückgegriffen, welche sich bereits während des aktiven Tagebaubetriebes bewährt haben. Aufgrund umfangreicher Erkundungs- und Beprobungsmaßnahmen bei der Betriebsführung des Tagebaues können diese Kennwerte als gesichert angesehen werden. Die Kennwerte sind in [07] und [08] dokumentiert.

Im Untersuchungsgebiet des Gutachtens sind folgende gewachsene Gebirgsschichten in den Standsicherheitsberechnungen zu berücksichtigen:

- + Der Liegendenschluff des 2. Lausitzer Flözes ist als vorgegebene Gleitfläche sowohl in der gewachsenen Randböschung als auch im Kippenliegenden zu beachten. In den vorliegenden Standsicherheitsberechnungen ist entsprechend seiner Wirkung als vorgegebene Gleitfläche **(VG 5)** die Restscherfestigkeit maßgebend.
- + Die Kohle des 2. Lausitzer Flözes (2. Miozänes Flöz, MF 2)
- + Der Hangendschluff des 2. Lausitzer Flözes ist oft geteilt in einen unteren und einen oberen Hangendschluff mit einer trennenden Sandschicht. Die beiden Straten des Hangendschluffes unterscheiden sich in ihren bodenphysikalischen Eigenschaften. Beide Hangendschluffe sind auch als vorgegebene Gleitflächen zu beachten **(VG 3 und 4)**.
- + Über dem Hangendschluff liegen die tertiären Sande des Grundwasserleiters G 400.
- + Nur lokal angetroffen wurde ein tertiärer Schluff über dem G 400. Wahrscheinlich handelt es sich um den Liegendenschluff des 1. Lausitzer Flözes als Rest des 1. Flöz-Komplexes. Eventuell ist dieser Horizont auch pleistozän umgelagert. Die tertiäre Schichtenfolge wird damit abgeschlossen. Auch diese Schicht ist als vorgegebene Gleitfläche **(VG 2)** zu beachten.
- + Gleichfalls nur örtlich begrenzt lagern unmittelbar über der Pleistozän-Tertiär-Grenze allochthone Kohlen des MF 1.
- + Die pleistozänen Schichten bestehen im Wesentlichen aus den Sanden des Grundwasserleiters G 100.
- + In wenigen Bohrungen wurde, linsenartig in den G 100 eingelagert, ein meist als Geschiebemergel angesprochener schluffiger Sand bis sandiger Schluff angetroffen. Der Geschiebemergel ist auch als eventuelle vorgegebene Gleitfläche zu berücksichtigen **(VG 1)**.

Die verwendeten Berechnungskennwerte sind in der Tabelle 5 zusammengefasst.

Tabelle 5: Bodenphysikalische Berechnungskennwerte für die Schichten der gewachsenen Randböschung

Geologische Schicht	Scherfestigkeiten				Wichten	
	ϕ' [°]	c' [kN/m ²]	ϕ_R [°]	c _R [kN/m ²]	erdfeucht	wassergesättigt
					γ [kN/m ³]	γ_r [kN/m ³]
Sande G 100	37,0	5,0/0 ^{*)}	-	-	18,5	21,0
Geschiebemergel (VG 1)	30,0	20,0	20,0	15,0	22,0	22,0
Allochthone Kohle	32,0	20,0	-	-	11,8	11,8
Tertiärer Schluff (VG 2)	29,0	15,0	14,0	5,0	-	19,0
tertiärer Sande G 400	37,0	0	-	-	-	20,0
Oberer Hangendschluff MF 2 (VG 3)	22,0	22,0	15,0	5,0	-	16,5
Sand im Hangendschluff	37,0	0	-	-	-	20,0
Unterer Hangendschluff MF 2 (VG 4)	29,0	15,0	14,0	5,0	-	16,0
Kohle MF 2	32,0	20,0	-	-	-	11,8
Liegendschluff MF 2 (VG 5)	29,0	15,0	14,0	5,0	-	19,0

*) erdfeucht/ wassergesättigt

Die gegen Windwellenabration mittels Wasserbausteinschüttung gesicherte Uferböschung wird in den Standsicherheitsberechnungen aufgrund des tolerierbaren Einflusses vernachlässigt. Der Steinschüttung werden demgemäß die Berechnungskennwerte der Sande des G 100 zugeordnet.

Die an die gewachsene Tagbaurandböschung angekippten Kippenböden der Pflug- und Absetzerkippen werden im wassergesättigten Zustand als stark verflüssigungsempfindlich klassifiziert.

In Tabelle 6 sind die verwendeten Berechnungskennwerte für die Tagebaukippe zusammengestellt.

Tabelle 6: Berechnungskennwerte für die Kippenbereiche

Kippenart	Scherfestigkeiten				Wichten	
	ϕ' [°]	c' [kN/m ²]	$\phi_{u,R}$ [°]	c _{u,R} [kN/m ²]	erdfeucht	wassergesättigt
					γ [kN/m ³]	γ_r [kN/m ³]
Absetzer- und Pflugkippe, unverdichtet	32,0	4,0	0,5	0	16,0	19,0

6.5 Erforderliche Standsicherheitskoeffizienten, Bemessungssituationen

In den vorliegenden Standsicherheitsuntersuchungen wird mit den Berechnungsverfahren nach BISHOP und JANBU jeweils ein Lamellenverfahren angewendet.

Darüber hinaus werden den gewachsenen Bodenschichten gesicherte Berechnungskennwerte zugrunde gelegt und spezifische Scherfestigkeitsveränderungen des Lockergesteins bereits in den Scherfestigkeitsparametern berücksichtigt.

Unter Beachtung

- + der gut erkundeten geologischen Verhältnisse,
- + der in den Berechnungen berücksichtigten ungünstigen hydrologischen und geologischen Verhältnisse,
- + der angesetzten gesicherten Berechnungskennwerte und
- + der verwendeten qualitativ guten Berechnungsverfahren

wird für die Bewertung der Standsicherheit des geplanten Bebauungsgebietes im Hinterland der gesicherten ehemaligen Tagebaurandböschung durch den Sachverständigen für Geotechnik ein Standsicherheitskoeffizient

$$\eta_{\text{erf}} \geq \mathbf{1,40} \quad \text{für die Untersuchung des Berechnungsfalles BF 1 und}$$

$$\eta_{\text{erf}} \geq \mathbf{1,20} \quad \text{für den Berechnungsfall BF 2 bei Ansatz der Gleit- und Restfestigkeiten}$$

für ausreichend erachtet und der Beurteilung der erdstatischen Verhältnisse zugrunde gelegt.

Hinsichtlich der Bemessungssituationen nach EC 7-1 heißt das:

BS-P Persistent situation für die Untersuchung des Berechnungsfalles BF 1 und

BS-T Transient situation für den Berechnungsfall BF 2 bei Ansatz der Gleitfestigkeiten.

6.6 Lastannahmen

Eine Baustatik, aus der sich die Sohlbeanspruchung unter den Fundamenten der geplanten Bebauung errechnen lässt, liegt in der gegenwärtigen Planungsphase noch nicht vor.

In Anlehnung an EC 7, Kapitel 6.9 wird als Belastung für Einzel- und Streifenfundamente vorab ein Wert von

$$\sigma_{R,d} = p = 400 \text{ kN/m}^2$$

gewählt und in den Standsicherheitsberechnungen berücksichtigt.

Als Fundamentbreite wird für zweigeschossige Bauwerke eine Breite von 1,00 m angesetzt. Die Gründungssohle wird frostfrei mit 1,00 m unter Geländeoberfläche angenommen.

6.7 Ergebnisse und Bewertung der bodenmechanischen Standsicherheitsberechnungen

Die Ausweisung der nachfolgenden Berechnungsergebnisse beziehen sich auf Prüfflächen mit Austrittspunkten im Bereich der geplanten Bebauung. Dabei wurde gemäß dem Entwurf zum Bebauungsplan (vgl. Anlage 2.1) ein Vorland von $b_v = 10,0$ m zwischen Böschungsoberkante der Uferböschung und angrenzender Bebauung als Mindestabstand berücksichtigt. Dieser ist in allen weiteren Planungen zu berücksichtigen und einzuhalten. Der Seewasserstand wird in den Berechnungen mit +101,25 m NHN als kurzzeitiger höchster oberer Seewasserstand angesetzt.

Die erdstatischen Berechnungen haben folgende Ergebnisse ergeben:

- + Die minimalen Standsicherheitskoeffizienten für das Versagen der Böschung/ des Böschungssystems entlang erzwungener kreiszylindrischer Prüfflächen (KZP) für die Bebauung betragen

für das Profil GP 1 $\eta_{\text{vorh.}} = 1,82 > \eta_{\text{erf.}} = 1,40$ ✓ (siehe Anlage 6.1) und

für GP 2 $\eta_{\text{vorh.}} = 2,07 > \eta_{\text{erf.}} = 1,40$ ✓ (siehe Anlage 6.11).

Bei den minimalen Standsicherheitskoeffizienten handelt es sich um sehr große Prüfflächen, die das gesamte ehemalige Tagebaurandböschungssystem erfassen und bis zum ehemaligen Tagebauliegenden reichen (GP 2).

- + Für die oben erläuterten KZP mit den minimalen Standsicherheiten des ehemaligen Tagebaurandböschungssystems wurden gleichzeitig die Ausnutzungsgrade bestimmt. Diese betragen

für das Profil GP 1 $\mu_{\text{vorh.}} = 0,62 < \mu_{\text{zul.}} = 1,00$ ✓ (siehe Anlage 6.4) und

für GP 2 $\mu_{\text{vorh.}} = 0,52 < \mu_{\text{zul.}} = 1,00$ ✓ (siehe Anlage 6.12).

- + Im weiteren Verlauf der Berechnung erfolgte die Ermittlung der Standsicherheitskoeffizienten für verschiedene Teilböschungen. Die entsprechenden Prüfflächen mit den zugehörigen Standsicherheitskoeffizienten zeigen die Berechnungsauszüge der Anlagen 6.2, 6.3 sowie 6.13.

Folgende Standsicherheitskoeffizient für das Versagen von Teilböschungen entlang erzwungener kreiszylindrischer Prüfflächen (KZP) für die Bebauung wurden bestimmt:

für das Profil GP 1 $\eta_{\text{vorh.}} = 2,84 > \eta_{\text{erf.}} = 1,40$ ✓ (siehe Anlage 6.2),

$\eta_{\text{vorh.}} = 2,36 > \eta_{\text{erf.}} = 1,40$ ✓ (siehe Anlage 6.3) und

für GP 2 $\eta_{\text{vorh.}} = 3,53 > \eta_{\text{erf.}} = 1,40$ ✓ (siehe Anlage 6.13).

- + Die minimalen Standsicherheitskoeffizienten für das Versagen der Böschung/ des Böschungssystems entlang geologisch vorgegebener Gleitflächen (VG, vgl. Punkt 6.4) für die Bebauung betragen

für GP 1 VG 2 $\eta_{\text{vorh.}} = 1,86 > \eta_{\text{erf.}} = 1,20$ ✓ (siehe Anlage 6.5),

VG 3 $\eta_{\text{vorh.}} = 2,66 > \eta_{\text{erf.}} = 1,20$ ✓ (siehe Anlage 6.7),

VG 4 $\eta_{\text{vorh.}} = 2,53 > \eta_{\text{erf.}} = 1,20$ ✓ (siehe Anlage 6.8),

VG 5 $\eta_{\text{vorh.}} = 3,35 > \eta_{\text{erf.}} = 1,20$ ✓ (siehe Anlage 6.9) und

für GP 2 VG 4 $\eta_{\text{vorh.}} = 5,01 > \eta_{\text{erf.}} = 1,20$ ✓ (siehe Anlage 6.14).

- + Für die oben erläuterten VG mit den minimalen Standsicherheiten des ehemaligen Tagebaurandböschungssystems wurden gleichzeitig die Ausnutzungsgrade bestimmt. Diese betragen

für GP 1 VG 2 $\mu_{\text{vorh.}} = 0,62 < \mu_{\text{zul.}} = 1,00$ ✓ (siehe Anlage 6.6) und

VG 4 $\mu_{\text{vorh.}} = 0,46 < \mu_{\text{zul.}} = 1,20$ ✓ (siehe Anlage 6.10).

Alle oben ausgewiesenen Berechnungsergebnisse basieren auf dem höchsten kurzzeitigen oberen Seewasserstand (Hochwasserstand) +101,25 m NHN. Für die Berechnungsfälle mit den ungünstigen Standsicherheiten erfolgten darüber hinaus Berechnungen mit geringeren Seewasser und Grundwasserständen. Bei Ansatz +100,0 m NHN als unterer Seewasserendstand ergeben sich geringfügig geringere Standsicherheitskoeffizienten bzw. geringfügig höhere Ausnutzungsgrade. D. h. für das Profil GP 1 für KZP mit $\eta_{\text{vorh.}} = 1,82$ gemäß Anlage 6.1 ergibt sich $\eta_{\text{vorh.}} = 1,81$ (siehe Anlage 6.15) bzw. für VG 2 mit $\eta_{\text{vorh.}} = 1,86$ gemäß Anlage 6.5 ergibt sich $\eta_{\text{vorh.}} = 1,81$ (siehe Anlage 6.16).

Die Berechnungsergebnisse zeigen, dass

- + der Seewasserstand im Schwankungsbereich zwischen Niedrig- und Hochwasserstand grundsätzlich keinen standsicherheitsrelevanten Einfluss auf die Standsicherheitsverhältnisse hat,
- + im Berechnungsfall BF 1 große und tiefe Prüfflächen die geringsten Standsicherheiten ergeben und kleinere, lokale Prüfflächen die Standsicherheiten erhöhen und
- + im Berechnungsfall BF 2 das Abgleiten der Tagebaurandböschung auf dem Hangenschluff des MF 1 beim GP 1 die geologische Schwächezone mit der ungünstigen jedoch ausreichenden Standsicherheit darstellt.

Die Standsicherheit der Tagebaurandböschung mit geplanter Bebauung ist gewährleistet, solange sich die in den erdstatischen Berechnungen berücksichtigten Randbedingungen nicht ändern. Andernfalls sind die Berechnungen durch einen im Bergbau anerkannten Sachverständigen für Geotechnik entsprechend zu präzisieren. Das betrifft insbesondere den Abstand der Bebauung zur Uferlinie sowie die Fundamentgeometrien und -lasten.

7 Schlussfolgerungen, Hinweise und Empfehlungen

7.1 Standsicherheit der ehemaligen Tagebaurandböschung

Aus den unter Gliederungspunkt 6 erläuterten Berechnungsergebnissen für die ehemalige Tagebaurandböschung am Standort des geplanten Bebauungsgebietes (vgl. Lageplan Anlage 2.1) sind folgende Schlussfolgerungen abzuleiten:

- + Die bodenmechanische Standsicherheit der ehemaligen Tagebaurandböschung mit der geplanten Bebauung im Böschungshinterland wurde unter Gliederungspunkt 6 umfassend erdstatisch geprüft. Es konnten insgesamt ausreichend standsichere Verhältnisse sowohl für den höchsten oberen als auch den unteren Seewasserendstand nachgewiesen werden.
- + Der bodenmechanische Nachweis der Standsicherheit der final gestalteten ehemaligen Tagebaurandböschung gilt für eine Belastung aus der Bebauung von 400 kN/m^2 bezogen auf ein Streifenfundament mit einer Breite von $1,0 \text{ m}$ und einer Gründungstiefe von $1,0 \text{ m}$. Das Gebäude wurde dabei gemäß Bebauungsplan mit einem Abstand zur Böschungsoberkante von 10 m angeordnet. Dieser Abstand ist somit als Mindestabstand für Gebäude zur Böschungsoberkante der Uferböschung anzusehen.

Sollte die Gründungsart bzw. der Abstand zwischen Bebauung und Böschungsoberkante im weiteren Planungsverlauf von den in den vorliegenden Standsicherheitsuntersuchungen berücksichtigten Annahmen abweichen, wird eine Präzisierung der Standsicherheitsberechnungen erforderlich. Gleiches gilt, wenn der Bemessungswert des Sohlwiderstandes durch den Bemessungswert der Sohlbeanspruchung überschritten wird.

7.2 Baugrundeignung, Gründung

Der Baugrund in dem Bearbeitungsgebiet ist mit **Ausnahme** der unter Punkt 5 ausgewiesenen **Sicherheitszone** für die Gründung von Gebäuden bzw. Verkehrsanlagen grundsätzlich geeignet.

Es wurden im Gründungsbereich sowohl tragfähige Sande als auch Schluffe angetroffen. Aufgrund der differenzierten Baugrundeigenschaften dieser beiden Böden ist im Rahmen der Hauptuntersuchung nach DIN 4020 noch eine genauere Abgrenzung bzw. lagemäßige Verbreitung dieser Böden erforderlich. Die Schluffe sind frost- und witterungsempfindlich, was bei Erdbauplanungen bzw. bei der Bemessung frostsicherer Verkehrsflächen besonders zu beachten ist. Die feinkörnigen Böden verlieren bei Wasserzutritt rasch ihre guten Tragfähigkeitseigenschaften. Darüber hinaus ist mit einem Aufstau von Niederschlagswasser aufgrund der geringen Wasserdurchlässigkeit im Hangenden der Schluffe zu rechnen.

Für Flachgründungen in den tragfähigen pleistozänen Sanden (Schicht 2) sind in der Anlage 7 für Vorbemessungen die Bemessungswerte des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ in Abhängigkeit verschiedener Fundamentbreiten sowie den daraus resultierenden Setzungsbeträgen für den erkundeten Untergrund aufgetragen. Dabei wurde von einer frostfreien Gründung von 1,0 m ausgegangen.

Im Bereich des Ansatzpunktes KRB 01 wurden im Tiefenbereich von 3,7 m bis 6,0 m sehr lockere setzungsempfindliche Lagerungsverhältnisse der anstehenden Sande festgestellt. Hier sollte anhand von Setzungsberechnungen für die konkreten Lasten und Gründungskonstruktionen der Gebäude der Einfluss in diesem Tiefenbereich gesonderter untersucht werden.

Da sich in dem geplanten Baugebiet zur Zeit der Betriebsführung des Tagebaues die Tagebauleitung sowie die Werkstätten befanden, muss bei der Entwicklung der Fläche trotz Abriss und Beräumung lokal mit Relikten (Fundamentresten, alten Medien etc.) dieser ehemaligen Bebauungen gerechnet werden.

Innerhalb der o. g. 22 m breiten **Sicherheitszone** (10 m + 10 m + 2 m Streckenbreite siehe auch Anlage 2.2) ist der Untergrund aufgrund der vorhandenen Altstrecken und technischen Bohrungen für die Gründung von Gebäuden bzw. Verkehrsflächen **nicht geeignet**.

Die unter Gliederungspunkt 4 erläuterten Verhältnisse und Feststellungen, wie

- + in der Vergangenheit im Bearbeitungsgebiet mehrfach eingetretene Tagesbrüche (daraus resultiert auch die Gefahr der Existenz „hängender Brüche“, da nicht jeder Streckenbruch zwangsläufig bis zur Tagesoberfläche durchbricht),
- + direkt festgestellte „hängende Brüche“ (Strecke Nord 12, KoAV17),
- + festgestellte, nicht risslich dokumentierte Streckenverlängerungen (Strecke Nord 12),
- + angetroffene technische Bohrungen an Verdachtspunkten, die nicht risslich dokumentiert waren,
- + Baugruben, die für die Durchführung der Sicherungsarbeiten angelegt und wieder geschlossen wurden,
- + noch zu sichernde Kontrollbohrungen bzw. Streckenhohlräume (vgl. Punkt 5.3)

verdeutlichen anschaulich das **dauerhaft** in diesem Gebiet verbleibende **unvermeidbare Restrisiko eines Tagesbruches bzw. einer Geländeabsenkung**.

Es handelt sich daher um einen Risikobaugrund. Von einer Bebauung mit Gebäuden wird aus gutachterlicher Sicht abgeraten. Sofern dennoch eine Bebauung erfolgen soll, werden aufwendige Sicherungsmaßnahmen erforderlich.

Die Sicherung der Hohlräume sowie der dauerstandsichere Nachweis in [13], dass das ursprünglich in den Strecken vorhandene Hohlraumpotential nicht mehr vorhanden ist, erfolgte entsprechend den Anforderungen der LMBV mbH, die keine intensive Nutzung derartiger Flächen vorsieht. Vielmehr erfolgt die Sicherung i. d. R. für die Nutzung als Naturraum bzw. Forst- und/oder Landwirtschaft. Der bergrechtlichen Sicherungspflicht wird somit nachgekommen.

7.3 Noch erforderliche bergmännische Sicherungsmaßnahmen im Bearbeitungsgebiet in der Verantwortung der LMBV mbH

Im Zuge weiterer bergmännischer Sicherungsmaßnahmen sind über die ausgebauten Bohrlöcher (Bohrungen KoAV17B, KoAV20C und KoAV22, Stahl DN50, siehe Punkt 5.3) erkundete Streckenhohlräume der Strecke Nord 12 noch zu verfüllen und das nordwestliche Ende der Strecke bohrtechnisch abzugrenzen.

Der erfolgreiche Abschluss dieser Arbeiten bildet die Grundvoraussetzung für die Entwicklung dieses Baugebietes.

Im Ergebnis der ausgeführten Erkundungs- und Verwahrungsarbeiten ist in einer separaten Unterlage abschließend eine fachliche Neubewertung der durch den Altbergbau resultierenden Gefährdung für die Tagesoberfläche erforderlich.

Die Auswirkungen auf das Baugebiet sind nach Vorlage des Versatzberichtes dann neu zu bewerten.

7.4 Gründung von Gebäuden über Strecken

Zu der Gründung von Gebäuden über Strecken wird in [13] folgendes angemerkt:

Aufgrund der verbleibenden Gefährdungen möglicher im Deckgebirge hängend gebliebener lageunbekannter Brüche/ Bruchschlote über den Strecken sollten diese Bereiche nicht unmittelbar überbaut werden.

Diese Empfehlung wird durch den die vorliegende Standsicherheitsbeurteilung unterzeichnenden Gutachter vollumfänglich bestätigt.

Wird dennoch eine Bebauung dieses gefährdeten Areals vorgesehen, sollte der Planungsbereich vor einer Überbauung durch geeignete bohrtechnische Maßnahmen hinsichtlich evtl. noch vorhandener hängender Brüche erkundet und durch Verfüllung mit kohäsivem Material beseitigt werden. Bei der Planung dieser Erkundungsbohrungen ist ein Bohrabstand zwischen den Bohrungen festzulegen, der kleiner als der Durchmesser des kleinsten möglichen Bruchschlotes (2 m bis 3 m) ist. Außerdem sind mögliche Lageungenauigkeiten des Risswerkes und evtl. Abweichungen der Bohrlochachse aus der Vertikalen zu berücksichtigen. Die Bohrungen müssen jeweils bis zur Streckenfirste in etwa 50 m bis 60 m Tiefe abgeteuft werden.

Darüber hinaus sollten muldenförmige Absenkungen der Gründungssohle unter den Fundamenten bei der statischen Bemessung berücksichtigt werden.

7.5 Sicherung von Verkehrsflächen über Strecken

Aufgrund der dauerhaft im Gelände verbleibenden Tagesbruchgefahr über den Altstrecken wird für die Querung der Strecken durch Erschließungsstraßen eine vorsorgliche Sicherung mittels Geokunststoff empfohlen. Bei dieser Sicherungsmethode handelt es sich um eine temporäre Sicherung von Tagesbrüchen und dem Schutz der Fahrbahndecke vor einem plötzlichen Einbruch (Sicherungsprinzip der Teilsicherung).

Die Bemessung derartiger Geokunststoffbewehrungen erfolgt gemäß [14], Kapitel 11 (siehe auch Abbildung 10). Bei der Bemessung der Geokunststoffbewehrung ist dabei aufgrund der unter Gliederungspunkt 5 erläuterten geotechnischen Verhältnisse mit dem verminderten theoretischen Bruchvolumen von einem Tagesbruchdurchmesser von 3,5 m sowie einer maximalen Beanspruchungsdauer von 1 Monat auszugehen. D. h., bei Feststellung eines Schadens ist eine umgehende Verkehrssicherung sowie innerhalb dieses Zeitraumes die Sanierung des Schadensbereiches durchzuführen.

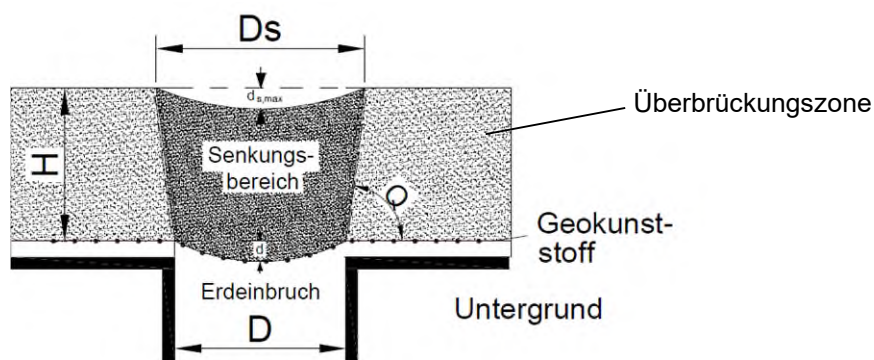


Abbildung 10: Prinzipskizze gemäß [14], Kapitel 11 - Überbrückung von Erdenbrüchen

Für die Bemessung der Sicherung von Erschließungsstraßen sind folgende weitere Hinweise zu beachten:

Die Breite des mit der Geokunststoffbewehrung zu sichernden Überbauungsbereiches (Quer- richtung) ist bei dem rolligen Material mit Hilfe eines Lastabtragungswinkels von 45° zuzüglich der Verankerungslänge in Querrichtung L_1 nach Abbildung 11 festzulegen. D. h., dass mit zunehmender Überdeckung zwischen Geokunststoffbewehrung und Tagesoberfläche die Verlegebreite der Bewehrung deutlich über die seitliche Objektbegrenzung hinaus in Querrichtung zunimmt. Außerdem können die Bewehrungsbahnen im Sicherungsbereich auch in vorhandenen Kurvenradien von Straßen grundsätzlich nur gerade verlegt werden, was zu einer weiteren Verbreiterung des zu sichernden seitlichen Bereiches, über die vorhandene Straßenbegrenzung hinaus und zu einer zunehmenden Stückelung in Längsverlegerichtung, führen kann.

Besonders zu beachten ist, dass zur besseren Einspannung des Geogitters Ausgleichsschichten, Zwischenschichten bzw. Abdeckungen des Geogitters mittel gebrochenem Mineralstoffgemisch Körnung 0/45 erfolgen sollen.

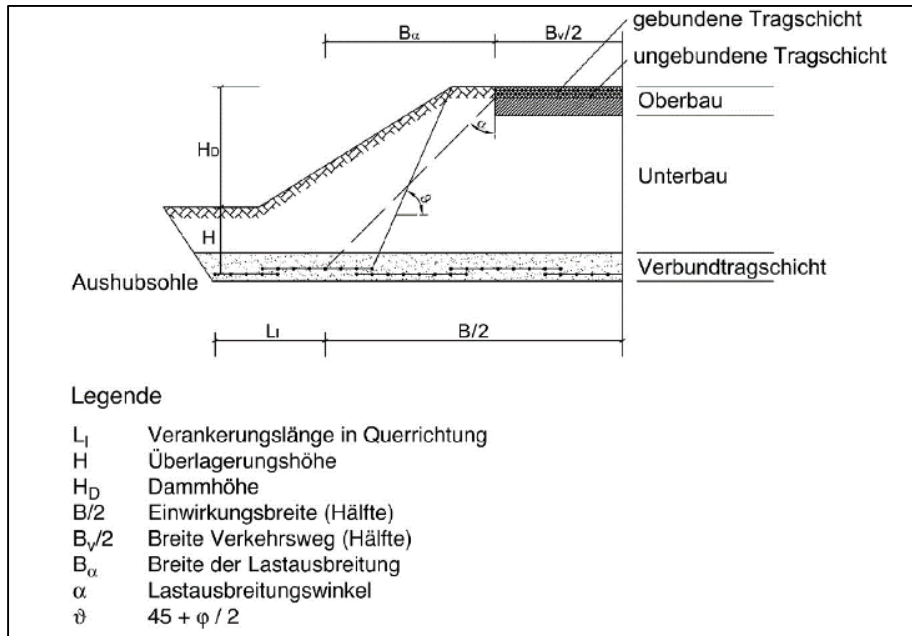


Abbildung 11: Anordnung der Verbundtragschichten gemäß [14], Kapitel 11

Die nördlich der Bootsanlegestelle neu errichtete Erschließungsstraße wurde im Bereich der Streckenquerung Strecke Nord 15 bereits nach dieser Sicherungsmethode gesichert.

7.6 Sicherung von Grundstücksflächen über Strecken

Aufgrund der dauerhaft im Gelände verbleibenden Tagesbruchgefahr über den Altstrecken wird auch eine vorsorgliche Sicherung der unbebauten Grundstücksflächen über den Strecken mittels Geokunststoff empfohlen. Hier wird die Verlegung eines Geokunststoffes (Geogitters) 2 m unter Geländeoberfläche mit folgenden Eigenschaften als ausreichend angesehen:

Verlegung:	zweilagig orthogonal auf Baugrubensohle (wenn Maschenweite von 30 mm x 30 mm größer ist, ansonsten einlagige Verlegung)
Breite:	min. 11 m beidseitig der Streckenachse (Sicherheitszone)
Tiefe:	ca. 2,0 m unter Geländeoberkante
Material:	hochfestes Geogitter für die Erdfall-/ Filterbrunnenverwahrung aus hochmodularem Polyester mit geringer Kriechneigung und polymerer Schutzbeschichtung

Materialkenndaten:

- + Höchstzugkraft (ISO 10319) (längs/quer): $\geq 200 \text{ kN/m} / 40 \text{ kN/m}$
- + Höchstzugkraftdehnung: (längs/quer): $\leq 12,5 \% / 12,5 \%$
- + Maschenweite: 30 mm x 30 mm
- + Kriechdehnung bei einer Gebrauchslast von 50 % der Kurzzeitfestigkeit und nach einer Gebrauchsdauer von 2 Jahren: max. 1 %

Das Geogitter ist durch eine 30 cm dicke Schicht aus einem gebrochenen Mineralstoffgemisch 0/45 abzudecken.

7.7 Sonstige Hinweise

Der Gültigkeitsbereich aller in der vorliegenden geotechnischen Stellungnahme getroffenen Aussagen beschränkt sich auf das geplante Baugebiet gemäß Anlage 2. Im Fall von Standortveränderungen, Projektänderungen oder Ergänzungen sollte die Gültigkeit der Angaben in der vorliegenden Stellungnahme erneut geprüft und bewertet werden.

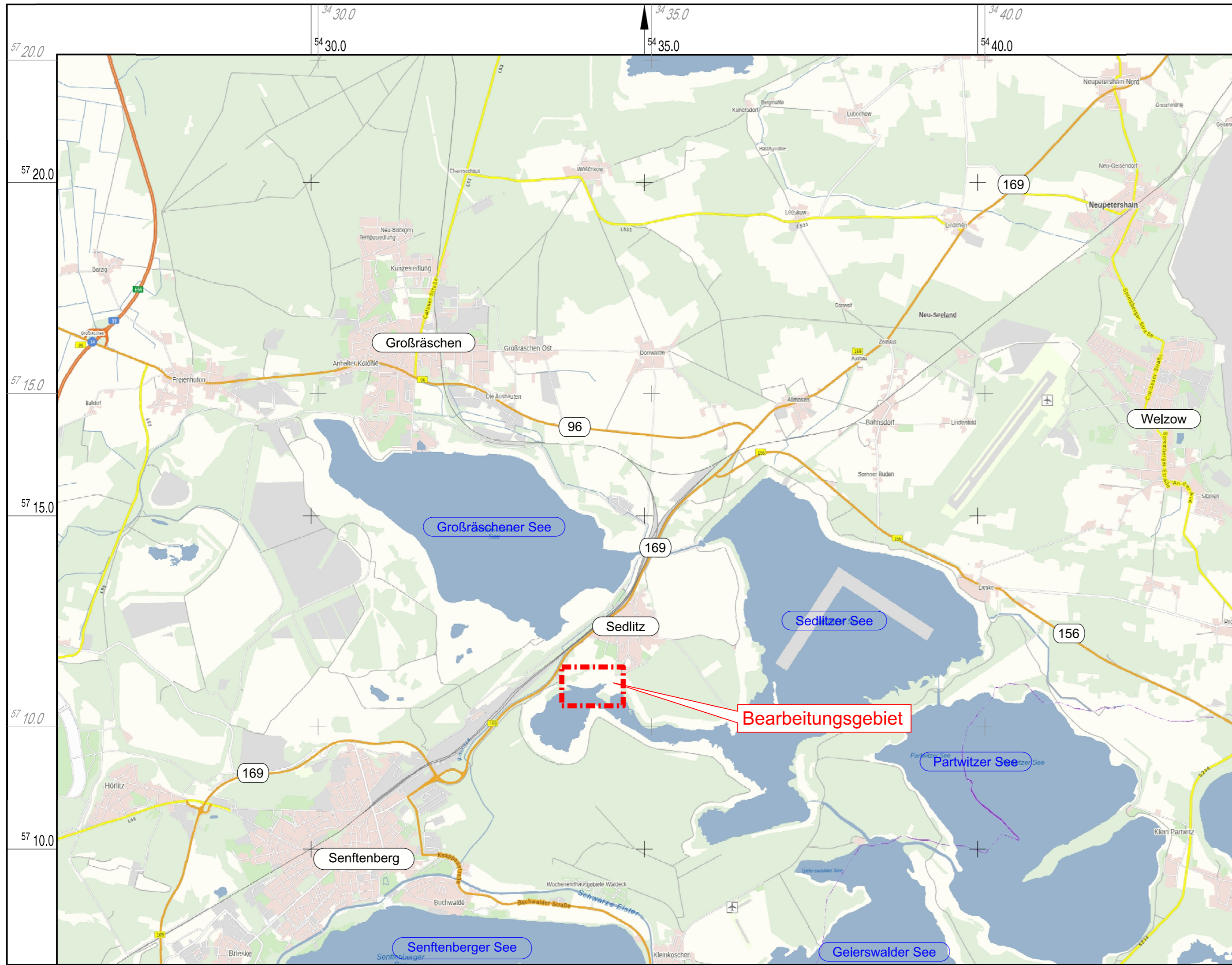
Da sich die dargestellten oberflächennahen Baugrundverhältnisse gemäß Punkt 4 im Wesentlichen auf die Ergebnisse punktueller Aufschlüsse stützen, können lokal Abweichungen auftreten. Sollten sich im Rahmen der weiteren Planungen bzw. während der Bauausführung Abweichungen ergeben, die nicht den der vorliegenden Bearbeitung beschriebenen Baugrundverhältnissen entsprechen, ist der Gutachter unverzüglich zu informieren.

Für sich möglicherweise ergebende Rückfragen stehen die Mitarbeiter der G.U.B. Ingenieur AG zu deren Beantwortung gern zur Verfügung.

Anlage 1

Übersichtskarte mit territorialer
Einordnung des Bearbeitungsgebietes

M 1 : 50 000




Bezugssysteme:
 Lage: ETRS89 [UTM Zone 33]
 Höhe: Höhenstatus: 150

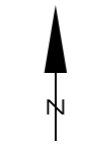
Kartengrundlage / Auszug aus:
 Risswerk der LMBV mbH, Stand 05/2024, Übergabeprotokoll vom 02.07.2024

Stadt Senftenberg

Markt 1
01968 Senftenberg

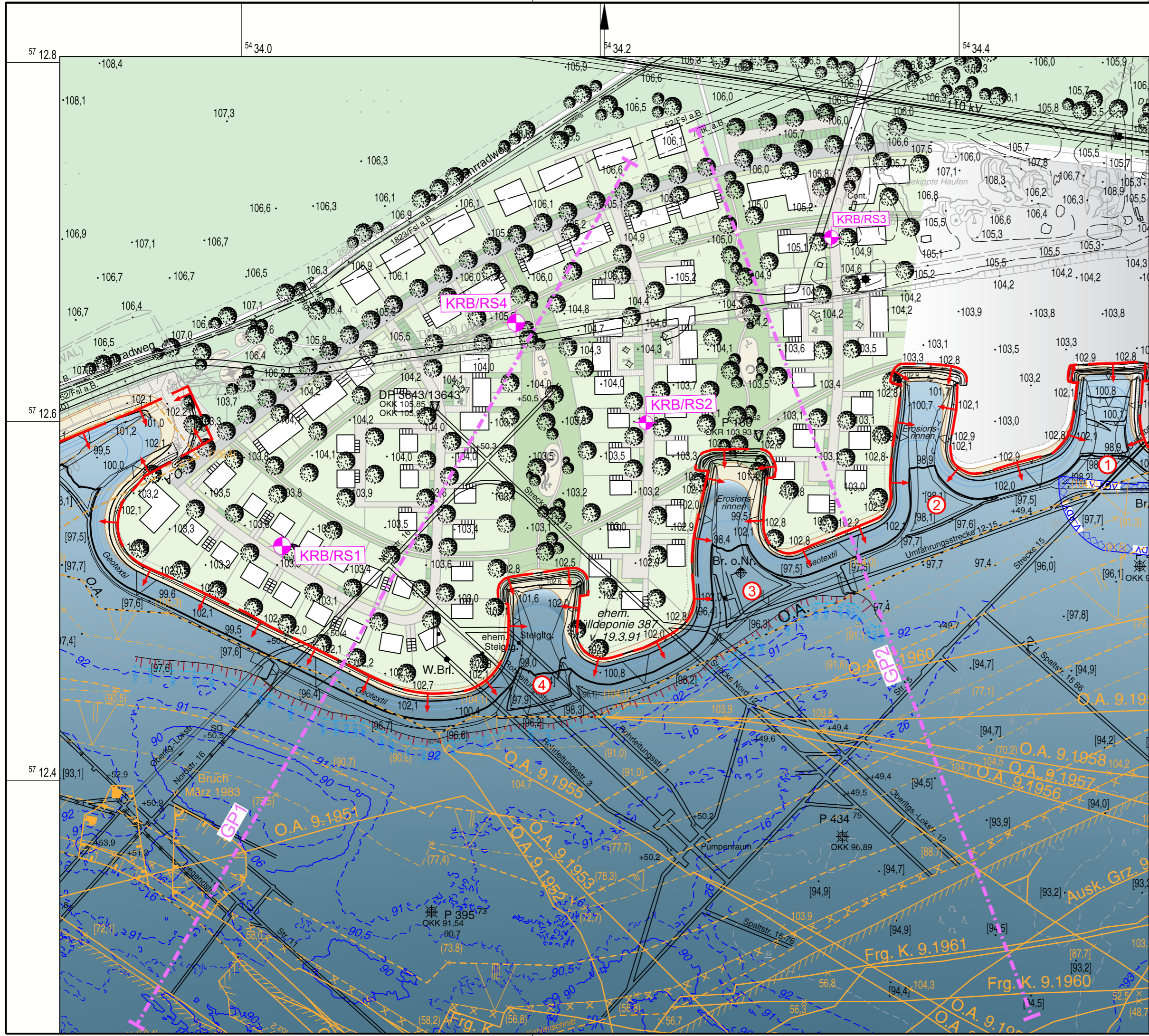


Geotechnische Stellungnahme			 GEO UMWELT BAU											
Projekt: Standsicherheit der Uferböschung														
Inhalt: Übersichtsplan mit territorialer Einordnung des Bearbeitungsgebietes														
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Datum</th> <th>Name</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>bearbeitet</td> <td>10.07.2024</td> <td>Hoffmann</td> </tr> <tr> <td>gezeichnet</td> <td>10.07.2024</td> <td>Müller</td> </tr> <tr> <td>geprüft</td> <td>10.07.2024</td> <td>Hoffmann</td> </tr> </tbody> </table>					Datum	Name	bearbeitet	10.07.2024	Hoffmann	gezeichnet	10.07.2024	Müller	geprüft	10.07.2024
	Datum	Name												
bearbeitet	10.07.2024	Hoffmann												
gezeichnet	10.07.2024	Müller												
geprüft	10.07.2024	Hoffmann												
Anlagen-Nr.: 1.	Projekt-Nr.: CBG 24 0351	Maßstab (m, cm): 1:50 000	www.gub-ing.de Dateiname: Anl_01.dgn Format: 580 mm x 297 mm, 0,17 m²											



Anlage 2

Lagepläne



LEGENDE

- Bergbaubedingte Grenzen**
- Auskhlungsgrenze
 - 1. Kohleschnitt
 - Freilegungsgrenze
 - Oberkante Abraum
- Allgemeine Angaben**
- Strandbuchten mit Nummerierung
 - Geotechnischer Sperrbereich
 - Begrenzung bereits vorhandener älterer Stützkörper aus Risswerk:
RDV = Rütteldruckverdichtung
 - Schnittpur geotechnisches Profil GP1
 - Uferverbau mittels Sandcontainer zur Kliffsicherung
- Felduntersuchungen zur Baugrunderkundung**
- Kleinrammbohrung und Leichte Rammsondierung DPL 10 zur Erkundung des Baugrundes (Ansatzpunkte nach Vorgabe des AG)


Bezugssysteme:
 Lage: ETRS89 [UTM Zone 33]
 Höhe: Höhenstatus: 150

Kartengrundlage / Auszug aus:
 Risswerk der LMBV mbH, Stand 05/2024, Übergabeprotokoll vom 13.06.2024

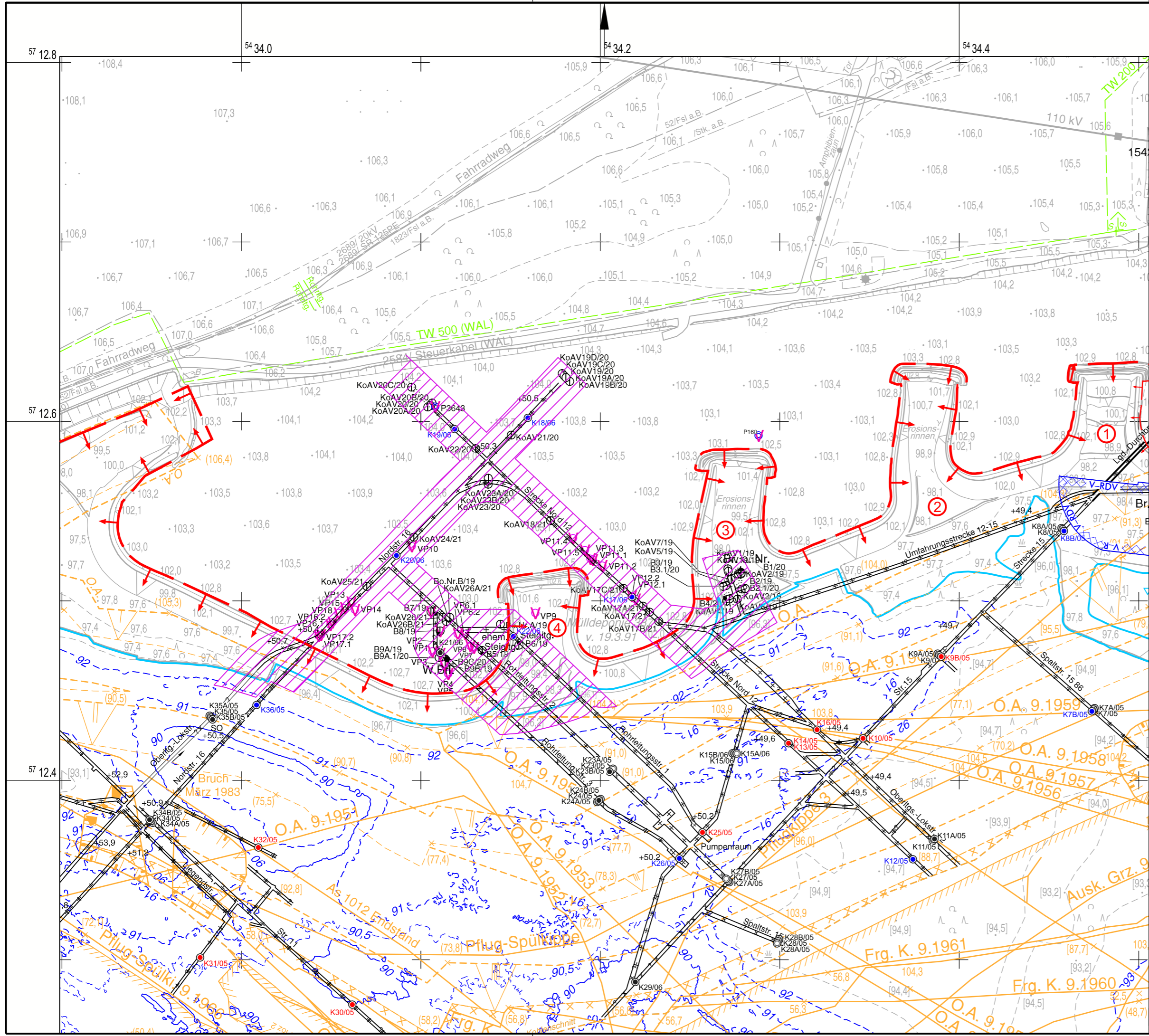
Stadt Senftenberg



Markt 1
01968 Senftenberg

Geotechnische Stellungnahme			 GEO UMWELT BAU
Projekt: Standsicherheit der Uferböschung			
Inhalt: Lageplan mit Baugrundaufschlüssen			
	Datum	Name	www.gub-ing.de Dateiname: Anl_02-1.dgn Format: 528 mm x 297 mm = 0.16 m²
bearbeitet	24.06.2024	Hoffmann	
gezeichnet	24.06.2024	Müller	
geprüft	24.06.2024	Hoffmann	
Anlagen-Nr.: 2.1	Projekt-Nr.: CBG 24 0351	Maßstab (m, cm): 1:2000	





LEGENDE

Bergbaubedingte Grenzen

- Auskhlungsgrenze
- 1. Kohleschnitt
- Freileigungsgrenze
- Oberkante Abraum

Allgemeine Angaben

- Strandbuchten mit Nummerierung
- Geotechnischer Sperrbereich
- Begrenzung bereits vorhandener älterer Stützkörper aus Risswerk:
RDV = Rütteldruckverdichtung
- Sicherheitszone untertägiger Grubenbaue

Verwertung untertägiger Grubenbaue

Maßnahme 2006

- Bohrung, Altversatz erkundet
- Bohrung, Fehlbohrung
- Bohrung, Hohlraum erkundet
- Bohrung, Spülungsverlust

Maßnahme 2019-2021

- Bohrung, Kernbohrung
- Bohrung, Spülbohrung
- Bohrung, teilweise entrohrt
- Verdachtspunkt
- Pegel/ Brunnen
- verwhahrt
- Strecke durch Bohrloch versetzt

Abkürzungen

- KoAV ... Kontrollbohrung Altversatz
- KoV ... Kontrollbohrung Neuversatz
- K ... Kontrollbohrung Versatzmaßnahme 2006
- VP ... Verdachtspunkt
- Br ... Brunnen
- P ... Pegel
- B ... Bohrung

Bezugssysteme:
 Lage: ETRS89 [UTM Zone 33]
 Höhe: Höhenstatus: 150

Kartengrundlage / Auszug aus:
 Risswerk der LMBV mbH, Stand 05/2024, Übergabeprotokoll vom 02.07.2024

Stadt Senftenberg



Markt 1
01968 Senftenberg

Geotechnische Stellungnahme		
Projekt: Standsicherheit der Uferböschung		
Inhalt: Verwehrungsriß		
	Datum	Name
bearbeitet	02.07.2024	Hoffmann
gezeichnet	02.07.2024	Müller
geprüft	02.07.2024	Hoffmann
Anlagen-Nr.: 2.2	Projekt-Nr.: CBG 24 0351	Maßstab (m, cm): 1:2000
		Dateiname: Anl_02-2.dgn
		Format: 528 mm x 297 mm = 0.16 m²



Anlage 3

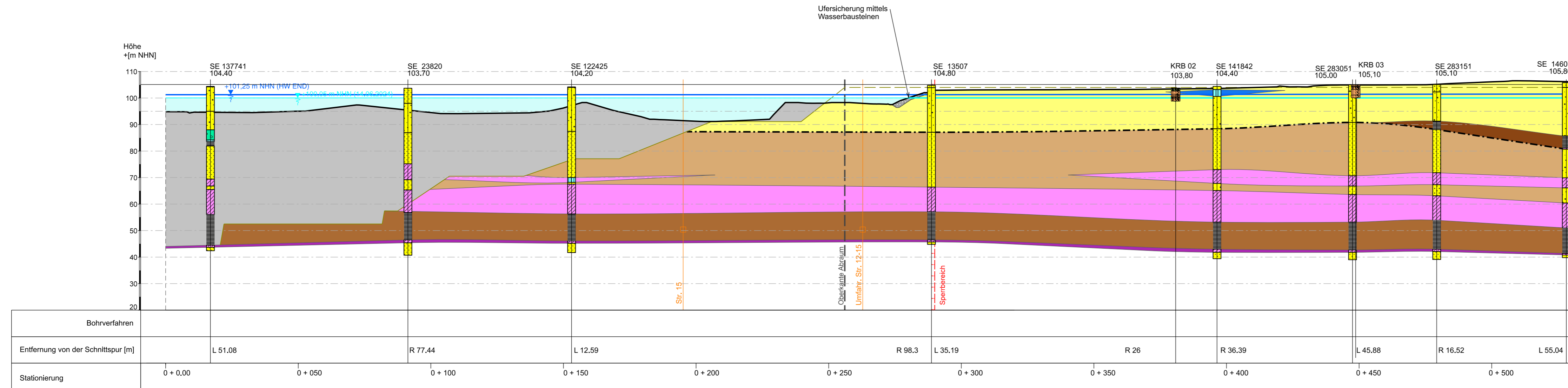
Geotechnische Profile

M 1 : 1 000

GP2

SE

NW



LEGENDE

- vorhandene Geländeoberkante 2024
- Tagebaurandböschungssystem, abgeleitet aus Betriebsriss, Stand: März 1963
- Geotechnischer Sperrbereich
- Pleistozän - Tertiär - Grenze
- Schichtgrenze
- Pleistozäne Sande
- Tertiäre Sande
- Geschiebemergel
- Hangendschluffkomplex
- +101,25 m NHN prognostizierter höchster Seewasserendstand
- +100,05 m NHN Seewasserstand (Stand: 14.06.2023)
- Absetzer - Pflugkuppe
- 1. Lausitzer Flöz (Tertiär - Scholle)
- 2. Lausitzer Flöz
- Liegend Schluff

Höhensystem: DHHN 92 (Angaben in mNHN)

Stadt Senftenberg

Markt 1
01968 Senftenberg



Geotechnische Stellungnahme

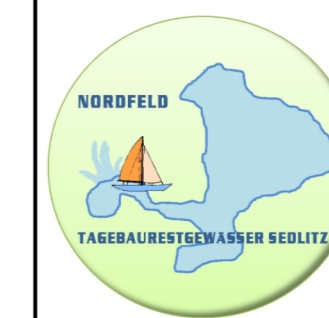
Projekt:
Standsicherheit der Uferböschung

Inhalt:
Geotechnisches Profil GP 2

	Datum	Name
bearbeitet	26.06.2024	Hoffmann
gezeichnet	27.06.2024	Müller
geprüft	27.06.2024	Hoffmann
Anlagen-Nr.: 3.2	Projekt-Nr.: CBG 24 0351	Maßstab (m, cm): 1:1000

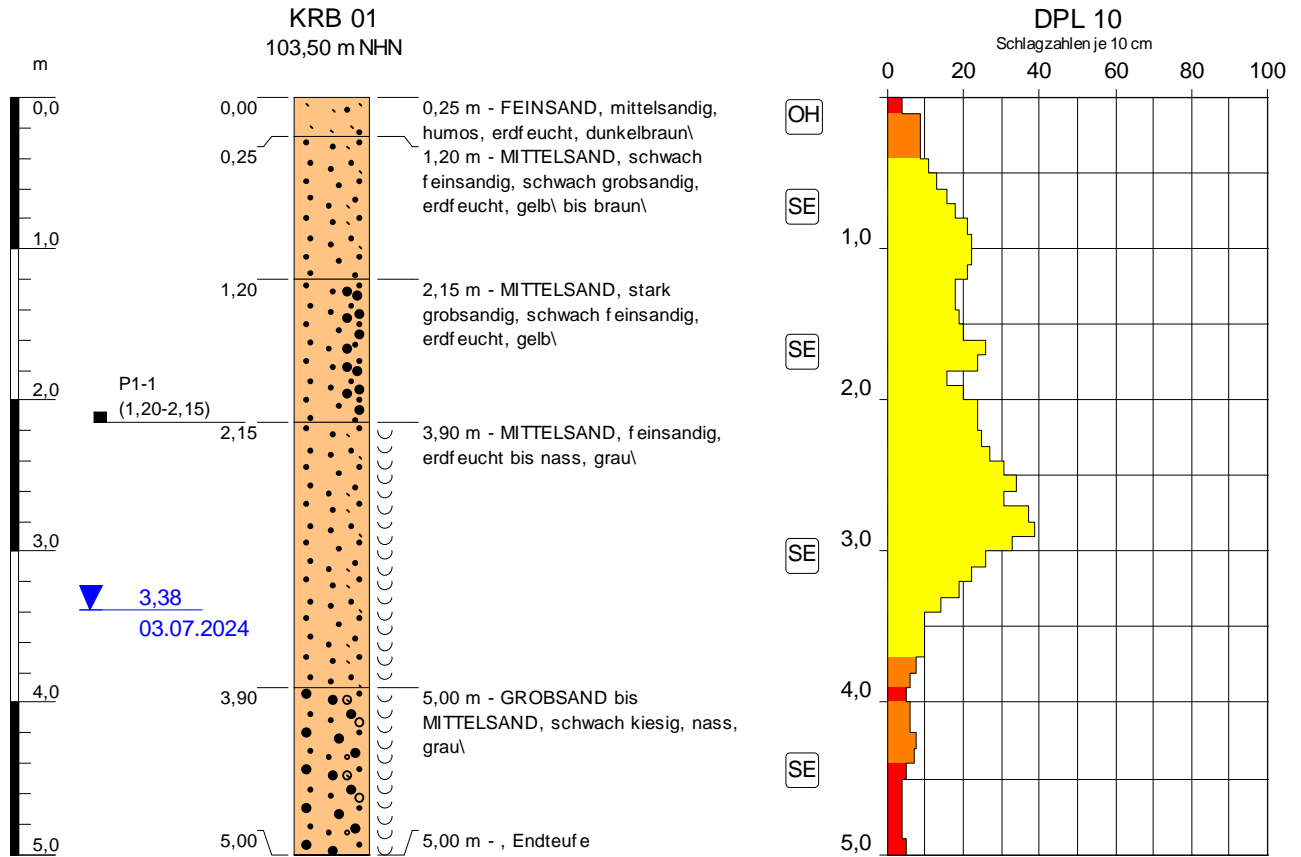
GUB
GEO UMWELT BAU

www.gub-ing.de
Dateiname: Anl_03-2.dgn
Format: 903 mm x 313 mm = 0.28 m²



Anlage 4

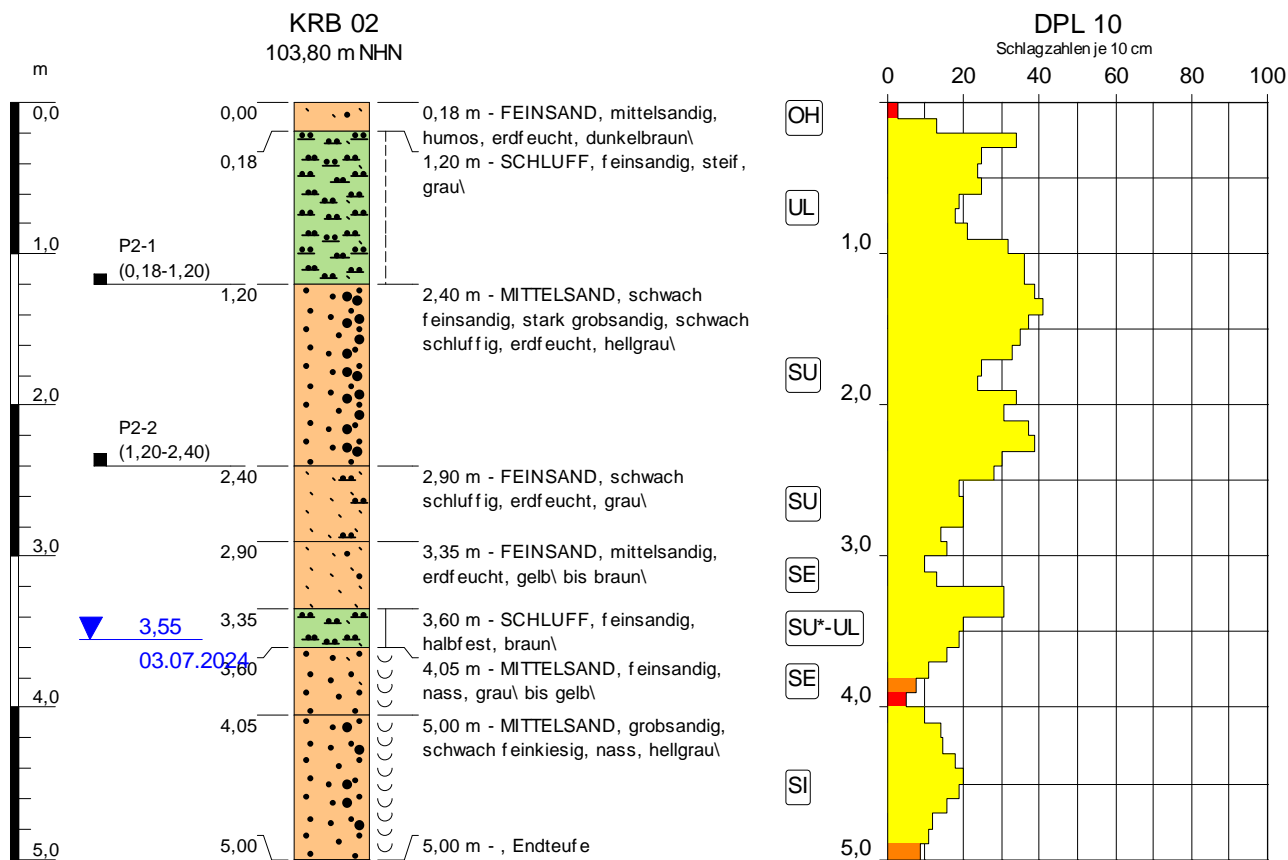
Bohrprofile der Kleinrammbohrungen und
leichten Rammsondierungen DPL 10



Legende DLP 10	■ sehr locker	■ locker	■ mitteldicht	■ dicht	■ sehr dicht
-----------------------	--	--	---	--	---

Projekt: Wohnbebauung Sedlitzer Bucht

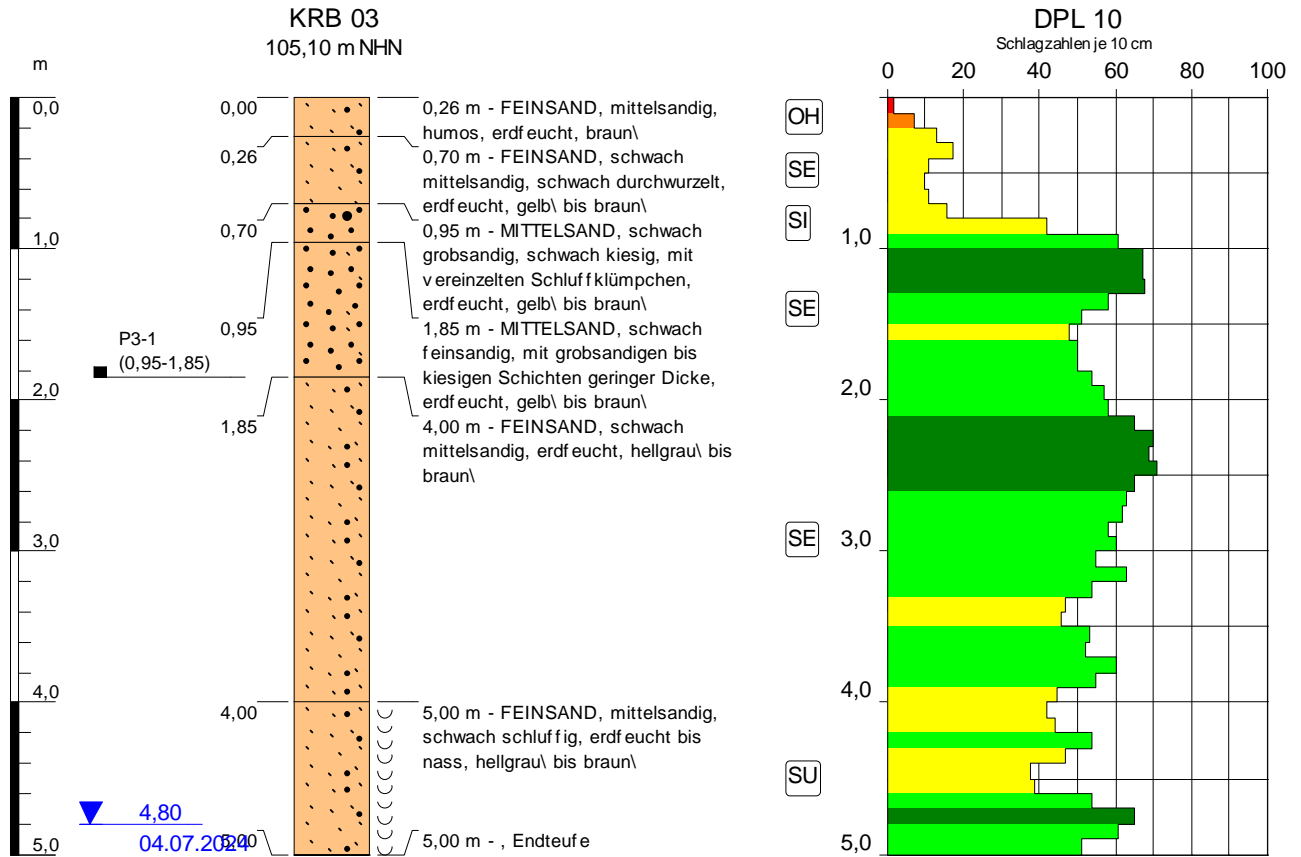
Projektnummer: CBG 24 0351	Endtiefe: 5,00 m	<i>Blatt 1 von 1</i>
Aufschlussdatum: 03.07.2024	Rechtswert: 5434023	Anlage:
Eingabedatum: 08.07.2024	Hochwert: 5712531	Maßstab: 1:50
Bearbeiter: Falk Hoffmann	Ansatzhöhe: 103,50 m NHN	Datei:



Legende DLP 10	sehr locker	locker	mitteldicht	dicht	sehr dicht

Projekt: Wohnbebauung Sedlitzer Bucht

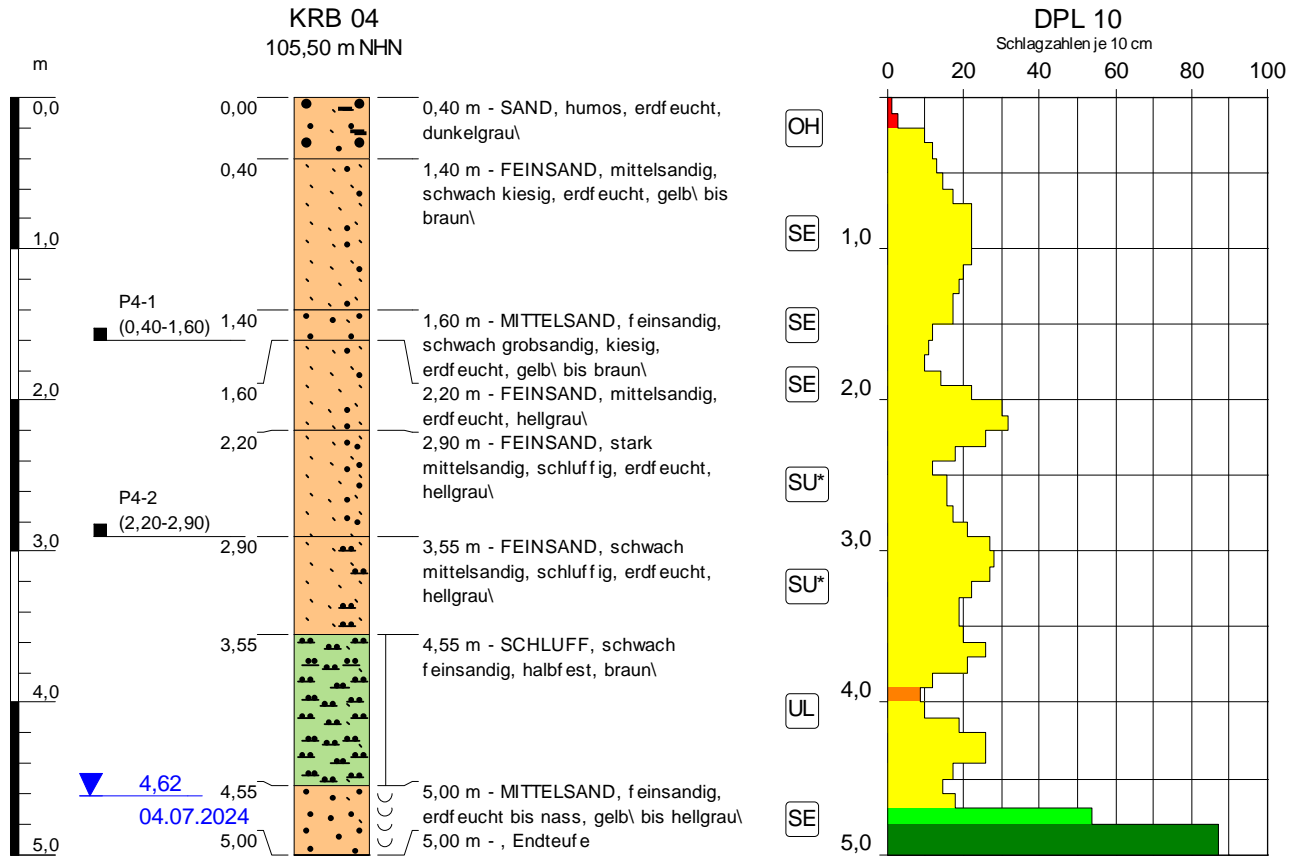
Projektnummer: CBG 24 0351	Endtiefe: 5,00 m	Blatt 1 von 1
Aufschlussdatum: 03.07.2024	Rechtsw ert: 5434225	Anlage:
Eingabedatum: 08.07.2024	Hochw ert: 5712599	Maßstab: 1:50
Bearbeiter: Falk Hoffmann	Ansatzhöhe: 103,80 m NHN	Datei:



Legende	
■	sehr locker
■	locker
■	mitteldicht
■	dicht
■	sehr dicht

Projekt: Wohnbebauung Sedlitzer Bucht

Projektnummer: CBG 24 0351	Endtiefe: 5,00 m	Blatt 1 von 1
Aufschlussdatum: 04.07.2024	Rechtswert: 5434329	Anlage:
Eingabedatum: 08.07.2024	Hochwert: 5712703	Maßstab: 1:50
Bearbeiter: Falk Hoffmann	Ansatzhöhe: 105,10 m NHN	Datei:



Legende DLP 10	sehr locker	locker	mitteldicht	dicht	sehr dicht
--------------------------	-------------	--------	-------------	-------	------------

Projekt: Wohnbebauung Sedlitzer Bucht

Projektnummer: CBG 24 0351	Endtiefe: m	Blatt 1 von 1
Aufschlussdatum:	Rechtsw ert: 5434153	Anlage:
Eingabedatum 08.07.2024	Hochw ert: 5712655	Maßstab: 1:50
Bearbeiter: Falk Hoffmann	Ansatzhöhe: 105,50 m NHN	Datei:

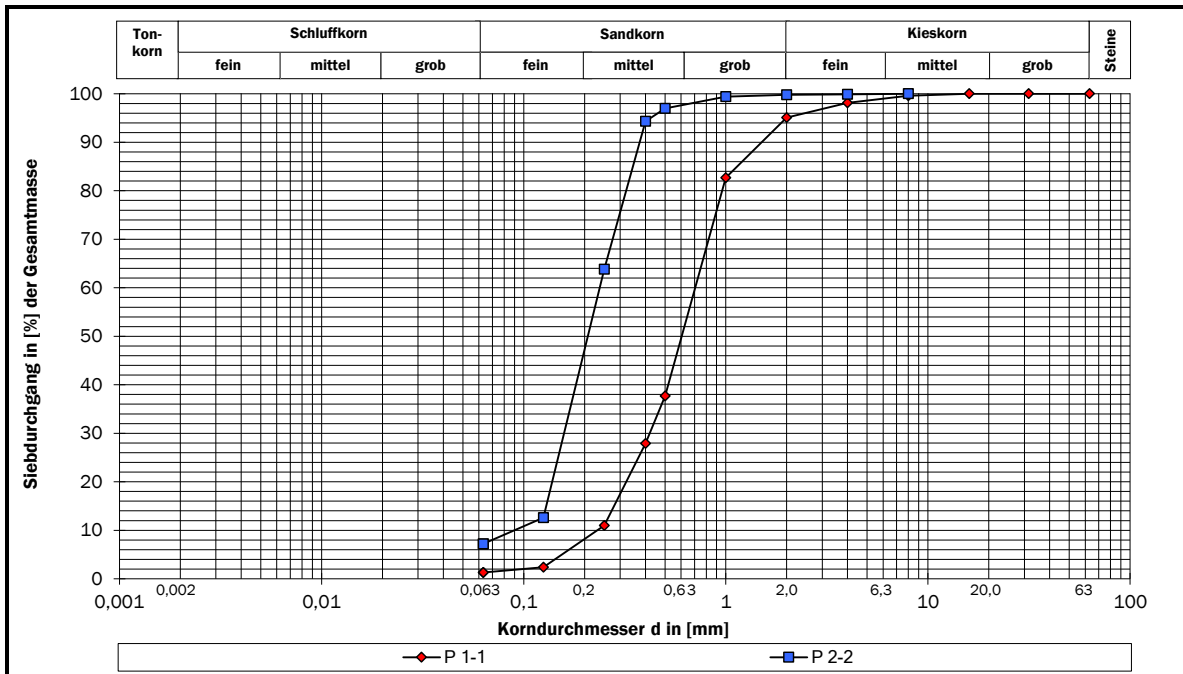
Anlage 5

Ergebnisse der Laboruntersuchungen

Versuchsdatum: 12.07.2024

Projekt:	Entwicklung Wohngebiet am Sedlitzer See, Nordfeld		
Projekt-Nr.:	CBG 24 0351	Anlage:	5.1.1

Proben-Nr.:		Entnahme			Wassergehalt*1	Korndichte*2
Intern	Extern	Stelle	Tiefe [m]	Datum	[%]	[g/cm³]
2024/0783	P 1-1	KRB 1	1,20 - 2,15	03.07.2024	1,78	-
2024/0785	P 2-2	KRB 2	1,20 - 2,40	03.07.2024	4,44	-
-	-	-	-	-	-	-



Kennwerte	Proben-Nr.:	Proben-Nr.:	Proben-Nr.:
	extern	extern	extern
	P 1-1	P 2-2	-
Versuchsverfahren	DIN EN ISO 17892-4:2017-04 Siebung	DIN EN ISO 17892-4:2017-04 Siebung	-
Korndurchmesser	d ₁₀ [mm]	0,231	0,090
	d ₁₅ [mm]	0,279	0,129
	d ₁₇ [mm]	0,295	0,133
	d ₃₀ [mm]	0,420	0,158
	d ₅₀ [mm]	0,604	0,207
	d ₆₀ [mm]	0,705	0,237
	d ₈₅ [mm]	1,137	0,347
Ungleichförmigkeitszahl C _u	3,06	2,64	-
Krümmungszahl C _c	1,08	1,17	-
Anteil < 0,002 mm	k.A.	k.A.	-
Anteil < 0,063 mm	1,30	7,20	-
Anteil > 2,0 mm	4,90	0,20	-
Bodenart n. DIN EN ISO 14688-2:2020-11	mS_{gs}*,fs'	mS_{fs}*,u'	-
Bodengruppe n. DIN 18196:2023-02	SE	SU	-
Glühverlust V _{gl} ^{*3}	0,18	0,33	-
K _f -Wert ^{*4}	5,09E-04	7,98E-05	-

*4 kf-Wert P 1-1 nach Beyer ; P 2-2 nach Beyer ;

Laborant / Techniker: Hr. Jahn

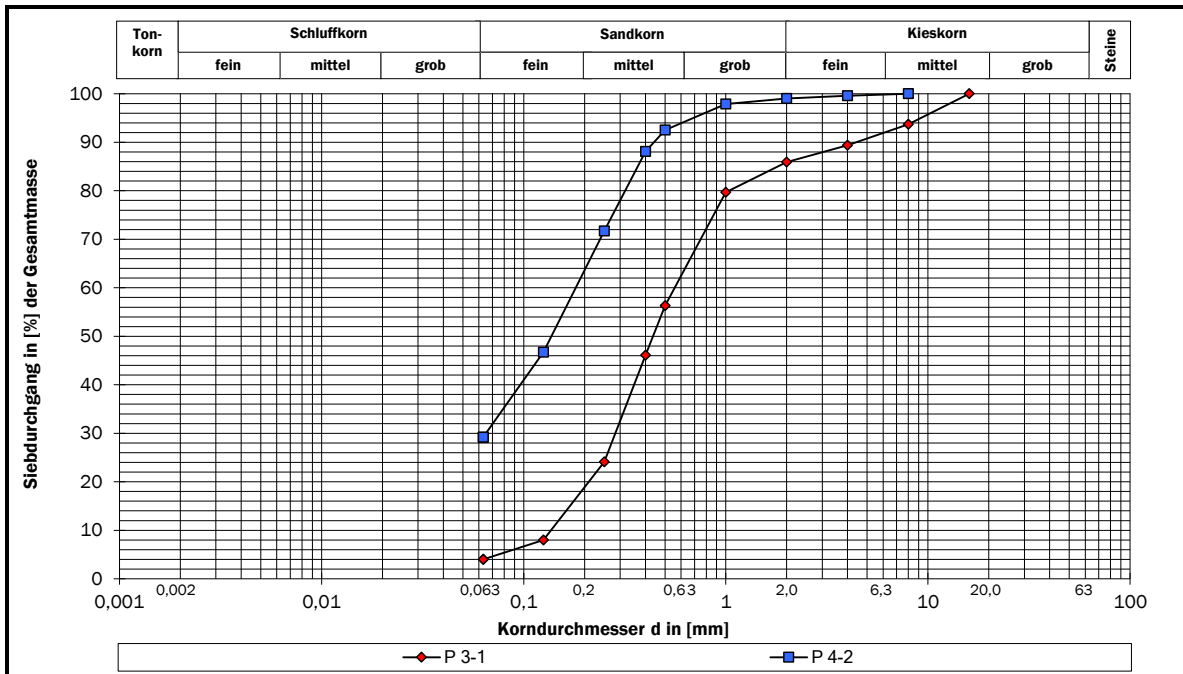
Datum Ergebniserfassung: 23.07.2024
 Ergebniserfassung durch: Fr. Staude-Miethe

*1 nach DIN EN ISO 17892-1:2022-08 , *2 nach DIN EN ISO 17892-3:2016-07 , *3 nach DIN 18128:2002-12

Versuchsdatum: 12.07.2024

Projekt:	Entwicklung Wohngebiet am Sedlitzer See, Nordfeld		
Projekt-Nr.:	CBG 24 0351	Anlage:	5.1.2

Proben-Nr.:		Entnahme			Wassergehalt* ¹	Korndichte* ²
Intern	Extern	Stelle	Tiefe [m]	Datum	[%]	[g/cm ³]
2024/0786	P 3-1	KRB 3	0,95 - 1,85	04.07.2024	1,57	-
2024/0788	P 4-2	KRB 4	2,20 - 2,90	04.07.2024	10,46	-
-	-	-	-	-	-	-



Kennwerte	Proben-Nr.: extern		Proben-Nr.: extern	
	P 3-1	P 4-2	P 3-1	P 4-2
Versuchsverfahren	DIN EN ISO 17892-4:2017-04 Siebung		DIN EN ISO 17892-4:2017-04 Siebung	
Korndurchmesser	d ₁₀ [mm]	0,136	-	-
	d ₁₅ [mm]	0,169	-	-
	d ₁₇ [mm]	0,184	-	-
	d ₃₀ [mm]	0,284	0,065	-
	d ₅₀ [mm]	0,436	0,137	-
	d ₆₀ [mm]	0,558	0,181	-
	d ₈₅ [mm]	1,809	0,366	-
Ungleichförmigkeitszahl C _u	4,10	-	-	-
Krümmungszahl C _c	1,06	-	-	-
Anteil < 0,002 mm	[%]	k.A.	k.A.	-
Anteil < 0,063 mm	[%]	4,00	29,20	-
Anteil > 2,0 mm	[%]	14,10	1,00	-
Bodenart n. DIN EN ISO 14688-2:2020-11	mS,gs,fs',g'		fs,ms*,u	
Bodengruppe n. DIN 18196:2023-02	SE		SU*	
Glühverlust V _{gl} ^{*3}	[%]	0,27	0,74	-
K _f -Wert ^{*4}	[m/s]	1,67E-04	n.b.	-

*4 kf-Wert P 3-1 nach Beyer ;

Laborant / Techniker: Hr. Jahn

Datum Ergebniserfassung: 23.07.2024
 Ergebniserfassung durch: Fr. Staude-Miethe

*1 nach DIN EN ISO 17892-1:2022-08 , *2 nach DIN EN ISO 17892-3:2016-07 , *3 nach DIN 18128:2002-12

Versuchsdatum: 12.07.2024

Projekt:	Entwicklung Wohngebiet am Sedlitzer See, Nordfeld		
Projekt-Nr.:	CBG 24 0351	Anlage:	5.2.1

Proben-Nr.:		Entnahme			Bodenart *1	Boden- gruppe *2
Intern	Extern	Stelle	Tiefe [m]	Datum		
2024/0783	P 1-1	KRB 1	1,20 m - 2,15	03.07.2024	mS,gs*,fs'	SE

Teilprobe		1	2	3
Farbe		-	-	-
Wassergehalt w_n	[%]	-	-	-
Kalkgehalt V_{ca}	[%]	-	-	-
Glühzeit	[h]	-	-	-
Masse Behälter m_B	[g]	42,45	42,41	-
Masse Probe _{ungeglüht} + Behälter $m_d + m_B$	[g]	77,00	74,31	-
Masse Probe _{geglüht} + Behälter $m_{gl} + m_B$	[g]	76,93	74,26	-
Massenverlust $\Delta m_{gl} = (m_d + m_B) - (m_{gl} + m_B)$	[g]	0,07	0,05	-
Masse Probe vor Glühen $m_d = (m_d + m_B) - m_B$	[g]	34,55	31,90	-
Glühverlust $V_{gl} = \Delta m_{gl} / m_d * 100$	[%]	0,20	0,16	-
Glührückstand $V_r = 100 - V_{gl}$	[%]	99,80	99,84	-

*1) nach DIN EN ISO 14688-2:2020-11; *2) nach DIN 18196:2023-02

$V_{gl} = 0,2$ [%]

Schätzung des Gehalts an org. Bestandteilen von tonigen Böden		
$w_L =$	k.A.	[%]
$C_{OM} =$	k.A.	[%]

Bemerkungen / Wesen des Verfahrens:
 Der Glühverlust (V_{gl}) ist der Massenverlust der bei 105 °C getrockneten und 550 °C geglühten Probe in Masse-% bezogen auf die Trockenmasse. Da beim Glühen stets auch Kristallwasser ausgetrieben wird, zeigen auch reine Mineralböden einen Glühverlust. Auch das Wasser aus den Hydroxylgruppen der Tonminerale und das Kohlendioxid der Karbonate wird bei dieser Prüfmethode erfasst. Bei tonigen Böden kann somit der Gehalt an organischer Substanz durch Bestimmung über den Glühverlust aufgrund der oben beschriebenen Störungen zu hoch eingeschätzt werden.

 Der Gehalt an organischer Substanz kann mit der folgenden Gleichung abgeschätzt werden:

$C_{OM} = V_{gl} - 0,04 w_L$

C_{OM}	Gehalt an organischer Substanz, in Prozent [%]
V_{gl}	der Glühverlust der Trockenmasse einer festen Probe, in Prozent [%]
w_L	Fließgrenze nach DIN EN ISO 17892-12, in Prozent [%]

Laborant / Techniker: Hr. Jahn

Datum Ergebniserfassung: 23.07.2024
 Ergebniserfassung durch: Fr. Staude-Miethe

Versuchsdatum: 12.07.2024

Projekt:	Entwicklung Wohngebiet am Sedlitzer See, Nordfeld		
Projekt-Nr.:	CBG 24 0351	Anlage:	5.2.2

Proben-Nr.:		Entnahme			Bodenart ^{*1}	Boden- gruppe ^{*2}
Intern	Extern	Stelle	Tiefe [m]	Datum		
2024/0785	P 2-2	KRB 2	1,20 m - 2,40	03.07.2024	mS,fs*,u'	SU

Teilprobe		1	2	3
Farbe		-	-	-
Wassergehalt w_n	[%]	-	-	-
Kalkgehalt V_{ca}	[%]	-	-	-
Glühzeit	[h]	-	-	-
Masse Behälter m_B	[g]	46,42	42,98	-
Masse Probe _{ungeglüht} + Behälter $m_d + m_B$	[g]	66,21	63,20	-
Masse Probe _{geglüht} + Behälter $m_{gl} + m_B$	[g]	66,14	63,14	-
Massenverlust $\Delta m_{gl} = (m_d + m_B) - (m_{gl} + m_B)$	[g]	0,07	0,06	-
Masse Probe vor Glühen $m_d = (m_d + m_B) - m_B$	[g]	19,79	20,22	-
Glühverlust $V_{gl} = \Delta m_{gl} / m_d * 100$	[%]	0,35	0,30	-
Glührückstand $V_r = 100 - V_{gl}$	[%]	99,65	99,70	-

*1) nach DIN EN ISO 14688-2:2020-11; *2) nach DIN 18196:2023-02

$V_{gl} =$	0,3	[%]
------------------------------	------------	------------

Schätzung des Gehalts an org. Bestandteilen von tonigen Böden		
$w_L =$	k.A.	[%]
$C_{OM} =$	k.A.	[%]

Bemerkungen / Wesen des Verfahrens:

Der Glühverlust (V_{gl}) ist der Massenverlust der bei 105 °C getrockneten und 550 °C geblühten Probe in Masse-% bezogen auf die Trockenmasse. Da beim Glühen stets auch Kristallwasser ausgetrieben wird, zeigen auch reine Mineralböden einen Glühverlust. Auch das Wasser aus den Hydroxylgruppen der Tonminerale und das Kohlendioxid der Karbonate wird bei dieser Prüfmethode erfasst. Bei tonigen Böden kann somit der Gehalt an organischer Substanz durch Bestimmung über den Glühverlust aufgrund der oben beschriebenen Störungen zu hoch eingeschätzt werden.

Der Gehalt an organischer Substanz kann mit der folgenden Gleichung abgeschätzt werden:

$C_{OM} = V_{gl} - 0,04 w_L$	C_{OM}	Gehalt an organischer Substanz, in Prozent [%]
	V_{gl}	der Glühverlust der Trockenmasse einer festen Probe, in Prozent [%]
	w_L	Fließgrenze nach DIN EN ISO 17892-12, in Prozent [%]

Laborant / Techniker:	Hr. Jahn
-----------------------	----------

Datum Ergebniserfassung:	23.07.2024
Ergebniserfassung durch:	Fr. Staude-Miethe

Versuchsdatum: 12.07.2024

Projekt:	Entwicklung Wohngebiet am Sedlitzer See, Nordfeld		
Projekt-Nr.:	CBG 24 0351	Anlage:	5.2.3

Proben-Nr.:		Entnahme			Bodenart *1	Boden- gruppe *2
Intern	Extern	Stelle	Tiefe [m]	Datum		
2024/0786	P 3-1	KRB 3	0,95 m - 1,85	04.07.2024	mS,gs,fs',g'	SE

Teilprobe		1	2	3
Farbe		-	-	-
Wassergehalt w_n	[%]	-	-	-
Kalkgehalt V_{ca}	[%]	-	-	-
Glühzeit	[h]	-	-	-
Masse Behälter m_B	[g]	39,52	47,22	-
Masse Probe _{ungeglüht} + Behälter $m_d + m_B$	[g]	70,48	75,45	-
Masse Probe _{geglüht} + Behälter $m_{gl} + m_B$	[g]	70,39	75,38	-
Massenverlust $\Delta m_{gl} = (m_d + m_B) - (m_{gl} + m_B)$	[g]	0,09	0,07	-
Masse Probe vor Glühen $m_d = (m_d + m_B) - m_B$	[g]	30,96	28,23	-
Glühverlust $V_{gl} = \Delta m_{gl} / m_d * 100$	[%]	0,29	0,25	-
Glührückstand $V_r = 100 - V_{gl}$	[%]	99,71	99,75	-

*1) nach DIN EN ISO 14688-2:2020-11; *2) nach DIN 18196:2023-02

$V_{gl} =$	0,3	[%]
------------	------------	-----

Schätzung des Gehalts an org. Bestandteilen von tonigen Böden		
$w_L =$	k.A.	[%]
$C_{OM} =$	k.A.	[%]

Bemerkungen / Wesen des Verfahrens:

Der Glühverlust (V_{gl}) ist der Massenverlust der bei 105 °C getrockneten und 550 °C geblühten Probe in Masse-% bezogen auf die Trockenmasse. Da beim Glühen stets auch Kristallwasser ausgetrieben wird, zeigen auch reine Mineralböden einen Glühverlust. Auch das Wasser aus den Hydroxylgruppen der Tonminerale und das Kohlendioxid der Karbonate wird bei dieser Prüfmethode erfasst. Bei tonigen Böden kann somit der Gehalt an organischer Substanz durch Bestimmung über den Glühverlust aufgrund der oben beschriebenen Störungen zu hoch eingeschätzt werden.

Der Gehalt an organischer Substanz kann mit der folgenden Gleichung abgeschätzt werden:

$$C_{OM} = V_{gl} - 0,04 w_L$$

C_{OM}

Gehalt an organischer Substanz, in Prozent [%]

V_{gl}

der Glühverlust der Trockenmasse einer festen Probe, in Prozent [%]

w_L

Fließgrenze nach DIN EN ISO 17892-12, in Prozent [%]

Laborant / Techniker:	Hr. Jahn
-----------------------	----------

Datum Ergebniserfassung:	23.07.2024
Ergebniserfassung durch:	Fr. Staude-Miethe

Versuchsdatum: 12.07.2024

Projekt:	Entwicklung Wohngebiet am Sedlitzer See, Nordfeld		
Projekt-Nr.:	CBG 24 0351	Anlage:	5.2.4

Proben-Nr.:		Entnahme			Bodenart *1	Boden- gruppe *2
Intern	Extern	Stelle	Tiefe [m]	Datum		
2024/0788	P 4-2	KRB 4	2,20 m - 2,90	04.07.2024	fS,ms*,u	SU

Teilprobe		1	2	3
Farbe		-	-	-
Wassergehalt w_n	[%]	-	-	-
Kalkgehalt V_{ca}	[%]	-	-	-
Glühzeit	[h]	-	-	-
Masse Behälter m_B	[g]	21,51	21,51	-
Masse Probe _{ungeglüht} + Behälter $m_d + m_B$	[g]	42,78	43,54	-
Masse Probe _{geglüht} + Behälter $m_{gl} + m_B$	[g]	42,61	43,39	-
Massenverlust $\Delta m_{gl} = (m_d + m_B) - (m_{gl} + m_B)$	[g]	0,17	0,15	-
Masse Probe vor Glühen $m_d = (m_d + m_B) - m_B$	[g]	21,27	22,03	-
Glühverlust $V_{gl} = \Delta m_{gl} / m_d * 100$	[%]	0,80	0,68	-
Glührückstand $V_r = 100 - V_{gl}$	[%]	99,20	99,32	-

*1) nach DIN EN ISO 14688-2:2020-11; *2) nach DIN 18196:2023-02

$V_{gl} = 0,7$ [%]

Schätzung des Gehalts an org. Bestandteilen von tonigen Böden		
$w_L =$	k.A.	[%]
$C_{OM} =$	k.A.	[%]

Bemerkungen / Wesen des Verfahrens:
 Der Glühverlust (V_{gl}) ist der Massenverlust der bei 105 °C getrockneten und 550 °C geglähten Probe in Masse-% bezogen auf die Trockenmasse. Da beim Glühen stets auch Kristallwasser ausgetrieben wird, zeigen auch reine Mineralböden einen Glühverlust. Auch das Wasser aus den Hydroxylgruppen der Tonminerale und das Kohlendioxid der Karbonate wird bei dieser Prüfmethode erfasst. Bei tonigen Böden kann somit der Gehalt an organischer Substanz durch Bestimmung über den Glühverlust aufgrund der oben beschriebenen Störungen zu hoch eingeschätzt werden.

 Der Gehalt an organischer Substanz kann mit der folgenden Gleichung abgeschätzt werden:

$C_{OM} = V_{gl} - 0,04 w_L$	C_{OM}	Gehalt an organischer Substanz, in Prozent [%]
	V_{gl}	der Glühverlust der Trockenmasse einer festen Probe, in Prozent [%]
	w_L	Fließgrenze nach DIN EN ISO 17892-12, in Prozent [%]

Laborant / Techniker: Hr. Jahn

Datum Ergebniserfassung: 23.07.2024
 Ergebniserfassung durch: Fr. Staude-Miethe

AWV-Dr. Busse GmbH

Jößnitzer Str. 113, 08525 Plauen, Germany
 Tel.: +49 (03741) 550 760, Fax: +49 (03741) 523 550
 eMail: awv@agrolab.de www.agrolab.de



AWV JößnitzerStr.113 08525 Plauen

G.U.B. INGENIEUR AG Erdbaulabor Lauta
 Straße der Freundschaft 92
 02991 Lauta

Datum 29.07.2024
 Kundennr. 27014801

PRÜFBERICHT

Auftrag 1593212 Projekt-Nr.: CBG 24 0351 Projekt: Wohnbebauung Sedlitzer Bucht
 Analysenr. 781359
 Rechnungsnehmer 27012583 G.U.B. INGENIEUR AG Buchhaltung
 Probeneingang 15.07.2024
 Probenahme 03.07.2024
 Probenehmer Auftraggeber
 Kunden-Probenbezeichnung P 2-1

Einheit Ergebnis BM/BG-0* Best.-Gr.

Trockensubstanz	u) %	°	88,1				0,1
-----------------	------	---	------	--	--	--	-----

Feststoff

EOX	u) mg/kg	<0,30	1	1)			0,3
Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC)	u) mg/kg	<50	300				50
Kohlenwasserstoffe C10-C40	u) mg/kg	<50	600				50
Kohlenstoff(C) organisch (TOC)	u) %	0,131	1	2)			0,1
Arsen (As)	u) mg/kg	2,2	20				0,8
Blei (Pb)	u) mg/kg	8,8	140				2
Cadmium (Cd)	u) mg/kg	<0,13	1	3)			0,13
Chrom (Cr)	u) mg/kg	28	120				1
Kupfer (Cu)	u) mg/kg	5,9	80				1
Nickel (Ni)	u) mg/kg	15	100				1
Quecksilber (Hg)	u) mg/kg	<0,050	0,6				0,05
Thallium (Tl)	u) mg/kg	0,17	1				0,1
Zink (Zn)	u) mg/kg	27	300				6

Feststoff (PAK)

Naphthalin	u) mg/kg	<0,010 (NWG)					0,05
Acenaphthen	u) mg/kg	<0,010 (NWG)					0,05
Acenaphthylen	u) mg/kg	<0,010 (NWG)					0,05
Fluoren	u) mg/kg	<0,010 (NWG)					0,05
Phenanthren	u) mg/kg	<0,010 (NWG)					0,05
Anthracen	u) mg/kg	<0,010 (NWG)					0,05
Fluoranthren	u) mg/kg	<0,010 (NWG)					0,05
Pyren	u) mg/kg	<0,010 (NWG)					0,05
Benzo(a)anthracen	u) mg/kg	<0,010 (NWG)					0,05
Chrysen	u) mg/kg	<0,010 (NWG)					0,05
Benzo(b)fluoranthren	u) mg/kg	<0,010 (NWG)					0,05
Benzo(k)fluoranthren	u) mg/kg	<0,010 (NWG)					0,05
Benzo(a)pyren	u) mg/kg	<0,010 (NWG)					0,05
Dibenzo(ah)anthracen	u) mg/kg	<0,010 (NWG)					0,05
Benzo(ghi)perylen	u) mg/kg	<0,010 (NWG)					0,05
Indeno(1,2,3-cd)pyren	u) mg/kg	<0,010 (NWG)					0,05

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "*" gekennzeichnet.

AWV-Dr. Busse GmbH

Jößnitzer Str. 113, 08525 Plauen, Germany
 Tel.: +49 (03741) 550 760, Fax: +49 (03741) 523 550
 eMail: awv@agrolab.de www.agrolab.de

Datum 29.07.2024
 Kundennr. 27014801

PRÜFBERICHT

Auftrag **1593212** Projekt-Nr.: CBG 24 0351 Projekt: Wohnbebauung Sedlitzer Bucht
 Analysennr. **781359**
 Kunden-Probenbezeichnung **P 2-1**

	Einheit	Ergebnis	BM/BG-0*	Best.-Gr.
PAK EPA Summe gem. BBodSchV 2021	mg/kg	<1,00 ^{x)}		1
PAK EPA Summe gem. ErsatzbaustoffV	mg/kg	<1,0 ^{#5)}	6	1

Feststoff (PCB)

PCB (28)	u)	mg/kg	<0,0010 (NWG)			0,005
PCB (52)	u)	mg/kg	<0,0010 (NWG)			0,005
PCB (101)	u)	mg/kg	<0,0010 (NWG)			0,005
PCB (118)	u)	mg/kg	<0,0010 (NWG)			0,005
PCB (138)	u)	mg/kg	<0,0010 (NWG)			0,005
PCB (153)	u)	mg/kg	<0,0010 (NWG)			0,005
PCB (180)	u)	mg/kg	<0,0010 (NWG)			0,005
PCB 7 Summe gem. BBodSchV 2021		mg/kg	<0,010 ^{x)}			0,01
PCB 7 Summe gem. ErsatzbaustoffV		mg/kg	<0,010 ^{#5)}	0,1		0,01

Fractionen

Analyse in der Fraktion < 2mm	u)					
Fraktion < 2 mm (Wägung)	u)	%	79,0			0,1
Fraktion < 32 mm	u)	%	100			0,1
Fraktion > 32 mm	u)	%	<0,10			0,1
Eluatanalyse in der Fraktion <32 mm	u)					

Eluat

Temperatur Eluat	u)	°C	24,7			0
Trübung nach GF-Filtration	u)	NTU	40			0,1
pH-Wert	u)		7,3			0
elektrische Leitfähigkeit	u)	µS/cm	66,0	350 ⁴⁾		10
Sulfat (SO ₄)	u)	mg/l	22	250 ⁵⁾		2
Arsen (As)	u)	µg/l	<2,5	<8/13 ⁶⁾		2,5
Blei (Pb)	u)	µg/l	2,7	<23/43 ⁶⁾		1
Cadmium (Cd)	u)	µg/l	<0,25	<2/4 ⁶⁾		0,25
Chrom (Cr)	u)	µg/l	<1,0	<10/19 ⁶⁾		1
Kupfer (Cu)	u)	µg/l	<5,0	<20/41 ⁶⁾		5
Nickel (Ni)	u)	µg/l	<5,0	<20/31 ⁶⁾		5
Quecksilber (Hg)	u)	µg/l	0,039	0,1		0,025
Thallium (Tl)	u)	µg/l	<0,060	<0,2/0,3 ⁶⁾		0,06
Zink (Zn)	u)	µg/l	<30	<100/21 ⁶⁾		30

Eluat (PAK)

Naphthalin	u)	µg/l	<0,018 (NWG) ^{m)}			0,06
Acenaphthen	u)	µg/l	0,017			0,01
Acenaphthylen	u)	µg/l	<0,0030 (NWG)			0,01
Fluoren	u)	µg/l	<0,010 (+)			0,01
Phenanthren	u)	µg/l	<0,018 (NWG) ^{m)}			0,06
Anthracen	u)	µg/l	<0,0030 (NWG)			0,01
Fluoranthren	u)	µg/l	<0,0090 (NWG) ^{m)}			0,03
Pyren	u)	µg/l	<0,0090 (NWG) ^{m)}			0,03
Benzo(a)anthracen	u)	µg/l	<0,0030 (NWG)			0,01
Chrysen	u)	µg/l	<0,0030 (NWG)			0,01

Seite 2 von 5

AWV-Dr. Busse GmbH

Jößnitzer Str. 113, 08525 Plauen, Germany
 Tel.: +49 (03741) 550 760, Fax: +49 (03741) 523 550
 eMail: awv@agrolab.de www.agrolab.de

Datum 29.07.2024
 Kundennr. 27014801

PRÜFBERICHT

Auftrag **1593212** Projekt-Nr.: CBG 24 0351 Projekt: Wohnbebauung Sedlitzer Bucht
 Analysennr. **781359**
 Kunden-Probenbezeichnung **P 2-1**

	Einheit	Ergebnis	BM/BG-0*	Best.-Gr.
Benzo(b)fluoranthen ^{u)}	µg/l	<0,0030 (NWG)		0,01
Benzo(k)fluoranthen ^{u)}	µg/l	<0,0030 (NWG)		0,01
Benzo(a)pyren ^{u)}	µg/l	<0,0030 (NWG)		0,01
Dibenzo(ah)anthracen ^{u)}	µg/l	<0,0030 (NWG)		0,01
Benzo(ghi)perylen ^{u)}	µg/l	<0,0030 (NWG)		0,01
Indeno(1,2,3-cd)pyren ^{u)}	µg/l	<0,0030 (NWG)		0,01
PAK 15 Summe gem. BBodSchV 2021	µg/l	0,017 ^{x)}		
PAK 15 Summe gem. ErsatzbaustoffV	µg/l	<0,050 ^{#5)}	0,2	0,05
1-Methylnaphthalin ^{u)}	µg/l	<0,010 (+)		0,01
2-Methylnaphthalin ^{u)}	µg/l	<0,0090 (NWG) ^{m)}		0,03
Naphthalin/Methylnaph.-Summe gem. BBodSchV 2021	µg/l	<0,050 ^{x)}		0,05
Naphthalin/Methylnaph.-Summe gem. ErsatzbaustoffV	µg/l	<0,050 ^{#5)}	2	0,05

Eluat (PCB)

PCB (28) ^{u)}	µg/l	<0,00030 (NWG)		0,001
PCB (52) ^{u)}	µg/l	<0,00030 (NWG)		0,001
PCB (101) ^{u)}	µg/l	<0,00030 (NWG)		0,001
PCB (118) ^{u)}	µg/l	<0,00030 (NWG)		0,001
PCB (138) ^{u)}	µg/l	<0,00030 (NWG)		0,001
PCB (153) ^{u)}	µg/l	<0,00030 (NWG)		0,001
PCB (180) ^{u)}	µg/l	<0,00030 (NWG)		0,001
PCB 7 Summe gem. ErsatzbaustoffV	µg/l	<0,0030 ^{#5)}	0,01	0,003
PCB 7 Summe gem. BBodSchV 2021	µg/l	n.n.		

Aufbereitung

Königswasseraufschluß ^{u)}				
Eluat (DIN 19529) ^{u)}				

Sonstige Parameter

Masse Laborprobe ^{u)}	kg	°	3,20		0,001
--------------------------------	----	---	-------------	--	-------

- Bei Überschreitung der Werte sind die Materialien auf fallspezifische Belastungen zu untersuchen.
- Bodenmaterialspezifischer Orientierungswert. Der TOC-Gehalt muss nur bei Hinweisen auf erhöhte Gehalte bestimmt werden. Beim Einbau sind Volumenbeständigkeit und Setzungsprozesse zu berücksichtigen.
- Der Wert 1mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Art Ton gilt der Wert 1,5mg/kg
- Stoffspezifischer Orientierungswert; bei Abweichungen ist die Ursache zu prüfen.
- Bei Überschreitung des Wertes ist die Ursache zu prüfen. Handelt es sich um naturbedingt erhöhte Sulfatkonzentrationen, ist eine Verwertung innerhalb der betroffenen Gebiete möglich. Außerhalb dieser Gebiete ist über die Verwertungseignung im Einzelfall zu entscheiden.
- Der Eluatwert ist nur maßgeblich wenn der Feststoffwert in der jeweiligen Spalte überschritten ist. Der als zweites genannte Wert gilt jeweils bei einem TOC-Gehalt von $\geq 0,5\%$

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "u)" gekennzeichnet.

AWV-Dr. Busse GmbH

Jößnitzer Str. 113, 08525 Plauen, Germany
Tel.: +49 (03741) 550 760, Fax: +49 (03741) 523 550
eMail: awv@agrolab.de www.agrolab.de

Datum 29.07.2024
Kundennr. 27014801

PRÜFBERICHT

Auftrag **1593212** Projekt-Nr.: CBG 24 0351 Projekt: Wohnbebauung Sedlitzer Bucht
Analysennr. **781359**
Kunden-Probenbezeichnung **P 2-1**

x) Einzelwerte, die die Nachweis- oder Bestimmungsgrenze unterschreiten, wurden nicht berücksichtigt.

#5) Einzelwerte, die die Nachweisgrenze unterschreiten, wurden nicht berücksichtigt. Bei Einzelwerten, die zwischen Nachweis- und Bestimmungsgrenze liegen, wurde die halbe Bestimmungsgrenze zur Berechnung zugrunde gelegt.

m) Die Nachweis-, bzw. Bestimmungsgrenze musste erhöht werden, da Matrixeffekte bzw. Substanzüberlagerungen eine Quantifizierung erschweren.

Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Parameter ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

Das Zeichen "<...(NWG)" oder n.n. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Parameter ist bei nebenstehender Nachweisgrenze nicht nachzuweisen.

Das Zeichen "<...(+) in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Parameter wurde im Bereich zwischen Nachweisgrenze und Bestimmungsgrenze qualitativ nachgewiesen.

Die parameterspezifischen analytischen Messunsicherheiten sowie Informationen zum Berechnungsverfahren sind auf Anfrage verfügbar, sofern die berichteten Ergebnisse oberhalb der parameterspezifischen Bestimmungsgrenze liegen. Die Mindestleistungskriterien der angewandten Verfahren beruhen bezüglich der Messunsicherheit in der Regel auf der Richtlinie 2009/90/EG der Europäischen Kommission.

Die Analysenwerte der Feststoffparameter beziehen sich auf die Trockensubstanz, bei den mit ° gekennzeichneten Parametern auf die Originalsubstanz.

Untersuchung durch

(OB) AGROLAB Labor GmbH Bruckberg, Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, für die zitierte Methode akkreditiert nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018, Akkreditierungsverfahren: D-PL-14289-01-00 DAkkS

Methoden

DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07; DIN EN ISO 10523 : 2012-04; DIN EN ISO 12846 : 2012-08; DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01; DIN EN ISO 7027 : 2000-04; DIN EN 13657 : 2003-01; DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09; DIN EN 14346 : 2007-03, Verfahren A; DIN EN 15936 : 2012-11; DIN EN 16171 : 2017-01; DIN EN 17322 : 2021-03; DIN EN 27888 : 1993-11; DIN ISO 18287 : 2006-05; DIN 19529 : 2015-12; DIN 19747 : 2009-07; DIN 38404-4 : 1976-12; DIN 38407-37 : 2013-11; DIN 38407-39 : 2011-09; DIN 38414-17 : 2017-01

Beginn der Prüfungen: 15.07.2024

Ende der Prüfungen: 26.07.2024

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. In Fällen, wo das Prüflabor nicht für die Probenahme verantwortlich war, gelten die berichteten Ergebnisse für die Proben wie erhalten. Das Laboratorium ist nicht für die vom Kunden bereitgestellten Informationen verantwortlich. Die ggf. im vorliegenden Prüfbericht dargestellten Kundeninformationen unterliegen nicht der Akkreditierung des Laboratoriums und können sich auf die Validität der Prüfergebnisse auswirken. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Die Ergebnisse in diesem Prüfbericht werden gemäß der mit Ihnen schriftlich gemäß Auftragsbestätigung getroffenen Vereinbarung in vereinfachter Weise i.S. der DIN EN ISO/IEC 17025:2018, Abs. 7.8.1.3 berichtet.



AWV Martin Glaß, Tel. 03741/55076-9
Martin.Glass@agrolab.de
Kundenbetreuung

AWV-Dr. Busse GmbH

Jößnitzer Str. 113, 08525 Plauen, Germany
Tel.: +49 (03741) 550 760, Fax: +49 (03741) 523 550
eMail: awv@agrolab.de www.agrolab.de

Datum 29.07.2024
Kundennr. 27014801

PRÜFBERICHT

Auftrag **1593212** Projekt-Nr.: CBG 24 0351 Projekt: Wohnbebauung Sedlitzer Bucht
Analysennr. **781359**
Kunden-Probenbezeichnung **P 2-1**

Methodenliste

Feststoff

Berechnung aus dem Messwert : Fraktion > 32 mm

Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter : PAK EPA Summe gem. BBodSchV 2021 PAK EPA Summe gem. ErsatzbaustoffV
PCB 7 Summe gem. BBodSchV 2021 PCB 7 Summe gem. ErsatzbaustoffV

DIN EN ISO 12846 : 2012-08^(OB) u): Quecksilber (Hg)

DIN EN 13657 : 2003-01^(OB) u): Königswasseraufschluß

DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09^(OB) u): Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC) Kohlenwasserstoffe C10-C40

DIN EN 14346 : 2007-03, Verfahren A^(OB) u): Trockensubstanz

DIN EN 15936 : 2012-11^(OB) u): Kohlenstoff(C) organisch (TOC)

DIN EN 16171 : 2017-01^(OB) u): Arsen (As) Blei (Pb) Cadmium (Cd) Chrom (Cr) Kupfer (Cu) Nickel (Ni) Thallium (Tl) Zink (Zn)

DIN EN 17322 : 2021-03^(OB) u): PCB (28) PCB (52) PCB (101) PCB (118) PCB (138) PCB (153) PCB (180)

DIN ISO 18287 : 2006-05^(OB) u): Naphthalin Acenaphthen Acenaphthylen Fluoren Phenanthren Anthracen Fluoranthen Pyren
Benzo(a)anthracen Chrysen Benzo(b)fluoranthen Benzo(k)fluoranthen Benzo(a)pyren
Dibenzo(ah)anthracen Benzo(ghi)perylene Indeno(1,2,3-cd)pyren

DIN 19529 : 2015-12^(OB) u): Eluatanalyse in der Fraktion <32 mm Eluat (DIN 19529)

DIN 19747 : 2009-07^(OB) u): Analyse in der Fraktion <2mm Masse Laborprobe Fraktion < 2 mm (Wägung) Fraktion < 32 mm

DIN 38414-17 : 2017-01^(OB) u): EOX

Eluat

Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter : PCB 7 Summe gem. ErsatzbaustoffV PAK 15 Summe gem. BBodSchV 2021
PAK 15 Summe gem. ErsatzbaustoffV
Naphthalin/Methylnaph.-Summe gem. BBodSchV 2021
Naphthalin/Methylnaph.-Summe gem. ErsatzbaustoffV
PCB 7 Summe gem. BBodSchV 2021

DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07^(OB) u): Sulfat (SO₄)

DIN EN ISO 10523 : 2012-04^(OB) u): pH-Wert

DIN EN ISO 12846 : 2012-08^(OB) u): Quecksilber (Hg)

DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01^(OB) u): Arsen (As) Blei (Pb) Cadmium (Cd) Chrom (Cr) Kupfer (Cu) Nickel (Ni) Thallium (Tl) Zink (Zn)

DIN EN ISO 7027 : 2000-04^(OB) u): Trübung nach GF-Filtration

DIN EN 27888 : 1993-11^(OB) u): elektrische Leitfähigkeit

DIN 38404-4 : 1976-12^(OB) u): Temperatur Eluat

DIN 38407-37 : 2013-11^(OB) u): PCB (28) PCB (52) PCB (101) PCB (118) PCB (138) PCB (153) PCB (180)

DIN 38407-39 : 2011-09^(OB) u): Naphthalin Acenaphthen Acenaphthylen Fluoren Phenanthren Anthracen Fluoranthen Pyren
Benzo(a)anthracen Chrysen Benzo(b)fluoranthen Benzo(k)fluoranthen Benzo(a)pyren Dibenzo(ah)anthracen
Benzo(ghi)perylene Indeno(1,2,3-cd)pyren 1-Methylnaphthalin 2-Methylnaphthalin

u) externe Dienstleistung eines AGROLAB GROUP Labors

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "*" gekennzeichnet.

AWV-Dr. Busse GmbH

Jößnitzer Str. 113, 08525 Plauen, Germany
 Tel.: +49 (03741) 550 760, Fax: +49 (03741) 523 550
 eMail: awv@agrolab.de www.agrolab.de



AWV JößnitzerStr.113 08525 Plauen

G.U.B. INGENIEUR AG Erdbaulabor Lauta
 Straße der Freundschaft 92
 02991 Lauta

Datum 29.07.2024
 Kundennr. 27014801

PRÜFBERICHT

Auftrag	1593212 Projekt-Nr.: CBG 24 0351 Projekt: Wohnbebauung Sedlitzer Bucht
Analysenr.	781360
Rechnungsnahmer	27012583 G.U.B. INGENIEUR AG Buchhaltung
Probeneingang	15.07.2024
Probenahme	03.07.2024
Probenehmer	Auftraggeber
Kunden-Probenbezeichnung	P 4-1

Einheit Ergebnis BM/BG-0* Best.-Gr.

Trockensubstanz	u) %	°	99,3				0,1
-----------------	------	---	------	--	--	--	-----

Feststoff

EOX	u) mg/kg	<0,30	1	1)			0,3
Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC)	u) mg/kg	<50	300				50
Kohlenwasserstoffe C10-C40	u) mg/kg	<50	600				50
Kohlenstoff(C) organisch (TOC)	u) %	0,187	1	2)			0,1
Arsen (As)	u) mg/kg	1,1	20				0,8
Blei (Pb)	u) mg/kg	3,1	140				2
Cadmium (Cd)	u) mg/kg	<0,13	1	3)			0,13
Chrom (Cr)	u) mg/kg	4,0	120				1
Kupfer (Cu)	u) mg/kg	1,1	80				1
Nickel (Ni)	u) mg/kg	1,9	100				1
Quecksilber (Hg)	u) mg/kg	<0,050	0,6				0,05
Thallium (Tl)	u) mg/kg	<0,10	1				0,1
Zink (Zn)	u) mg/kg	6,7	300				6

Feststoff (PAK)

Naphthalin	u) mg/kg	<0,010 (NWG)					0,05
Acenaphthen	u) mg/kg	<0,010 (NWG)					0,05
Acenaphthylen	u) mg/kg	<0,010 (NWG)					0,05
Fluoren	u) mg/kg	<0,010 (NWG)					0,05
Phenanthren	u) mg/kg	<0,010 (NWG)					0,05
Anthracen	u) mg/kg	<0,010 (NWG)					0,05
Fluoranthren	u) mg/kg	<0,010 (NWG)					0,05
Pyren	u) mg/kg	<0,010 (NWG)					0,05
Benzo(a)anthracen	u) mg/kg	<0,010 (NWG)					0,05
Chrysen	u) mg/kg	<0,010 (NWG)					0,05
Benzo(b)fluoranthren	u) mg/kg	<0,010 (NWG)					0,05
Benzo(k)fluoranthren	u) mg/kg	<0,010 (NWG)					0,05
Benzo(a)pyren	u) mg/kg	<0,010 (NWG)					0,05
Dibenzo(ah)anthracen	u) mg/kg	<0,050 m)					0,05
Benzo(ghi)perylene	u) mg/kg	<0,010 (NWG)					0,05
Indeno(1,2,3-cd)pyren	u) mg/kg	<0,010 (NWG)					0,05

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "*" gekennzeichnet.

AWV-Dr. Busse GmbH

Jößnitzer Str. 113, 08525 Plauen, Germany
 Tel.: +49 (03741) 550 760, Fax: +49 (03741) 523 550
 eMail: awv@agrolab.de www.agrolab.de



AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

Datum 29.07.2024

Kundennr. 27014801

PRÜFBERICHT

Auftrag **1593212** Projekt-Nr.: CBG 24 0351 Projekt: Wohnbebauung Sedlitzer Bucht
 Analysennr. **781360**
 Kunden-Probenbezeichnung **P 4-1**

	Einheit	Ergebnis	BM/BG-0*	Best.-Gr.
PAK EPA Summe gem. BBodSchV 2021	mg/kg	<1,00 ^{x)}		1
PAK EPA Summe gem. ErsatzbaustoffV	mg/kg	<1,0 ^{#5)}	6	1

Feststoff (PCB)

PCB (28)	u)	mg/kg	<0,0010 (NWG)			0,005
PCB (52)	u)	mg/kg	<0,0010 (NWG)			0,005
PCB (101)	u)	mg/kg	<0,0010 (NWG)			0,005
PCB (118)	u)	mg/kg	<0,0010 (NWG)			0,005
PCB (138)	u)	mg/kg	<0,0010 (NWG)			0,005
PCB (153)	u)	mg/kg	<0,0010 (NWG)			0,005
PCB (180)	u)	mg/kg	<0,0010 (NWG)			0,005
PCB 7 Summe gem. BBodSchV 2021		mg/kg	<0,010 ^{x)}			0,01
PCB 7 Summe gem. ErsatzbaustoffV		mg/kg	<0,010 ^{#5)}	0,1		0,01

Fractionen

Analyse in der Fraktion < 2mm	u)					
Fraktion < 2 mm (Wägung)	u)	%	94,4			0,1
Fraktion < 32 mm	u)	%	100			0,1
Fraktion > 32 mm	u)	%	<0,10			0,1
Eluatanalyse in der Fraktion <32 mm	u)					

Eluat

Temperatur Eluat	u)	°C	25,3			0
Trübung nach GF-Filtration	u)	NTU	140			0,1
pH-Wert	u)		7,0			0
elektrische Leitfähigkeit	u)	µS/cm	33,0	350 ⁴⁾		10
Sulfat (SO4)	u)	mg/l	2,5	250 ⁵⁾		2
Arsen (As)	u)	µg/l	<2,5	<8/13 ⁶⁾		2,5
Blei (Pb)	u)	µg/l	16	<23/43 ⁶⁾		1
Cadmium (Cd)	u)	µg/l	<0,25	<2/4 ⁶⁾		0,25
Chrom (Cr)	u)	µg/l	2,6	<10/19 ⁶⁾		1
Kupfer (Cu)	u)	µg/l	<5,0	<20/41 ⁶⁾		5
Nickel (Ni)	u)	µg/l	<5,0	<20/31 ⁶⁾		5
Quecksilber (Hg)	u)	µg/l	0,18	0,1		0,025
Thallium (Tl)	u)	µg/l	<0,060	<0,2/0,3 ⁶⁾		0,06
Zink (Zn)	u)	µg/l	<30	<100/21 ⁶⁾		30

Eluat (PAK)

Naphthalin	u)	µg/l	0,026			0,01
Acenaphthen	u)	µg/l	0,039			0,01
Acenaphthylen	u)	µg/l	<0,010 (+)			0,01
Fluoren	u)	µg/l	0,010			0,01
Phenanthren	u)	µg/l	0,014			0,01
Anthracen	u)	µg/l	<0,0030 (NWG)			0,01
Fluoranthen	u)	µg/l	<0,010 (+)			0,01
Pyren	u)	µg/l	<0,0030 (NWG)			0,01
Benzo(a)anthracen	u)	µg/l	<0,0030 (NWG)			0,01
Chrysen	u)	µg/l	<0,0030 (NWG)			0,01

Seite 2 von 5

AWV-Dr. Busse GmbH

Jößnitzer Str. 113, 08525 Plauen, Germany
 Tel.: +49 (03741) 550 760, Fax: +49 (03741) 523 550
 eMail: awv@agrolab.de www.agrolab.de

Datum 29.07.2024
 Kundennr. 27014801

PRÜFBERICHT

Auftrag **1593212** Projekt-Nr.: CBG 24 0351 Projekt: Wohnbebauung Sedlitzer Bucht
 Analysennr. **781360**
 Kunden-Probenbezeichnung **P 4-1**

	Einheit	Ergebnis	BM/BG-0*	Best.-Gr.
Benzo(b)fluoranthen ^{u)}	µg/l	<0,0030 (NWG)		0,01
Benzo(k)fluoranthen ^{u)}	µg/l	<0,0030 (NWG)		0,01
Benzo(a)pyren ^{u)}	µg/l	<0,0030 (NWG)		0,01
Dibenzo(ah)anthracen ^{u)}	µg/l	<0,0030 (NWG)		0,01
Benzo(ghi)perylen ^{u)}	µg/l	<0,0030 (NWG)		0,01
Indeno(1,2,3-cd)pyren ^{u)}	µg/l	<0,0030 (NWG)		0,01
PAK 15 Summe gem. BBodSchV 2021	µg/l	0,063 ^{x)}		
PAK 15 Summe gem. ErsatzbaustoffV	µg/l	0,073 ^{#5)}	0,2	0,05
1-Methylnaphthalin ^{u)}	µg/l	0,014		0,01
2-Methylnaphthalin ^{u)}	µg/l	0,010		0,01
Naphthalin/Methylnaph.-Summe gem. BBodSchV 2021	µg/l	0,050		0,05
Naphthalin/Methylnaph.-Summe gem. ErsatzbaustoffV	µg/l	0,050 ^{#5)}	2	0,05

Eluat (PCB)

PCB (28) ^{u)}	µg/l	<0,00030 (NWG)		0,001
PCB (52) ^{u)}	µg/l	<0,00030 (NWG)		0,001
PCB (101) ^{u)}	µg/l	<0,00030 (NWG)		0,001
PCB (118) ^{u)}	µg/l	<0,00030 (NWG)		0,001
PCB (138) ^{u)}	µg/l	<0,00030 (NWG)		0,001
PCB (153) ^{u)}	µg/l	<0,00030 (NWG)		0,001
PCB (180) ^{u)}	µg/l	<0,00030 (NWG)		0,001
PCB 7 Summe gem. ErsatzbaustoffV	µg/l	<0,0030 ^{#5)}	0,01	0,003
PCB 7 Summe gem. BBodSchV 2021	µg/l	n.n.		

Aufbereitung

Königswasseraufschluß ^{u)}				
Eluat (DIN 19529) ^{u)}				

Sonstige Parameter

Masse Laborprobe ^{u)}	kg	°	2,70		0,001
--------------------------------	----	---	------	--	-------

- Bei Überschreitung der Werte sind die Materialien auf fallspezifische Belastungen zu untersuchen.
- Bodenmaterialspezifischer Orientierungswert. Der TOC-Gehalt muss nur bei Hinweisen auf erhöhte Gehalte bestimmt werden. Beim Einbau sind Volumenbeständigkeit und Setzungsprozesse zu berücksichtigen.
- Der Wert 1mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Art Ton gilt der Wert 1,5mg/kg
- Stoffspezifischer Orientierungswert; bei Abweichungen ist die Ursache zu prüfen.
- Bei Überschreitung des Wertes ist die Ursache zu prüfen. Handelt es sich um naturbedingt erhöhte Sulfatkonzentrationen, ist eine Verwertung innerhalb der betroffenen Gebiete möglich. Außerhalb dieser Gebiete ist über die Verwertungseignung im Einzelfall zu entscheiden.
- Der Eluatwert ist nur maßgeblich wenn der Feststoffwert in der jeweiligen Spalte überschritten ist. Der als zweites genannte Wert gilt jeweils bei einem TOC-Gehalt von $\geq 0,5\%$

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "u)" gekennzeichnet.

AWV-Dr. Busse GmbH

Jößnitzer Str. 113, 08525 Plauen, Germany
Tel.: +49 (03741) 550 760, Fax: +49 (03741) 523 550
eMail: awv@agrolab.de www.agrolab.de

Datum 29.07.2024
Kundennr. 27014801

PRÜFBERICHT

Auftrag **1593212** Projekt-Nr.: CBG 24 0351 Projekt: Wohnbebauung Sedlitzer Bucht
Analysennr. **781360**
Kunden-Probenbezeichnung **P 4-1**

x) Einzelwerte, die die Nachweis- oder Bestimmungsgrenze unterschreiten, wurden nicht berücksichtigt.

#5) Einzelwerte, die die Nachweisgrenze unterschreiten, wurden nicht berücksichtigt. Bei Einzelwerten, die zwischen Nachweis- und Bestimmungsgrenze liegen, wurde die halbe Bestimmungsgrenze zur Berechnung zugrunde gelegt.

m) Die Nachweis-, bzw. Bestimmungsgrenze musste erhöht werden, da Matrixeffekte bzw. Substanzüberlagerungen eine Quantifizierung erschweren.

Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Parameter ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

Das Zeichen "<...(NWG)" oder n.n. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Parameter ist bei nebenstehender Nachweisgrenze nicht nachzuweisen.

Das Zeichen "<...(+) in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Parameter wurde im Bereich zwischen Nachweisgrenze und Bestimmungsgrenze qualitativ nachgewiesen.

Die parameterspezifischen analytischen Messunsicherheiten sowie Informationen zum Berechnungsverfahren sind auf Anfrage verfügbar, sofern die berichteten Ergebnisse oberhalb der parameterspezifischen Bestimmungsgrenze liegen. Die Mindestleistungskriterien der angewandten Verfahren beruhen bezüglich der Messunsicherheit in der Regel auf der Richtlinie 2009/90/EG der Europäischen Kommission.

Die Analysenwerte der Feststoffparameter beziehen sich auf die Trockensubstanz, bei den mit ° gekennzeichneten Parametern auf die Originalsubstanz.

Untersuchung durch

(OB) AGROLAB Labor GmbH Bruckberg, Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, für die zitierte Methode akkreditiert nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018, Akkreditierungsverfahren: D-PL-14289-01-00 DAkkS

Methoden

DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07; DIN EN ISO 10523 : 2012-04; DIN EN ISO 12846 : 2012-08; DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01; DIN EN ISO 7027 : 2000-04; DIN EN 13657 : 2003-01; DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09; DIN EN 14346 : 2007-03, Verfahren A; DIN EN 15936 : 2012-11; DIN EN 16171 : 2017-01; DIN EN 17322 : 2021-03; DIN EN 27888 : 1993-11; DIN ISO 18287 : 2006-05; DIN 19529 : 2015-12; DIN 19747 : 2009-07; DIN 38404-4 : 1976-12; DIN 38407-37 : 2013-11; DIN 38407-39 : 2011-09; DIN 38414-17 : 2017-01

Beginn der Prüfungen: 15.07.2024

Ende der Prüfungen: 26.07.2024

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. In Fällen, wo das Prüflabor nicht für die Probenahme verantwortlich war, gelten die berichteten Ergebnisse für die Proben wie erhalten. Das Laboratorium ist nicht für die vom Kunden bereitgestellten Informationen verantwortlich. Die ggf. im vorliegenden Prüfbericht dargestellten Kundeninformationen unterliegen nicht der Akkreditierung des Laboratoriums und können sich auf die Validität der Prüfergebnisse auswirken. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Die Ergebnisse in diesem Prüfbericht werden gemäß der mit Ihnen schriftlich gemäß Auftragsbestätigung getroffenen Vereinbarung in vereinfachter Weise i.S. der DIN EN ISO/IEC 17025:2018, Abs. 7.8.1.3 berichtet.



AWV Martin Glaß, Tel. 03741/55076-9
Martin.Glass@agrolab.de
Kundenbetreuung

AWV-Dr. Busse GmbH

Jößnitzer Str. 113, 08525 Plauen, Germany
Tel.: +49 (03741) 550 760, Fax: +49 (03741) 523 550
eMail: awv@agrolab.de www.agrolab.de

Datum 29.07.2024
Kundennr. 27014801

PRÜFBERICHT

Auftrag **1593212** Projekt-Nr.: CBG 24 0351 Projekt: Wohnbebauung Sedlitzer Bucht
Analysennr. **781360**
Kunden-Probenbezeichnung **P 4-1**

Methodenliste

Feststoff

Berechnung aus dem Messwert : Fraktion > 32 mm

Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter : PAK EPA Summe gem. BBodSchV 2021 PAK EPA Summe gem. ErsatzbaustoffV
PCB 7 Summe gem. BBodSchV 2021 PCB 7 Summe gem. ErsatzbaustoffV

DIN EN ISO 12846 : 2012-08^(OB) u): Quecksilber (Hg)

DIN EN 13657 : 2003-01^(OB) u): Königswasseraufschluß

DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09^(OB) u): Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC) Kohlenwasserstoffe C10-C40

DIN EN 14346 : 2007-03, Verfahren A^(OB) u): Trockensubstanz

DIN EN 15936 : 2012-11^(OB) u): Kohlenstoff(C) organisch (TOC)

DIN EN 16171 : 2017-01^(OB) u): Arsen (As) Blei (Pb) Cadmium (Cd) Chrom (Cr) Kupfer (Cu) Nickel (Ni) Thallium (Tl) Zink (Zn)

DIN EN 17322 : 2021-03^(OB) u): PCB (28) PCB (52) PCB (101) PCB (118) PCB (138) PCB (153) PCB (180)

DIN ISO 18287 : 2006-05^(OB) u): Naphthalin Acenaphthen Acenaphthylen Fluoren Phenanthren Anthracen Fluoranthen Pyren
Benzo(a)anthracen Chrysen Benzo(b)fluoranthen Benzo(k)fluoranthen Benzo(a)pyren
Dibenzo(ah)anthracen Benzo(ghi)perylene Indeno(1,2,3-cd)pyren

DIN 19529 : 2015-12^(OB) u): Eluatanalyse in der Fraktion <32 mm Eluat (DIN 19529)

DIN 19747 : 2009-07^(OB) u): Analyse in der Fraktion <2mm Masse Laborprobe Fraktion < 2 mm (Wägung) Fraktion < 32 mm

DIN 38414-17 : 2017-01^(OB) u): EOX

Eluat

Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter : PCB 7 Summe gem. ErsatzbaustoffV PAK 15 Summe gem. BBodSchV 2021
PAK 15 Summe gem. ErsatzbaustoffV
Naphthalin/Methylnaph.-Summe gem. BBodSchV 2021
Naphthalin/Methylnaph.-Summe gem. ErsatzbaustoffV
PCB 7 Summe gem. BBodSchV 2021

DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07^(OB) u): Sulfat (SO₄)

DIN EN ISO 10523 : 2012-04^(OB) u): pH-Wert

DIN EN ISO 12846 : 2012-08^(OB) u): Quecksilber (Hg)

DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01^(OB) u): Arsen (As) Blei (Pb) Cadmium (Cd) Chrom (Cr) Kupfer (Cu) Nickel (Ni) Thallium (Tl) Zink (Zn)

DIN EN ISO 7027 : 2000-04^(OB) u): Trübung nach GF-Filtration

DIN EN 27888 : 1993-11^(OB) u): elektrische Leitfähigkeit

DIN 38404-4 : 1976-12^(OB) u): Temperatur Eluat

DIN 38407-37 : 2013-11^(OB) u): PCB (28) PCB (52) PCB (101) PCB (118) PCB (138) PCB (153) PCB (180)

DIN 38407-39 : 2011-09^(OB) u): Naphthalin Acenaphthen Acenaphthylen Fluoren Phenanthren Anthracen Fluoranthen Pyren
Benzo(a)anthracen Chrysen Benzo(b)fluoranthen Benzo(k)fluoranthen Benzo(a)pyren Dibenzo(ah)anthracen
Benzo(ghi)perylene Indeno(1,2,3-cd)pyren 1-Methylnaphthalin 2-Methylnaphthalin

u) externe Dienstleistung eines AGROLAB GROUP Labors

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "*" gekennzeichnet.

Anlage 6

Auszüge aus den
Stand sicherheitsberechnungen

CBG 24 0351 - Sedlitzer Bucht
 Standsicherheitsuntersuchungen
 Berechnungsprofil GP 1



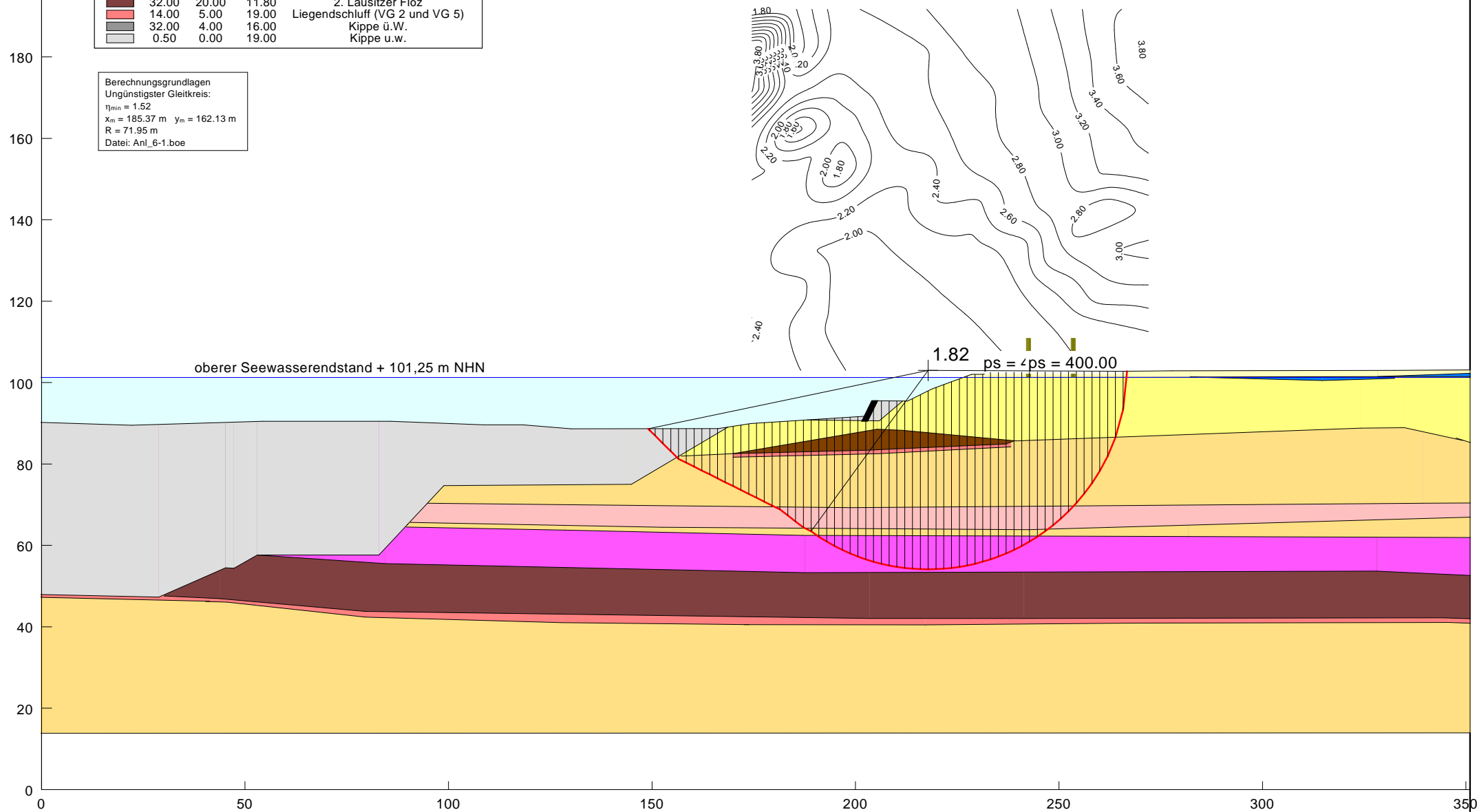
Anlage:
6.1

Standsicherheit Wohnbebauung
 Berechnungsfall Böschungsbruch

Niederlassung
 Cottbus

Boden	φ [°]	c [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	Bezeichnung
[Yellow]	37.00	5.00	18.50	Pleistozäne Sande -erdfeucht-
[Light Yellow]	37.00	0.00	21.00	Pleistozäne Sande -gesättigt-
[Blue]	20.00	15.00	22.00	Geschiebemergel
[Brown]	32.00	20.00	11.80	1. Lausitzer Flöz
[Light Orange]	37.00	0.00	20.00	Teritiäre Sande
[Pink]	15.00	5.00	16.50	Oberer Hangendschluff (VG 3)
[Purple]	14.00	5.00	16.00	Unterer Hangendschluff (VG 4)
[Dark Brown]	32.00	20.00	11.80	2. Lausitzer Flöz
[Red]	14.00	5.00	19.00	Liegendschluff (VG 2 und VG 5)
[Grey]	32.00	4.00	16.00	Kippe ü.W.
[Light Grey]	0.50	0.00	19.00	Kippe u.w.

Berechnungsgrundlagen
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\eta_{min} = 1.52$
 $x_m = 185.37 \text{ m}$ $y_m = 162.13 \text{ m}$
 $R = 71.95 \text{ m}$
 Datei: Anl_6-1.boe



CBG 24 0351 - Sedlitzer Bucht
 Standsicherheitsuntersuchungen
 Berechnungsprofil GP 1



Anlage:
6.2

Standsicherheit Wohnbebauung
 Berechnungsfall Böschungsbruch

Niederlassung
Cottbus

Boden	φ [°]	c [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	Bezeichnung
[Light Yellow]	37.00	5.00	18.50	Pleistozäne Sande -erdfeucht-
[Yellow]	37.00	0.00	21.00	Pleistozäne Sande -gesättigt-
[Blue]	20.00	15.00	22.00	Geschiebemergel
[Brown]	32.00	20.00	11.80	1. Lausitzer Flöz
[Light Yellow]	37.00	0.00	20.00	Teritiäre Sande
[Pink]	15.00	5.00	16.50	Oberer Hangendschluff (VG 3)
[Magenta]	14.00	5.00	16.00	Unterer Hangendschluff (VG 4)
[Brown]	32.00	20.00	11.80	2. Lausitzer Flöz
[Red]	14.00	5.00	19.00	Liegendschluff (VG 2 und VG 5)
[Grey]	32.00	4.00	16.00	Kippe ü.W.
[Light Grey]	0.50	0.00	19.00	Kippe u.w.

Berechnungsgrundlagen
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\eta_{min} = 1.69$
 $x_m = 207.02 \text{ m}$ $y_m = 122.70 \text{ m}$
 $R = 27.47 \text{ m}$
 Datei: Anl_6-2.boe

140

120

100

80

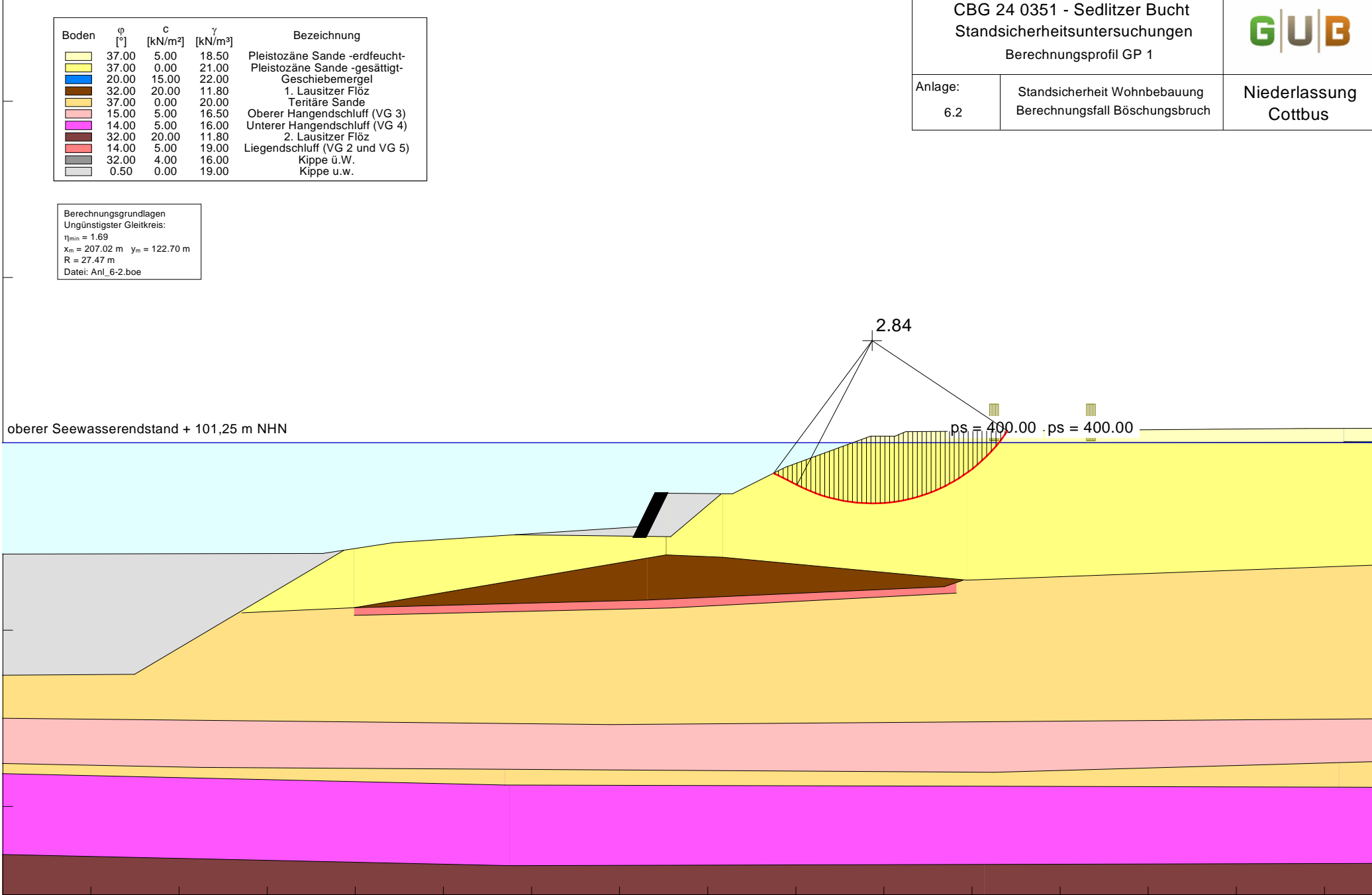
60

oberer Seewasserendstand + 101,25 m NHN

2.84

ps = 400.00 ps = 400.00

130 140 150 160 170 180 190 200 210 220 230 240 250 260 270 280



CBG 24 0351 - Sedlitzer Bucht
 Standsicherheitsuntersuchungen
 Berechnungsprofil GP 1



Anlage:
6.3

Standsicherheit Wohnbebauung
 Berechnungsfall Böschungsbruch

Niederlassung
 Cottbus

Boden	φ [°]	c [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	Bezeichnung
[Yellow]	37.00	5.00	18.50	Pleistozäne Sande -erdfeucht-
[Light Yellow]	37.00	0.00	21.00	Pleistozäne Sande -gesättigt-
[Blue]	20.00	15.00	22.00	Geschiebemergel
[Brown]	32.00	20.00	11.80	1. Lausitzer Flöz
[Light Yellow]	37.00	0.00	20.00	Teritiäre Sande
[Pink]	15.00	5.00	16.50	Oberer Hangendschluff (VG 3)
[Purple]	14.00	5.00	16.00	Unterer Hangendschluff (VG 4)
[Brown]	32.00	20.00	11.80	2. Lausitzer Flöz
[Red]	14.00	5.00	19.00	Liegendschluff (VG 2 und VG 5)
[Grey]	32.00	4.00	16.00	Kippe ü.W.
[White]	0.50	0.00	19.00	Kippe u.w.

Berechnungsgrundlagen
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\eta_{\min} = 1.69$
 $x_m = 207.02 \text{ m}$ $y_m = 122.70 \text{ m}$
 $R = 27.47 \text{ m}$
 Datei: Anl_6-3.boe

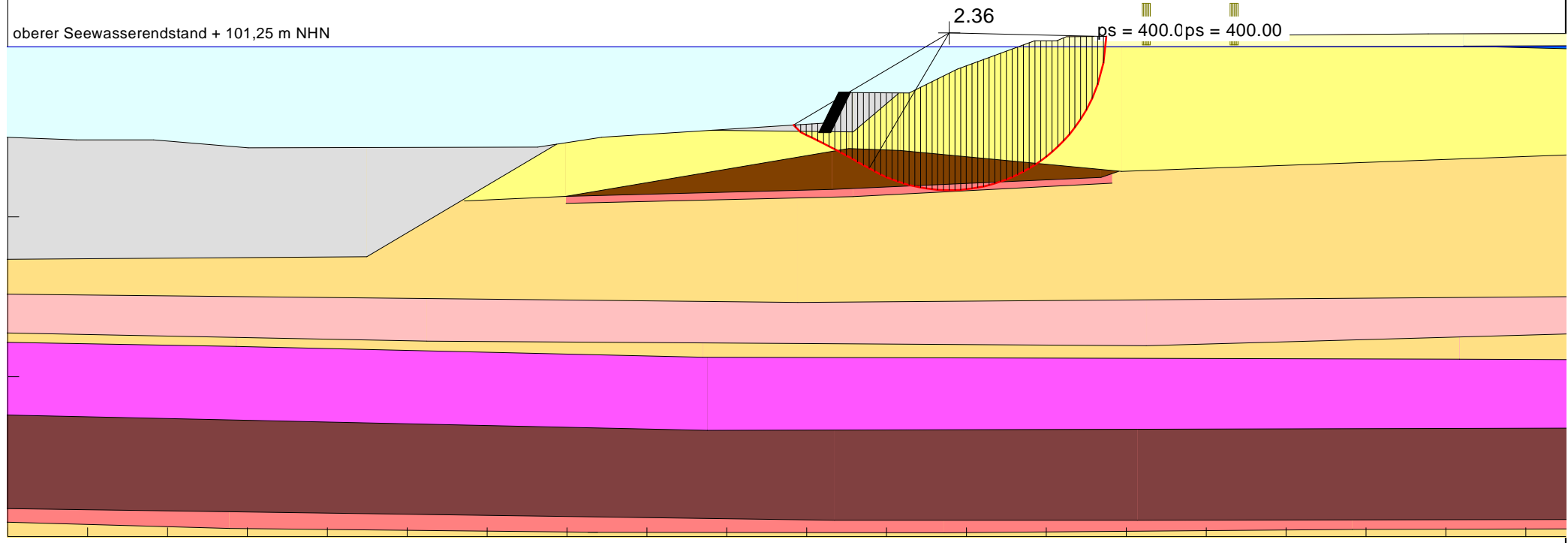
160
140
120
100
80
60
40

oberer Seewasserendstand + 101,25 m NHN

2.36

ps = 400.0 ps = 400.00

100 110 120 130 140 150 160 170 180 190 200 210 220 230 240 250 260 270 280 290



CBG 24 0351 - Sedlitzer Bucht
 Standsicherheitsuntersuchungen
 Berechnungsprofil GP 1



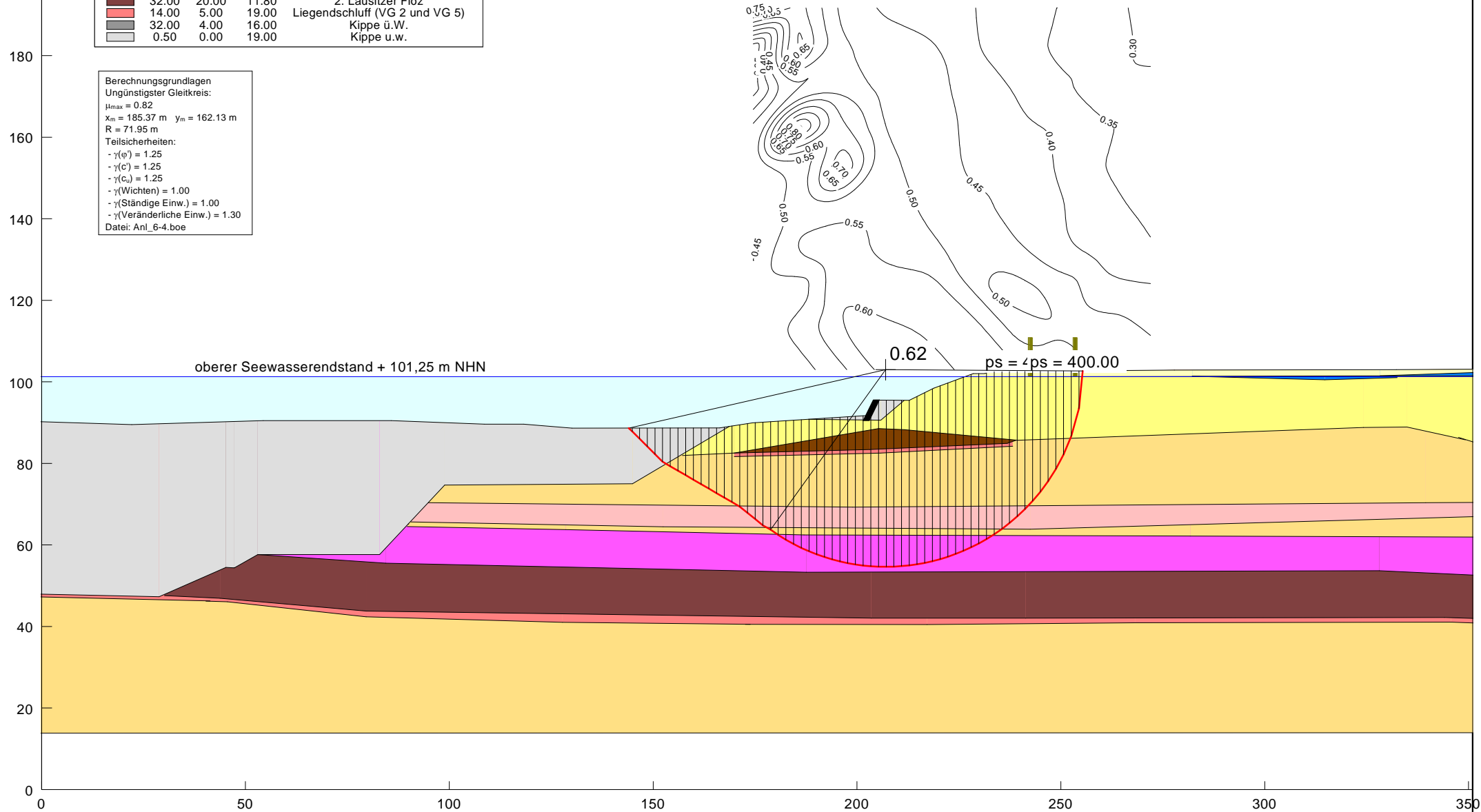
Anlage:
6.4

Standsicherheit Wohnbebauung
 Berechnungsfall Böschungsbruch

Niederlassung
Cottbus

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
[Yellow]	37.00	5.00	18.50	Pleistozäne Sande -erdfeucht-
[Light Yellow]	37.00	0.00	21.00	Pleistozäne Sande -gesättigt-
[Blue]	20.00	15.00	22.00	Geschiebemergel
[Brown]	32.00	20.00	11.80	1. Lausitzer Flöz
[Light Yellow]	37.00	0.00	20.00	Teritiäre Sande
[Pink]	15.00	5.00	16.50	Oberer Hangendschluff (VG 3)
[Purple]	14.00	5.00	16.00	Unterer Hangendschluff (VG 4)
[Dark Brown]	32.00	20.00	11.80	2. Lausitzer Flöz
[Red]	14.00	5.00	19.00	Liegendschluff (VG 2 und VG 5)
[Grey]	32.00	4.00	16.00	Kippe ü.W.
[White]	0.50	0.00	19.00	Kippe u.w.

Berechnungsgrundlagen
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.82$
 $x_m = 185.37 \text{ m}$ $y_m = 162.13 \text{ m}$
 $R = 71.95 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi) = 1.25$
 - $\gamma(c) = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$
 Datei: Anl_6-4.boe



CBG 24 0351 - Sedlitzer Bucht
 Standsicherheitsuntersuchungen
 Berechnungsprofil GP 1



Anlage:
6.5

Standsicherheit Wohnbebauung
 Berechnungsfall Abgleitn (VG 2)

Niederlassung
Cottbus

Boden	φ [°]	c [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	Bezeichnung
[Yellow]	37.00	5.00	18.50	Pleistozäne Sande -erdfeucht-
[Light Yellow]	37.00	0.00	21.00	Pleistozäne Sande -gesättigt-
[Blue]	20.00	15.00	22.00	Geschiebemergel
[Brown]	32.00	20.00	11.80	1. Lausitzer Flöz
[Light Yellow]	37.00	0.00	20.00	Teritiäre Sande
[Pink]	15.00	5.00	16.50	Oberer Hangendschluff (VG 3)
[Purple]	14.00	5.00	16.00	Unterer Hangendschluff (VG 4)
[Brown]	32.00	20.00	11.80	2. Lausitzer Flöz
[Red]	14.00	5.00	19.00	Liegendschluff (VG 2 und VG 5)
[Grey]	32.00	4.00	16.00	Kippe ü.W.
[Light Grey]	0.50	0.00	19.00	Kippe u.w.

Berechnungsgrundlagen
 Gleitkörper Nr. 3: $\eta = 1.86$
 Datei: Anl_6-5.boe

140

120

100

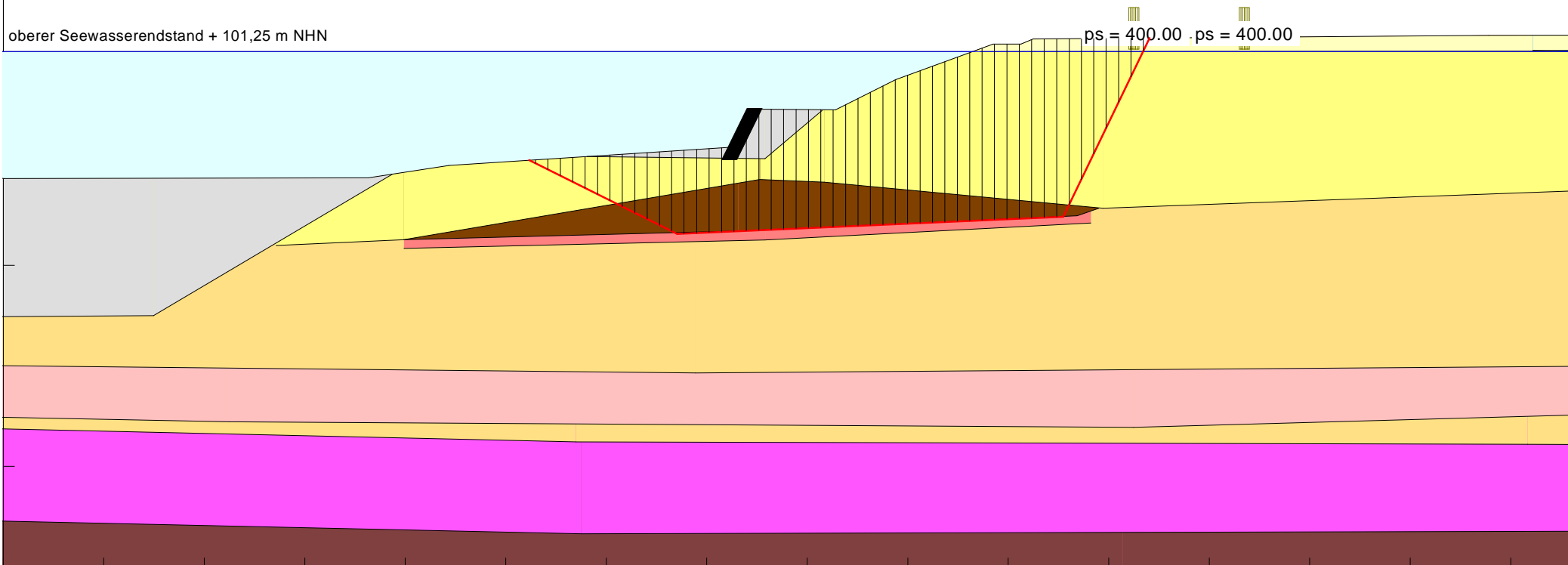
80

60

oberer Seewasserendstand + 101,25 m NHN

ps = 400.00 ps = 400.00

130 140 150 160 170 180 190 200 210 220 230 240 250 260 270 280



CBG 24 0351 - Sedlitzer Bucht
 Standsicherheitsuntersuchungen
 Berechnungsprofil GP 1



Anlage:
6.6

Standsicherheit Wohnbebauung
 Berechnungsfall Abgleiten (VG 2)

Niederlassung
Cottbus

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
[Yellow]	37.00	5.00	18.50	Pleistozäne Sande -erdfeucht-
[Light Yellow]	37.00	0.00	21.00	Pleistozäne Sande -gesättigt-
[Blue]	20.00	15.00	22.00	Geschiebemergel
[Brown]	32.00	20.00	11.80	1. Lausitzer Flöz
[Light Orange]	37.00	0.00	20.00	Teritiäre Sande
[Pink]	15.00	5.00	16.50	Oberer Hangendschluff (VG 3)
[Magenta]	14.00	5.00	16.00	Unterer Hangendschluff (VG 4)
[Dark Brown]	32.00	20.00	11.80	2. Lausitzer Flöz
[Red]	14.00	5.00	19.00	Liegendschluff (VG 2 und VG 5)
[Grey]	32.00	4.00	16.00	Kippe ü.W.
[White]	0.50	0.00	19.00	Kippe u.w.

Berechnungsgrundlagen
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi) = 1.15$
 - $\gamma(c) = 1.15$
 - $\gamma(c_u) = 1.15$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$
 Gleitkörper Nr. 3: $\mu = 0.62$
 Datei: Anl_6-6.boe

140

120

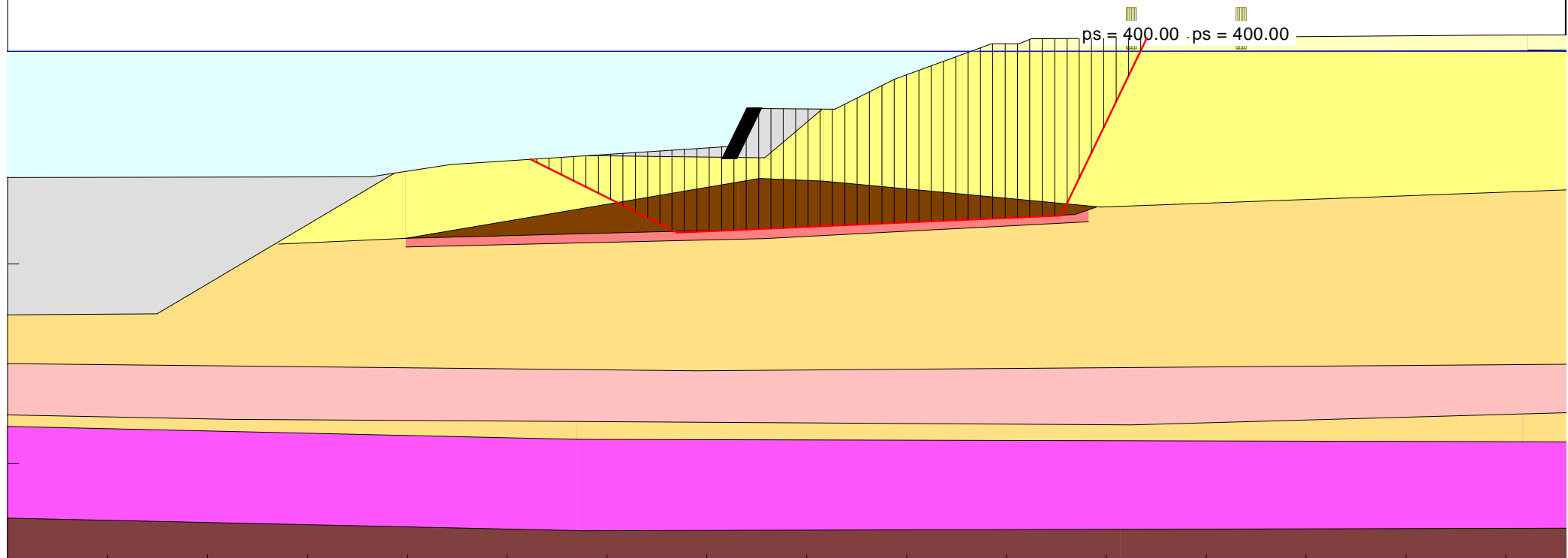
100

80

60

130 140 150 160 170 180 190 200 210 220 230 240 250 260 270 280

ps = 400.00 ps = 400.00



CBG 24 0351 - Sedlitzer Bucht
 Standsicherheitsuntersuchungen
 Berechnungsprofil GP 1



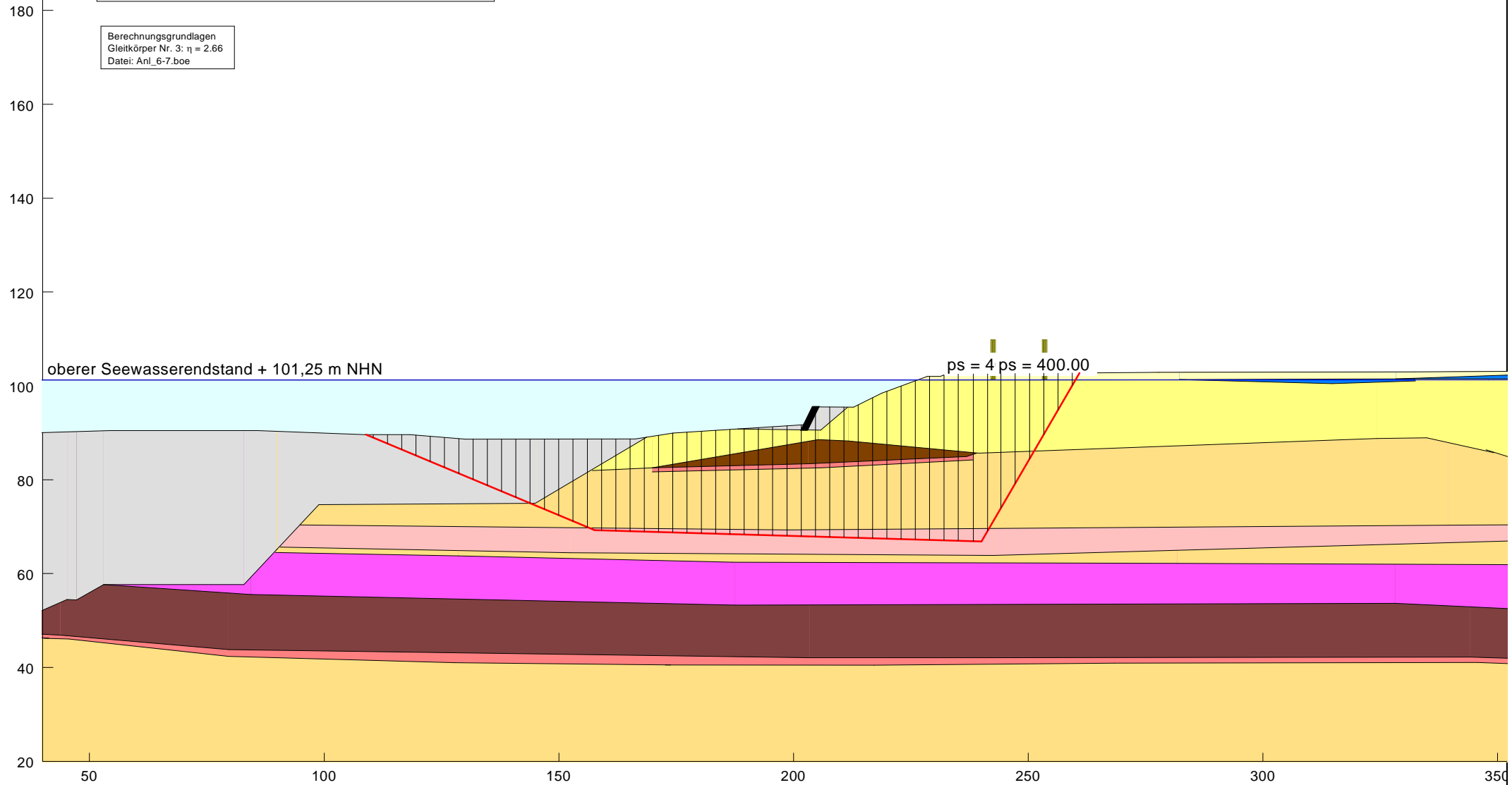
Anlage:
6.7

Standsicherheit Wohnbebauung
 Berechnungsfall Abgleiten (VG 3)

Niederlassung
Cottbus

Boden	φ [°]	c [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	Bezeichnung
[Yellow]	37.00	5.00	18.50	Pleistozäne Sande -erdfeucht-
[Light Yellow]	37.00	0.00	21.00	Pleistozäne Sande -gesättigt-
[Blue]	20.00	15.00	22.00	Geschiebemergel
[Brown]	32.00	20.00	11.80	1. Lausitzer Flöz
[Light Yellow]	37.00	0.00	20.00	Teritiäre Sande
[Pink]	15.00	5.00	16.50	Oberer Hangendschluff (VG 3)
[Purple]	14.00	5.00	16.00	Unterer Hangendschluff (VG 4)
[Dark Brown]	32.00	20.00	11.80	2. Lausitzer Flöz
[Red]	14.00	5.00	19.00	Liegendschluff (VG 2 und VG 5)
[Grey]	32.00	4.00	16.00	Kippe ü.W.
[Light Grey]	0.50	0.00	19.00	Kippe u.w.

Berechnungsgrundlagen
 Gleitkörper Nr. 3: $\eta = 2.66$
 Datei: Anl_6-7.boe



CBG 24 0351 - Sedlitzer Bucht
 Standsicherheitsuntersuchungen
 Berechnungsprofil GP 1



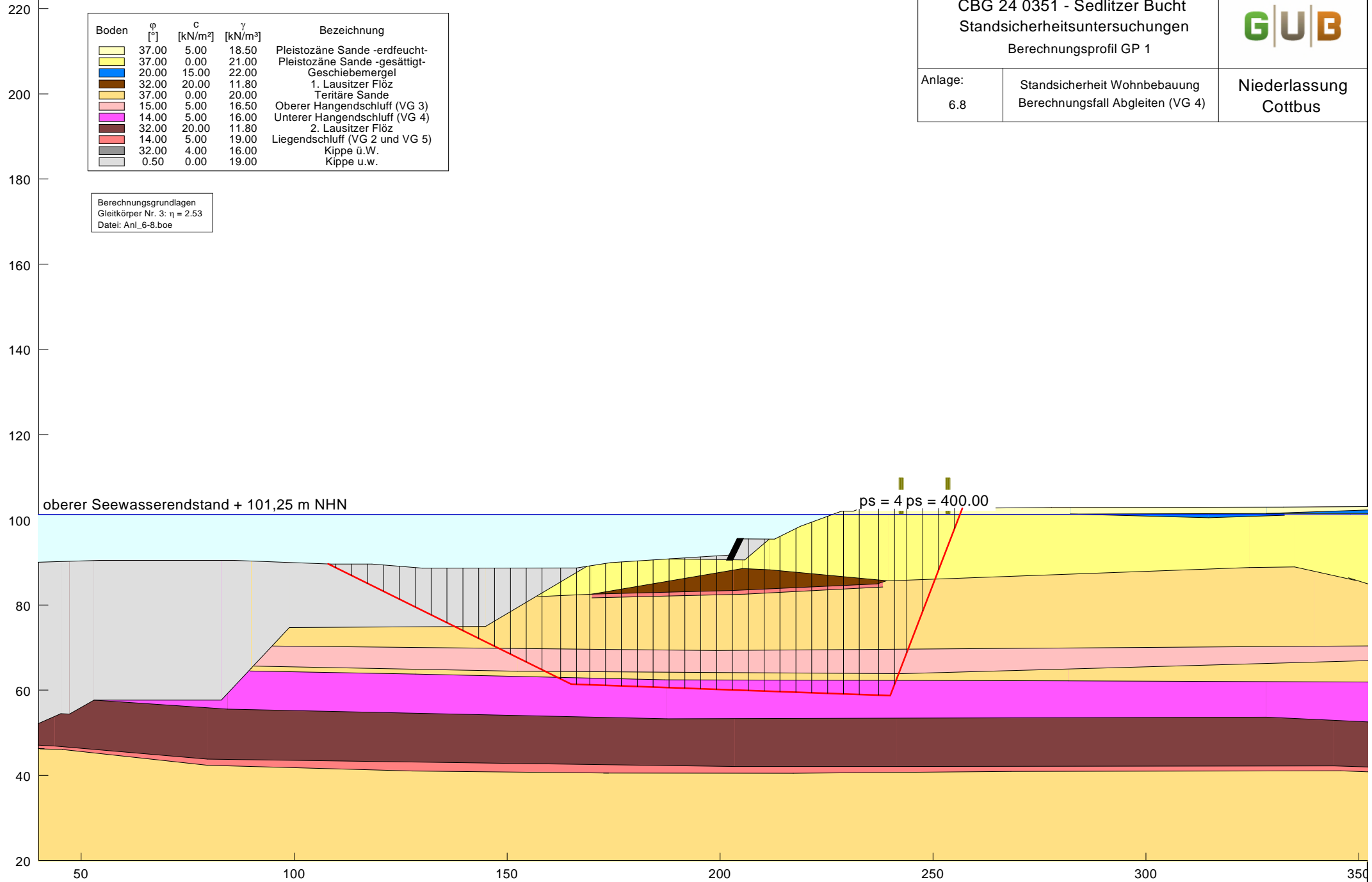
Anlage:
6.8

Standsicherheit Wohnbebauung
 Berechnungsfall Abgleiten (VG 4)

Niederlassung
 Cottbus

Boden	φ [°]	c [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	Bezeichnung
[Yellow]	37.00	5.00	18.50	Pleistozäne Sande -erdfeucht-
[Light Yellow]	37.00	0.00	21.00	Pleistozäne Sande -gesättigt-
[Blue]	20.00	15.00	22.00	Geschiebemergel
[Brown]	32.00	20.00	11.80	1. Lausitzer Flöz
[Light Yellow]	37.00	0.00	20.00	Teritiäre Sande
[Pink]	15.00	5.00	16.50	Oberer Hangendschluff (VG 3)
[Purple]	14.00	5.00	16.00	Unterer Hangendschluff (VG 4)
[Dark Brown]	32.00	20.00	11.80	2. Lausitzer Flöz
[Red]	14.00	5.00	19.00	Liegendschluff (VG 2 und VG 5)
[Grey]	32.00	4.00	16.00	Kippe ü.W.
[Light Grey]	0.50	0.00	19.00	Kippe u.w.

Berechnungsgrundlagen
 Gleitkörper Nr. 3: $\eta = 2.53$
 Datei: Anl_6-8.boe



CBG 24 0351 - Sedlitzer Bucht
 Standsicherheitsuntersuchungen
 Berechnungsprofil GP 1



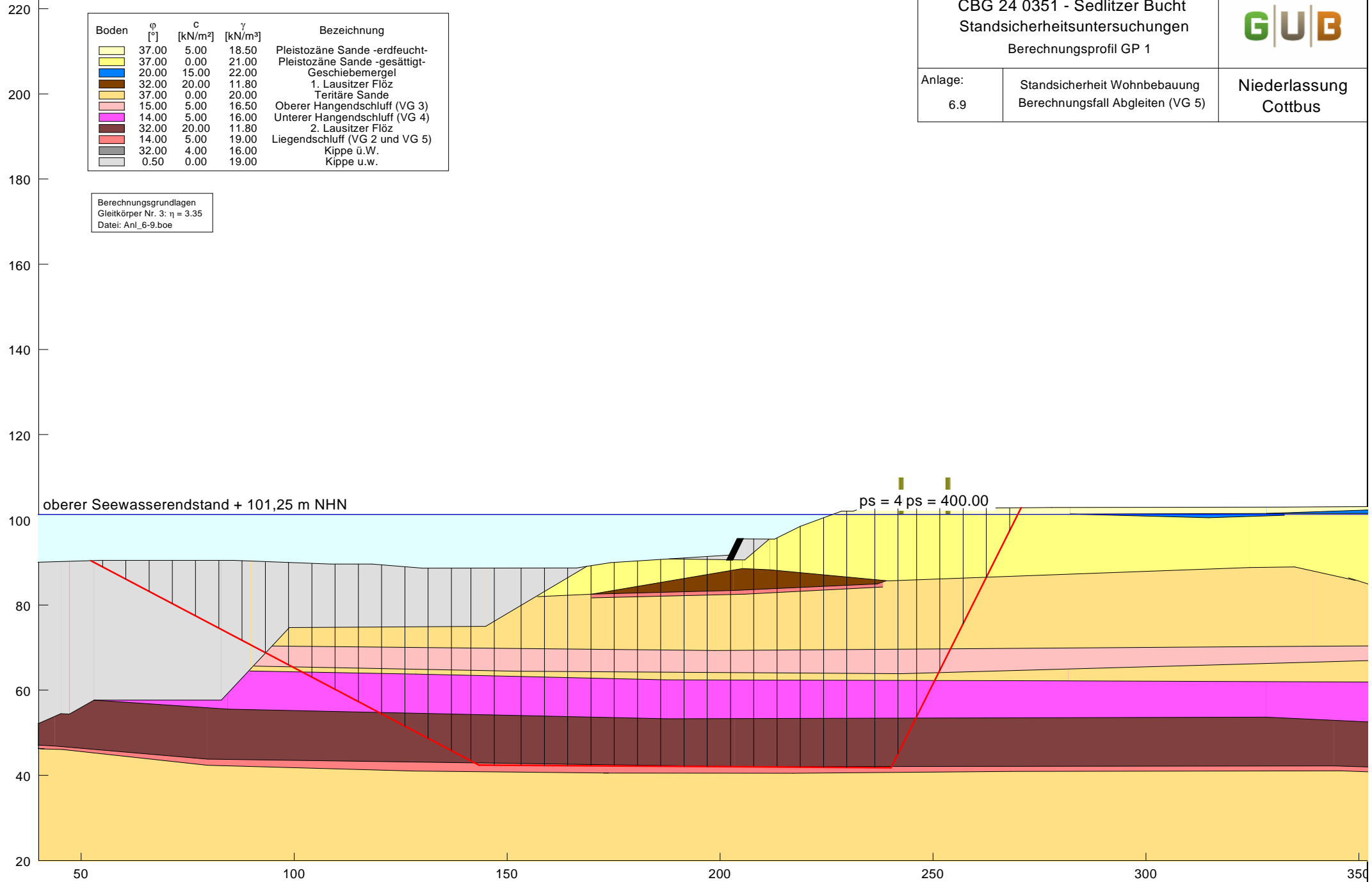
Anlage:
6.9

Standsicherheit Wohnbebauung
 Berechnungsfall Abgleiten (VG 5)

Niederlassung
Cottbus

Boden	φ [°]	c [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	Bezeichnung
[Light Yellow]	37.00	5.00	18.50	Pleistozäne Sande -erdfeucht-
[Yellow]	37.00	0.00	21.00	Pleistozäne Sande -gesättigt-
[Blue]	20.00	15.00	22.00	Geschiebemergel
[Brown]	32.00	20.00	11.80	1. Lausitzer Flöz
[Light Yellow]	37.00	0.00	20.00	Teritiäre Sande
[Light Pink]	15.00	5.00	16.50	Oberer Hangendschluff (VG 3)
[Magenta]	14.00	5.00	16.00	Unterer Hangendschluff (VG 4)
[Dark Brown]	32.00	20.00	11.80	2. Lausitzer Flöz
[Red]	14.00	5.00	19.00	Liegendschluff (VG 2 und VG 5)
[Grey]	32.00	4.00	16.00	Kippe ü.W.
[Light Grey]	0.50	0.00	19.00	Kippe u.w.

Berechnungsgrundlagen
 Gleitkörper Nr. 3: $\eta = 3.35$
 Datei: Anl_6-9.boe



CBG 24 0351 - Sedlitzer Bucht
 Standsicherheitsuntersuchungen
 Berechnungsprofil GP 1



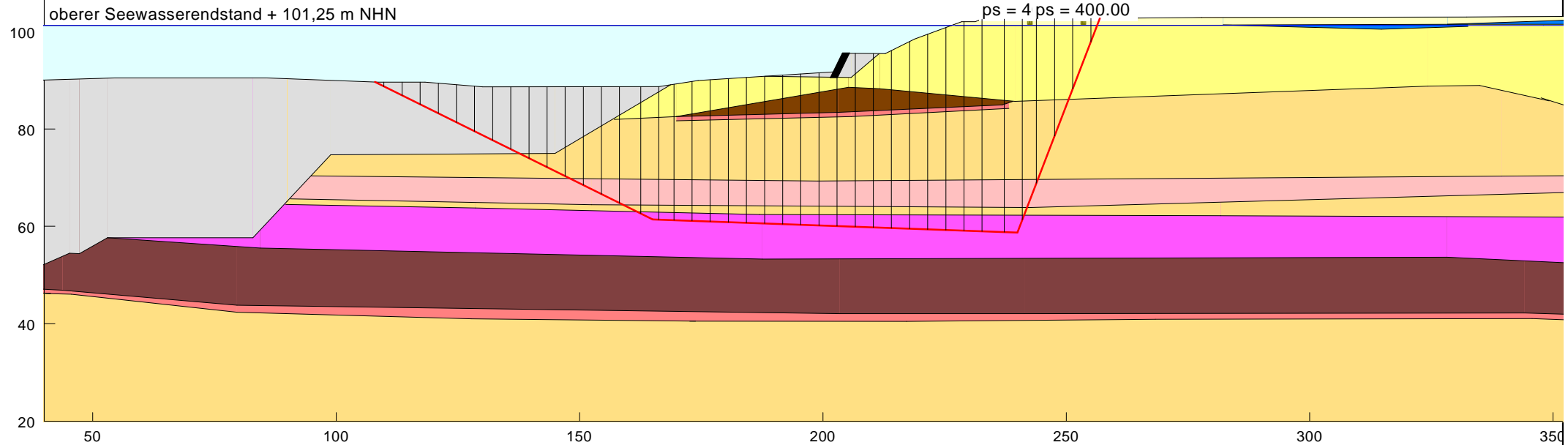
Anlage:
6.10

Standsicherheit Wohnbebauung
 Berechnungsfall Abgleiten (VG 4)

Niederlassung
 Cottbus

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
[Yellow]	37.00	5.00	18.50	Pleistozäne Sande -erdfeucht-
[Light Yellow]	37.00	0.00	21.00	Pleistozäne Sande -gesättigt-
[Blue]	20.00	15.00	22.00	Geschiebemergel
[Brown]	32.00	20.00	11.80	1. Lausitzer Flöz
[Light Orange]	37.00	0.00	20.00	Teritiäre Sande
[Pink]	15.00	5.00	16.50	Oberer Hangendschluff (VG 3)
[Purple]	14.00	5.00	16.00	Unterer Hangendschluff (VG 4)
[Dark Brown]	32.00	20.00	11.80	2. Lausitzer Flöz
[Red]	14.00	5.00	19.00	Liegendschluff (VG 2 und VG 5)
[Grey]	32.00	4.00	16.00	Kippe ü.W.
[White]	0.50	0.00	19.00	Kippe u.w.

Berechnungsgrundlagen
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi) = 1.15$
 - $\gamma(c) = 1.15$
 - $\gamma(c_u) = 1.15$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$
 Gleitkörper Nr. 3: $\mu = 0.46$
 Datei: Anl_6-10.boe



CBG 24 0351 - Sedlitzer Bucht
 Standsicherheitsuntersuchungen
 Berechnungsprofil GP 2



Anlage:

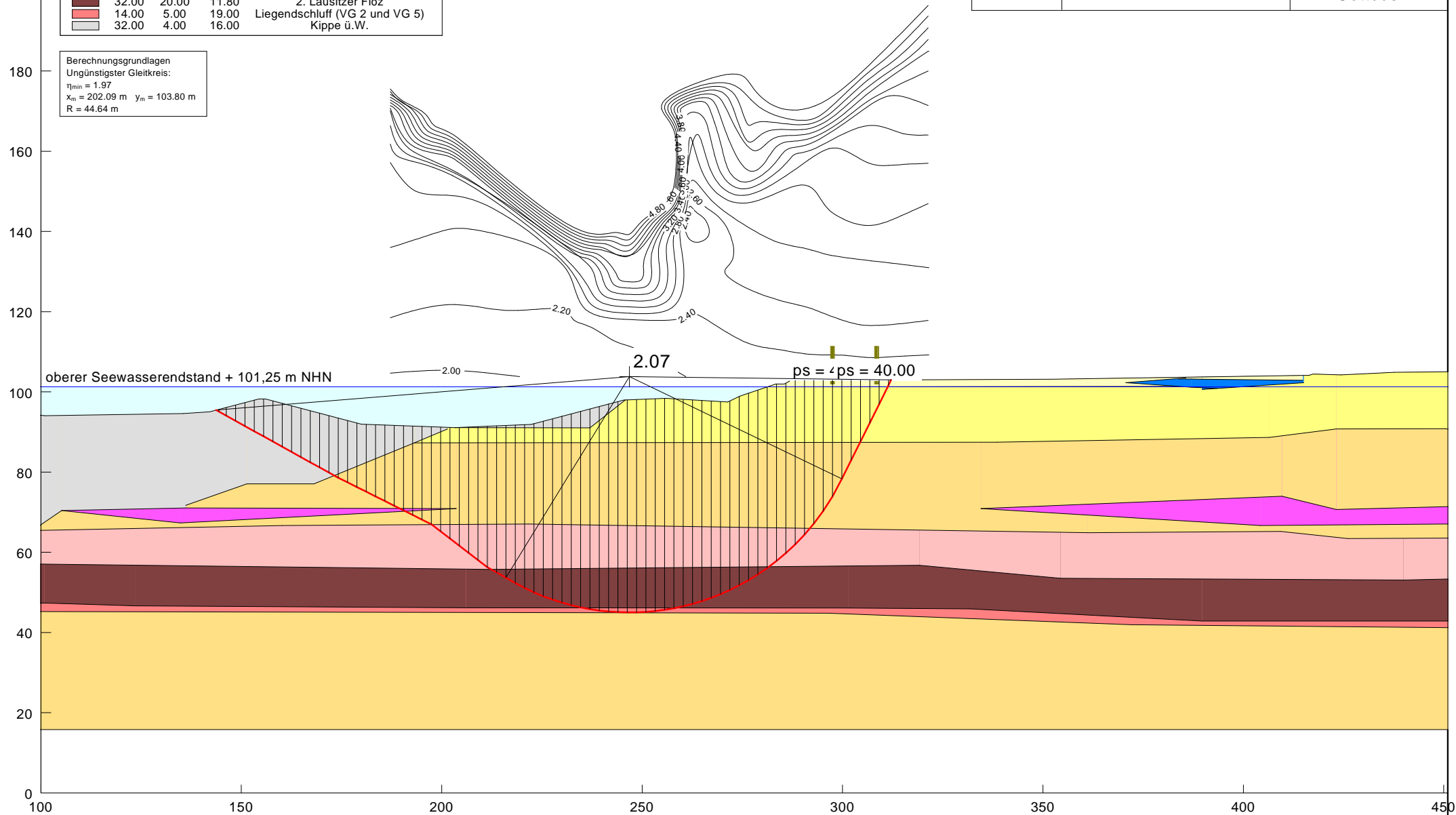
6.11

Standsicherheit Wohnbebauung
 Berechnungsfall Böschungsbruch

Niederlassung
 Cottbus

Boden	ϕ [°]	c [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	Bezeichnung
	37.00	5.00	18.50	Pleistozäne Sande -erdfeucht-
	37.00	0.00	21.00	Pleistozäne Sande -gesättigt-
	20.00	15.00	22.00	Geschiebemergel
	32.00	20.00	11.80	1. Lausitzer Flöz
	37.00	0.00	20.00	Teritiäre Sande
	15.00	5.00	16.50	Oberer Hangendschluff (VG 3)
	14.00	5.00	16.00	Unterer Hangendschluff (VG 4)
	32.00	20.00	11.80	2. Lausitzer Flöz
	14.00	5.00	19.00	Liegendschluff (VG 2 und VG 5)
	32.00	4.00	16.00	Kippe ü.W.

Berechnungsgrundlagen
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\eta_{\min} = 1.97$
 $x_m = 202.09$ m $y_m = 103.80$ m
 $R = 44.64$ m



CBG 24 0351 - Sedlitzer Bucht
 Standsicherheitsuntersuchungen
 Berechnungsprofil GP 2

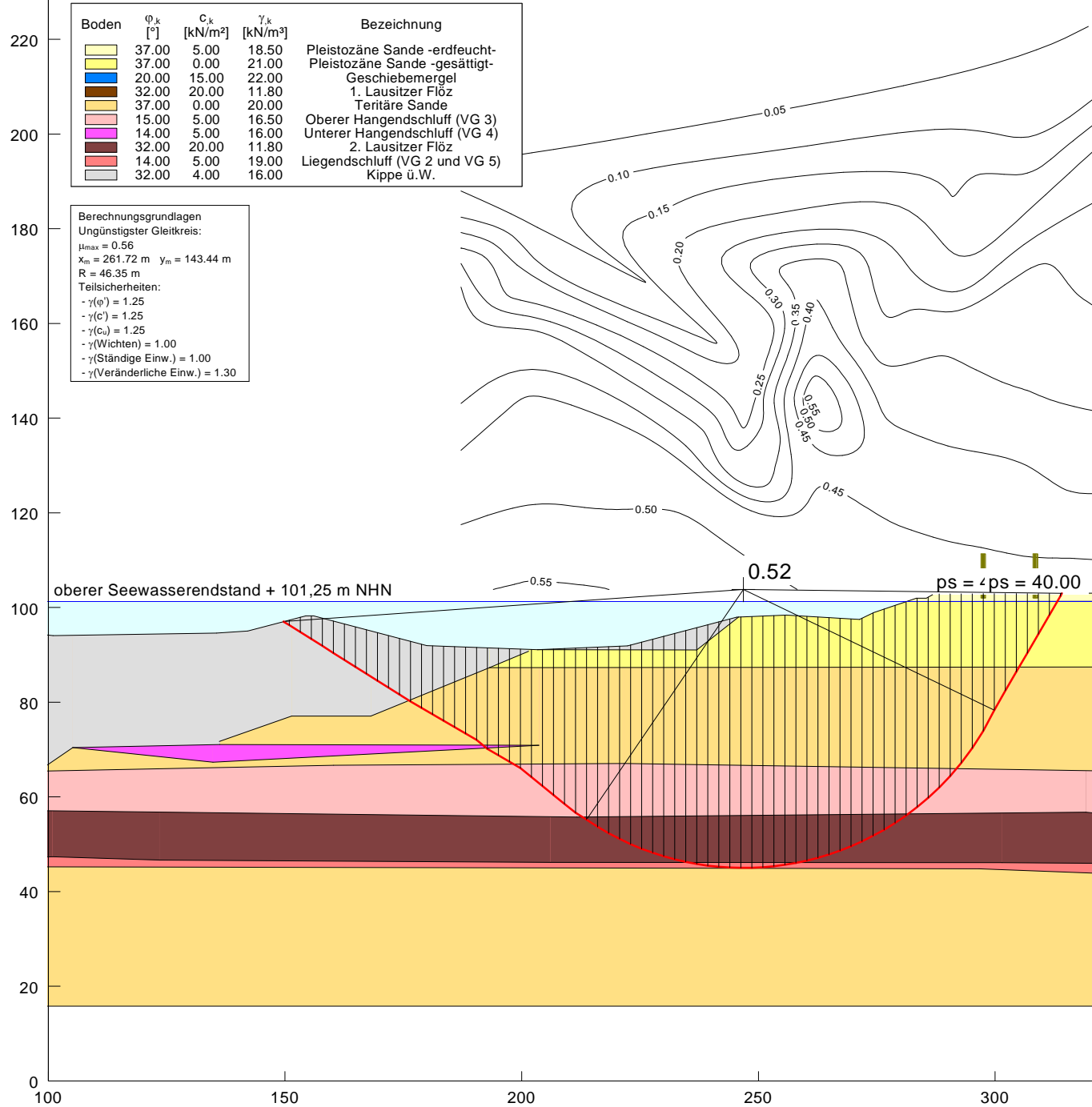


Anlage:

Standsicherheit Wohnbebauung
 Berechnungsfall Böschungsbruch

Niederlassung
 Cottbus

6.12



Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
[Yellow]	37.00	5.00	18.50	Pleistozäne Sande -erdfeucht-
[Light Yellow]	37.00	0.00	21.00	Pleistozäne Sande -gesättigt-
[Blue]	20.00	15.00	22.00	Geschiebemergel
[Brown]	32.00	20.00	11.80	1. Lausitzer Flöz
[Orange]	37.00	0.00	20.00	Teritiäre Sande
[Pink]	15.00	5.00	16.50	Oberer Hangendschluff (VG 3)
[Purple]	14.00	5.00	16.00	Unterer Hangendschluff (VG 4)
[Dark Brown]	32.00	20.00	11.80	2. Lausitzer Flöz
[Red]	14.00	5.00	19.00	Liegendschluff (VG 2 und VG 5)
[Grey]	32.00	4.00	16.00	Kippe ü.W.

Berechnungsgrundlagen
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.56$
 $x_m = 261.72 \text{ m}$ $y_m = 143.44 \text{ m}$
 $R = 46.35 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi) = 1.25$
 - $\gamma(c) = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

oberer Seewasserendstand + 101,25 m NHN

ps = 40.00 ps = 40.00

CBG 24 0351 - Sedlitzer Bucht
 Standsicherheitsuntersuchungen
 Berechnungsprofil GP 2



Anlage:
6.13

Standsicherheit Wohnbebauung
 Berechnungsfall Böschungsbruch

Niederlassung
 Cottbus

Boden	ϕ [°]	c [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	Bezeichnung
[Yellow]	37.00	5.00	18.50	Pleistozäne Sande -erdfeucht-
[Light Yellow]	37.00	0.00	21.00	Pleistozäne Sande -gesättigt-
[Blue]	20.00	15.00	22.00	Geschiebemergel
[Brown]	32.00	20.00	11.80	1. Lausitzer Flöz
[Orange]	37.00	0.00	20.00	Teritiäre Sande
[Light Pink]	15.00	5.00	16.50	Oberer Hangendschluff (VG 3)
[Pink]	14.00	5.00	16.00	Unterer Hangendschluff (VG 4)
[Dark Brown]	32.00	20.00	11.80	2. Lausitzer Flöz
[Red]	14.00	5.00	19.00	Liegendschluff (VG 2 und VG 5)
[Grey]	32.00	4.00	16.00	Kippe ü.W.

Berechnungsgrundlagen
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\eta_{\min} = 1.51$
 $x_m = 239.16 \text{ m}$ $y_m = 162.68 \text{ m}$
 $R = 72.73 \text{ m}$

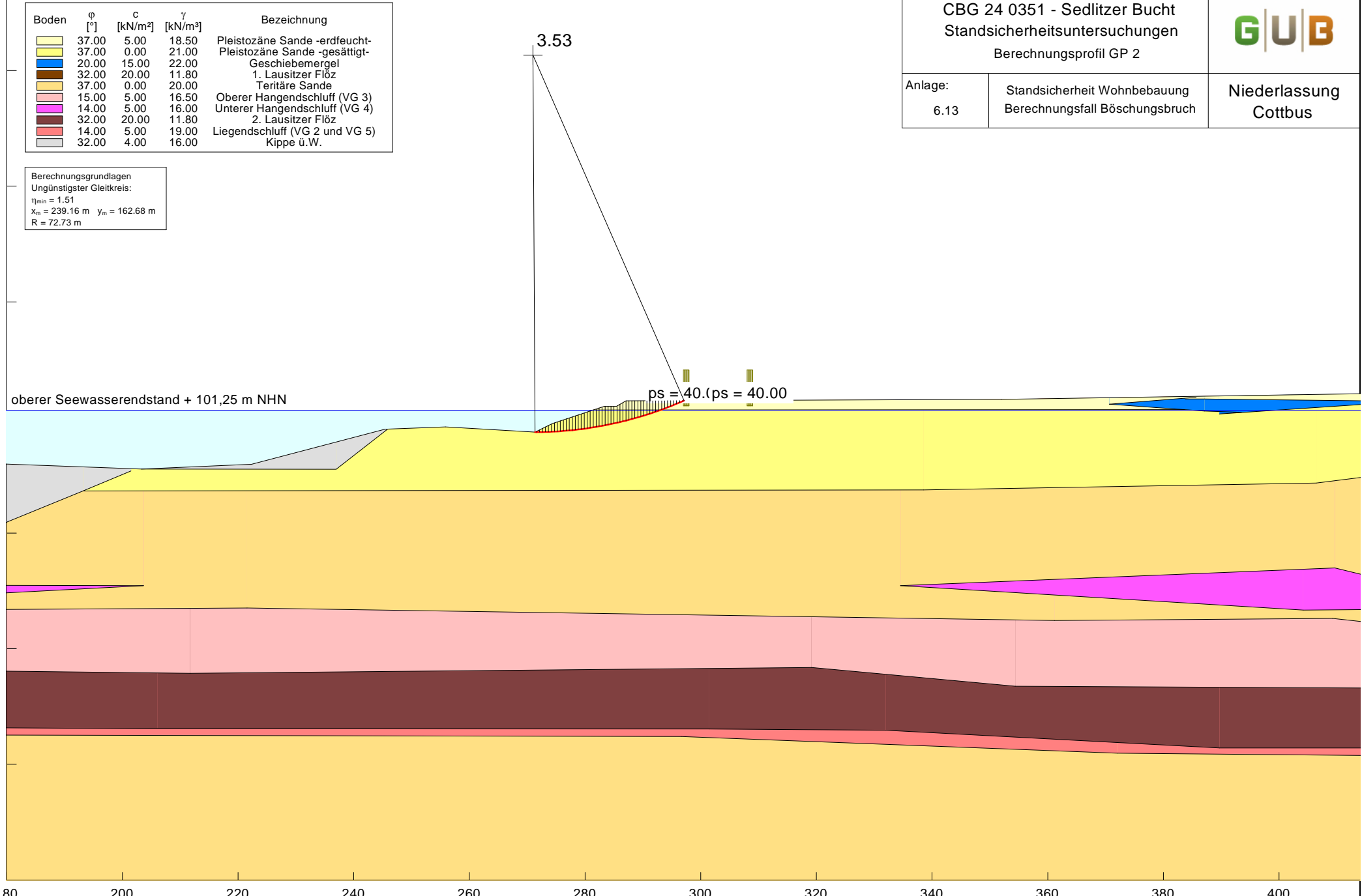
160
140
120
100
80
60
40
20

3.53

ps = 40. (ps = 40.00)

oberer Seewasserendstand + 101,25 m NHN

180 200 220 240 260 280 300 320 340 360 380 400



CBG 24 0351 - Sedlitzer Bucht
 Standsicherheitsuntersuchungen
 Berechnungsprofil GP 2



Anlage:

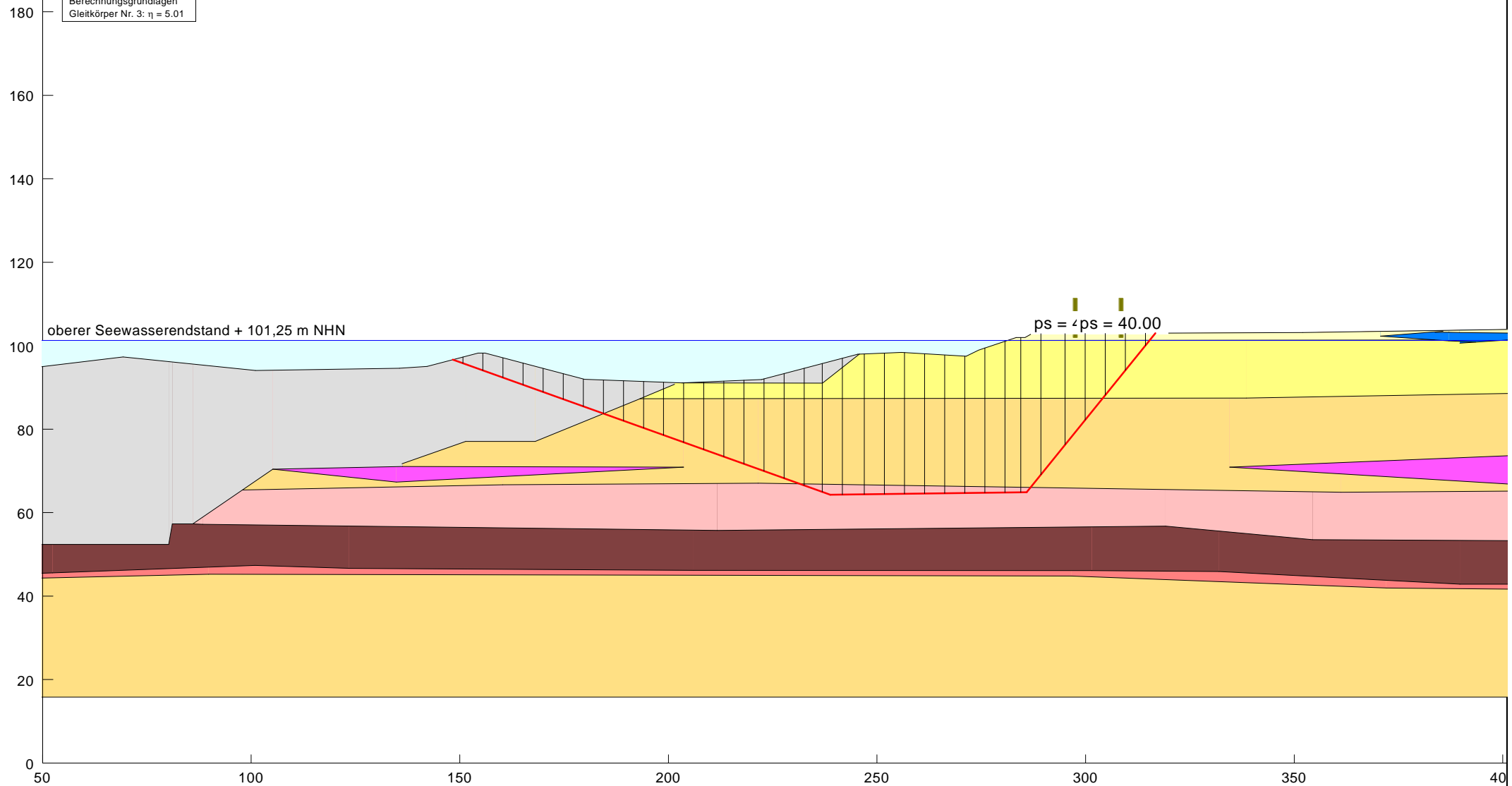
6.14

Standsicherheit Wohnbebauung
 Berechnungsfall Abgleiten (VG 4)

Niederlassung
 Cottbus

Boden	ϕ [°]	c [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	Bezeichnung
[Yellow]	37.00	5.00	18.50	Pleistozäne Sande -erdfeucht-
[Light Yellow]	37.00	0.00	21.00	Pleistozäne Sande -gesättigt-
[Blue]	20.00	15.00	22.00	Geschiebemergel
[Brown]	32.00	20.00	11.80	1. Lausitzer Flöz
[Orange]	37.00	0.00	20.00	Teritiäre Sande
[Pink]	15.00	5.00	16.50	Oberer Hangendschluff (VG 3)
[Purple]	14.00	5.00	16.00	Unterer Hangendschluff (VG 4)
[Dark Brown]	32.00	20.00	11.80	2. Lausitzer Flöz
[Red]	14.00	5.00	19.00	Liegendschluff (VG 2 und VG 5)
[Grey]	32.00	4.00	16.00	Kippe ü.W.

Berechnungsgrundlagen
 Gleitkörper Nr. 3: $\eta = 5.01$



CBG 24 0351 - Sedlitzer Bucht
 Standsicherheitsuntersuchungen
 Berechnungsprofil GP 1



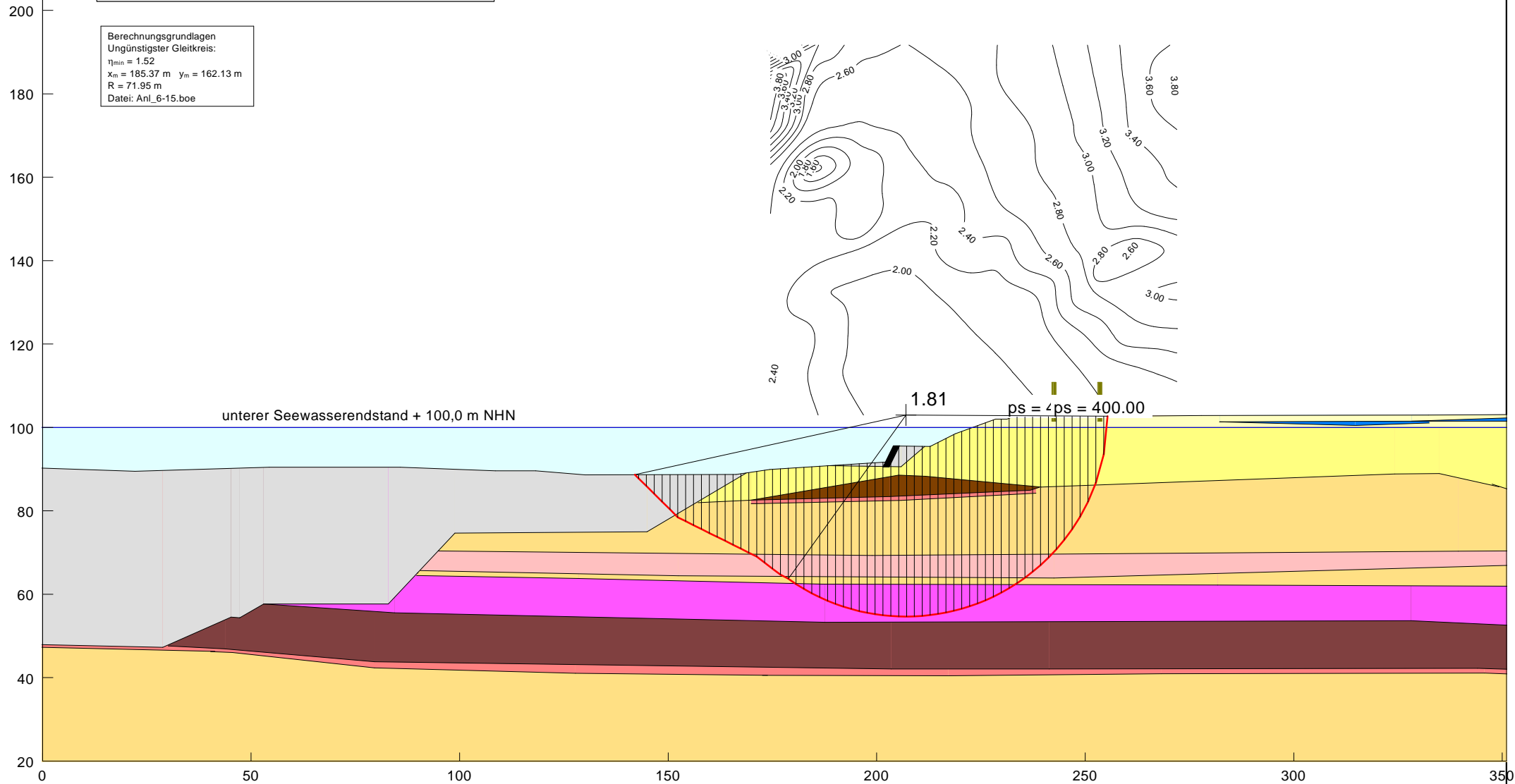
Anlage:
6.15

Standsicherheit Wohnbebauung
 Berechnungsfall Böschungsbruch

Niederlassung
Cottbus

Boden	φ [°]	c [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	Bezeichnung
[Yellow]	37.00	5.00	18.50	Pleistozäne Sande -erdfeucht-
[Light Yellow]	37.00	0.00	21.00	Pleistozäne Sande -gesättigt-
[Blue]	20.00	15.00	22.00	Geschiebemergel
[Brown]	32.00	20.00	11.80	1. Lausitzer Flöz
[Light Yellow]	37.00	0.00	20.00	Teritiäre Sande
[Pink]	15.00	5.00	16.50	Oberer Hangendschluff (VG 3)
[Magenta]	14.00	5.00	16.00	Unterer Hangendschluff (VG 4)
[Brown]	32.00	20.00	11.80	2. Lausitzer Flöz
[Red]	14.00	5.00	19.00	Liegendschluff (VG 2 und VG 5)
[Grey]	32.00	4.00	16.00	Kippe ü.W.
[White]	0.50	0.00	19.00	Kippe u.w.

Berechnungsgrundlagen
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\eta_{\min} = 1.52$
 $x_m = 185.37 \text{ m}$ $y_m = 162.13 \text{ m}$
 $R = 71.95 \text{ m}$
 Datei: Anl_6-15.boe



CBG 24 0351 - Sedlitzer Bucht
 Standsicherheitsuntersuchungen
 Berechnungsprofil GP 1



Anlage:
6.16

Standsicherheit Wohnbebauung
 Berechnungsfall Abgleiten (VG 2)

Niederlassung
Cottbus

Boden	φ [°]	c [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	Bezeichnung
[Yellow]	37.00	5.00	18.50	Pleistozäne Sande -erdfeucht-
[Light Yellow]	37.00	0.00	21.00	Pleistozäne Sande -gesättigt-
[Blue]	20.00	15.00	22.00	Geschiebemergel
[Brown]	32.00	20.00	11.80	1. Lausitzer Flöz
[Light Yellow]	37.00	0.00	20.00	Teritiäre Sande
[Pink]	15.00	5.00	16.50	Oberer Hangendschluff (VG 3)
[Purple]	14.00	5.00	16.00	Unterer Hangendschluff (VG 4)
[Brown]	32.00	20.00	11.80	2. Lausitzer Flöz
[Red]	14.00	5.00	19.00	Liegendschluff (VG 2 und VG 5)
[Grey]	32.00	4.00	16.00	Kippe ü.W.
[Light Grey]	0.50	0.00	19.00	Kippe u.w.

Berechnungsgrundlagen
 Gleitkörper Nr. 3: $\eta = 1.81$
 Datei: Anl_6-16.boe

140

120

100

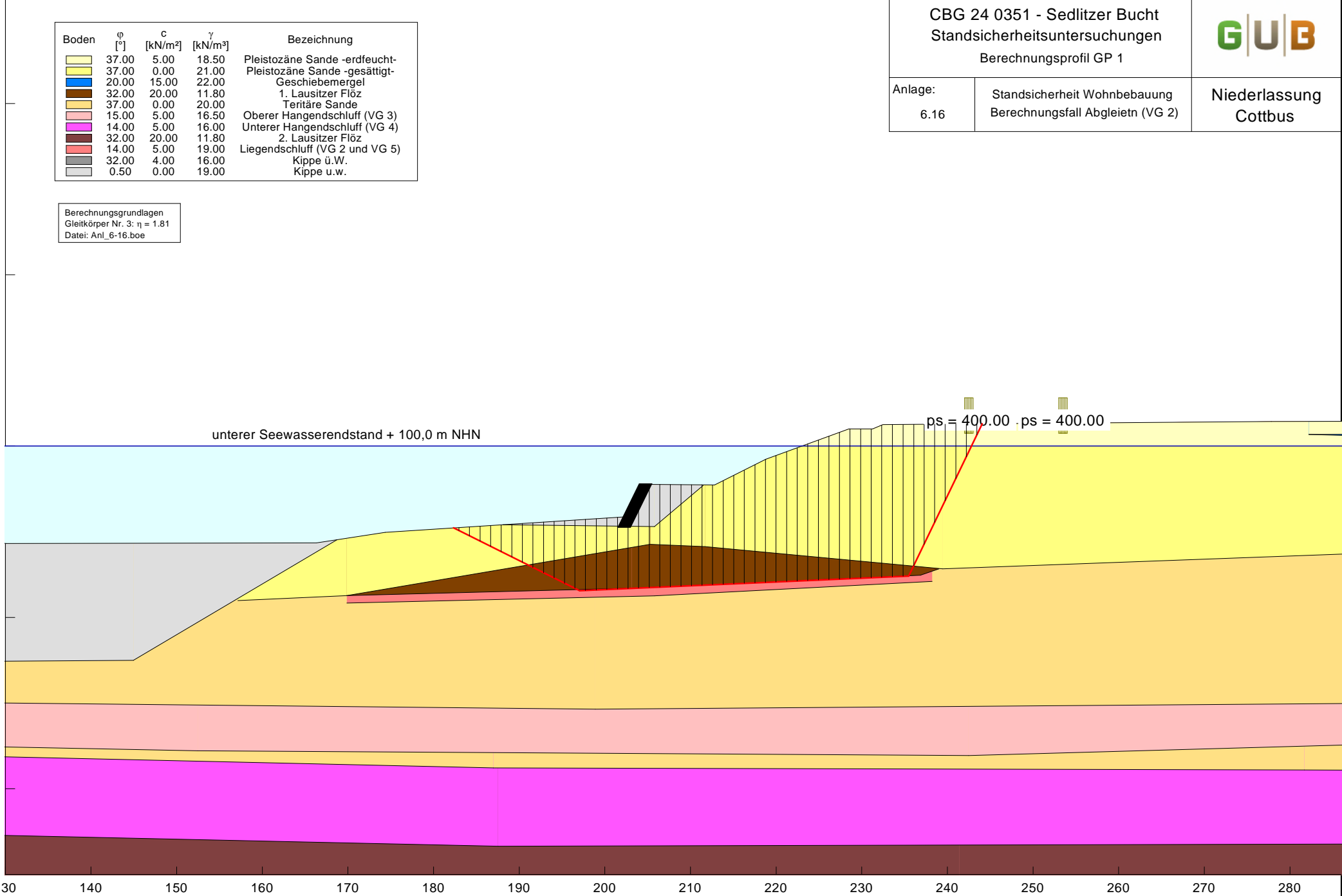
80

60

unterer Seewasserendstand + 100,0 m NHN


ps = 400.00 ps = 400.00

130 140 150 160 170 180 190 200 210 220 230 240 250 260 270 280



Anlage 7

Sohlwiderstände für Gründungen auf
Streifenfundamenten


Boden	γ/γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	v [-]	E _s [MN/m ²]	Bezeichnung
	18.0/9.5	34.0	0.0	0.00	50.0	Pleistozäner Sand

Berechnungsgrundlagen:
 Norm: EC 7
 BS: DIN 1054: BS-P
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Streifenfundament (a = 10.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500

$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 Oberkante Gelände = 103.00 mNHN
 Gründungssohle = 102.00 mNHN
 Grundwasser = 101.30 mNHN
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenziefen spannungsvariabel bestimmt
 — Sohlbruck
 — Setzungen

CBG 24 0351 - Wohngebiet Sedlitzer Bucht

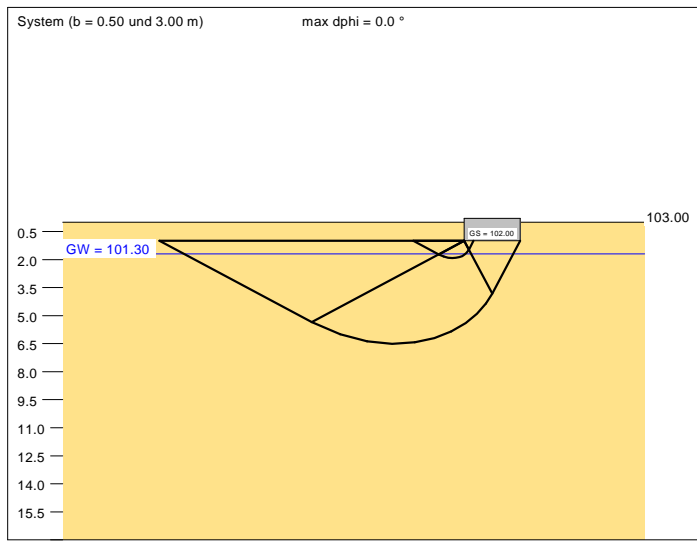
Standsticherheitsbeurteilung



Anlage:
7

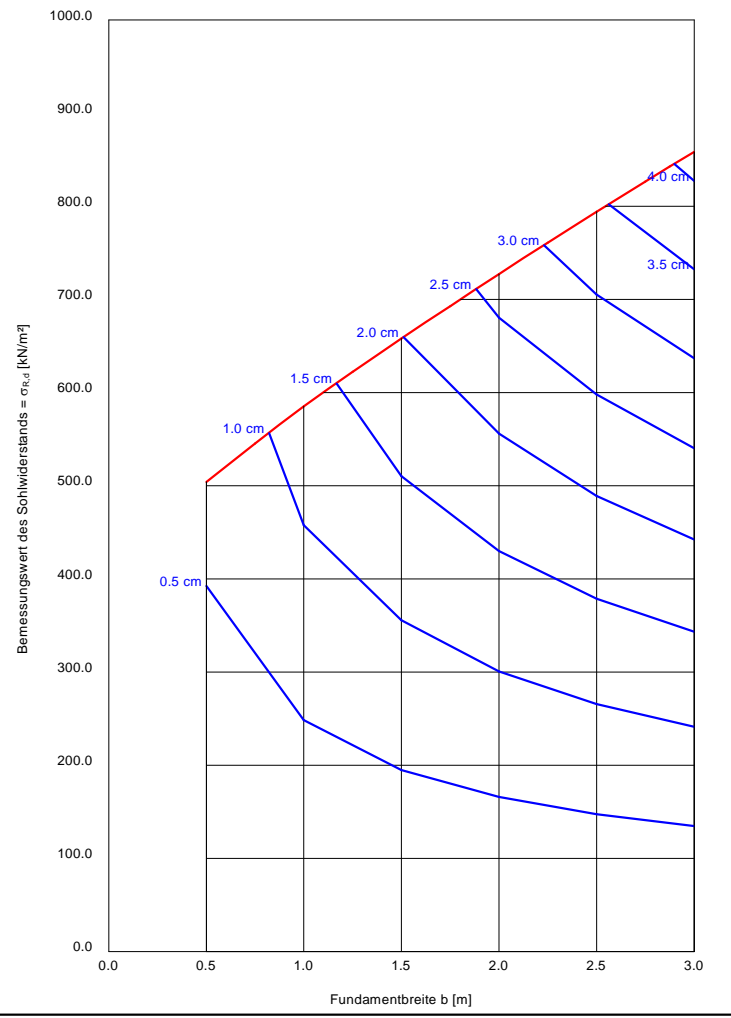
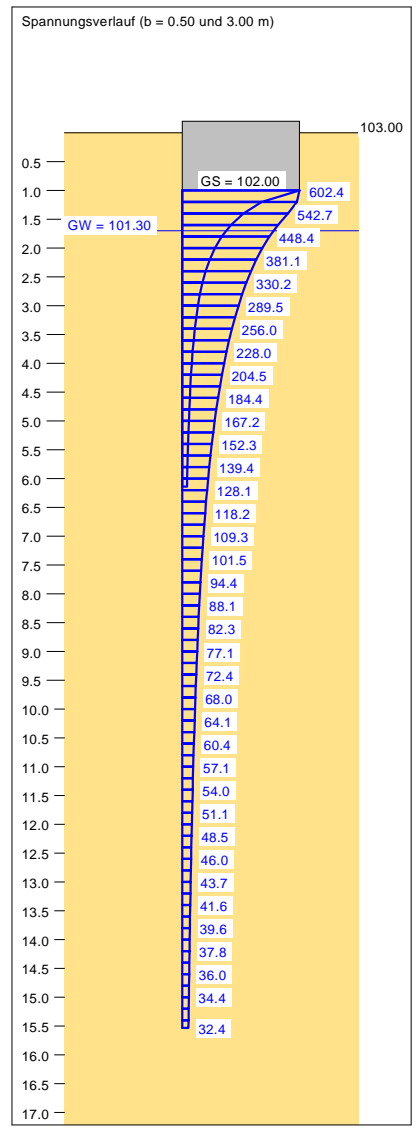
Bemessungswert
des Sohlwiderstandes

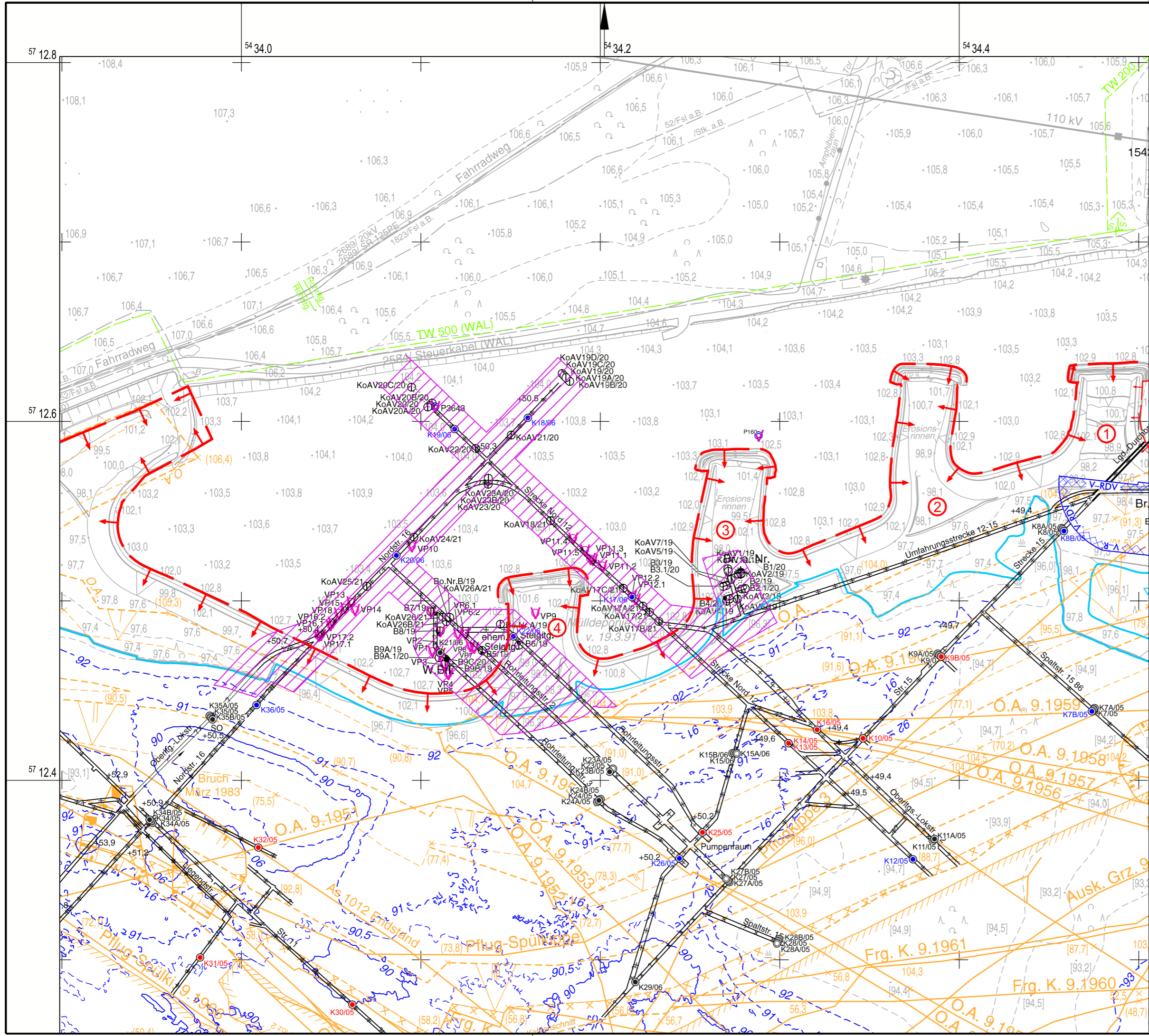
Niederlassung
Cottbus



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	R _{n,d} [kN/m]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	$\sigma_{\bar{u}}$ [kN/m ²]	t _g [m]	UK LS [m]
10.00	0.50	504.1	252.0	353.7	0.66	34.0	0.00	17.04	18.00	6.14	1.92
10.00	1.00	585.1	585.1	410.6	1.31	34.0	0.00	13.95	18.00	8.72	2.84
10.00	1.50	657.9	986.9	461.7	1.99	34.0	0.00	12.62	18.00	10.77	3.75
10.00	2.00	727.2	1454.5	510.4	2.69	34.0	0.00	11.89	18.00	12.53	4.67
10.00	2.50	794.0	1985.0	557.2	3.42	34.0	0.00	11.44	18.00	14.10	5.59
10.00	3.00	858.5	2575.5	602.4	4.17	34.0	0.00	11.13	18.00	15.53	6.51

$\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{R,k} / 1.99$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.50





LEGENDE

Bergbaubedingte Grenzen

- Auskohlungsgrenze
- 1. Kohleschnitt
- Freileigungsgrenze
- Oberkante Abraum

Allgemeine Angaben

- Strandbuchten mit Nummerierung
- Geotechnischer Sperrbereich
- Begrenzung bereits vorhandener älterer Stützkörper aus Risswerk:
RDV = Rütteldruckverdichtung
- Sicherheitszone untertägiger Grubenbaue

Verwertung untertägiger Grubenbaue

Maßnahme 2006

- Bohrung, Altversatz erkundet
- Bohrung, Fehlbohrung
- Bohrung, Hohlraum erkundet
- Bohrung, Spülungsverlust

Maßnahme 2019-2021

- Bohrung, Kernbohrung
- Bohrung, Spülbohrung
- Bohrung, teilweise entrohrt
- Verdachtspunkt
- Pegel/ Brunnen
- verwascht
- Strecke durch Bohrloch versetzt

Abkürzungen

- KoAV ... Kontrollbohrung Altversatz
- KoV ... Kontrollbohrung Neuversatz
- K ... Kontrollbohrung Versatzmaßnahme 2006
- VP ... Verdachtspunkt
- Br ... Brunnen
- P ... Pegel
- B ... Bohrung

Bezugssysteme:
 Lage: ETRS89 [UTM Zone 33]
 Höhe: Höhenstatus: 150

Kartengrundlage / Auszug aus:
 Risswerk der LMBV mbH, Stand 05/2024, Übergabeprotokoll vom 02.07.2024

Stadt Senftenberg



Markt 1
01968 Senftenberg

Geotechnische Stellungnahme		
Projekt: Standsicherheit der Uferböschung		
Inhalt: Verwehrungsriß		
	Datum	Name
bearbeitet	02.07.2024	Hoffmann
gezeichnet	02.07.2024	Müller
geprüft	02.07.2024	Hoffmann
Anlagen-Nr.: 2.2	Projekt-Nr.: CBG 24 0351	Maßstab (m, cm): 1:2000
		Dateiname: Anl_02-2.dgn
		Format: 528 mm x 297 mm = 0.16 m²

