MEAB
Märkische Entsorgungsanlagen-
Betriebsgesellschaft mbH

MEAB

Märkische Entsorgungsanlagen-Betriebsgesellschaft mbH

Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt der Deponieklasse III

- Setzungsberechnungen und Standsicherheitsuntersuchungen -

Berichts-Nr. 4.619
Hannover, den 04.12.2023

IGH INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT
DR.- ING. WESELOH - PROF. DR.- ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH

Volgersweg 58 · 30175 Hannover · Tel. 0511/34 32 05 · Fax 0511/34 15 44 · www.igh-grundbauinstitut.de

IGH INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT
DR.-ING. WESELOH - PROF. DR.-ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH

Volgersweg 58 30175 Hannover
Telefon (05 11) 34 32 05
Telefax (05 11) 34 15 44
e-mail info@igh-grundbauinstitut.de

INHALTSVERZEICHNIS

1. Veranlassung. 1
2. Unterlagen. 2
3. Baugrund, Deponiekörper und Abdichtungssysteme. 7
3.1 Allgemeines. 7
3.2 Geologische Verhältnisse. 8
3.3 Hydrogeologische Verhältnisse. 8
3.4 Geplante Abdichtungssysteme. 9
3.4.1 Basis- und kombinierte Basis- und Oberflächenabdichtung. 9
3.4.2 Oberflächenabdichtung. 10
4. Setzungsberechnung und Abschätzung. 10
4.1 Vorbemerkung. 10
4.2 Setzungen des Deponiekörpers infolge biologischer Abbauprozesse. 11
4.3 Setzungsbetrachtung des Deponiekörpers infolge von Zusatzlasten. 12
4.4 Setzungen infolge Zusatzlasten. 14
4.4.1 Berechnungsmodell. 14
4.4.2 Baugrund. 15
4.4.3 Kennwerte für die Setzungsberechnungen. 15
4.4.4 Setzungserzeugende Lasten. 17
4.4.5 Berechnungsergebnisse. 18
4.4.5.1 Kombinierte Basis- und Oberflächenabdichtung. 18
4.4.5.2 Oberflächenabdichtung. 19
4.5 Auswirkung der Setzungen auf die Funktionstauglichkeit der Abdichtungskomponenten. 19
4.5.1 Allgemeines. 19
4.5.2 Zulässige Verformungen. 19
4.5.3 Berechnungsgrundlagen. 20
4.5.4 Verformungsnachweis der Basisabdichtung. 23
4.5.5 Verformungsnachweis der Oberflächenabdichtung. 25
4.5.6 Gefälle der Abdichtungssysteme. 25
4.5.6.1 Gefälle der KBO bzw. Basisabdichtung. 25
4.5.6.2 Gefälle der Oberflächenabdichtung. 26
5. Standsicherheitsnachweise. 26

Volgersweg 58 30175 Hannover
Telefon (05 11) 34 32 05
Telefax (05 11) 34 15 44
e-mail info@igh-grundbauinstitut.de

5.1 Allgemeines. 26
5.2 Gewählte Baustoffe für die standsicherheitstechnische Vorbemessung der Abdichtungssysteme. 27
5.3 Charakteristische Werte für die Boden- und Verbundparameter. 29
6. Gleitsicherheitsberechnungen. 34
6.1 Grundlagen der Gleitsicherheitsberechnungen. 34
6.1.1 Berechnungsverfahren. 34
6.1.2 Wassereinstau in den Systemkomponenten. 38
6.1.3 Schneelast. 39
6.1.4 Verkehrslasten aus Baustellenverkehr. 39
6.1.5 Außergewöhnliche Zusatzlasten. 41
6.2 Berechnungsergebnisse. 41
6.2.1 Kombinierte Basis- und Oberflächenabdichtung. 41
6.2.1.1 Bemessungssituation BS-P. 41
6.2.1.2 Bemessungssituation BS-T. 42
6.3.1 Oberflächenabdichtung. 44
6.3.1.1 Bemessungssituation BS-P. 44
6.3.1.2 Bemessungssituation BS-T. 46
7. Böschungsbruchberechnungen. 50
7.1 Berechnungsgrundlagen. 50
7.2 Berechnungsergebnisse Bemessungssituation BS-P. 52
7.3 Berechnungsergebnisse Bemessungssituation BS-T. 52
8. Photovoltaikanlage. 52
9. Schlussbemerkungen. 53
INHALTSVERZEICHNIS I
TABELLENVERZEICHNIS III
ANLAGENVERZEICHNIS IV

Volgersweg 58 30175 Hannover
Telefon (05 11) 34 32 05
Telefax (05 11) 34 15 44
e-mail info@igh-grundbauinstitut.de

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 4.1:	Charakteristische Werte für die Setzungsberechnungen	17
Tabelle 5.1:	Gewählte Baustoffe für die standsicherheitstechnische Vorbemessung der kombinierten Basis- und Oberflächenabdichtung	28
Tabelle 5.2:	Gewählte Baustoffe für die standsicherheitstechnische Vorbemessung der Oberflächenabdichtung	28
Tabelle 5.3:	Charakteristische Materialkennwerte für die kombinierte Basis- und Oberflächenabdichtung	31
Tabelle 5.4:	Charakteristische Materialkennwerte für die Oberflächenabdichtung	34
Tabelle 6.1:	Einwirkungen der Bemessungssituationen gemäß GDA-Empfehlung E 2-7	36
Tabelle 6.2:	Teilsicherheitsbeiwerte gemäß GDA-Empfehlung E 2-7	36
Tabelle 6.3:	Ausnutzungsgrade der KBO für die Bemessungssituation BS-P	42
Tabelle 6.4:	Ausnutzungsgrade der KBO für die Bemessungssituation BS-T und Einsatz einer Planierraupe Cat D5G LGP sowie eines Walzzuges BOMAG BW 211 D-4	43
Tabelle 6.5:	Ausnutzungsgrade der KBO für die Bemessungssituation BS-T und Einsatz eines Pistenbully 300 Greentech	44
Tabelle 6.6:	Ausnutzungsgrade der Oberflächenabdichtung für die Bemessungssituation BS-P bei der Entwässerungsvariante 1	45
Tabelle 6.7:	Ausnutzungsgrade der Oberflächenabdichtung für die Bemessungssituation BS-P bei der Entwässerungsvariante 2	46
Tabelle 6.8:	Ausnutzungsgrade der Oberflächenabdichtung für die Bemessungssituation BS-T und Einsatz einer Planierraupe bzw. Walze für die Entwässerungsvariante 1	47
Tabelle 6.9:	Ausnutzungsgrade der Oberflächenabdichtung für die Bemessungssituation BS-T und Einsatz einer Planierraupe bzw. Walze für die Entwässerungsvariante 2	48
Tabelle 6.10:	Ausnutzungsgrade der Oberflächenabdichtung für die Bemessungssituation BS-T und Einsatz des Pistenbully auf der Entwässerungsschicht (Variante 2)	49
Tabelle 7.1:	Teilsicherheitsbeiwerte für die Bemessungssituationen	51

IGH INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT
DR.-ING. WESELOH - PROF. DR.-ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH

Volgersweg 58 30175 Hannover
Telefon (05 11) 34 32 05
Telefax (05 11) 34 15 44
e-mail info@igh-grundbauinstitut.de

ANLAGENVERZEICHNIS

Anlage 1:	Lageplan DK III Deponie
Anlage 2:	Lageübersicht Sonderabfallbecken
Anlage 3:	Lageplan Oberkante Profilierung mit Auf- und Abtrag
Anlage 4:	Längsschnitt Nord-Süd
Anlage 5:	Querschnitt West-Ost
Anlage 6:	Lageübersicht der Deponie mit Höhenangaben des Geländes
Anlage 7:	Lageplan Bohrungen
Anlage 8:	Regeldarstellung Basisabdichtung / Kombinierte Basis- und Oberflächenabdichtung
Anlage 9:	Regeldarstellung Oberflächenabdichtung
Anlage 10:	Lageplan Deponiealtkörper
Anlagen 11.1 und 11.2:	Lagepläne OK Oberflächenabdichtung und OK Bauaufstandsfläche
Anlage 12:	Spannungsverteilungen für die Basisabdichtung und die Oberflächenabdichtung
Anlage 13:	Setzungen Basisabdichtung
Anlagen 14.1 und 14.2:	Schnitte Basisabdichtung mit Setzungsmulden
Anlage 15:	Setzungen Oberflächenabdichtung
Anlage 16:	Schnitt Oberflächenabdichtung
Anlagen 17.1 und 17.2:	Dehnung der Abdichtungskomponente infolge Neigungsänderung und Durchbiegung und Prinzipskizze der vorformten Abdichtungskomponente
Anlagen 18.1 und 18.2:	Setzungen sowie Verformungsnachweise der Abdichtungskomponenten der Basisabdichtung
Anlage 19:	Setzungen sowie Verformungsnachweise der Abdichtungskomponenten der Oberflächenabdichtung
Anlage 20:	Lageplan OK Mineralische Dichtung und Sickerwasserfassung
Anlagen 21 bis 23:	Setzungsdifferenzen in den Schnitten West-Ost, Nord-Süd und A-A‘
Anlagen 24.1 und 24.2:	Gleitsicherheitsberechnungen der KBO für Bemessungssituationen BS-P
Anlagen 25.1 bis 25.5:	Gleitsicherheitsberechnungen der KBO für Bemessungssituationen BS-T
Anlagen 26.1 bis 26.4:	Gleitsicherheitsberechnungen der OFA für Bemessungssituationen BS-P

Volgersweg 58 30175 Hannover
Telefon (05 11) 34 32 05
Telefax (05 11) 34 15 44
e-mail info@igh-grundbauinstitut.de

Anlagen 27.1 bis 27.15:	Gleitsicherheitsberechnungen der OFA für Bemessungssituationen BS-T
Anlagen 28.1 bis 28.7:	Böschungsbruchberechnungen für die Bemesssungssituation BS-P
Anlagen 29.1 bis 29.7:	Böschungsbruchberechnungen für die Bemesssungssituation BS-T
Anlagen 30.1 und 30.1:	Böschungsbruchberechnungen PV-Anlage BS-P
Anhang:	Geologische Schnitte

Volgersweg 58 30175 Hannover
Telefon (05 11) 34 32 05
Telefax (05 11) 34 15 44
e-mail info@igh-grundbauinstitut.de

1. Veranlassung.

Die Sonderabfalldeponie (SAD) Röthehof wurde von der MEAB Märkische Entsorgungsanlagen-Betriebsgesellschaft mbH bis Juni 2005 betrieben und sollte anschließend mit einer Oberflächenabdichtung gesichert und rekultiviert werden. Für die Rekultivierung liegt bereits eine Genehmigung aus dem Jahr 2019 vor. Im Zusammenhang mit der vorgenannten Genehmigung wurden durch die IGH Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Weseloh · Prof. Dr.-Ing. Müller-Kirchenbauer mbH Standsicherheitsnachweise und Setzungsprognosen durchgeführt /1/.

Aufgrund des anstehenden prognostizierten Entsorgungsbedarfs von DK III Abfällen in den Regionen Brandenburg und Berlin beabsichtigt die MEAB den Standort Röthehof zu ertüchtigen und zu erweitern. Hierbei soll eine neue basisgedichtete DK III Deponie errichtet werden, die zu einem Großteil auf den bestehenden Altkörper aufliegt. Nur im südöstlichen und östlichen Bereich des Deponiegeländes, welches frei von Sonderabfällen ist, wird die neue Deponie auf den bestehenden gewachsenen Boden errichtet. Die Gesamtfläche der neuen Deponie beträgt ca. 12 ha. Hiervon entfallen ca. 8,8 ha auf den Bereich des Altkörpers und ca. 3,2 ha auf den Bereich ohne Altkörper. Sowohl die Basisabdichtung als auch die später aufgebrachte Oberflächenabdichtung muss den Anforderungen der Deponieverordnung für die Deponieklasse DK III entsprechen. Die Endgestaltung der Deponie geht aus der Anlage 1 hervor.

Im Zusammenhang mit der zurzeit laufenden Genehmigungsplanung wurde die IGH Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Weseloh · Prof. Dr.-Ing. Müller-Kirchenbauer mbH von der BN Umwelt GmbH beauftragt, die für die geplante Baumaßnahme erforderlichen Standsicherheitsnachweise und Setzungsprognosen im Sinne einer Vorbemessung durchzuführen. Die Ergebnisse der dementsprechend durchgeführten Böschungsbruch-, Gleitsicherheits- und Setzungsberechnungen werden hiermit vorgelegt.

Volgersweg 58 30175 Hannover
Telefon (05 11) 34 32 05
Telefax (05 11) 34 15 44
e-mail info@igh-grundbauinstitut.de

2. Unterlagen.

/1/ IGH Ingenieurgesellschaft Grundbauinstitut Dr.-Ing. Weseloh · Prof. Dr.-Ing. Müller-Kirchenbauer mbH:
Deponie Röthehof. Oberflächenabdichtung. Standsicherheits- und Setzungsberechnungen. Berichts-Nr. 3.502. 04.02.2016.

/2/ uve Institut für Technische Chemie und Umweltschutz GmbH:
Bericht zum Auftrag "Nutzungsbewertung von in der Deponie Röthehof eingelagerten Aschen und Schlacken". 22.03.1994.

/3/ MEAB Märkische Entsorgungsanlagen-Betriebsgesellschaft mbH:
Beckenkartei der SAD Röthehof über die eingelagerten Abfallstoffe. Oktober/ November 2000, erhalten von der MEAB per E-Mail am 10.11.2015.

/4/ MEAB Märkische Entsorgungsanlagen-Betriebsgesellschaft mbH:
Projekt Sicherung der Sonderabfalldeponie Röthehof. Aufgabenstellung für die Erarbeitung einer Abschlussplanung (Planungsstadium Vorplanung) unter Berücksichtigung des Betriebes der hydraulischen Grundwassersicherung während und nach Aufbringung einer OFA. Ohne Datum, erhalten von der IGEA mbH per E-Mail am 07.07.2015.

/5/ Dr.-Ing. Steffen Ingenieurgesellschaft mbH:
Baugrundgutachten für die Sonderabfalldeponie Röthehof. 16. September 1994.

/6/ Grundwasser Consulting Ingenieurgesellschaft mbH:
Geologisch-hydrogeologisches Gutachten zum Planfeststellungsverfahren für die Sonderabfalldeponie Röthehof 2001. Geologische Schnitte 1 – 1 bis 4 – 4 und A – A bis D – D. 14.10.1997.

/7/ GeoPortal LBGR Brandenburg:
Bohrpunktkarte Brandenburg. https://geo.brandenburg.de/?page=Bohrpunktkarte-Brandenburg. Stand September 2023.

/8/ IGEA Ingenieurgesellschaft für Erschließungs- und Anlagen-Planung mbH:
Sonderabfalldeponie Röthehof. Deponiegasprognose. 03.11.2015, per E-Mail erhalten am 03.11.2015.

/9/ RAMKE, H.-G.. (1989):
Druck-Setzungsverhalten biologisch vorbehandelten Hausmülls. In: RODATZ, W. (Hrsg.): Standsicherheiten im Deponiebau. Mitteilungen Institut für Grundbau und Bodenmechanik, TU Braunschweig, Heft 37.

Volgersweg 58 30175 Hannover
Telefon (05 11) 34 32 05
Telefax (05 11) 34 15 44
e-mail info@igh-grundbauinstitut.de

/10/ Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. (DGGT):
Empfehlungen des Arbeitskreises 6.1 (Geotechnik der Deponiebauwerke). E 2-24 Setzungsprognosen für nicht bodenähnliche Abfälle. Stand: GDA 1997.

/11/ u.e.c. Berlin Umwelt- und Energie-Consult GmbH:
Untersuchung zur Entwicklung des regionalen Entsorgungsmarktes für DK III-Abfälle im Land Brandenburg. 10.06.2021-

/12/ Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN:
DIN 4019. Setzungsberechnungen. Mai 2015.

/13/ Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. (DGGT):
Empfehlungen des Arbeitskreises 6.1 (Geotechnik der Deponiebauwerke). E 2-17 Sicherheitsbetrachtungen bei Abdichtungssystemen. April 2010.

/14/ BRÄCKER, W:
Temporäre Abdeckungen von Deponien. AbfallwirtschaftsFakten 17. Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim. 2008.

/15/ BAM Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung:
Gutachterliche Stellungnahme zu den Eigenschaften einer Oberflächenabdichtung aus PEHD-Dichtungsbahnen für Altdeponien. Aktenzeichen: IV.32/1304/03. 31.03.2002.

/16/ FISCHER, K., SCHULTHEIS, A., STEINBACH, D., TYRANOWSKI, H. & SIHLER, A.:
Umweltverträglichkeit von Oberflächenabdichtungen zur Sicherung von Altablagerungen mit überwiegendem Hausmüllanteil. Handbuch Altlasten und Grundwasserschadensfälle. Hrsg.: Landesamt für Umweltschutz Baden-Württemberg. 1995.

/17/ SCHICK, P. & WUNSCH, R.:
Verformbarkeit, Risssicherheit und Dichtigkeit von mineralischen Deponiedichtungen. Bautechnik, H. 9, 1995.

/18/ ZEH, R.:
Die Zugfestigkeit bindiger Böden als Kriterium der Rissgefährdung mineralischer Oberflächenabdichtungen. Dissertation Bauhaus-Universität Weimar. 12.03.2007.

/19/ SCHERBECK, R. & JESSBERGER, H. L.:
Verformbarkeit mineralischer Abdichtungsschichten. Bautechnik, H.9, 1992.

/20/ WITT, K. J.:
Tonmineralische Abdichtungselemente in Oberflächenabdichtungssystemen. Hoexte-raner Berichte zu angewandten Umweltwissenschaften. Band 6, 2007.

Volgersweg 58 30175 Hannover
Telefon (05 11) 34 32 05
Telefax (05 11) 34 15 44
e-mail info@igh-grundbauinstitut.de

/21/ BAM Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung:
Fachbereich 4.3 ″Schadstofftransfer und Umwelttechnologie″. Richtlinie für die Zulassung von Kunststoffdichtungsbahnen für Deponieabdichtungen. 6. überarbeitete Auflage. November 2014.

/22/ Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. (DGGT):
Empfehlungen des Arbeitskreises 6.1 (Geotechnik der Deponiebauwerke). E 2-13 Verformungsnachweis für mineralische Abdichtungsschichten. Stand: April 2010.

/23/ Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN:
DIN 4084. Gelände- und Böschungsbruchberechnungen. Juli 1981.

/24/ Henner Türke:
Statik im Erdbau. 2. überarbeitete Auflage, Ernst & Sohn, Berlin, 1990.

/25/ VON SOOS, P.:Eigenschaften von Boden und Fels– ihre Ermittlung im Labor. In:
Smoltczyk, U.: Grundbautaschenbuch, Teil 1. Ernst & Sohn, Berlin, 2001.

/26/ Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. (DGGT):
Empfehlungen des Arbeitskreises 6.1 (Geotechnik der Deponiebauwerke). E 2-14 Basisentwässerung von Deponien. Stand: April 2011.

/27/ Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. (DGGT):
Empfehlungen des Arbeitskreises 6.1 (Geotechnik der Deponiebauwerke). E 2-20 Entwässerungsschichten in Oberflächenabdichtungssystemen. Stand: Mai 2015.

/28/ Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN:
DIN 1055. Einwirkungen auf Tragwerke-Teil 2: Bodenkenngrößen. November 2010.

/29/ BURKHARDT, G., EGLOFFSTEIN, T. & MAINKA, A.:
Oberflächenabdichtungssysteme an steilen Böschungen. Landesamt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg. Workshop Abfallwirtschaft 2008.

/30/ Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN:
DIN 1055. Einwirkungen auf Tragwerke-Teil 2: Bodenkenngrößen. November 2010.

/31/ G quadrat Geokunststoffgesellschaft mbH:
Versuchsergebnisse aus Großrahmenscherversuchen MSB gegenüber mineralischer Dichtung. E-Mail vom 28.11.2014.

/32/ Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. (DGGT):
Empfehlungen des Arbeitskreises 6.1 (Geotechnik der Deponiebauwerke). E 2-7 Nachweis der Gleitsicherheit von Abdichtungssystemen. August 2015.

Volgersweg 58 30175 Hannover
Telefon (05 11) 34 32 05
Telefax (05 11) 34 15 44
e-mail info@igh-grundbauinstitut.de

/33/ Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. (DGGT):
Empfehlungen des Arbeitskreises 6.1 (Geotechnik der Deponiebauwerke). E 3-8 Reibungsverhalten von Geokunststoffen. August 2015.

/34/ BAM Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung:
Zulassung Schutzsystem Sandgefüllte Schutzbahn. Zul.-Nr.: 12/BAM IV.3/09/00. Produkt: sandgefüllte Schutzbahn (MDDS-Bahn). 23.11.2020.

/35/ LAGA Ad-hoc-AG "Deponietechnik":
Eignungsbeurteilung der Kapillarblockbahn (KBB) als Abdichtungskomponente in Oberflächenabdichtungssystemen von Deponien der Klassen I, II und III. 02.12.2010, Fortschreibung vom 04.12.2012.

/36/ Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN:
DIN 1054. Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1. Dezember 2010.

/37/ Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN:
DIN EN 1997-1. Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln; Deutsche Fassung EN 1997-1:2004 + AC:2009 + A1:2013. März.2014.

/38/ Normenausschuss Wasserwesen (NAW) im DIN:
DIN 19667. Dränung von Deponien. Technische Regeln für Planung, Bauausführung und Betrieb. Mai 1991.

/39/ Normenausschuss Bauwesen (NaBau) im DIN:
DIN EN 1991-1-3/NA:2019-04. Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen - Schneelasten. 04.2019.

/40/ Caterpillar:
Kettendozer D3G, D4G, D5G. 2003.

/41/ Kässbohrer Geländefahrzeug AG:
PistenBully 300 GreenTech für extreme Verschiebearbeiten. 10/2009.

/42/ BOMAG FAYAT GROUP:
Walzenzüge BW 211 D-4, BW 211 PD-4. Leistungsdaten.

/43/ Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. (DGGT):
Empfehlungen für den Entwurf und die Berechnung von Erdkörpern mit Bewehrungen aus Geokunststoffen – EBGEO. 2. Auflage. Ernst & Sohn, Berlin, 2010.

Volgersweg 58 30175 Hannover
Telefon (05 11) 34 32 05
Telefax (05 11) 34 15 44
e-mail info@igh-grundbauinstitut.de

/44/ SAATHOFF, F. & WERTH, K.:
Standsicherheitsnachweise für Oberflächenabdichtungssysteme. Anmerkungen zum Lastfall Einbau geschichteter Systeme mit Geokunststoffen. 21. Tagung "Die sichere Deponie", Süddeutsches Kunststoffzentrum, Würzburg, 2005.

/45/ Normenausschuss Bauwesen (NaBau) im DIN:
DIN EN 1998-1/NA:2021-07. Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbau. Juli 2021.

/46/ WITT, K. J. & WERTH, K.:
Mobilisierbare Scherwiderstände in geneigten Schichtgrenzen. 8. Naue Geokunststoff-Kolloquium, Rostock, 2013.

/47/ BAM Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung:
Zulassungsschein 13/BAM 4.3/04/12 für ein Kunststoff-Dränelement für Deponieoberflächenabdichtungen. 25.07.2013.

/48/ LAGA Ad-Hoc-AG "Deponietechnik":
Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 7-1. Rekultivierungsschichten in Deponieabdichtungssystemen vom 23.09.2021. veröffentlicht am 01.03.2022.

/49/ Normenausschuss Bauwesen (NaBau) im DIN:
DIN 4084. Baugrund – Geländebruchberechnungen. November 2021.

/50/ Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN:
DIN 1054:2010-12. Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau. Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1. Dezember 2010.

/51/ Normenausschuss Bauwesen (NaBau) im DIN:
DIN EN 1998-1:2010-12. Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben. Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten.

Volgersweg 58 30175 Hannover
Telefon (05 11) 34 32 05
Telefax (05 11) 34 15 44
e-mail info@igh-grundbauinstitut.de

3. Baugrund, Deponiekörper und Abdichtungssysteme.

3.1 Allgemeines.

Die ehemalige Sonderabfalldeponie (SAD) Röthehof befindet sich im Landkreis Havelland ca. 5 km südlich von Nauen im Ortsteil Markee. Auf dem Deponiegelände wurden von 1924 bis 1930 zunächst Aschen in Form eines 4 – 5 m hohen Tafelberges abgelagert. Die Aschen lassen sich nach den Korngrößenverteilungen, die in /2/ für sechs Proben aus dem östlichen Teil des Deponiekörpers dargestellt sind, in die Gruppe der stark schluffigen Sande (S$\bar{U}$) einordnen.

In den Jahren 1981 bis 2000 wurden in den Aschen mehrere Becken ausgehoben, in die anschließend insgesamt rund 103.000 m³ bzw. rund 140.000 t Sonderabfälle in Schichtstärke zwischen etwa 1,0 m bis 1,5 m eingelagert wurden /1/. Bei den Sonderabfällen handelt es sich hauptsächlich um verunreinigten Boden oder Bauschutt sowie um Schlämme, die insbesondere aus Ölabscheidern, aus der Farb- und Lackentfernung, aus der Behandlung von industriellen Abwässern, aus der Gasreinigung oder aus der Zink-Hydrometallurgie stammen. Außerdem wurden größere Mengen von Schutzkleidung und Wischlappen mit schädlichen Verunreinigungen sowie alte bzw. ausgehärtete Farben, Lacke, Klebstoffe und Dichtmassen deponiert /3/. Die in den Becken eingelagerten Sonderabfälle wurden jeweils mit Altaschen oder Boden mit einer Mächtigkeit von etwa 1,0 m bis 2,0 m abgedeckt. Im Jahr 2005 wurde der Deponiebetrieb eingestellt /4/. Die Grundfläche des bestehenden Deponiekörpers beträgt rund 18 ha. Hiervon entfallen etwa 11 ha auf den Bereich der eingelagerten Sonderabfälle. Ein ca. 7 ha großer Bereich am östlichen und südlichen Rand des Altkörpers ist frei von Sonderabfällen /4/. Die Anlage 2 gibt einen Überblick von den im Altkörper befindlichen Sonderabfallbecken /1/.

Die Oberkante des Altkörpers liegt etwa zwischen 44 mNHN und 46 mNHN. Zur Herstellung der Aufstandsfläche der neuen Deponie wird der Altkörper profiliert. Hierbei sind zunächst zur Eingrenzung des neuen Deponiekörpers vor allem im nördlichen, westlichen und südlichen Bereich Anhebungen von bis zu 15 bis 20 m bzw. bis auf ein Niveau zwischen 58 mNHN und 60 mNHN geplant. In einigen Bereichen sind zudem Abtragungen notwendig. In der Anlage 3 sind die Auf- und Abtragsbereiche farblich dargestellt. Die künftige Deponiekuppe einschließlich Rekultivierungsschicht ist gemäß Anlage 1 bei maximal 70,0 mNHN vorgesehen. In den Anlagen 4 und 5 sind ein Längs- und Querschnitt des neuen Deponiekörpers dargestellt.

Für die Standsicherheits- und Setzungsberechnungen werden insbesondere Angaben zum Baugrund, zum bestehenden Deponiealtkörper und zu den zukünftig erwarteten Abfällen benötigt. Als Grundlage für die geologischen und hydrologischen Verhältnisse im Bereich des Deponiegeländes wurde auf die bereits in /1/ verwendeten Unterlagen zurückgegriffen. Hierbei handelt es sich insbesondere um das Baugrundgutachten der Dr.-Ing. Steffen Ingenieurgesellschaft

Volgersweg 58 30175 Hannover
Telefon (05 11) 34 32 05
Telefax (05 11) 34 15 44
e-mail info@igh-grundbauinstitut.de

mbH aus dem Jahr 1994 /5/ und um die geologischen Schnitte aus /6/. Die geologischen Schnitte sind als Anhang beigefügt.

3.2 Geologische Verhältnisse.

Die ursprüngliche Geländeoberfläche kann gemäß Anlage 6 am nördlichen Rand der Deponie bei rund 42,5 mNHN und am südlichen Rand bei ca. 37,5 mNHN angenommen werden. Der Baugrund unterhalb des Altkörpers besteht gemäß dem Baugrundgutachten /5/ hauptsächlich aus Geschiebemergel und Schmelzwassersanden. Der in dem Gutachten mit "I" bezeichnete Geschiebemergel weist allgemein eine steife (Ib), halbfeste (Ic) bzw. feste (Id) Konsistenz auf. Der in /5/ mit "II" bezeichnete Sand liegt in der Regel in mitteldichter (IIb) oder dichter Lagerung (IIc) vor. Unmittelbar unterhalb der Aufstandsfläche des Altkörpers ist mit einer Zone aus aufgelockertem Geschiebemergel (Ia) oder locker gelagertem Sand (IIa) zu rechnen. Die durchschnittliche Dicke dieser Auflockerungszone (AZ) kann nach den vorliegenden Aufschlüssen durchschnittlich mit wenigen Dezimetern angenommen werden. Der Baugrund ist in den geologischen Schnitten in /6/ zusammengefasst (siehe Anhang). Als Grundlage für die vorgenannten Schnitte dienten eine Vielzahl von Aufschlussbohrungen. Die Lage und die Bezeichnung der Bohrungen geht aus der Anlage 7 hervor. Im Norden der Deponie befindet sich die Bohrung Na Hy 110/90. Gemäß dem GeoPortal LBGR Brandenburg weist die Bohrung eine Tiefe von 185 m unter Gelände auf /7/. Unterhalb der dichtgelagerten Sande (IIc) folgt gemäß der tiefer-reichenden Bohrung Na Hy 110/90 ab einer Tiefe von 133 m unter Gelände lagenweise weiterer Geschiebemergel nach. Das Bohrprofil ist in der Tiefe von 150 m bis zur Endtiefe von 185 m lückenhaft und enthält bis auf den Geschiebemergel keine Angaben zum anstehenden Boden. Es wird davon ausgegangen, das sich zwischen den einzelnen Geschiebemergelschichten wiederum Sand befindet. Der in der Tiefe angeroffene Geschiebemergel wird im Baugrundmodel zu einem Schichtpaket zusammengefasst. In einer Tiefe zwischen 68 m und 75 m wurde im Sand zudem eine Schicht aus Ton- bzw. Schluffmudde angetroffen. Diese wurde bei der Modellierung des Baugrunds ebenfalls berücksichtigt.

3.3 Hydrogeologische Verhältnisse.

Das Grundwasser steht gemäß dem vorliegenden Baugrundgutachten /5/ unterhalb der ersten Geschiebemergelschicht (Ib) innerhalb der Schmelzwassersande (IIb) an. Das Grundwasser liegt in gespannter Form vor. Der freie Druckwasserspiegel befindet sich innerhalb des Geschiebemergels (IIb). Ein weiterer Grundwasserleiter befindet sich innerhalb der Sande (IIc) unterhalb der zweiten Geschiebemergelschicht. Auch dieser liegt in gespannter Form vor.

Volgersweg 58 30175 Hannover
Telefon (05 11) 34 32 05
Telefax (05 11) 34 15 44
e-mail info@igh-grundbauinstitut.de

In den Standsicherheits- und Setzungsberechnungen wurde gemäß den Angaben in /5/ ein höchstanzunehmender Grundwasserstand von rund 36 m ü. NHN berücksichtigt.

3.4 Geplante Abdichtungssysteme.

3.4.1 Basis- und kombinierte Basis- und Oberflächenabdichtung.

Für die geplante Deponie sind zwei Basisabdichtungssysteme geplant. Im Bereich des Altkörpers ist eine kombinierte Basis- und Oberflächenabdichtung (KBO) und im übrigen Bereich eine Basisabdichtung DK III gemäß Deponieverordnung vorgesehen. Der Aufbau der KBO geht aus der Anlage 8 hervor und hat von unten nach oben folgenden Aufbau:

Kombinierte Basis- und Oberflächenabdichtung (KBO)

- Deponiealtkörper / DK III – Abfall (alt)
- Trag- und Ausgleichschicht nach stat. Erfordernis (ggf. Geogitter mit BAM-Zulassung) d = 50 cm
- Geologische Barriere, zwei Lagen je 0,25 m, $k \leq 1 \cdot 10^{-10}$ m/s d ≥ 50 cm
- Mineralische Dichtung, zwei Lagen je 0,25 m, $k \leq 1 \cdot 10^{-10}$ m/s d ≥ 50 cm
- Kunststoffdichtungsbahn KDB mit Dichtungskontrollsystem d ≥ 2,5 mm
- Schutzschicht mit BAM-Zulassung (MDDS oder gleichwertig) d = 2 cm
- Entwässerungsschicht d = 30-50 cm
- PP – Trennvlies mit BAM – Zulassung (optional)
- mineralische Trennschicht

Der Aufbau der Basisabdichtung DK III, die in dem östlichen und südöstlichen Bereich errichtet werden soll, geht ebenfalls aus der Anlage 8 hervor und ist mit folgendem Aufbau vorgesehen:

Volgersweg 58 30175 Hannover
Telefon (05 11) 34 32 05
Telefax (05 11) 34 15 44
e-mail info@igh-grundbauinstitut.de

Basisabdichtung DK III gemäß Deponieverordnung

– vorhandene geologische Barriere	
– Geologische Barriere, zwei Lagen je 0,25 m, $k \leq 1 \cdot 10^{-10}$ m/s	d ≥ 50 cm
– Mineralische Dichtung, zwei Lagen je 0,25 m, $k \leq 5 \cdot 10^{-10}$ m/s	d ≥ 50 cm
– Kunststoffdichtungsbahn KDB	d ≥ 2,5 mm
– Schutzschicht mit BAM-Zulassung (MDDS oder gleichwertig)	d = 2cm
– Entwässerungsschicht	d = 30-50 cm
– PP – Trennvlies mit BAM – Zulassung (optional)	
– mineralische Trennschicht	

3.4.2 Oberflächenabdichtung.

Der Regelaufbau der Oberflächenabdichtung ist in der Anlage 9 dargestellt und stellt sich von unten nach oben wie folgt dar:

Oberflächenabdichtung

– Deponiealtkörper / DK III – Abfall (neu)	
– Gasdränschicht (optional)	d = 20 cm
– Trag- und Ausgleichschicht	d = 30 cm
– Mineralische Dichtung, zwei Lagen je 0,25 m, $k \leq 1 \cdot 10^{-10}$ m/s	d ≥ 50 cm
– Kunststoffdichtungsbahn KDB mit Dichtungskontrollsystem	d ≥ 2,5 mm
– Schutzvlies, g ≥ 800 g/² mit BAM-Zulassung (optional)	
– Entwässerungsschicht, alternativ Kunststoffdränelement	d = 30 cm
– Trennvlies, g ≥ 300 g/² mit BAM-Zulassung (optional)	
– Unterboden	d = 80 cm
– Oberboden	d = 20 cm

4. Setzungsberechnung und Abschätzung.

4.1 Vorbemerkung.

Die kombinierte Basis- und Oberflächenabdichtung bzw. die Basisabdichtung werden sich nach der Fertigstellung mehr oder weniger stark setzen. Zu den Setzungen der Basisabdichtungssysteme können im vorliegenden Fall grundsätzlich folgende Anteile beitragen:

Volgersweg 58 30175 Hannover
Telefon (05 11) 34 32 05
Telefax (05 11) 34 15 44
e-mail info@igh-grundbauinstitut.de

a) Setzungen des Deponiealtkörpers infolge der in den eingelagerten Abfällen zurzeit noch laufenden biologischen Abbauprozesse
b) Setzungen im Baugrund und Deponiealtkörper aufgrund der Zusatzlasten aus der Profilierung, der KBO bzw. Basisabdichtung, der neuen DK III-Abfälle und der Oberflächenabdichtung.

Sinngemäß gilt dies auch für die zu erwartenden Setzungen der Oberflächenabdichtung. Diese ergeben sich durch das Aufbringen der Oberflächenabdichtung.

Sämtliche resultierenden Setzungen müssen gegebenenfalls durch Zusatzmaßnahmen, beispielsweise durch eine gewisse Überhöhung im Planum der Abdichtungsschichten, ausgeglichen werden, damit die planerisch vorgesehenen Höhen- und Gefälleverhältnisse dauerhaft gewährleistet sind. Außerdem darf die Funktionstauglichkeit der Abdichtungskomponenten durch die Setzungen nicht beeinträchtigt werden.

4.2 Setzungen des Deponiekörpers infolge biologischer Abbauprozesse.

Auf die Setzungen, die aufgrund der noch laufenden biologischen Abbauprozesse und der damit verbundenen Deponiegasbildung zukünftig noch zu erwarten sind, wurde bereits in /1/ eingegangen. Dementsprechend wird auf die in /1/ ausgeführten Erläuterungen zurückgegriffen. Nach der Deponiegasprognose /8/ aus dem Jahr 2015 ist zwischen 2015 und dem weitgehenden Erliegen der Gasbildung im Jahr 2053 mit einer Deponiegasmenge von rund 770.00 m³ zu rechnen. Diese Menge fällt inzwischen geringer aus, soll aber für die weitere Betrachtung als Grundlage dienen. Die Gasmenge resultiert im Wesentlichen aus den in den Becken eingelagerten Sonderabfällen. Die vorwiegend aus Aschen bestehenden Altabfälle tragen dagegen kaum noch zur Gasbildung bei.

Der mit der Gasbildung verbundene Massenverlust ergibt sich aus der folgenden Gleichung:

$$\Delta m = G_E \cdot \rho_G \qquad (4.1)$$

mit G_E: Gasmenge
ρ_G : Dichte des Deponiegases.

Die Deponiegasdichte wird allgemein mit 0,00128 Mg/m³ angesetzt.

Erfahrungsgemäß führt nur ein Anteil α des Massenverlustes zu Setzungen an der Deponieoberfläche. Die durchschnittliche Setzung lässt sich somit wie folgt abschätzen:

Volgersweg 58 30175 Hannover
Telefon (05 11) 34 32 05
Telefax (05 11) 34 15 44
e-mail info@igh-grundbauinstitut.de

$$s = \alpha \cdot \frac{\Delta m}{\rho_A} \cdot \frac{1}{A} = \alpha \cdot \frac{G_E \cdot \rho_G}{A \cdot \rho_A} \qquad (4.2)$$

mit α: setzungsrelevanter Anteil des Massenverlustes
ρ_A: Dichte der Trockensubstanz im abbaubaren Abfall
A: Grundfläche der an der Gasbildung beteiligten Abfälle.

Der setzungsrelevante Anteil des Massenverlustes, der auch als "Nachsackungsgrad" bezeichnet wird, kann nach /9/ zwischen 0,25 und 0,75 angenommen werden. Für die nachfolgende Setzungsprognose wird vereinfachend der mittlere Wert von 0,50 angenommen. Mit der Restgasmenge von rund 770.000 m³, der Grundfläche der Sonderabfallbecken von insgesamt rund 9 ha bzw. 90.000 m² und einer grob geschätzten Dichte des Abfalls von 1,5 Mg/m³ liefert die Gleichung (4.2) eine rechnerische Setzung von durchschnittlich 0,004 m bzw. 4 mm. Bei einer derartigen Größenordnung spielen die mit der zukünftigen Deponiegasbildung verbundenen Setzungen sowohl für die Basisabdichtungssysteme als auch für die Oberflächenabdichtung keine Rolle.

Aus den neu eingelagerten Abfällen ist nach unserem Kenntnisstand mit keiner Gasbildung zu rechnen, da es sich um bodenähnliche Abfälle handelt, die keinen biologischen Abbauprozessen unterliegen. Somit sind Setzungen infolge biologischer Abbauprozesse im neuen DK III-Abfall auszuschließen.

4.3 Setzungsbetrachtung des Deponiekörpers infolge von Zusatzlasten.

Im vorliegenden Fall führen in erster Linie die zusätzlichen Lasten, die mit dem Aufbringen der Profilierung, der Herstellung des Basisabdichtungssystems, der Einlagerung der neuen DK III-Abfälle sowie der Herstellung des Oberflächenabdichtungssystems verbunden sind, zu Setzungen des Deponiekörpers und des Baugrunds. Für das Gefälle der Entwässerungskomponente und die Funktionstauglichkeit der Abdichtungskomponenten sind die zusätzlichen Lasten aus den nachfolgend genannten Gründen allerdings nur zum Teil von Bedeutung:

a) Während sich die Setzungen in nichtbindigen Böden unmittelbar nach Aufbringen der Zusatzlast einstellen, entwickeln sich die Setzungen in bindigen Böden, wie dem Geschiebemergel bzw. der Ton-/Schluffmuddeschicht unterhalb des Altkörpers, mit einer gewissen zeitlichen Verzögerung. Die Zeit t, bis zu der rund 95 % der Gesamtsetzungen abgeklungen sind, lässt sich nach der Konsolidationstheorie wie folgt abschätzen:

Volgersweg 58 30175 Hannover
Telefon (05 11) 34 32 05
Telefax (05 11) 34 15 44
e-mail info@igh-grundbauinstitut.de

$$t = \frac{1{,}2 \cdot \gamma_W \cdot m^2}{4 \cdot k \cdot E_S} \qquad (4.3)$$

mit

γ_w: Wichte des Wassers (γ_w = 10 kN/m³)

m: Mächtigkeit der bindigen Bodenschichten (beidseitige Entwässerungsmöglichkeit)

k: Wasserdurchlässigkeitsbeiwert der bindigen Bodenschichten

E_S: Steifemodul der bindigen Bodenschichten.

Für die unterhalb der Deponieaufstandsfläche anstehenden bindigen Geschiebemergelschichten bzw. die Ton-/Schluffmuddeschicht kann nach den vorliegenden geologischen Schnitten /6/ allgemein eine maximale Mächtigkeit von rund 25 m angenommen werden. Der Wasserdurchlässigkeitswert k des Mergels liegt nach den in /5/ angegebenen Versuchswerten im geometrischen Mittel bei ca. $3 \cdot 10^{-8}$ m/s, wobei nachfolgend auf der sicheren Seite liegend mit einem kleineren Wert von $1 \cdot 10^{-8}$ m/s gerechnet wird. Der Steifemodul E_S des Geschiebemergels kann mit Bezug auf /5/ mit mindestens ca. 10 MN/m² angesetzt werden. Die vorgenannten Parameter werden auch für die Ton- / Schluffmuddeschicht angesetzt. Mit den Parametern errechnet sich die erforderliche Zeit t bis zum weitgehenden Abklingen der Setzungen zu:

$$t = \frac{1{,}2 \cdot 10 \cdot 25{,}0^2}{4 \cdot 1 \cdot 10^{-8} \cdot 10.000} = 18.750.000\ s = 217\ d.$$

Die aus den zusätzlichen Lasten der Profilierung resultierenden Baugrundsetzungen sind somit nach rund 217 Tagen bzw. rund 7 Monaten bis zu 95 % abgeklungen. Die zusätzlichen Profilierungsmassen, die zur Herstellung der Aufstandsfläche der Basisabdichtung erforderlich sind, werden sich somit kaum in einer nennenswerten Größenordnung auf das Gefälle des Entwässerungssystems oder die Funktionstauglichkeit der Abdichtungskomponenten auswirken, wenn mit dem Bau der Basisabdichtung ca. 7 Monaten nach Abschluss der Profilierungsarbeiten begonnen wird.

b) Die Setzungen aus der Profilierung des Altkörpers, die durch die zusätzliche Belastung hervorgerufen werden, sind bei Siedlungsabfällen erfahrungsgemäß bereits nach ca. zehn Tagen abgeschlossen /10/. Für die mittlerweile fast zwanzig Jahre alten Sonderabfälle kann von einer vergleichbaren Zeit ausgegangen werden. Insofern sind auch die Setzungen, die aus der vorauslaufenden Profilierung des Deponiekörpers resultieren, für die Abdichtungssysteme nicht von Bedeutung.

Volgersweg 58 30175 Hannover
Telefon (05 11) 34 32 05
Telefax (05 11) 34 15 44
e-mail info@igh-grundbauinstitut.de

Für das Gefälle der Entwässerungskomponenten und die Verformung der Abdichtungskomponenten der Basisabdichtungen spielen aufgrund der vorhergehenden Erläuterungen letztlich nur die lastinduzierten Setzungen, die von der Basisabdichtung, den DK III-Abfällen sowie der Oberflächenabdichtung hervorgerufen werden, eine Rolle. Für die Abdichtungskomponenten der Oberflächenabdichtung spielen hingegen nur die Setzungen infolge der Zusammendrückung des Altkörpers und des neuen Deponiekörpers sowie der Profilierungsmaterialien, die von der Belastung aus der Oberflächenabdichtung hervorgerufen werden, eine Rolle.

Im nachfolgenden werden Setzungsberechnungen für die Basisabdichtung und die Oberflächenabdichtung durchgeführt und bewertet.

4.4 Setzungen infolge Zusatzlasten.

4.4.1 Berechnungsmodell.

Die Berechnung der Setzungen, die unterhalb der Basisabdichtung sowie unterhalb der geplanten Oberflächenabdichtung aufgrund der Zusatzlasten zu erwarten sind, erfolgte mit Hilfe des Programms GGU SETTLE, Version 6.00, der Civilserve GmbH, Braunschweig.

Die Setzungsberechnungen sind im vorliegenden Fall vergleichsweise komplex, da sich die Lasten zum einen aufgrund unterschiedlicher Deponiehöhen von Ort zu Ort unterscheiden. Zum anderen greifen die Lasten allgemein nicht auf einer horizontalen Ebene, sondern insbesondere in den Böschungsflächen auf unterschiedlichen Höhen an. Das verwendete Programm GGU SETTLE fordert hingegen die Eingabe einer horizontalen Geländeoberfläche. Die Last kann anschließend nur auf dem Niveau dieser Oberfläche oder darunter angesetzt werden. Damit unter dieser Voraussetzung auch die Setzungen der Abdichtung, die auf den Böschungen der Altdeponie geplant ist, erfasst werden können, wurde die programmtechnisch erforderliche ″Geländeoberfläche″ auf 70 mNHN gelegt, was der geplanten Endhöhe der Restverfüllung entspricht.

Die Mächtigkeit der zusammendrückbaren Schichten kann entsprechend DIN 4019 /12/ näherungsweise dort begrenzt werden, wo die lotrechte Zusatzspannung 20 % der Eigenlastspannung beträgt. Diese sogenannte ″Grenztiefe″ wird üblicherweise gewählt, weil darunter erfahrungsgemäß nur noch verhältnismäßig kleine Formänderungen im Untergrund hervorgerufen werden. Die Grenztiefe wird in dem verwendeten Programm jeweils auf die Geländeoberfläche bezogen. Damit die Eigenlastspannungen im Bereich des zukünftigen Deponiekörpers aufgrund der bei 70 mNHN angesetzten ″Geländeoberfläche″ nicht zu hoch ausfallen, musste für die Setzungsberechnungen eine gewichtslose sogenannte ″Nullschicht″ eingefügt werden. Für diese

Volgersweg 58 30175 Hannover
Telefon (05 11) 34 32 05
Telefax (05 11) 34 15 44
e-mail info@igh-grundbauinstitut.de

Schicht wurde mit einer Wichte von γ = 0,0 kN/m³ und vorsichtshalber mit einem Steifemodul von E_s = 1.000.000 MN/m² gerechnet. Mit Hilfe dieser Nullschicht konnte das Gelände schließlich so modelliert werden, dass die Berechnung der Eigenlastspannungen an jedem Punkt dort beginnt, wo sich die tatsächliche Aufstandsfläche befindet.

In den durchgeführten Setzungsberechnungen wurde jeweils die Unterkante der Abdichtungssysteme bzw. die Oberkante des zugehörigen Planums betrachtet. Als Belastung des Baugrundes und des Altköpers wurde jeweils der gesamte neue Deponiekörper einschließlich der Basis- und der Oberflächenabdichtung berücksichtigt.

Für die Oberflächenabdichtung wurden nur die Setzungen aus der Zusammendrückung des bestehenden und des neuen Abfallkörpers sowie der Profilierungsmaterialien berücksichtigt. Demgegenüber können die Baugrundsetzungen aufgrund der vergleichsweise kleinen Zusatzspannung und der rechnerisch bereits dicht unter der ursprünglichen Geländeoberfläche liegenden Grenztiefe in erster Näherung vernachlässigt werden. Für die einzelnen Baugrundschichten wurde dementsprechend jeweils mit einem Steifemodul von E_s = 1.000.000 MN/m² gerechnet.

4.4.2 Baugrund.

Der für die Setzungsberechnungen relevante Aufbau des Baugrunds unterhalb der Deponie bzw. die Höhe des Altkörpers wurden anhand der geologischen Schnitte bzw. Bohrungen /6/ sowie dem Lageplan der Anlage 10 modelliert. Die Positionen der insgesamt 23 Bohrungen wurden aus dem Lageplan der Anlage 7 in das Rechenprogramm übernommen. Um den Übergang zwischen dem Altkörper und dem derzeit nicht verfüllten südöstlichen bis östlichen Bereich einerseits sowie die unterschiedlichen Geländehöhen andererseits programmtechnisch erfassen zu können, mussten einige linear interpolierte "Bohrprofile" ergänzt werden. Die Unterkante des vorhandenen Altkörpers wurde zwischen 37,5 mNHN und 42,5 mNHN angesetzt.

4.4.3 Kennwerte für die Setzungsberechnungen.

Für die Setzungsberechnungen werden bodenphysikalische bzw. bodenmechanische Kennwerte für den vorhandenen Altkörper, für den Baugrund, für das Profilierungsmaterial zur Herstellung der Aufstandsfläche sowie für den neuen Abfallkörper benötigt. Diese gehen weitestgehend aus dem vorhandenen Baugrundgutachten /5/ und den Standsicherheitsberechnungen aus /1/ hervor bzw. können anhand von Erfahrungswerten abgeschätzt werden. Nachfolgend wird auf die einzelnen Schichten näher eingegangen. Die Kennwerte sind in der nachfolgenden Tabelle 4.1 zusammengefasst.

Volgersweg 58 30175 Hannover
Telefon (05 11) 34 32 05
Telefax (05 11) 34 15 44
e-mail info@igh-grundbauinstitut.de

a) Für den vorhandenen mit "AB" bezeichneten Altdeponiekörper werden in dem Baugrundgutachten /5/ eine Wichte von γ = 16,0 kN/m³ bis 17,0 kN/m³ sowie ein Steifemodul von E_S = 1,0 MN/m² bis 3,0 MN/m² angegeben. Für die Berechnungen wird eine mittlere Wichte von 16,5 kN/m³ sowie ein Steifemodul von 1,5 MN/m² berücksichtigt.

b) Für den in Abschnitt 3.2 beschriebenen Baugrund (Auflockerungszone, Sande und Geschiebemergel) wurde auf die Kennwerte aus /5/ und /1/ zurückgegriffen. Diese sind in der Tabelle 4.1 zusammengefasst. Für die tieferliegende gemäß dem Bohrprofil Na Hy 110/90 angetroffene Schicht aus Ton- bzw. Schluffmudde wurde eine Wichte unter Auftrieb von γ' = 10,0 kN/m³ sowie ein Steifemodul von 50,0 MN/m² angesetzt bzw. aufgrund der Tiefenlage abgeschätzt.

c) Zur Herstellung der Deponieaufstandsfläche sind wie bereits im Abschnitt 3.1 erwähnt Anhebungen von bis zu 15 m bis 20 m vorgesehen. Hierfür werden zum Teil die nicht von den Sonderabfällen betroffenen Aschen im Südosten des Altkörpers eingesetzt. Darüber hinaus wird auch zusätzliches Profilierungsmaterial benötigt. Es wird davon ausgegangen, dass es sich bei dem zusätzlichen Profilierungsmaterial um Boden bzw. Bauschutt handelt. Für das Profilierungsmaterial wurde eine Wichte von 18,0 kN/m³ sowie ein Steifemodul von E_S = 15,0 MN/m² berücksichtigt.

d) Gemäß der durch die MEAB beauftragten Marktstudie hinsichtlich der Untersuchung zur Entwicklung des regionalen Entsorgungsmarktes für DK III-Abfälle im Land Brandenburg /11/ fallen im Raum Berlin-Brandenburg unterschiedliche Abfälle, welche gefährliche Stoffen enthalten, wie z.B. Gemische aus Beton, Ziegeln, Fliesen und Keramik, Boden und Steine, sonstige Bau- und Abbruchabfälle, feste Abfälle aus der Abgasbehandlung, Rost- und Kesselaschen sowie Schlacken, Filterstaub, Kesselstaub, feste Abfälle sowie Schlämme aus der Sanierung von Böden, an. Ebenfalls in /11/ angegeben ist für die Sonderabfalldeponie Ihlenberg eine durchschnittliche Ablagerungsdichte von 1,3 Mg/m³ bis 1,6 Mg/m³. Nach Auskunft der MEAB sollen die genannten Angaben für den neuen DK III-Abfallkörper zugrunde gelegt werden. Für die Setzungsberechnungen wurde eine mittlere Wichte des neuen Abfalls von 14,5 kN/m³ angesetzt. Insgesamt weisen die Abfälle bodenähnliche Eigenschaften auf. Es wird davon ausgegangen, dass die Abfälle lagenweise eingebaut und verdichtet werden, sodass mit einem Steifemodul von E_S = 15,0 MN/m² gerechnet werden kann.

Volgersweg 58 30175 Hannover
Telefon (05 11) 34 32 05
Telefax (05 11) 34 15 44
e-mail info@igh-grundbauinstitut.de

Tabelle 4.1: Charakteristische Kennwerte für die Setzungsberechnungen

Schicht	Wichte γ bzw. Wichte unter Auftrieb γ' [kN/m³]	Steifemodul E_s [MN/m²]
Abfallkörper DK III (neu)	γ = 14,5	15,0
Profilierungsmaterial	γ = 18,0	15,0
Abfallkörper AB	γ = 16,5	1,5
Auflockerungszone AZ (Ia, IIa)	γ = 18,5	2,0
Mergel (Ib)	γ = 20,0	9,0
Sand (IIb)	γ' = 11,0	50,0
Mergel (Ic)	γ' = 12,0	30,0
Sand (IIc)	γ' = 11,0	200,0
Mergel (Id)	γ' = 12,0	100,0
Sand (qhol)	γ' = 11,0	200,0
Ton-/Schluffmudde	γ' = 10,0	50,0
Sand (qhol)	γ' = 11,0	200,0
Mergel	γ' = 12,0	100,0

4.4.4 Setzungserzeugende Lasten.

Die Lasten, die zu den Setzungen des Planums unterhalb der Basisabdichtung (Bauplanum) führen, resultieren aus dem Gesamtaufbau der Verfüllung. Die Lasten bestehen im Einzelnen aus dem Eigengewicht der KBO bzw. der Basisabdichtung, dem darüber liegenden neuen Deponiekörper und der abschließenden Oberflächenabdichtung. Die Lasten, die zur Zusammendrückung des vorhandenen und neuen Abfallkörpers sowie der Profilierung führen, resultieren aus dem Eigengewicht der Oberflächenabdichtung.

Um die rechnerischen Setzungen möglichst flächendeckend berechnen zu können, wurde das Modellgebiet mit einer Reihe von Berechnungspunkten überzogen. Die Positionen dieser Berechnungspunkte gehen im Einzelnen aus den Anlagen 11.1 und 11.2 hervor. Die zugehörigen Belastungen wurden jeweils folgendermaßen ermittelt:

a) Zunächst wurden an den gewählten Berechnungspunkten die Endhöhen der geplanten Verfüllung aus dem Lageplan der Anlage 11.1 ermittelt. Die Punkte wurden anschließend maßstabsgetreu auf den Lageplan der Bauaufstandsfläche (Anlage 11.2) projiziert, so dass für jeden Punkt die Gesamtaufbaustärke $h_{G,i}$ als Differenz zwischen den Endhöhen des Deponiekörpers und den Höhen der Bauaufstandsfläche errechnet werden konnte.

Volgersweg 58 30175 Hannover
Telefon (05 11) 34 32 05
Telefax (05 11) 34 15 44
e-mail info@igh-grundbauinstitut.de

b) Wie in Abschnitt 3.4.1 beschrieben, soll die KBO eine Gesamtstärke von 2,0 m und die Basisabdichtung von 1,50 m aufweisen. Diese Aufbaustärken $h_{B,i}$ wurden je nach Lage der einzelnen Untersuchungspunkte entsprechend berücksichtigt. Die zugehörige mittlere Wichte wurde mit $\gamma_B = 20{,}0$ kN/m³ angenommen. Die Gesamtstärke der Oberflächenabdichtung ist gemäß Abschnitt 3.4.2 mit $h_D = 2{,}30$ m geplant. Die zugehörige mittlere Wichte wurde mit $\gamma_D = 19{,}0$ kN/m³ angesetzt.

c) Aus der in a) beschriebenen Gesamtaufbaustärke $h_{G,i}$ abzüglich der Stärke der Basis $h_{B,i}$ sowie abzüglich der Stärke der Oberflächenabdichtung h_D ergibt sich für jeden Punkt die Stärke des neuen Abfalls $h_{DK\text{-}III,i}$, Die zugehörige Wichte wurde mit $\gamma_{DK\text{-}III} = 14{,}5$ kN/m³ berücksichtigt.

d) Die Belastung der einzelnen Punkte für die Ermittlung der Setzungen des Planums wurde wie folgt berechnet:

$$\sigma_i = h_{B,i} \cdot \gamma_B + h_D \cdot \gamma_D + h_{DK\text{-}III.i} \cdot \gamma_{DK\text{-}III} \qquad (4.4)$$

e) Die an den einzelnen Punkten berechneten Belastungen σ_i wurden jeweils auf dem Planum der Bauaufstandsfläche angesetzt. Die entsprechende Spannungsverteilung ist in der Anlage 12 dargestellt. Demnach ist an der Bauaufstandsfläche je nach Lage der Berechnungspunkte mit Zusatzspannungen von 44 kN/m² bis 377 kN/m² zu rechnen.

Um die Setzungen der Oberflächenabdichtung zu berechnen, wurde die Oberfläche der gesamten Deponie an den ausgewählten Berechnungspunkten mit einer Last von 43,7 kN/m² beaufschlagt.

4.4.5 Berechnungsergebnisse.

4.4.5.1 Kombinierte Basis- und Oberflächenabdichtung.

Die programmunterstützten Berechnungen ergaben für die kombinierte Basis- und Oberflächenabdichtung und die Basisabdichtung lastinduzierte Setzungen zwischen wenigen Zentimetern am Rande der Deponie und rund 2,2 m etwa im Zentrum der geplanten Deponie. Eine Darstellung der Setzungen in Form von Isolinien vermittelt die Anlage 13. In den Anlagen 14.1 und 14.2 ist jeweils ein maßgeblicher Schnitt mit der zugehörigen Setzungsmulde dargestellt. Auf die aus den Setzungen resultierenden Beanspruchungen der Abdichtungskomponenten der KBO bzw. der Basisabdichtung wird in Abschnitt 4.5.4 näher eingegangen.

Volgersweg 58 30175 Hannover
Telefon (05 11) 34 32 05
Telefax (05 11) 34 15 44
e-mail info@igh-grundbauinstitut.de

4.4.5.2 Oberflächenabdichtung.

Für die Oberflächenabdichtung ergeben die Berechnungen gemäß der Anlage 15 Setzungen zwischen rund 1 cm und 28 cm. In der Anlage 16 ist der Schnitt A-A‘ mit der zugehörigen Setzungsmulde für den für die Abdichtungskomponenten ungünstigsten Bereich dargestellt. Die aus den Setzungen resultierende Beanspruchung der Abdichtungskomponenten wird in Abschnitt 4.5.6 bewertet.

4.5 Auswirkung der Setzungen auf die Funktionstauglichkeit der Abdichtungskomponenten.

4.5.1 Allgemeines.

Die Setzungen des Baugrunds und des Altkörpers führen zu Verformungen der Abdichtungen, die eine mehr oder weniger starke Stauchung oder Dehnung der Systemkomponenten nach sich ziehen. Insbesondere bei mineralischen Abdichtungskomponenten besteht die Gefahr, dass die Dehnung des Materials ab einer bestimmten Größe zu Rissen führt und die Abdichtungsfunktion nicht mehr in dem erforderlichen Maße aufrechterhalten werden kann. Die GDA-Empfehlung E 2-17 sieht deshalb vor, dass die Auswirkung der Setzungen auf das Abdichtungssystem zu beurteilen ist /13/. Des Weiteren sind die Setzungen in Bezug auf die Gefälle der Entwässerungseinrichtungen zu bewerten. Hierauf wird nachfolgend näher eingegangen.

4.5.2 Zulässige Verformungen.

Der bindige Boden, der für die technische Barriere und die mineralische Dichtung der Basis- und Oberflächenabdichtung eingesetzt werden soll, ist derzeit nicht bekannt, so dass im Hinblick auf die zulässigen Verformungen bzw. Dehnungen zunächst auf Erfahrungswerte zurückgegriffen werden muss. Hierbei wird vereinfachend davon ausgegangen, dass für die technische Barriere und die mineralische Dichtung ein Material mit vergleichbaren Eigenschaften eingesetzt wird. Allgemeine Angaben über die zulässigen Verformungen eines mineralischen Dichtungsmaterials finden sich z.B. in /14/ und /15/. Demnach sind die abdichtungstechnisch noch vertretbaren Dehnungen in starkem Maße materialabhängig und reichen von 0,1 % bis 3,0 %. In /16/ sind vergleichbare Randfaserdehnungen bei Risseintritt von 0,5 % bis 3,5 % angegeben. Für einen leicht plastischen Ton kann die Bruchdehnung gemäß /17/ mit ca. 0,5 % und gemäß /18/ für die dort untersuchte Serie A und einen bautechnisch relevanten Wassergehalt zwischen ca. 0,6 % und 2,0 % angenommen werden. In /19/ wird für einen ausgeprägt plastischen Ton

Volgersweg 58 30175 Hannover
Telefon (05 11) 34 32 05
Telefax (05 11) 34 15 44
e-mail info@igh-grundbauinstitut.de

eine minimale Grenzzugdehnung von etwa 2,0 % genannt. In /20/ wird dagegen darauf hingewiesen, dass bei leicht- bis mittelplastischen Böden bereits ab einer plastischen Dehnung von ca. 0,2 % eine signifikante Zunahme der Wasserdurchlässigkeit zu erwarten ist.

Die zuvor genannten Beispiele sollen verdeutlichen, dass die Bruchdehnung eines mineralischen Abdichtungsmaterials in einem vergleichsweise starken Maße von dem letztlich eingesetzten Dichtungsmaterial beeinflusst wird. Wenn für die 1,0 m dicke mineralische Dichtung/technische Barriere der Basisabdichtung und für die 0,5 m starke mineralische Dichtung der Oberflächenabdichtung von einem leicht plastischen Boden ausgegangen wird, kann auf der Grundlage der vorgenannten Angaben im Sinne eines Bemessungswertes mit einer Bruchdehnung von ca. 0,6 % gerechnet werden.

Im Vergleich zu einem mineralischen Dichtungsmaterial weist eine 2,5 mm dicke Kunststoffdichtungsbahn (KDB) in der Regel höhere zulässige Verformungen auf. Gemäß /14/ liegt die zulässige Dehnung einer KDB bei 3,0 % bis 6,0 %. In /21/ ist für die PEHD-Dichtungsbahn als Verformungsgrenzwert einer mehrachsigen Dehnung 3,0 % bei einer Beanspruchungstemperatur bis zu 40 °C angegeben. In den folgenden Verformungsnachweisen wird für die Kunststoffdichtungsbahn der letztgenannte Wert von 3,0 % ebenfalls im Sinne eines Bemessungswertes zugrunde gelegt.

4.5.3 Berechnungsgrundlagen.

Für eine mineralische Dichtungsschicht ist der Nachweis, dass die Abdichtungswirkung auch im verformten Zustand erhalten bleibt, in der GDA-Empfehlung E 2-13 /22/ geregelt. Eine ausreichende Verformungssicherheit ist demnach gegeben, wenn der Dehnungsquotient die folgende Bedingung erfüllt:

$$\frac{\varepsilon_{zq}}{\varepsilon_{RF}} \geq \eta_v \tag{4.5}$$

mit ε_{zq}: einaxiale Bruchdehnung
ε_{RF}: maximale Randfaserdehnung.

Für den Sicherheitsbeiwert η_v wird in der GDA-Empfehlung E 2-13 ein Wert von 2,0 empfohlen /22/.

Für die Berechnung der Randfaserdehnung ε_{RF} enthält die GDA-Empfehlung E 2-13 ebenfalls einige Lösungsansätze, die sich allerdings nicht ohne Weiteres auf alle Bereiche der Deponie übertragen lassen. Dies hängt damit zusammen, dass die GDA-Empfehlung einerseits von einer

Volgersweg 58 30175 Hannover
Telefon (05 11) 34 32 05
Telefax (05 11) 34 15 44
e-mail info@igh-grundbauinstitut.de

ursprünglich horizontalen Abdichtungsschicht ausgeht und andererseits ohne weitere Bestimmungsgleichungen kaum anwendbar ist. Deshalb musste der in der GDA-Empfehlung E 2-13 angegebene Lösungsansatz für die Berechnung der Randfaserdehnung ε_{RF} im Hinblick auf eine einfachere Anwendbarkeit fortgeschrieben werden.

Gemäß der schematischen Darstellung der Anlage 17.1 resultiert die setzungsinduzierte Dehnung $\varepsilon_{\Delta l}$ der Abdichtungskomponente einerseits aus der Längenänderung infolge der Neigungsänderung und andererseits aus der Längenänderung infolge Durchbiegung. Die Längenänderung in der neutralen Faser ergibt sich aus der folgenden Gleichung:

$$\varepsilon_{\Delta l} = \frac{2Rarcsin\frac{\sqrt{a^2 + (H_l - H_r + s_r - s_l)^2}}{2R}}{\sqrt{a^2 + (H_l - H_r)^2}} - 1 \qquad (4.6)$$

mit R: Biegeradius des betrachteten Abschnitts der Abdichtungskomponente im verformten Zustand
a: horizontaler Abstand zwischen den beiden Randpunkten des betrachteten Abschnitts
H_l: Höhe der neutralen Faser am linken Rand des betrachteten Abschnitts im ursprünglichen Zustand
H_r: Höhe der neutralen Faser am rechten Rand des betrachteten Abschnitts im ursprünglichen Zustand
s_l: Setzung am linken Rand des betrachteten Abschnitts
s_r: Setzung am rechten Rand des betrachteten Abschnitts.

Die Bedeutung der einzelnen Parameter der Gleichung (4.6) sind auch der schematischen Darstellung der Anlage 17.2 zu entnehmen.

Zusätzlich zur Längenänderung der neutralen Faser ist die Dehnung bzw. Stauchung ε_K zu berücksichtigen, die durch die Krümmung des Dichtungselementes an deren Unter- und Oberseite hervorgerufen wird.

Die Dehnung ε_K ergibt sich in Anlehnung an /22/ unter der Voraussetzung, dass in den beiden Kontaktfugen des Abdichtungselementes eine annähernd gleich große Scherfestigkeit mobilisiert wird, aus:

$$\varepsilon_K = \frac{d \cdot max\ \kappa}{2} \qquad (4.7)$$

mit d: Stärke des Dichtungselementes
max κ: Krümmungsmaximum.

Volgersweg 58 30175 Hannover
Telefon (05 11) 34 32 05
Telefax (05 11) 34 15 44
e-mail info@igh-grundbauinstitut.de

Das Krümmungsmaximum hängt unmittelbar von dem Radius R der als kreisförmig angenommenen Setzungsmulde ab /22/:

$$max\ \kappa = 1/R \tag{4.8}$$

Die Längenänderung ε_{RF} der für die Dehnung maßgeblichen Randfaser folgt schließlich aus der Superposition

$$\varepsilon_{RF} = \varepsilon_{\Delta l} + \varepsilon_K \tag{4.9}$$

zu

$$\varepsilon_{RF} = \frac{2R arcsin \frac{\sqrt{a^2 + (H_1 - H_2 + s_2 - s_1)^2}}{2R}}{\sqrt{a^2 + (H_1 - H_2)^2}} + \frac{d}{2R} - 1 \tag{4.10}$$

Der in der Gleichung enthaltene Biegeradius R ergibt sich mit Bezug auf die Darstellung der bereits erwähnten Anlage 7.2 aus der folgenden Gleichung

$$R = \frac{(a')^2 + 4(s')^2}{8s'} \tag{4.11}$$

mit a': Abstand zwischen den beiden Endpunkten des betrachteten Abschnitts verformten Zustand

s': Stichmaß des betrachteten Bogenabschnitts.

Das Stichmaß s' kann in erster Näherung aus den vertikalen Setzungen des Abdichtungssystems wie folgt ermittelt werden:

$$s' = \left| \frac{-s_l + 2s_m - s_r}{2} \right| \tag{4.12}$$

mit s_m: vertikale Setzung in der Mitte des betrachteten Abschnitts.

Die Länge a' zwischen den beiden Endpunkten des betrachteten Dichtungsabschnitts lässt sich mit Bezug auf die Anlage 7.2 wie folgt berechnen:

$$a' = \sqrt{a^2 + (H_l - H_r + s_r - s_l)^2} \tag{4.13}$$

Mit den Gleichungen (4.14), (4.15) und (4.16) ergibt sich für den Radius R:

Volgersweg 58 30175 Hannover
Telefon (05 11) 34 32 05
Telefax (05 11) 34 15 44
e-mail info@igh-grundbauinstitut.de

$$R = \frac{a^2 + (H_l - H_r + s_r - s_l)^2 + (2s_m - s_l - s_r)^2}{8s_m - 4s_l - 4s_r} \tag{4.14}$$

Nach Einsetzen von R in die Gleichung (4.11) lässt sich die Randfaserdehnung ε_{RF} schließlich aus der folgenden Gleichung bestimmen:

$$\varepsilon_{RF} = \frac{a^2 + (H_l - H_r + s_r - s_l)^2 + (2s_m - s_l - s_r)^2}{(4s_m - 2s_l - 2s_r)\sqrt{a^2 + (H_l - H_r)^2}} \cdot \ldots$$

$$\ldots \cdot arcsin \frac{(4s_m - 2s_l - 2s_r)\sqrt{a^2 + (H_l - H_r + s_r - s_l)^2}}{a^2 + (H_l - H_r + s_r - s_l)^2 + (2s_m - s_l - s_r)^2} \pm \ldots$$

$$\ldots \pm \frac{d(4s_m - 2s_l - 2s_r)}{a^2 + (H_l - H_r + s_r - s_l)^2 + (2s_m - s_l - s_r)^2} - 1 \tag{4.15}$$

4.5.4 Verformungsnachweis der Basisabdichtung.

Die Setzungen der KBO bzw. Basisabdichtung sind in der Anlage 13 dargestellt. Demnach ergaben sich Setzungen von wenigen Zentimetern am Rand der Verfüllfläche und rund 2,2 m im Zentrum. Ergänzend sind in den Schnitten der Anlagen 14.1 und 14.2 die aus den Setzungen jeweils resultierenden ungünstigsten Setzungsmulden dargestellt, die schließlich für den Verformungsnachweis der Abdichtungskomponenten der Basisabdichtung zugrunde gelegt wurde. Einen zusammenfassenden Überblick über die im Einzelnen angesetzten Setzungsbeträge der Setzungsmulden vermitteln die Tabellen in den Anlagen 18.1 und 18.2. Die in den Tabellen der Anlagen 18.1 und 18.2 angegebenen Berechnungspunkte 1 bis 67 beziehen sich hierbei auf die in den Schnitten der Anlagen 14.1 und 14.2 angegebenen Stationen. So finden sich z.B. die Berechnungspunkte 1 bis 32 im Schnitt der Anlage 14.1 von Station 70 bis 380 und die Berechnungspunkte 33 bis 67 im Schnitt der Anlage 14.2 von Station 70 bis 420 wieder.

Mit den Setzungen der Tabellen der Anlagen 18.1 und 18.2 liefert die Gleichung (4.15) des Abschnitts 4.5.3 für jeweils drei nebeneinanderliegende Berechnungspunkte der Basisabdichtung die in den Tabellen ebenfalls angegebenen Randfaserdehnungen. Die Tabellenwerte gelten einerseits für die Kunststoffdichtungsbahn und andererseits für die technische Barriere bzw. mineralische Dichtung. Die negativen Werte entsprechen jeweils einer Stauchung, die in abdichtungstechnischer Hinsicht als unbedenklich eingestuft werden kann. Die Dehnungen der Kunststoffdichtungsbahn wurden zwischen etwa 0,001 % und rund 1,5 % ermittelt. Bezogen

Volgersweg 58 30175 Hannover
Telefon (05 11) 34 32 05
Telefax (05 11) 34 15 44
e-mail info@igh-grundbauinstitut.de

auf den im Abschnitt 4.4.3 für die KDB genannten Verformungsgrenzwert von 3,0 % liegt somit der Sicherheitsbeiwert η überwiegend bei ≥ 2, womit eine setzungsbedingte Beeinträchtigung dieser Abdichtungskomponente an den entsprechenden Stellen ausgeschlossen werden kann.

Gemäß den Anlagen 18.1 und 18.2 wurden für die technische Barriere bzw. mineralische Dichtung in den Bereichen der Berechnungspunkte 1 bis 4, 33, 34 sowie 63 bis 68 der ungünstigsten Setzungsmulde die maximalen Randfaserdehnungen ε_{RF} zwischen rund 0,3 % und rund 1,5 % ermittelt. In Verbindung mit der in Abschnitt 4.5.2 gewählten Grenzzugdehnung von 0,6 % ergeben sich hieraus Sicherheitsbeiwerte η zwischen etwa 0,4 und 1,9. Damit wird der in der GDA-Empfehlung E 2-13 empfohlene Sicherheitsbeiwert von η ≥ 2,0 nicht erreicht, so dass in diesen Bereichen Rissbildungen zunächst nicht ausgeschlossen werden können.

Wenn die Dehnungsbedingung gemäß Gleichung (4.5) nicht erfüllt wird, ist entsprechend der GDA-Empfehlung E 2-13 in einem zweiten Schritt zu überprüfen, welche Auflastspannung σ_0 erforderlich ist, um die in der technischen Barriere auftretenden Zugspannungen zu überdrücken und somit das Entstehen von Rissen zu unterbinden. Die erforderliche Auflast σ_0 lässt sich aus der folgenden Gleichung ermitteln /22/:

$$\sigma_0 = 2 \cdot c' \cdot \tan\left(45° + \frac{\varphi'}{2}\right) \tag{4.19}$$

mit c': Kohäsion des mineralischen Abdichtungsmaterials
φ': Reibungswinkel des mineralischen Abdichtungsmaterials.

Die vorhandene Auflastspannung muss gemäß /22/ mit Bezug auf die ehemalige DIN 4084 /23/ um den Sicherheitsfaktor 1,3 größer sein als der rechnerisch erforderliche Wert. Somit gilt:

$$\sigma_0 \geq 2{,}6 \cdot c' \cdot \tan\left(45° + \frac{\varphi'}{2}\right) \tag{4.20}$$

Für einen leicht plastischen Ton, der als Material für die mineralische Dichtung bzw. technische Barriere angenommen wurde, kann bei einer steifen Konsistenz mit Bezug auf /24/ oder /25/ im Sinne von Erfahrungswerten eine Kohäsion und ein Reibungswinkel in der Größenordnung von 10 kN/m² bzw. 27,5° zugrunde gelegt werden. Hiermit errechnet sich die Auflast, die zum Überdrücken möglicher Dehnungsrisse erforderlich ist, zu rund 43 kN/m².

Oberhalb der Dichtung stehen in der Basisabdichtung die Sandschutzmatte sowie 0,5 m Entwässerungsschicht an. Dies entspricht grob einer Auflast von rund 9 kN/m². Aus der 2,3 m mächtigen Oberflächenabdichtung ergeben sich weitere ca. 44 kN/m². Somit wird die Dichtung

Volgersweg 58 30175 Hannover
Telefon (05 11) 34 32 05
Telefax (05 11) 34 15 44
e-mail info@igh-grundbauinstitut.de

bereits durch die geplanten Abdichtungssysteme mit ca. 53 kN/m² belastet. Zusätzlich wirkt an den einzelnen Berechnungspunkten noch der eingelagerte Abfall als Auflast. In den Tabellen der Anlagen 18.1 und 18.2 sind die vorhandenen Auflastspannungen an den entsprechenden Berechnungspunkten aufgeführt. Demnach reichen die Auflastspannungen aus, um mögliche Risse zu überdrücken.

4.5.5 Verformungsnachweis der Oberflächenabdichtung.

Die berechneten Setzungen der Oberflächenabdichtung gehen in Form von Isolinien aus der Anlage 15 hervor. Demnach betragen die Setzungen zwischen wenigen Zentimetern am Rand der Oberflächenabdichtung und rund 28 cm im südlichen Zentrum des Altkörpers. In der Anlage 16 ist die für die Abdichtungskomponenten ungünstigste Setzungsmulde dargestellt. Einen zusammenfassenden Überblick über die im Einzelnen angesetzten Setzungsbeträge der Setzungsmulde im ungünstigsten Schnitt vermittelt die Tabelle der Anlage 19.

Mit den Setzungen der Tabelle in Anlage 19 wurden mit der Gleichung (4.15) des Abschnitts 4.5.3 für jeweils drei nebeneinanderliegende Berechnungspunkte der Oberflächenabdichtung die in der Tabelle angegebenen Randfaserdehnungen für die KDB und für die mineralische Dichtung zu maximal 0,01 % ermittelt. Die zugehörigen Sicherheitsbeiwerte η liegen mit dem für die KDB bzw. für die mineralische Dichtung genannten Verformungsgrenzwerte von 3,0 % bzw. 0,6 % jeweils über 2,0. Somit ist auch an der Oberflächenabdichtung keine Beeinträchtigung der Abdichtungswirkung aufgrund der Setzungen zu erwarten. Die ermittelten Setzungen sind hinsichtlich der erforderlichen Gefälleverhältnisse bei der Profilierung des Abfallkörpers entsprechend zu berücksichtigen.

4.5.6 Gefälle der Abdichtungssysteme.

4.5.6.1 Gefälle der KBO bzw. Basisabdichtung.

In Basisabdichtungen soll das Längsgefälle der Dränsammler gemäß GDA-Empfehlung E 2-14 /26/ nach Abklingen der Setzungen mindestens 1,0 % und das Quergefälle mindestens 3,0 % betragen. Das Längs- sowie das Quergefälle ist im vorliegenden Fall gemäß der Anlage 20 mit jeweils 4 % geplant. In den Anlagen 21 und 22 sind die Setzungen der einzelnen Stationen aus den Anlagen 14.1 und 14.2 zusammengefasst. Aus den jeweiligen Setzungen wurden die Setzungsdifferenzen und die daraus resultierenden Neigungen berechnet. Demnach ist für das Längsgefälle im Bereich der Station 190 bis 370 mit Setzungen zu rechnen, die ein Gegengefälle erzeugen (negative Neigung). Gemäß der Anlage 21 beträgt das Gegengefälle maximal

Volgersweg 58 30175 Hannover
Telefon (05 11) 34 32 05
Telefax (05 11) 34 15 44
e-mail info@igh-grundbauinstitut.de

rund 1,9 %, sodass nach Abklingen der Setzungen in diesem Bereich im ungünstigsten Fall mit einem Längsgefälle von 2,1 % zu rechnen ist, womit das Mindestgefälle von 1,0 % in jedem Fall eingehalten wird. In den Böschungsflächen spielen die Setzungen hinsichtlich der Gefälleverhältnisse keine Rolle, da das Bauplanum hier mit 1 : 3 gegenüber der Basisfläche von vornherein eine wesentlich stärkere Neigung aufweist.

Für das Quergefälle ergeben sich gemäß der Anlage 22 Neigungsunterschiede im Bereich der Stationen 90 bis 160 von über 1,0 %, sodass das Quergefälle in diesem Bereich das Mindestgefälle von 3,0 % unterschreiten kann. Nach Rücksprache mit dem Planer wurden die Setzungen in der weiteren Planung berücksichtigt und das Bauplanum hinsichtlich der Gefälleverhältnisse angepasst.

4.5.6.2 Gefälle der Oberflächenabdichtung.

Für die Entwässerungsschicht der Oberflächenabdichtung ist in der GDA-Empfehlung E 2-20 /27/ ein Mindestgefälle von 5,0 % vorgegeben. Das Gefälle der Oberflächenabdichtung beträgt gemäß Anlage 1 im Plateaubereich 7,0 %. Die Setzungsdifferenzen, die in der Oberflächenabdichtung zu erwarten sind, gehen analog zu den Ausführungen zur KBO bzw. der Basisabdichtung aus der Anlage 23 hervor. Demnach sind im Plateaubereich theoretisch Gefälleveränderungen von unter 1,0 % zu erwarten, sodass das Mindestgefälle von 5 % in jedem Fall eingehalten wird. In den Böschungsflächen spielen die Setzungen hinsichtlich der Gefälleverhältnisse keine Rolle, da das Bauplanum hier mit 1 : 3 gegenüber dem Plateaubereich von vornherein eine wesentlich stärkere Neigung aufweist.

5. Standsicherheitsnachweise.

5.1 Allgemeines.

Im Rahmen der Standsicherheitsnachweise werden nachfolgend Gleitsicherheits- und Böschungsbruchberechnungen durchgeführt. Der Gleitsicherheitsnachweis wird sowohl für die kombinierte Basis- und Oberflächenabdichtung (KBO) als auch für die Oberflächenabdichtung geführt. Der jeweilige Aufbau der Abdichtungssysteme geht aus dem Abschnitt 3.4 hervor. Die KBO lehnt sich gemäß den Schnitten der Anlagen 3 und 4 an den mit einer Neigung von 1 : 3 aus Profilierungsmaterial hergestellten Deponiekörper an. Zur Lastverteilung wird auf dem Deponiealtkörper eine Trag- und Ausgleichschicht mit einer Schichtstärke von 0,5 m und als Schutzschicht oberhalb der KDB eine Sandschutzmatte (MDDS) berücksichtigt. Die steilste Neigung der KBO beträgt 1 : 3.

Volgersweg 58 30175 Hannover
Telefon (05 11) 34 32 05
Telefax (05 11) 34 15 44
e-mail info@igh-grundbauinstitut.de

Für die Oberflächenabdichtung werden zwei Varianten für die Entwässerung untersucht. Zum einen ist oberhalb der KDB ein Schutzvlies, eine mineralische Entwässerungsschicht sowie ein weiteres Schutzvlies geplant. Zum anderen ist ein Kunststoffdränelement vorgesehen. Beide Varianten werden in den Berechnungen berücksichtigt. Die maximale Böschungsneigung der Oberflächenabdichtung geht aus der Anlage 1 mit 1 : 3 hervor. In den mit 1 : 3 geneigten Böschungen stehen unterhalb der Abdichtung entweder der aus Ersatzbaustoffen profilierte Deponiekörper, der profilierte Altkörper oder die neuen DK III-Abfälle an. Im Plateaubereich beträgt die Neigung ca. 1 : 14 (7,0 %)und fällt somit deutlich geringer aus als in den Außenböschungen, sodass hier auf weitere Berechnungen verzichtet werden kann.

5.2 Gewählte Baustoffe für die standsicherheitstechnische Vorbemessung der Abdichtungssysteme.

Während die Anforderungen an die einzelnen Systemkomponenten bereits im Rahmen der Planung, z. B. auf der Grundlage der Deponieverordnung (DepV) /26/ oder der zugehörigen Bundeseinheitlichen Qualitätsstandards (BQS), festgelegt werden, erfolgt die Auswahl der jeweiligen Baumaterialien üblicherweise erst durch die mit der Bauausführung beauftragte Baufirma. Für die erforderlichen Gleitsicherheits- und Böschungsbruchnachweise musste deshalb zunächst beispielhaft von solchen Materialien ausgegangen werden, die für eine Basisabdichtung und für eine Oberflächenabdichtung grundsätzlich in Frage kommen. Die dementsprechend in den Gleitsicherheits- und Böschungsbruchnachweisen zugrunde gelegten Erdstoffe oder polymeren Bauteile sind in den folgenden Tabellen 5.1 und 5.2 zusammengefasst. Die Tabellen enthalten außerdem die nachfolgend für die einzelnen Systemkomponenten verwendeten Abkürzungen.

Volgersweg 58 30175 Hannover
Telefon (05 11) 34 32 05
Telefax (05 11) 34 15 44
e-mail info@igh-grundbauinstitut.de

Tabelle 5.1: Gewählte Baustoffe für die standsicherheitstechnische Vorbemessung der kombinierten Basis- und Oberflächenabdichtung

Systemkomponente	**Materialbeschreibung**	**Abkürzung**
Trag- und Ausgleichschicht	z.B. Sand oder Sand-Kies der Bodengruppen SW, SI, GW, GI	TAS
geologische Barriere	toniger Schluff, Ton ($k \leq 1 \cdot 10^{-10}$ m/s)	GLB
mineralische Dichtung	toniger Schluff, Ton ($k \leq 1 \cdot 10^{-10}$ m/s)	MD
Kunststoffdichtungsbahn mit Deponiekontrollsystem	beidseitig strukturierte KDB mit Deponiekontrollsystem, jeweils mit BAM-Zulassung	KDB/DKS
Sandschutzmatte	z.B. Sandschutzmatte der Fa. G quadrat Geokunststoffgesellschaft mbH	MDDS
Entwässerungsschicht	z.B. Kies: Korngemisch 16/32	EWS
Trennvlies	Trennvlies mit BAM Zulassung	TV
Mineralische Trennschicht	Bodenähnliche Abfälle (keine Schlämme oder dergleichen)	MTS

Tabelle 5.2: Gewählte Baustoffe für die standsicherheitstechnische Vorbemessung der Oberflächenabdichtung

Systemkomponente		**Materialbeschreibung**	**Abkürzung**
Gasdränschicht		z.B. Sand oder Sand-Kies der Bodengruppen SW, SI, GW, GI	GDS
Trag- und Ausgleichschicht		z.B. Sand oder Sand-Kies der Bodengruppen SW, SI, GW, GI	TAS
mineralische Dichtung		toniger Schluff, Ton ($k \leq 1 \cdot 10^{-10}$ m/s)	MD
Kunststoffdichtungsbahn mit Deponiekontrollsystem		beidseitig strukturierte KDB mit Deponiekontroll-system, jeweils mit BAM-Zulassung	KDB/DKS
1.	Schutzvlies Entwässerungsschicht Trennvlies	≥ 800 g/m² mit BAM-Zulassung z.B. 0/8 Kies ($k \geq 3 \cdot 10^{-4}$ m/s) ≥ 300 g/m² mit BAM-Zulassung	SV EWS TV
2.	Kunststoffdränelement	mit BAM-Zulassung	KDE
Unterboden		gemäß BQS 7-1 /27/	UB
Oberboden		gemäß BQS 7-1 /27/	OB

Volgersweg 58 30175 Hannover
Telefon (05 11) 34 32 05
Telefax (05 11) 34 15 44
e-mail info@igh-grundbauinstitut.de

5.3 Charakteristische Werte für die Boden- und Verbundparameter.

Als materialspezifische Kennwerte gehen in die Gleitsicherheits- und Böschungsbruchberechnungen jeweils die Wichten und Scherparameter der mineralischen Schichten sowie die Verbundparameter zwischen den aneinandergrenzenden Systemkomponenten ein. Bei dem Mineralischen-Deponie-Dichtungs-Schutzsystem (MDDS) und dem Kunststoff-Dränelement (KDE, Dränmatte) ist für die Gleitsicherheitsberechnungen neben den Verbundparametern die innere Scherfestigkeit zu berücksichtigen. Einen zusammenfassenden Überblick der jeweils zugrunde gelegten charakteristischen Werte enthalten die nachfolgenden Tabellen 5.3 und 5.4. Hierzu ist Folgendes anzumerken:

1. Kombinierte Basis- und Oberflächenabdichtung

a) Das Planum für die KBO stellt im Bereich der 1 : 3 geneigten Böschungen im Wesentlichen der aus Boden und Bauschutt profilierte Deponiekörper dar. Die charakteristische Wichte beträgt gemäß Tabelle 4.1 γ_k = 18,0 kN/m³. Für das Profilierungsmaterial wurde ein charakteristischer Reibungswinkel von φ'_k = 30° angenommen.

b) Als Trag- und Ausgleichschicht wurde von einem Sand-Kies-Gemisch ausgegangen, für das mit Bezug auf /28/ ein charakteristischer Reibungswinkel von ca. φ'_k = 33,5° angesetzt werden kann. Die charakteristische Wichte wurde mit Bezug auf /28/ zu γ_k = 18,5 kN/m³ abgeschätzt.

c) Für die geologische Barriere und die mineralische Dichtung wurde aufgrund der insgesamt vergleichbaren Anforderungen, insbesondere an den Wasserdurchlässigkeitsbeiwert ($k \leq 1 \cdot 10^{-10}$ m/s), vereinfachend davon ausgegangen, dass für beide Schichten ein Material mit vergleichbaren Eigenschaften zum Einsatz kommt. Um die Anforderung an den Wasserdurchlässigkeitsbeiwert zu erfüllen, kommen Böden der Bodengruppe TL, TM oder TA bach DIN 18196 in Frage. In /29/ werden für eine mineralische Dichtung als Orientierungswerte 20,0 bis 27,5° für den Reibungswinkel und 10 bis 20 kN/m² für die Kohäsion genannt. Auf dieser Grundlage wurden für die Gleitsicherheitsnachweise die "mittleren" Erfahrungswerte von ca. φ'_k = 23,5° und c'_k = 10 kN/m² angenommen. Die zugehörige Wichte kann nach DIN 1055-2 /30/ im Mittel mit 19,5 kN/m³ angesetzt werden.

d) Als Kunststoffdichtungsbahn wurde für die Gleitsicherheitsberechnungen von dem Produkt der AGRU Kunststofftechnik GmbH mit der Bezeichnung MST⁺/MSB ausgegangen. Dabei wurde angenommen, dass die MSB-Seite in Kontakt mit der geotechnischen Barriere steht. Diesbezüglich wurden von der G quadrat Geokunststoffgesellschaft mbH auf Anfrage Versuchsprotokolle für die Kontaktfläche zwischen MSB-Struktur und mineralischer

Volgersweg 58 30175 Hannover
Telefon (05 11) 34 32 05
Telefax (05 11) 34 15 44
e-mail info@igh-grundbauinstitut.de

Dichtung aus drei verschiedenen Bauprojekten zur Verfügung gestellt /31/. Demnach ergaben sich Scherparameterkombinationen von φ' = 24,3° und a' = 3,8 kN/m², φ' = 18,5° und a' = 8,0 kN/m² sowie φ' = 25,2° und a' = 0,0 kN/m². Hiervon wurden die beiden ersten Wertepaare in die Gleitsicherheitsnachweise einbezogen, um eine möglichst große Bandbreite an möglichen Verbundparametern zu berücksichtigen. Da die vorgenannten Scherparameter jeweils aus einzelnen Laborversuchen stammen, wurden sie gemäß den GDA-Empfehlungen E 2-7 /32/ bzw. E 3-8 /33/ auf φ'_k = 22,3° und a'_k = 1,9 kN/m² (MD1) bzw. φ'_k = 16,9° und a'_k = 4 kN/m² (MD2) abgemindert.

e) Die Sandfüllung der Sandschutzmatte MDDS besteht gemäß /34/ aus einem Sand der Körnung 0 - 2 mm. Die mittlere Bahnendicke beträgt ca. 2,0 cm. Die Wichte der MDDS wird mit Bezug auf /34/ mit 15,6 kN/m³ angesetzt. Wenn für den Sand mit einer Kornwichte von 26,5 kN/m³ gerechnet wird, ergibt sich eine charakteristische Wichte bei Wassersättigung von rund γ_k = 19,5 kN/m³ bzw. unter Auftrieb von γ'_k = 9,5 kN/m³. Die innere Scherfestigkeit der MDDS wird einerseits von dem Sand und andererseits von den beiden Kontaktflächen zwischen dem Sand und dem Gewebe bestimmt. Als Gewebe der MDDS kommt dasselbe Produkt wie für die Kapillarblockbahn (KBB) der G quadrat Geokunststoffgesellschaft mbH zum Einsatz. In der Eignungsbeurteilung der KBB /35/ werden für Kontaktflächen zwischen der KBB und strukturierten Kunststoffdichtungsbahnen Reibungswinkel von δ'_k > 27° und für die Kontaktfläche zwischen dem Gewebe der KBB und dem Sand der Kapillarschicht von δ'_k > 28° angegeben. Hierauf basierend wurden für die nachfolgenden Gleitsicherheitsberechnungen vereinfachend für die innere Scherfestigkeit der MDDS, für die Kontaktfuge zwischen der MDDS und der KDB und für die Kontaktfuge zwischen der MDDS zur Entwässerungsschicht der Körnung 16/32 mit dem angegebenen Verbundparameter von 28° gerechnet, der bei den gewählten Abdichtungskomponenten in jedem Fall durch Eignungsversuche zu erbringen sein dürfte.

f) Die mineralische Entwässerungsschicht besteht erfahrungsgemäß aus einem Kies der Körnung 16/32, dessen charakteristische Wichte und charakteristischer Reibungswinkel mit Bezug auf /30/ mit γ_k = 17,5 kN/m³ und φ'_k = 33,5° angesetzt werden kann.

g) Die Kontaktfuge zwischen der Entwässerungsschicht und dem gegebenenfalls angeordnete Trennvlies wird planmäßig kaum beansprucht, da die mineralische Trennschicht bzw. die darüber liegenden Abfälle in annähernd horizontalen Lagen gegen das Abdichtungssystem vom Böschungsfuß zum Böschungskopf eingebaut werden und somit keine standsicherheitsrelevanten Einwirkungen darstellen. Auf eine nähere Betrachtung des Trennvlieses, der mineralischen Trennschicht sowie des Abfalles wird daher verzichtet.

Volgersweg 58 30175 Hannover
Telefon (05 11) 34 32 05
Telefax (05 11) 34 15 44
e-mail info@igh-grundbauinstitut.de

Tabelle 5.3: Charakteristische Materialkennwerte für die kombinierte Basis- und Oberflächenabdichtung

Systemkomponente bzw. Kontaktfuge	**Scher-parameter kombination**	**Wichten**			**Reibungs-winkel**	**Kohäsion/ Adhäsion**
		γ_k	$\gamma_{r,k}$	γ'_k	φ'_k bzw. δ'_k	c'_k bzw. a'_k
-	-	kN/m³	kN/m³	kN/m³	°	kN/m²
Planum DK III profiliert	-	18,0	-	-	30,0	-
TAS	-	18,5	-	-	33,5	-
GLB	-	19,5	-	-	23,5	10,0
MD	-	19,5	-	-	23,5	10,0
Fuge MD / KDB (MSB-Seite)	MD1	-	-	-	22,3	1,9
	MD2	-	-	-	16,9	4,0
KDB	-	9,5	-	-	-	-
Fuge KDB (MST⁺-Seite) / MDDS	-	-	-	-	28,0	-
MDSS	-	-	-	-	28,0	-
Fuge MDSS / EWS	-	-	-	-	28,0	-
EWS	-	17,5	-	-	33,5	-

2. Oberflächenabdichtung

Nachfolgend wird auf die Schichten eingegangen, die sich vom Aufbau der KBO unterscheiden. Für die mineralische Dichtung, die KDB und die Fuge KDB/mineralische Dichtung wurden die gleichen Parameter wie in der KBO angenommen.

a) Das Planum für die Oberflächenabdichtung stellt im Bereich der 1 : 3 geneigten Außenböschungen entweder der Deponiealtkörper, der aus Boden und Bauschutt profilierte Deponiekörper oder die neuen DK III-Abfälle dar. Hierfür werden folgende Parameter angesetzt bzw. angenommen:

Deponiealtkörper: γ_k = 16,5 kN/m³, φ'_k = 22,5°, c'_k = 5 kN/m² /5/

profilierter Deponiekörper: γ_k = 18,0 kN/m³, φ'_k = 30,0°, c'_k = 0 kN/m²

DK III-Abfälle (neu): γ_k = 14,5 kN/m³, φ'_k = 28,0°, c'_k = 0 kN/m²

Für die Berechnungen wird als Parameter für das Planum der Reibungswinkel für die neuen DK III-Abfälle berücksichtigt, da sich dieser als am ungünstigsten erwiesen hat und sich

Volgersweg 58 30175 Hannover
Telefon (05 11) 34 32 05
Telefax (05 11) 34 15 44
e-mail info@igh-grundbauinstitut.de

ansonsten zu viele Kombinationsdarstellungen unter Berücksichtigung der Geräte und Materialien ergeben.

Aufgrund der Zusammensetzung der eingelagerten Sonderabfälle, die im Wesentlichen aus verunreinigtem Boden oder Bauschutt und Schlämmen verschiedener Herkunft bestehen, wird für die Sonderabfallbecken innerhalb des Altkörpers vorsichthalber für die Böschungsbruchberechnungen mit reduzierten Scherparametern von cal φ' = 15,0° und cal c' = 2,5 kN/m² gerechnet.

b) Für die Gasdränschicht wird von demselben Material wie für die Tragschicht in der KBO ausgegangen. Die Gasdränschicht und die Trag- und Ausgleichschicht werden vereinfachend zu einer Schicht (GDS/TAS) mit den Kennwerten φ'_k = 33,5° und γ_k = 18,5 kN/m² zusammengefasst.

c) Oberhalb der Kunststoffdichtungsbahn kommt als Entwässerungseinheit entweder eine Kombination aus Schutzvlies (> 800 g/m²), mineralische Dränschicht ($k \geq 1 \cdot 10^{-4}$ m/s) und Trennvlies (> 300 g/m²) oder ein Kunststoff-Dränelement (KDE) zum Einsatz.

Für die erste Variante kann für die Kontaktfuge der KDB zu dem Schutzvlies gemäß /46/ mit einem charakteristischen Reibparameter von $\delta'_k \geq 33°$ gerechnet werden. Die Wichte des Schutzvlieses (1.200 g/m², d = 8 mm) wird mit γ_k = 1,5 kN/m³ berücksichtigt. Für die mineralische Entwässerungsschicht der Körnung 0/8 mm kann erfahrungsgemäß eine charakteristische Wichte von γ_k = 17,5 kN/m³ und ein charakteristischer Reibungswinkel von φ'_k = 32,5° angenommen werden. Für die Kontaktfuge zwischen dem Kies und dem darunter liegenden Schutzvlies kann mit Bezug auf /29/ ein Orientierungswert von $\tan \delta'_k = 0{,}90 \cdot \tan \varphi'$ zugrunde gelegt werden. Demnach ergibt sich für die Kontaktfuge ein Orientierungswert von δ'_k = 29,8°. Oberhalb der Entwässerungsschicht ist ein Trennvlies (300 g/m², d = 3,5 mm) angeordnet. Der charakteristische Reibungswinkel wird wiederum mit δ'_k = 29,8° und die Wichte mit γ_k = 1,0 kN/m³ berücksichtigt.

Bei der zweiten Variante kann z.B. als Kunststoff-Dränelement das Produkt GSE FabriNET ZB-E B300Z der GSE Lining Technology GmbH, welches z.B. auf der Deponie Deetz zum Einsatz kommt, verwendet werden. Als Verbundparameter zur KDB mit Deponiekontrollsystem wurde zunächst der für die Fuge KDB / Schutzvlies angesetzte charakteristische Reibungswinkel von δ'_k = 33° berücksichtigt. Da sich dieser in /46/ auf ein Schutzvlies bezieht, hier jedoch ein Trennvlies vorliegt, wird der Reibungswinkel vorsichtshalber auf δ'_k = 31° abgemindert. Bezüglich seiner inneren Scherfestigkeit darf das KDE gemäß /47/ bis zu einer Böschungsneigung von 1 : 2,5 und einer Normalspannung von 50 kPa bzw. 50 kN/m² eingesetzt werden. Aus der vorgenannten Böschungsneigung

Volgersweg 58 30175 Hannover
Telefon (05 11) 34 32 05
Telefax (05 11) 34 15 44
e-mail info@igh-grundbauinstitut.de

lässt sich der charakteristische innere Reibungswinkel des KDE unter Berücksichtigung des entsprechenden Teilsicherheitsbeiwertes rechnerisch zu rund δ_k' = 26,5° abschätzen. Die Wichte wird mit 1,5 kN/m³ berücksichtigt.

d) Als Rekultivierungsboden wird von einem mittel lehmigen Sand (Sl2) ausgegangen, der gemäß dem BQS 7-1 /48/ bereits ab einem Feinkornanteil von ca. 18 – 22 Vol.-% in die Kategorie "A" fällt, womit er sich mit einer großen Wahrscheinlichkeit im Ergebnis der Eignungsprüfung als geeignet erweist. Gemäß /48/ sollte der Boden mit halbfester Konsistenz, mindestens aber mit steifer Konsistenz eingebaut werden. Für die Bodenart Sl2 kann unter dieser Voraussetzung mit Bezug auf die DIN 1055-2 /28/ ein charakteristischer Reibungswinkel von mindestens φ_k' = 28,0° und zusätzlich eine Kohäsion von c_k' = 2,0 kN/m² angenommen werden. Die charakteristische Wichte wurde mit γ_k = 19,0 kN/m³ angesetzt. Für die Wichte im wassergesättigten Zustand oder unter Auftrieb kann gemäß /28/ mit γ_{rk} = 21 kN/m³ bzw. γ'_k = 11 kN/m³ gerechnet werden.

e) Für die Kontaktfuge zwischen dem Unterboden und dem darunter liegenden Trennvlies bzw. dem Vlies des Kunststoff-Dränelementes kann wiederum auf ein Orientierungswert von tan δ_k' = 0,90 · tan φ' zugrunde gelegt werden. Für den im vorliegenden Fall berücksichtigten Boden mit einem charakteristischen Reibungswinkel von φ' = 28,0° ergibt sich hiermit für die Kontaktfuge zwischen dem Unterboden und den Vliesen ein Verbundparameter von δ_k' = 25,6°.

Volgersweg 58 30175 Hannover
Telefon (05 11) 34 32 05
Telefax (05 11) 34 15 44
e-mail info@igh-grundbauinstitut.de

Tabelle 5.4: Charakteristische Materialkennwerte für die Oberflächenabdichtung

Systemkomponente bzw. Kontaktfuge		**Scher-parameter kombination**	**Wichten**			**Reibungs-winkel**	**Kohäsion/ Adhäsion**
			γ_k	$\gamma_{r,k}$	γ'_k	φ'_k bzw. δ'_k	c'_k bzw. a'_k
-		-	kN/m³	kN/m³	kN/m³	°	kN/m²
Planum DK III Altkörper		-	16,5	-	-	22,5	5,0
Planum DK III profiliert		-	18,0	-	-	30,0	-
Planum DK III neu		-	14,5	-	-	28,0	-
GDS/TAS		-	18,5	-	-	32,5	-
Fuge MD / KDB (MSB-Seite)		MD1	-	-	-	22,3	1,9
		MD2	-	-	-	16,9	4,0
KDB		-	9,5	-	-	-	-
1	Fuge KDB / SV	-	-	-	-	33,0	-
	SV	-	1,5	-	-	-	-
	Fuge SV / EWS	-	-	-	-	29,8	-
	EWS	-	17,5	-	-	32,5	-
	Fuge EWS / TV	-	-	-	-	29,8	-
	TV	-	1,0	-	-	-	-
	Fuge TV / UB		-	-	-	25,1	-
2	Fuge KDB / KDE		-	-	-	31,0	-
	KDE		1,5	-	-	26,5	-
	Fuge KDE / UB		-	-	-	25,6	-
UB		-	19,0	21,0	11,0	28,0	2,0
OB		-	19,0	21,0	11,0	28,0	2,0

6. Gleitsicherheitsberechnungen.

6.1 Grundlagen der Gleitsicherheitsberechnungen.

6.1.1 Berechnungsverfahren.

Der Nachweis der Gleitsicherheit von Abdichtungssystemen im Deponiebau erfolgt allgemein auf der Grundlage der vorliegenden GDA-Empfehlung E 2-7 /32/. Als Grenzzustand wird schichtparalleles Gleiten betrachtet, das gemäß DIN 1054 /36/ dem Grenzzustand GEO-3 (Versagen durch Verlust der Gesamtsicherheit) zugeordnet werden kann /32/. Der Ausnutzungsgrad μ, der die Einwirkung E auf das Abdichtungssystem im Verhältnis zum Gleitwiderstand R beschreibt, ergibt sich gemäß /32/ aus der folgenden Gleichung:

Volgersweg 58 30175 Hannover
Telefon (05 11) 34 32 05
Telefax (05 11) 34 15 44
e-mail info@igh-grundbauinstitut.de

$$\mu = \frac{E}{R_c + R_\varphi} = \frac{sin\beta\left[(1-m)\cdot d\cdot\gamma_k\cdot\gamma_G + m\cdot d\cdot\gamma_{r,k}\cdot\gamma_G + p_k\cdot\gamma_Q\right]}{\frac{c'_k}{\gamma_c} + \cos\beta\cdot\frac{\tan\varphi'_k}{\gamma_\varphi}\left[(1-m)\cdot d\cdot\gamma_k + m\cdot d\cdot\gamma'_k + p_k\right]} \tag{6.1}$$

mit

ß: Neigungswinkel der Gleitfuge

m: durchströmter Anteil der Schichtdicken d

d: Dicke der Schichten normal zur Gleitfuge

γ_k: charakteristische Wichte des Bodens bzw. der Bodenschichten

$\gamma_{r,k}$: charakteristische Wichte der wassergesättigten Bodenschichten

γ'_k: charakteristische Wichte der durchströmten Bodenschichten unter Auftrieb

p_k: charakteristische (schichtparallele) Verkehrslast

c'_k: charakteristischer Wert der wirksamen Kohäsion in der Gleitfuge, sinngemäß Adhäsion a'_k bei geosynthetischen Reibungspartnern

φ'_k: charakteristischer Wert des wirksamen Reibungswinkels in der Gleitfuge, sinngemäß δ'_k bei geosynthetischen Reibungspartnern

γ_G: Teilsicherheitsbeiwert für ständige Beanspruchungen im Grenzzustand GEO-3

γ_Q: Teilsicherheitsbeiwert für ungünstige veränderliche Einwirkungen im Grenzzustand GEO-3

γ_φ: Teilsicherheitsbeiwert für den Reibungsbeiwert φ im Grenzzustand GEO-3 bzw. sinngemäß γ_δ für den Reibparameter δ bei geosynthetischen Reibungspartnern

γ_c: Teilsicherheitsbeiwert für die Kohäsion c im Grenzzustand GEO-3 bzw. sinngemäß γ_a für die Adhäsion a bei geosynthetischen Reibungspartnern.

Eine ausreichende Gleitsicherheit ist gegeben, wenn der Ausnutzungsgrad den Wert 1,0 nicht übersteigt ($\mu \leq 1$). Der Nachweis ist gemäß der GDA-Empfehlung E 2-7 für die drei Bemessungssituationen BS-P (ständige Lasten), BS-T (vorübergehende Lasten) und BS-A (außergewöhnliche Lasten) zu führen. Die jeweils zu berücksichtigenden Einwirkungen gehen aus der folgenden Tabelle 6.1 hervor.

Volgersweg 58 30175 Hannover
Telefon (05 11) 34 32 05
Telefax (05 11) 34 15 44
e-mail info@igh-grundbauinstitut.de

Tabelle 6.1: Einwirkungen der Bemessungssituationen gemäß GDA-Empfehlung E 2-7

Bemessungssituation	**Einwirkungen**
BS-P ständig	Eigengewicht der Abdichtung und der Überlagerung incl. tolerierbarem Überprofil Einstau der Dränage Schneelast
BS-T vorübergehend	Eigengewicht der Abdichtung und der Überlagerung Einstau der Dränage Verkehrslasten aus Baustellenverkehr
BS-A außergewöhnlich	Eigengewicht der Abdichtung und der Überlagerung Einstau der Dränage Schneelast Verkehrslasten Zusatzlasten, z. B. Erdbeben

Die in der Gleichung (6.1) enthaltenen Teilsicherheitsbeiwerte unterscheiden sich für die einzelnen Bemessungssituationen. Einen diesbezüglichen Überblick vermittelt die folgende aus /32/ übernommene Tabelle 6.2.

Tabelle 6.2: Teilsicherheitsbeiwerte gemäß GDA-Empfehlung E 2-7

Teilsicherheitsbeiwert	**Sym-bol**	**Bemessungssituation**		
		BS-P	**BS-T**	**BS-A**
Ständige Einwirkungen	γ_G	1,00	1,00	1,00
Ungünstige veränderliche Einwirkungen	γ_Q	1,30	1,20	1,00
Reibungsbeiwerte tan φ' in der dränierten Scherfuge und tan δ' in der Scherfuge mit geosynthetischen Reibungspartnern	γ_φ γ_δ	1,25	1,15	1,10
Kohäsion c' in der dränierten Scherfuge und Adhäsion a' in der Scherfuge mit geosynthetischen Reibungspartnern	γ_c γ_a	1,25	1,15	1,10

Als Scherparameter gehen in den Gleitsicherheitsnachweis der Gleichung (6.1) jeweils die charakteristischen Werte der Scherparameter mit dem Index k ein. Wenn zum Reibungswinkel φ' und zur Kohäsion c' des Bodens bzw. zum Reibungswinkel δ' und zur Adhäsion a' an den Kontaktflächen von Geokunststoffen Ergebnisse aus einzelnen Laborversuchen vorliegen, ist gemäß den GDA-Empfehlungen E 2-7 bzw. E 3-8 /33/ eine Abminderung vorzunehmen, um Unsicherheiten bezüglich der Repräsentativität und der Streuung der Versuchstechnik zu berücksichtigen:

Volgersweg 58 30175 Hannover
Telefon (05 11) 34 32 05
Telefax (05 11) 34 15 44
e-mail info@igh-grundbauinstitut.de

$$\varphi'_k = arc\frac{\tan\varphi'}{1{,}1} \qquad (6.2a)$$

$$c'_k = \frac{c'}{1{,}3} \qquad (6.2b)$$

$$\delta'_k = arc\frac{\tan\delta'}{1{,}1} \qquad (6.2c)$$

$$a'_k = \frac{a'}{2{,}0} \qquad (6.2d)$$

Liegen mehrere abgesicherte Versuchsergebnisse mit unterschiedlichen Proben vor, darf gemäß der GDA-Empfehlung E 2-7 auf die pauschale Abminderung nach den Gleichungen (4.2a) bis (4.2d) verzichtet werden. Der charakteristische Wert wird dann im Sinne der DIN EN 1997-1 /37/ aus den Einzelergebnissen als vorsichtige Schätzung des Mittelwertes festgelegt /32/. Bei Reibungspartnern mit Geokunststoffen darf der Abminderungsfaktor zur Ermittlung der charakteristischen Adhäsion a_k' aus dem Mittelwert der Versuchsergebnisse jedoch nicht kleiner als 1,5 sein. Unabhängig hiervon darf die Adhäsion gemäß den GDA-Empfehlungen E 2-7 und E 3-8 bei den folgenden Reibpartnern nicht angesetzt werden:

- in Schichtflächen mit einer glatten Kunststoffdichtungsbahn
- in Schichtflächen zwischen Geotextilien (Trenn- und Schutzvliese, Deck- oder Trägergewebe geosynthetischer Tondichtungsbahnen und geosynthetischer Dränsysteme) und tonmineralischen Abdichtungssystemen
- in Schichtflächen zwischen Geotextilien (Trenn- und Schutzvliese, Deck- oder Trägergewebe von geosynthetischen Dränsystemen) und Rekultivierungsschichten.

Die Adhäsion a' zwischen einem Geokunststoff und einem Erdstoff darf in Standsicherheitsnachweisen gemäß GDA E 3-8 /33/ außerdem nur dann berücksichtigt werden, wenn es sich erstens um einen bindigen Erdstoff handelt, für den im bodenmechanischen Scherversuch eine Kohäsion ermittelt wurde und wenn zweitens diese Adhäsion auch im Bau- und Endzustand wirksam ist.

Die vorgenannten Abschläge auf die in Versuch ermittelten Scher- bzw. Verbundparameter wurden in Abschnitt 5.3 bereits berücksichtigt.

Volgersweg 58 30175 Hannover
Telefon (05 11) 34 32 05
Telefax (05 11) 34 15 44
e-mail info@igh-grundbauinstitut.de

6.1.2 Wassereinstau in den Systemkomponenten.

Um den möglichen maximalen Wassereinstau der Entwässerungsschicht am Böschungsfuß der KBO abzuschätzen, kann auf die folgende Gleichung von LESAFFRE zurückgegriffen werden /II.22/:

$$a_{max} = \frac{l_a}{\sqrt{\frac{4 \cdot k}{q_s} + \left(\frac{k}{q_s} - 1\right)^2 \cdot \tan^2 \beta}} \tag{6.3}$$

mit

l_a: Fließstrecke in Fallrichtung der Böschung

k: (schichtparalleler) Wasserdurchlässigkeitsbeiwert

q_s: Dränspende

ß: Böschungsneigung.

Für die Entwässerungsschicht der KBO (Kies 16/32 mm) liegt der Wasserdurchlässigkeitsbeiwert k im Einbauzustand erfahrungsgemäß in der Größenordnung von 10^{-1} m/s bis 10^{0} m/s vor. Auf der sicheren Seite wird im vorliegenden Fall der kleinere k-Wert von 10^{-1} m/s zugrunde gelegt. Die längste böschungsparallele Fließstrecke mit dem für den Gleitsicherheitsnachweis maßgebenden Gefälle von 1 : 3 beträgt gemäß Anlage 20 rund 35 m. Als Dränspende wird für die offen liegende Entwässerungsschicht mit 50 mm/d gerechnet. Dieser Wert entspricht annähernd dem Abflussereignis, das gemäß der nicht mehr gültigen Ausgabe 05/1991 der DIN 19667 /38/, die ehemals häufig für die Bemessung von Dränsystemen einer Deponie zugrunde gelegt wurde. Für die angenommene Dränspende und den Durchlässigkeitsbeiwert von 10^{-1} m/s ergibt sich mit der Gleichung (6.3) eine maximale Aufstauhöhe von weniger als 1 mm. Die rechnerisch in der mineralischen Entwässerungsschicht mögliche Aufstauhöhe liegt hiermit in einer Größenordnung, die standsicherheitstechnisch kaum relevant ist und deshalb nachfolgend nicht weiter berücksichtigt wird. Für die Sandfüllung der darunterliegenden MDDS-Bahn wird dagegen mit einem Volleinstau gerechnet.

Für die Variante mit einer Entwässerungsschicht in der Oberflächenabdichtung ergibt sich bei einer Fließstrecke von 55 m und einem Kies 2/8 mm mit einem k-Wert von 10^{-2} m/s eine rechnerische Einstauhöhe von ca. 1 cm, was wiederum standsicherheitstechnisch kaum relevant ist und deshalb nachfolgend nicht weiter berücksichtigt wird.

Im Oberboden der Oberflächenabdichtung, dessen Stärke 20 cm beträgt, wird hingegen ein teilweiser Einstau des Wassers bis zur halben Schichtmächtigkeit berücksichtigt.

Volgersweg 58 30175 Hannover
Telefon (05 11) 34 32 05
Telefax (05 11) 34 15 44
e-mail info@igh-grundbauinstitut.de

6.1.3 Schneelast.

Der Standort der Deponie Röthehof fällt entsprechend DIN EN 1991-1-3 /39/ in die Schneelastzone 2, für die eine Schneelast von 0,85 kN/m² anzusetzen ist. In den Gleitsicherheitsberechnungen wurde die Schneelast durch eine 1,0 m dicke Schicht mit der Wichte 0,85 kN/m³ berücksichtigt.

6.1.4 Verkehrslasten aus Baustellenverkehr.

Zum Einbau und Profilieren der mineralischen Schichten wurde eine Raupe Cat D5G LGP der Firma Caterpillar /40/ zugrunde gelegt. Für das Einsatzgewicht P_k sowie die Länge l und die Breite b der Kettenaufstandsfläche kann gemäß /40/ von den folgenden Werten ausgegangen werden:

P_k = 96,7 kN
b = 0,66 m und
l = 2,32 m.

Für standsicherheitstechnisch kritische Situationen wurde ein sogenannter PistenBully 300 GreenTech berücksichtigt. Die Kettenbreite wurde mit 0,8 m angesetzt. Das Betriebsgewicht wurde aus /41/ übernommen und die Länge der Kettenaufstandsfläche aus der dort angegebenen Bodenpressung abgeschätzt:

P_k = 67 kN
b = 0,80 m und
l = 4,50 m.

Um die geotechnischen Barriere bzw. mineralische Dichtung zu verdichten, wird ein Walzenzug BOMAG BW 211 D-4 bzw. BW 211 PD-4 mit Glattmantel- oder Stampffußbandage angenommen. Hierfür ist gemäß /42/ mit folgendem Betriebsgewicht zu rechnen:

P_k = 126,6 kN

Für die Aufstands- bzw. Kontaktfläche der Walzenbandage und der beiden Reifen der Größe 23.1-26/12PR werden die folgenden Werte angesetzt:

b = 1,10 m und

l = 0,33 m.

Die Breite b stellt ein Mittel aus den entsprechenden Werten der beiden Reifen von 0,58 m und der Walzenbandage von 2,13 m dar. Die Länge l wurde rückgerechnet, indem für die Reifen

Volgersweg 58 30175 Hannover
Telefon (05 11) 34 32 05
Telefax (05 11) 34 15 44
e-mail info@igh-grundbauinstitut.de

jeweils eine Kontaktfläche von 0,58 x 0,4 m und für die Bandage von 2,13 x 0,3 m angesetzt wurde.

Für die weiteren Baugeräte, die z. B. zur Anlieferung der mineralischen Materialien erforderlich sind, wurde davon ausgegangen, dass sie sich ausschließlich außerhalb der betrachteten Böschungsflächen bewegen und somit in dem Gleitsicherheitsnachweis nicht berücksichtigt werden müssen.

Aus der Verkehrslast P_k ergibt sich die in der betrachteten Gleitfläche wirkende Vertikalspannung p_k unter Berücksichtigung eines Lastausbreitungswinkels α mit Bezug auf /43/ aus der folgenden Gleichung:

$$p_k = \frac{P_k}{A} = \frac{P_k}{n \cdot (b + 2 \cdot t \cdot \tan\alpha) \cdot (l + 2 \cdot t \cdot \tan\alpha)} \tag{6.4}$$

mit

n: Anzahl der Aufstandsflächen (n = 2 bei Planierraupe, n = 3 bei Walzenzug)
b: Breite der einzelnen Aufstandsfläche
l: Länge der einzelnen Aufstandsfläche
t: Abstand zwischen der befahrenen Oberfläche und der betrachteten Gleitfläche
α: Lastausbreitungswinkel.

Der Lastausbreitungswinkel wird entsprechend /43/ und /44/ mit 30° angesetzt.

Beim Einsatz der Baugeräte treten zusätzlich zur statischen Last Brems- und Beschleunigungskräfte auf. Die EBGEO /43/ empfiehlt, diese Einwirkungen in dem Gleitsicherheitsnachweis der Gleichung (4.1) durch eine statische Ersatzlast p'_k zu berücksichtigen:

$$\mu = \frac{sin\beta\left[(1-m) \cdot d \cdot \gamma_k \cdot \gamma_G + m \cdot d \cdot \gamma_{r,k} \cdot \gamma_G + (p_k + p'_k) \cdot \gamma_Q\right]}{\frac{c'_k}{\gamma_c} + \cos\beta \cdot \frac{\tan\varphi'_k}{\gamma_\varphi}[(1-m) \cdot d \cdot \gamma_k + m \cdot d \cdot \gamma'_k + p_k]} \tag{6.1a}$$

Die statische Ersatzlast p'_k ergibt sich gemäß /43/ mit dem Schwingbeiwert Φ aus

$$p'_k = p_k \cdot (\Phi - 1)$$

mit

$$\Phi = 1{,}4 - 0{,}1 \cdot d$$

zu

$$p'_k = p_k \cdot (0{,}4 - 0{,}1 \cdot d) \tag{6.5}$$

Volgersweg 58 30175 Hannover
Telefon (05 11) 34 32 05
Telefax (05 11) 34 15 44
e-mail info@igh-grundbauinstitut.de

6.1.5 Außergewöhnliche Zusatzlasten.

Die Deponie Röthehof liegt außerhalb der in DIN EN 1998-1 /45/ angegebenen Erdbebenzonen. Eine Erdbebenlast ist somit nicht zu berücksichtigen. Dies gilt auch für andere außergewöhnliche Zusatzlasten.

6.2 Berechnungsergebnisse.

6.2.1 Kombinierte Basis- und Oberflächenabdichtung.

6.2.1.1 Bemessungssituation BS-P.

In die Gleitsicherheitsberechnungen für die Bemessungssituation BS-P wurden entsprechend Abschnitt 6.1 das Eigengewicht der einzelnen Systemkomponenten, der mögliche Wasser-einstau in der Sandschutzmatte sowie die Schneelast einbezogen. Die unter diesen Einwirkungen vorhandenen Ausnutzungsgrade wurden mit Hilfe einer Tabellenkalkulation ermittelt, in der die Berechnungsansätze aus dem Abschnitt 6.1 und die charakteristischen Kennwerte aus der Tabelle 5.3 entsprechend berücksichtigt wurden. Die als Anlagen 24.1 und 24.2 beigefügten Tabellenausdrucke gelten jeweils für die Bemessungssituation BS-P. Der Unterschied liegt in den charakteristischen Scherparametern für die Kontaktfuge zwischen der mineralischen Dichtung (MD1 oder MD2) und der aufliegenden Kunststoffdichtungsbahn (KDB). Die in den Anlagen 24.1 und 24.2 angegebenen Ausnutzungsgrade wurden zur besseren Übersicht in der folgenden Tabelle 6.3 zusammengefasst. Demnach ist für die zugrunde gelegte Neigung des Abdichtungssystems von 1 : 3 in der Bemessungssituation BS-P mit einem maximalen Ausnutzungsgrad max μ von rund 0,80 zu rechnen, womit die Gleitsicherheit durchgängig nachgewiesen ist. Für die Gleitfuge unterhalb der Kunststoffdichtungsbahn wurde für die Variante KDB/MD1 ein Ausnutzungsgrad von 0,68 und für die Variante KDB/MD2 von rund 0,58 ermittelt. Er liegt hiermit in beiden Fällen unter dem im Abschnitt 4 der GDA-Empfehlung E 2-7 /32/ genannten Wert von 0,85, so dass auf den Nachweis der unschädlichen Übertragung von langfristig in die Kunststoffdichtungsbahn eingetragenen Schubkräften verzichtet werden kann.

Volgersweg 58 30175 Hannover
Telefon (05 11) 34 32 05
Telefax (05 11) 34 15 44
e-mail info@igh-grundbauinstitut.de

Tabelle 6.3: Ausnutzungsgrade der KBO für die Bemessungssituation BS-P

Schicht bzw. Kontaktfuge	Ausnutzungsgrad μ [-] für Scherparameterkombinationen	
	MD1/KDB	MD2/KDB
Planum	0,72	0,72
Trag- und Ausgleichschicht (TAS) unten	0,63	0,63
TAS oben	0,63	0,63
geologische Barriere/mineralische Dichtung (GLB/MD) unten	0,53	0,53
GLB/MD oben	0,28	0,28
Fuge MD / Kunststoffdichtungsbahn (KDB)	0,68	0,58
Fuge KDB / Sandschutzmatte (MDDS)	0,78	0,78
MDDS unten	0,80	0,80
MDDS (innere Scherfestigkeit)	0,79	0,79
MDDS oben	0,78	0,78
ESW unten	0,63	0,63
EWS oben	0,63	0,63

6.2.1.2 Bemessungssituation BS-T.

Die Gleitsicherheitsberechnungen für die Bemessungssituation BS-T berücksichtigen entsprechend Abschnitt 6.1 das Eigengewicht der Abdichtungskomponenten, den möglichen Wassereinstau und als Verkehrslast die zum Einbau der mineralischen Schichten vorgesehenen Baugeräte. Die nachfolgenden Berechnungsergebnisse gelten für eine Böschungsneigung von 1 : 3.

Als Baugerät wurde gemäß Abschnitt 6.1.4 eine Planierraupe Cat D5G LGP zugrunde gelegt, um die Abdichtungsmaterialien ins Baufeld zu schieben bzw. dort zu verteilen. Die Planierraupe wird sich entweder auf der Trag- und Ausgleichschicht oder der geologischen Barriere bzw. mineralischen Dichtung bewegen. Zum Verdichten der mineralischen Dichtungsmaterialien wurde ein Walzenzug BOMAG BW 211 D-4 gemäß Abschnitt 6.1.4 angenommen. Für die mineralische Dichtung und deren Kontaktfläche zur Kunststoffdichtungsbahn wurden wie in der Bemessungssituation BS-P jeweils die unterschiedlichen Scherparameterkombinationen der Tabelle 5.3 berücksichtigt. Die zugehörigen Berechnungsergebnisse gehen im Einzelnen aus den Anlagen 25.1 bis 25.3 hervor. Die dort angegebenen Ausnutzungsgrade wurden zur besseren Übersicht in der folgenden Tabelle 6.4 zusammengefasst. Demnach liegt der maximale Ausnutzungsgrad beim Einsatz der Planierraupe auf der Trag- und Ausgleichschicht und

Volgersweg 58 30175 Hannover
Telefon (05 11) 34 32 05
Telefax (05 11) 34 15 44
e-mail info@igh-grundbauinstitut.de

auf der mineralischen Dichtung jeweils unter 1,0, womit die zugehörige Bedingung von $\mu \leq 1$ erfüllt ist. Der Einsatz der Walze auf der mineralischen Dichtung liefert einen rechnerischen Ausnutzungsgrad von rund 1,23. Ein standsicherheitstechnisch relevantes Gleiten ist aufgrund von Erfahrungen aus anderen vergleichbaren Projekten allerdings in diesem Fall nicht zu erwarten. Dies ergibt sich auch anhand der Gleichung (6.1a), wenn berücksichtigt wird, dass die Brems- bzw. Beschleunigungskräfte beim Einsetzen einer Gleitbewegung rasch abgebaut werden. Dementsprechend verringert sich der Ausnutzungsgrad rechnerisch von 1,23 auf 0,88, wenn die Einwirkungen aus Brems- oder Beschleunigungsvorgängen in der Gleichung (6.1a) vernachlässigt werden. Die fertiggestellte mineralische Dichtung sollte allerdings bei der Herstellung des Versuchsfeldes und zumindest zum Beginn des Regeleinbaus in den 1 : 3 geneigten Böschungen daraufhin kontrolliert werden, ob die Brems- und Beschleunigungsvorgänge zu abdichtungstechnisch relevanten Scherbeanspruchungen des Abdichtungsmaterials führen. In diesem Fall wäre der Walzenzug gegebenenfalls mit einer Seilwinde zu unterstützen oder zu überprüfen, ob die Verdichtung durch die Ketten der Planierraupe nicht bereits ausreicht. Der Einsatz der Glattmantelwalze auf einer feuchten Oberfläche der mineralischen Dichtung ist auf jeden Fall unzulässig.

Tabelle 6.4: Ausnutzungsgrade der KBO für die Bemessungssituation BS-T und Einsatz einer Planierraupe Cat D5G LGP sowie eines Walzzuges BOMAG BW 211 D-4

Schicht bzw. Kontaktfuge	**Ausnutzungsgrad μ [-] beim**		
	Einsatz der Planierraupe auf		**Einsatz des Walzenzuges auf**
	TAS	GLB/MD	GLB/MD
Planum	0,91	0,71	0,73
TAS unten	0,79	0,62	0,64
TAS oben	0,97	0,67	0,71
GLB/MD unten	-	0,54	0,61
GLB/MD oben	-	0,84	1,23

Für den Einbau der Entwässerungsschicht wurde gemäß Abschnitt 6.1.4 der Pistenbully 300 Greentech zugrunde gelegt, da beim Einsatz der Raupe auf der Entwässerungsschicht Ausnutzungsgrade von $\mu > 1,0$ in der Fuge mineralische Dichtung / KDB auftreten. Der Pistenbully zeichnet sich gegenüber der Planierraupe i.d.R. insbesondere durch sein kleineres Betriebsgewicht und den dementsprechend geringeren Brems- und Beschleunigungskräften aus. Die zugehörigen Gleitsicherheitsberechnungen gehen im Einzelnen aus den Anlagen 25.4 und 25.5 hervor. Einen zusammenfassenden Überblick vermittelt die folgende Tabelle 6.5. Demnach ist beim Einsatz des Pistenbully durchgehend mit Ausnutzungsgraden von < 1,0 zu rechnen.

Volgersweg 58 30175 Hannover
Telefon (05 11) 34 32 05
Telefax (05 11) 34 15 44
e-mail info@igh-grundbauinstitut.de

Tabelle 6.5: Ausnutzungsgrade der KBO für die Bemessungssituation BS-T und Einsatz eines Pistenbully 300 Greentech

Schicht bzw. Kontaktfuge	**Ausnutzungsgrad μ [-] für Scherparameterkombinationen**	
	MD1/KDB	MD2/KDB
Planum	0,68	0,68
Trag- und Ausgleichschicht (TAS) unten	0,59	0,59
TAS oben	0,60	0,60
geologische Barriere/mineralische Dichtung (GLB/MD) unten	0,51	0,51
GLB/MD oben	0,39	0,39
Fuge MD / Kunststoffdichtungsbahn (KDB)	0,84	0,76
Fuge KDB / Sandschutzmatte (MDDS)	0,87	0,87
MDDS unten	0,89	0,89
MDDS (innere Scherfestigkeit)	0,88	0,88
MDDS oben	0,88	0,88
ESW unten	0,71	0,71
EWS oben	0,97	0,97

6.3.1 Oberflächenabdichtung.

6.3.1.1 Bemessungssituation BS-P.

Für die Oberflächenabdichtung wurden in die Gleitsicherheitsberechnungen für die Bemessungssituation BS-P das Eigengewicht der einzelnen Systemkomponenten, der Wassereinstau bis zur halben Schichthöhe im Oberboden sowie die Schneelast berücksichtigt. Die charakteristischen Kennwerte sind der Tabelle 5.4 zu entnehmen. Die Berechnungsergebnisse sind in den Anlagen 26.1 bis 26.4 aufgeführt. Die darin ermittelten Ausnutzungsgrade sind in den folgenden Tabellen 6.6 und 6.7 zusammengefasst. Danach liegt der maximale Ausnutzungsgrad max μ in der Bemessungssituation BS-P bei 0,89, womit die zugehörige Bedingung von $\mu \leq 1$ jeweils erfüllt wird. Der maximale Ausnutzungsgrad unterhalb der KDB liegt bei der Variante mineralische Dichtung MD2 für die Entwässerungsvariante 2 mit 0,89 etwas oberhalb von 0,85, sodass hier gegebenenfalls ein zusätzlicher Nachweis zu führen wäre, dass keine schädlichen Schubkräfte in die KDB übertragen werden. Hierauf wird im Rahmen der vorliegenden standsicherheitstechnischen Vorbemessung zunächst verzichtet. Diese Vorgehensweise ist zu vertreten, da die Machbarkeit eines Abdichtungssystems mit dem Aufbau einer Entwässerungsschicht bei der richtigen Auswahl der Materialien (MD1) grundsätzlich gegeben ist.

Volgersweg 58 30175 Hannover
Telefon (05 11) 34 32 05
Telefax (05 11) 34 15 44
e-mail info@igh-grundbauinstitut.de

Tabelle 6.6: Ausnutzungsgrade der Oberflächenabdichtung für die Bemessungssituation BS-P bei der Entwässerungsvariante 1

Schicht bzw. Kontaktfuge		Ausnutzungsgrad μ [-] für Scherparameterkombinationen	
		MD1/KDB	MD2/KDB
Planum		0,78	0,78
GDS/TAS unten		0,65	0,65
GDS/TAS oben		0,65	0,65
MD unten		0,53	0,53
MD oben		0,43	0,43
Fuge MD / Kunststoffdichtungsbahn (KDB)		0,82	0,81
1	Fuge KDB / KDE	0,69	0,69
	KDE (innere Scherfestigkeit)	0,84	0,84
	Fuge KDE / Unterboden (UB)	0,87	0,87
Unterboden unten		0,65	0,65
Unterboden oben		0,43	0,43
Oberboden unten		0,47	0,47
Oberboden oben		0,14	0,14

Volgersweg 58 30175 Hannover
Telefon (05 11) 34 32 05
Telefax (05 11) 34 15 44
e-mail info@igh-grundbauinstitut.de

Tabelle 6.7: Ausnutzungsgrade der Oberflächenabdichtung für die Bemessungssituation BS-P bei der Entwässerungsvariante 2

Schicht bzw. Kontaktfuge		Ausnutzungsgrad μ [-] für Scherparameterkombinationen	
		MD1/KDB	MD2/KDB
Planum		0,78	0,78
GDS/TAS unten		0,65	0,65
GDS/TAS oben		0,65	0,65
MD unten		0,57	0,57
MD oben		0,49	0,49
Fuge MD / Kunststoffdichtungsbahn (KDB)		0,85	0,89
2	Fuge KDB / Schutzvlies (SV)	0,64	0,64
	Fuge SV / Entwässerungsschicht (EWS)	0,73	0,73
	EWS unten	0,65	0,65
	EWS oben	0,65	0,65
	Fuge EWS / Trennvlies (TV)	0,73	0,73
	Fuge TV / UB	0,83	0,83
Unterboden unten		0,63	0,63
Unterboden oben		0,42	0,42
Oberboden unten		0,47	0,47
Oberboden oben		0,14	0,14

6.3.1.2 Bemessungssituation BS-T.

Die Gleitsicherheitsberechnungen für die Bemessungssituation BS-T berücksichtigen das Eigengewicht der Abdichtungskomponenten, der Wassereinstau bis zur halben Schichthöhe im Oberboden und als Verkehrslast die zum Einbau der mineralischen Schichten vorgesehenen Baugeräte. Die nachfolgenden Berechnungsergebnisse gelten für eine Böschungsneigung von 1 : 3.

Als Baugerät für den Einbau der Gasdränschicht bzw. der Trag- und Ausgleichschicht, der mineralischen Dichtung sowie des Unter- bzw. Oberbodens wurde die Planierraupe Cat D5G LGP zugrunde gelegt. Zum Verdichten der mineralischen Dichtungsmaterialirn wurde ein Walzenzug BOMAG BW 211 D-4 berücksichtigt. Für den Einbau der mineralischen Entwässerungsschicht bei der Variante 2 kommt wieder der Pistenbully zum Einsatz, da sich auch hier beim Einsatz der Raupe auf der Entwässerungsschicht rechnerische Ausnutzungsgrade von größer

Volgersweg 58 30175 Hannover
Telefon (05 11) 34 32 05
Telefax (05 11) 34 15 44
e-mail info@igh-grundbauinstitut.de

1,0 im Abdichtungssystem einstellen. Die zugehörigen Berechnungsergebnisse für die Raupe bzw. den Walzenzug gehen im Einzelnen aus den Anlagen 27.1 bis 27.13 hervor. Die ermittelten Ausnutzungsgrade wurden zur besseren Übersicht in den folgenden Tabelle 6.8 und 6.9 zusammengefasst.

Tabelle 6.8: Ausnutzungsgrade der Oberflächenabdichtung für die Bemessungssituation BS-T und Einsatz einer Planierraupe bzw. Walze für die Entwässerungsvariante 1

Schicht bzw. Kontaktfuge		**Ausnutzungsgrad μ [-] beim Einsatz der Planierraupe auf**				**der Walze auf**
		GDS/TAS	MD	UB	OB	MD
Planum		0,99	0,84	0,76	0,75	0,88
GDS/TAS unten		0,82	0,70	0,63	0,62	0,74
GDS/TAS oben		1,01	0,82	0,66	0,65	0,88
MD unten		-	0,59	0,54	0,55	0,78
MD oben		-	0,84	0,54	0,54	1,23
Fuge MD / KDB	MD1 / KDB	-	-	0,95	0,92	-
	MD2 / KDB	-	-	0,98	0,96	-
1	Fuge KDB / KDE	-	-	0,78	0,74	-
	KDE (innere Scherfestigkeit)	-	-	0,94	0,89	-
	Fuge KDE / UB	-	-	0,98	0,93	-
Unterboden unten		-	-	0,76	0,73	-
Unterboden oben		-	-	1,08	0,97	-
Oberboden unten		-	-	-	0,96	-
Oberboden oben		-	-	-	1,03	-

Volgersweg 58 30175 Hannover
Telefon (05 11) 34 32 05
Telefax (05 11) 34 15 44
e-mail info@igh-grundbauinstitut.de

Tabelle 6.9: Ausnutzungsgrade der Oberflächenabdichtung für die Bemessungssituation BS-T und Einsatz einer Planierraupe bzw. Walze für die Entwässerungsvariante 2

Schicht bzw. Kontaktfuge		Ausnutzungsgrad μ [-] beim Einsatz der Planierraupe auf				der Walze auf
		GDS/TAS	MD	UB	OB	MD
Planum		0,99	0,84	0,74	0,74	0,88
GDS/TAS unten		0,82	0,70	0,62	0,62	0,74
GDS/TAS oben		1,01	0,82	0,64	0,63	0,88
MD unten		-	0,59	0,55	0,57	0,78
MD oben		-	0,84	0,53	0,54	1,23
Fuge MD / KDB	MD1 / KDB	-	-	0,90	0,89	-
	MD2 / KDB	-	-	0,95	0,95	-
2	Fuge KDB / SV	-	-	0,67	0,65	-
	Fuge SV / EWS	-	-	0,76	0,74	-
	EWS unten			0,69	0,66	
	EWS oben			0,74	0,70	
	Fuge EWS / Trennvlies (TV)			0,74	0,78	
	Fuge TV / UB	-	-	0,93	0,88	-
Unterboden unten		-	-	0,73	0,70	-
Unterboden oben		-	-	1,03	0,92	-
Oberboden unten		-	-	-	0,96	-
Oberboden oben		-	-	-	1,03	-

Beim Einsatz der Planierraupen ist nach den Berechnungsergebnissen allgemein von einem Ausnutzungsgrad von weniger als 1,0 auszugehen. Abweichend hiervon ist beim Einsatz der Planierraupe auf der GDS/TAS, auf dem Unterboden und auf dem Oberboden mit einem Ausnutzungsgrad von 1,01 bis 1,08 zu rechnen. Der Berechnungswert gilt allerdings nur für die Bodenzone unmittelbar unterhalb der Kette der Planierraupe. Ein standsicherheitstechnisch relevantes Gleiten ist aufgrund von Erfahrungen aus anderen vergleichbaren Projekten auch in diesem Fall nicht zu erwarten. Dies ergibt sich auch anhand der Gleichung (6.1a), wenn berücksichtigt wird, dass die Brems- bzw. Beschleunigungskräfte beim Einsetzen einer Gleitbewegung rasch abgebaut werden. Dementsprechend verringert sich der Ausnutzungsgrad rechnerisch von 1,08 auf 0,77, wenn die Einwirkungen aus Brems- oder Beschleunigungsvorgängen in der Gleichung (6.1a) vernachlässigt werden. Für den Walzenzug ergibt sich wie bereits bei der KBO ein Ausnutzungsgrad von 1,23 und somit von größer 1,0. Unter Berücksichtigung der

Volgersweg 58 30175 Hannover
Telefon (05 11) 34 32 05
Telefax (05 11) 34 15 44
e-mail info@igh-grundbauinstitut.de

Erläuterungen im Abschnitt 6.2.1.2 ist jedoch auch hier kein standsicherheitstechnisches Gleiten zu erwarten. Der Einsatz der Glattmantelwalze auf einer feuchten Oberfläche der mineralischen Dichtung ist unzulässig.

Für den Einbau der Entwässerungsschicht (Variante 2) wurde wie bereits erwähnt wiederum der Pistenbully 300 Greentech zugrunde gelegt. Die zugehörigen Gleitsicherheitsberechnungen gehen im Einzelnen aus den Anlagen 27.14 und 27.15 hervor. Einen zusammenfassenden Überblick vermittelt die folgende Tabelle 6.10. Demnach ist beim Einsatz des Pistenbully insgesamt mit Ausnutzungsgraden von < 1,0 zu rechnen. Die sehr geringe Überschreitung auf der Oberfläche der Entwässerungsschicht von 1,01 ist unter Berücksichtigung der zu den Anfahr- und Bremskräften getätigten Erläuterungen im vorangegangenen Abschnitt vernachlässigbar.

Tabelle 6.10: Ausnutzungsgrade der Oberflächenabdichtung für die Bemessungssituation BS-T und Einsatz des Pistenbully auf der Entwässerungsschicht (Variante 2)

Schicht bzw. Kontaktfuge			**Ausnutzungsgrad μ [-] beim Einsatz des Pistenbully**
Planum			0,75
GDS/TAS unten			0,63
GDS/TAS oben			0,67
MD unten			0,43
MD oben			0,37
Fuge MD / KDB		MD1 / KDB	0,87
		MD2 / KDB	0,76
2	Fuge KDB / SV		0,79
	Fuge SV / EWS		0,90
	EWS unten		0,81
	EWS oben		1,01
	Fuge EWS / Trennvlies (TV)		-
	Fuge TV / UB		-

Volgersweg 58 30175 Hannover
Telefon (05 11) 34 32 05
Telefax (05 11) 34 15 44
e-mail info@igh-grundbauinstitut.de

7. Böschungsbruchberechnungen.

7.1 Berechnungsgrundlagen.

Die Böschungsbruchsicherheit des Deponiekörpers einschließlich der erforderlichen Profilierung, der kombinierten Basis- und Oberflächenabdichtung und der Oberflächenabdichtung wurde auf der Grundlage der DIN 4084:2021-11 /49/ ermittelt. Der Nachweis entspricht dem Verfahren GEO 3 (Versagen durch Verlust der Gesamtsicherheit) der DIN 1054:2010-12 /50/. Die Standsicherheit wird in diesem Fall über den sogenannten Ausnutzungsgrad μ definiert, der das Verhältnis zwischen den einwirkenden Beanspruchungen und den entgegengerichteten Widerständen beschreibt. Eine ausreichende Sicherheit ist dementsprechend gegeben, wenn der Ausnutzungsgrad einen Wert von 1,0 nicht übersteigt ($\mu \leq 1{,}0$).

Für die Böschungsbruchberechnungen wurde die in der Anlage 4 im Längsschnitt dargestellte Südböschung zugrunde gelegt, die aufgrund der Neigungsverhältnisse von 1 : 3 sowohl für die kombinierte Basis- und Oberflächenabdichtung als auch für die Oberflächenabdichtung und der hier geringmächtigen Überdeckung des Altkörpers in Bezug auf die Sonderabfallbecken als vergleichsweise ungünstig einzustufen ist. Der Baugrundaufbau unterhalb der Deponieaufstandsfläche entspricht hier etwa dem geologischen Schnitt C – C' des Anhangs. Demnach konnte für das Baugrundmodel von oben nach unten von einer ca. 0,5 m dicken Auflockerungszone AZ (Ia, IIa), einer im Mittel ca. 8 m mächtigen Schicht aus steifem Mergel (Ib), einer im Mittel ca. 5 m mächtigen Schicht aus mitteldicht gelagertem Sand (IIb) bzw. halbfestem Mergel (Ic), einer im Mittel ca. 6 m mächtigen Schicht aus dicht gelagertem Sand und darunter bis zur Modelluntergrenze von festem Mergel (Id) ausgegangen werden.

Die in den Becken eingelagerten Sonderabfälle wurden durch eine 1,25 m dicke Schicht innerhalb der Aschen des Altkörpers berücksichtigt. Die aus Asche oder Boden bestehende Überdeckung der Sonderabfälle wurde mit rund 1,5 m angenommen. Für die äußeren Randdämme der Sonderabfallbecken wurde gemäß /1/ davon ausgegangen, dass sie nach Abschluss der Profilierungsarbeiten am Kopf eine Mindestbreite von mindestens ca. 2,0m aufweisen. Die Neigung der Dammböschungen wurde mit 1 : 1 angenommen. Der kleinste horizontale Abstand zwischen den Sonderabfallbecken und der Oberfläche des profilierten Abfallkörpers ergibt sich hiermit zu ca. 4,0 m.

Als Berechnungsparameter gehen in den Böschungsbruchnachweis jeweils die charakteristischen Werte der Wichte und der Scherparameter ein. Für den Altkörper, die aus Boden und Bauschutt angenommene Profilierungsschicht und die einzelnen Baugrundschichten sind die entsprechenden Rechenwerte dem Abschnitt 5.2 zu entnehmen. Da die Standsicherheit des

Volgersweg 58 30175 Hannover
Telefon (05 11) 34 32 05
Telefax (05 11) 34 15 44
e-mail info@igh-grundbauinstitut.de

Oberflächenabdichtungssystems bzw. der kombinierten Basis- und Oberflächenabdichtung gesondert im Abschnitt 6 überprüft wurde, konnten die verschiedenen Systemkomponenten in den Böschungsbruchberechnungen vereinfachend zu einer ca. 2,30 m (OFA) bzw. 2,0 m (KBO) mächtigen Gesamtschicht mit den folgenden auf der sicheren Seite angesetzten Werten zusammengefasst werden:

- Wichte cal $\gamma = 19$ kN/m³
- Reibungswinkel cal $\varphi' = 27{,}5°$ und
- Kohäsion cal $c' = 2{,}5$ kN/m².

Da die Deponie Röthehof gemäß DIN EN 1998-1/NA:2011-01 /51/ in die Erdbebenzone 0 fällt, reicht im vorliegenden Fall die Untersuchung der Bemessungssituationen BS-P und BS-T aus. In der Bemessungssituation BS-P ist neben dem Eigengewicht der verschiedenen Schichten nur die Schneelast zu berücksichtigen, die am Standort der Deponie Röthehof gemäß DIN EN 1991-1-3 /39/ mit 0,85 kN/m² anzusetzen ist. Für die Bemessungssituation BS-T wurde auf den Böschungen an den jeweils ungünstigsten Positionen auf einem 3,0 m breiten Streifen zusätzlich eine Vertikallast von 13,6 kN/m² angesetzt, was der Last der Planierraupe Cat D5G LGP gemäß Abschnitt 6.1.4 entspricht. Die für die Böschungsbruchberechnungen gemäß DIN 1054:2010-12 /50/ anzusetzenden Teilsicherheitsbeiwerte sind in der folgenden Tabelle 7.1 zusammengefasst.

Tabelle 7.1: Teilsicherheitsbeiwerte für die Bemessungssituationen

Teilsicherheitsbeiwert	**Symbol**	**Bemessungssituation**		
		BS-P	**BS-T**	**BS-A**
Ständige Einwirkungen	γ_G	1,00	1,00	1,00
Ungünstige veränderliche Einwirkungen	γ_Q	1,30	1,20	1,00
Reibungsbeiwerte tanφ' in der dränierten Scherfuge und tanδ' in der Scherfuge mit geosynthetischen Reibungspartnern	γ_φ γ_δ	1,25	1,15	1,10
Kohäsion c' in der dränierten Scherfuge und Adhäsion a' in der Scherfuge mit geosynthetischen Reibungspartnern	γ_c γ_a	1,25	1,15	1,10

Die Böschungsbruchberechnungen wurden mit dem Programm GGU-STABILITY der GGU Civilserve GmbH, Version 13.33, durchgeführt. Gemäß DIN 1054:2010-12 genügt es im Allgemeinen, für den Böschungsbruchnachweis einen Kreis als Gleitlinie zu wählen. Da für die in den Becken eingelagerten Sonderabfälle von deutlich geringeren Scherparametern als in den Aschen ausgegangen wird, wurden zusätzlich Bruchmechanismen mit geraden Gleitlinien nach

Volgersweg 58 30175 Hannover
Telefon (05 11) 34 32 05
Telefax (05 11) 34 15 44
e-mail info@igh-grundbauinstitut.de

dem Blockgleit-Verfahren gemäß DIN 4084 untersucht, wobei eine der Gleitlinien jeweils innerhalb der Sonderabfälle verläuft. Hierbei wurde angenommen, dass die Sonderabfälle ihre Kohäsion durch Wasserzutritt verlieren. Des Weiteren wurde in den Berechnungen, bei denen die Oberflächenabdichtung noch nicht aufgebracht wurde, der Porenwasserüberdruck auf Höhe der Sonderabfälle berücksichtigt.

7.2 Berechnungsergebnisse Bemessungssituation BS-P.

Die Ergebnisse der durchgeführten Böschungsbruchberechnungen BS-P sind den Anlagen 28.1 bis 28.7 zu entnehmen, wobei sich die Anlagen 28.1 bis 28.4 auf die Berechnung mit Gleitkreisen und die Anlagen 28.5 bis 28.7 auf die Berechnung nach dem Blockgleit-Verfahren beziehen. Der maximale Ausnutzungsgrad ergibt sich aus den Anlagen 28.3 und 28.5 zu 0,96, womit eine ausreichende Sicherheit für den Bemessungsfall BS-P nachgewiesen ist.

7.3 Berechnungsergebnisse Bemessungssituation BS-T.

Die Ergebnisse der durchgeführten Böschungsbruchberechnungen BS-T sind den Anlagen 29.1 bis 29.7 zu entnehmen, wobei sich die Anlagen 29.1 bis 29.4 auf die Berechnung mit Gleitkreisen und die Anlagen 29.5 bis 29.7 auf die Berechnung nach dem Blockgleit-Verfahren beziehen. Der maximale Ausnutzungsgrad ergibt sich aus den Anlagen 29.2, 29.3 und 29.5 zu 0,92 bzw. 0,89, womit eine ausreichende Sicherheit für den Bemessungsfall BS-T nachgewiesen ist.

8. Photovoltaikanlage.

Nach Auskunft des Planers beabsichtigt die MEAB gegebenenfalls nach der Rekultivierung eine Photovoltaikanlage auf die Oberflächenabdichtung aufzubringen. Diesbezüglich sollte eine Vorabschätzung hinsichtlich der Machtbarkeit in Bezug auf die Standsicherheitsnachweise erfolgen. Nach Rücksprache mit dem Planer können z. B. Module zum Einsatz kommen, die über Pfosten mit Erdnägeln in der Rekultivierungsschicht verankert werden. Im derzeitigem Planungsstand liegen allerdings keine weiteren bzw. genauen Angaben vor. Insofern wurden im Rahmen der hier durchgeführten Berechnungen zunächst nur Böschungsbruchberechnungen berücksichtigt.

Für die Böschungsbruchberechnungen wurde ein Modul mit einer Länge in Böschungsfallrichtung von 4,2 m angenommen, welches auf zwei Pfosten steht. Der Winkel des Moduls wurde zu 45 °, der Abstand der Pfosten zu 2,3 m und der Abstand der Modulreihen zu 3,8 m angenommen. Unter Berücksichtigung der für die Deponie Röthehof geltenden Windzone 2 und

Volgersweg 58 30175 Hannover
Telefon (05 11) 34 32 05
Telefax (05 11) 34 15 44
e-mail info@igh-grundbauinstitut.de

damit einer Windkraft von rund 1,2 kN/m, einer Schneelast von 0,85 kN/m² sowie einem geschätzten Eigengewicht von 0,5 kN/m² ergibt sich eine Einzellast von rund 3,8 kN pro Pfosten. Diese Einzellasten wurden in den Böschungsbruchberechnungen der Anlagen 30.1 und 30.2 auf der 1 : 3 geneigten Böschung und im Plateaubereich berücksichtigt. Da die Pfosten mit Erdnägeln nicht mit schweren Baugeräten in die Rekultivierungsschicht eingebracht werden, reicht im vorliegenden Fall die Berücksichtigung der Bemessungssituation BS-P aus. Der maximale Ausnutzungsgrad ergibt sich zu 0,85, womit eine ausreichende Böschungsbruchsicherheit nachgewiesen ist.

Die zuvor genannten Böschungsbruchberechnungen ergaben, dass die Errichtung einer Photovoltaikanlage auf den steileren mit 1 : 3 geneigten Böschungen und somit auch auf den weniger geneigten Flächen des Plateaubereiches möglich ist. Im Hinblick auf die Gleitsicherheit sind nach Vorliegen der Statik bzw. der genauen Aufbauten der PV-Anlage weiterführende Berechnungen für die 1 : 3 geneigten Flächen erforderlich. Für das Plateaubereich mit einer Neigung von 7 % spielt die Photovoltaikanlage im Hinblick auf die Gleitsicherheit allerdings eine eher untergeordnete Rolle, sodass hier in jedem Fall der Aufbau einer PV-Anlage möglich ist.

9. Schlussbemerkungen.

Der von der MEAB ehemals betriebene Standort Röthehof soll ertüchtigt werden. Hierbei soll eine neue basisgedichtete DK III Deponie errichtet werden, die zu einem Großteil auf den bestehenden Altkörper aufliegt.

Die Gleitsicherheits- und Böschungsbruchberechnungen, die im Zusammenhang mit der geplanten Ertüchtigung im Sinne einer standsicherheitstechnischen Vorbemessung durchgeführt wurden, gelten zunächst für die zugrunde gelegten Materialien und Baugeräte. Die diesbezüglich ermittelten Ausnutzungsgrade sind als Orientierungswerte zu verstehen, welche dazu dienen sollen, die Machbarkeit grundsätzlich beurteilen zu können. Gemäß den Berechnungsergebnissen und unter Berücksichtigung der hierzu ausgeführten Erläuterungen ist davon auszugehen, dass sich bei einer entsprechenden Materialauswahl und dem Einsatz darauf abgestimmter Baugeräte die Ertüchtigung realisieren lässt.

Die erwarteten Setzungen der Abdichtungskomponenten bzw. die daraus resultierenden Setzungsdifferenzen liegen unter Berücksichtigung, dass das Quergefälle der kombinierten Basis- und Oberflächenabdichtung in einem Teilbereich durch den Planer auf die ermittelten Setzungsdifferenzen angepasst wurde, in einer Größenordnung vor, die die Funktionstauglichkeit der Abdichtungssysteme nicht beeinträchtigen.

IGH **INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT**
DR.-ING. WESELOH - PROF. DR.-ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH

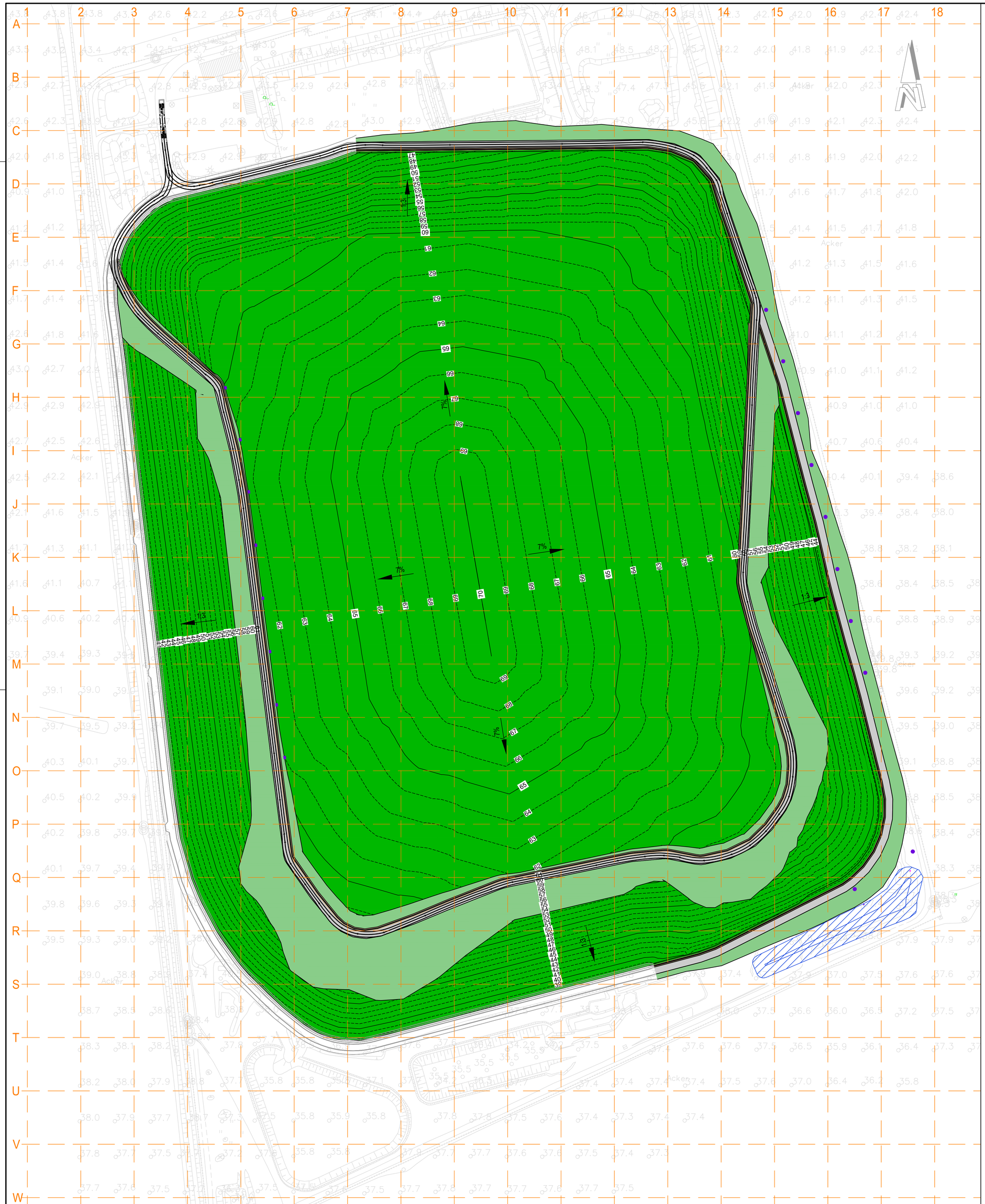
Volgersweg 58 30175 Hannover
Telefon (05 11) 34 32 05
Telefax (05 11) 34 15 44
e-mail info@igh-grundbauinstitut.de

IGH Ingenieurgesellschaft Grundbauinstitut
Dr.-Ing. Weseloh - Prof. Dr.-Ing. Müller-Kirchenbauer mbH

Bearbeiter: Dipl.-Ing. (FH) Thomas Bistri

Dipl.-Ing. Stavesand

Dipl.-Geogr. Struckmann



IGH mbH
Auftragsnummer: 4.619
Anlage: 1

Legende

- örtl. Bau- und Prüfraster 30 m x 30 m
- Höhenschichtlinie (5m Schritte)
- Höhenschichtlinie (1m Schritte)
- 1:3 Neigungsverhältnis
- OK Abfall
- Weg
- Böschung Weg
- Sickerwasserschacht
- Spülbogen

Bearb.: Siems	Gez.: Kohlhagen	Erstellt: 14.07.2023

Index	Datum	Gez./Bearb.	Art der Änderung	Gepr.

Auftraggeber:

MEAB Märkische Entsorgungsanlagen-Betriebsgesellschaft mbH
Tschudistraße 3
14476 Potsdam
Tel.: +49 (0) 33208 60-112
Fax: +49 (0) 33208 60-235

Planer:

BN Umwelt GmbH
Petridamm 26
18146 ROSTOCK
Tel.: +49 (0) 381 63712-30
Fax: +49 (0) 381 63712-34

Franz-Wienholz-Str. 25a
17291 PRENZLAU
Tel.: +49 (0) 3984 835-201
Fax: +49 (0) 3984 835-590

Bauvorhaben:

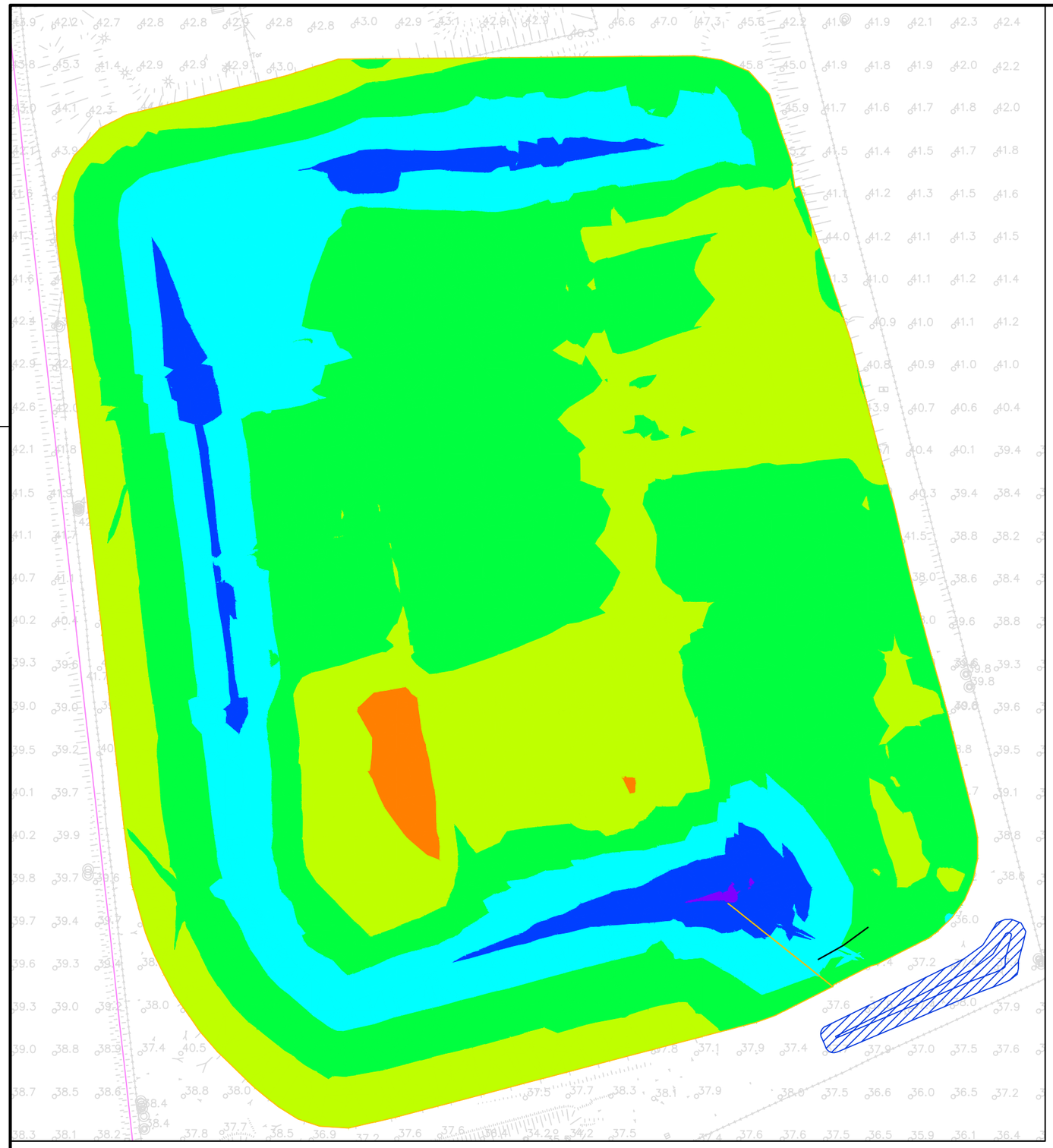
SAD Röthehof
DK III - Erweiterung der Deponie

Landkreis: Havelland — Land: Brandenburg

Planinhalt:

Lageplan
OK Endgestaltung

Planungsstand:	Entwurf	Projekt-Nr.:	1252-56
Maßstab:	1:1000	Zeichnungs-Nr.:	31407
Höhenbezug:	DHHN 92	Anlage:	
Koordinatensystem:	ETRS 89	Blatt-Nr.:	



IGH mbH
Auftragsnummer: 4.619
Anlage: 3

Bearb.: Siems	Gez.: Kohlhagen	Erstellt: 14.07.2023

Index	Datum	Gez./Bearb.	Art der Änderung	Gepr.

Auftraggeber:

MEAB
Märkische Entsorgungsanlagen-Betriebsgesellschaft mbH

Märkische Entsorgungsanlagen-
Betriebsgesellschaft mbH
Tschudistraße 3
14476 Potsdam
Tel.: +49 (0) 33208 60-112
Fax: +49 (0) 33208 60-235

Planer:

BN Umwelt GmbH

Petridamm 26
18146 ROSTOCK
Tel.: +49 (0) 381 63712-30
Fax: +49 (0) 381 63712-34

Franz-Wienholz-Str. 25a
17291 PRENZLAU
Tel.: +49 (0) 3984 835-201
Fax: +49 (0) 3984 835-590

Bauvorhaben:

SAD Röthehof
DK III - Erweiterung der Deponie

Landkreis: Havelland
Land: Brandenburg

Planinhalt:

Lageplan
OK Profilierung

Planungsstand:	Entwurf	Projekt-Nr.:	1252-56
Maßstab:	1:1000	Zeichnungs-Nr.:	31406
Höhenbezug:	DHHN 92	Anlage:	
Koordinatensystem:	ETRS 89	Blatt-Nr.:	

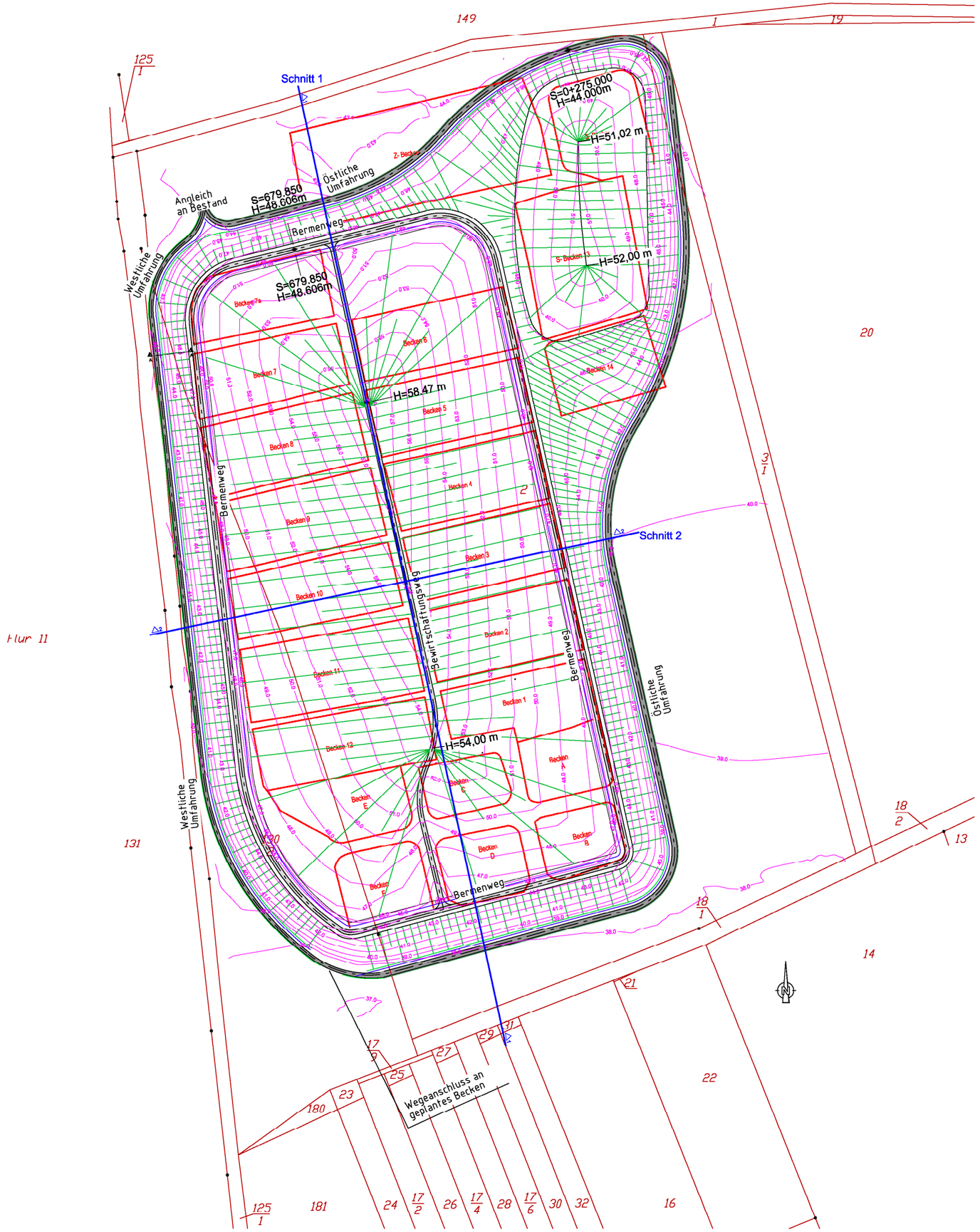
Höhentabelle

Nummer	Min. Höhenwert	Max. Höhenwert	Farbe
1	-15.000	-10.000	
2	-10.000	-5.000	
3	-5.000	0.000	
4	0.000	5.000	
5	5.000	10.000	
6	10.000	15.000	
7	15.000	20.000	

Name	Abtrag [m³]	Auftrag [m³]	Netto [m³]	
Bestand - Profilierung	88.000	496.000	408.000	Auftrag

IGH mbH

Auftrags-Nr.: 4.619
Anlage: 2



Legende:

- Kataster
- Höhenlinien
- Schadstoffbecken

Lagebezugssystem ETRS 89
Höhensystem DHHN 92

IGEA Ingenieurgesellschaft für Erschließungs- und Anlagen- Planung mbH	Albert - Einstein - Straße 16 12 489 Berlin Telefon 030-6392 6510 Telefax 030-6392 6511	bearbeitet: Weidauer gezeichnet: Landgraf Vertrags-Nr.: 12.018
geprüft und freigegeben:		Datum:

Auftraggeber / Bauherr:

MEAB mbH

Märkische Entsorgungsanlagen-Betriebsgesellschaft mbH
Tschudistrasse 3, 14476 Potsdam
Tel: (033208) 60 0 Fax: (033208) 60 140

geprüft und freigegeben:	Datum:

Bauvorhaben:

Sonderabfalldeponie Röthehof in 14641 Nauen

Lageplan

Leistungsphase: Vorentwurf

1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9

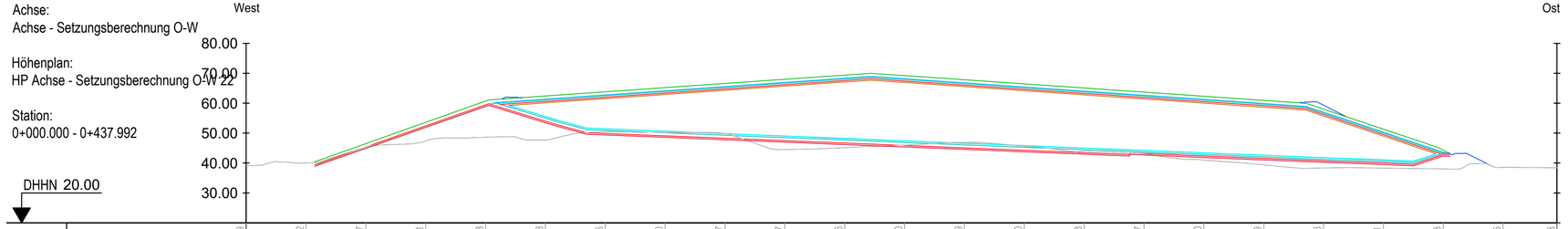
Berlin, den 22.10.2015	Maßstab: 1: 2.000	Anlage: -
	Blattgröße: 670 x 420	Zeichnung Nr.: VP - LP - V2 - 07

T:\3-Projekte-IGEA\20-Deponie-Deponiegas\MEAB\SAD-Röthehof\100_CAD\01_Lagepläne\151118_VP-LP-06-07_Lageplan_V2.dwg

Achse:
Achse - Setzungsberechnung O-W

Höhenplan:
HP Achse - Setzungsberechnung O-W 22

Station:
0+000.000 - 0+437.992



Stationierung	0+000.00	0+020.00	0+040.00	0+060.00	0+080.00	0+100.00	0+120.00	0+140.00	0+160.00	0+180.00	0+200.00	0+220.00	0+240.00	0+260.00	0+280.00	0+300.00	0+320.00	0+340.00	0+360.00	0+380.00	0+400.00	0+420.00	0+437.99
OK Bestand	39.09	40.02	45.37	47.41	48.63	47.68	50.46	50.20	49.87	44.47	45.16	46.00	46.89	45.70	44.03	43.07	41.00	39.39	38.38	38.31	38.03	38.56	38.43
OK Endgestaltung			46.50	53.62	60.73	62.41	63.80	65.20	66.60	67.99	69.39	69.22	67.84	66.46	65.08	63.70	62.32	60.94	58.02	51.32	44.30		
OK KDB						60.61	62.00	63.40	64.80	66.19	67.59	67.42	66.04	64.66	63.28	61.90	60.52	59.14	56.22	49.52			
OK Abfall						60.11	61.50	62.90	64.30	65.69	67.09	66.92	65.54	64.16	62.78	61.40	60.02	58.64	55.72	49.02			
OK min. Trennschicht						55.60 / 54.23	51.50	50.70	49.89	49.09	48.28 / 47.85	47.48	46.67	45.87	45.06	44.26 / 43.82	43.45	42.65	41.84	41.09			
OK EWS						61.41	62.80	64.20	65.60	66.99	68.39	68.22	66.84	65.46	64.08	62.70	61.32	59.94	57.02	50.32	43.62		
OK min. Dichtung						54.98	50.90	50.10	49.29	48.49	47.68	46.88	46.07	45.27	44.46	43.66	42.65	42.05	41.24	40.49			
OK geol. Barriere			45.41	52.43	59.44	53.96 / 53.49	49.90	49.10	48.29	47.49	46.68 / 46.24	45.88	45.07	44.27	43.46	43.22 / 42.60	42.35	41.55	40.74	39.98	42.84		
OK Bauplanum			44.91	51.93	58.94	53.48	49.40	48.60	47.79	46.99	46.18	45.38	44.57	43.77	42.96	42.72	41.85	41.05	40.24	39.49	42.34		
OK Weg / Böschung																					43.34		

Bearb.: Siems	Gez.: Kohlhagen	Erstellt: 25.10.2023

Index	Datum	Gez./Bearb.	Art der Änderung	Gepr.

IGH mbH
Auftragsnummer: 4.619
Anlage: 5

Antragsteller:

MEAB
Märkische Entsorgungsanlagen-Betriebsgesellschaft mbH

Märkische Entsorgungsanlagen-Betriebsgesellschaft mbH
Tschudistraße 3
14476 Potsdam
Tel.: +49 (0) 33208 60-112
Fax: +49 (0) 33208 60-235

Ort: Potsdam
Datum:
Unterschrift:

Planer:

BN Umwelt GmbH

Petridamm 26
18146 ROSTOCK
Tel.: +49 (0) 381 63712-30
Fax: +49 (0) 381 63712-34

Franz-Wienholz-Str. 25a
17291 PRENZLAU
Tel.: +49 (0) 3984 835-201
Fax: +49 (0) 3984 835-590

Ort: Rostock
Datum:
Unterschrift:

Bauvorhaben:

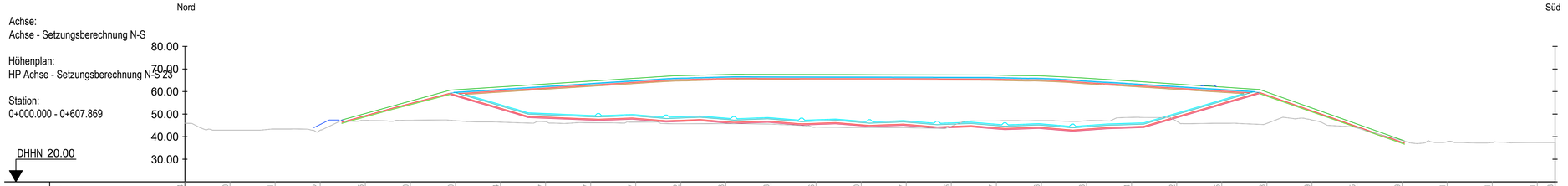
Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt DK III

Landkreis: Havelland
Land: Brandenburg

Planinhalt:

Querschnitt
Schnittachsen für Setzungsberechnung

Planungsstand:	Genehmigung	Projekt-Nr.:	1252-56
Maßstab:	1:1000	Zeichnungs-Nr.:	
Höhenbezug:	DHHN 92	Anlage:	
Koordinatensystem:	ETRS 89	Blatt-Nr.:	



Stationierung	0+000.00	0+020.00	0+040.00	0+060.00	0+080.00	0+100.00	0+120.00	0+140.00	0+160.00	0+180.00	0+200.00	0+220.00	0+240.00	0+260.00	0+280.00	0+300.00	0+320.00	0+340.00	0+360.00	0+380.00	0+400.00	0+420.00	0+440.00	0+460.00	0+480.00	0+500.00	0+520.00	0+540.00	0+560.00	0+580.00	0+600.00	0+607.87
OK Bestand	45.94	42.90	43.41	42.92	47.25	47.20	47.10	46.44	46.67	46.17	46.47	45.72	45.78	45.58	44.26	44.10	43.97	44.66	46.97	47.16	47.08	48.54	48.82	45.95	45.98	47.39	43.85	38.29	37.81	37.41	37.41	37.43
OK Endgestaltung					50.26	55.77	60.79	62.07	63.35	64.63	65.91	67.04	67.55	67.60	67.54	67.49	67.44	67.38	67.28	65.93	65.93	64.64	63.33	62.01	59.75	52.69	45.62	38.55					
OK KDB					50.26	55.77	60.27	60.27	61.55	62.83	64.11	65.24	65.75	65.80	65.74	65.69	65.64	65.58	65.47	64.63	63.95	62.77	61.48	60.21	59.71	52.69	45.62	38.55					
OK Abfall					49.79	54.70	59.77	59.77	61.05	62.33	63.61	64.74	65.25	65.30	65.24	65.19	65.14	65.08	64.97	64.63	63.45	62.27	60.98	59.71	56.32	51.49	44.51	37.54					
OK min. Trennschicht					49.29	54.70	58.84	54.23	50.27	49.45	49.74	48.87	48.24	48.39	47.51	46.89	47.04	46.14	45.54	45.69	44.99	45.99	50.46	54.16	56.32	51.49	44.51	37.54					
OK EWS							59.79	61.07	62.35	63.63	64.91	66.04	66.55	66.60	66.54	66.49	66.44	66.38	66.27	65.93	64.75	63.57	62.28	61.01								
OK min. Dichtung							59.29	53.63	49.67	48.85	49.14	49.27	47.64	47.79	46.91	46.29	46.44	45.54	44.94	45.09	44.39	45.39	49.86	55.72								
OK geol. Barriere					49.29	54.70	58.29	52.63	49.67	47.85	48.14	47.27	47.52	46.64	46.79	45.91	45.29	45.44	44.65	44.54	43.94	44.09	43.39	44.39	53.81	51.72								
OK Bauplanum					48.79	54.20	57.99	52.13	48.17	47.35	47.64	46.77	46.14	46.29	45.41	44.79	44.94	44.04	43.44	43.59	42.89	43.89	48.36	54.22	57.96	50.99	44.01	37.04					
OK Weg / Böschung				45.40																												

Bearb.:	Siems	Gez.:	Kohlhagen	Erstellt:	25.10.2023

Index	Datum	Gez./Bearb.	Art der Änderung	Gepr.

IGH mbH
Auftragsnummer: 4.619
Anlage: 4

Antragsteller:

MEAB
Märkische Entsorgungsanlagen-Betriebsgesellschaft mbH

Märkische Entsorgungsanlagen-Betriebsgesellschaft mbH
Tschudistraße 3
14476 Potsdam
Tel.: +49 (0) 3328 60-112
Fax: +49 (0) 3328 60-235

Potsdam
i.V.
Datum
Unterschrift

Planer:

BN Umwelt GmbH

Petridamm 26
18146 ROSTOCK
Tel.: +49 (0) 381 63712-30
Fax: +49 (0) 3984 835-201

Franz-Wienholz-Str. 25a
17291 PRENZLAU
Tel.: +49 (0) 3984 835-201
Fax: +49 (0) 3984 835-590

Rostock
i.V.
Datum
Unterschrift

Bauvorhaben:

Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt DK III

Landkreis: Havelland
Land: Brandenburg

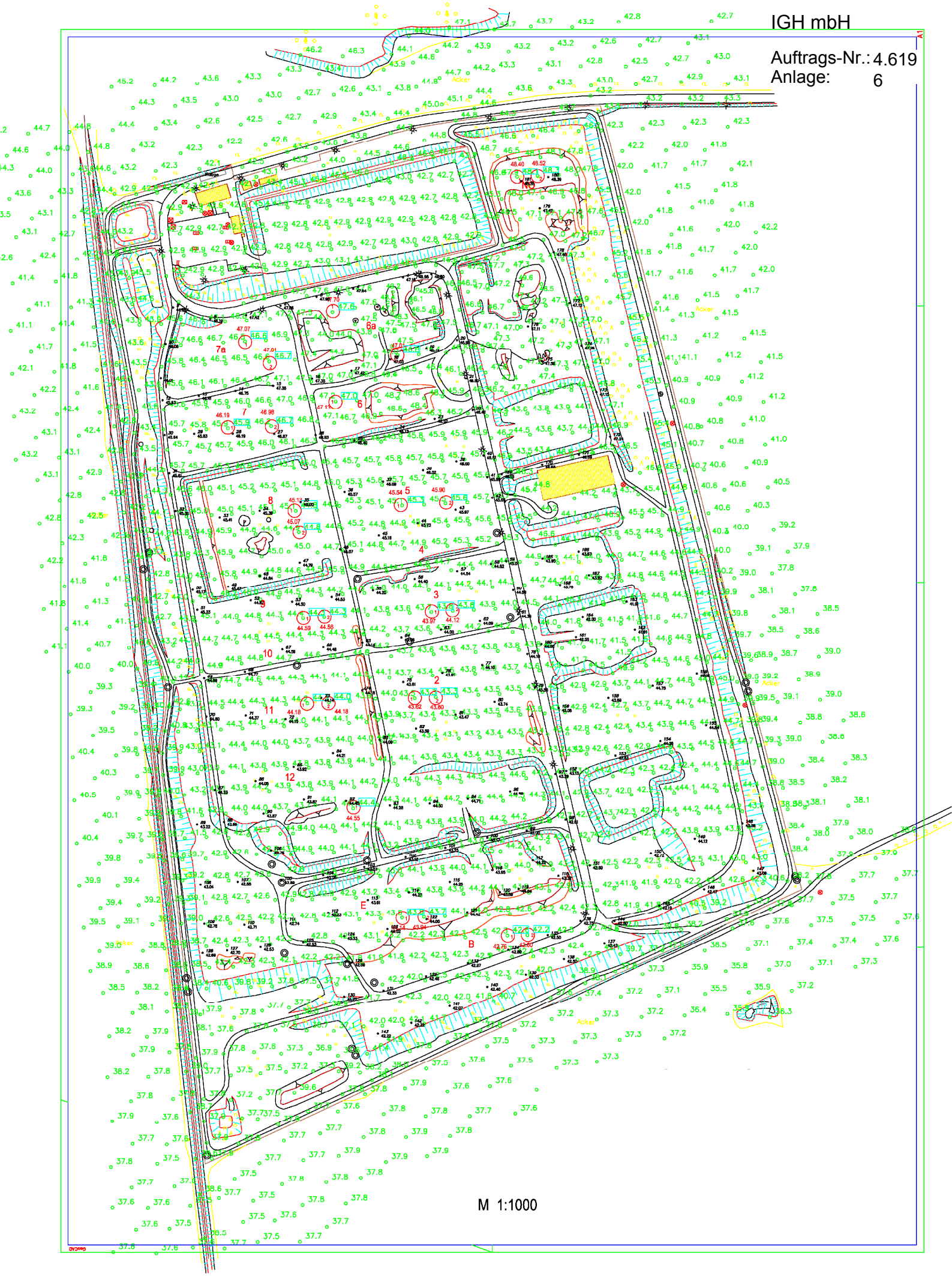
Planinhalt:

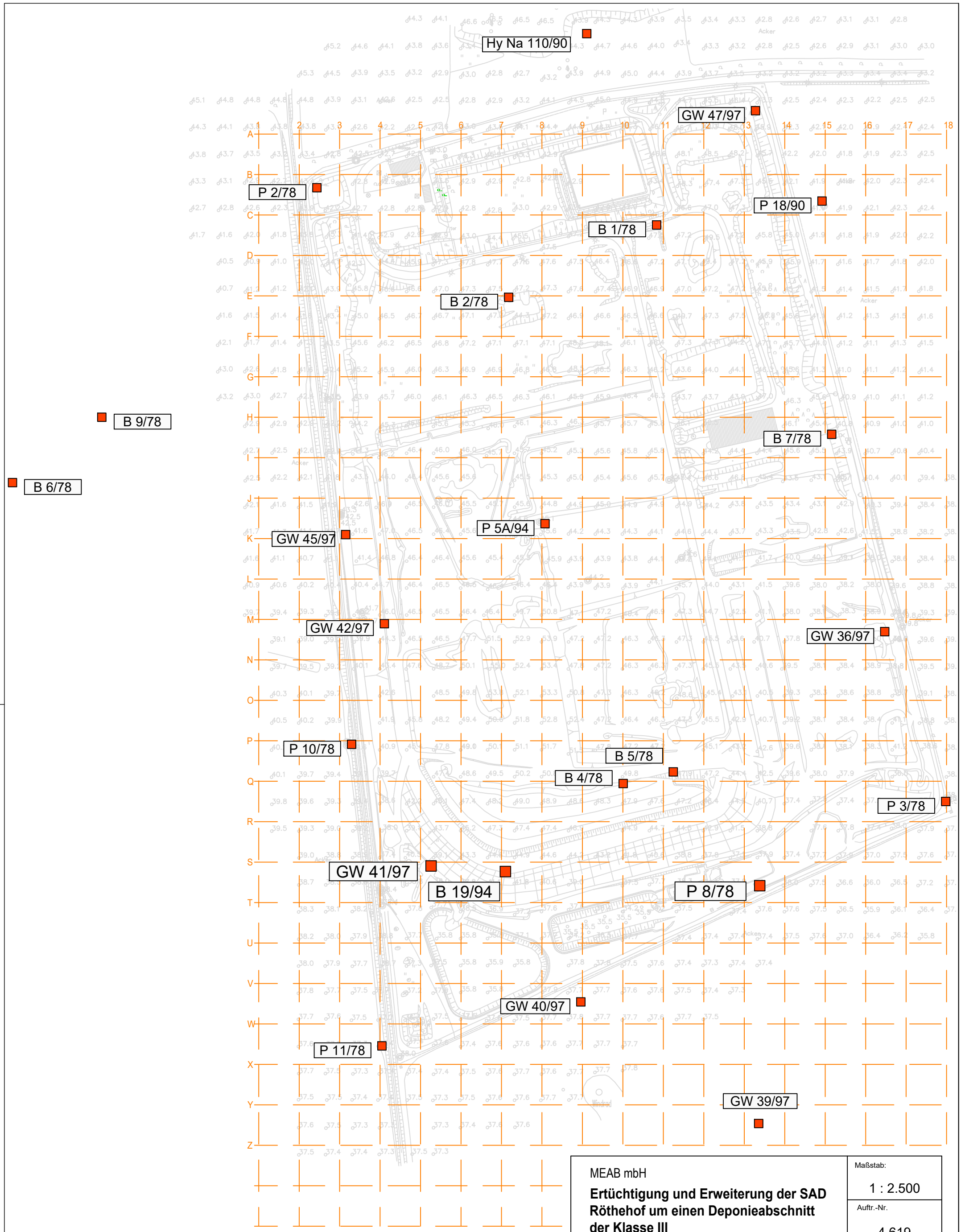
Längsschnitt
Schnittachsen für Setzungsberechnung

Planungsstand:	Genehmigung	Projekt-Nr.:	1252-56
Maßstab:	1:1000	Zeichnungs-Nr.:	
Höhenbezug:	DHHN 92	Anlage:	
Koordinatensystem:	ETRS 89	Blatt-Nr.:	

IGH mbH

Auftrags-Nr.: 4.619
Anlage: 6





MEAB mbH

Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt der Klasse III

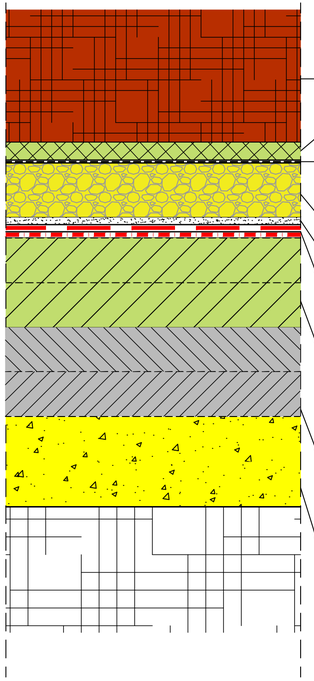
Maßstab: 1 : 2.500

Auftr.-Nr. 4.619

Lageplan Bohrungen

Anlage 7

Kombinierte Basis- und Oberflächenabdichtung (KBO)



Abfallablagerung

mineralische Trennschicht

Alternativ - Trennvlies g ≥ 300 g/m²
mit BAM - Zulassung

30 cm Entwässerungsschicht

Schutzschicht mit BAM - Zulassung (MDDS o. glw.)

2,5 mm KDB mit BAM - Zulassung und
Dichtungskontrollsystem mit BAM - Zulassung

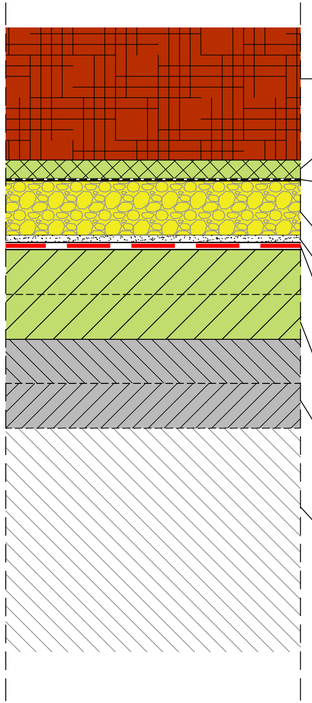
50 cm mineralische Dichtung ($k_f \leq 1 \times 10^{-10}$ m/s)
(1. Abdichtungskomponente / oberste Lage
geologische Barriere)

0,50 m geologische Barriere, hergestellt durch
Vergütung der anstehenden geologischen Barriere
($k_f \leq 1 \times 10^{-10}$m/s)

Trag- und Ausgleichsschicht nach
stat. Erfordernis (ggf. Geogitter mit
BAM-Zulassung)

Deponiealtkörper / DK III - Abfall

Basisabdichtung DK III gemäß DepV



Abfallablagerung

mineralische Trennschicht

Alternativ - Trennvlies g ≥ 300 g/m²
mit BAM - Zulassung

30 cm Entwässerungsschicht

Schutzschicht mit BAM - Zulassung (MDDS o. glw.)

2,5 mm Kunststoffdichtungsbahn aus PE-HD mit
BAM-Zulassung

50 cm mineralische Dichtung ($k_f \leq 5 \times 10^{-10}$ m/s)

0,50 m geologische Barriere, hergestellt durch
Vergütung der anstehenden geologischen Barriere
($k_f \leq 1 \times 10^{-10}$m/s)

>4,50 m vorh. bzw. ergänzen geol. Barriere
($k_f \leq 4,2 \times 10^{-7}$m/s)

Bearb.: Siems	Gez.: Stengel	Erstellt: 01.09.2023

Index	Datum	Gez./Bearb.	Art der Änderung	Gepr.

IGH mbH
Auftragsnummer: 4.619
Anlage: 8

Antragsteller:

MEAB
Märkische Entsorgungsanlagen-Betriebsgesellschaft mbH

Märkische Entsorgungsanlagen-
Betriebsgesellschaft mbH
Tschudistraße 3
14476 Potsdam
Tel.: +49 (0) 33208 60-112
Fax: +49 (0) 33208 60-235

Potsdam -Ort-
07.12.2023 -Datum-
-Unterschrift-

Planer:

BN Umwelt GmbH

Petridamm 26
18146 ROSTOCK
Tel.: +49 (0) 381 63712-30
Fax: +49 (0) 381 63712-34

Franz-Wienholz-Str. 25a
17291 PRENZLAU
Tel.: +49 (0) 3984 835-211
Fax: +49 (0) 3984 835-590

Rostock -Ort-
07.12.2023 -Datum-
-Unterschrift-

Bauvorhaben:

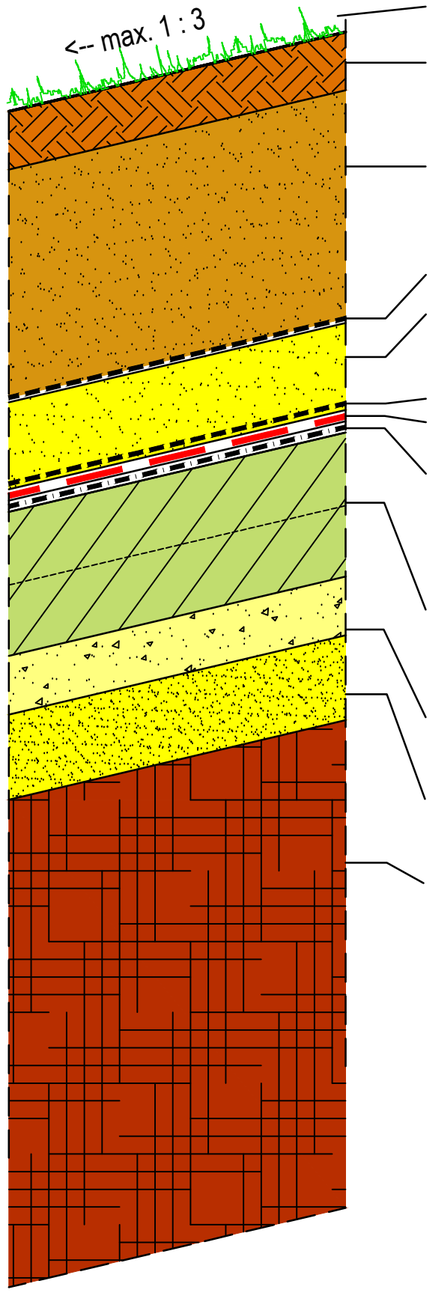
Ertüchtigung und Erweiterung
der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt DK III

Landkreis: Havelland Land: Brandenburg

Planinhalt:

Regeldarstellung
Basisabdichtung / Kombinierte Basis- und Oberflächenabdichtung (KBO)

Planungsstand:	Genehmigung	Projekt-Nr.:	1252-56
Maßstab:	1:20	Zeichnungs-Nr.:	41731
Höhenbezug:	DHHN 92	Anlage:	IV.2.7
Koordinatensystem:	ETRS 89	Blatt-Nr.:	1/1



Begrünung Rasenansaat

20 cm Oberboden,
Humusgehalt 2 bis 4 Masse-%,
TOC ≤ 5 Masse-%

80 cm Unterboden
TOC ≤ 0,5 Masse-% (bzw. ≤ 1,0 Masse-%
bei Böden mit geringer Humusqualität)

Rekultivierungsschicht
n_{FK} > 140 mm bezogen auf
d = 100 cm Schichtmächtigkeit,
Luftkapazität ≥ 8 Vol-%

(optional) Trennvlies, g ≥ 300 g/m², BAM-zugelassen,

30 - 40 cm mineralische Entwässerungsschicht,
k_f ≥ 1 x 10^{-3} m/s; $k_{f,Einbau}$, Alternativ: Kunststoffdränelement
BAM-zugelassen

(optional) Schutzvlies, g ≥ 800 g/m², BAM-zugelassen

2,5 mm Kunststoffdichtungsbahn PE-HD, BAM-zugelassen, Struktur gemäß Standsicherheitsnachweis

Dichtungskontrollsystem, BAM zugelassen

50 cm mineralische Dichtung (k_f ≤ 5 x 10^{-10} m/s)

20 cm (optional) Gasdränschicht, Zuordnungswerte gemäß Anhang 3,Tabelle 2, Spalte 8 DepV

30 cm Trag- / Ausgleichschicht, Zuordnungswerte
gemäß Anhang 3, Tabelle 2, Spalte 8 DepV

Abfall DK III

Bearb.: Siems	Gez.: Stengel	Erstellt: 25.10.2023

Index	Datum	Gez./Bearb.	Art der Änderung	Gepr.

Antragsteller:

MEAB
Märkische Entsorgungsanlagen-Betriebsgesellschaft mbH

Märkische Entsorgungsanlagen-Betriebsgesellschaft mbH
Tschudistraße 3
14476 Potsdam
Tel.: +49 (0) 33208 60-112
Fax: +49 (0) 33208 60-235

Potsdam -Ort-
07.12.2023 -Datum-
-Unterschrift-

Planer:

BN Umwelt GmbH

Petridamm 26
18146 ROSTOCK
Tel.: +49 (0) 381 63712-30
Fax: +49 (0) 381 63712-34

Franz-Wienholz-Str. 25a
17291 PRENZLAU
Tel.: +49 (0) 3984 835-211
Fax: +49 (0) 3984 835-590

Rostock -Ort-
07.12.2023 -Datum-
-Unterschrift-

Bauvorhaben:

Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt DK III

Landkreis: Havelland Land: Brandenburg

Planinhalt:

Regeldarstellung Oberflächenabdichtungssystem

Planungsstand:	Genehmigung	Projekt-Nr.:	1252-56
Maßstab:	1:20	Zeichnungs-Nr.:	41719
Höhenbezug:	DHHN 2016	Anlage:	IV.3.6
Koordinatensystem:	ETRS 89	Blatt-Nr.:	1/1

BN Umwelt GmbH

Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt der Klasse III

Maßstab: 1 : 2.500

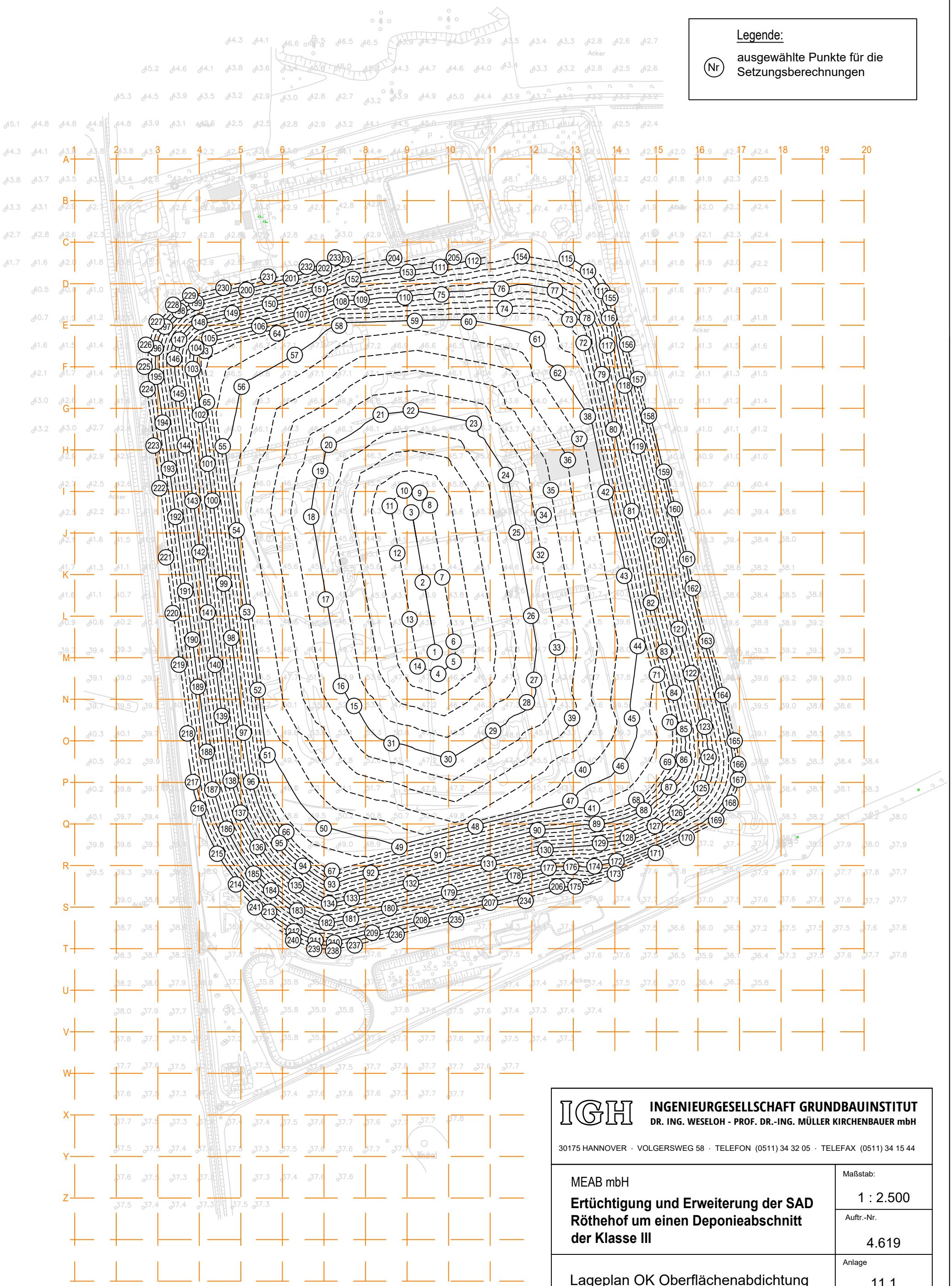
Auftr.-Nr. 4.619

Lageplan Bohrungen

Anlage 7

Legende:

(Nr) ausgewählte Punkte für die Setzungsberechnungen



IGH
INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT
DR. ING. WESELOH - PROF. DR.-ING. MÜLLER KIRCHENBAUER mbH
30175 HANNOVER · VOLGERSWEG 58 · TELEFON (0511) 34 32 05 · TELEFAX (0511) 34 15 44

MEAB mbH

Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt der Klasse III

Lageplan OK Oberflächenabdichtung

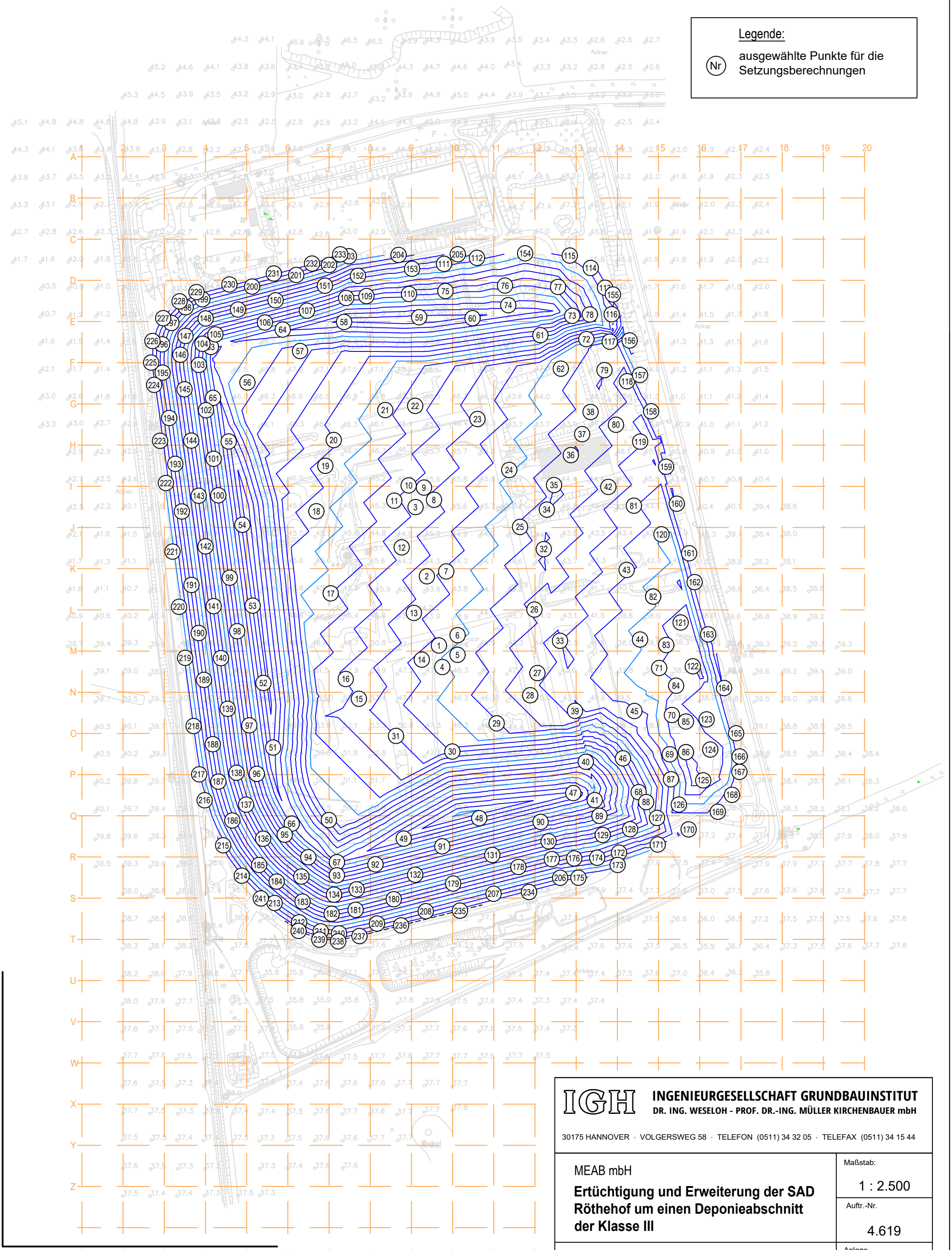
Maßstab: 1 : 2.500

Auftr.-Nr. 4.619

Anlage 11.1

Legende:

(Nr) ausgewählte Punkte für die Setzungsberechnungen



IGH
INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT
DR. ING. WESELOH - PROF. DR.-ING. MÜLLER KIRCHENBAUER mbH
30175 HANNOVER · VOLGERSWEG 58 · TELEFON (0511) 34 32 05 · TELEFAX (0511) 34 15 44

MEAB mbH

Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt der Klasse III

Lageplan OK Bauaufstandsfläche

Maßstab: 1 : 2.500

Auftr.-Nr. 4.619

Anlage 11.2

IGH INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT
DR.- ING. WESELOH - PROF. DR.- ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH
Volgersweg 58 · 30175 Hannover · Tel. 0511/34 32 05 · Fax 0511/34 15 44 · www.igh-grundbauinstitut.de

Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt der Deponieklasse III / Setzungsberechnungen

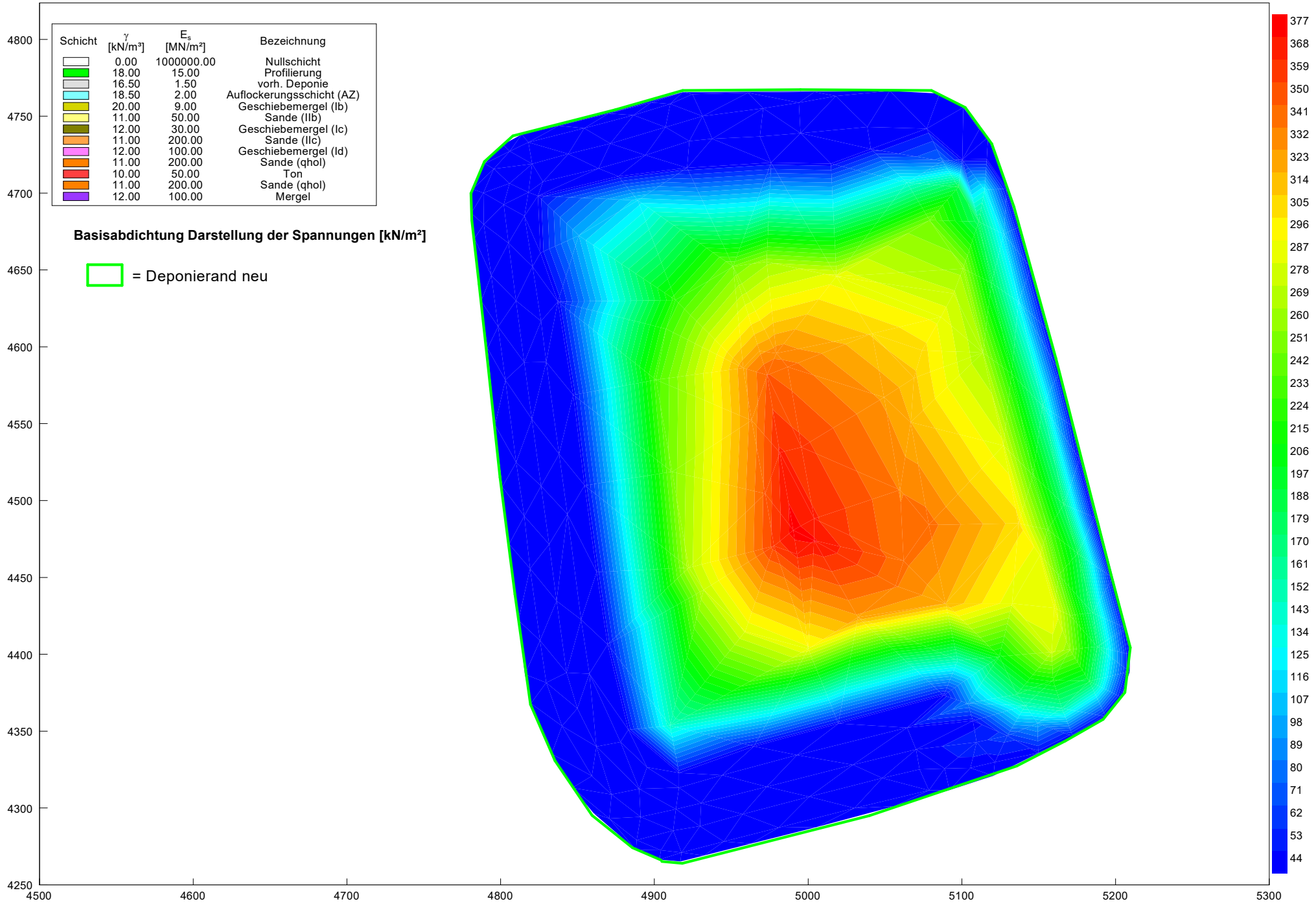
Auftrag Nr.: 4.619

Anlage: 12

Schicht	γ [kN/m³]	E_s [MN/m²]	Bezeichnung
	0.00	1000000.00	Nullschicht
	18.00	15.00	Profilierung
	16.50	1.50	vorh. Deponie
	18.50	2.00	Auflockerungsschicht (AZ)
	20.00	9.00	Geschiebemergel (Ib)
	11.00	50.00	Sande (IIb)
	12.00	30.00	Geschiebemergel (Ic)
	11.00	200.00	Sande (IIc)
	12.00	100.00	Geschiebemergel (Id)
	11.00	200.00	Sande (qhol)
	10.00	50.00	Ton
	11.00	200.00	Sande (qhol)
	12.00	100.00	Mergel

Basisabdichtung Darstellung der Spannungen [kN/m²]

= Deponierand neu



IGH INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT
DR.- ING. WESELOH - PROF. DR.- ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH
Volgersweg 58 · 30175 Hannover · Tel. 0511/34 32 05 · Fax 0511/34 15 44 · www.igh-grundbauinstitut.de

Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt der Deponieklasse III / Setzungsberechnungen

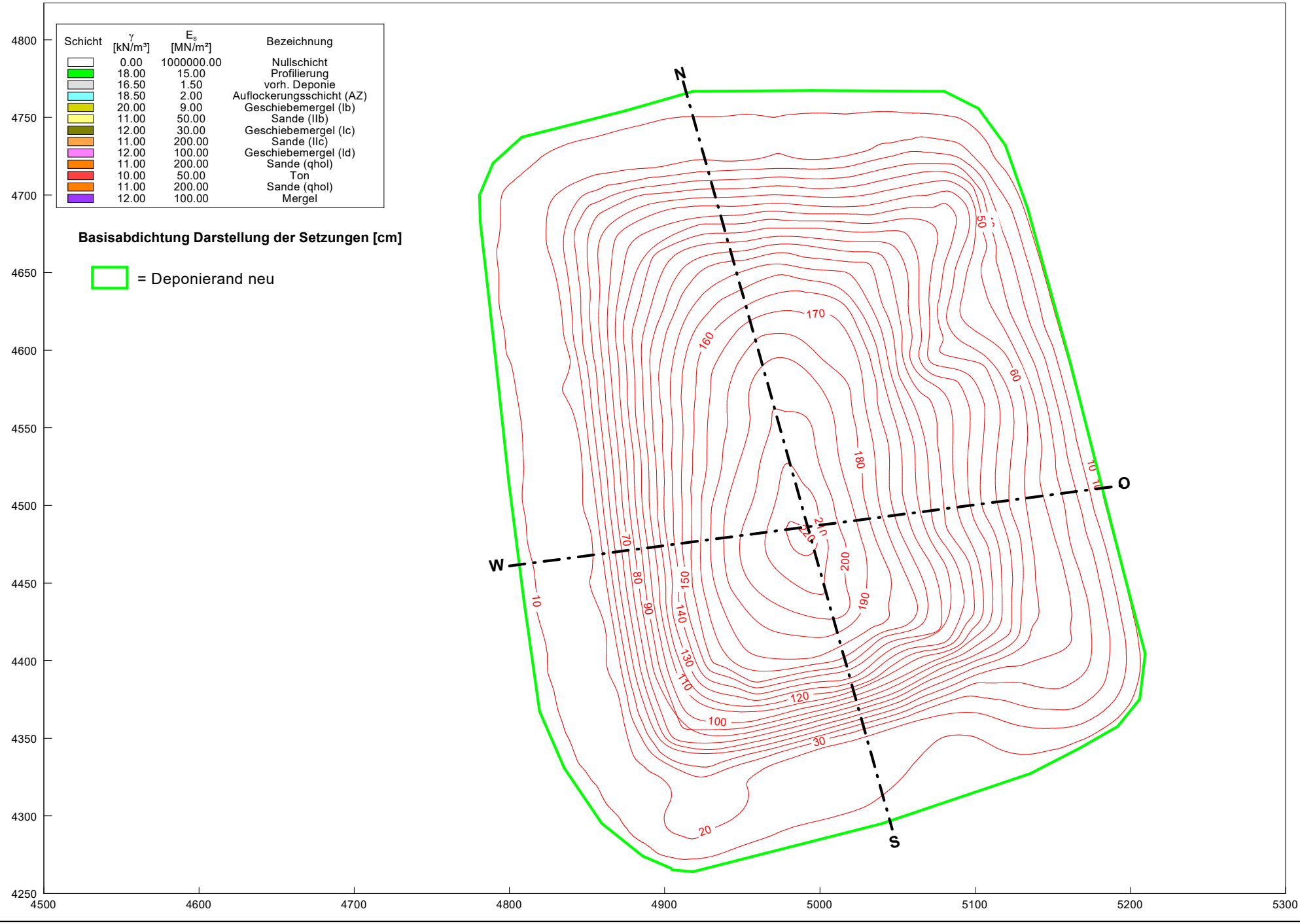
Auftrag Nr.: 4.619

Anlage: 13

Schicht	γ [kN/m³]	E_s [MN/m²]	Bezeichnung
	0.00	1000000.00	Nullschicht
	18.00	15.00	Profilierung
	16.50	1.50	vorh. Deponie
	18.50	2.00	Auflockerungsschicht (AZ)
	20.00	9.00	Geschiebemergel (Ib)
	11.00	50.00	Sande (IIb)
	12.00	30.00	Geschiebemergel (Ic)
	11.00	200.00	Sande (IIc)
	12.00	100.00	Geschiebemergel (Id)
	11.00	200.00	Sande (qhol)
	10.00	50.00	Ton
	11.00	200.00	Sande (qhol)
	12.00	100.00	Mergel

Basisabdichtung Darstellung der Setzungen [cm]

= Deponierand neu



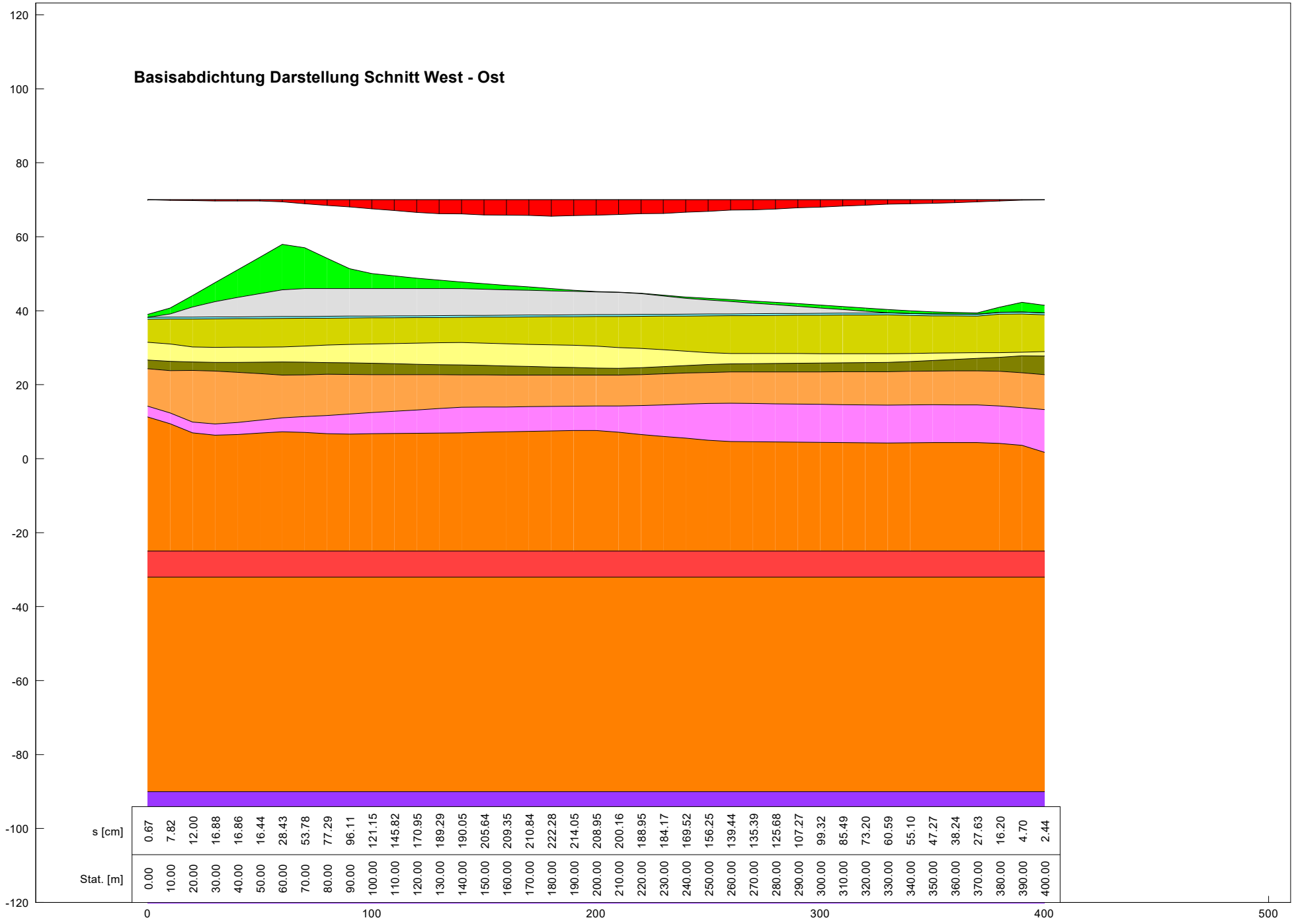
IGH INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT
DR.- ING. WESELOH - PROF. DR.- ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH
Volgersweg 58 - 30175 Hannover - Tel. 0511/34 32 05 - Fax 0511/34 15 44 - www.igh-grundbauinstitut.de

Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt der Deponieklasse III / Setzungsberechnungen

Auftrag Nr.: 4.619

Anlage: 14.1

Basisabdichtung Darstellung Schnitt West - Ost



Stat. [m]	s [cm]
0.00	0.67
10.00	7.82
20.00	12.00
30.00	16.88
40.00	16.86
50.00	16.44
60.00	28.43
70.00	53.78
80.00	77.29
90.00	96.11
100.00	121.15
110.00	145.82
120.00	170.95
130.00	189.29
140.00	190.05
150.00	205.64
160.00	209.35
170.00	210.84
180.00	222.28
190.00	214.05
200.00	208.95
210.00	200.16
220.00	188.95
230.00	184.17
240.00	169.52
250.00	156.25
260.00	139.44
270.00	135.39
280.00	125.68
290.00	107.27
300.00	99.32
310.00	85.49
320.00	73.20
330.00	60.59
340.00	55.10
350.00	47.27
360.00	38.24
370.00	27.63
380.00	16.20
390.00	4.70
400.00	2.44

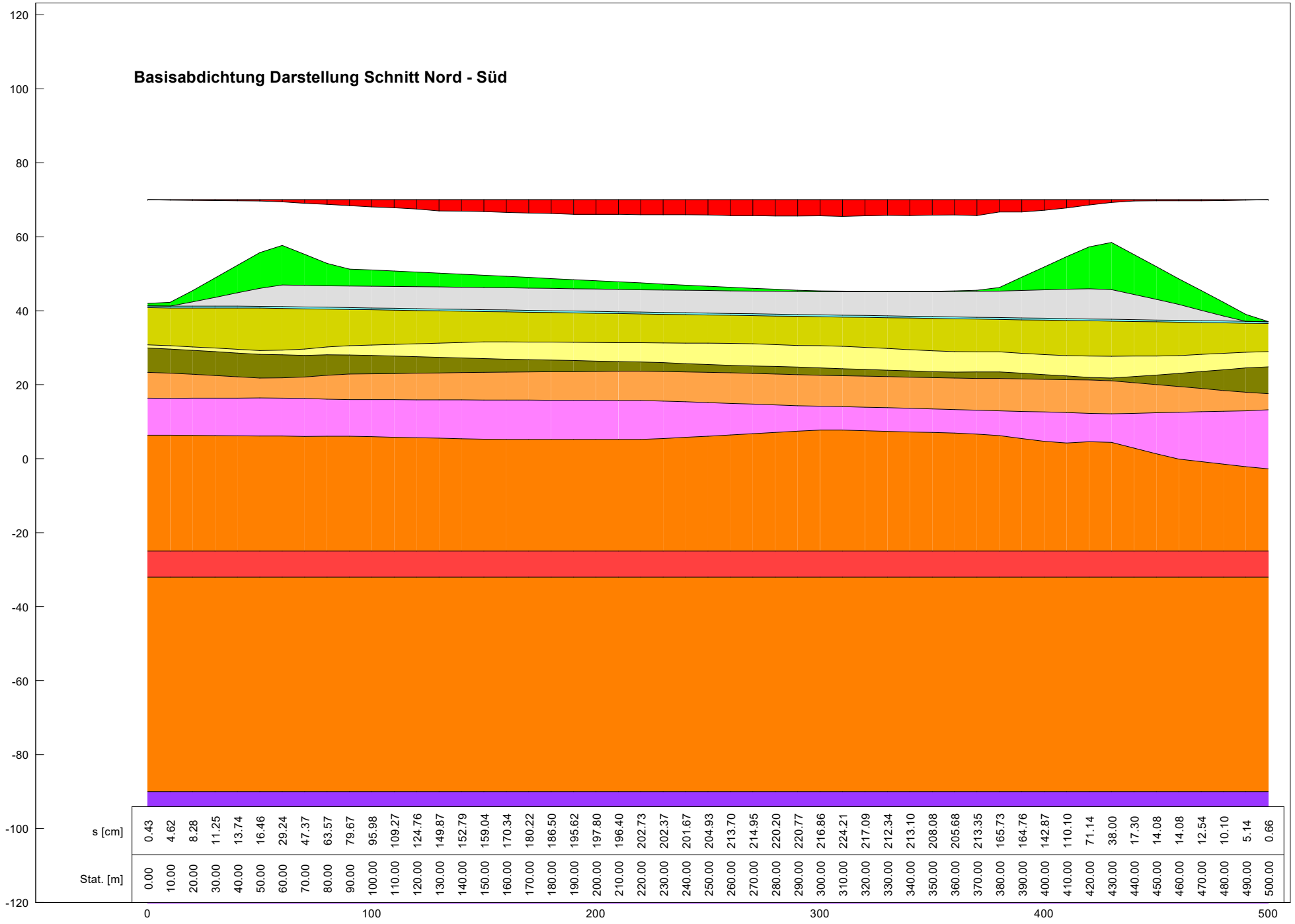
IGH INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT
DR.- ING. WESELOH - PROF. DR.- ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH
Volgersweg 58 - 30175 Hannover - Tel. 0511/34 32 05 - Fax 0511/34 15 44 - www.igh-grundbauinstitut.de

Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt der Deponieklasse III / Setzungsberechnungen

Auftrag Nr.: 4.619

Anlage: 14.2

Basisabdichtung Darstellung Schnitt Nord - Süd



Stat. [m]	s [cm]
0.00	0.43
10.00	4.62
20.00	8.28
30.00	11.25
40.00	13.74
50.00	16.46
60.00	29.24
70.00	47.37
80.00	63.57
90.00	79.67
100.00	95.98
110.00	109.27
120.00	124.76
130.00	149.87
140.00	152.79
150.00	159.04
160.00	170.34
170.00	180.22
180.00	186.50
190.00	195.62
200.00	197.80
210.00	196.40
220.00	202.73
230.00	202.37
240.00	201.67
250.00	204.93
260.00	213.70
270.00	214.95
280.00	220.20
290.00	220.77
300.00	216.86
310.00	224.21
320.00	217.09
330.00	212.34
340.00	213.10
350.00	208.08
360.00	205.68
370.00	213.35
380.00	165.73
390.00	164.76
400.00	142.87
410.00	110.10
420.00	71.14
430.00	38.00
440.00	17.30
450.00	14.08
460.00	14.08
470.00	12.54
480.00	10.10
490.00	5.14
500.00	0.66

IGH INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT
DR.- ING. WESELOH - PROF. DR.- ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH
Volgersweg 58 · 30175 Hannover · Tel. 0511/34 32 05 · Fax 0511/34 15 44 · www.igh-grundbauinstitut.de

Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt der Deponieklasse III / Setzungsberechnungen

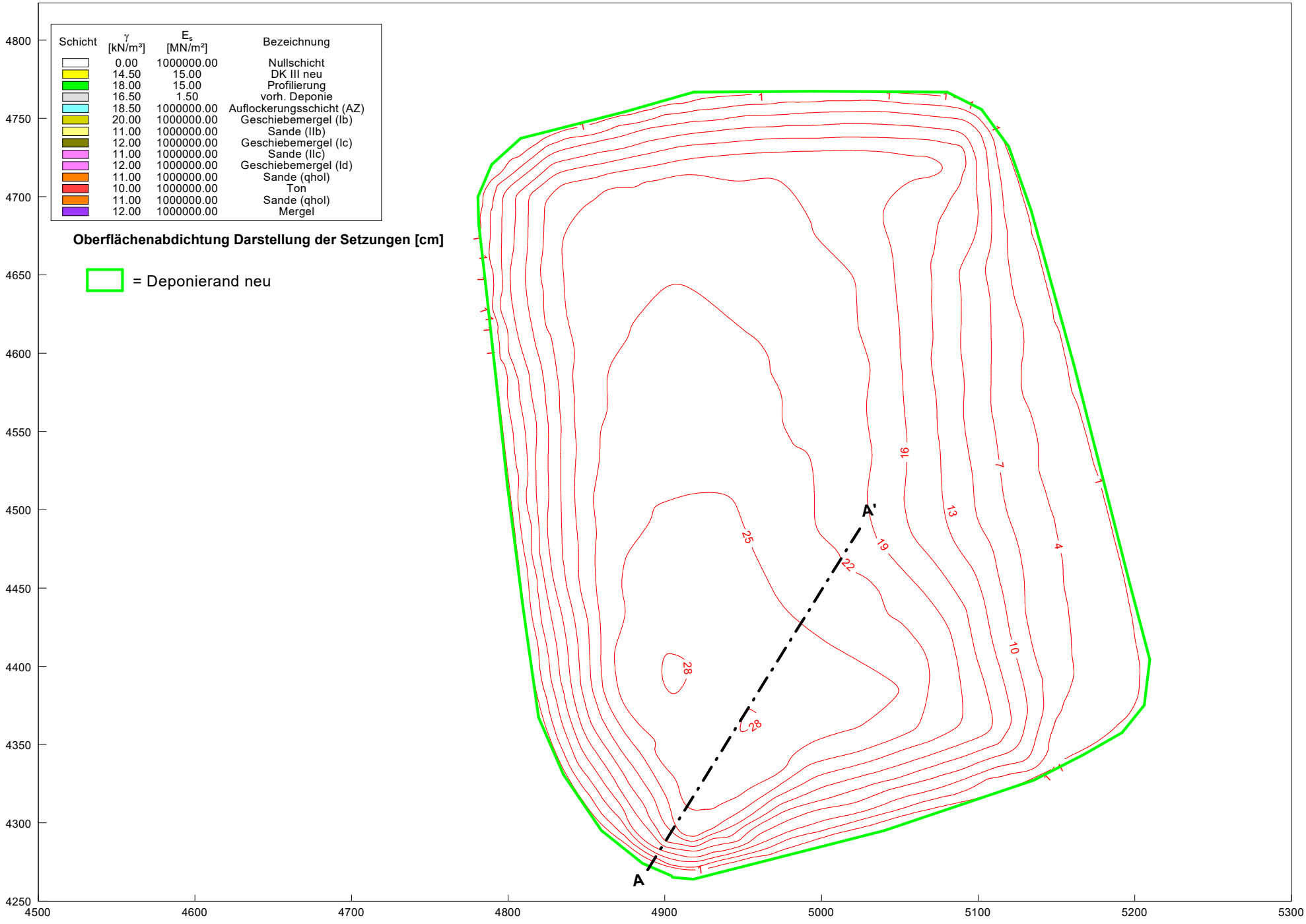
Auftrag Nr.: 4.619

Anlage: 15

Schicht	γ [kN/m³]	E_s [MN/m²]	Bezeichnung
	0.00	1000000.00	Nullschicht
	14.50	15.00	DK III neu
	18.00	15.00	Profilierung
	16.50	1.50	vorh. Deponie
	18.50	1000000.00	Auflockerungsschicht (AZ)
	20.00	1000000.00	Geschiebemergel (Ib)
	11.00	1000000.00	Sande (IIb)
	12.00	1000000.00	Geschiebemergel (Ic)
	11.00	1000000.00	Sande (IIc)
	12.00	1000000.00	Geschiebemergel (Id)
	11.00	1000000.00	Sande (qhol)
	10.00	1000000.00	Ton
	11.00	1000000.00	Sande (qhol)
	12.00	1000000.00	Mergel

Oberflächenabdichtung Darstellung der Setzungen [cm]

= Deponierand neu



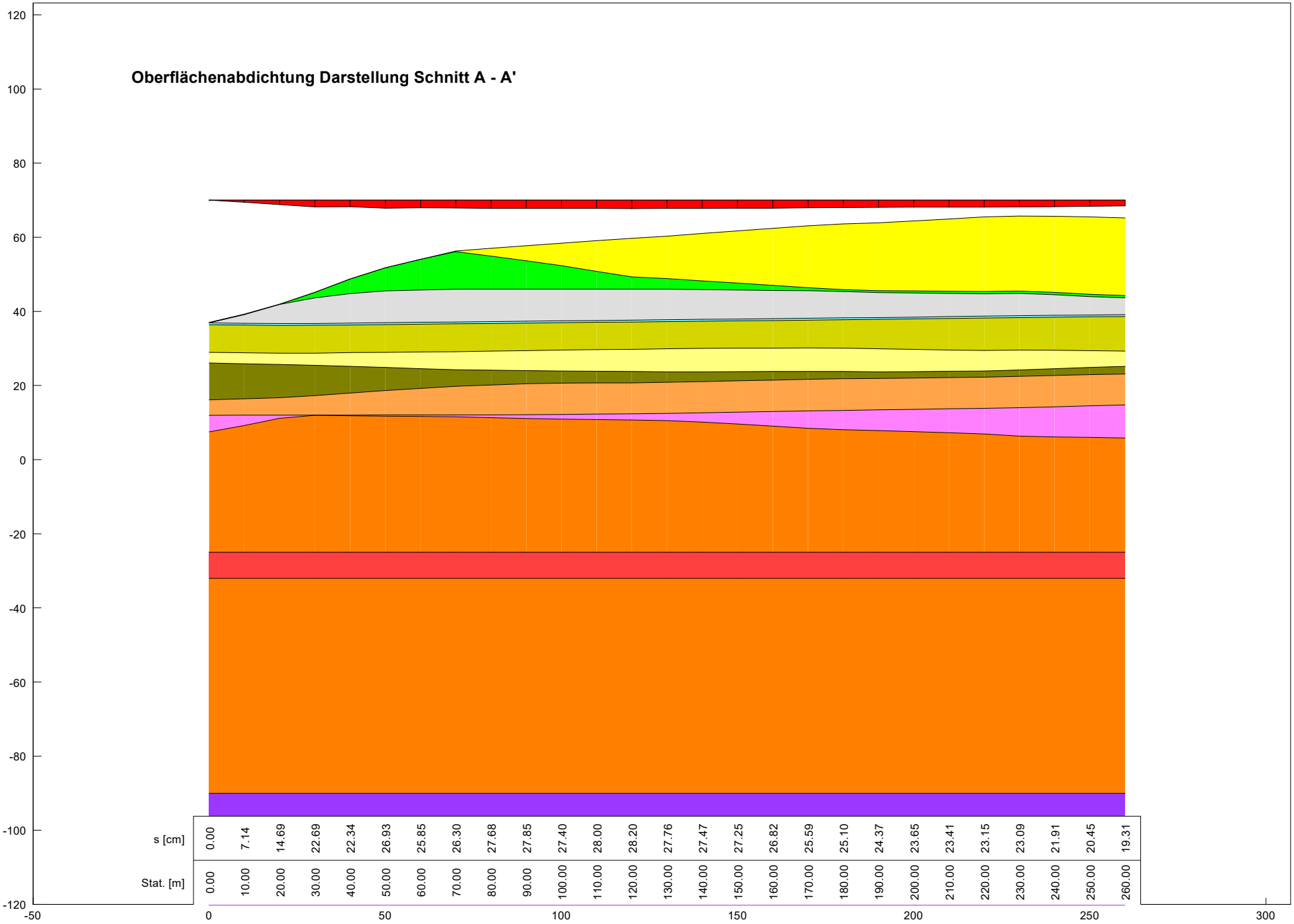
IGH INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT
DR.- ING. WESELOH - PROF. DR.- ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH
Volgersweg 58 - 30175 Hannover - Tel. 0511/34 32 05 - Fax 0511/34 15 44 - www.igh-grundbauinstitut.de

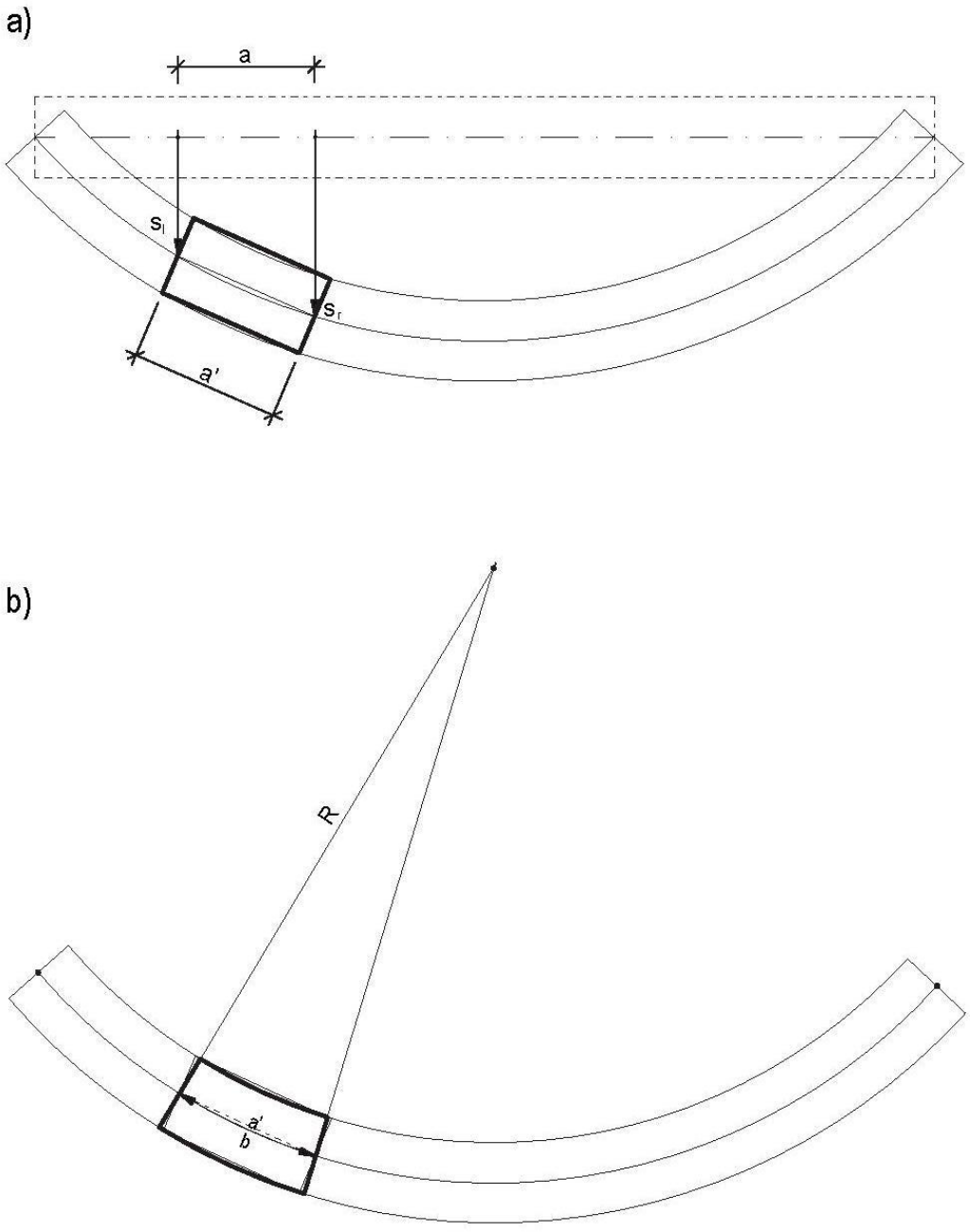
Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt der Deponieklasse III / Setzungsberechnungen

Auftrag Nr.: 4.619

Anlage: 16

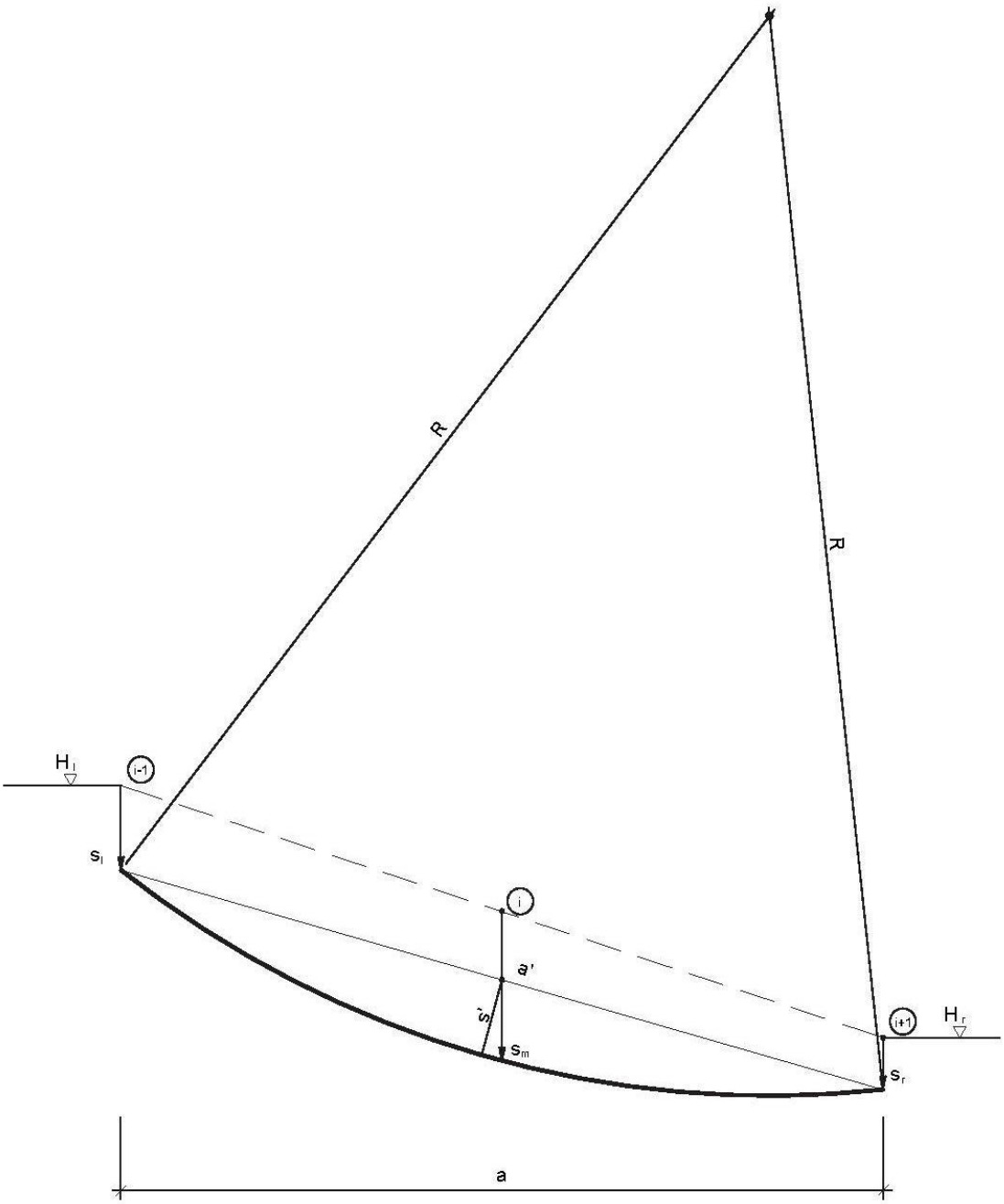
Oberflächenabdichtung Darstellung Schnitt A - A'





Dehnung der Abdichtungsschicht infolge Neigungsänderung (a) und Durchbiegung (b)

IGH INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT
DR.-ING. WESELOH - PROF. DR.-ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH
Volgersweg 58 30175 Hannover Telefon (0511) 343205 Telefax (0511) 341544



Prinzipskizze zur Ermittlung des Biegeradius für drei benachbarte Punkte einer Setzungsmulde

IGH INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT
DR.-ING. WESELOH - PROF. DR.-ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH
Volgersweg 58 30175 Hannover Telefon (0511) 343205 Telefax (0511) 341544

Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt der Deponieklasse III / Setzungsberechnung

Auftrag Nr.: 4.619

Anlage: 18.1-1

Berechnungs-punkt	Station	H*	Setzung s_i	a	H_l	H_r	s_l	s_r	s_m	Kunststoffdichtungsbahn (KDB)					Geotechnische Barriere (TB)					Mächtigkeit des neuen Deponiekörpers	vorh. σ_0
										d	min ε_{RF} UK KDB	max ε_{RF} OK KDB	min η (ε_{zq} = 3,0 %)	max η (ε_{zq} = 3,0 %)	d	min ε_{RF} UK TB	max ε_{RF} OK TB	min η (ε_{zq} = 0,6 %)	max η (ε_{zq} = 0,6 %)		
-	[m]	[mNHN]	[cm]	[m]	[mNHN]	[mNHN]	[m]	[m]	[m]	[m]	[%]	[%]	-	-	[m]	[%]	[%]	-	-	[m]	kN/m²
1	66,0 70,0 80,0	59,0 57,9 54,9	28,4 53,8 77,3	14,0	59,0	54,9	0,28	0,77	0,54	0,0025	0,993	0,993	3,0	3,0	1,0	1,010	0,976	0,6	0,6	0,0	52,7
2	70,0 80,0 90,0	57,9 54,9 52,0	53,8 77,3 96,1	20,0	57,9	52,0	0,54	0,96	0,77	0,0025	0,594	0,594	5,1	5,1	1,0	0,615	0,572	1,0	1,0	3,6	104,9
3	80,0 90,0 100,0	54,9 52,0 50,0	77,3 96,1 121,2	20,0	54,9	50,0	0,77	1,21	0,96	0,0025	0,529	0,529	5,7	5,7	1,0	0,500	0,558	1,2	1,1	7,3	158,6
4	90,0 100,0 110,0	52,0 50,0 49,6	96,1 121,2 145,8	20,0	52,0	49,6	0,96	1,46	1,21	0,0025	0,324	0,324	9,3	9,3	1,0	0,326	0,322	1,8	1,9	9,8	194,8
5	100,0 110,0 120,0	50,0 49,6 49,2	121,2 145,8 171,0	20,0	50,0	49,2	1,21	1,71	1,46	0,0025	0,130	0,130	23,0	23,0	1,0	0,128	0,133	4,7	4,5	nicht relevant	nicht relevant
6	110,0 120,0 130,0	49,6 49,2 48,8	145,8 171,0 189,3	20,0	49,6	48,8	1,46	1,89	1,71	0,0025	0,111	0,111	27,0	27,0	1,0	0,145	0,077	4,1	7,8	nicht relevant	nicht relevant
7	120,0 130,0 140,0	49,2 48,8 48,4	171,0 189,3 190,1	20,0	49,2	48,4	1,71	1,90	1,89	0,0025	0,048	0,048	62,4	63,0	1,0	0,136	-0,040	4,4	-	nicht relevant	nicht relevant
8	130,0 140,0 150,0	48,8 48,4 48,0	189,3 190,1 205,6	20,0	48,8	48,0	1,89	2,06	1,90	0,0025	0,039	0,040	76,0	75,3	1,0	-0,034	0,114	-	5,3	nicht relevant	nicht relevant
9	140,0 150,0 160,0	48,4 48,0 47,6	190,1 205,6 209,4	20,0	48,4	47,6	1,90	2,09	2,06	0,0025	0,046	0,045	65,7	66,1	1,0	0,105	-0,014	5,7	-	nicht relevant	nicht relevant
10	150,0 160,0 170,0	48,0 47,6 47,2	205,6 209,4 210,8	20,0	48,0	47,2	2,06	2,11	2,09	0,0025	0,011	0,011	277,0	278,4	1,0	0,022	0,000	27,4	-	nicht relevant	nicht relevant
11	160,0 170,0 180,0	47,6 47,2 46,8	209,4 210,8 222,3	20,0	47,6	46,8	2,09	2,22	2,11	0,0025	0,029	0,030	102,0	101,1	1,0	-0,020	0,079	-	7,6	nicht relevant	nicht relevant
12	170,0 180,0 190,0	47,2 46,8 46,4	210,8 222,3 214,1	20,0	47,2	46,4	2,11	2,14	2,22	0,0025	0,013	0,013	226,9	235,7	1,0	0,111	-0,085	5,4	-	nicht relevant	nicht relevant
13	180,0 190,0 200,0	46,8 46,4 46,0	222,3 214,1 209,0	20,0	46,8	46,0	2,22	2,09	2,14	0,0025	-0,024	-0,024	-	-	1,0	-0,040	-0,009	-	-	nicht relevant	nicht relevant
14	190,0 200,0 210,0	46,4 46,0 45,6	214,1 209,0 200,2	20,0	46,4	45,6	2,14	2,00	2,09	0,0025	-0,025	-0,025	-	-	1,0	-0,007	-0,044	-	-	nicht relevant	nicht relevant
15	200,0 210,0 220,0	46,0 45,6 45,2	209,0 200,2 189,0	20,0	46,0	45,2	2,09	1,89	2,00	0,0025	-0,035	-0,035	-	-	1,0	-0,023	-0,047	-	-	nicht relevant	nicht relevant
16	210,0 220,0 230,0	45,6 45,2 44,8	200,2 189,0 184,2	20,0	45,6	44,8	2,00	1,84	1,89	0,0025	-0,028	-0,028	-	-	1,0	-0,060	0,004	-	147,7	nicht relevant	nicht relevant
17	220,0 230,0 240,0	45,2 44,8 44,4	189,0 184,2 169,5	20,0	45,2	44,4	1,89	1,70	1,84	0,0025	-0,032	-0,033	-	-	1,0	0,017	-0,082	35,6	-	nicht relevant	nicht relevant
18	230,0 240,0 250,0	44,8 44,4 44,0	184,2 169,5 156,3	20,0	44,8	44,0	1,84	1,56	1,70	0,0025	-0,046	-0,046	-	-	1,0	-0,053	-0,039	-	-	nicht relevant	nicht relevant
19	240,0 250,0 260,0	44,4 44,0 43,6	169,5 156,3 139,4	20,0	44,4	43,6	1,70	1,39	1,56	0,0025	-0,049	-0,049	-	-	1,0	-0,031	-0,066	-	-	nicht relevant	nicht relevant
20	250,0 260,0 270,0	44,0 43,6 43,2	156,3 139,4 135,4	20,0	44,0	43,2	1,56	1,35	1,39	0,0025	-0,034	-0,033	-	-	1,0	-0,097	0,030	-	19,9	nicht relevant	nicht relevant
21	260,0 270,0 280,0	43,6 43,2 42,8	139,4 135,4 125,7	20,0	43,6	42,8	1,39	1,26	1,35	0,0025	-0,025	-0,025	-	-	1,0	0,004	-0,053	162,8	-	nicht relevant	nicht relevant

* Höhe Unterkante Basisabdichtung

IGH INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT
DR.-ING. WESELOH - PROF. DR.-ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH
Volgersweg 58 30175 Hannover Telefon (0511) 343205 Telefax (0511) 341544

Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt der Deponieklasse III / Setzungsberechnung

Auftrag Nr.: 4.619

Anlage: 18.1-2

Berechnungs-punkt	Station	H*	Setzung s_i	a	H_l	H_r	s_l	s_r	s_m	Kunststoffdichtungsbahn (KDB)					Geotechnische Barriere (TB)					Mächtigkeit des neuen Deponiekörpers	vorh. σ_0
										d	min ε_{RF} UK KDB	max ε_{RF} OK KDB	min η (ε_{zq} = 3,0 %)	max η (ε_{zq} = 3,0 %)	d	min ε_{RF} UK TB	max ε_{RF} OK TB	min η (ε_{zq} = 0,6 %)	max η (ε_{zq} = 0,6 %)		
-	[m]	[mNHN]	[cm]	[m]	[mNHN]	[mNHN]	[m]	[m]	[m]	[m]	[%]	[%]	-	-	[m]	[%]	[%]	-	-	[m]	kN/m²
21	260,0 270,0 280,0	43,6 43,2 42,8	139,4 135,4 125,7	20,0	43,6	42,8	1,39	1,26	1,35	0,0025	-0,025	-0,025	-	-	1,0	0,004	-0,053	162,8	-	nicht relevant	nicht relevant
22	270,0 280,0 290,0	43,2 42,8 42,4	135,4 125,7 107,3	20,0	43,2	42,4	1,35	1,07	1,26	0,0025	-0,045	-0,045	-	-	1,0	-0,002	-0,089	-	-	nicht relevant	nicht relevant
23	280,0 290,0 300,0	42,8 42,4 42,0	125,7 107,3 99,3	20,0	42,8	42,0	1,26	0,99	1,07	0,0025	-0,042	-0,042	-	-	1,0	-0,094	0,010	-	59,4	nicht relevant	nicht relevant
24	290,0 300,0 310,0	42,4 42,0 41,6	107,3 99,3 85,5	20,0	42,4	41,6	1,07	0,85	0,99	0,0025	-0,037	-0,037	-	-	1,0	-0,008	-0,066	-	-	nicht relevant	nicht relevant
25	300,0 310,0 320,0	42,0 41,6 41,2	99,3 85,5 73,2	20,0	42,0	41,2	0,99	0,73	0,85	0,0025	-0,044	-0,044	-	-	1,0	-0,051	-0,036	-	-	nicht relevant	nicht relevant
26	310,0 320,0 330,0	41,6 41,2 40,8	85,5 73,2 60,6	20,0	41,6	40,8	0,85	0,61	0,73	0,0025	-0,042	-0,042	-	-	1,0	-0,040	-0,044	-	-	nicht relevant	nicht relevant
27	320,0 330,0 340,0	41,2 40,8 40,4	73,2 60,6 55,1	20,0	41,2	40,4	0,73	0,55	0,61	0,0025	-0,031	-0,031	-	-	1,0	-0,067	0,004	-	137,9	nicht relevant	nicht relevant
28	330,0 340,0 350,0	40,8 40,4 40,0	60,6 55,1 47,3	20,0	40,8	40,0	0,61	0,47	0,55	0,0025	-0,024	-0,024	-	-	1,0	-0,013	-0,036	-	-	nicht relevant	nicht relevant
29	340,0 350,0 360,0	40,4 40,0 39,6	55,1 47,3 38,2	20,0	40,4	39,6	0,55	0,38	0,47	0,0025	-0,030	-0,030	-	-	1,0	-0,024	-0,036	-	-	nicht relevant	nicht relevant
30	350,0 360,0 370,0	40,0 39,6 39,2	47,3 38,2 27,6	20,0	40,0	39,2	0,47	0,28	0,38	0,0025	-0,034	-0,034	-	-	1,0	-0,026	-0,042	-	-	nicht relevant	nicht relevant
31	360,0 370,0 380,0	39,6 39,2 41,8	38,2 27,6 16,2	20,0	39,6	41,8	0,38	0,16	0,28	0,0025	0,126	0,126	23,9	23,9	1,0	0,130	0,122	4,6	4,9	nicht relevant	nicht relevant
32	370,0 380,0 385,0	39,2 41,8 42,0	27,6 16,2 4,7	15,0	39,2	42,0	0,28	0,05	0,16	0,0025	0,287	0,287	10,5	10,5	1,0	0,287	0,286	2,1	2,1	nicht relevant	nicht relevant

* Höhe Unterkante Basisabdichtung

IGH INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT
DR.-ING. WESELOH - PROF. DR.-ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH
Volgersweg 58 30175 Hannover Telefon (0511) 343205 Telefax (0511) 341544

Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt der Deponieklasse III / Setzungsberechnung

Auftrag Nr.: 4.619

Anlage: 18.2-1

Berechnungs-punkt	Station	H*	Setzung s_i	a	H_l	H_r	s_l	s_r	s_m	Kunststoffdichtungsbahn (KDB)					Geotechnische Barriere (TB)					Mächtigkeit des neuen Deponiekörpers	vorh. σ_0
										d	min ε_{RF} UK KDB	max ε_{RF} OK KDB	min η (ε_{zq} = 3,0 %)	max η (ε_{zq} = 3,0 %)	d	min ε_{RF} UK TB	max ε_{RF} OK TB	min η (ε_{zq} = 0,6 %)	max η (ε_{zq} = 0,6 %)		
-	[m]	[mNHN]	[cm]	[m]	[mNHN]	[mNHN]	[m]	[m]	[m]	[m]	[%]	[%]	-	-	[m]	[%]	[%]	-	-	[m]	kN/m²
33	63,0 70,0 80,0	58,0 56,1 53,5	29,2 47,4 63,6	17,0	58,0	53,5	0,29	0,64	0,47	0,0025	0,517	0,517	5,8	5,8	1,0	0,530	0,505	1,1	1,2	3,4	102,0
34	70,0 80,0 90,0	56,1 53,5 51,6	47,4 63,6 79,7	20,0	56,1	51,6	0,47	0,80	0,64	0,0025	0,361	0,361	8,3	8,3	1,0	0,362	0,361	1,7	1,7	4,4	116,5
35	80,0 90,0 100,0	53,5 51,6 51,2	63,6 79,7 96,0	20,0	53,5	51,2	0,64	0,96	0,80	0,0025	0,201	0,201	15,0	15,0	1,0	0,200	0,202	3,0	3,0	nicht relevant	nicht relevant
36	90,0 100,0 110,0	51,6 51,2 50,8	79,7 96,0 109,3	20,0	51,6	50,8	0,80	1,09	0,96	0,0025	0,070	0,070	42,7	42,8	1,0	0,085	0,055	7,0	10,9	nicht relevant	nicht relevant
37	100,0 110,0 120,0	51,2 50,8 50,3	96,0 109,3 124,8	20,0	51,2	50,3	0,96	1,25	1,09	0,0025	0,069	0,069	43,3	43,3	1,0	0,058	0,080	10,3	7,5	nicht relevant	nicht relevant
38	110,0 120,0 130,0	50,8 50,3 50,0	109,3 124,8 149,9	20,0	50,8	50,0	1,09	1,50	1,25	0,0025	0,103	0,103	29,1	29,1	1,0	0,055	0,151	10,9	4,0	nicht relevant	nicht relevant
39	120,0 130,0 140,0	50,3 50,0 50,0	124,8 149,9 152,8	20,0	50,3	50,0	1,25	1,53	1,50	0,0025	0,045	0,044	66,8	67,6	1,0	0,155	-0,066	3,9	-	nicht relevant	nicht relevant
40	130,0 140,0 150,0	50,0 50,0 50,0	149,9 152,8 159,0	20,0	50,0	50,0	1,50	1,59	1,53	0,0025	0,001	0,001	2511,9	2348,3	1,0	-0,015	0,018	-	33,5	nicht relevant	nicht relevant
41	140,0 150,0 160,0	50,0 50,0 49,3	152,8 159,0 170,3	20,0	50,0	49,3	1,53	1,70	1,59	0,0025	0,033	0,033	91,8	91,4	1,0	0,008	0,058	79,5	10,4	nicht relevant	nicht relevant
42	150,0 160,0 170,0	50,0 49,3 49,2	159,0 170,3 180,2	20,0	50,0	49,2	1,59	1,80	1,70	0,0025	0,045	0,045	66,2	66,3	1,0	0,052	0,038	11,5	15,7	nicht relevant	nicht relevant
43	160,0 170,0 180,0	49,3 49,2 49,2	170,3 180,2 186,5	20,0	49,3	49,2	1,70	1,87	1,80	0,0025	0,010	0,009	313,0	316,0	1,0	0,028	-0,008	21,8	-	nicht relevant	nicht relevant
44	170,0 180,0 190,0	49,2 49,2 48,6	180,2 186,5 195,6	20,0	49,2	48,6	1,80	1,96	1,87	0,0025	0,028	0,028	106,9	106,7	1,0	0,014	0,042	43,1	14,2	nicht relevant	nicht relevant
45	180,0 190,0 200,0	49,2 48,6 48,5	186,5 195,6 197,8	20,0	49,2	48,5	1,87	1,98	1,96	0,0025	0,022	0,022	134,9	136,0	1,0	0,057	-0,012	10,6	-	nicht relevant	nicht relevant
46	190,0 200,0 210,0	48,6 48,5 48,4	195,6 197,8 196,4	20,0	48,6	48,4	1,96	1,96	1,98	0,0025	0,001	0,000	5372,2	6397,5	1,0	0,018	-0,017	32,6	-	nicht relevant	nicht relevant
47	200,0 210,0 220,0	48,5 48,4 47,8	197,8 196,4 202,7	20,0	48,5	47,8	1,98	2,03	1,96	0,0025	0,009	0,009	325,9	319,2	1,0	-0,029	0,048	-	12,5	nicht relevant	nicht relevant
48	210,0 220,0 230,0	48,4 47,8 47,7	196,4 202,7 203,4	20,0	48,4	47,7	1,96	2,03	2,03	0,0025	0,014	0,014	210,3	212,4	1,0	0,043	-0,014	14,1	-	nicht relevant	nicht relevant
49	220,0 230,0 240,0	47,8 47,7 47,7	202,7 203,4 201,7	20,0	47,8	47,7	2,03	2,02	2,03	0,0025	0,000	0,000	-	-	1,0	0,011	-0,012	52,6	-	nicht relevant	nicht relevant
50	230,0 240,0 250,0	47,7 47,7 47,0	203,4 201,7 204,9	20,0	47,7	47,0	2,03	2,05	2,02	0,0025	0,003	0,003	1030,8	988,7	1,0	-0,022	0,028	-	21,6	nicht relevant	nicht relevant
51	240,0 250,0 260,0	47,7 47,0 46,9	201,7 204,9 213,7	20,0	47,7	46,9	2,02	2,14	2,05	0,0025	0,025	0,025	121,1	120,5	1,0	-0,003	0,052	-	11,5	nicht relevant	nicht relevant
52	250,0 260,0 270,0	47,0 46,9 47,0	204,9 213,7 215,0	20,0	47,0	47,0	2,05	2,15	2,14	0,0025	0,004	0,003	846,5	893,9	1,0	0,041	-0,034	14,6	-	nicht relevant	nicht relevant
53	260,0 270,0 280,0	46,9 47,0 46,3	213,7 215,0 220,2	20,0	46,9	46,3	2,14	2,20	2,15	0,0025	0,011	0,011	265,6	263,3	1,0	-0,009	0,031	-	19,2	nicht relevant	nicht relevant

* Höhe Unterkante Basisabdichtung

IGH INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT
DR.-ING. WESELOH - PROF. DR.-ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH
Volgersweg 58 30175 Hannover Telefon (0511) 343205 Telefax (0511) 341544

Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt der Deponieklasse III / Setzungsberechnung

Auftrag Nr.: 4.619

Anlage: 18.2-2

Berechnungs-punkt	Station	H*	Setzung s_i	a	H_l	H_r	s_l	s_r	s_m	Kunststoffdichtungsbahn (KDB)					Geotechnische Barriere (TB)					Mächtigkeit des neuen Deponiekörpers	vorh. σ_0
										d	min ε_{RF} UK KDB	max ε_{RF} OK KDB	min η (ε_{zq} = 3,0 %)	max η (ε_{zq} = 3,0 %)	d	min ε_{RF} UK TB	max ε_{RF} OK TB	min η (ε_{zq} = 0,6 %)	max η (ε_{zq} = 0,6 %)		
-	[m]	[mNHN]	[cm]	[m]	[mNHN]	[mNHN]	[m]	[m]	[m]	[m]	[%]	[%]	-	-	[m]	[%]	[%]	-	-	[m]	kN/m²
53	260,0 270,0 280,0	46,9 47,0 46,3	213,7 215,0 220,2	20,0	46,9	46,3	2,14	2,20	2,15	0,0025	0,011	0,011	265,6	263,3	1,0	-0,009	0,031	-	19,2	nicht relevant	nicht relevant
54	270,0 280,0 290,0	47,0 46,3 46,2	215,0 220,2 220,8	20,0	47,0	46,2	2,15	2,21	2,20	0,0025	0,012	0,012	240,7	242,9	1,0	0,036	-0,011	16,8	-	nicht relevant	nicht relevant
55	280,0 290,0 300,0	46,3 46,2 46,2	220,2 220,8 216,9	20,0	46,3	46,2	2,20	2,17	2,21	0,0025	0,000	0,000	26678,2	6639500,3	1,0	0,022	-0,022	26,7	-	nicht relevant	nicht relevant
56	290,0 300,0 310,0	46,2 46,2 45,5	220,8 216,9 224,2	20,0	46,2	45,5	2,21	2,24	2,17	0,0025	0,008	0,008	389,5	375,8	1,0	-0,048	0,064	-	9,4	nicht relevant	nicht relevant
57	300,0 310,0 320,0	46,2 45,5 45,4	216,9 224,2 217,1	20,0	46,2	45,4	2,17	2,17	2,24	0,0025	0,004	0,004	727,4	797,2	1,0	0,076	-0,068	7,9	-	nicht relevant	nicht relevant
58	310,0 320,0 330,0	45,5 45,4 45,5	224,2 217,1 212,3	20,0	45,5	45,5	2,24	2,12	2,17	0,0025	0,000	0,000	8786,1	7486,9	1,0	-0,011	0,012	-	49,1	nicht relevant	nicht relevant
59	320,0 330,0 340,0	45,4 45,5 45,0	217,1 212,3 213,1	20,0	45,4	45,0	2,17	2,13	2,12	0,0025	-0,003	-0,003	-	-	1,0	-0,031	0,024	-	24,7	nicht relevant	nicht relevant
60	330,0 340,0 350,0	45,5 45,0 45,0	212,3 213,1 208,1	20,0	45,5	45,0	2,12	2,08	2,13	0,0025	-0,004	-0,004	-	-	1,0	0,025	-0,033	24,1	-	nicht relevant	nicht relevant
61	340,0 350,0 360,0	45,0 45,0 45,3	213,1 208,1 205,7	20,0	45,0	45,3	2,13	2,06	2,08	0,0025	0,005	0,005	554,9	548,3	1,0	-0,008	0,019	-	32,4	nicht relevant	nicht relevant
62	350,0 360,0 370,0	45,0 45,3 45,5	208,1 205,7 213,4	20,0	45,0	45,5	2,08	2,13	2,06	0,0025	-0,004	-0,004	-	-	1,0	-0,054	0,046	-	12,9	nicht relevant	nicht relevant
63	360,0 370,0 380,0	45,3 45,5 46,3	205,7 213,4 165,7	20,0	45,3	46,3	2,06	1,66	2,13	0,0025	0,176	0,174	17,1	17,2	1,0	0,450	-0,100	1,3	-	16,1	286,2
64	370,0 380,0 390,0	45,5 46,3 49,3	213,4 165,7 164,8	20,0	45,5	49,3	2,13	1,65	1,66	0,0025	0,513	0,514	5,9	5,8	1,0	0,290	0,736	2,1	0,8	14,6	264,4
65	380,0 390,0 400,0	46,3 49,3 52,1	165,7 164,8 142,9	20,0	46,3	52,1	1,66	1,43	1,65	1,0025	0,414	0,222	7,2	13,5	2,0	0,510	0,126	1,2	4,8	11,1	213,7
66	390,0 400,0 410,0	49,3 52,1 55,0	164,8 142,9 110,1	20,0	49,3	55,0	1,65	1,10	1,43	2,0025	0,853	0,655	3,5	4,6	3,0	0,903	0,605	0,7	1,0	7,6	162,9
67	400,0 410,0 420,0	52,1 55,0 58,0	142,9 110,1 71,1	20,0	52,1	58,0	1,43	0,71	1,10	3,0025	1,112	0,944	2,7	3,2	4,0	1,139	0,916	0,5	0,7	2,9	94,8

* Höhe Unterkante Basisabdichtung

IGH INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT
DR.-ING. WESELOH - PROF. DR.-ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH
Volgersweg 58 30175 Hannover Telefon (0511) 343205 Telefax (0511) 341544

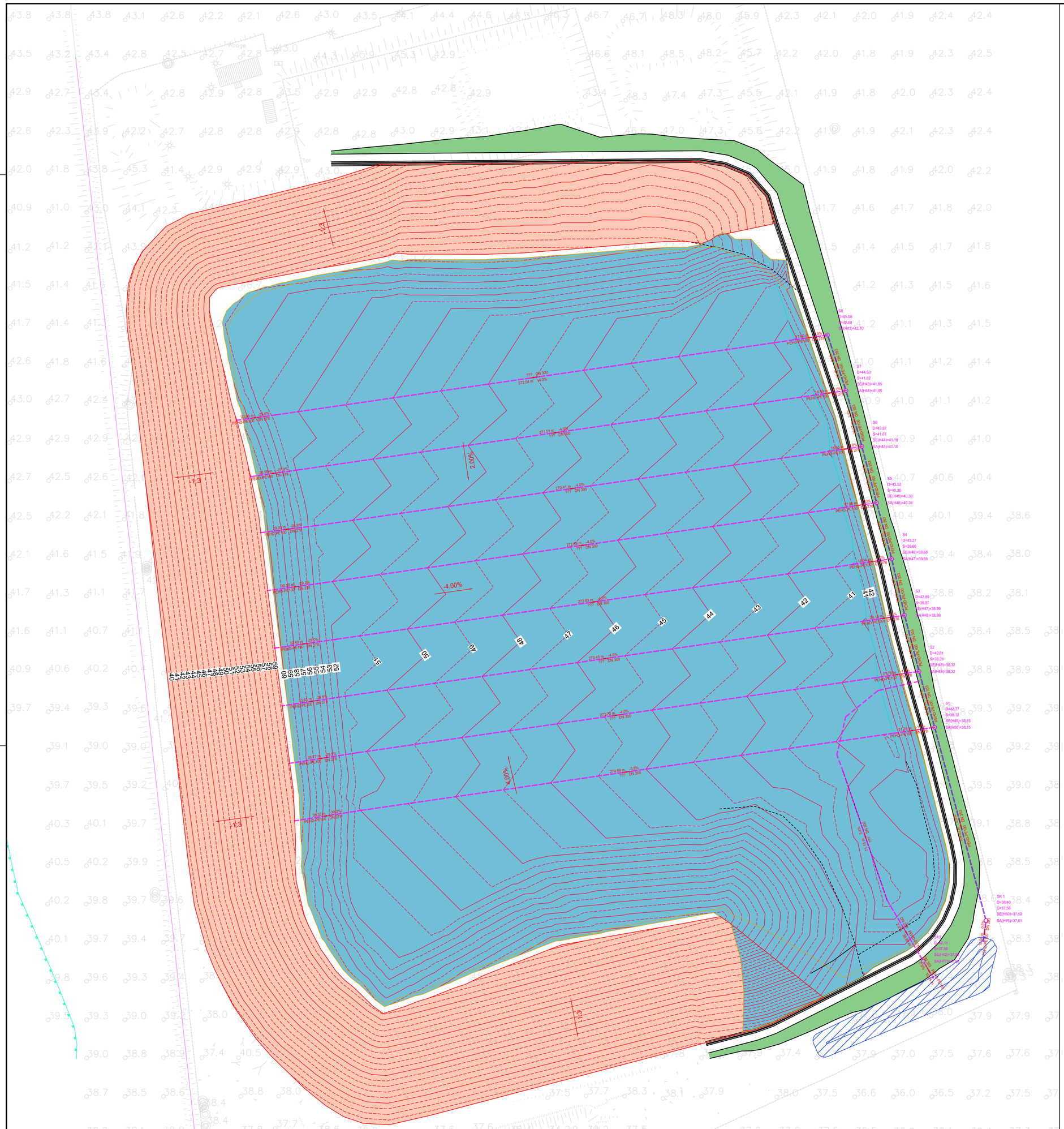
Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt der Deponieklasse III / Setzungsberechnung

Auftrag Nr.: 4.619

Anlage: 19

Berechnungs-punkt	Station	H*	Setzung s_i	a	H_l	H_r	s_l	s_r	s_m	Kunststoffdichtungsbahn (KDB)					Geotechnische Barriere (TB)					Mächtigkeit des neuen Deponiekörpers	vorh. σ_0
										d	min ε_{RF} UK KDB	max ε_{RF} OK KDB	min η (ε_{zq} = 3,0 %)	max η (ε_{zq} = 3,0 %)	d	min ε_{RF} UK TB	max ε_{RF} OK TB	min η (ε_{zq} = 0,6 %)	max η (ε_{zq} = 0,6 %)		
-	[m]	[mNHN]	[cm]	[m]	[mNHN]	[mNHN]	[m]	[m]	[m]	[m]	[%]	[%]	-	-	[m]	[%]	[%]	-	-	[m]	kN/m²
1	5,0 10,0 20,0	37,2 39,1 42,3	3,6 7,1 14,7	15,0	37,2	42,3	0,04	0,15	0,07	0,0025	-0,223	-0,223	-	-	0,5	-0,239	-0,207	-	-	nicht relevant	nicht relevant
2	10,0 20,0 30,0	39,1 42,3 46,2	7,1 14,7 22,7	20,0	39,1	46,2	0,07	0,23	0,15	0,0025	-0,243	-0,243	-	-	0,5	-0,244	-0,242	-	-	nicht relevant	nicht relevant
3	20,0 30,0 40,0	42,3 46,2 49,4	14,7 22,7 22,3	20,0	42,3	49,4	0,15	0,22	0,23	0,0025	-0,119	-0,119	-	-	0,5	-0,100	-0,138	-	-	nicht relevant	nicht relevant
4	30,0 40,0 50,0	46,2 49,4 52,9	22,7 22,3 26,9	20,0	46,2	52,9	0,23	0,27	0,22	0,0025	-0,063	-0,063	-	-	0,5	-0,074	-0,052	-	-	nicht relevant	nicht relevant
5	40,0 50,0 60,0	49,4 52,9 55,3	22,3 26,9 25,9	20,0	49,4	55,3	0,22	0,26	0,27	0,0025	-0,047	-0,047	-	-	0,5	-0,034	-0,060	-	-	nicht relevant	nicht relevant
6	50,0 60,0 70,0	52,9 55,3 56,7	26,9 25,9 26,3	20,0	52,9	56,7	0,27	0,26	0,26	0,0025	0,006	0,006	517,2	513,9	0,5	0,002	0,010	282,0	63,1	nicht relevant	nicht relevant
7	60,0 70,0 80,0	55,3 56,7 57,6	25,9 26,3 27,7	20,0	55,3	57,6	0,26	0,28	0,26	0,0025	-0,010	-0,010	-	-	0,5	-0,013	-0,008	-	-	nicht relevant	nicht relevant
8	70,0 80,0 90,0	56,7 57,6 58,2	26,3 27,7 27,9	20,0	56,7	58,2	0,26	0,28	0,28	0,0025	-0,006	-0,006	-	-	0,5	-0,003	-0,009	-	-	nicht relevant	nicht relevant
9	80,0 90,0 100,0	57,6 58,2 58,8	27,7 27,9 27,4	20,0	57,6	58,8	0,28	0,27	0,28	0,0025	0,001	0,001	3520,9	3585,9	1,0	0,004	-0,002	152,5	-	nicht relevant	nicht relevant
10	90,0 100,0 110,0	58,2 58,8 59,5	27,9 27,4 28,0	20,0	58,2	59,5	0,28	0,28	0,27	0,0025	0,000	0,000	-	-	1,0	-0,006	0,005	-	126,0	nicht relevant	nicht relevant
11	100,0 110,0 120,0	58,8 59,5 60,1	27,4 28,0 28,2	20,0	58,8	60,1	0,27	0,28	0,28	0,0025	-0,003	-0,003	-	-	1,0	-0,001	-0,005	-	-	nicht relevant	nicht relevant
12	110,0 120,0 130,0	59,5 60,1 60,9	28,0 28,2 27,8	20,0	59,5	60,9	0,28	0,28	0,28	0,0025	0,001	0,001	3523,7	3590,9	1,0	0,004	-0,002	149,0	-	nicht relevant	nicht relevant
13	120,0 130,0 140,0	60,1 60,9 61,5	28,2 27,8 27,5	20,0	60,1	61,5	0,28	0,27	0,28	0,0025	0,003	0,003	1177,6	1175,8	1,0	0,002	0,003	332,7	182,0	nicht relevant	nicht relevant
14	130,0 140,0 150,0	60,9 61,5 62,1	27,8 27,5 27,3	20,0	60,9	62,1	0,28	0,27	0,27	0,0025	0,002	0,002	1964,7	1962,5	1,0	0,001	0,002	508,9	319,7	nicht relevant	nicht relevant
15	140,0 150,0 160,0	61,5 62,1 62,8	27,5 27,3 26,8	20,0	61,5	62,8	0,27	0,27	0,27	0,0025	0,002	0,002	1420,3	1423,8	1,0	0,003	0,001	190,2	563,9	nicht relevant	nicht relevant
16	150,0 160,0 170,0	62,1 62,8 63,5	27,3 26,8 25,6	20,0	62,1	63,5	0,27	0,26	0,27	0,0025	0,006	0,006	514,0	515,8	1,0	0,010	0,002	61,2	325,0	nicht relevant	nicht relevant
17	160,0 170,0 180,0	62,8 63,5 64,2	26,8 25,6 25,1	20,0	62,8	64,2	0,27	0,25	0,26	0,0025	0,006	0,006	497,7	496,2	1,0	0,002	0,010	254,8	61,7	nicht relevant	nicht relevant
18	170,0 180,0 190,0	63,5 64,2 64,9	25,6 25,1 24,4	20,0	63,5	64,9	0,26	0,24	0,25	0,0025	0,004	0,004	702,3	703,3	1,0	0,005	0,003	109,8	195,2	nicht relevant	nicht relevant
19	180,0 190,0 200,0	64,2 64,9 65,5	25,1 24,4 23,7	20,0	64,2	65,5	0,25	0,24	0,24	0,0025	0,005	0,005	635,8	635,7	1,0	0,005	0,005	128,5	125,8	nicht relevant	nicht relevant
20	190,0 200,0 210,0	64,9 65,5 65,9	24,4 23,7 23,4	20,0	64,9	65,9	0,24	0,23	0,24	0,0025	0,002	0,002	1248,3	1242,1	1,0	0,000	0,005	38940,9	124,9	nicht relevant	nicht relevant
21	200,0 210,0 220,0	65,5 65,9 66,2	23,7 23,4 23,2	20,0	65,5	66,2	0,24	0,23	0,23	0,0025	0,001	0,001	3419,6	3421,5	1,0	0,001	0,001	614,2	772,0	nicht relevant	nicht relevant
22	210,0 220,0 230,0	65,9 66,2 66,4	23,4 23,2 23,1	20,0	65,9	66,4	0,23	0,23	0,23	0,0025	0,000	0,000	7515,1	7422,2	1,0	-0,001	0,001	-	428,2	nicht relevant	nicht relevant
23	220,0 230,0 240,0	66,2 66,4 66,5	23,2 23,1 21,9	20,0	66,2	66,5	0,23	0,22	0,23	0,0025	0,001	0,001	3049,1	3138,4	1,0	0,007	-0,005	91,3	-	nicht relevant	nicht relevant
24	230,0 240,0 250,0	66,4 66,5 66,1	23,1 21,9 20,5	20,0	66,4	66,1	0,23	0,20	0,22	0,0025	-0,002	-0,002	-	-	1,0	0,000	-0,003	-	-	nicht relevant	nicht relevant
25	240,0 250,0 260,0	66,5 66,1 65,7	21,9 20,5 19,3	20,0	66,5	65,7	0,22	0,19	0,20	0,0025	-0,005	-0,005	-	-	1,0	-0,007	-0,004	-	-	nicht relevant	nicht relevant

* Höhe Unterkante Oberflächenabdichtung



IGH mbH
Auftragsnummer: 4.619
Anlage: 20

Legende

- 40 — Höhenschichtlinie (5m Schritte)
- 41 — Höhenschichtlinie (1m Schritte)
- 1:3 — Neigungsverhältnis
- OK Mineralische Dichtung
- OK Abfall (Plangenehmigung 18.12.2019)

Bearb.: Siems	Gez.: Kohlhagen	Erstellt: 14.07.2023

Index	Datum	Gez./Bearb.	Art der Änderung	Gepr.

Auftraggeber:

MEAB Märkische Entsorgungsanlagen-Betriebsgesellschaft mbH
Tschudistraße 3
14476 Potsdam
Tel.: +49 (0) 33208 60-112
Fax: +49 (0) 33208 60-235

Planer:

BN Umwelt GmbH
Petridamm 26
18146 ROSTOCK
Tel.: +49 (0) 381 63712-30
Fax: +49 (0) 381 63712-34
Franz-Wienholz-Str. 25a
17291 PRENZLAU
Tel.: +49 (0) 3984 835-201
Fax: +49 (0) 3984 835-590

Bauvorhaben:
SAD Röthehof
DK III - Erweiterung der Deponie
Landkreis: Havelland
Land: Brandenburg

Planinhalt:
Lageplan
OK Mineralische Dichtung und Sickerwasserfassung

Planungsstand:	Entwurf	Projekt-Nr.:	1252-56
Maßstab:	1:1000	Zeichnungs-Nr.:	31405
Höhenbezug:	DHHN 92	Anlage:	
Koordinatensystem:	ETRS 89	Blatt-Nr.:	

Setzungsdifferenzen Schnitt West - Ost

Station [m]	Setzungen [m]	Setzungedifferenz [m]	Neigung [%]	
0	0,0067			Bereich Oberflächenabdichtung
10	0,0078	0,00112	0,01	
20	0,1200	0,11218	1,12	
30	0,1688	0,0488	0,49	
40	0,1686	-0,0002	0	
50	0,1644	-0,0042	-0,04	Bereich KBO mit Neigung 1:3
60	0,2843	0,1199	1,2	
70	0,5378	0,2535	2,54	
80	0,7729	0,2351	2,35	
90	0,9611	0,1882	1,88	Bereich KBO bzw. Basisabdichtung mit 4 % Längsgefälle
100	1,2115	0,2504	2,5	
110	1,4582	0,2467	2,47	
120	1,7095	0,2513	2,51	
130	1,8929	0,1834	1,83	
140	1,9005	0,0076	0,08	
150	2,0564	0,1559	1,56	
160	2,0935	0,0371	0,37	
170	2,1084	0,0149	0,15	
180	2,2228	0,1144	1,14	
190	2,1405	-0,0823	-0,82	
200	2,0895	-0,051	-0,51	
210	2,0016	-0,0879	-0,88	
220	1,8895	-0,1121	-1,12	
230	1,8417	-0,0478	-0,48	
240	1,6952	-0,1465	-1,47	
250	1,5625	-0,1327	-1,33	
260	1,3944	-0,1681	-1,68	
270	1,3539	-0,0405	-0,41	
280	1,2568	-0,0971	-0,97	
290	1,0727	-0,1841	-1,84	
300	0,9932	-0,0795	-0,8	
310	0,8549	-0,1383	-1,38	
320	0,7320	-0,1229	-1,23	
330	0,6059	-0,1261	-1,26	
340	0,551	-0,0549	-0,55	
350	0,4727	-0,0783	-0,78	
360	0,3824	-0,0903	-0,9	
370	0,2763	-0,1061	-1,06	
380	0,1620	-0,1143	-1,14	Bereich Basisabdichtung mit Neigung 1:3
390	0,0470	-0,115	-1,15	
400	0,0244	-0,0226	-0,23	

- negative Neigungen erzeugen ein Gegengefälle zu dem Längsgefälle von 4 %

Setzungsdifferenzen Schnitt Nord - Süd

Station [m]	Setzungen [m]	Setzungedifferenz [m]	Neigung [%]	
0	0,0043			Bereich Oberflächenabdichtung
10	0,0462	0,0419	0,42	
20	0,0828	0,0366	0,37	
30	0,1125	0,0297	0,3	
40	0,1374	0,0249	0,25	
50	0,1646	0,0272	0,27	Bereich KBO mit Neigung 1:3
60	0,2924	0,1278	1,28	
70	0,4737	0,1813	1,81	
80	0,6357	0,162	1,62	
90	0,7967	0,161	1,61	Bereich KBO mit ±4 % Quergefälle
100	0,9598	0,1631	1,63	
110	1,0927	0,1329	1,33	
120	1,2476	0,1549	1,55	
130	1,4987	0,2511	2,51	
140	1,5279	0,0292	0,29	
150	1,5904	0,0625	0,63	
160	1,7034	0,113	1,13	
170	1,8022	0,0988	0,99	
180	1,865	0,0628	0,63	
190	1,9562	0,0912	0,91	
200	1,978	0,0218	0,22	
210	1,964	-0,014	-0,14	
220	2,0273	0,0633	0,63	
230	2,0237	-0,0036	-0,04	
240	2,0167	-0,007	-0,07	
250	2,0493	0,0326	0,33	
260	2,137	0,0877	0,88	
270	2,1495	0,0125	0,12	
280	2,202	0,0525	0,53	
290	2,2077	0,0057	0,06	
300	2,1686	-0,0391	-0,39	
310	2,2421	0,0735	0,74	
320	2,1709	-0,0712	-0,71	
330	2,1234	-0,0475	-0,47	
340	2,131	0,0076	0,08	
350	2,0808	-0,0502	-0,5	
360	2,0568	-0,024	-0,24	
370	2,1335	0,0767	0,77	
380	1,6573	-0,4762	-4,76	Bereich KBO mit Neigung 1:3
390	1,6476	-0,0097	-0,1	
400	1,4287	-0,2189	-2,19	
410	1,101	-0,3277	-3,28	
420	0,7114	-0,3896	-3,9	
430	0,38	-0,3314	-3,31	
440	0,173	-0,207	-2,07	
450	0,1408	-0,0322	-0,32	Bereich Oberflächenabdichtung
460	0,1408	0	0	
470	0,1254	-0,0154	-0,15	
480	0,101	-0,0244	-0,24	
490	0,0514	-0,0496	-0,5	
500	0,0066	-0,0448	-0,45	

Setzungsdifferenzen Schnitt A - A'

Station [m]	Setzungen [m]	Setzungedifferenz [m]	Neigung [%]	
0	0,0000			Bereich Neigung 1:3
10	0,0714	0,0714	0,71	
20	0,0714	0	0	
30	0,2269	0,1555	1,56	
40	0,2234	-0,0035	-0,04	
50	0,2693	0,0459	0,46	
60	0,2585	-0,0108	-0,11	
70	0,263	0,0045	0,05	
80	0,2768	0,0138	0,14	Bereich Gefälle 7 %
90	0,2785	0,0017	0,02	
100	0,274	-0,0045	-0,05	
110	0,28	0,006	0,06	
120	0,282	0,002	0,02	
130	0,2776	-0,0044	-0,04	
140	0,2747	-0,0029	-0,03	
150	0,2725	-0,0022	-0,02	
160	0,2682	-0,0043	-0,04	
170	0,2559	-0,0123	-0,12	
180	0,251	-0,0049	-0,05	
190	0,2437	-0,0073	-0,07	
200	0,2365	-0,0072	-0,07	
210	0,2341	-0,0024	-0,02	
220	0,2315	-0,0026	-0,03	
230	0,2309	-0,0006	-0,01	
240	0,2191	-0,0118	-0,12	
250	0,2045	-0,0146	-0,15	
260	0,1931	-0,0114	-0,11	

Gleitsicherheit der kombinierten Basis- und Oberflächenabdichtung

Böschungsneigung: 18,435 °

Bemessungsituation: **BS-P**

Teilsicherheitsbeiwerte:

γ_G = 1,00

γ_Q = 1,30

$\gamma_{\phi}, \gamma_{\delta}$ = 1,25

γ_c = 1,25

Baugerät:

Betriebsgewicht P_k: kN

Anzahl der Aufstandsflächen: Stück

Breite der Aufstandsfläche b: m

Länge der Aufstandsfläche l: m

Lastausbreitungswinkel α: °

Fahrwinkel zur Böschungsfalllinie ε: °

Faktoren zur Berücksichtigung der seismischen Trägheitskräfte:

Horizontaler Erdbeschleunigungsfaktor k_h:

Vertikaler Erdbeschleunigungsfaktor k_v:

Geräteeinsatz auf bzw. Fertigstellung bis Fuge: 13

Fuge	Komponente	d	γ_k / $\gamma_{r,k}$	γ_k / γ_k'	ϕ_k' / δ_k'	c_k' / a_k'	∑ Spalte 3·4·γ_G	∑ Spalte 3·5	t	A	p_K	p_K'	E	R_φ	R_c	$R=R_\varphi+R_c$	μ
-	-	m	kN/m³	kN/m³	°	kN/m²	kN/m²	kN/m²	m	m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	-
1	Planum	0,000	18,00	18,00	30,00	0,00	38,76	38,76					12,26	16,99	0,00	16,99	0,72
2	TAS u	0,000	18,50	18,50	33,50	0,00	38,76	38,76					12,26	19,47	0,00	19,47	0,63
3	TAS o	0,500	18,50	18,50	33,50	0,00	29,51	29,51					9,33	14,83	0,00	14,83	0,63
4	GLB/MD u	0,000	19,50	19,50	23,50	10,00	29,51	29,51					9,33	9,74	8,00	17,74	0,53
5	GLB/MD o	1,000	19,50	19,50	23,50	10,00	10,01	10,01					3,17	3,30	8,00	11,30	0,28
6	KDB/MD1 u	0,000	9,50	9,50	22,30	1,90	10,01	10,01					3,17	3,12	1,52	4,64	0,68
7	KDB o	0,0025	9,50	9,50	28,00	0,00	9,99	9,99					3,16	4,03	0,00	4,03	0,78
8	MDDS u	0,000	19,50	9,50	28,00	0,00	9,99	9,79					3,16	3,95	0,00	3,95	0,80
9	MDSS	0,010	19,50	9,50	28,00	0,00	9,80	9,70					3,10	3,91	0,00	3,91	0,79
10	MDSS o	0,010	19,50	9,50	28,00	0,00	9,60	9,60					3,04	3,87	0,00	3,87	0,78
11	EWS u	0,000	17,50	17,50	33,50	0,00	9,60	9,60					3,04	4,82	0,00	4,82	0,63
12	EWS o	0,500	17,50	17,50	33,50	0,00	0,85	0,85					0,27	0,43	0,00	0,43	0,63
13	Schnee	1,000	0,85	0,85													
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	
27																	
28																	
29																	
30																	
31																	
32																	
33																	
34																	
35																	

IGH
INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT
DR.-ING. WESELOH - PROF. DR.-ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH
Volgersweg 58 30175 Hannover Telefon (0511) 343205 Telefax (0511) 341544

MEAB mbH
Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt der Deponieklasse III / Gleitsicherheitsnachweise

Auftr.Nr: 4.619

Anlage: 24.1

Gleitsicherheit der kombinierten Basis- und Oberflächenabdichtung

Böschungsneigung: 18,435 °

Bemessungsituation: **BS-P**

Teilsicherheitsbeiwerte:

γ_G = 1,00

γ_Q = 1,30

$\gamma_{\phi}, \gamma_{\delta}$ = 1,25

γ_c = 1,25

Baugerät:

Betriebsgewicht P_k: kN

Anzahl der Aufstandsflächen: Stück

Breite der Aufstandsfläche b: m

Länge der Aufstandsfläche l: m

Lastausbreitungswinkel α: °

Fahrwinkel zur Böschungsfalllinie ε: °

Faktoren zur Berücksichtigung der seismischen Trägheitskräfte:

Horizontaler Erdbeschleunigungsfaktor k_h:

Vertikaler Erdbeschleunigungsfaktor k_v:

Geräteeinsatz auf bzw. Fertigstellung bis Fuge: 13

Fuge	Komponente	d	γ_k / $\gamma_{r,k}$	γ_k / γ_k'	ϕ_k' / δ_k'	c_k' / a_k'	∑ Spalte 3·4·γ_G	∑ Spalte 3·5	t	A	p_K	p_K'	E	R_φ	R_c	$R=R_\varphi+R_c$	μ
-	-	m	kN/m³	kN/m³	°	kN/m²	kN/m²	kN/m²	m	m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	-
1	Planum	0,000	18,00	18,00	30,00	0,00	38,76	38,76					12,26	16,99	0,00	16,99	0,72
2	TAS u	0,000	18,50	18,50	33,50	0,00	38,76	38,76					12,26	19,47	0,00	19,47	0,63
3	TAS o	0,500	18,50	18,50	33,50	0,00	29,51	29,51					9,33	14,83	0,00	14,83	0,63
4	GLB/MD u	0,000	19,50	19,50	23,50	10,00	29,51	29,51					9,33	9,74	8,00	17,74	0,53
5	GLB/MD o	1,000	19,50	19,50	23,50	10,00	10,01	10,01					3,17	3,30	8,00	11,30	0,28
6	KDB/MD1 u	0,000	9,50	9,50	16,90	4,00	10,01	10,01					3,17	2,31	3,20	5,51	0,57
7	KDB o	0,0025	9,50	9,50	28,00	0,00	9,99	9,99					3,16	4,03	0,00	4,03	0,78
8	MDDS u	0,000	19,50	9,50	28,00	0,00	9,99	9,79					3,16	3,95	0,00	3,95	0,80
9	MDSS	0,010	19,50	9,50	28,00	0,00	9,80	9,70					3,10	3,91	0,00	3,91	0,79
10	MDSS o	0,010	19,50	9,50	28,00	0,00	9,60	9,60					3,04	3,87	0,00	3,87	0,78
11	EWS u	0,000	17,50	17,50	33,50	0,00	9,60	9,60					3,04	4,82	0,00	4,82	0,63
12	EWS o	0,500	17,50	17,50	33,50	0,00	0,85	0,85					0,27	0,43	0,00	0,43	0,63
13	Schnee	1,000	0,85	0,85													
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	
27																	
28																	
29																	
30																	
31																	
32																	
33																	
34																	
35																	

IGH
INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT
DR.-ING. WESELOH - PROF. DR.-ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH
Volgersweg 58 30175 Hannover Telefon (0511) 343205 Telefax (0511) 341544

MEAB mbH
Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt der Deponieklasse III / Gleitsicherheitsnachweise

Auftr.Nr: 4.619

Anlage: 24.2

Gleitsicherheit der kombinierten Basis- und Oberflächenabdichtung

Böschungsneigung: 18,435 °

Bemessungsituation: **BS-T**

Teilsicherheitsbeiwerte:

γ_G = 1,00

γ_Q = 1,20

$\gamma_{\phi}, \gamma_{\delta}$ = 1,15

γ_c = 1,15

Baugerät: (Raupe Cat D5G LGP auf Trag- und Ausgleichschicht)

Betriebsgewicht P_k: 96,7 kN

Anzahl der Aufstandsflächen: 2 Stück

Breite der Aufstandsfläche b: 0,66 m

Länge der Aufstandsfläche l: 2,32 m

Lastausbreitungswinkel α: 30,0 °

Fahrwinkel zur Böschungsfalllinie ε: 0,0 °

Faktoren zur Berücksichtigung der seismischen Trägheitskräfte:

Horizontaler Erdbeschleunigungsfaktor k_h:

Vertikaler Erdbeschleunigungsfaktor k_v:

Geräteeinsatz auf bzw. Fertigstellung bis Fuge: 3

Fuge	Komponente	d	γ_k / $\gamma_{r,k}$	γ_k / γ_k'	ϕ_k' / δ_k'	c_k' / a_k'	∑ Spalte 3·4·γ_G	∑ Spalte 3·5	t	A	p_K	p_K'	E	R_φ	R_c	$R=R_\varphi+R_c$	μ
-	-	m	kN/m³	kN/m³	°	kN/m²	kN/m²	kN/m²	m	m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	-
1	Planum	0,000	18,00	18,00	30,00	0,00	9,25	9,25	0,50	7,17	13,49	4,72	9,83	10,83	0,00	10,83	0,91
2	TAS u	0,000	18,50	18,50	33,50	0,00	9,25	9,25	0,50	7,17	13,49	4,72	9,83	12,41	0,00	12,41	0,79
3	TAS o	0,500	18,50	18,50	33,50	0,00	0,00	0,00	0,00	3,06	31,58	12,63	16,78	17,24	0,00	17,24	0,97
4	GLB/MD u	0,000	19,50	19,50	23,50	10,00											
5	GLB/MD o	1,000	19,50	19,50	23,50	10,00											
6	KDB/MD1 u	0,000	9,50	9,50	22,30	1,90											
7	KDB o	0,0025	9,50	9,50	28,00	0,00											
8	MDDS u	0,000	19,50	9,50	28,00	0,00											
9	MDSS	0,010	19,50	9,50	28,00	0,00											
10	MDSS o	0,010	19,50	9,50	28,00	0,00											
11	EWS u	0,000	17,50	17,50	33,50	0,00											
12	EWS o	0,500	17,50	17,50	33,50	0,00											
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	
27																	
28																	
29																	
30																	
31																	
32																	
33																	
34																	
35																	

IGH
INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT
DR.-ING. WESELOH - PROF. DR.-ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH
Volgersweg 58 30175 Hannover Telefon (0511) 343205 Telefax (0511) 341544

MEAB mbH
Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt der Deponieklasse III / Gleitsicherheitsnachweise

Auftr.Nr: 3.962

Anlage: 25.1

Gleitsicherheit der kombinierten Basis- und Oberflächenabdichtung

Böschungsneigung: 18,435 °

Bemessungsituation: **BS-T**

Teilsicherheitsbeiwerte:

γ_G = 1,00

γ_Q = 1,20

$\gamma_{\phi,} \gamma_\delta$ = 1,15

γ_c = 1,15

Baugerät: (Raupe Cat D5G LGP auf GLB/MD)

Betriebsgewicht P_k: 96,7 kN

Anzahl der Aufstandsflächen: 2 Stück

Breite der Aufstandsfläche b: 0,66 m

Länge der Aufstandsfläche l: 2,32 m

Lastausbreitungswinkel α: 30,0 °

Fahrwinkel zur Böschungsfalllinie ε: 0,0 °

Faktoren zur Berücksichtigung der seismischen Trägheitskräfte:

Horizontaler Erdbeschleunigungsfaktor k_h:

Vertikaler Erdbeschleunigungsfaktor k_v:

Geräteeinsatz auf bzw. Fertigstellung bis Fuge: 5

Fuge	Komponente	d	γ_k / $\gamma_{r,k}$	γ_k / γ_k'	ϕ_k' / δ_k'	c_k' / a_k'	∑ Spalte 3·4·γ_G	∑ Spalte 3·5	t	A	p_K	p_K'	E	R_φ	R_c	$R=R_\varphi+R_c$	μ
-	-	m	kN/m³	kN/m³	°	kN/m²	kN/m²	kN/m²	m	m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	-
1	Planum	0,000	18,00	18,00	30,00	0,00	28,75	28,75	1,50	19,39	4,99	1,25	11,46	16,07	0,00	16,07	0,71
2	TAS u	0,000	18,50	18,50	33,50	0,00	28,75	28,75	1,50	19,39	4,99	1,25	11,46	18,42	0,00	18,42	0,62
3	TAS o	0,500	18,50	18,50	33,50	0,00	19,50	19,50	1,00	12,61	7,67	2,30	9,95	14,83	0,00	14,83	0,67
4	GLB/MD u	0,000	19,50	19,50	23,50	10,00	19,50	19,50	1,00	12,61	7,67	2,30	9,95	9,74	8,70	18,44	0,54
5	GLB/MD o	1,000	19,50	19,50	23,50	10,00	0,00	0,00	0,00	3,06	31,58	12,63	16,78	11,33	8,70	20,02	0,84
6	KDB/MD1 u	0,000	9,50	9,50	22,30	1,90											
7	KDB o	0,0025	9,50	9,50	28,00	0,00											
8	MDDS u	0,000	19,50	9,50	28,00	0,00											
9	MDSS	0,010	19,50	9,50	28,00	0,00											
10	MDSS o	0,010	19,50	9,50	28,00	0,00											
11	EWS u	0,000	17,50	17,50	33,50	0,00											
12	EWS o	0,500	17,50	17,50	33,50	0,00											
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	
27																	
28																	
29																	
30																	
31																	
32																	
33																	
34																	
35																	

IGH
INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT
DR.-ING. WESELOH - PROF. DR.-ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH
Volgersweg 58 30175 Hannover Telefon (0511) 343205 Telefax (0511) 341544

MEAB mbH
Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt der Deponieklasse III / Gleitsicherheitsnachweise

Auftr.Nr: 3.962

Anlage: 25.2

Gleitsicherheit der kombinierten Basis- und Oberflächenabdichtung

Böschungsneigung: 18,435 °

Bemessungsituation: **BS-T**

Teilsicherheitsbeiwerte:

γ_G = 1,00

γ_Q = 1,20

$\gamma_{\phi}, \gamma_{\delta}$ = 1,15

γ_c = 1,15

Baugerät: (Walze BW 211 D 4 / 211 PD 4 auf GLB/MD)

Betriebsgewicht P_k: 126,6 kN

Anzahl der Aufstandsflächen: 3 Stück

Breite der Aufstandsfläche b: 1,100 m

Länge der Aufstandsfläche l: 0,330 m

Lastausbreitungswinkel α: 30,0 °

Fahrwinkel zur Böschungsfalllinie ε: 0,0 °

Faktoren zur Berücksichtigung der seismischen Trägheitskräfte:

Horizontaler Erdbeschleunigungsfaktor k_h:

Vertikaler Erdbeschleunigungsfaktor k_v:

Geräteeinsatz auf bzw. Fertigstellung bis Fuge: 5

Fuge	Komponente	d	γ_k / $\gamma_{r,k}$	γ_k / γ_k'	ϕ_k' / δ_k'	c_k' / a_k'	∑ Spalte 3·4·γ_G	∑ Spalte 3·5	t	A	p_K	p_K'	E	R_φ	R_c	$R=R_\varphi+R_c$	μ
-	-	m	kN/m³	kN/m³	°	kN/m²	kN/m²	kN/m²	m	m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	-
1	Planum	0,000	18,00	18,00	30,00	0,00	28,75	28,75	1,50	17,52	7,23	1,81	12,52	17,13	0,00	17,13	0,73
2	TAS u	0,000	18,50	18,50	33,50	0,00	28,75	28,75	1,50	17,52	7,23	1,81	12,52	19,64	0,00	19,64	0,64
3	TAS o	0,500	18,50	18,50	33,50	0,00	19,50	19,50	1,00	10,04	12,61	3,78	12,39	17,53	0,00	17,53	0,71
4	GLB/MD u	0,000	19,50	19,50	23,50	10,00	19,50	19,50	1,00	10,04	12,61	3,78	12,39	11,52	8,70	20,21	0,61
5	GLB/MD o	1,000	19,50	19,50	23,50	10,00	0,00	0,00	0,00	1,09	116,25	46,50	61,76	41,70	8,70	50,40	*1,23*
6	KDB/MD1 u	0,000	9,50	9,50	22,30	1,90											
7	KDB o	0,0025	9,50	9,50	28,00	0,00											
8	MDDS u	0,000	19,50	9,50	28,00	0,00											
9	MDSS	0,010	19,50	9,50	28,00	0,00											
10	MDSS o	0,010	19,50	9,50	28,00	0,00											
11	EWS u	0,000	17,50	17,50	33,50	0,00											
12	EWS o	0,500	17,50	17,50	33,50	0,00											
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	
27																	
28																	
29																	
30																	
31																	
32																	
33																	
34																	
35																	

IGH
INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT
DR.-ING. WESELOH - PROF. DR.-ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH
Volgersweg 58 30175 Hannover Telefon (0511) 343205 Telefax (0511) 341544

MEAB mbH
Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt der Deponieklasse III / Gleitsicherheitsnachweise

Auftr.Nr: 3.962

Anlage: 25.3

Gleitsicherheit der kombinierten Basis- und Oberflächenabdichtung

Böschungsneigung: 18,435 °

Bemessungsituation: **BS-T**

Teilsicherheitsbeiwerte:

γ_G = 1,00

γ_Q = 1,20

$\gamma_{\phi}, \gamma_{\delta}$ = 1,15

γ_c = 1,15

Baugerät: (Pistenbully auf EWS)

Betriebsgewicht P_k: 67,0 kN

Anzahl der Aufstandsflächen: 2 Stück

Breite der Aufstandsfläche b: 0,80 m

Länge der Aufstandsfläche l: 4,50 m

Lastausbreitungswinkel α: 30,0 °

Fahrwinkel zur Böschungsfalllinie ε: 0,0 °

Faktoren zur Berücksichtigung der seismischen Trägheitskräfte:

Horizontaler Erdbeschleunigungsfaktor k_h:

Vertikaler Erdbeschleunigungsfaktor k_v:

Geräteeinsatz auf bzw. Fertigstellung bis Fuge: 12

Fuge	Komponente	d	γ_k / $\gamma_{r,k}$	γ_k / γ_k'	ϕ_k' / δ_k'	c_k' / a_k'	∑ Spalte 3·4·γ_G	∑ Spalte 3·5	t	A	p_K	p_K'	E	R_φ	R_c	$R=R_\varphi+R_c$	μ
-	-	m	kN/m³	kN/m³	°	kN/m²	kN/m²	kN/m²	m	m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	-
1	Planum	0,000	18,00	18,00	30,00	0,00	37,91	37,91	2,02	42,86	1,56	0,31	12,70	18,80	0,00	18,80	0,68
2	TAS u	0,000	18,50	18,50	33,50	0,00	37,91	37,91	2,02	42,86	1,56	0,31	12,70	21,56	0,00	21,56	0,59
3	TAS o	0,500	18,50	18,50	33,50	0,00	28,66	28,66	1,52	32,02	2,09	0,52	10,06	16,79	0,00	16,79	0,60
4	GLB/MD u	0,000	19,50	19,50	23,50	10,00	28,66	28,66	1,52	32,02	2,09	0,52	10,06	11,03	8,70	19,73	0,51
5	GLB/MD o	1,000	19,50	19,50	23,50	10,00	9,16	9,16	0,52	14,32	4,68	1,63	5,29	4,96	8,70	13,66	0,39
6	KDB/MD1 u	0,000	9,50	9,50	22,30	1,90	9,16	9,16	0,52	14,32	4,68	1,63	5,29	4,68	1,65	6,34	0,84
7	KDB o	0,0025	9,50	9,50	28,00	0,00	9,14	9,14	0,52	14,29	4,69	1,63	5,29	6,07	0,00	6,07	0,87
8	MDDS u	0,000	19,50	9,50	28,00	0,00	9,14	8,94	0,52	14,29	4,69	1,63	5,29	5,98	0,00	5,98	0,88
9	MDSS	0,010	19,50	9,50	28,00	0,00	8,95	8,85	0,51	14,14	4,74	1,65	5,25	5,96	0,00	5,96	0,88
10	MDSS o	0,010	19,50	9,50	28,00	0,00	8,75	8,75	0,50	13,99	4,79	1,68	5,22	5,94	0,00	5,94	0,88
11	EWS u	0,000	17,50	17,50	33,50	0,00	8,75	8,75	0,50	13,99	4,79	1,68	5,22	7,39	0,00	7,39	0,71
12	EWS o	0,500	17,50	17,50	33,50	0,00	0,00	0,00	0,00	7,20	9,31	3,72	4,94	5,08	0,00	5,08	0,97
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	
27																	
28																	
29																	
30																	
31																	
32																	
33																	
34																	
35																	

IGH
INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT
DR.-ING. WESELOH - PROF. DR.-ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH
Volgersweg 58 30175 Hannover Telefon (0511) 343205 Telefax (0511) 341544

MEAB mbH
Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt der Deponieklasse III / Gleitsicherheitsnachweise

Auftr.Nr: 3.962

Anlage: 25.4

Gleitsicherheit der kombinierten Basis- und Oberflächenabdichtung

Böschungsneigung: 18,435 °

Bemessungsituation: **BS-T**

Teilsicherheitsbeiwerte:

γ_G = 1,00

γ_Q = 1,20

$\gamma_{\phi}, \gamma_{\delta}$ = 1,15

γ_c = 1,15

Baugerät: (Pistenbully auf EWS)

Betriebsgewicht P_k: 67,0 kN

Anzahl der Aufstandsflächen: 2 Stück

Breite der Aufstandsfläche b: 0,80 m

Länge der Aufstandsfläche l: 4,50 m

Lastausbreitungswinkel α: 30,0 °

Fahrwinkel zur Böschungsfalllinie ε: 0,0 °

Faktoren zur Berücksichtigung der seismischen Trägheitskräfte:

Horizontaler Erdbeschleunigungsfaktor k_h:

Vertikaler Erdbeschleunigungsfaktor k_v:

Geräteeinsatz auf bzw. Fertigstellung bis Fuge: 12

Fuge	Komponente	d	γ_k / $\gamma_{r,k}$	γ_k / γ_k'	ϕ_k' / δ_k'	c_k' / a_k'	∑ Spalte 3·4·γ_G	∑ Spalte 3·5	t	A	p_K	p_K'	E	R_φ	R_c	R=R_φ+R_c	μ
-	-	m	kN/m³	kN/m³	°	kN/m²	kN/m²	kN/m²	m	m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	-
1	Planum	0,000	18,00	18,00	30,00	0,00	37,91	37,91	2,02	42,86	1,56	0,31	12,70	18,80	0,00	18,80	0,68
2	TAS u	0,000	18,50	18,50	33,50	0,00	37,91	37,91	2,02	42,86	1,56	0,31	12,70	21,56	0,00	21,56	0,59
3	TAS o	0,500	18,50	18,50	33,50	0,00	28,66	28,66	1,52	32,02	2,09	0,52	10,06	16,79	0,00	16,79	0,60
4	GLB/MD u	0,000	19,50	19,50	23,50	10,00	28,66	28,66	1,52	32,02	2,09	0,52	10,06	11,03	8,70	19,73	0,51
5	GLB/MD o	1,000	19,50	19,50	23,50	10,00	9,16	9,16	0,52	14,32	4,68	1,63	5,29	4,96	8,70	13,66	0,39
6	KDB/MD1 u	0,000	9,50	9,50	16,90	4,00	9,16	9,16	0,52	14,32	4,68	1,63	5,29	3,47	3,48	6,95	0,76
7	KDB o	0,0025	9,50	9,50	28,00	0,00	9,14	9,14	0,52	14,29	4,69	1,63	5,29	6,07	0,00	6,07	0,87
8	MDDS u	0,000	19,50	9,50	28,00	0,00	9,14	8,94	0,52	14,29	4,69	1,63	5,29	5,98	0,00	5,98	0,88
9	MDSS	0,010	19,50	9,50	28,00	0,00	8,95	8,85	0,51	14,14	4,74	1,65	5,25	5,96	0,00	5,96	0,88
10	MDSS o	0,010	19,50	9,50	28,00	0,00	8,75	8,75	0,50	13,99	4,79	1,68	5,22	5,94	0,00	5,94	0,88
11	EWS u	0,000	17,50	17,50	33,50	0,00	8,75	8,75	0,50	13,99	4,79	1,68	5,22	7,39	0,00	7,39	0,71
12	EWS o	0,500	17,50	17,50	33,50	0,00	0,00	0,00	0,00	7,20	9,31	3,72	4,94	5,08	0,00	5,08	0,97
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	
27																	
28																	
29																	
30																	
31																	
32																	
33																	
34																	
35																	

IGH
INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT
DR.-ING. WESELOH - PROF. DR.-ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH
Volgersweg 58 30175 Hannover Telefon (0511) 343205 Telefax (0511) 341544

MEAB mbH
Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt der Deponieklasse III / Gleitsicherheitsnachweise

Auftr.Nr: 3.962

Anlage: 25.5

Gleitsicherheit des Oberflächenabdichtungssystems

Böschungsneigung: 18,435 °

Bemessungsituation: **BS-P**

Teilsicherheitsbeiwerte:

γ_G = 1,00

γ_Q = 1,30

$\gamma_{\phi}, \gamma_{\delta}$ = 1,25

γ_c = 1,25

Faktoren zur Berücksichtigung der seismischen Trägheitskräfte:

Horizontaler Erdbeschleunigungsfaktor k_h:

Vertikaler Erdbeschleunigungsfaktor k_v:

Baugerät:

Betriebsgewicht P_k: kN

Anzahl der Aufstandsflächen: Stück

Breite der Aufstandsfläche b: m

Länge der Aufstandsfläche l: m

Lastausbreitungswinkel α: °

Fahrwinkel zur Böschungsfalllinie ε: °

Geräteeinsatz auf bzw. Fertigstellung bis Fuge: 17

Fuge	Komponente	d	γ_k / $\gamma_{r,k}$	γ_k / γ_k'	ϕ_k' / δ_k'	c_k' / a_k'	∑ Spalte 3·4·γ_G	∑ Spalte 3·5	t	A	p_K	p_K'	E	R_φ	R_c	$R=R_\varphi+R_c$	μ
-	-	m	kN/m³	kN/m³	°	kN/m²	kN/m²	kN/m²	m	m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	-
1	Planum	0,000	14,50	14,50	28,00	0,00	39,09	39,09					12,36	15,77	0,00	15,77	0,78
2	GDS/TAS u	0,000	18,50	18,50	32,50	0,00	39,09	39,09					12,36	18,90	0,00	18,90	0,65
3	GDS/TAS o	0,500	18,50	18,50	32,50	0,00	29,84	29,84					9,44	14,43	0,00	14,43	0,65
4	MD u	0,000	19,50	19,50	23,50	10,00	29,84	29,84					9,44	9,85	8,00	17,85	0,53
5	MD o	0,500	19,50	19,50	23,50	10,00	20,09	20,09					6,35	6,63	8,00	14,63	0,43
6	KDB/MD1 u	0,000	9,50	9,50	22,30	1,90	20,09	20,09					6,35	6,25	1,52	7,77	0,82
7	KDB o	0,0025	9,50	9,50	31,00	0,00	20,07	20,07					6,35	9,15	0,00	9,15	0,69
8	KDE u	0,000	1,50	1,50	31,00	0,00	20,07	20,07					6,35	9,15	0,00	9,15	0,69
9	KDE	0,005	1,50	1,50	26,50	0,00	20,06	20,06					6,34	7,59	0,00	7,59	0,84
10	KDEo	0,005	1,50	1,50	25,60	0,00	20,05	20,05					6,34	7,29	0,00	7,29	0,87
11	UB u	0,000	19,00	19,00	28,00	2,00	20,05	20,05					6,34	8,09	1,60	9,69	0,65
12	UB o	0,800	19,00	19,00	28,00	2,00	4,85	4,85					1,53	1,96	1,60	3,56	0,43
13	OB u'	0,000	21,00	11,00	28,00	2,00	4,85	3,85					1,53	1,64	1,60	3,24	0,47
14	OB o'	0,100	21,00	11,00	28,00	2,00	2,75	2,75					0,87	1,17	1,60	2,77	0,31
15	OB u	0,000	19,00	19,00	28,00	2,00	2,75	2,75					0,87	1,17	1,60	2,77	0,31
16	OB o	0,100	19,00	19,00	28,00	2,00	0,85	0,85					0,27	0,36	1,60	1,96	0,14
17	Schnee	1,000	0,85	0,85													
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	
27																	
28																	
29																	
30																	
31																	
32																	
33																	
34																	
35																	

IGH
INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT
DR.-ING. WESELOH - PROF. DR.-ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH
Volgersweg 58 30175 Hannover Telefon (0511) 343205 Telefax (0511) 341544

MEAB mbH

Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt der Deponieklasse III / Gleitsicherheitsnachweise

Auftr.Nr: 4.619

Anlage: 26.1

Gleitsicherheit des Oberflächenabdichtungssystems

Böschungsneigung: 18,435 °

Bemessungsituation: **BS-P**

Teilsicherheitsbeiwerte:
γ_G = 1,00
γ_Q = 1,30
$\gamma_{\phi}, \gamma_{\delta}$ = 1,25
γ_c = 1,25

Faktoren zur Berücksichtigung der seismischen Trägheitskräfte:
Horizontaler Erdbeschleunigungsfaktor k_h:
Vertikaler Erdbeschleunigungsfaktor k_v:

Baugerät:
Betriebsgewicht P_k: kN
Anzahl der Aufstandsflächen: Stück
Breite der Aufstandsfläche b: m
Länge der Aufstandsfläche l: m
Lastausbreitungswinkel α: °
Fahrwinkel zur Böschungsfalllinie ε: °

Geräteeinsatz auf bzw. Fertigstellung bis Fuge: 17

Fuge	Komponente	d	γ_k / $\gamma_{r,k}$	γ_k / γ_k'	ϕ_k' / δ_k'	c_k' / a_k'	∑ Spalte 3·4·γ_G	∑ Spalte 3·5	t	A	p_K	p_K'	E	R_φ	R_c	$R=R_\varphi+R_c$	μ
-	-	m	kN/m³	kN/m³	°	kN/m²	kN/m²	kN/m²	m	m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	-
1	Planum	0,000	14,50	14,50	28,00	0,00	39,09	39,09					12,36	15,77	0,00	15,77	0,78
2	GDS/TAS u	0,000	18,50	18,50	32,50	0,00	39,09	39,09					12,36	18,90	0,00	18,90	0,65
3	GDS/TAS o	0,500	18,50	18,50	32,50	0,00	29,84	29,84					9,44	14,43	0,00	14,43	0,65
4	MD u	0,000	19,50	19,50	23,50	10,00	29,84	29,84					9,44	9,85	8,00	17,85	0,53
5	MD o	0,500	19,50	19,50	23,50	10,00	20,09	20,09					6,35	6,63	8,00	14,63	0,43
6	KDB/MD1 u	0,000	9,50	9,50	16,90	4,00	20,09	20,09					6,35	4,63	3,20	7,83	0,81
7	KDB o	0,0025	9,50	9,50	31,00	0,00	20,07	20,07					6,35	9,15	0,00	9,15	0,69
8	KDE u	0,000	1,50	1,50	31,00	0,00	20,07	20,07					6,35	9,15	0,00	9,15	0,69
9	KDE	0,005	1,50	1,50	26,50	0,00	20,06	20,06					6,34	7,59	0,00	7,59	0,84
10	KDEo	0,005	1,50	1,50	25,60	0,00	20,05	20,05					6,34	7,29	0,00	7,29	0,87
11	UB u	0,000	19,00	19,00	28,00	2,00	20,05	20,05					6,34	8,09	1,60	9,69	0,65
12	UB o	0,800	19,00	19,00	28,00	2,00	4,85	4,85					1,53	1,96	1,60	3,56	0,43
13	OB u'	0,000	21,00	11,00	28,00	2,00	4,85	3,85					1,53	1,64	1,60	3,24	0,47
14	OB o'	0,100	21,00	11,00	28,00	2,00	2,75	2,75					0,87	1,17	1,60	2,77	0,31
15	OB u	0,000	19,00	19,00	28,00	2,00	2,75	2,75					0,87	1,17	1,60	2,77	0,31
16	OB o	0,100	19,00	19,00	28,00	2,00	0,85	0,85					0,27	0,36	1,60	1,96	0,14
17	Schnee	1,000	0,85	0,85													
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	
27																	
28																	
29																	
30																	
31																	
32																	
33																	
34																	
35																	

IGH
INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT
DR.-ING. WESELOH - PROF. DR.-ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH
Volgersweg 58 30175 Hannover Telefon (0511) 343205 Telefax (0511) 341544

MEAB mbH
Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt der Deponieklasse III / Gleitsicherheitsnachweise

Auftr.Nr: 4.619

Anlage: 26.2

Gleitsicherheit des Oberflächenabdichtungssystems

Böschungsneigung: 18,435 °

Bemessungsituation: **BS-P**

Teilsicherheitsbeiwerte:

γ_G = 1,00

γ_Q = 1,30

$\gamma_{\phi}, \gamma_{\delta}$ = 1,25

γ_c = 1,25

Faktoren zur Berücksichtigung der seismischen Trägheitskräfte:

Horizontaler Erdbeschleunigungsfaktor k_h:

Vertikaler Erdbeschleunigungsfaktor k_v:

Baugerät:

Betriebsgewicht P_k: kN

Anzahl der Aufstandsflächen: Stück

Breite der Aufstandsfläche b: m

Länge der Aufstandsfläche l: m

Lastausbreitungswinkel α: °

Fahrwinkel zur Böschungsfalllinie ε: °

Geräteeinsatz auf bzw. Fertigstellung bis Fuge: 20

Fuge	Komponente	d	γ_k / $\gamma_{r,k}$	γ_k / γ_k'	ϕ_k' / δ_k'	c_k' / a_k'	∑ Spalte 3·4·γ_G	∑ Spalte 3·5	t	A	p_K	p_K'	E	R_φ	R_c	$R=R_\varphi+R_c$	μ
-	-	m	kN/m³	kN/m³	°	kN/m²	kN/m²	kN/m²	m	m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	-
1	Planum	0,000	14,50	14,50	28,00	0,00	44,34	44,34					14,02	17,89	0,00	17,89	0,78
2	GDS/TAS u	0,000	18,50	18,50	32,50	0,00	44,34	44,34					14,02	21,44	0,00	21,44	0,65
3	GDS/TAS o	0,500	18,50	18,50	32,50	0,00	35,09	35,09					11,10	16,97	0,00	16,97	0,65
4	MD u	0,000	19,50	19,50	23,50	10,00	35,09	35,09					11,10	11,58	8,00	19,58	0,57
5	MD o	0,500	19,50	19,50	23,50	10,00	25,34	25,34					8,01	8,36	8,00	16,36	0,49
6	KDB/MD1 u	0,000	9,50	9,50	22,30	1,90	25,34	25,34					8,01	7,89	1,52	9,41	0,85
7	KDB o	0,0025	9,50	9,50	33,00	0,00	25,32	25,32					8,01	12,48	0,00	12,48	0,64
8	SV u	0,000	1,50	1,50	33,00	0,00	25,32	25,32					8,01	12,48	0,00	12,48	0,64
9	SV o	0,008	1,50	1,50	29,80	0,00	25,30	25,30					8,00	11,00	0,00	11,00	0,73
10	EWS u	0,000	17,50	17,50	32,50	0,00	25,30	25,30					8,00	12,23	0,00	12,23	0,65
11	EWS o	0,300	17,50	17,50	32,50	0,00	20,05	20,05					6,34	9,70	0,00	9,70	0,65
12	TV u	0,000	1,00	1,00	29,80	0,00	20,05	20,05					6,34	8,72	0,00	8,72	0,73
13	TV o	0,0035	1,00	1,00	25,60	0,00	20,05	20,05					6,34	7,69	0,00	7,69	0,83
14	UB u	0,000	19,00	19,00	28,00	2,00	20,05	20,05					6,34	8,53	1,60	10,13	0,63
15	UB o	0,800	19,00	19,00	28,00	2,00	4,85	4,85					1,53	2,06	1,60	3,66	0,42
16	OB u'	0,000	21,00	11,00	28,00	2,00	4,85	3,85					1,53	1,64	1,60	3,24	0,47
17	OB o'	0,100	21,00	11,00	28,00	2,00	2,75	2,75					0,87	1,17	1,60	2,77	0,31
18	OB u	0,000	19,00	19,00	28,00	2,00	2,75	2,75					0,87	1,17	1,60	2,77	0,31
19	OB o	0,100	19,00	19,00	28,00	2,00	0,85	0,85					0,27	0,36	1,60	1,96	0,14
20	Schnee	1,000	0,85	0,85													
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	
27																	
28																	
29																	
30																	
31																	
32																	
33																	
34																	
35																	

IGH
INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT
DR.-ING. WESELOH - PROF. DR.-ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH
Volgersweg 58 30175 Hannover Telefon (0511) 343205 Telefax (0511) 341544

MEAB mbH
Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt der Deponieklasse III / Gleitsicherheitsnachweise

Auftr.Nr: 4.619

Anlage: 26.3

Gleitsicherheit des Oberflächenabdichtungssystems

Böschungsneigung: 18,435 °

Bemessungsituation: **BS-P**

Teilsicherheitsbeiwerte:

γ_G = 1,00

γ_Q = 1,30

$\gamma_{\phi}, \gamma_{\delta}$ = 1,25

γ_c = 1,25

Baugerät:

Betriebsgewicht P_k: kN

Anzahl der Aufstandsflächen: Stück

Breite der Aufstandsfläche b: m

Länge der Aufstandsfläche l: m

Lastausbreitungswinkel α: °

Fahrwinkel zur Böschungsfalllinie ε: °

Faktoren zur Berücksichtigung der seismischen Trägheitskräfte:

Horizontaler Erdbeschleunigungsfaktor k_h:

Vertikaler Erdbeschleunigungsfaktor k_v:

Geräteeinsatz auf bzw. Fertigstellung bis Fuge: 20

Fuge	Komponente	d	γ_k / $\gamma_{r,k}$	γ_k / γ_k'	ϕ_k' / δ_k'	c_k' / a_k'	∑ Spalte 3·4·γ_G	∑ Spalte 3·5	t	A	p_K	p_K'	E	R_φ	R_c	$R=R_\varphi+R_c$	μ
-	-	m	kN/m³	kN/m³	°	kN/m²	kN/m²	kN/m²	m	m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	-
1	Planum	0,000	14,50	14,50	28,00	0,00	44,34	44,34					14,02	17,89	0,00	17,89	0,78
2	GDS/TAS u	0,000	18,50	18,50	32,50	0,00	44,34	44,34					14,02	21,44	0,00	21,44	0,65
3	GDS/TAS o	0,500	18,50	18,50	32,50	0,00	35,09	35,09					11,10	16,97	0,00	16,97	0,65
4	MD u	0,000	19,50	19,50	23,50	10,00	35,09	35,09					11,10	11,58	8,00	19,58	0,57
5	MD o	0,500	19,50	19,50	23,50	10,00	25,34	25,34					8,01	8,36	8,00	16,36	0,49
6	KDB/MD1 u	0,000	9,50	9,50	16,90	4,00	25,34	25,34					8,01	5,84	3,20	9,04	0,89
7	KDB o	0,0025	9,50	9,50	33,00	0,00	25,32	25,32					8,01	12,48	0,00	12,48	0,64
8	SV u	0,000	1,50	1,50	33,00	0,00	25,32	25,32					8,01	12,48	0,00	12,48	0,64
9	SV o	0,008	1,50	1,50	29,80	0,00	25,30	25,30					8,00	11,00	0,00	11,00	0,73
10	EWS u	0,000	17,50	17,50	32,50	0,00	25,30	25,30					8,00	12,23	0,00	12,23	0,65
11	EWS o	0,300	17,50	17,50	32,50	0,00	20,05	20,05					6,34	9,70	0,00	9,70	0,65
12	TV u	0,000	1,00	1,00	29,80	0,00	20,05	20,05					6,34	8,72	0,00	8,72	0,73
13	TV o	0,0035	1,00	1,00	25,60	0,00	20,05	20,05					6,34	7,69	0,00	7,69	0,83
14	UB u	0,000	19,00	19,00	28,00	2,00	20,05	20,05					6,34	8,53	1,60	10,13	0,63
15	UB o	0,800	19,00	19,00	28,00	2,00	4,85	4,85					1,53	2,06	1,60	3,66	0,42
16	OB u'	0,000	21,00	11,00	28,00	2,00	4,85	3,85					1,53	1,64	1,60	3,24	0,47
17	OB o'	0,100	21,00	11,00	28,00	2,00	2,75	2,75					0,87	1,17	1,60	2,77	0,31
18	OB u	0,000	19,00	19,00	28,00	2,00	2,75	2,75					0,87	1,17	1,60	2,77	0,31
19	OB o	0,100	19,00	19,00	28,00	2,00	0,85	0,85					0,27	0,36	1,60	1,96	0,14
20	Schnee	1,000	0,85	0,85													
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	
27																	
28																	
29																	
30																	
31																	
32																	
33																	
34																	
35																	

IGH
INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT
DR.-ING. WESELOH - PROF. DR.-ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH
Volgersweg 58 30175 Hannover Telefon (0511) 343205 Telefax (0511) 341544

MEAB mbH
Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt der Deponieklasse III / Gleitsicherheitsnachweise

Auftr.Nr: 4.619

Anlage: 26.4

Gleitsicherheit des Oberflächenabdichtungssystems

Böschungsneigung: 18,435 °

Bemessungsituation: **BS-T**

Teilsicherheitsbeiwerte:

γ_G = 1,00

γ_Q = 1,20

$\gamma_{\phi}, \gamma_{\delta}$ = 1,15

γ_c = 1,15

Baugerät: (Raupe Cat D5G LGP auf Trag- und Ausgleichschicht)

Betriebsgewicht P_k: 96,7 kN

Anzahl der Aufstandsflächen: 2 Stück

Breite der Aufstandsfläche b: 0,66 m

Länge der Aufstandsfläche l: 2,32 m

Lastausbreitungswinkel α: 30,0 °

Fahrwinkel zur Böschungsfalllinie ε: 0,0 °

Faktoren zur Berücksichtigung der seismischen Trägheitskräfte:

Horizontaler Erdbeschleunigungsfaktor k_h:

Vertikaler Erdbeschleunigungsfaktor k_v:

Geräteeinsatz auf bzw. Fertigstellung bis Fuge: 3

Fuge	Komponente	d	γ_k / $\gamma_{r,k}$	γ_k / γ_k'	ϕ_k' / δ_k'	c_k' / a_k'	∑ Spalte 3·4·γ_G	∑ Spalte 3·5	t	A	p_K	p_K'	E	R_φ	R_c	$R=R_\varphi+R_c$	μ
-	-	m	kN/m³	kN/m³	°	kN/m²	kN/m²	kN/m²	m	m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	-
1	Planum	0,000	14,50	14,50	28,00	0,00	9,25	9,25	0,50	7,17	13,49	4,72	9,83	9,97	0,00	9,97	0,99
2	GDS/TAS u	0,000	18,50	18,50	32,50	0,00	9,25	9,25	0,50	7,17	13,49	4,72	9,83	11,95	0,00	11,95	0,82
3	GDS/TAS o	0,500	18,50	18,50	32,50	0,00	0,00	0,00	0,00	3,06	31,58	12,63	16,78	16,59	0,00	16,59	*1,01*
4	MD u	0,000	19,50	19,50	23,50	10,00											
5	MD o	0,500	19,50	19,50	23,50	10,00											
6	KDB/MD1 u	0,000	9,50	9,50	22,30	1,90											
7	KDB o	0,0025	9,50	9,50	31,00	0,00											
8	KDE u	0,000	1,50	1,50	31,00	0,00											
9	KDE	0,005	1,50	1,50	26,50	0,00											
10	KDEo	0,005	1,50	1,50	25,60	0,00											
11	UB u	0,000	19,00	19,00	28,00	2,00											
12	UB o	0,800	19,00	19,00	28,00	2,00											
13	OB u'	0,000	21,00	11,00	28,00	2,00											
14	OB o'	0,100	21,00	11,00	28,00	2,00											
15	OB u	0,000	19,00	19,00	28,00	2,00											
16	OB o	0,100	19,00	19,00	28,00	2,00											
17																	
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	
27																	
28																	
29																	
30																	
31																	
32																	
33																	
34																	
35																	

IGH
INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT
DR.-ING. WESELOH - PROF. DR.-ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH
Volgerweg 58 30175 Hannover Telefon (0511) 343205 Telefax (0511) 341544

MEAB mbH
Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt der Deponieklasse III / Gleitsicherheitsnachweise

Auftr.Nr: 4.619

Anlage: 27.1

Gleitsicherheit des Oberflächenabdichtungssystems

Böschungsneigung: 18,435 °

Bemessungsituation: **BS-T**

Teilsicherheitsbeiwerte:

γ_G = 1,00

γ_Q = 1,20

$\gamma_{\phi}, \gamma_{\delta}$ = 1,15

γ_c = 1,15

Baugerät: (Raupe Cat D5G LGP auf GLB/MD)

Betriebsgewicht P_k: 96,7 kN

Anzahl der Aufstandsflächen: 2 Stück

Breite der Aufstandsfläche b: 0,66 m

Länge der Aufstandsfläche l: 2,32 m

Lastausbreitungswinkel α: 30,0 °

Fahrwinkel zur Böschungsfalllinie ε: 0,0 °

Faktoren zur Berücksichtigung der seismischen Trägheitskräfte:

Horizontaler Erdbeschleunigungsfaktor k_h:

Vertikaler Erdbeschleunigungsfaktor k_v:

Geräteeinsatz auf bzw. Fertigstellung bis Fuge: 5

Fuge	Komponente	d	γ_k / $\gamma_{r,k}$	γ_k / γ_k'	ϕ_k' / δ_k'	c_k' / a_k'	∑ Spalte 3·4·γ_G	∑ Spalte 3·5	t	A	p_K	p_K'	E	R_φ	R_c	$R=R_\varphi+R_c$	μ
-	-	m	kN/m³	kN/m³	°	kN/m²	kN/m²	kN/m²	m	m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	-
1	Planum	0,000	14,50	14,50	28,00	0,00	19,00	19,00	1,00	12,61	7,67	2,30	9,79	11,70	0,00	11,70	0,84
2	GDS/TAS u	0,000	18,50	18,50	32,50	0,00	19,00	19,00	1,00	12,61	7,67	2,30	9,79	14,02	0,00	14,02	0,70
3	GDS/TAS o	0,500	18,50	18,50	32,50	0,00	9,75	9,75	0,50	7,17	13,49	4,72	9,99	12,21	0,00	12,21	0,82
4	MD u	0,000	19,50	19,50	23,50	10,00	9,75	9,75	0,50	7,17	13,49	4,72	9,99	8,33	8,70	17,03	0,59
5	MD o	0,500	19,50	19,50	23,50	10,00	0,00	0,00	0,00	3,06	31,58	12,63	16,78	11,33	8,70	20,02	0,84
6	KDB/MD1 u	0,000	9,50	9,50	22,30	1,90											
7	KDB o	0,0025	9,50	9,50	31,00	0,00											
8	KDE u	0,000	1,50	1,50	31,00	0,00											
9	KDE	0,005	1,50	1,50	26,50	0,00											
10	KDEo	0,005	1,50	1,50	25,60	0,00											
11	UB u	0,000	19,00	19,00	28,00	2,00											
12	UB o	0,800	19,00	19,00	28,00	2,00											
13	OB u'	0,000	21,00	11,00	28,00	2,00											
14	OB o'	0,100	21,00	11,00	28,00	2,00											
15	OB u	0,000	19,00	19,00	28,00	2,00											
16	OB o	0,100	19,00	19,00	28,00	2,00											
17																	
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	
27																	
28																	
29																	
30																	
31																	
32																	
33																	
34																	
35																	

IGH
INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT
DR.-ING. WESELOH - PROF. DR.-ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH
Volgerweg 58 30175 Hannover Telefon (0511) 343205 Telefax (0511) 341544

MEAB mbH

Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt der Deponieklasse III / Gleitsicherheitsnachweise

Auftr.Nr: 4.619

Anlage: 27.2

Gleitsicherheit des Oberflächenabdichtungssystems

Böschungsneigung: 18,435 °

Bemessungsituation: **BS-T**

Teilsicherheitsbeiwerte:

γ_G = 1,00

γ_Q = 1,20

$\gamma_{\phi}, \gamma_{\delta}$ = 1,15

γ_c = 1,15

Faktoren zur Berücksichtigung der seismischen Trägheitskräfte:

Horizontaler Erdbeschleunigungsfaktor k_h:

Vertikaler Erdbeschleunigungsfaktor k_v:

Baugerät: (Raupe Cat D5G LGP auf Unterboden)

Betriebsgewicht P_k: 96,7 kN

Anzahl der Aufstandsflächen: 2 Stück

Breite der Aufstandsfläche b: 0,66 m

Länge der Aufstandsfläche l: 2,32 m

Lastausbreitungswinkel α: 30,0 °

Fahrwinkel zur Böschungsfalllinie ε: 0,0 °

Geräteeinsatz auf bzw. Fertigstellung bis Fuge: 12

Fuge	Komponente	d	γ_k / $\gamma_{r,k}$	γ_k / γ_k'	ϕ_k' / δ_k'	c_k' / a_k'	∑ Spalte 3·4·γ_G	∑ Spalte 3·5	t	A	p_K	p_K'	E	R_φ	R_c	$R=R_\varphi+R_c$	μ
-	-	m	kN/m³	kN/m³	°	kN/m²	kN/m²	kN/m²	m	m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	-
1	Planum	0,000	14,50	14,50	28,00	0,00	34,24	34,24	1,81	24,30	3,98	0,87	12,67	16,76	0,00	16,76	0,76
2	GDS/TAS u	0,000	18,50	18,50	32,50	0,00	34,24	34,24	1,81	24,30	3,98	0,87	12,67	20,09	0,00	20,09	0,63
3	GDS/TAS o	0,500	18,50	18,50	32,50	0,00	24,99	24,99	1,31	16,69	5,79	1,56	10,69	16,18	0,00	16,18	0,66
4	MD u	0,000	19,50	19,50	23,50	10,00	24,99	24,99	1,31	16,69	5,79	1,56	10,69	11,04	8,70	19,74	0,54
5	MD o	0,500	19,50	19,50	23,50	10,00	15,24	15,24	0,81	10,41	9,29	2,96	9,47	8,80	8,70	17,49	0,54
6	KDB/MD1 u	0,000	9,50	9,50	22,30	1,90	15,24	15,24	0,81	10,41	9,29	2,96	9,47	8,30	1,65	9,95	0,95
7	KDB o	0,0025	9,50	9,50	31,00	0,00	15,22	15,22	0,81	10,39	9,31	2,97	9,47	12,16	0,00	12,16	0,78
8	KDE u	0,000	1,50	1,50	31,00	0,00	15,22	15,22	0,81	10,39	9,31	2,97	9,47	12,16	0,00	12,16	0,78
9	KDE	0,005	1,50	1,50	26,50	0,00	15,21	15,21	0,81	10,33	9,36	2,99	9,50	10,10	0,00	10,10	0,94
10	KDEo	0,005	1,50	1,50	25,60	0,00	15,20	15,20	0,80	10,27	9,41	3,01	9,52	9,73	0,00	9,73	0,98
11	UB u	0,000	19,00	19,00	28,00	2,00	15,20	15,20	0,80	10,27	9,41	3,01	9,52	10,80	1,74	12,53	0,76
12	UB o	0,800	19,00	19,00	28,00	2,00	0,00	0,00	0,00	3,06	31,58	12,63	16,78	13,85	1,74	15,59	*1,08*
13	OB u'	0,000	21,00	11,00	28,00	2,00											
14	OB o'	0,100	21,00	11,00	28,00	2,00											
15	OB u	0,000	19,00	19,00	28,00	2,00											
16	OB o	0,100	19,00	19,00	28,00	2,00											
17																	
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	
27																	
28																	
29																	
30																	
31																	
32																	
33																	
34																	
35																	

IGH
INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT
DR.-ING. WESELOH - PROF. DR.-ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH
Volgersweg 58 30175 Hannover Telefon (0511) 343205 Telefax (0511) 341544

MEAB mbH
Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt der Deponieklasse III / Gleitsicherheitsnachweise

Auftr.Nr: 4.619

Anlage: 27.3

Gleitsicherheit des Oberflächenabdichtungssystems

Böschungsneigung: 18,435 °

Bemessungsituation: **BS-T**

Teilsicherheitsbeiwerte:

γ_G = 1,00

γ_Q = 1,20

$\gamma_{\phi}, \gamma_{\delta}$ = 1,15

γ_c = 1,15

Faktoren zur Berücksichtigung der seismischen Trägheitskräfte:

Horizontaler Erdbeschleunigungsfaktor k_h:

Vertikaler Erdbeschleunigungsfaktor k_v:

Baugerät: (Raupe Cat D5G LGP auf Unterboden)

Betriebsgewicht P_k: 96,7 kN

Anzahl der Aufstandsflächen: 2 Stück

Breite der Aufstandsfläche b: 0,66 m

Länge der Aufstandsfläche l: 2,32 m

Lastausbreitungswinkel α: 30,0 °

Fahrwinkel zur Böschungsfalllinie ε: 0,0 °

Geräteeinsatz auf bzw. Fertigstellung bis Fuge: 12

Fuge	Komponente	d	γ_k / $\gamma_{r,k}$	γ_k / γ_k'	ϕ_k' / δ_k'	c_k' / a_k'	∑ Spalte 3·4·γ_G	∑ Spalte 3·5	t	A	p_K	p_K'	E	R_φ	R_c	$R=R_\varphi+R_c$	μ
-	-	m	kN/m³	kN/m³	°	kN/m²	kN/m²	kN/m²	m	m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	-
1	Planum	0,000	14,50	14,50	28,00	0,00	34,24	34,24	1,81	24,30	3,98	0,87	12,67	16,76	0,00	16,76	0,76
2	GDS/TAS u	0,000	18,50	18,50	32,50	0,00	34,24	34,24	1,81	24,30	3,98	0,87	12,67	20,09	0,00	20,09	0,63
3	GDS/TAS o	0,500	18,50	18,50	32,50	0,00	24,99	24,99	1,31	16,69	5,79	1,56	10,69	16,18	0,00	16,18	0,66
4	MD u	0,000	19,50	19,50	23,50	10,00	24,99	24,99	1,31	16,69	5,79	1,56	10,69	11,04	8,70	19,74	0,54
5	MD o	0,500	19,50	19,50	23,50	10,00	15,24	15,24	0,81	10,41	9,29	2,96	9,47	8,80	8,70	17,49	0,54
6	KDB/MD1 u	0,000	9,50	9,50	16,90	4,00	15,24	15,24	0,81	10,41	9,29	2,96	9,47	6,15	3,48	9,62	0,98
7	KDB o	0,0025	9,50	9,50	31,00	0,00	15,22	15,22	0,81	10,39	9,31	2,97	9,47	12,16	0,00	12,16	0,78
8	KDE u	0,000	1,50	1,50	31,00	0,00	15,22	15,22	0,81	10,39	9,31	2,97	9,47	12,16	0,00	12,16	0,78
9	KDE	0,005	1,50	1,50	26,50	0,00	15,21	15,21	0,81	10,33	9,36	2,99	9,50	10,10	0,00	10,10	0,94
10	KDEo	0,005	1,50	1,50	25,60	0,00	15,20	15,20	0,80	10,27	9,41	3,01	9,52	9,73	0,00	9,73	0,98
11	UB u	0,000	19,00	19,00	28,00	2,00	15,20	15,20	0,80	10,27	9,41	3,01	9,52	10,80	1,74	12,53	0,76
12	UB o	0,800	19,00	19,00	28,00	2,00	0,00	0,00	0,00	3,06	31,58	12,63	16,78	13,85	1,74	15,59	*1,08*
13	OB u'	0,000	21,00	11,00	28,00	2,00											
14	OB o'	0,100	21,00	11,00	28,00	2,00											
15	OB u	0,000	19,00	19,00	28,00	2,00											
16	OB o	0,100	19,00	19,00	28,00	2,00											
17																	
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	
27																	
28																	
29																	
30																	
31																	
32																	
33																	
34																	
35																	

IGH
INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT
DR.-ING. WESELOH - PROF. DR.-ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH
Volgersweg 58 30175 Hannover Telefon (0511) 343205 Telefax (0511) 341544

MEAB mbH

Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt der Deponieklasse III / Gleitsicherheitsnachweise

Auftr.Nr: 4.619

Anlage: 27.4

Gleitsicherheit des Oberflächenabdichtungssystems

Böschungsneigung: 18,435 °

Bemessungsituation: **BS-T**

Teilsicherheitsbeiwerte:

γ_G = 1,00

γ_Q = 1,20

$\gamma_{\phi}, \gamma_{\delta}$ = 1,15

γ_c = 1,15

Faktoren zur Berücksichtigung der seismischen Trägheitskräfte:

Horizontaler Erdbeschleunigungsfaktor k_h:

Vertikaler Erdbeschleunigungsfaktor k_v:

Baugerät: (Raupe Cat D5G LGP auf Oberboden)

Betriebsgewicht P_k: 96,7 kN

Anzahl der Aufstandsflächen: 2 Stück

Breite der Aufstandsfläche b: 0,66 m

Länge der Aufstandsfläche l: 2,32 m

Lastausbreitungswinkel α: 30,0 °

Fahrwinkel zur Böschungsfalllinie ε: 0,0 °

Geräteeinsatz auf bzw. Fertigstellung bis Fuge: 16

Fuge	Komponente	d	γ_k / $\gamma_{r,k}$	γ_k / γ_k'	ϕ_k' / δ_k'	c_k' / a_k'	∑ Spalte 3·4·γ_G	∑ Spalte 3·5	t	A	p_K	p_K'	E	R_φ	R_c	$R=R_\varphi+R_c$	μ
-	-	m	kN/m³	kN/m³	°	kN/m²	kN/m²	kN/m²	m	m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	-
1	Planum	0,000	14,50	14,50	28,00	0,00	38,24	38,24	2,01	27,71	3,49	0,69	13,68	18,30	0,00	18,30	0,75
2	GDS/TAS u	0,000	18,50	18,50	32,50	0,00	38,24	38,24	2,01	27,71	3,49	0,69	13,68	21,93	0,00	21,93	0,62
3	GDS/TAS o	0,500	18,50	18,50	32,50	0,00	28,99	28,99	1,51	19,57	4,94	1,23	11,51	17,83	0,00	17,83	0,65
4	MD u	0,000	19,50	19,50	23,50	10,00	28,99	28,99	1,51	19,57	4,94	1,23	11,51	12,17	8,70	20,87	0,55
5	MD o	0,500	19,50	19,50	23,50	10,00	19,24	19,24	1,01	12,76	7,58	2,26	9,82	9,62	8,70	18,31	0,54
6	KDB/MD1 u	0,000	9,50	9,50	22,30	1,90	19,24	19,24	1,01	12,76	7,58	2,26	9,82	9,07	1,65	10,72	0,92
7	KDB o	0,0025	9,50	9,50	31,00	0,00	19,22	19,22	1,01	12,73	7,59	2,27	9,82	13,29	0,00	13,29	0,74
8	KDE u	0,000	1,50	1,50	31,00	0,00	19,22	19,22	1,01	12,73	7,59	2,27	9,82	13,29	0,00	13,29	0,74
9	KDE	0,005	1,50	1,50	26,50	0,00	19,21	19,21	1,01	12,67	7,63	2,29	9,84	11,04	0,00	11,04	0,89
10	KDEo	0,005	1,50	1,50	25,60	0,00	19,20	19,20	1,00	12,61	7,67	2,30	9,85	10,62	0,00	10,62	0,93
11	UB u	0,000	19,00	19,00	28,00	2,00	19,20	19,20	1,00	12,61	7,67	2,30	9,85	11,79	1,74	13,52	0,73
12	UB o	0,800	19,00	19,00	28,00	2,00	4,00	4,00	0,20	4,55	21,27	8,08	12,41	11,09	1,74	12,83	0,97
13	OB u'	0,000	21,00	11,00	28,00	2,00	4,00	3,00	0,20	4,55	21,27	8,08	12,41	11,22	1,74	12,96	0,96
14	OB o'	0,100	21,00	11,00	28,00	2,00	1,90	1,90	0,10	3,78	25,60	9,98	14,10	12,72	1,74	14,45	0,98
15	OB u	0,000	19,00	19,00	28,00	2,00	1,90	1,90	0,10	3,78	25,60	9,98	14,10	12,72	1,74	14,45	0,98
16	OB o	0,100	19,00	19,00	28,00	2,00	0,00	0,00	0,00	3,06	31,58	12,63	16,78	14,60	1,74	16,34	*1,03*
17																	
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	
27																	
28																	
29																	
30																	
31																	
32																	
33																	
34																	
35																	

IGH
INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT
DR.-ING. WESELOH - PROF. DR.-ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH
Volgersweg 58 30175 Hannover Telefon (0511) 343205 Telefax (0511) 341544

MEAB mbH
Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt der Deponieklasse III / Gleitsicherheitsnachweise

Auftr.Nr: 4.619

Anlage: 27.5

Gleitsicherheit des Oberflächenabdichtungssystems

Böschungsneigung: 18,435 °

Bemessungsituation: **BS-T**

Teilsicherheitsbeiwerte:

γ_G = 1,00

γ_Q = 1,20

$\gamma_{\phi}, \gamma_{\delta}$ = 1,15

γ_c = 1,15

Faktoren zur Berücksichtigung der seismischen Trägheitskräfte:

Horizontaler Erdbeschleunigungsfaktor k_h:

Vertikaler Erdbeschleunigungsfaktor k_v:

Baugerät: (Raupe Cat D5G LGP auf Oberboden)

Betriebsgewicht P_k: 96,7 kN

Anzahl der Aufstandsflächen: 2 Stück

Breite der Aufstandsfläche b: 0,66 m

Länge der Aufstandsfläche l: 2,32 m

Lastausbreitungswinkel α: 30,0 °

Fahrwinkel zur Böschungsfalllinie ε: 0,0 °

Geräteeinsatz auf bzw. Fertigstellung bis Fuge: 16

Fuge	Komponente	d	γ_k / $\gamma_{r,k}$	γ_k / γ_k'	ϕ_k' / δ_k'	c_k' / a_k'	∑ Spalte 3·4·γ_G	∑ Spalte 3·5	t	A	p_K	p_K'	E	R_φ	R_c	$R=R_\varphi+R_c$	μ
-	-	m	kN/m³	kN/m³	°	kN/m²	kN/m²	kN/m²	m	m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	-
1	Planum	0,000	14,50	14,50	28,00	0,00	38,24	38,24	2,01	27,71	3,49	0,69	13,68	18,30	0,00	18,30	0,75
2	GDS/TAS u	0,000	18,50	18,50	32,50	0,00	38,24	38,24	2,01	27,71	3,49	0,69	13,68	21,93	0,00	21,93	0,62
3	GDS/TAS o	0,500	18,50	18,50	32,50	0,00	28,99	28,99	1,51	19,57	4,94	1,23	11,51	17,83	0,00	17,83	0,65
4	MD u	0,000	19,50	19,50	23,50	10,00	28,99	28,99	1,51	19,57	4,94	1,23	11,51	12,17	8,70	20,87	0,55
5	MD o	0,500	19,50	19,50	23,50	10,00	19,24	19,24	1,01	12,76	7,58	2,26	9,82	9,62	8,70	18,31	0,54
6	KDB/MD1 u	0,000	9,50	9,50	16,90	4,00	19,24	19,24	1,01	12,76	7,58	2,26	9,82	6,72	3,48	10,20	0,96
7	KDB o	0,0025	9,50	9,50	31,00	0,00	19,22	19,22	1,01	12,73	7,59	2,27	9,82	13,29	0,00	13,29	0,74
8	KDE u	0,000	1,50	1,50	31,00	0,00	19,22	19,22	1,01	12,73	7,59	2,27	9,82	13,29	0,00	13,29	0,74
9	KDE	0,005	1,50	1,50	26,50	0,00	19,21	19,21	1,01	12,67	7,63	2,29	9,84	11,04	0,00	11,04	0,89
10	KDEo	0,005	1,50	1,50	25,60	0,00	19,20	19,20	1,00	12,61	7,67	2,30	9,85	10,62	0,00	10,62	0,93
11	UB u	0,000	19,00	19,00	28,00	2,00	19,20	19,20	1,00	12,61	7,67	2,30	9,85	11,79	1,74	13,52	0,73
12	UB o	0,800	19,00	19,00	28,00	2,00	4,00	4,00	0,20	4,55	21,27	8,08	12,41	11,09	1,74	12,83	0,97
13	OB u'	0,000	21,00	11,00	28,00	2,00	4,00	3,00	0,20	4,55	21,27	8,08	12,41	11,22	1,74	12,96	0,96
14	OB o'	0,100	21,00	11,00	28,00	2,00	1,90	1,90	0,10	3,78	25,60	9,98	14,10	12,72	1,74	14,45	0,98
15	OB u	0,000	19,00	19,00	28,00	2,00	1,90	1,90	0,10	3,78	25,60	9,98	14,10	12,72	1,74	14,45	0,98
16	OB o	0,100	19,00	19,00	28,00	2,00	0,00	0,00	0,00	3,06	31,58	12,63	16,78	14,60	1,74	16,34	*1,03*
17																	
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	
27																	
28																	
29																	
30																	
31																	
32																	
33																	
34																	
35																	

IGH
INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT
DR.-ING. WESELOH - PROF. DR.-ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH
Volgersweg 58 30175 Hannover Telefon (0511) 343205 Telefax (0511) 341544

MEAB mbH
Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt der Deponieklasse III / Gleitsicherheitsnachweise

Auftr.Nr: 4.619

Anlage: 27.6

Gleitsicherheit des geplanten bzw. gesamten Oberflächenabdichtungssystems

Böschungsneigung: 18,435 °

Bemessungsituation: **BS-T**

Teilsicherheitsbeiwerte:
γ_G = 1,00
γ_Q = 1,20
$\gamma_{\phi}, \gamma_{\delta}$ = 1,15
γ_c = 1,15

Faktoren zur Berücksichtigung der seismischen Trägheitskräfte:
Horizontaler Erdbeschleunigungsfaktor k_h:
Vertikaler Erdbeschleunigungsfaktor k_v:

Baugerät: (Walze BW 211 D 4 / 211 PD 4 auf mineralischer Dichtung)
Betriebsgewicht P_k: 126,6 kN
Anzahl der Aufstandsflächen: 3 Stück
Breite der Aufstandsfläche b: 1,100 m
Länge der Aufstandsfläche l: 0,330 m
Lastausbreitungswinkel α: 30,0 °
Fahrwinkel zur Böschungsfalllinie ε: 0,0 °

Geräteeinsatz auf bzw. Fertigstellung bis Fuge: 5

Fuge	Komponente	d	γ_k / $\gamma_{r,k}$	γ_k / γ_k'	ϕ_k' / δ_k'	c_k' / a_k'	∑ Spalte 3·4·γ_G	∑ Spalte 3·5	t	A	p_K	p_K'	E	R_φ	R_c	$R=R_\varphi+R_c$	μ
-	-	m	kN/m³	kN/m³	°	kN/m²	kN/m²	kN/m²	m	m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	-
1	Planum	0,000	14,50	14,50	28,00	0,00	19,00	19,00	1,00	10,04	12,61	3,78	12,23	13,86	0,00	13,86	0,88
2	GDS/TAS u	0,000	18,50	18,50	32,50	0,00	19,00	19,00	1,00	10,04	12,61	3,78	12,23	16,61	0,00	16,61	0,74
3	GDS/TAS o	0,500	18,50	18,50	32,50	0,00	9,75	9,75	0,50	4,57	27,73	9,70	17,29	19,70	0,00	19,70	0,88
4	MD u	0,000	19,50	19,50	23,50	10,00	9,75	9,75	0,50	4,57	27,73	9,70	17,29	13,44	8,70	22,14	0,78
5	MD o	0,500	19,50	19,50	23,50	10,00	0,00	0,00	0,00	1,09	116,25	46,50	61,76	41,70	8,70	50,40	*1,23*
6	KDB/MD1 u	0,000	9,50	9,50	22,30	1,90											
7	KDB o	0,0025	9,50	9,50	31,00	0,00											
8	KDE u	0,000	1,50	1,50	31,00	0,00											
9	KDE	0,005	1,50	1,50	25,00	0,00											
10	KDEo	0,005	1,50	1,50	25,10	0,00											
11	UB u	0,000	19,00	19,00	27,50	2,00											
12	UB o	0,800	19,00	19,00	27,50	2,00											
13	OB u'	0,000	21,00	11,00	27,50	2,00											
14	OB o'	0,100	21,00	11,00	27,50	2,00											
15	OB u	0,000	19,00	19,00	27,50	2,00											
16	OB o	0,100	19,00	19,00	27,50	2,00											
17	Schnee	1,000	0,85														
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	
27																	
28																	
29																	
30																	
31																	
32																	
33																	
34																	
35																	

IGH
INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT
DR.-ING. WESELOH - PROF. DR.-ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH
Volgerweg 58 30175 Hannover Telefon (0511) 343205 Telefax (0511) 341544

MEAB mbH
Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt der Deponieklasse III / Gleitsicherheitsnachweise

Auftr.Nr: 4.619

Anlage: 27.7

Gleitsicherheit des Oberflächenabdichtungssystems

Böschungsneigung: 18,435 °

Bemessungsituation: **BS-T**

Teilsicherheitsbeiwerte:

γ_G = 1,00

γ_Q = 1,20

$\gamma_{\phi}, \gamma_{\delta}$ = 1,15

γ_c = 1,15

Baugerät: (Raupe Cat D5G LGP auf Trag- und Ausgleichschicht)

Betriebsgewicht P_k: 96,7 kN

Anzahl der Aufstandsflächen: 2 Stück

Breite der Aufstandsfläche b: 0,66 m

Länge der Aufstandsfläche l: 2,32 m

Lastausbreitungswinkel α: 30,0 °

Fahrwinkel zur Böschungsfalllinie ε: 0,0 °

Faktoren zur Berücksichtigung der seismischen Trägheitskräfte:

Horizontaler Erdbeschleunigungsfaktor k_h:

Vertikaler Erdbeschleunigungsfaktor k_v:

Geräteeinsatz auf bzw. Fertigstellung bis Fuge: 3

Fuge	Komponente	d	γ_k / $\gamma_{r,k}$	γ_k / γ_k'	ϕ_k' / δ_k'	c_k' / a_k'	∑ Spalte 3·4·γ_G	∑ Spalte 3·5	t	A	p_K	p_K'	E	R_φ	R_c	$R=R_\varphi+R_c$	μ
-	-	m	kN/m³	kN/m³	°	kN/m²	kN/m²	kN/m²	m	m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	-
1	Planum	0,000	14,50	14,50	28,00	0,00	9,25	9,25	0,50	7,17	13,49	4,72	9,83	9,97	0,00	9,97	0,99
2	GDS/TAS u	0,000	18,50	18,50	32,50	0,00	9,25	9,25	0,50	7,17	13,49	4,72	9,83	11,95	0,00	11,95	0,82
3	GDS/TAS o	0,500	18,50	18,50	32,50	0,00	0,00	0,00	0,00	3,06	31,58	12,63	16,78	16,59	0,00	16,59	*1,01*
4	MD u	0,000	19,50	19,50	23,50	10,00											
5	MD o	0,500	19,50	19,50	23,50	10,00											
6	KDB/MD1 u	0,000	9,50	9,50	22,30	1,90											
7	KDB o	0,0025	9,50	9,50	33,00	0,00											
8	SV u	0,000	1,50	1,50	33,00	0,00											
9	SV o	0,008	1,50	1,50	29,80	0,00											
10	EWS u	0,000	17,50	17,50	32,50	0,00											
11	EWS o	0,300	17,50	17,50	32,50	0,00											
12	TV u	0,000	1,00	1,00	29,80	0,00											
13	TV o	0,0035	1,00	1,00	25,60	0,00											
14	UB u	0,000	19,00	19,00	28,00	2,00											
15	UB o	0,800	19,00	19,00	28,00	2,00											
16	OB u'	0,000	21,00	11,00	28,00	2,00											
17	OB o'	0,100	21,00	11,00	28,00	2,00											
18	OB u	0,000	19,00	19,00	28,00	2,00											
19	OB o	0,100	19,00	19,00	28,00	2,00											
20																	
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	
27																	
28																	
29																	
30																	
31																	
32																	
33																	
34																	
35																	

IGH
INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT
DR.-ING. WESELOH - PROF. DR.-ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH
Volgerweg 58 30175 Hannover Telefon (0511) 343205 Telefax (0511) 341544

MEAB mbH
Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt der Deponieklasse III / Gleitsicherheitsnachweise

Auftr.Nr: 4.619

Anlage: 27.8

Gleitsicherheit des Oberflächenabdichtungssystems

Böschungsneigung: 18,435 °

Bemessungsituation: **BS-T**

Teilsicherheitsbeiwerte:
γ_G = 1,00
γ_Q = 1,20
$\gamma_{\phi}, \gamma_{\delta}$ = 1,15
γ_c = 1,15

Baugerät: (Raupe Cat D5G LGP auf Trag- und Ausgleichschicht)
Betriebsgewicht P_k: 96,7 kN
Anzahl der Aufstandsflächen: 2 Stück
Breite der Aufstandsfläche b: 0,66 m
Länge der Aufstandsfläche l: 2,32 m
Lastausbreitungswinkel α: 30,0 °
Fahrwinkel zur Böschungsfalllinie ε: 0,0 °

Faktoren zur Berücksichtigung der seismischen Trägheitskräfte:
Horizontaler Erdbeschleunigungsfaktor k_h:
Vertikaler Erdbeschleunigungsfaktor k_v:

Geräteeinsatz auf bzw. Fertigstellung bis Fuge: 5

Fuge	Komponente	d	γ_k / $\gamma_{r,k}$	γ_k / γ_k'	ϕ_k' / δ_k'	c_k' / a_k'	∑ Spalte 3·4·γ_G	∑ Spalte 3·5	t	A	p_K	p_K'	E	R_φ	R_c	$R=R_\varphi+R_c$	μ
-	-	m	kN/m³	kN/m³	°	kN/m²	kN/m²	kN/m²	m	m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	-
1	Planum	0,000	14,50	14,50	28,00	0,00	19,00	19,00	1,00	12,61	7,67	2,30	9,79	11,70	0,00	11,70	0,84
2	GDS/TAS u	0,000	18,50	18,50	32,50	0,00	19,00	19,00	1,00	12,61	7,67	2,30	9,79	14,02	0,00	14,02	0,70
3	GDS/TAS o	0,500	18,50	18,50	32,50	0,00	9,75	9,75	0,50	7,17	13,49	4,72	9,99	12,21	0,00	12,21	0,82
4	MD u	0,000	19,50	19,50	23,50	10,00	9,75	9,75	0,50	7,17	13,49	4,72	9,99	8,33	8,70	17,03	0,59
5	MD o	0,500	19,50	19,50	23,50	10,00	0,00	0,00	0,00	3,06	31,58	12,63	16,78	11,33	8,70	20,02	0,84
6	KDB/MD1 u	0,000	9,50	9,50	22,30	1,90											
7	KDB o	0,0025	9,50	9,50	33,00	0,00											
8	SV u	0,000	1,50	1,50	33,00	0,00											
9	SV o	0,008	1,50	1,50	29,80	0,00											
10	EWS u	0,000	17,50	17,50	32,50	0,00											
11	EWS o	0,300	17,50	17,50	32,50	0,00											
12	TV u	0,000	1,00	1,00	29,80	0,00											
13	TV o	0,0035	1,00	1,00	25,60	0,00											
14	UB u	0,000	19,00	19,00	28,00	2,00											
15	UB o	0,800	19,00	19,00	28,00	2,00											
16	OB u'	0,000	21,00	11,00	28,00	2,00											
17	OB o'	0,100	21,00	11,00	28,00	2,00											
18	OB u	0,000	19,00	19,00	28,00	2,00											
19	OB o	0,100	19,00	19,00	28,00	2,00											
20																	
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	
27																	
28																	
29																	
30																	
31																	
32																	
33																	
34																	
35																	

IGH
INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT
DR.-ING. WESELOH - PROF. DR.-ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH
Volgersweg 58 30175 Hannover Telefon (0511) 343205 Telefax (0511) 341544

MEAB mbH
Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt der Deponieklasse III / Gleitsicherheitsnachweise

Auftr.Nr: 4.619

Anlage: 27.9

Gleitsicherheit des Oberflächenabdichtungssystems

Böschungsneigung: 18,435 °

Bemessungsituation: **BS-T**

Teilsicherheitsbeiwerte:

γ_G = 1,00

γ_Q = 1,20

$\gamma_{\phi}, \gamma_{\delta}$ = 1,15

γ_c = 1,15

Faktoren zur Berücksichtigung der seismischen Trägheitskräfte:

Horizontaler Erdbeschleunigungsfaktor k_h:

Vertikaler Erdbeschleunigungsfaktor k_v:

Baugerät: (Raupe Cat D5G LGP auf Unterboden)

Betriebsgewicht P_k: 96,7 kN

Anzahl der Aufstandsflächen: 2 Stück

Breite der Aufstandsfläche b: 0,66 m

Länge der Aufstandsfläche l: 2,32 m

Lastausbreitungswinkel α: 30,0 °

Fahrwinkel zur Böschungsfalllinie ε: 0,0 °

Geräteeinsatz auf bzw. Fertigstellung bis Fuge: 15

Fuge	Komponente	d	γ_k / $\gamma_{r,k}$	γ_k / γ_k'	ϕ_k' / δ_k'	c_k' / a_k'	∑ Spalte 3·4·γ_G	∑ Spalte 3·5	t	A	p_K	p_K'	E	R_φ	R_c	$R=R_\varphi+R_c$	μ
-	-	m	kN/m³	kN/m³	°	kN/m²	kN/m²	kN/m²	m	m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	-
1	Planum	0,000	14,50	14,50	28,00	0,00	39,49	39,49	2,11	29,53	3,27	0,62	13,96	18,76	0,00	18,76	0,74
2	GDS/TAS u	0,000	18,50	18,50	32,50	0,00	39,49	39,49	2,11	29,53	3,27	0,62	13,96	22,47	0,00	22,47	0,62
3	GDS/TAS o	0,500	18,50	18,50	32,50	0,00	30,24	30,24	1,61	21,12	4,58	1,09	11,71	18,30	0,00	18,30	0,64
4	MD u	0,000	19,50	19,50	23,50	10,00	30,24	30,24	1,61	21,12	4,58	1,09	11,71	12,49	8,70	21,18	0,55
5	MD o	0,500	19,50	19,50	23,50	10,00	20,49	20,49	1,11	14,04	6,89	1,99	9,85	9,82	8,70	18,52	0,53
6	KDB/MD1 u	0,000	9,50	9,50	22,30	1,90	20,49	20,49	1,11	14,04	6,89	1,99	9,85	9,26	1,65	10,91	0,90
7	KDB o	0,0025	9,50	9,50	33,00	0,00	20,47	20,47	1,11	14,01	6,90	1,99	9,85	14,66	0,00	14,66	0,67
8	SV u	0,000	1,50	1,50	33,00	0,00	20,47	20,47	1,11	14,01	6,90	1,99	9,85	14,66	0,00	14,66	0,67
9	SV o	0,008	1,50	1,50	29,80	0,00	20,45	20,45	1,10	13,90	6,95	2,01	9,87	12,95	0,00	12,95	0,76
10	EWS u	0,000	17,50	17,50	32,50	0,00	20,45	20,45	1,10	13,90	6,95	2,01	9,87	14,40	0,00	14,40	0,69
11	EWS o	0,300	17,50	17,50	32,50	0,00	15,20	15,20	0,80	10,31	9,38	3,00	9,50	12,92	0,00	12,92	0,74
12	TV u	0,000	1,00	1,00	29,80	0,00	15,20	15,20	0,80	10,31	9,38	3,00	9,50	11,61	0,00	11,61	0,82
13	TV o	0,0035	1,00	1,00	25,60	0,00	15,20	15,20	0,80	10,27	9,41	3,01	9,52	10,25	0,00	10,25	0,93
14	UB u	0,000	19,00	19,00	28,00	2,00	15,20	15,20	0,80	10,27	9,41	3,01	9,52	11,38	1,74	13,12	0,73
15	UB o	0,800	19,00	19,00	28,00	2,00	0,00	0,00	0,00	3,06	31,58	12,63	16,78	14,60	1,74	16,34	*1,03*
16	OB u'	0,000	21,00	11,00	28,00	2,00											
17	OB o'	0,100	21,00	11,00	28,00	2,00											
18	OB u	0,000	19,00	19,00	28,00	2,00											
19	OB o	0,100	19,00	19,00	28,00	2,00											
20																	
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	
27																	
28																	
29																	
30																	
31																	
32																	
33																	
34																	
35																	

IGH
INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT
DR.-ING. WESELOH - PROF. DR.-ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH
Volgersweg 58 30175 Hannover Telefon (0511) 343205 Telefax (0511) 341544

MEAB mbH

Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt der Deponieklasse III / Gleitsicherheitsnachweise

Auftr.Nr: 4.619

Anlage: 27.10

Gleitsicherheit des Oberflächenabdichtungssystems

Böschungsneigung: 18,435 °

Bemessungsituation: **BS-T**

Teilsicherheitsbeiwerte:

γ_G = 1,00

γ_Q = 1,20

$\gamma_{\phi}, \gamma_{\delta}$ = 1,15

γ_c = 1,15

Faktoren zur Berücksichtigung der seismischen Trägheitskräfte:

Horizontaler Erdbeschleunigungsfaktor k_h:

Vertikaler Erdbeschleunigungsfaktor k_v:

Baugerät: (Raupe Cat D5G LGP auf Unterboden)

Betriebsgewicht P_k: 96,7 kN

Anzahl der Aufstandsflächen: 2 Stück

Breite der Aufstandsfläche b: 0,66 m

Länge der Aufstandsfläche l: 2,32 m

Lastausbreitungswinkel α: 30,0 °

Fahrwinkel zur Böschungsfalllinie ε: 0,0 °

Geräteeinsatz auf bzw. Fertigstellung bis Fuge: 15

Fuge	Komponente	d	γ_k / $\gamma_{r,k}$	γ_k / γ_k'	ϕ_k' / δ_k'	c_k' / a_k'	∑ Spalte 3·4·γ_G	∑ Spalte 3·5	t	A	p_K	p_K'	E	R_φ	R_c	$R=R_\varphi+R_c$	μ
-	-	m	kN/m³	kN/m³	°	kN/m²	kN/m²	kN/m²	m	m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	-
1	Planum	0,000	14,50	14,50	28,00	0,00	39,49	39,49	2,11	29,53	3,27	0,62	13,96	18,76	0,00	18,76	0,74
2	GDS/TAS u	0,000	18,50	18,50	32,50	0,00	39,49	39,49	2,11	29,53	3,27	0,62	13,96	22,47	0,00	22,47	0,62
3	GDS/TAS o	0,500	18,50	18,50	32,50	0,00	30,24	30,24	1,61	21,12	4,58	1,09	11,71	18,30	0,00	18,30	0,64
4	MD u	0,000	19,50	19,50	23,50	10,00	30,24	30,24	1,61	21,12	4,58	1,09	11,71	12,49	8,70	21,18	0,55
5	MD o	0,500	19,50	19,50	23,50	10,00	20,49	20,49	1,11	14,04	6,89	1,99	9,85	9,82	8,70	18,52	0,53
6	KDB/MD1 u	0,000	9,50	9,50	16,90	4,00	20,49	20,49	1,11	14,04	6,89	1,99	9,85	6,86	3,48	10,34	0,95
7	KDB o	0,0025	9,50	9,50	33,00	0,00	20,47	20,47	1,11	14,01	6,90	1,99	9,85	14,66	0,00	14,66	0,67
8	SV u	0,000	1,50	1,50	33,00	0,00	20,47	20,47	1,11	14,01	6,90	1,99	9,85	14,66	0,00	14,66	0,67
9	SV o	0,008	1,50	1,50	29,80	0,00	20,45	20,45	1,10	13,90	6,95	2,01	9,87	12,95	0,00	12,95	0,76
10	EWS u	0,000	17,50	17,50	32,50	0,00	20,45	20,45	1,10	13,90	6,95	2,01	9,87	14,40	0,00	14,40	0,69
11	EWS o	0,300	17,50	17,50	32,50	0,00	15,20	15,20	0,80	10,31	9,38	3,00	9,50	12,92	0,00	12,92	0,74
12	TV u	0,000	1,00	1,00	29,80	0,00	15,20	15,20	0,80	10,31	9,38	3,00	9,50	11,61	0,00	11,61	0,82
13	TV o	0,0035	1,00	1,00	25,60	0,00	15,20	15,20	0,80	10,27	9,41	3,01	9,52	10,25	0,00	10,25	0,93
14	UB u	0,000	19,00	19,00	28,00	2,00	15,20	15,20	0,80	10,27	9,41	3,01	9,52	11,38	1,74	13,12	0,73
15	UB o	0,800	19,00	19,00	28,00	2,00	0,00	0,00	0,00	3,06	31,58	12,63	16,78	14,60	1,74	16,34	*1,03*
16	OB u'	0,000	21,00	11,00	28,00	2,00											
17	OB o'	0,100	21,00	11,00	28,00	2,00											
18	OB u	0,000	19,00	19,00	28,00	2,00											
19	OB o	0,100	19,00	19,00	28,00	2,00											
20																	
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	
27																	
28																	
29																	
30																	
31																	
32																	
33																	
34																	
35																	

IGH
INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT
DR.-ING. WESELOH - PROF. DR.-ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH
Volgersweg 58 30175 Hannover Telefon (0511) 343205 Telefax (0511) 341544

MEAB mbH

Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt der Deponieklasse III / Gleitsicherheitsnachweise

Auftr.Nr: 4.619

Anlage: 27.11

Gleitsicherheit des Oberflächenabdichtungssystems

Böschungsneigung: 18,435 °

Bemessungsituation: **BS-T**

Teilsicherheitsbeiwerte:

γ_G = 1,00

γ_Q = 1,20

$\gamma_{\phi}, \gamma_{\delta}$ = 1,15

γ_c = 1,15

Baugerät: (Raupe Cat D5G LGP auf Oberboden)

Betriebsgewicht P_k: 96,7 kN

Anzahl der Aufstandsflächen: 2 Stück

Breite der Aufstandsfläche b: 0,66 m

Länge der Aufstandsfläche l: 2,32 m

Lastausbreitungswinkel α: 30,0 °

Fahrwinkel zur Böschungsfalllinie ε: 0,0 °

Faktoren zur Berücksichtigung der seismischen Trägheitskräfte:

Horizontaler Erdbeschleunigungsfaktor k_h:

Vertikaler Erdbeschleunigungsfaktor k_v:

Geräteeinsatz auf bzw. Fertigstellung bis Fuge: 19

Fuge	Komponente	d	γ_k / $\gamma_{r,k}$	γ_k / γ_k'	ϕ_k' / δ_k'	c_k' / a_k'	∑ Spalte 3·4·γ_G	∑ Spalte 3·5	t	A	p_K	p_K'	E	R_φ	R_c	$R=R_\varphi+R_c$	μ
-	-	m	kN/m³	kN/m³	°	kN/m²	kN/m²	kN/m²	m	m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	-
1	Planum	0,000	14,50	14,50	28,00	0,00	43,49	43,49	2,31	33,27	2,91	0,49	15,04	20,35	0,00	20,35	0,74
2	GDS/TAS u	0,000	18,50	18,50	32,50	0,00	43,49	43,49	2,31	33,27	2,91	0,49	15,04	24,38	0,00	24,38	0,62
3	GDS/TAS o	0,500	18,50	18,50	32,50	0,00	34,24	34,24	1,81	24,32	3,98	0,87	12,67	20,08	0,00	20,08	0,63
4	MD u	0,000	19,50	19,50	23,50	10,00	34,24	34,24	1,81	24,32	3,98	0,87	12,67	13,71	8,70	22,40	0,57
5	MD o	0,500	19,50	19,50	23,50	10,00	24,49	24,49	1,31	16,71	5,79	1,55	10,53	10,86	8,70	19,56	0,54
6	KDB/MD1 u	0,000	9,50	9,50	22,30	1,90	24,49	24,49	1,31	16,71	5,79	1,55	10,53	10,24	1,65	11,90	0,89
7	KDB o	0,0025	9,50	9,50	33,00	0,00	24,47	24,47	1,31	16,67	5,80	1,56	10,53	16,21	0,00	16,21	0,65
8	SV u	0,000	1,50	1,50	33,00	0,00	24,47	24,47	1,31	16,67	5,80	1,56	10,53	16,21	0,00	16,21	0,65
9	SV o	0,008	1,50	1,50	29,80	0,00	24,45	24,45	1,30	16,56	5,84	1,57	10,55	14,31	0,00	14,31	0,74
10	EWS u	0,000	17,50	17,50	32,50	0,00	24,45	24,45	1,30	16,56	5,84	1,57	10,55	15,92	0,00	15,92	0,66
11	EWS o	0,300	17,50	17,50	32,50	0,00	19,20	19,20	1,00	12,65	7,64	2,29	9,84	14,11	0,00	14,11	0,70
12	TV u	0,000	1,00	1,00	29,80	0,00	19,20	19,20	1,00	12,65	7,64	2,29	9,84	12,68	0,00	12,68	0,78
13	TV o	0,0035	1,00	1,00	25,60	0,00	19,20	19,20	1,00	12,61	7,67	2,30	9,85	11,19	0,00	11,19	0,88
14	UB u	0,000	19,00	19,00	28,00	2,00	19,20	19,20	1,00	12,61	7,67	2,30	9,85	12,42	1,74	14,16	0,70
15	UB o	0,800	19,00	19,00	28,00	2,00	4,00	4,00	0,20	4,55	21,27	8,08	12,41	11,69	1,74	13,42	0,92
16	OB u'	0,000	21,00	11,00	28,00	2,00	4,00	3,00	0,20	4,55	21,27	8,08	12,41	11,22	1,74	12,96	0,96
17	OB o'	0,100	21,00	11,00	28,00	2,00	1,90	1,90	0,10	3,78	25,60	9,98	14,10	12,72	1,74	14,45	0,98
18	OB u	0,000	19,00	19,00	28,00	2,00	1,90	1,90	0,10	3,78	25,60	9,98	14,10	12,72	1,74	14,45	0,98
19	OB o	0,100	19,00	19,00	28,00	2,00	0,00	0,00	0,00	3,06	31,58	12,63	16,78	14,60	1,74	16,34	*1,03*
20																	
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	
27																	
28																	
29																	
30																	
31																	
32																	
33																	
34																	
35																	

IGH
INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT
DR.-ING. WESELOH - PROF. DR.-ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH
Volgersweg 58 30175 Hannover Telefon (0511) 343205 Telefax (0511) 341544

MEAB mbH

Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt der Deponieklasse III / Gleitsicherheitsnachweise

Auftr.Nr: 4.619

Anlage: 27.12

IGH INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT
DR.- ING. WESELOH - PROF. DR.- ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH
Volgersweg 58 - 30175 Hannover - Tel. 0511/34 32 05 - Fax 0511/34 15 44 - www.igh-grundbauinstitut.de

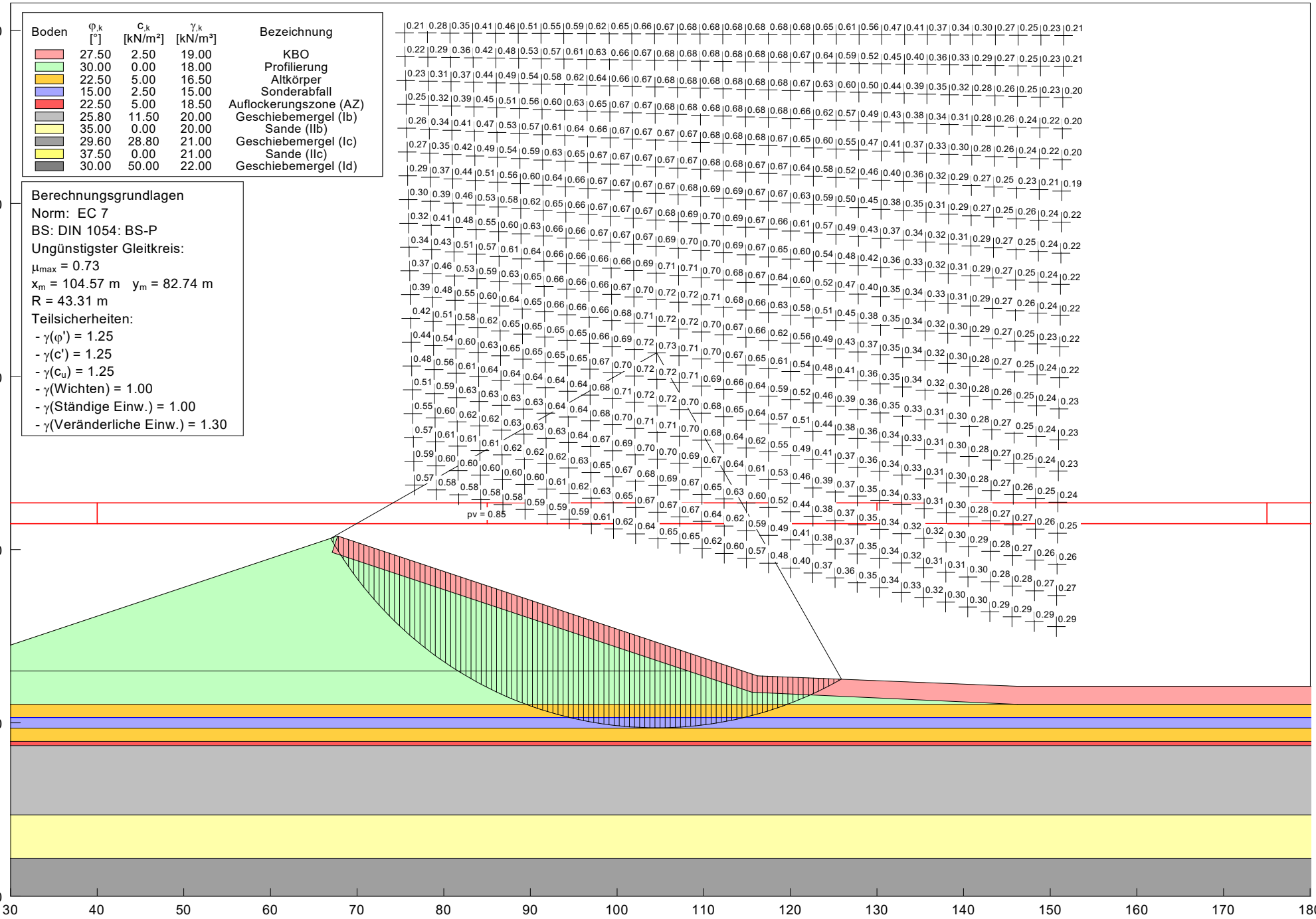
Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt der Deponieklasse III / Grundbruchberechnungen

Auftrag Nr.: 4.619

Anlage: 28.1

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m²]	γ_k [kN/m³]	Bezeichnung
	27.50	2.50	19.00	KBO
	30.00	0.00	18.00	Profilierung
	22.50	5.00	16.50	Altkörper
	15.00	2.50	15.00	Sonderabfall
	22.50	5.00	18.50	Auflockerungszone (AZ)
	25.80	11.50	20.00	Geschiebemergel (Ib)
	35.00	0.00	20.00	Sande (IIb)
	29.60	28.80	21.00	Geschiebemergel (Ic)
	37.50	0.00	21.00	Sande (IIc)
	30.00	50.00	22.00	Geschiebemergel (Id)

Berechnungsgrundlagen
Norm: EC 7
BS: DIN 1054: BS-P
Ungünstigster Gleitkreis:
μ_{max} = 0.73
x_m = 104.57 m y_m = 82.74 m
R = 43.31 m
Teilsicherheiten:
- $\gamma(\varphi')$ = 1.25
- $\gamma(c')$ = 1.25
- $\gamma(c_u)$ = 1.25
- γ(Wichten) = 1.00
- γ(Ständige Einw.) = 1.00
- γ(Veränderliche Einw.) = 1.30



IGH INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT
DR.- ING. WESELOH - PROF. DR.- ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH
Volgersweg 58 - 30175 Hannover - Tel. 0511/34 32 05 - Fax 0511/34 15 44 - www.igh-grundbauinstitut.de

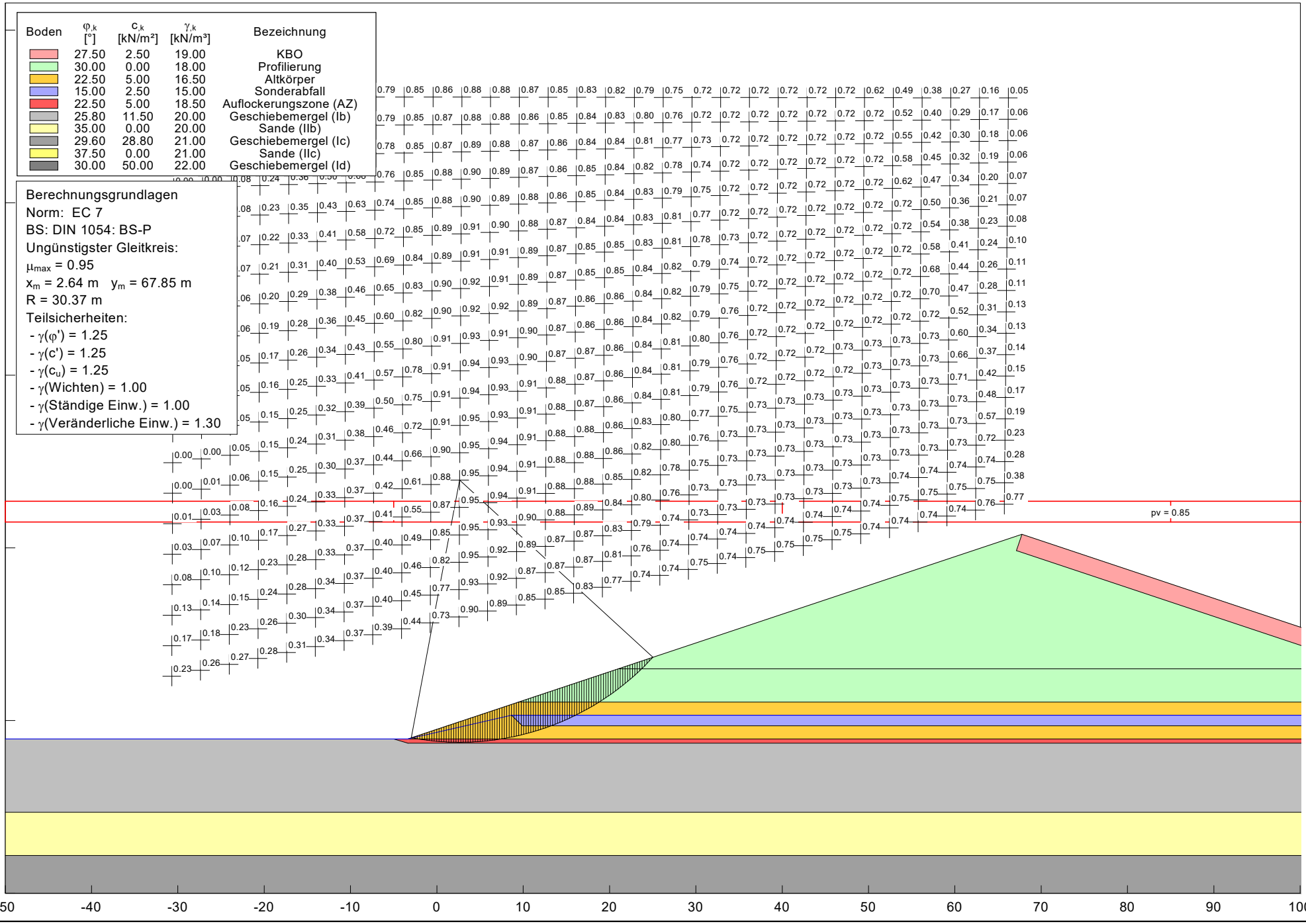
Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt der Deponieklasse III / Grundbruchberechnungen

Auftrag Nr.: 4.619

Anlage: 28.2

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m²]	γ_k [kN/m³]	Bezeichnung
	27.50	2.50	19.00	KBO
	30.00	0.00	18.00	Profilierung
	22.50	5.00	16.50	Altkörper
	15.00	2.50	15.00	Sonderabfall
	22.50	5.00	18.50	Auflockerungszone (AZ)
	25.80	11.50	20.00	Geschiebemergel (Ib)
	35.00	0.00	20.00	Sande (IIb)
	29.60	28.80	21.00	Geschiebemergel (Ic)
	37.50	0.00	21.00	Sande (IIc)
	30.00	50.00	22.00	Geschiebemergel (Id)

Berechnungsgrundlagen
Norm: EC 7
BS: DIN 1054: BS-P
Ungünstigster Gleitkreis:
μ_{max} = 0.95
x_m = 2.64 m y_m = 67.85 m
R = 30.37 m
Teilsicherheiten:
- $\gamma(\varphi')$ = 1.25
- $\gamma(c')$ = 1.25
- $\gamma(c_u)$ = 1.25
- γ(Wichten) = 1.00
- γ(Ständige Einw.) = 1.00
- γ(Veränderliche Einw.) = 1.30



IGH INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT
DR.- ING. WESELOH - PROF. DR.- ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH
Volgersweg 58 - 30175 Hannover - Tel. 0511/34 32 05 - Fax 0511/34 15 44 - www.igh-grundbauinstitut.de

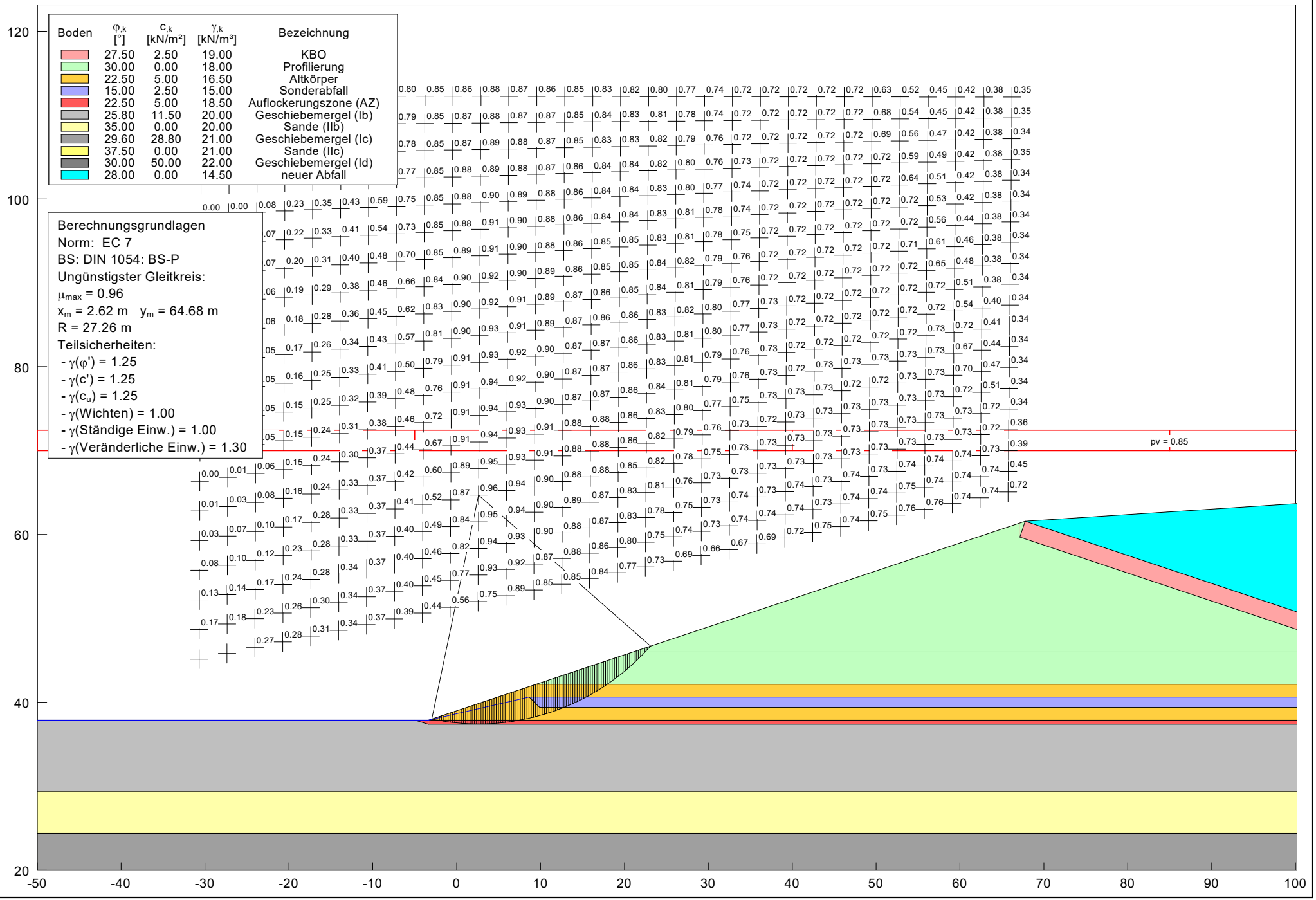
Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt der Deponieklasse III / Grundbruchberechnungen

Auftrag Nr.: 4.619

Anlage: 28.3

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m²]	γ_k [kN/m³]	Bezeichnung
	27.50	2.50	19.00	KBO
	30.00	0.00	18.00	Profilierung
	22.50	5.00	16.50	Altkörper
	15.00	2.50	15.00	Sonderabfall
	22.50	5.00	18.50	Auflockerungszone (AZ)
	25.80	11.50	20.00	Geschiebemergel (Ib)
	35.00	0.00	20.00	Sande (IIb)
	29.60	28.80	21.00	Geschiebemergel (Ic)
	37.50	0.00	21.00	Sande (IIc)
	30.00	50.00	22.00	Geschiebemergel (Id)
	28.00	0.00	14.50	neuer Abfall

Berechnungsgrundlagen
Norm: EC 7
BS: DIN 1054: BS-P
Ungünstigster Gleitkreis:
μ_{max} = 0.96
x_m = 2.62 m y_m = 64.68 m
R = 27.26 m
Teilsicherheiten:
- $\gamma(\varphi')$ = 1.25
- $\gamma(c')$ = 1.25
- $\gamma(c_u)$ = 1.25
- γ(Wichten) = 1.00
- γ(Ständige Einw.) = 1.00
- γ(Veränderliche Einw.) = 1.30



IGH INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT
DR.- ING. WESELOH - PROF. DR.- ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH
Volgersweg 58 - 30175 Hannover - Tel. 0511/34 32 05 - Fax 0511/34 15 44 - www.igh-grundbauinstitut.de

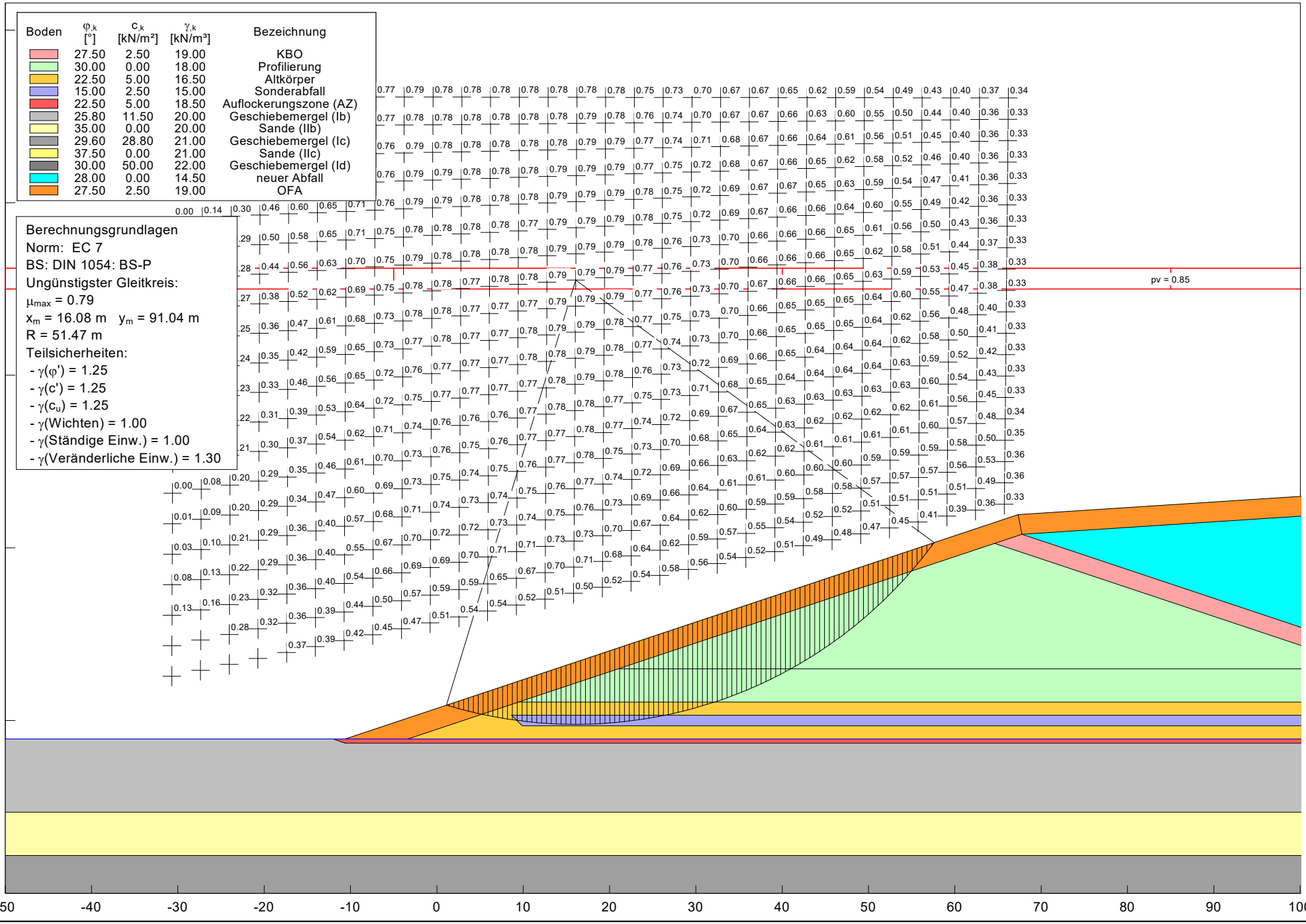
Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt der Deponieklasse III / Grundbruchberechnungen

Auftrag Nr.: 4.619

Anlage: 28.4

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m²]	γ_k [kN/m³]	Bezeichnung
	27.50	2.50	19.00	KBO
	30.00	0.00	18.00	Profilierung
	22.50	5.00	16.50	Altkörper
	15.00	2.50	15.00	Sonderabfall
	22.50	5.00	18.50	Auflockerungszone (AZ)
	25.80	11.50	20.00	Geschiebemergel (Ib)
	35.00	0.00	20.00	Sande (IIb)
	29.60	28.80	21.00	Geschiebemergel (Ic)
	37.50	0.00	21.00	Sande (IIc)
	30.00	50.00	22.00	Geschiebemergel (Id)
	28.00	0.00	14.50	neuer Abfall
	27.50	2.50	19.00	OFA

Berechnungsgrundlagen
Norm: EC 7
BS: DIN 1054: BS-P
Ungünstigster Gleitkreis:
μ_{max} = 0.79
x_m = 16.08 m y_m = 91.04 m
R = 51.47 m
Teilsicherheiten:
- $\gamma(\varphi')$ = 1.25
- $\gamma(c')$ = 1.25
- $\gamma(c_u)$ = 1.25
- γ(Wichten) = 1.00
- γ(Ständige Einw.) = 1.00
- γ(Veränderliche Einw.) = 1.30



IGH INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT
DR.- ING. WESELOH - PROF. DR.- ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH
Volgersweg 58 - 30175 Hannover - Tel. 0511/34 32 05 - Fax 0511/34 15 44 - www.igh-grundbauinstitut.de

Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt der Deponieklasse III / Grundbruchberechnungen

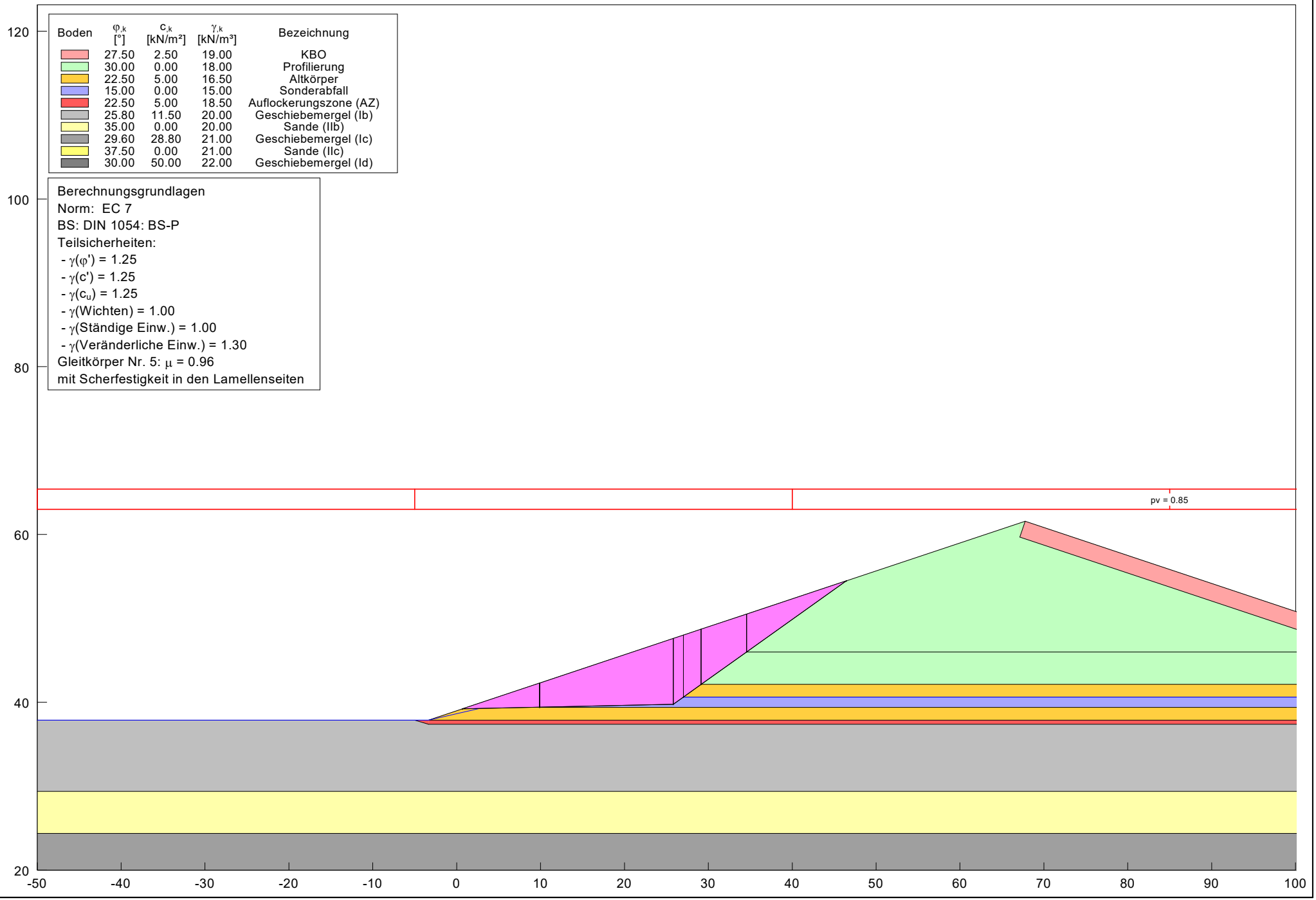
Auftrag Nr.: 4.619

Anlage: 28.5

Boden	$\varphi_{,k}$ [°]	$c_{,k}$ [kN/m²]	$\gamma_{,k}$ [kN/m³]	Bezeichnung
	27.50	2.50	19.00	KBO
	30.00	0.00	18.00	Profilierung
	22.50	5.00	16.50	Altkörper
	15.00	0.00	15.00	Sonderabfall
	22.50	5.00	18.50	Auflockerungszone (AZ)
	25.80	11.50	20.00	Geschiebemergel (Ib)
	35.00	0.00	20.00	Sande (IIb)
	29.60	28.80	21.00	Geschiebemergel (Ic)
	37.50	0.00	21.00	Sande (IIc)
	30.00	50.00	22.00	Geschiebemergel (Id)

Berechnungsgrundlagen
Norm: EC 7
BS: DIN 1054: BS-P
Teilsicherheiten:
- $\gamma(\varphi') = 1.25$
- $\gamma(c') = 1.25$
- $\gamma(c_u) = 1.25$
- γ(Wichten) = 1.00
- γ(Ständige Einw.) = 1.00
- γ(Veränderliche Einw.) = 1.30

Gleitkörper Nr. 5: $\mu = 0.96$
mit Scherfestigkeit in den Lamellenseiten

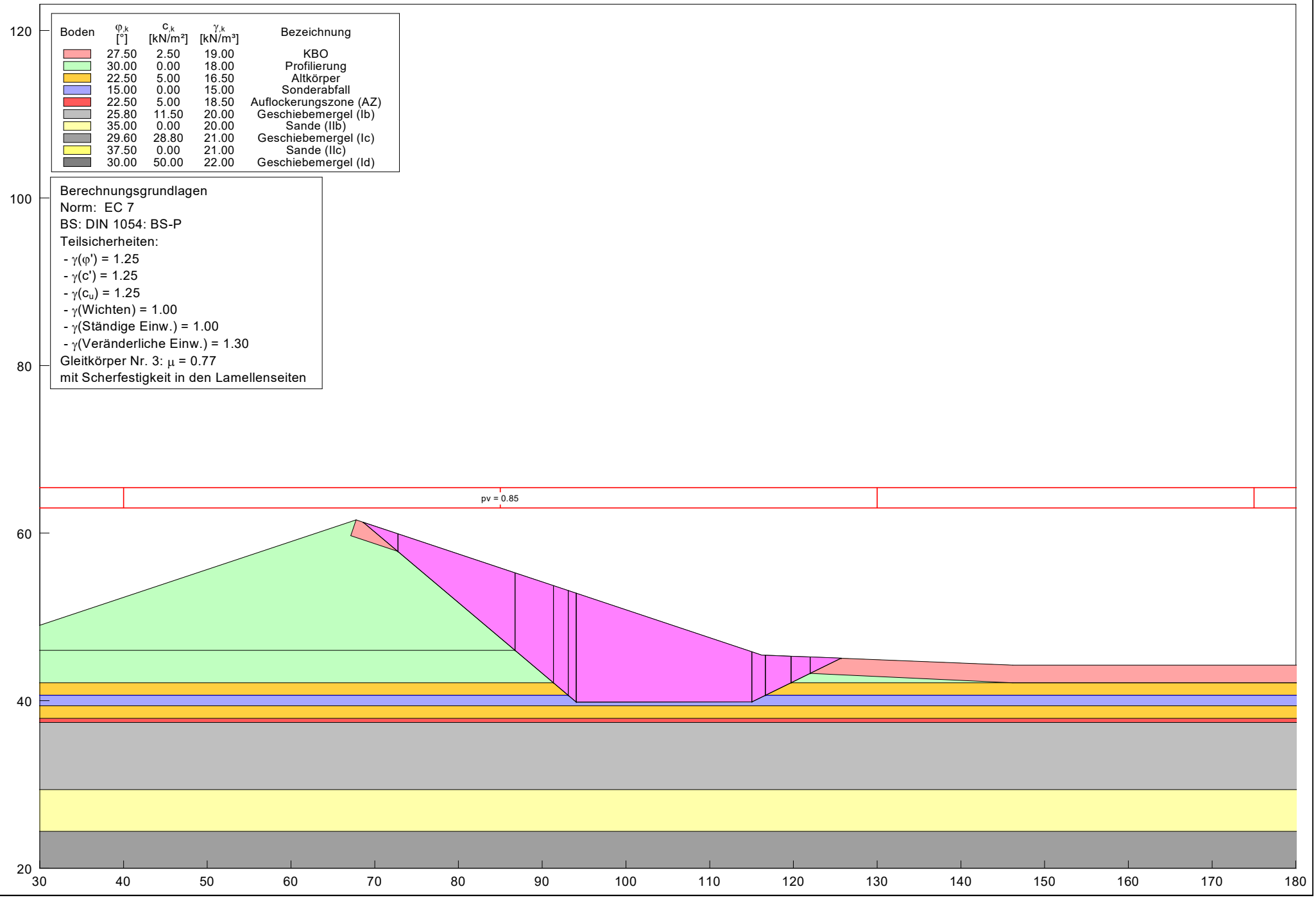


IGH INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT
DR.- ING. WESELOH - PROF. DR.- ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH
Volgersweg 58 · 30175 Hannover · Tel. 0511/34 32 05 · Fax 0511/34 15 44 · www.igh-grundbauinstitut.de

Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt der Deponieklasse III / Grundbruchberechnungen

Auftrag Nr.: 4.619

Anlage: 28.6



IGH INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT
DR.- ING. WESELOH - PROF. DR.- ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH
Volgersweg 58 - 30175 Hannover - Tel. 0511/34 32 05 - Fax 0511/34 15 44 - www.igh-grundbauinstitut.de

Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt der Deponieklasse III / Grundbruchberechnungen

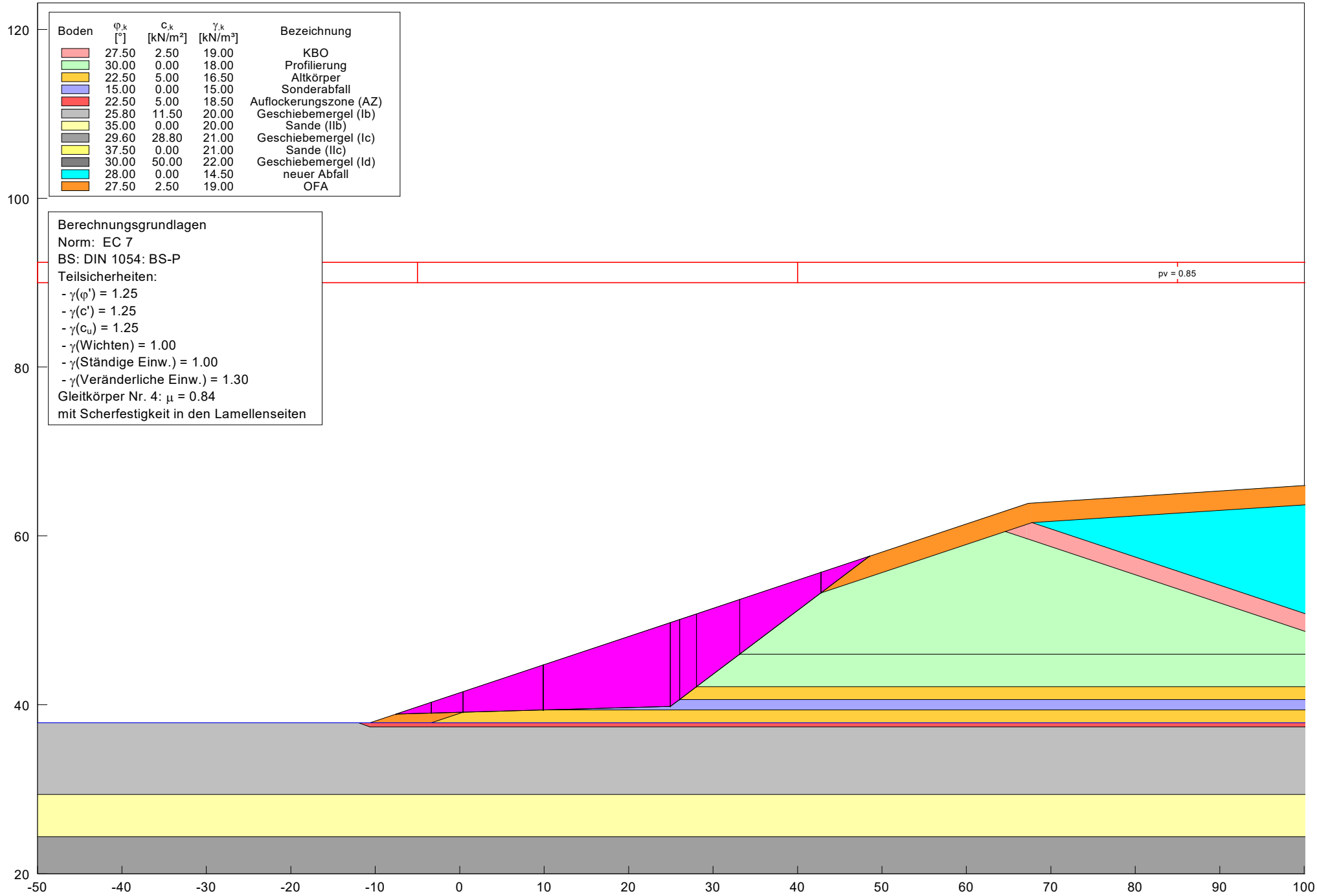
Auftrag Nr.: 4.619

Anlage: 28.7

Boden	$\varphi_{,k}$ [°]	$c_{,k}$ [kN/m²]	$\gamma_{,k}$ [kN/m³]	Bezeichnung
	27.50	2.50	19.00	KBO
	30.00	0.00	18.00	Profilierung
	22.50	5.00	16.50	Altkörper
	15.00	0.00	15.00	Sonderabfall
	22.50	5.00	18.50	Auflockerungszone (AZ)
	25.80	11.50	20.00	Geschiebemergel (Ib)
	35.00	0.00	20.00	Sande (IIb)
	29.60	28.80	21.00	Geschiebemergel (Ic)
	37.50	0.00	21.00	Sande (IIc)
	30.00	50.00	22.00	Geschiebemergel (Id)
	28.00	0.00	14.50	neuer Abfall
	27.50	2.50	19.00	OFA

Berechnungsgrundlagen
Norm: EC 7
BS: DIN 1054: BS-P
Teilsicherheiten:
- $\gamma(\varphi') = 1.25$
- $\gamma(c') = 1.25$
- $\gamma(c_u) = 1.25$
- γ(Wichten) = 1.00
- γ(Ständige Einw.) = 1.00
- γ(Veränderliche Einw.) = 1.30

Gleitkörper Nr. 4: $\mu = 0.84$
mit Scherfestigkeit in den Lamellenseiten



IGH INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT
DR.- ING. WESELOH - PROF. DR.- ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH
Volgersweg 58 - 30175 Hannover - Tel. 0511/34 32 05 - Fax 0511/34 15 44 - www.igh-grundbauinstitut.de

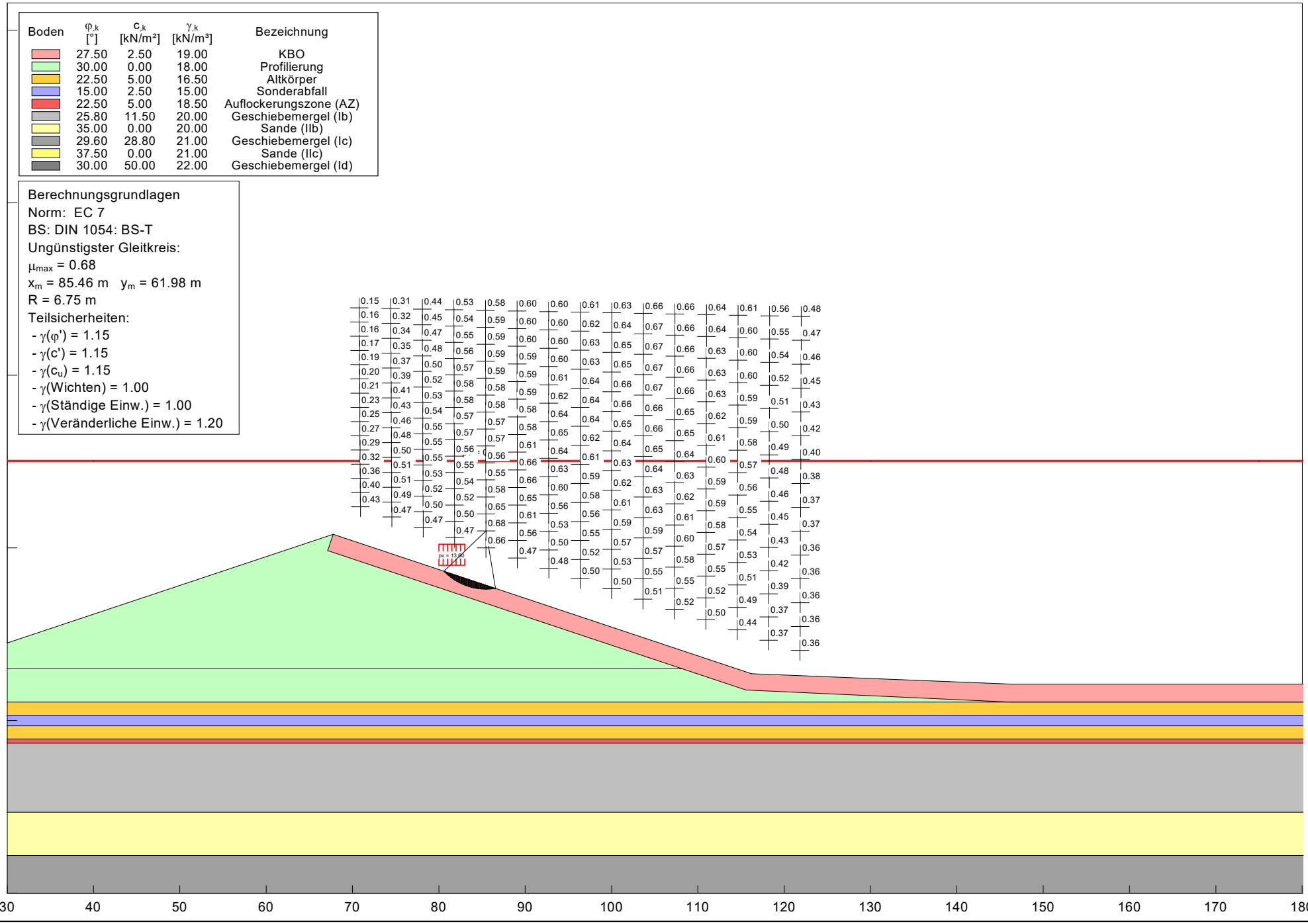
Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt der Deponieklasse III / Grundbruchberechnungen

Auftrag Nr.: 4.619

Anlage: 29.1

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m²]	γ_k [kN/m³]	Bezeichnung
	27.50	2.50	19.00	KBO
	30.00	0.00	18.00	Profilierung
	22.50	5.00	16.50	Altkörper
	15.00	2.50	15.00	Sonderabfall
	22.50	5.00	18.50	Auflockerungszone (AZ)
	25.80	11.50	20.00	Geschiebemergel (Ib)
	35.00	0.00	20.00	Sande (IIb)
	29.60	28.80	21.00	Geschiebemergel (Ic)
	37.50	0.00	21.00	Sande (IIc)
	30.00	50.00	22.00	Geschiebemergel (Id)

Berechnungsgrundlagen
Norm: EC 7
BS: DIN 1054: BS-T
Ungünstigster Gleitkreis:
μ_{max} = 0.68
x_m = 85.46 m y_m = 61.98 m
R = 6.75 m
Teilsicherheiten:
- $\gamma(\varphi')$ = 1.15
- $\gamma(c')$ = 1.15
- $\gamma(c_u)$ = 1.15
- γ(Wichten) = 1.00
- γ(Ständige Einw.) = 1.00
- γ(Veränderliche Einw.) = 1.20



IGH INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT
DR.- ING. WESELOH - PROF. DR.- ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH
Volgersweg 58 - 30175 Hannover - Tel. 0511/34 32 05 - Fax 0511/34 15 44 - www.igh-grundbauinstitut.de

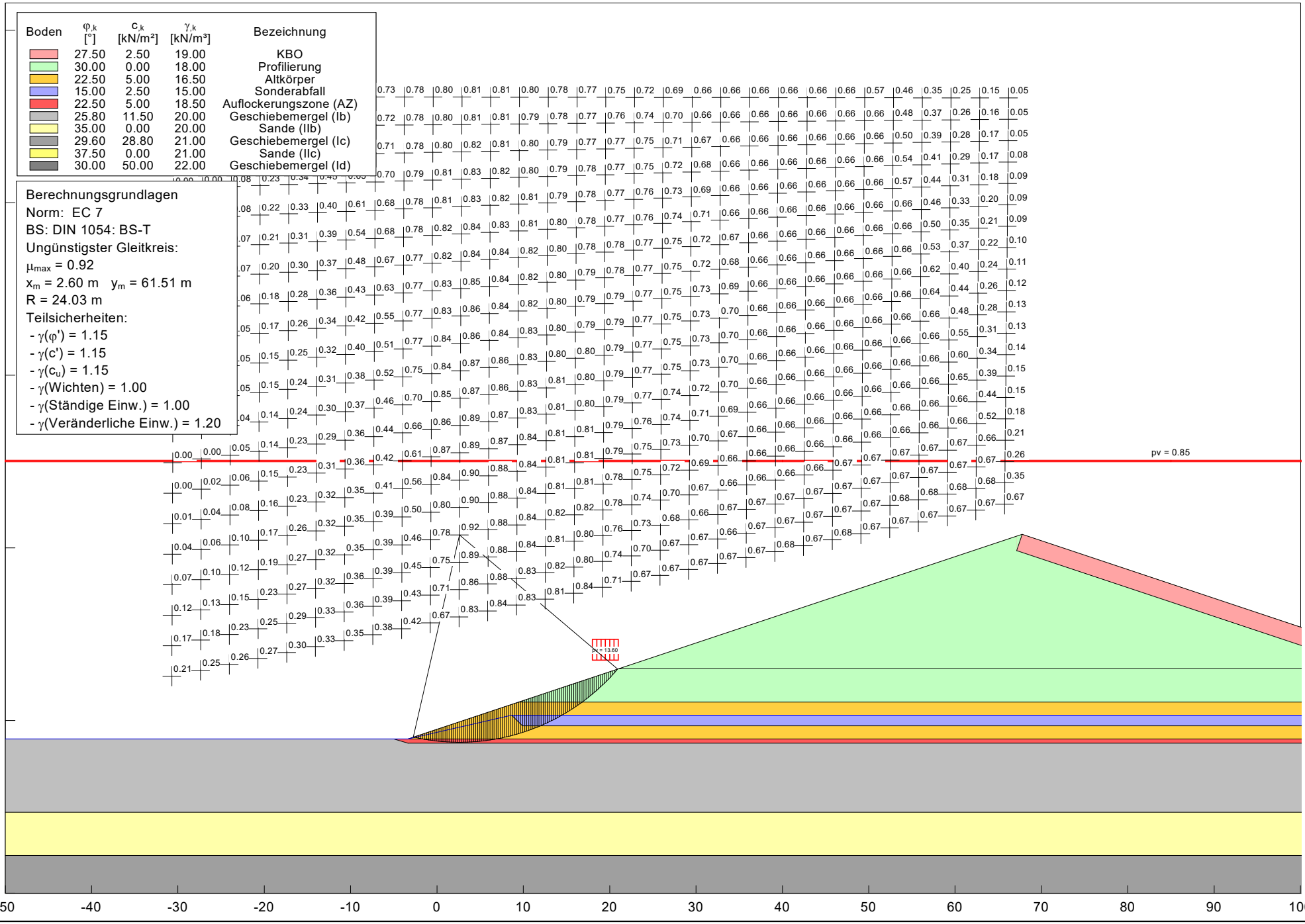
Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt der Deponieklasse III / Grundbruchberechnungen

Auftrag Nr.: 4.619

Anlage: 29.2

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m²]	γ_k [kN/m³]	Bezeichnung
	27.50	2.50	19.00	KBO
	30.00	0.00	18.00	Profilierung
	22.50	5.00	16.50	Altkörper
	15.00	2.50	15.00	Sonderabfall
	22.50	5.00	18.50	Auflockerungszone (AZ)
	25.80	11.50	20.00	Geschiebemergel (Ib)
	35.00	0.00	20.00	Sande (IIb)
	29.60	28.80	21.00	Geschiebemergel (Ic)
	37.50	0.00	21.00	Sande (IIc)
	30.00	50.00	22.00	Geschiebemergel (Id)

Berechnungsgrundlagen
Norm: EC 7
BS: DIN 1054: BS-T
Ungünstigster Gleitkreis:
μ_{max} = 0.92
x_m = 2.60 m y_m = 61.51 m
R = 24.03 m
Teilsicherheiten:
- $\gamma(\varphi')$ = 1.15
- $\gamma(c')$ = 1.15
- $\gamma(c_u)$ = 1.15
- γ(Wichten) = 1.00
- γ(Ständige Einw.) = 1.00
- γ(Veränderliche Einw.) = 1.20



IGH INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT
DR.- ING. WESELOH - PROF. DR.- ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH
Volgersweg 58 - 30175 Hannover - Tel. 0511/34 32 05 - Fax 0511/34 15 44 - www.igh-grundbauinstitut.de

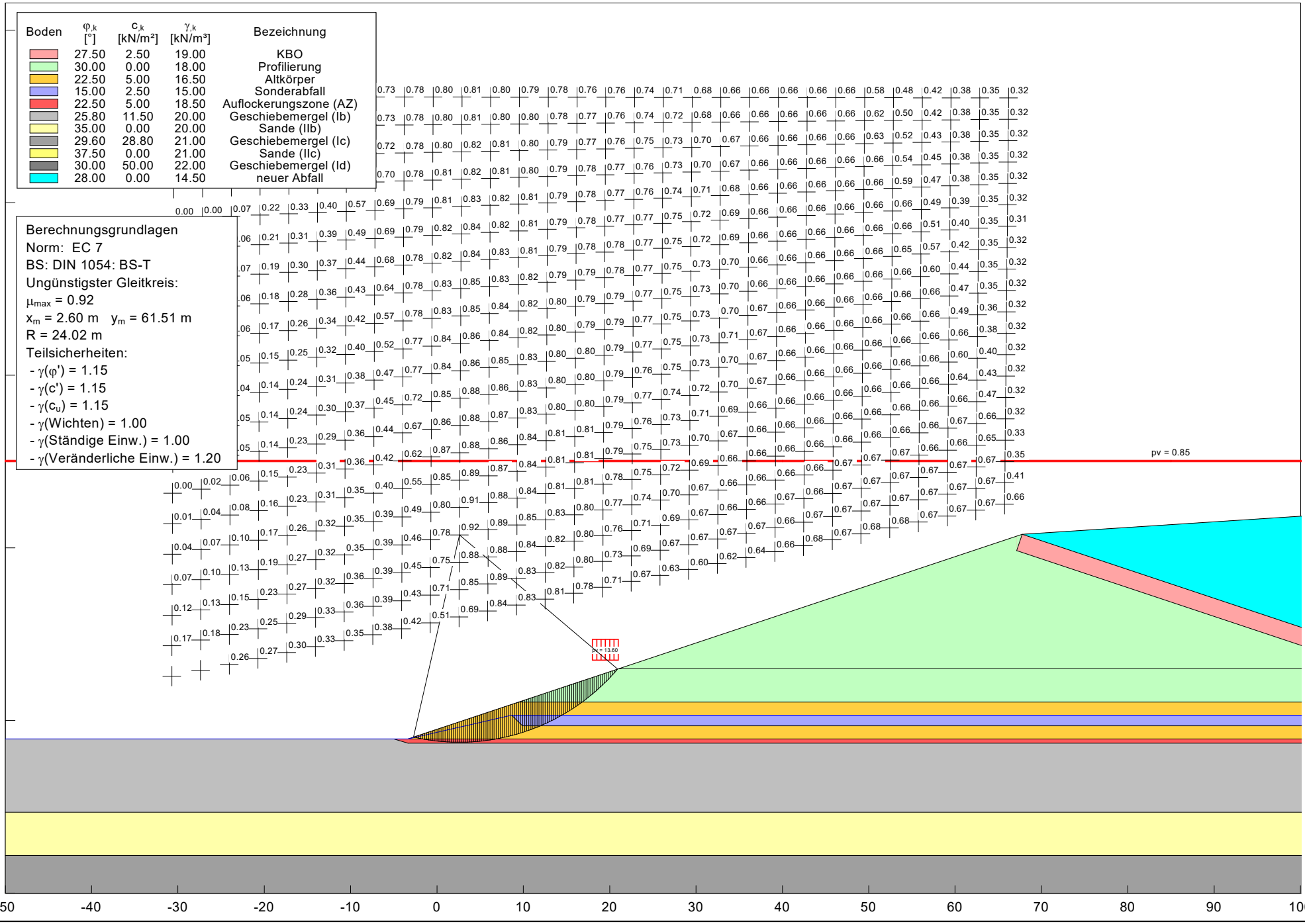
Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt der Deponieklasse III / Grundbruchberechnungen

Auftrag Nr.: 4.619

Anlage: 29.3

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m²]	γ_k [kN/m³]	Bezeichnung
	27.50	2.50	19.00	KBO
	30.00	0.00	18.00	Profilierung
	22.50	5.00	16.50	Altkörper
	15.00	2.50	15.00	Sonderabfall
	22.50	5.00	18.50	Auflockerungszone (AZ)
	25.80	11.50	20.00	Geschiebemergel (Ib)
	35.00	0.00	20.00	Sande (IIb)
	29.60	28.80	21.00	Geschiebemergel (Ic)
	37.50	0.00	21.00	Sande (IIc)
	30.00	50.00	22.00	Geschiebemergel (Id)
	28.00	0.00	14.50	neuer Abfall

Berechnungsgrundlagen
Norm: EC 7
BS: DIN 1054: BS-T
Ungünstigster Gleitkreis:
μ_{max} = 0.92
x_m = 2.60 m y_m = 61.51 m
R = 24.02 m
Teilsicherheiten:
- $\gamma(\varphi')$ = 1.15
- $\gamma(c')$ = 1.15
- $\gamma(c_u)$ = 1.15
- γ(Wichten) = 1.00
- γ(Ständige Einw.) = 1.00
- γ(Veränderliche Einw.) = 1.20



IGH INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT
DR.- ING. WESELOH - PROF. DR.- ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH
Volgersweg 58 - 30175 Hannover - Tel. 0511/34 32 05 - Fax 0511/34 15 44 - www.igh-grundbauinstitut.de

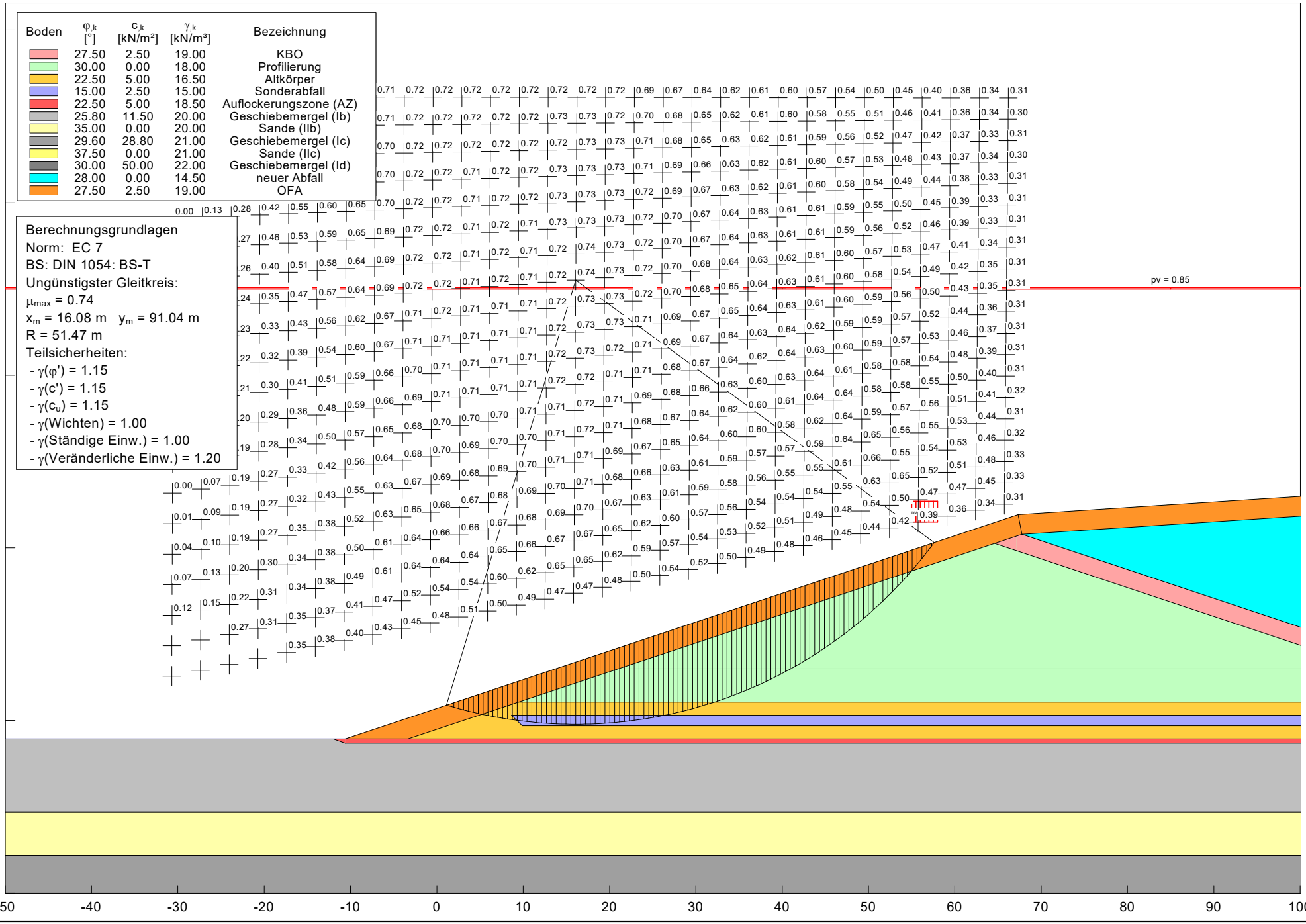
Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt der Deponieklasse III / Grundbruchberechnungen

Auftrag Nr.: 4.619

Anlage: 29.4

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m²]	γ_k [kN/m³]	Bezeichnung
	27.50	2.50	19.00	KBO
	30.00	0.00	18.00	Profilierung
	22.50	5.00	16.50	Altkörper
	15.00	2.50	15.00	Sonderabfall
	22.50	5.00	18.50	Auflockerungszone (AZ)
	25.80	11.50	20.00	Geschiebemergel (Ib)
	35.00	0.00	20.00	Sande (IIb)
	29.60	28.80	21.00	Geschiebemergel (Ic)
	37.50	0.00	21.00	Sande (IIc)
	30.00	50.00	22.00	Geschiebemergel (Id)
	28.00	0.00	14.50	neuer Abfall
	27.50	2.50	19.00	OFA

Berechnungsgrundlagen
Norm: EC 7
BS: DIN 1054: BS-T
Ungünstigster Gleitkreis:
μ_{max} = 0.74
x_m = 16.08 m y_m = 91.04 m
R = 51.47 m
Teilsicherheiten:
- $\gamma(\varphi')$ = 1.15
- $\gamma(c')$ = 1.15
- $\gamma(c_u)$ = 1.15
- γ(Wichten) = 1.00
- γ(Ständige Einw.) = 1.00
- γ(Veränderliche Einw.) = 1.20



IGH INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT
DR.- ING. WESELOH - PROF. DR.- ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH
Volgersweg 58 - 30175 Hannover - Tel. 0511/34 32 05 - Fax 0511/34 15 44 - www.igh-grundbauinstitut.de

Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt der Deponieklasse III / Grundbruchberechnungen

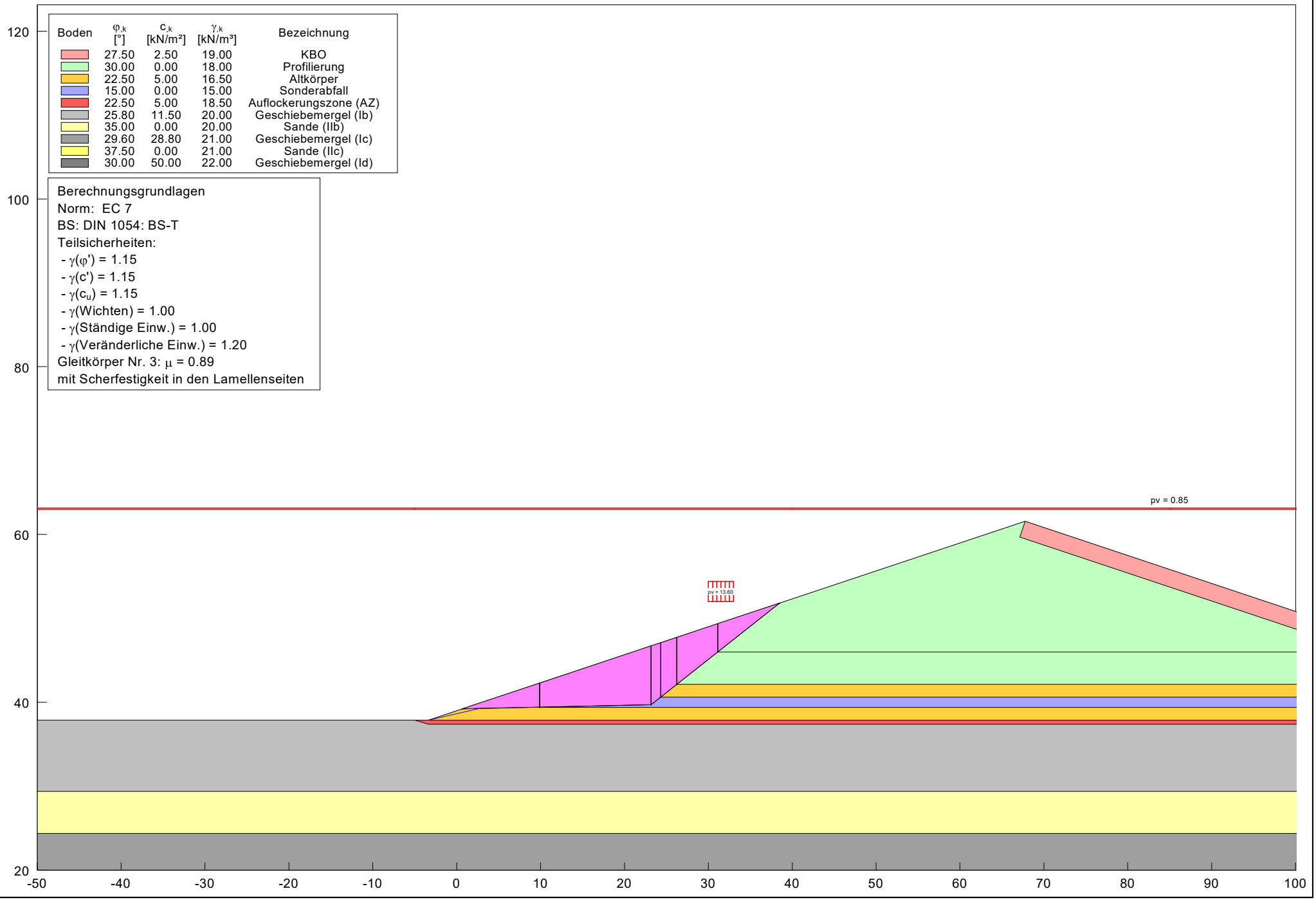
Auftrag Nr.: 4.619

Anlage: 29.5

Boden	$\varphi_{,k}$ [°]	$c_{,k}$ [kN/m²]	$\gamma_{,k}$ [kN/m³]	Bezeichnung
	27.50	2.50	19.00	KBO
	30.00	0.00	18.00	Profilierung
	22.50	5.00	16.50	Altkörper
	15.00	0.00	15.00	Sonderabfall
	22.50	5.00	18.50	Auflockerungszone (AZ)
	25.80	11.50	20.00	Geschiebemergel (Ib)
	35.00	0.00	20.00	Sande (IIb)
	29.60	28.80	21.00	Geschiebemergel (Ic)
	37.50	0.00	21.00	Sande (IIc)
	30.00	50.00	22.00	Geschiebemergel (Id)

Berechnungsgrundlagen
Norm: EC 7
BS: DIN 1054: BS-T
Teilsicherheiten:
- $\gamma(\varphi') = 1.15$
- $\gamma(c') = 1.15$
- $\gamma(c_u) = 1.15$
- γ(Wichten) = 1.00
- γ(Ständige Einw.) = 1.00
- γ(Veränderliche Einw.) = 1.20

Gleitkörper Nr. 3: $\mu = 0.89$
mit Scherfestigkeit in den Lamellenseiten



IGH INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT
DR.- ING. WESELOH - PROF. DR.- ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH
Volgersweg 58 · 30175 Hannover · Tel. 0511/34 32 05 · Fax 0511/34 15 44 · www.igh-grundbauinstitut.de

Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt der Deponieklasse III / Grundbruchberechnungen

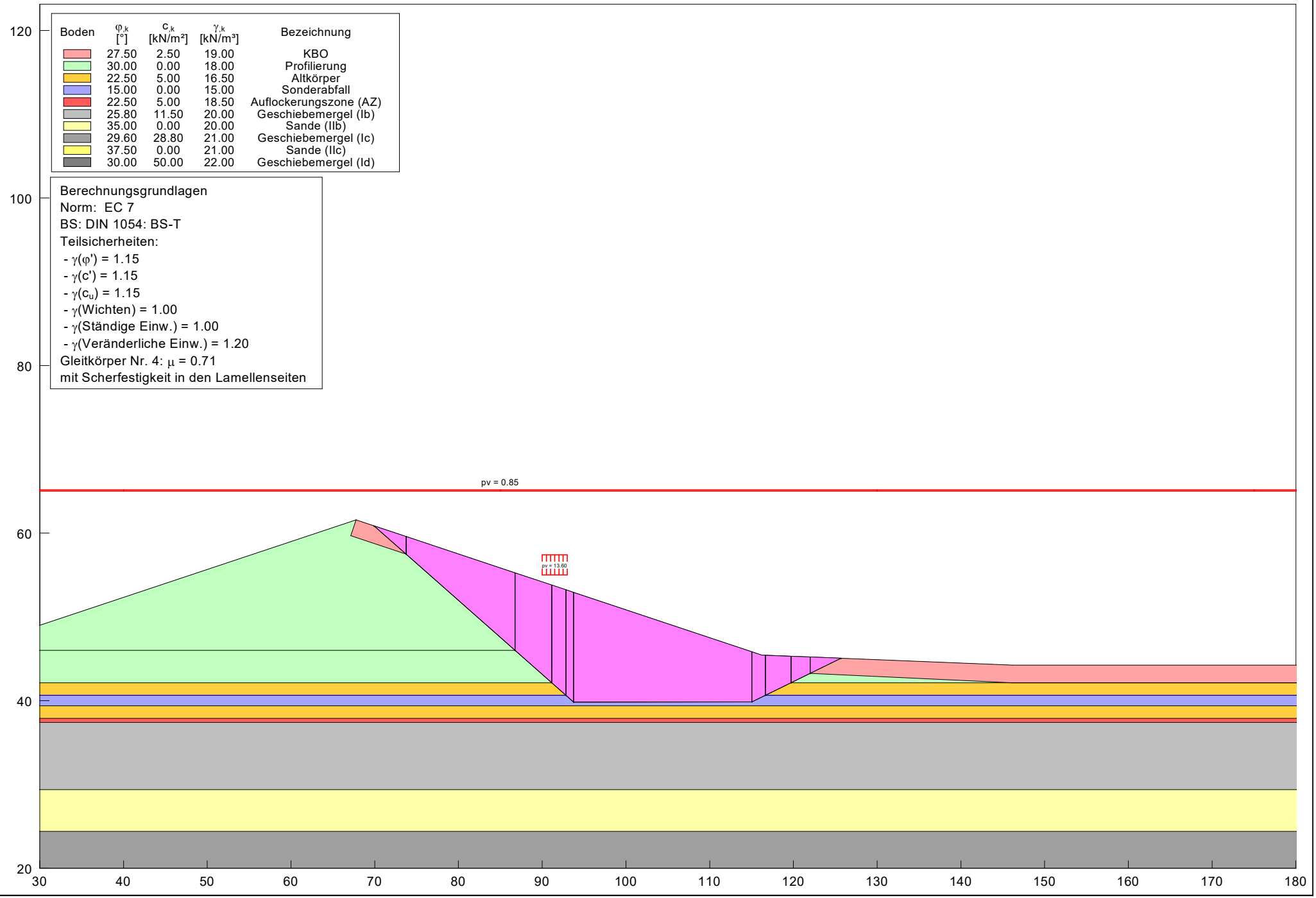
Auftrag Nr.: 4.619

Anlage: 29.6

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m²]	γ_k [kN/m³]	Bezeichnung
	27.50	2.50	19.00	KBO
	30.00	0.00	18.00	Profilierung
	22.50	5.00	16.50	Altkörper
	15.00	0.00	15.00	Sonderabfall
	22.50	5.00	18.50	Auflockerungszone (AZ)
	25.80	11.50	20.00	Geschiebemergel (Ib)
	35.00	0.00	20.00	Sande (IIb)
	29.60	28.80	21.00	Geschiebemergel (Ic)
	37.50	0.00	21.00	Sande (IIc)
	30.00	50.00	22.00	Geschiebemergel (Id)

Berechnungsgrundlagen
Norm: EC 7
BS: DIN 1054: BS-T
Teilsicherheiten:
- $\gamma(\varphi')$ = 1.15
- $\gamma(c')$ = 1.15
- $\gamma(c_u)$ = 1.15
- γ(Wichten) = 1.00
- γ(Ständige Einw.) = 1.00
- γ(Veränderliche Einw.) = 1.20

Gleitkörper Nr. 4: μ = 0.71
mit Scherfestigkeit in den Lamellenseiten



IGH INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT
DR.- ING. WESELOH - PROF. DR.- ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH
Volgersweg 58 - 30175 Hannover - Tel. 0511/34 32 05 - Fax 0511/34 15 44 - www.igh-grundbauinstitut.de

Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt der Deponieklasse III / Grundbruchberechnungen

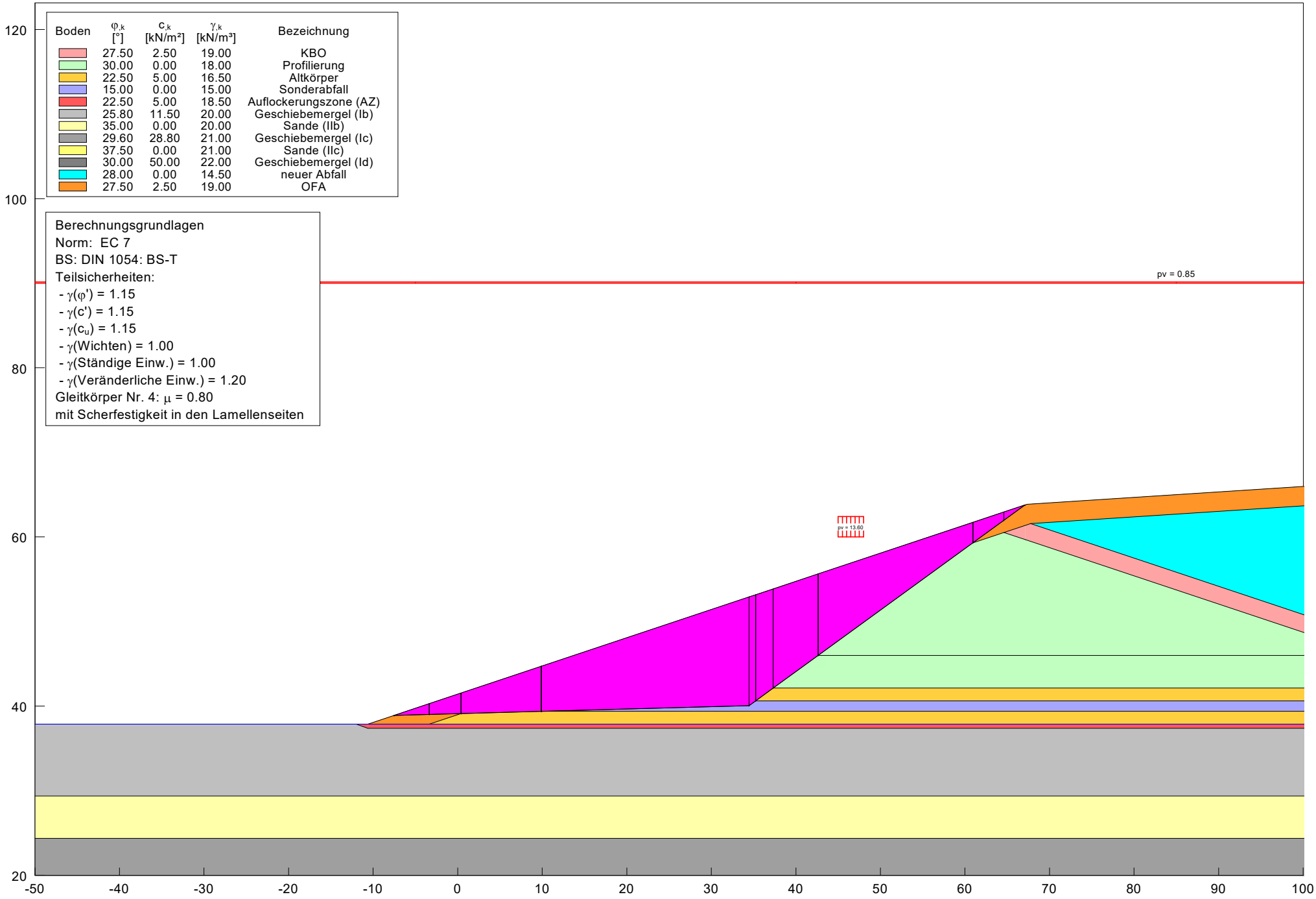
Auftrag Nr.: 4.619

Anlage: 29.7

Boden	$\varphi_{,k}$ [°]	$c_{,k}$ [kN/m²]	$\gamma_{,k}$ [kN/m³]	Bezeichnung
	27.50	2.50	19.00	KBO
	30.00	0.00	18.00	Profilierung
	22.50	5.00	16.50	Altkörper
	15.00	0.00	15.00	Sonderabfall
	22.50	5.00	18.50	Auflockerungszone (AZ)
	25.80	11.50	20.00	Geschiebemergel (Ib)
	35.00	0.00	20.00	Sande (IIb)
	29.60	28.80	21.00	Geschiebemergel (Ic)
	37.50	0.00	21.00	Sande (IIc)
	30.00	50.00	22.00	Geschiebemergel (Id)
	28.00	0.00	14.50	neuer Abfall
	27.50	2.50	19.00	OFA

Berechnungsgrundlagen
Norm: EC 7
BS: DIN 1054: BS-T
Teilsicherheiten:
- $\gamma(\varphi') = 1.15$
- $\gamma(c') = 1.15$
- $\gamma(c_u) = 1.15$
- γ(Wichten) = 1.00
- γ(Ständige Einw.) = 1.00
- γ(Veränderliche Einw.) = 1.20

Gleitkörper Nr. 4: $\mu = 0.80$
mit Scherfestigkeit in den Lamellenseiten



IGH INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT
DR.- ING. WESELOH - PROF. DR.- ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH
Volgersweg 58 - 30175 Hannover - Tel. 0511/34 32 05 - Fax 0511/34 15 44 - www.igh-grundbauinstitut.de

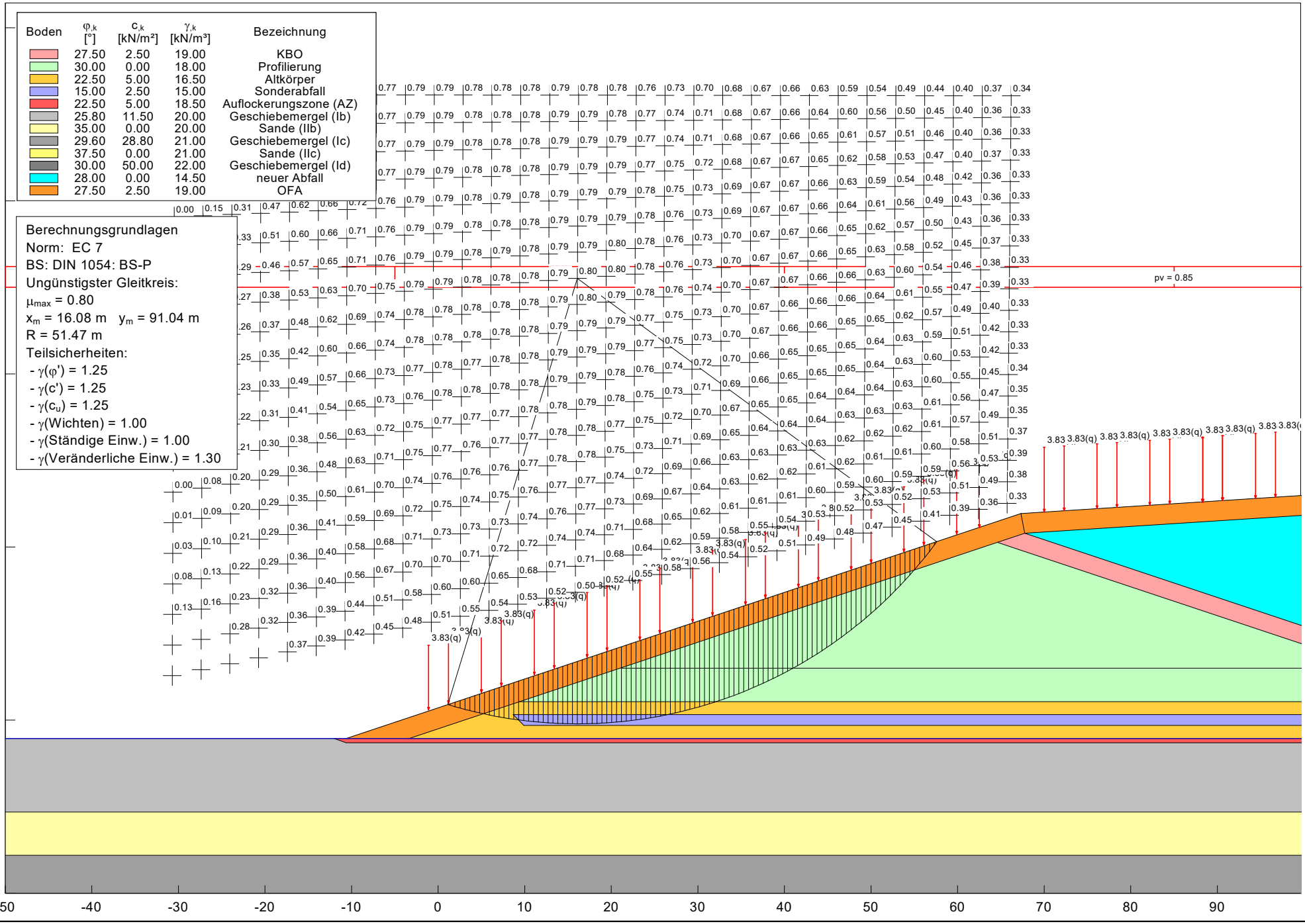
Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt der Deponieklasse III / Grundbruchberechnungen

Auftrag Nr.: 4.619

Anlage: 30.1

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m²]	γ_k [kN/m³]	Bezeichnung
	27.50	2.50	19.00	KBO
	30.00	0.00	18.00	Profilierung
	22.50	5.00	16.50	Altkörper
	15.00	2.50	15.00	Sonderabfall
	22.50	5.00	18.50	Auflockerungszone (AZ)
	25.80	11.50	20.00	Geschiebemergel (Ib)
	35.00	0.00	20.00	Sande (IIb)
	29.60	28.80	21.00	Geschiebemergel (Ic)
	37.50	0.00	21.00	Sande (IIc)
	30.00	50.00	22.00	Geschiebemergel (Id)
	28.00	0.00	14.50	neuer Abfall
	27.50	2.50	19.00	OFA

Berechnungsgrundlagen
Norm: EC 7
BS: DIN 1054: BS-P
Ungünstigster Gleitkreis:
μ_{max} = 0.80
x_m = 16.08 m y_m = 91.04 m
R = 51.47 m
Teilsicherheiten:
- $\gamma(\varphi')$ = 1.25
- $\gamma(c')$ = 1.25
- $\gamma(c_u)$ = 1.25
- γ(Wichten) = 1.00
- γ(Ständige Einw.) = 1.00
- γ(Veränderliche Einw.) = 1.30



IGH INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT
DR.- ING. WESELOH - PROF. DR.- ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH
Volgersweg 58 - 30175 Hannover - Tel. 0511/34 32 05 - Fax 0511/34 15 44 - www.igh-grundbauinstitut.de

Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt der Deponieklasse III / Grundbruchberechnungen

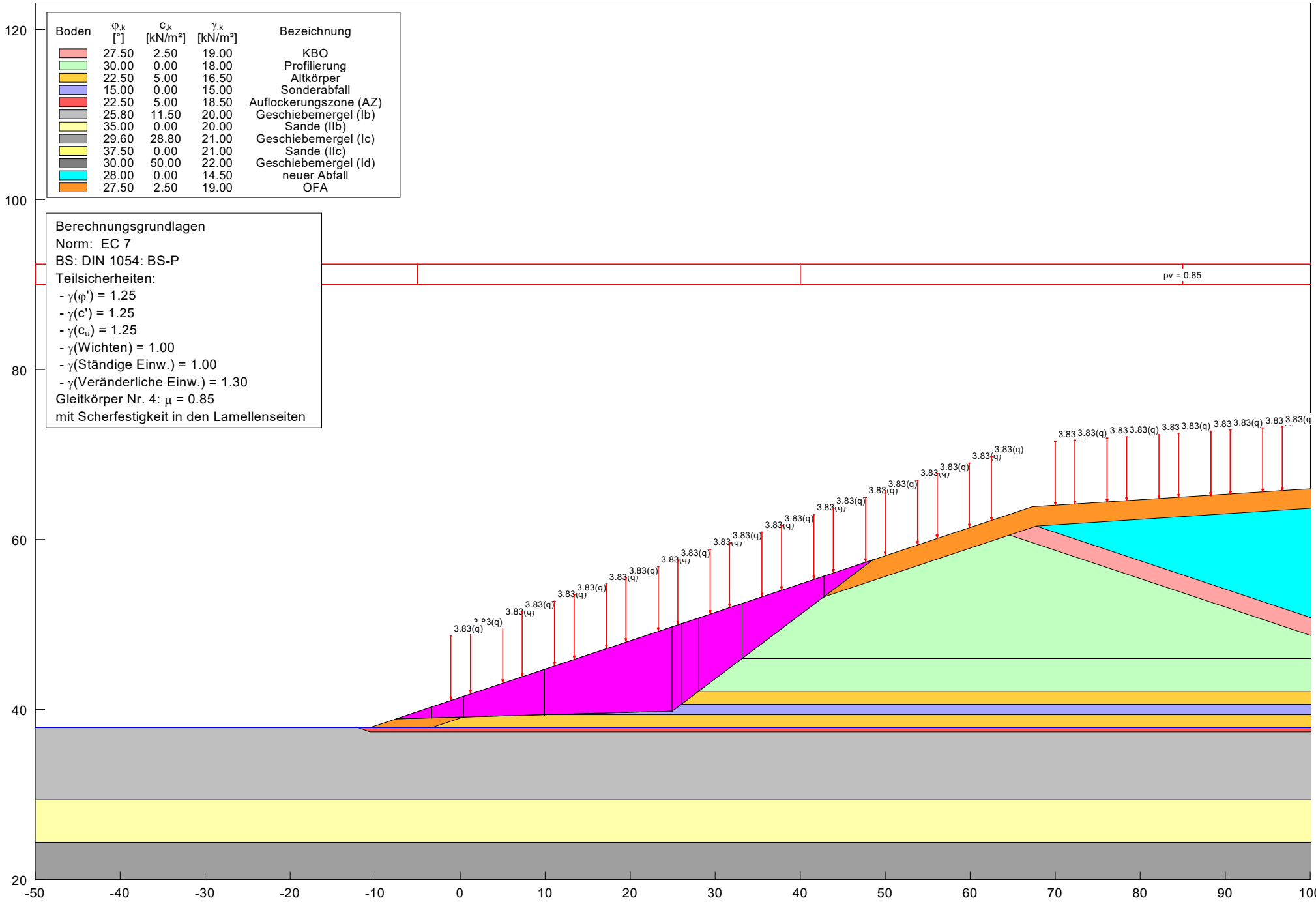
Auftrag Nr.: 4.619

Anlage: 30.2

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m²]	γ_k [kN/m³]	Bezeichnung
	27.50	2.50	19.00	KBO
	30.00	0.00	18.00	Profilierung
	22.50	5.00	16.50	Altkörper
	15.00	0.00	15.00	Sonderabfall
	22.50	5.00	18.50	Auflockerungszone (AZ)
	25.80	11.50	20.00	Geschiebemergel (Ib)
	35.00	0.00	20.00	Sande (IIb)
	29.60	28.80	21.00	Geschiebemergel (Ic)
	37.50	0.00	21.00	Sande (IIc)
	30.00	50.00	22.00	Geschiebemergel (Id)
	28.00	0.00	14.50	neuer Abfall
	27.50	2.50	19.00	OFA

Berechnungsgrundlagen
Norm: EC 7
BS: DIN 1054: BS-P
Teilsicherheiten:
- $\gamma(\varphi') = 1.25$
- $\gamma(c') = 1.25$
- $\gamma(c_u) = 1.25$
- γ(Wichten) = 1.00
- γ(Ständige Einw.) = 1.00
- γ(Veränderliche Einw.) = 1.30

Gleitkörper Nr. 4: $\mu = 0.85$
mit Scherfestigkeit in den Lamellenseiten



Gleitsicherheit des Oberflächenabdichtungssystems

Böschungsneigung: 18,435 °

Bemessungsituation: **BS-T**

Teilsicherheitsbeiwerte:

γ_G = 1,00

γ_Q = 1,20

$\gamma_{\phi}, \gamma_{\delta}$ = 1,15

γ_c = 1,15

Baugerät: (Raupe Cat D5G LGP auf Oberboden)

Betriebsgewicht P_k: 96,7 kN

Anzahl der Aufstandsflächen: 2 Stück

Breite der Aufstandsfläche b: 0,66 m

Länge der Aufstandsfläche l: 2,32 m

Lastausbreitungswinkel α: 30,0 °

Fahrwinkel zur Böschungsfalllinie ε: 0,0 °

Faktoren zur Berücksichtigung der seismischen Trägheitskräfte:

Horizontaler Erdbeschleunigungsfaktor k_h:

Vertikaler Erdbeschleunigungsfaktor k_v:

Geräteeinsatz auf bzw. Fertigstellung bis Fuge: 19

Fuge	Komponente	d	γ_k / $\gamma_{r,k}$	γ_k / γ_k'	ϕ_k' / δ_k'	c_k' / a_k'	∑ Spalte 3·4·γ_G	∑ Spalte 3·5	t	A	p_K	p_K'	E	R_φ	R_c	$R=R_\varphi+R_c$	μ
-	-	m	kN/m³	kN/m³	°	kN/m²	kN/m²	kN/m²	m	m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	-
1	Planum	0,000	14,50	14,50	28,00	0,00	43,49	43,49	2,31	33,27	2,91	0,49	15,04	20,35	0,00	20,35	0,74
2	GDS/TAS u	0,000	18,50	18,50	32,50	0,00	43,49	43,49	2,31	33,27	2,91	0,49	15,04	24,38	0,00	24,38	0,62
3	GDS/TAS o	0,500	18,50	18,50	32,50	0,00	34,24	34,24	1,81	24,32	3,98	0,87	12,67	20,08	0,00	20,08	0,63
4	MD u	0,000	19,50	19,50	23,50	10,00	34,24	34,24	1,81	24,32	3,98	0,87	12,67	13,71	8,70	22,40	0,57
5	MD o	0,500	19,50	19,50	23,50	10,00	24,49	24,49	1,31	16,71	5,79	1,55	10,53	10,86	8,70	19,56	0,54
6	KDB/MD1 u	0,000	9,50	9,50	16,90	4,00	24,49	24,49	1,31	16,71	5,79	1,55	10,53	7,59	3,48	11,07	0,95
7	KDB o	0,0025	9,50	9,50	33,00	0,00	24,47	24,47	1,31	16,67	5,80	1,56	10,53	16,21	0,00	16,21	0,65
8	SV u	0,000	1,50	1,50	33,00	0,00	24,47	24,47	1,31	16,67	5,80	1,56	10,53	16,21	0,00	16,21	0,65
9	SV o	0,008	1,50	1,50	29,80	0,00	24,45	24,45	1,30	16,56	5,84	1,57	10,55	14,31	0,00	14,31	0,74
10	EWS u	0,000	17,50	17,50	32,50	0,00	24,45	24,45	1,30	16,56	5,84	1,57	10,55	15,92	0,00	15,92	0,66
11	EWS o	0,300	17,50	17,50	32,50	0,00	19,20	19,20	1,00	12,65	7,64	2,29	9,84	14,11	0,00	14,11	0,70
12	TV u	0,000	1,00	1,00	29,80	0,00	19,20	19,20	1,00	12,65	7,64	2,29	9,84	12,68	0,00	12,68	0,78
13	TV o	0,0035	1,00	1,00	25,60	0,00	19,20	19,20	1,00	12,61	7,67	2,30	9,85	11,19	0,00	11,19	0,88
14	UB u	0,000	19,00	19,00	28,00	2,00	19,20	19,20	1,00	12,61	7,67	2,30	9,85	12,42	1,74	14,16	0,70
15	UB o	0,800	19,00	19,00	28,00	2,00	4,00	4,00	0,20	4,55	21,27	8,08	12,41	11,69	1,74	13,42	0,92
16	OB u'	0,000	21,00	11,00	28,00	2,00	4,00	3,00	0,20	4,55	21,27	8,08	12,41	11,22	1,74	12,96	0,96
17	OB o'	0,100	21,00	11,00	28,00	2,00	1,90	1,90	0,10	3,78	25,60	9,98	14,10	12,72	1,74	14,45	0,98
18	OB u	0,000	19,00	19,00	28,00	2,00	1,90	1,90	0,10	3,78	25,60	9,98	14,10	12,72	1,74	14,45	0,98
19	OB o	0,100	19,00	19,00	28,00	2,00	0,00	0,00	0,00	3,06	31,58	12,63	16,78	14,60	1,74	16,34	*1,03*
20																	
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	
27																	
28																	
29																	
30																	
31																	
32																	
33																	
34																	
35																	

IGH
INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT
DR.-ING. WESELOH - PROF. DR.-ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH
Volgersweg 58 30175 Hannover Telefon (0511) 343205 Telefax (0511) 341544

MEAB mbH
Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt der Deponieklasse III / Gleitsicherheitsnachweise

Auftr.Nr: 4.619

Anlage: 27.13

Gleitsicherheit des Oberflächenabdichtungssystems

Böschungsneigung: 18,435 °

Bemessungsituation: **BS-T**

Teilsicherheitsbeiwerte:

γ_G = 1,00

γ_Q = 1,20

$\gamma_{\phi}, \gamma_{\delta}$ = 1,15

γ_c = 1,15

Baugerät: (Pistenbully auf EWS)

Betriebsgewicht P_k: 67,0 kN

Anzahl der Aufstandsflächen: 2 Stück

Breite der Aufstandsfläche b: 0,80 m

Länge der Aufstandsfläche l: 4,50 m

Lastausbreitungswinkel α: 30,0 °

Fahrwinkel zur Böschungsfalllinie ε: 0,0 °

Faktoren zur Berücksichtigung der seismischen Trägheitskräfte:

Horizontaler Erdbeschleunigungsfaktor k_h:

Vertikaler Erdbeschleunigungsfaktor k_v:

Geräteeinsatz auf bzw. Fertigstellung bis Fuge: 11

Fuge	Komponente	d	γ_k / $\gamma_{r,k}$	γ_k / γ_k'	ϕ_k' / δ_k'	c_k' / a_k'	∑ Spalte 3·4·γ_G	∑ Spalte 3·5	t	A	p_K	p_K'	E	R_φ	R_c	$R=R_\varphi+R_c$	μ
-	-	m	kN/m³	kN/m³	°	kN/m²	kN/m²	kN/m²	m	m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	-
1	Planum	0,000	14,50	14,50	28,00	0,00	24,29	24,29	1,31	27,82	2,41	0,65	8,84	11,71	0,00	11,71	0,75
2	GDS/TAS u	0,000	18,50	18,50	32,50	0,00	24,29	24,29	1,31	27,82	2,41	0,65	8,84	14,03	0,00	14,03	0,63
3	GDS/TAS o	0,500	18,50	18,50	32,50	0,00	15,04	15,04	0,81	18,87	3,55	1,13	6,53	9,77	0,00	9,77	0,67
4	MD u	0,000	19,50	19,50	23,50	10,00	15,04	15,04	0,81	18,87	3,55	1,13	6,53	6,67	8,70	15,36	0,43
5	MD o	0,500	19,50	19,50	23,50	10,00	5,29	5,29	0,31	11,26	5,95	2,20	4,76	4,03	8,70	12,73	0,37
6	KDB/MD1 u	0,000	9,50	9,50	22,30	1,90	5,29	5,29	0,31	11,26	5,95	2,20	4,76	3,80	1,65	5,45	0,87
7	KDB o	0,0025	9,50	9,50	33,00	0,00	5,26	5,26	0,31	11,22	5,97	2,20	4,77	6,02	0,00	6,02	0,79
8	SV u	0,000	1,50	1,50	33,00	0,00	5,26	5,26	0,31	11,22	5,97	2,20	4,77	6,02	0,00	6,02	0,79
9	SV o	0,008	1,50	1,50	29,80	0,00	5,25	5,25	0,30	11,11	6,03	2,23	4,79	5,33	0,00	5,33	0,90
10	EWS u	0,000	17,50	17,50	32,50	0,00	5,25	5,25	0,30	11,11	6,03	2,23	4,79	5,93	0,00	5,93	0,81
11	EWS o	0,300	17,50	17,50	32,50	0,00	0,00	0,00	0,00	7,20	9,31	3,72	4,94	4,89	0,00	4,89	*1,01*
12	TV u	0,000	1,00	1,00	29,80	0,00											
13	TV o	0,0035	1,00	1,00	25,60	0,00											
14	UB u	0,000	19,00	19,00	28,00	2,00											
15	UB o	0,800	19,00	19,00	28,00	2,00											
16	OB u'	0,000	21,00	11,00	28,00	2,00											
17	OB o'	0,100	21,00	11,00	28,00	2,00											
18	OB u	0,000	19,00	19,00	28,00	2,00											
19	OB o	0,100	19,00	19,00	28,00	2,00											
20																	
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	
27																	
28																	
29																	
30																	
31																	
32																	
33																	
34																	
35																	

IGH
INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT
DR.-ING. WESELOH - PROF. DR.-ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH
Volgersweg 58 30175 Hannover Telefon (0511) 343205 Telefax (0511) 341544

MEAB mbH
Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt der Deponieklasse III / Gleitsicherheitsnachweise

Auftr.Nr: 4.619

Anlage: 27.14

Gleitsicherheit des Oberflächenabdichtungssystems

Böschungsneigung: 18,435 °

Bemessungsituation: **BS-T**

Teilsicherheitsbeiwerte:

γ_G = 1,00

γ_Q = 1,20

$\gamma_{\phi}, \gamma_{\delta}$ = 1,15

γ_c = 1,15

Faktoren zur Berücksichtigung der seismischen Trägheitskräfte:

Horizontaler Erdbeschleunigungsfaktor k_h:

Vertikaler Erdbeschleunigungsfaktor k_v:

Baugerät: (Pistenbully auf EWS)

Betriebsgewicht P_k: 67,0 kN

Anzahl der Aufstandsflächen: 2 Stück

Breite der Aufstandsfläche b: 0,80 m

Länge der Aufstandsfläche l: 4,50 m

Lastausbreitungswinkel α: 30,0 °

Fahrwinkel zur Böschungsfalllinie ε: 0,0 °

Geräteeinsatz auf bzw. Fertigstellung bis Fuge: 11

Fuge	Komponente	d	γ_k / $\gamma_{r,k}$	γ_k / γ_k'	ϕ_k' / δ_k'	c_k' / a_k'	∑ Spalte 3·4·γ_G	∑ Spalte 3·5	t	A	p_K	p_K'	E	R_φ	R_c	R=R_φ+R_c	μ
-	-	m	kN/m³	kN/m³	°	kN/m²	kN/m²	kN/m²	m	m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	kN/m²	-
1	Planum	0,000	14,50	14,50	28,00	0,00	24,29	24,29	1,31	27,82	2,41	0,65	8,84	11,71	0,00	11,71	0,75
2	GDS/TAS u	0,000	18,50	18,50	32,50	0,00	24,29	24,29	1,31	27,82	2,41	0,65	8,84	14,03	0,00	14,03	0,63
3	GDS/TAS o	0,500	18,50	18,50	32,50	0,00	15,04	15,04	0,81	18,87	3,55	1,13	6,53	9,77	0,00	9,77	0,67
4	MD u	0,000	19,50	19,50	23,50	10,00	15,04	15,04	0,81	18,87	3,55	1,13	6,53	6,67	8,70	15,36	0,43
5	MD o	0,500	19,50	19,50	23,50	10,00	5,29	5,29	0,31	11,26	5,95	2,20	4,76	4,03	8,70	12,73	0,37
6	KDB/MD1 u	0,000	9,50	9,50	16,90	4,00	5,29	5,29	0,31	11,26	5,95	2,20	4,76	2,82	3,48	6,29	0,76
7	KDB o	0,0025	9,50	9,50	33,00	0,00	5,26	5,26	0,31	11,22	5,97	2,20	4,77	6,02	0,00	6,02	0,79
8	SV u	0,000	1,50	1,50	33,00	0,00	5,26	5,26	0,31	11,22	5,97	2,20	4,77	6,02	0,00	6,02	0,79
9	SV o	0,008	1,50	1,50	29,80	0,00	5,25	5,25	0,30	11,11	6,03	2,23	4,79	5,33	0,00	5,33	0,90
10	EWS u	0,000	17,50	17,50	32,50	0,00	5,25	5,25	0,30	11,11	6,03	2,23	4,79	5,93	0,00	5,93	0,81
11	EWS o	0,300	17,50	17,50	32,50	0,00	0,00	0,00	0,00	7,20	9,31	3,72	4,94	4,89	0,00	4,89	*1,01*
12	TV u	0,000	1,00	1,00	29,80	0,00											
13	TV o	0,0035	1,00	1,00	25,60	0,00											
14	UB u	0,000	19,00	19,00	28,00	2,00											
15	UB o	0,800	19,00	19,00	28,00	2,00											
16	OB u'	0,000	21,00	11,00	28,00	2,00											
17	OB o'	0,100	21,00	11,00	28,00	2,00											
18	OB u	0,000	19,00	19,00	28,00	2,00											
19	OB o	0,100	19,00	19,00	28,00	2,00											
20																	
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	
27																	
28																	
29																	
30																	
31																	
32																	
33																	
34																	
35																	

IGH
INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT
DR.-ING. WESELOH - PROF. DR.-ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH
Volgersweg 58 30175 Hannover Telefon (0511) 343205 Telefax (0511) 341544

MEAB mbH
Ertüchtigung und Erweiterung der SAD Röthehof um einen Deponieabschnitt der Deponieklasse III / Gleitsicherheitsnachweise

Auftr.Nr: 4.619

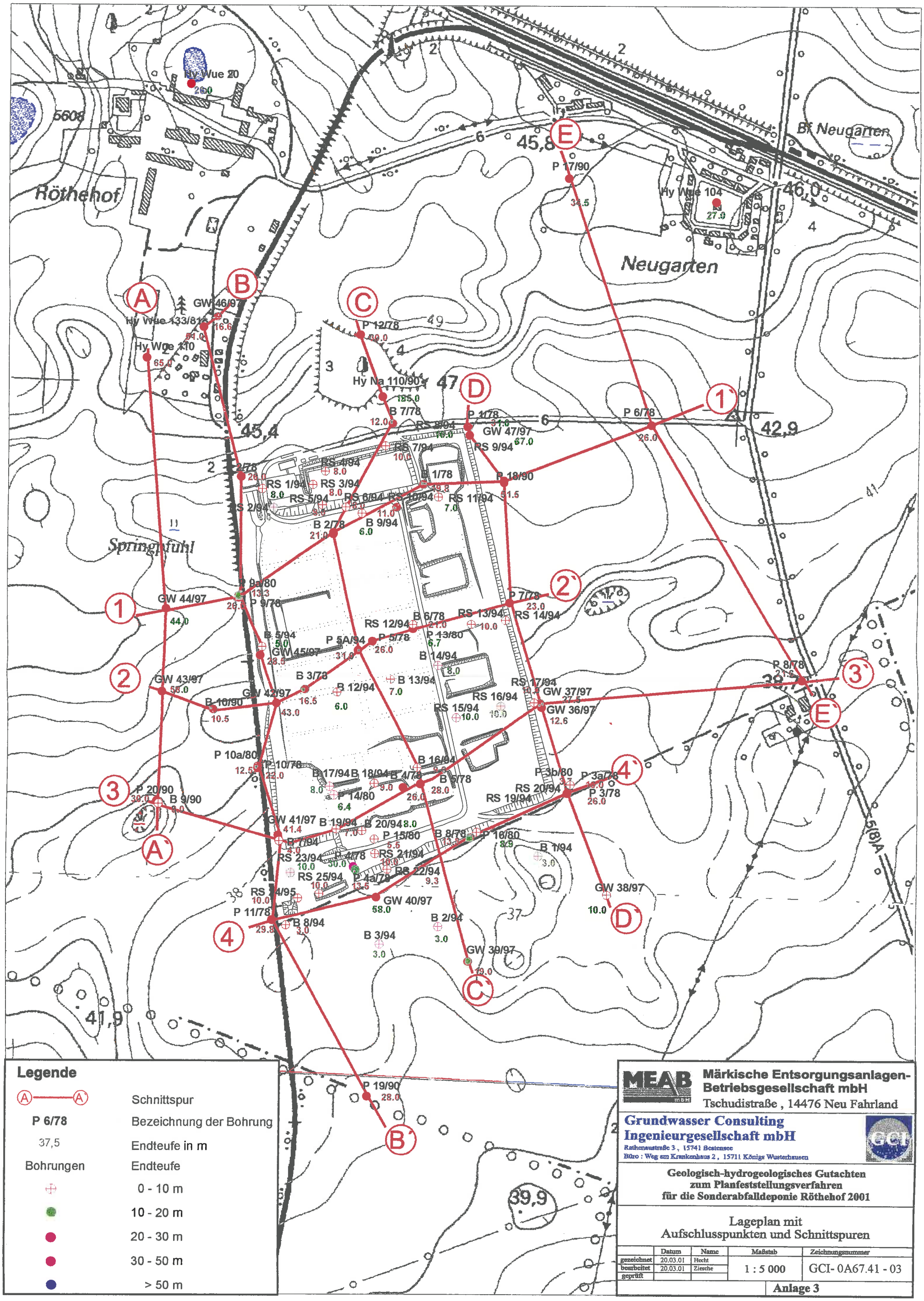
Anlage: 27.15

Anhang

Geologische Schnitte

Anhang 2

Lageplan der Bohrungen und geologische Schnitte



Legende

A——A	Schnittspur
P 6/78	Bezeichnung der Bohrung
37,5	Endteufe in m
Bohrungen	Endteufe
⊕	0 - 10 m
●	10 - 20 m
●	20 - 30 m
●	30 - 50 m
●	> 50 m

MEAB mbH

Märkische Entsorgungsanlagen-Betriebsgesellschaft mbH
Tschudistraße , 14476 Neu Fahrland

Grundwasser Consulting Ingenieurgesellschaft mbH
Rathenaustraße 3 , 15741 Bestensee
Büro : Weg am Krankenhaus 2 , 15711 Königs Wusterhausen

Geologisch-hydrogeologisches Gutachten zum Planfeststellungsverfahren für die Sonderabfalldeponie Röthehof 2001

Lageplan mit Aufschlusspunkten und Schnittspuren

	Datum	Name	Maßstab	Zeichnungsnummer
gezeichnet	20.03.01	Hecht	1 : 5 000	GCI- 0A67.41 - 03
bearbeitet	20.03.01	Ziesche		
geprüft				

Anlage 3

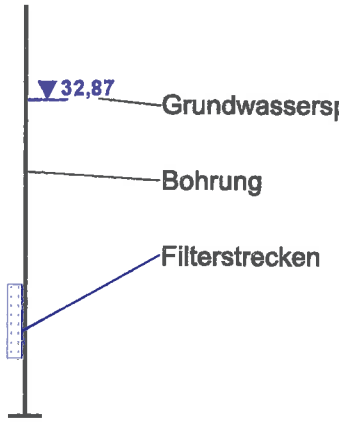
Legende für geologische Schnitte
(Anl. 5.1.1 bis 5.1.9)

Darstellung nach DIN 4023 für Bodenarten

- Kies
- Sand
- Grobsand
- Mittelsand
- Feinsand
- Mittelsand, feinsandig
- Feinsand, schluffig
- Schluff, feinsandig
- Schluff, tonig
- Ton, schluffig
- Mudde, schluffig
- Mudde, tonig
- Bänderton
- Aufschüttung
- Geschiebemergel, qw1
- Geschiebemergel, qsWA
- Geschiebemergel, qsD

Stratigraphie nach SEP-Schlüssel

qw1/ns	Weichsel-Kaltzeit
qsWA	jüngere Saale-Kaltzeit " Warthe-Stadium "
qsD	ältere Saale-Kaltzeit " Drenthe-Stadium "
qsu	Saale Frühglazial
qhol	Holstein-Interglazial
qeo	Elster-Spätglazial



D

NE

E

1`

B 1/78

P 18/90

P 6/78

1.2

qw1//gm

▼36,87

▼32,99

qsWA//gm

qsD-qsWA

2.1.1

qsD//gm

qhol-qsu

2.1.2

qhol ?

MEAB mbH

Märkische Entsorgungsanlagen-Betriebsgesellschaft mbH

Tschudistraße , 14476 Neu Fahrland

Grundwasser Consulting Ingenieurgesellschaft mbH

Rathenaustraße 3 , 15741 Bestensee

Büro : Weg am Krankenhaus 2 , 15711 Königs Wusterhausen

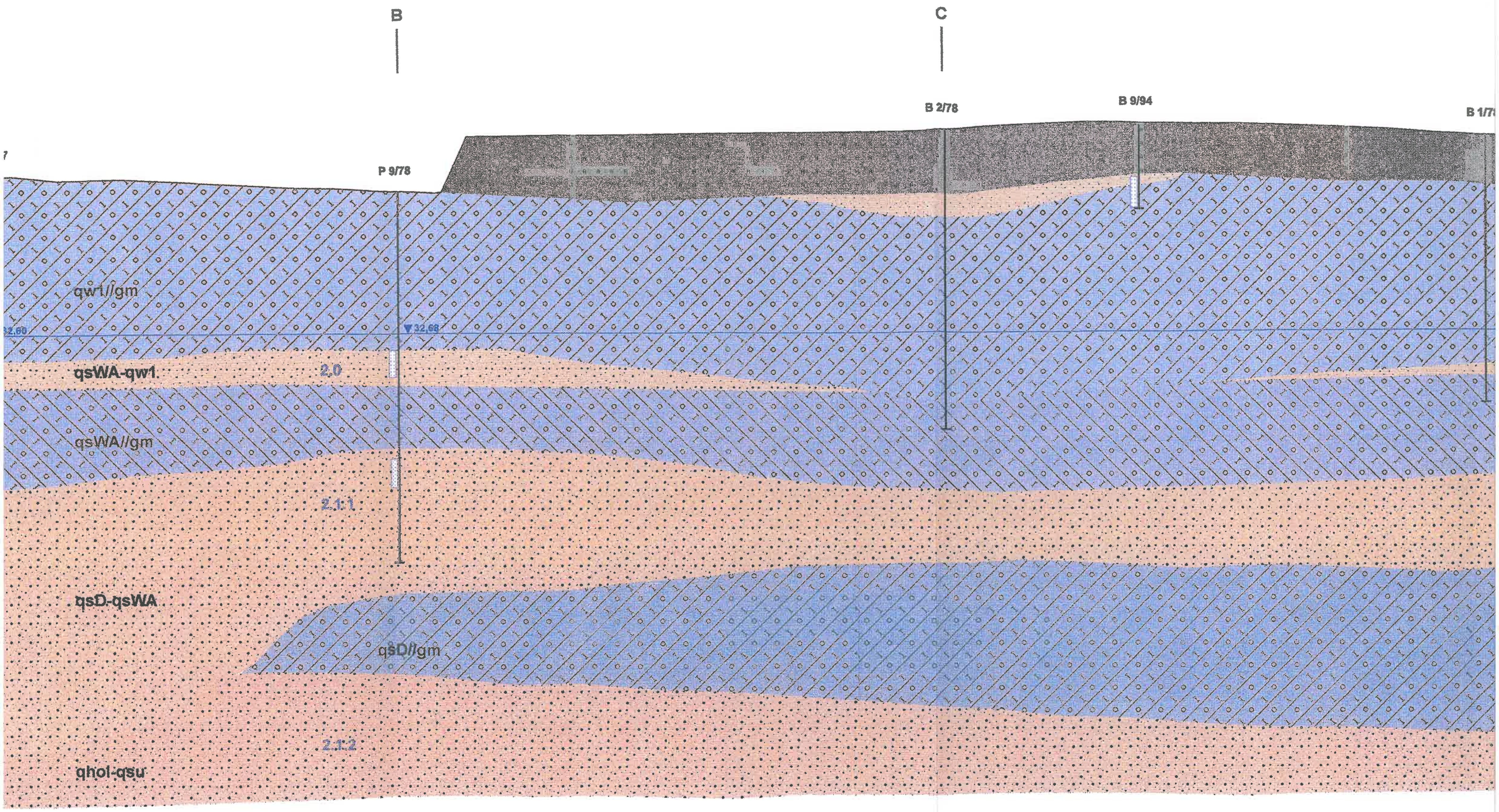
GCI

Geologisch-hydrogeologisches Gutachten zum Planfeststellungsverfahren für die Sonderabfalldeponie Röthehof 2001

Geologischer Schnitt 1 - 1`

	Datum	Name	Maßstab	Zeichnungsnummer
gezeichnet	14.10.97	Hecht	L : 1 : 1 000 H : 1 : 250	GCI- 0A67.41 - 05
bearbeitet	10.10.97	Brügge		
geprüft				

Anlage 5.1.1


B
C
B 2/78
B 9/94
P 9/78
qw1//gm
▼32,68
qsWA-qw1
2.0
qsWA//gm
2.1.1
qsD-qsWA
qsD//gm
2.1.2
qhol-qsu

W

A

B

C

1

B 2/

Höhe
[m NHN]

44.0
42.0
40.0
38.0
36.0
34.0
32.0
30.0
28.0
26.0
24.0
22.0
20.0
18.0
16.0
14.0
12.0
10.0
8.0
6.0
4.0
2.0
0.0

GW 44/97

P 9/78

qw1//gm

▼32,60

▼32,68

qsWA-qw1

2.0

qsWA//gm

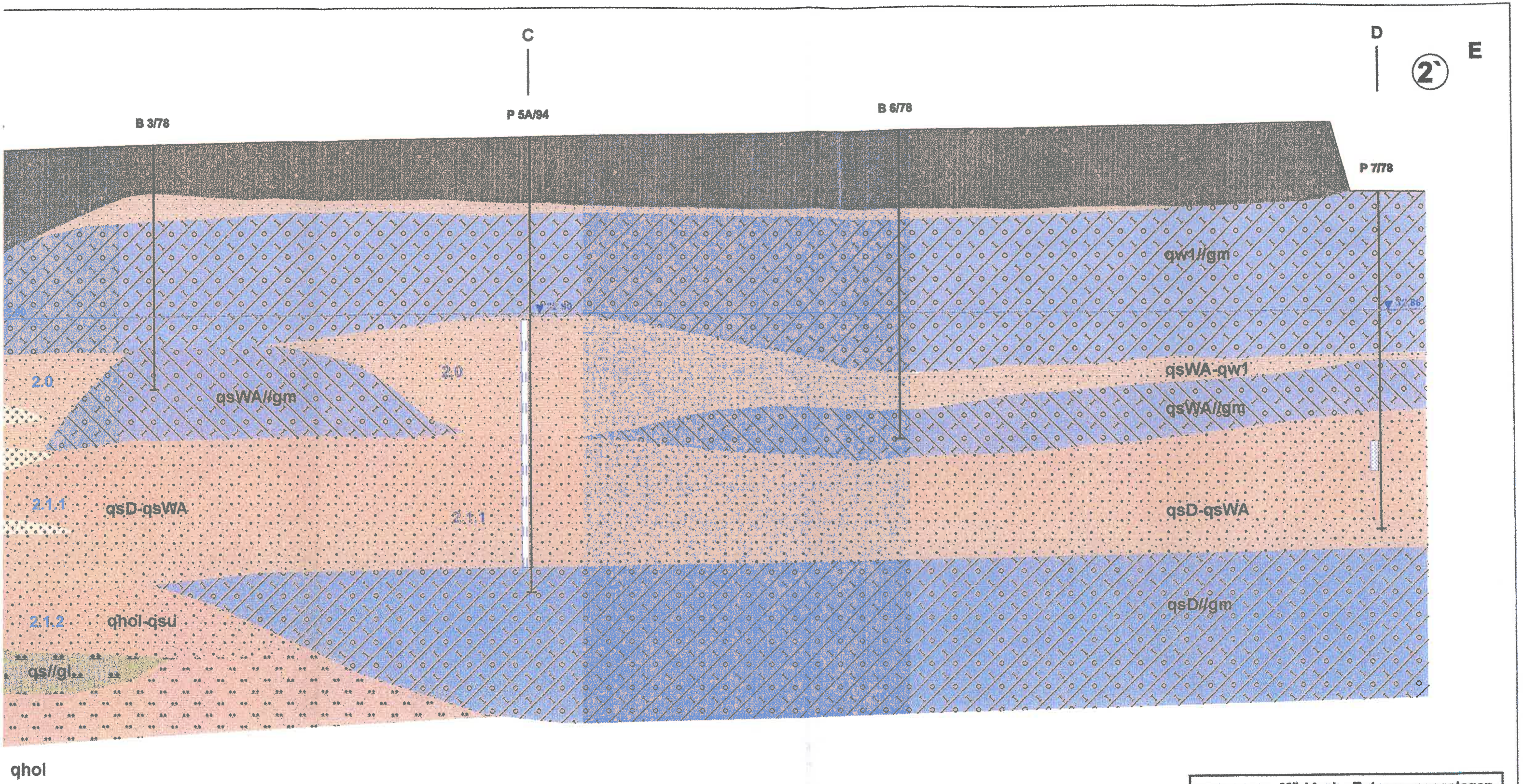
2.1.1

qsD-qsWA

qsD//gm

2.1.2

qhol-qsu



Märkische Entsorgungsanlagen-Betriebsgesellschaft mbH
Tschudistraße , 14476 Neu Fahrland

Grundwasser Consulting Ingenieurgesellschaft mbH
Rathenaustraße 3 , 15741 Bestensee
Büro : Weg am Krankenhaus 2 , 15711 Königs Wusterhausen

Geologisch-hydrogeologisches Gutachten
zum Planfeststellungsverfahren
für die Sonderabfalldeponie Röthehof 2001

Geologischer Schnitt 2 - 2`

	Datum	Name	Maßstab	Zeichnungsnummer
gezeichnet	14.10.97	Hecht	L : 1 : 1 000	GCI-0A67.41 - 06
bearbeitet	10.10.97	Brügge	H : 1 : 250	
geprüft				

Anlage 5.1.2

W

2

A

B

Höhe
[m NHN]

42.0
40.0
38.0
36.0
34.0
32.0
30.0
28.0
26.0
24.0
22.0
20.0
18.0
16.0
14.0
12.0
10.0
8.0
6.0
4.0
2.0
0.0
-2.0
-4.0
-6.0
-8.0
-10.0
-12.0
-14.0

GW 43/97

B 10/90

GW 42/97

B 3/78

qw1/ms

qw1/gm

32,86

32,60

qsWA-qw1

2.0

qsWA/gm

2.1.1

qsD-qsWA

qsDl/gm

2.1.2

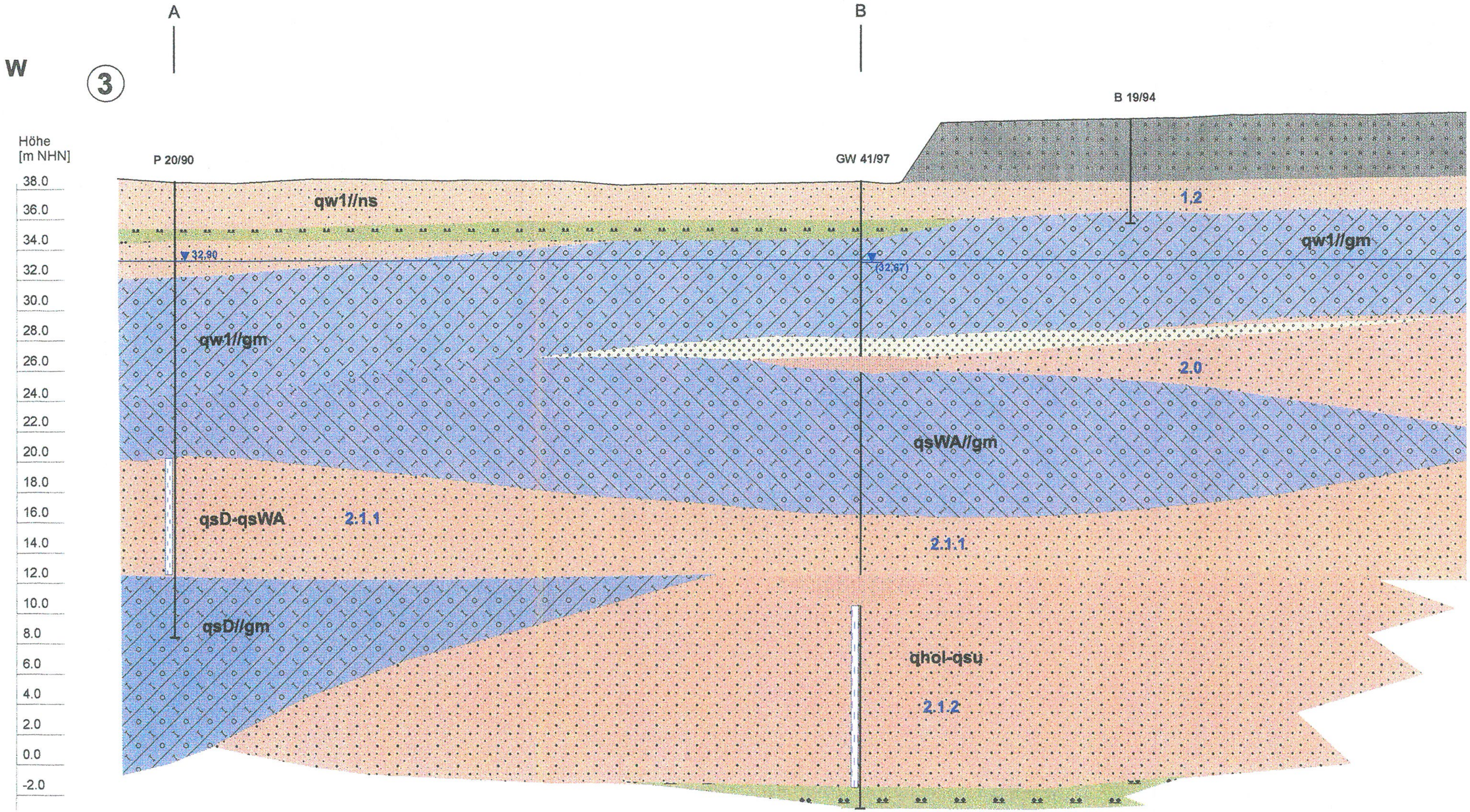
qhol-qsu

qs//gl

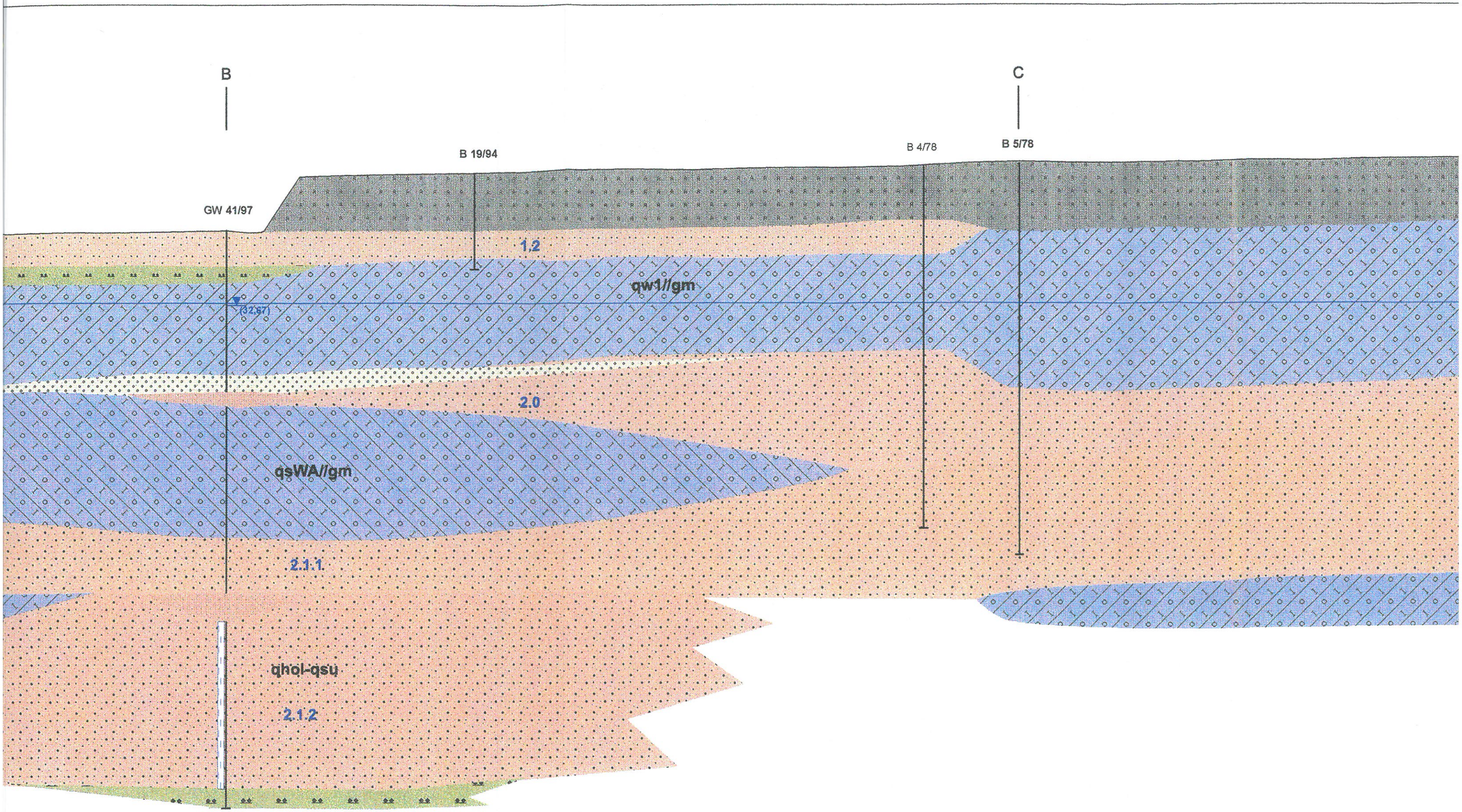
qhol

qhol-qsu

qhol



W
3
A
B
B 19/94
Höhe
[m NHN]
P 20/90
GW 41/97
38.0
36.0
34.0
32.0
30.0
28.0
26.0
24.0
22.0
20.0
18.0
16.0
14.0
12.0
10.0
8.0
6.0
4.0
2.0
0.0
-2.0
qw1//ns
1.2
qw1//gm
32,90
(32,67)
qw1//gm
2.0
qsWA//gm
qsD-qsWA
2.1.1
2.1.1
qsD//gm
qhol-qsu
2.1.2


B
C
B 19/94
B 4/78
B 5/78
GW 41/97
(32,67)
1.2
qw1//gm
2.0
qsWA//gm
2.1.1
qhol-qsu
2.1.2

C

D

B 4/78

B 5/78

GW 36/97

GW 37/97

qw1//ns

1.2

v1//gm

2.0

2.1.1

D

GW 36/97 GW 37/97

qw1//ns 1.2

qw1//gm

32,89 32,89

qsWA-qw1

2.0

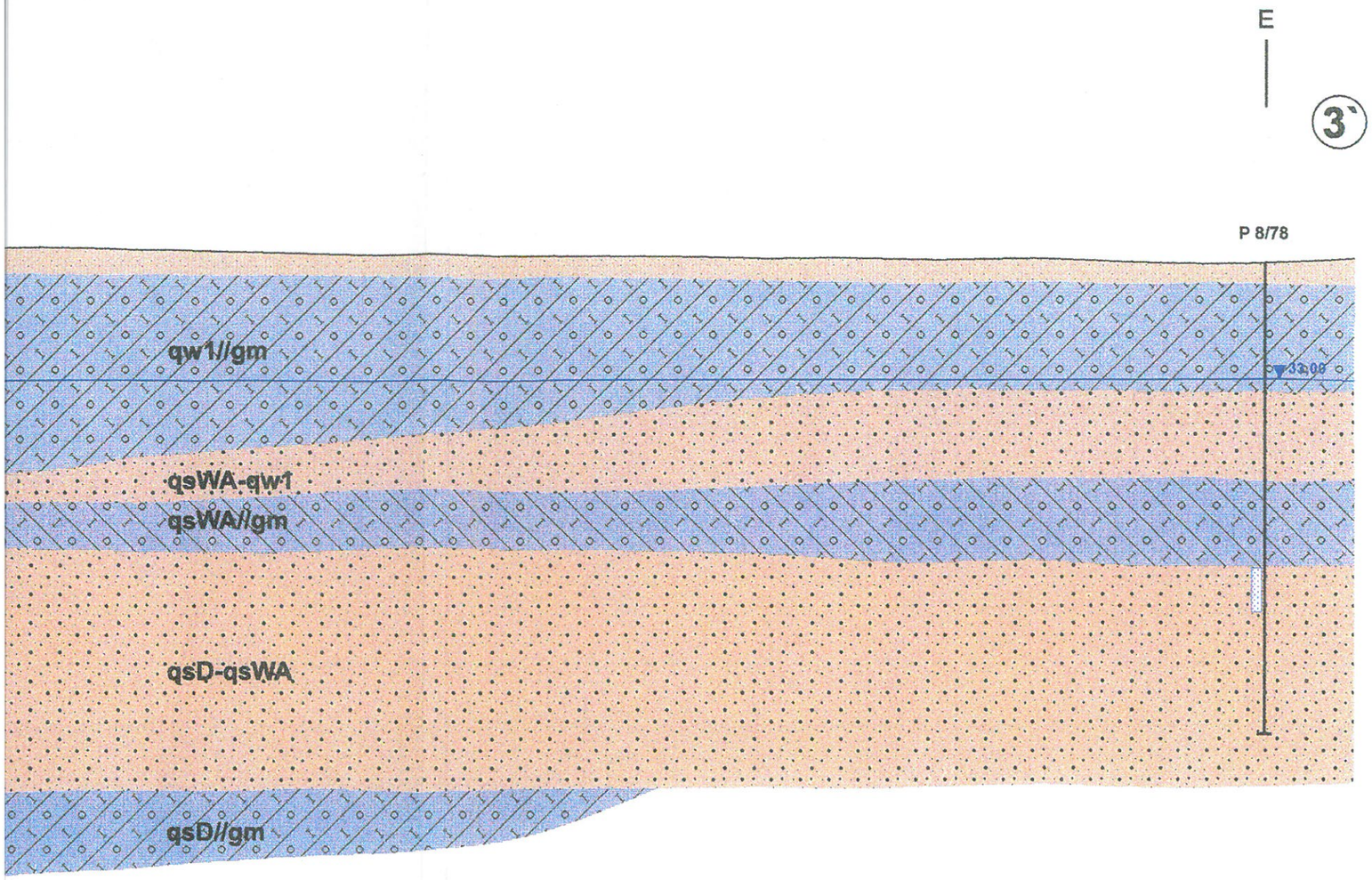
qsWA//gm

qsD-qsWA

2.1.1

qsD//gm

gezeichnet	
bearbeitet	
geprüft	



Märkische Entsorgungsanlagen-Betriebsgesellschaft mbH
Tschudistraße , 14476 Neu Fahrland

Grundwasser Consulting Ingenieurgesellschaft mbH
Rathenaustraße 3 , 15741 Bestensee
Büro : Weg am Krankenhaus 2 , 15711 Königs Wusterhausen

Geologisch-hydrogeologisches Gutachten
zum Planfeststellungsverfahren
für die Sonderabfalldeponie Röthehof 2001

Geologischer Schnitt 3-3`

	Datum	Name	Maßstab	Zeichnungsnummer
gezeichnet	14.10.97	Hecht	L : 1 : 1 000 H : 1 : 250	GCI-0A67.41 - 07
bearbeitet	10.10.97	Brügge		
geprüft				

Anlage 5.1.3

SW

④

B

C

Höhe
[m NHN]

P 11/78

GW 40/97

P 16/80
B 8/78

36.0
34.0
32.0
30.0
28.0
26.0
24.0
22.0
20.0
18.0
16.0
14.0
12.0
10.0
8.0
6.0
4.0
2.0
0.0
-2.0
-4.0
-6.0
-8.0
-10.0
-12.0
-14.0
-16.0
-18.0
-20.0

32,66

32,79

32,80

qw1//gm

qsWA-qw1

2.0

qsWA//gm

2.1.1

qs//gl

qsD//gm

qsu

2.1.2

qhol

C

D

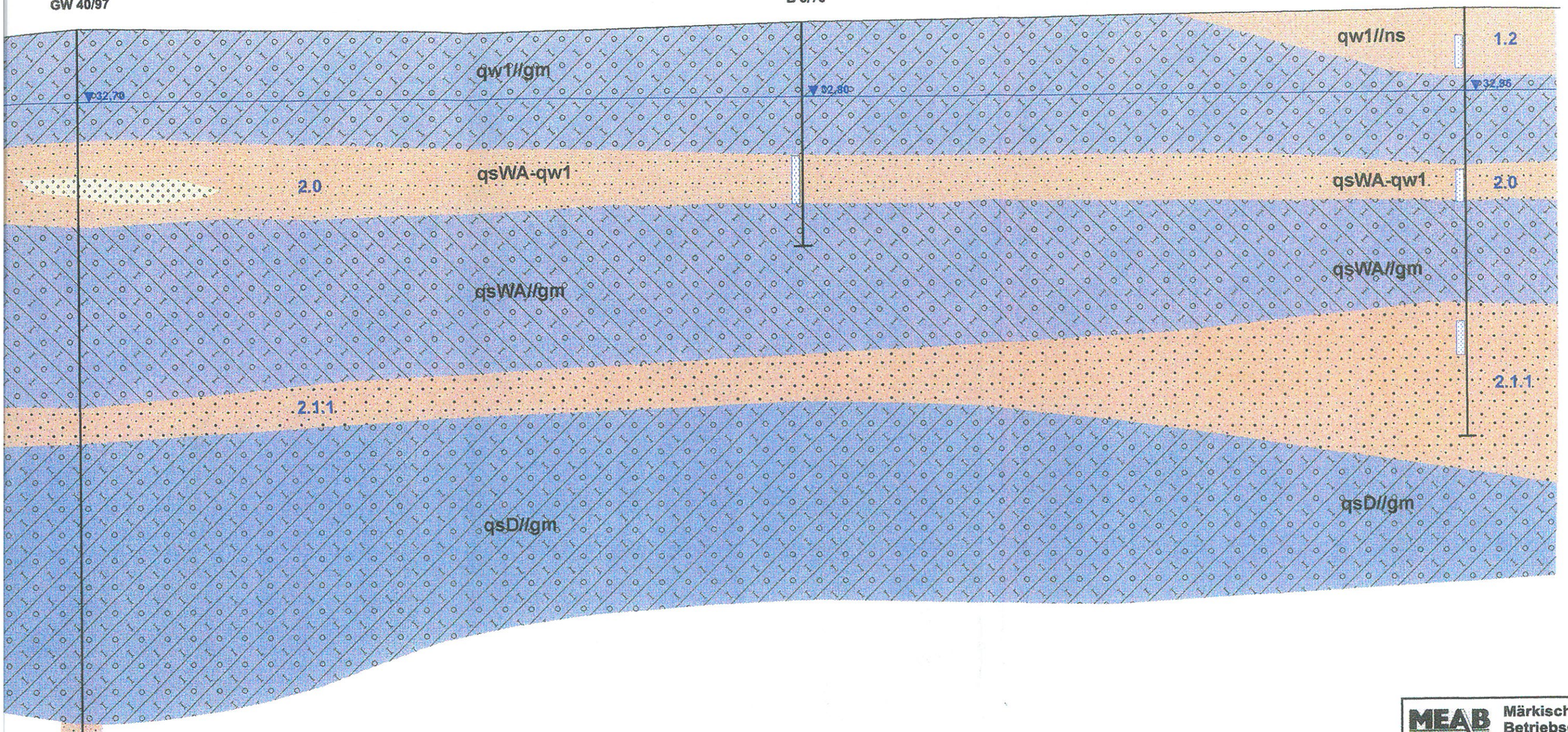
4`

NE

P 16/80
B 8/78

P 3/78

GW 40/97



MEAB mbH

Märkische Entsorgungsanlag
Betriebsgesellschaft mbH
Tschudistraße , 14476 Neu Fahrlan

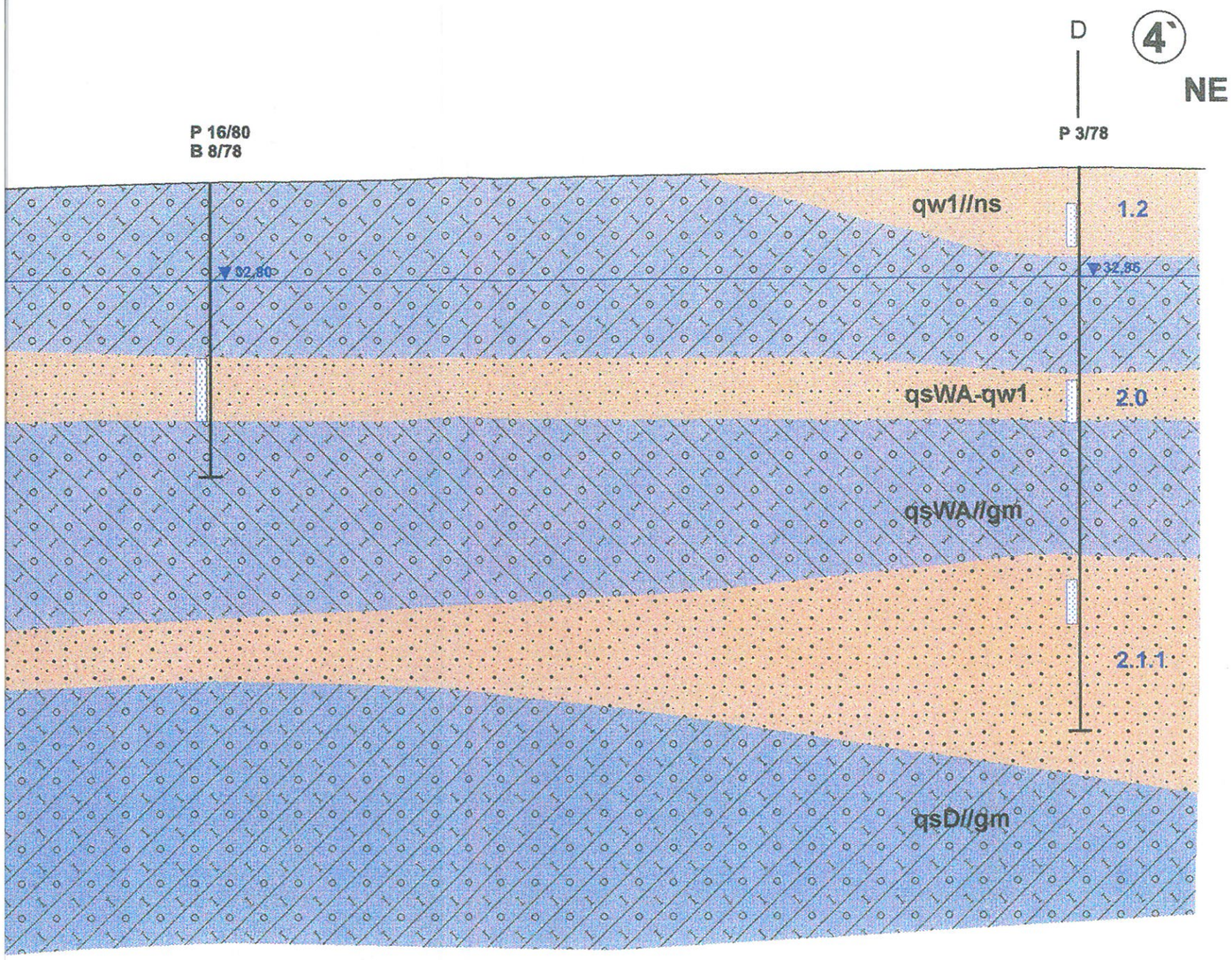
Grundwasser Consulting
Ingenieurgesellschaft mbH
Rathenaustraße 3 , 15741 Bestensee
Büro : Weg am Krankenhaus 2 , 15711 Königs Wusterhausen

Geologisch-hydrogeologisches Gutachten
zum Planfeststellungsverfahren
für die Sonderabfalldeponie Röthehof 2001

Geologischer Schnitt 4 - 4`

	Datum	Name	Maßstab	Zeichnungsnummer
gezeichnet	14.10.97	Hecht	L : 1:1 000 H : 1 : 250	GCI- 0A67.41 -
bearbeitet	10.10.97	Brügge		
geprüft				

Anlage 5.1.4



Märkische Entsorgungsanlagen-Betriebsgesellschaft mbH
Tschudistraße , 14476 Neu Fahrland

Grundwasser Consulting Ingenieurgesellschaft mbH
Rathenaustraße 3 , 15741 Bestensee
Büro : Weg am Krankenhaus 2 , 15711 Königs Wusterhausen

Geologisch-hydrogeologisches Gutachten
zum Planfeststellungsverfahren
für die Sonderabfalldeponie Röthehof 2001

Geologischer Schnitt 4 - 4`

	Datum	Name	Maßstab	Zeichnungsnummer
gezeichnet	14.10.97	Hecht	L : 1:1 000 H : 1 : 250	GCI- 0A67.41 - 06
bearbeitet	10.10.97	Brügge		
geprüft				

Anlage 5.1.4

1 2 A 3 S

GW 44/97 GW 43/97 P 20/90

32,50 33,62

1.2 qw1//ns

qw1//gm

2.0 qsWA-qw1

qsWA//gm

2.1.1

qsD-qsWA

qsD//gm

qhol-qsu 2.1.2

qhol

MEAB Märkische Entsorgungsanlagen-Betriebsgesellschaft mbH
Tschudistraße , 14476 Neu Fahrland

Grundwasser Consulting Ingenieurgesellschaft mbH
Rathenaustraße 3 , 15741 Bestensee
Büro : Weg am Krausenhaus 2 , 15711 Königs Wusterhausen

Geologisch-hydrogeologisches Gutachten
zum Planfeststellungsverfahren
für die Sonderabfalldeponie Röthehof 2001

Geologischer Schnitt A - A`

	Datum	Name	Maßstab	Zeichnungsnummer
gezeichnet	14.10.97	Hecht	L : 1 : 1 000 H : 1 : 250	GCI-0A67.41 - 09
bearbeitet	10.10.97	Brügge		
geprüft				

Anlage 5.1.5

N

A

Hy Wue 110/81

Höhe
[m NHN]

46.0
44.0
42.0
40.0
38.0
36.0
34.0
32.0
30.0
28.0
26.0
24.0
22.0
20.0
18.0
16.0
14.0
12.0
10.0
8.0
6.0
4.0
2.0
0.0
-2.0
-4.0

qw1//gm

qsWA-qw1

2.0

qsWA//gm

qsD-qsWA

2.1.1

qsD//gm

qhol-qsu

qsu

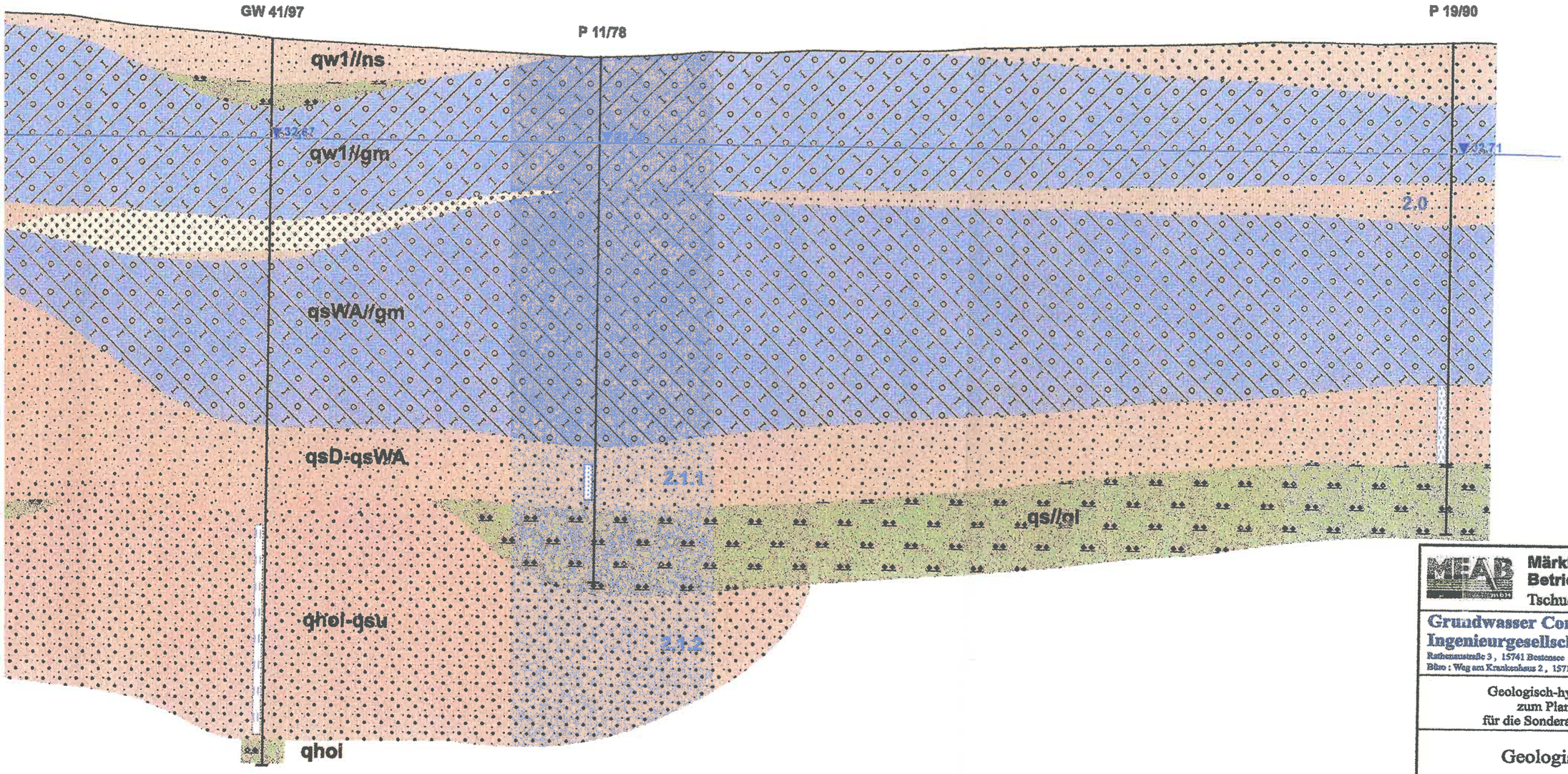
2.1.2

qhol

qeo

qe2

3 4 B S



Märkische Entsorgungsanlagen-Betriebsgesellschaft mbH
Tschudistraße , 14476 Neu Fahrland

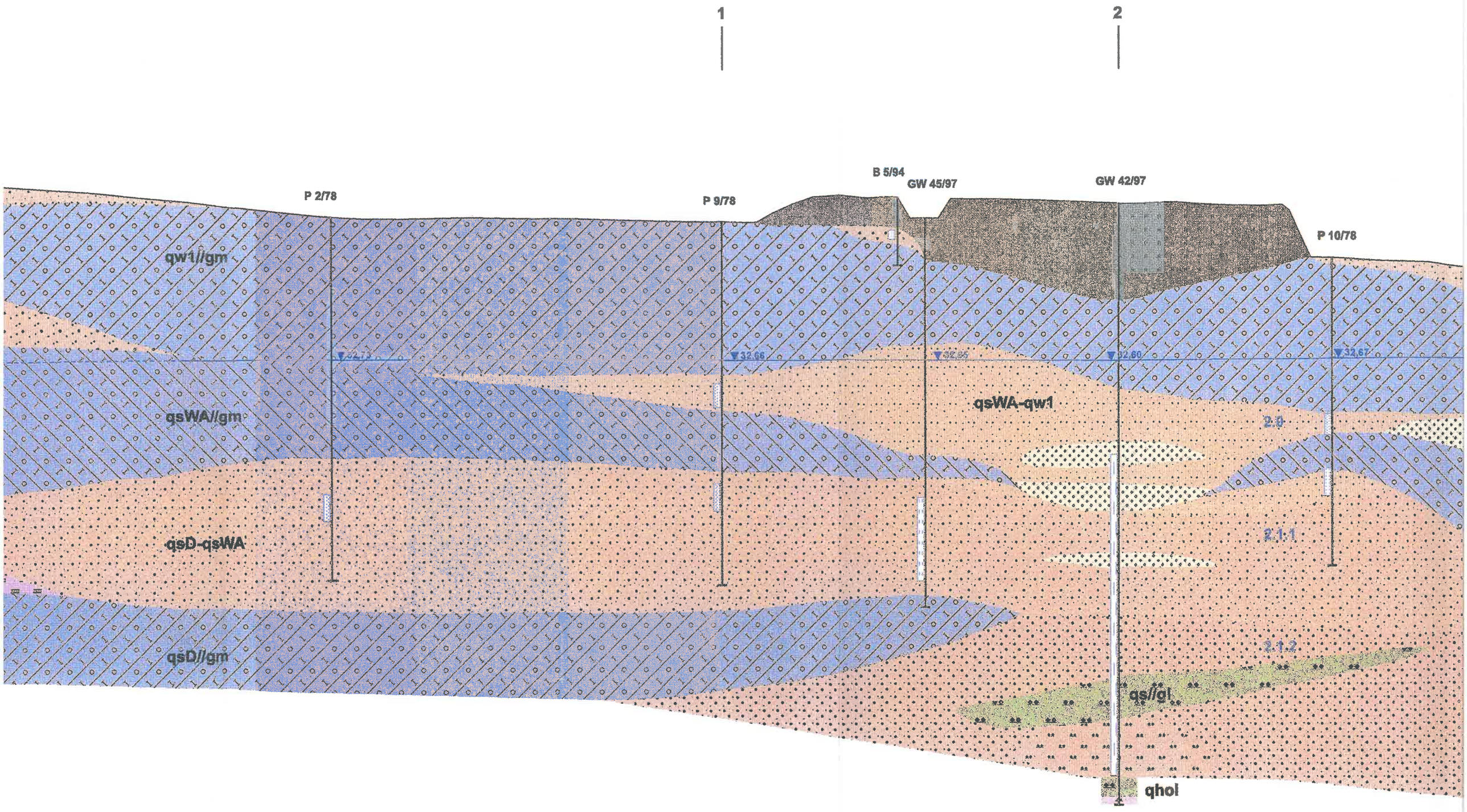
Grundwasser Consulting Ingenieurgesellschaft mbH
Rathenaustraße 3 , 15741 Bestensee
Büro : Weg am Krankenhaus 2 , 15711 Königs Wusterhausen

Geologisch-hydrogeologisches Gutachten
zum Planfeststellungsverfahren
für die Sonderabfalldeponie Röthehof 2001

Geologischer Schnitt B - B`

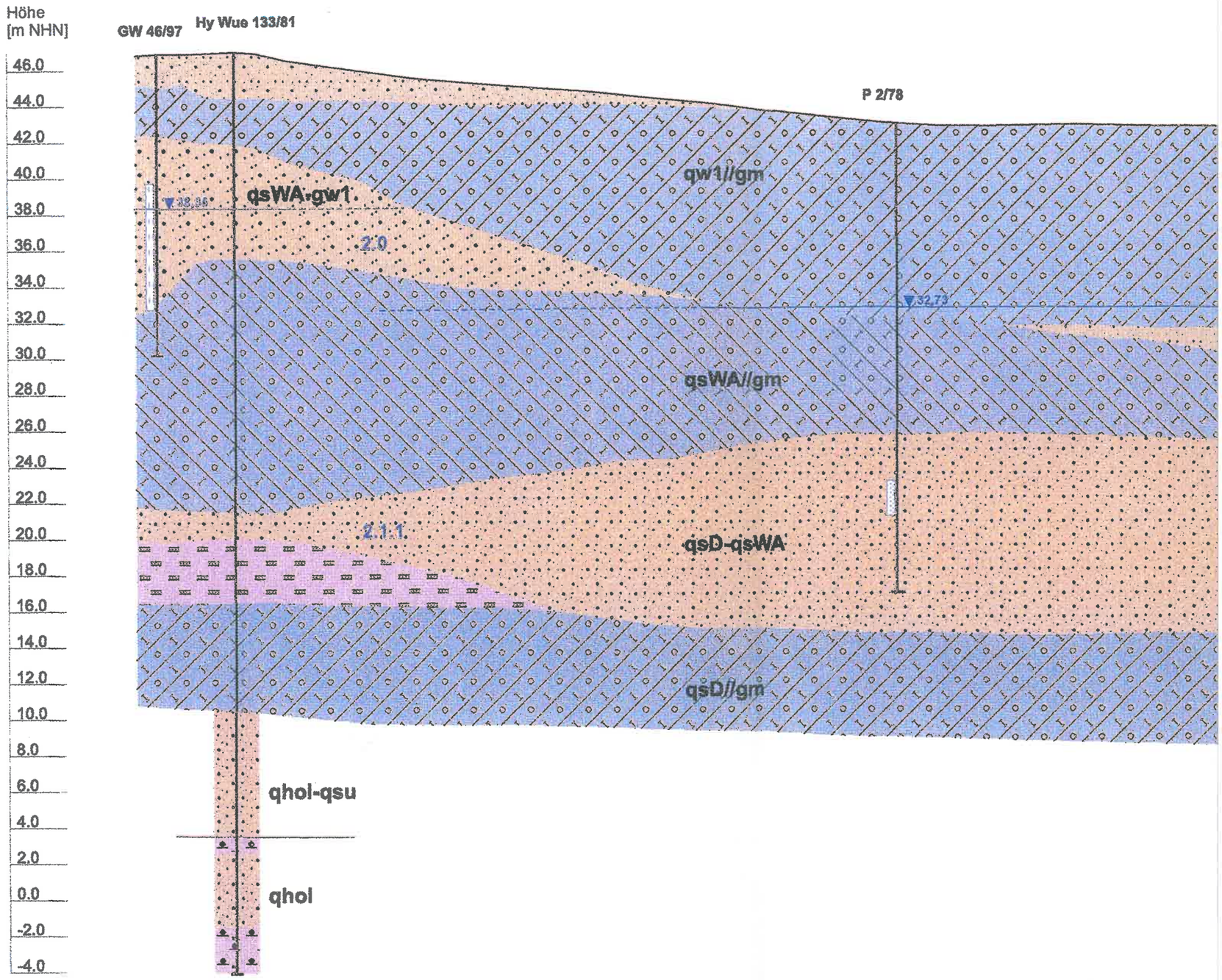
	Datum	Name	Maßstab	Zeichnungsnummer
gezeichnet	14.10.97	Hecht	L : 1 : 1 500 H : 1 : 250	GCI-0A67.41 - 10
bearbeitet	10.10.97	Brügge		
geprüft				

Anlage 5.1.6


1
2
P 2/78
P 9/78
B 5/94
GW 45/97
GW 42/97
P 10/78
qw1//gm
qsWA//gm
qsD-qsWA
qsD//gm
qsWA-qw1
2.0
2.1.1
2.1.2
qs//gl
qhol
32,73
32,66
32,65
32,60
32,67

N

B


Höhe
[m NHN]
GW 46/97
Hy Wue 133/81
P 2/78
46.0
44.0
42.0
40.0
38.0
36.0
34.0
32.0
30.0
28.0
26.0
24.0
22.0
20.0
18.0
16.0
14.0
12.0
10.0
8.0
6.0
4.0
2.0
0.0
-2.0
-4.0
38,36
32,73
qsWA-gw1
2.0
qw1//gm
qsWA//gm
2.1.1
qsD-qsWA
qšD//gm
qhol-qsu
qhol

3

4

C'

S

B 16/94

B 5/78

GW 39/97

qw1//ns

qw1//gm

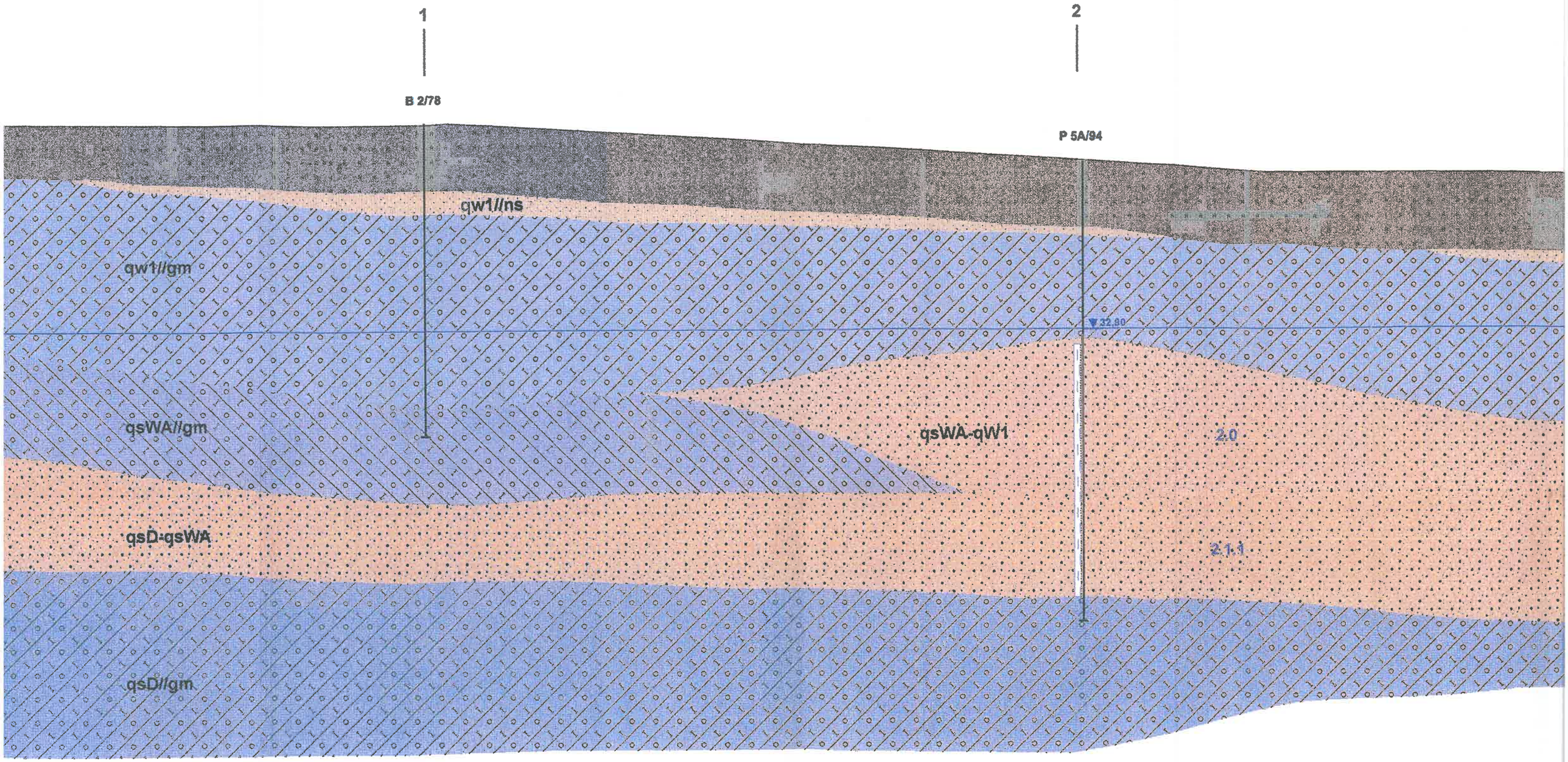
qsD-qw1.

2.0

qsWA//gm.

qsD-qsWA.

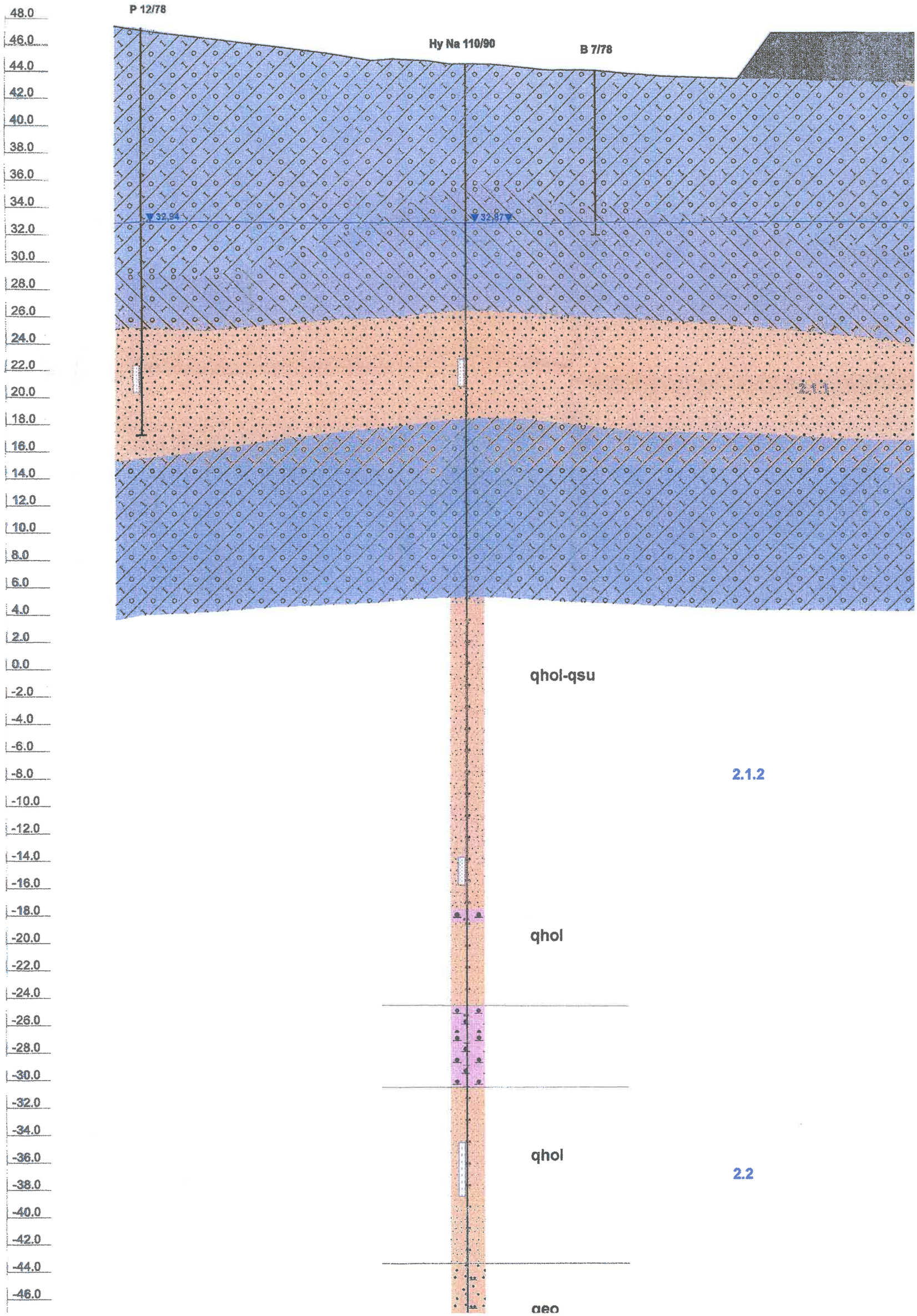
2.1.1

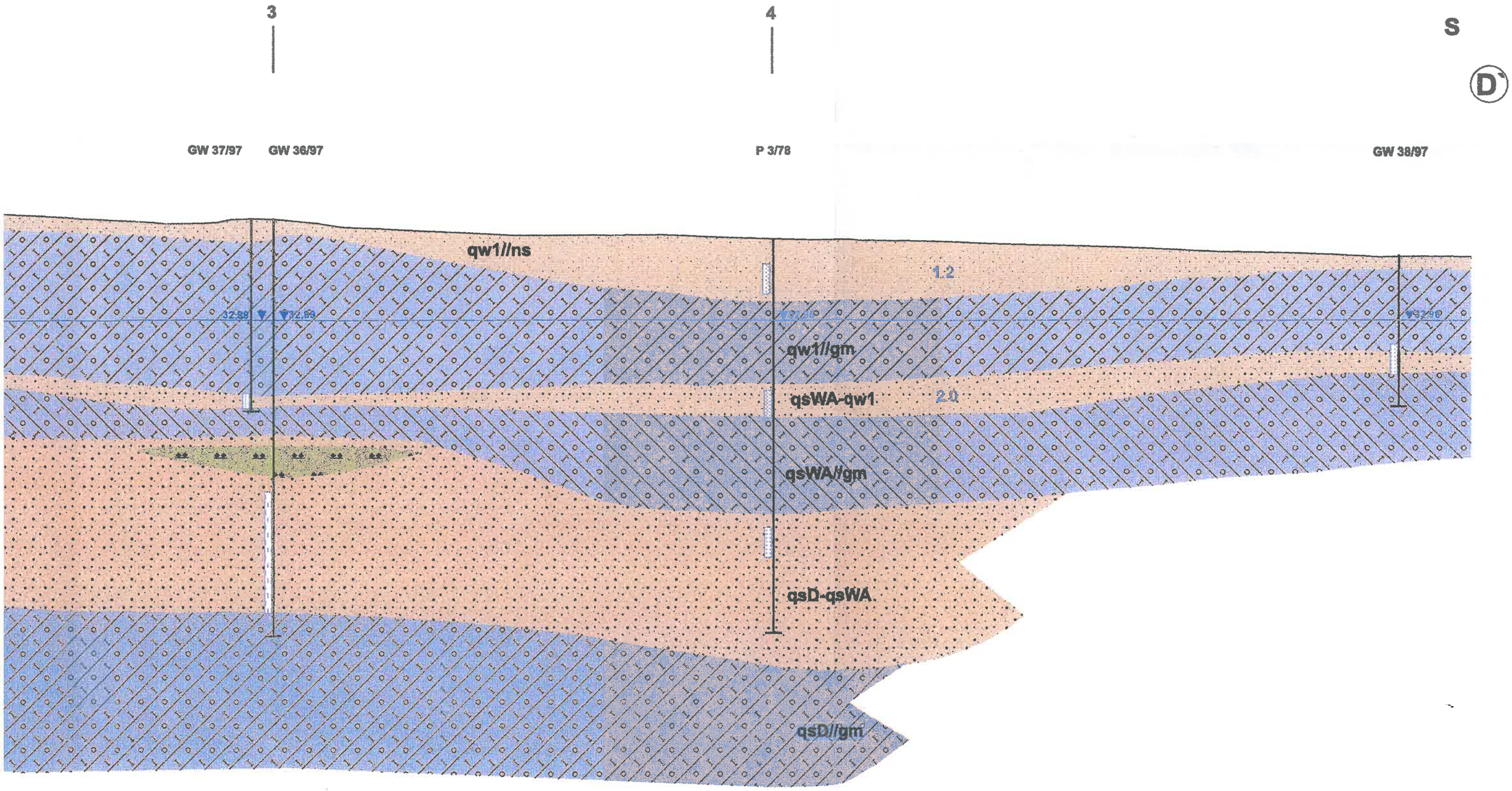

1
2
B 2/78
P 5A/94
qw1//ns
qw1//gm
qsWA//gm
qsWA-qW1
qsD-qsWA
qsD//gm
▼32,80
2.0
21.1

N

Höhe
[m NHN]

C


P 12/78
Hy Na 110/90
B 7/78
32,54
32,87
48.0
46.0
44.0
42.0
40.0
38.0
36.0
34.0
32.0
30.0
28.0
26.0
24.0
22.0
20.0
18.0
16.0
14.0
12.0
10.0
8.0
6.0
4.0
2.0
0.0
-2.0
-4.0
-6.0
-8.0
-10.0
-12.0
-14.0
-16.0
-18.0
-20.0
-22.0
-24.0
-26.0
-28.0
-30.0
-32.0
-34.0
-36.0
-38.0
-40.0
-42.0
-44.0
-46.0
2.1.1
qhol-qsu
2.1.2
qhol
qhol
2.2
geo



Märkische Entsorgungsanlagen-
Betriebsgesellschaft mbH
Tschudistraße , 14476 Neu Fahrland

Grundwasser Consulting
Ingenieurgesellschaft mbH
Ruthenowstraße 3 , 15741 Bestensee

N

D

1

2

Höhe
[m NHN]

P 1/78 GW 47/97

P 18/90

P 7/78

42.0
40.0
38.0
36.0
34.0
32.0
30.0
28.0
26.0
24.0
22.0
20.0
18.0
16.0
14.0
12.0
10.0
8.0
6.0
4.0
2.0
0.0
-2.0
-4.0
-6.0
-8.0
-10.0
-12.0
-14.0
-16.0

qw1//gm

▼32.88

▼32.8?

▼32.86

qsWA//gm

qsD=qsWA

2.1.1

qsD//gm

qhol-qsu

2.1.2

qhol ?

N

D

1

Höhe
[m NHN]

42.0
40.0
38.0
36.0
34.0
32.0
30.0
28.0
26.0
24.0
22.0
20.0
18.0
16.0
14.0
12.0
10.0
8.0
6.0
4.0
2.0
0.0
-2.0
-4.0
-6.0
-8.0
-10.0
-12.0
-14.0
-16.0
-18.0
-20.0
-22.0
-24.0

P 1/78 GW 47/97

P 18/90

qw1//gm

qsWA//gm

qsD-qsWA

qsD//gm

qhol

qhol ?

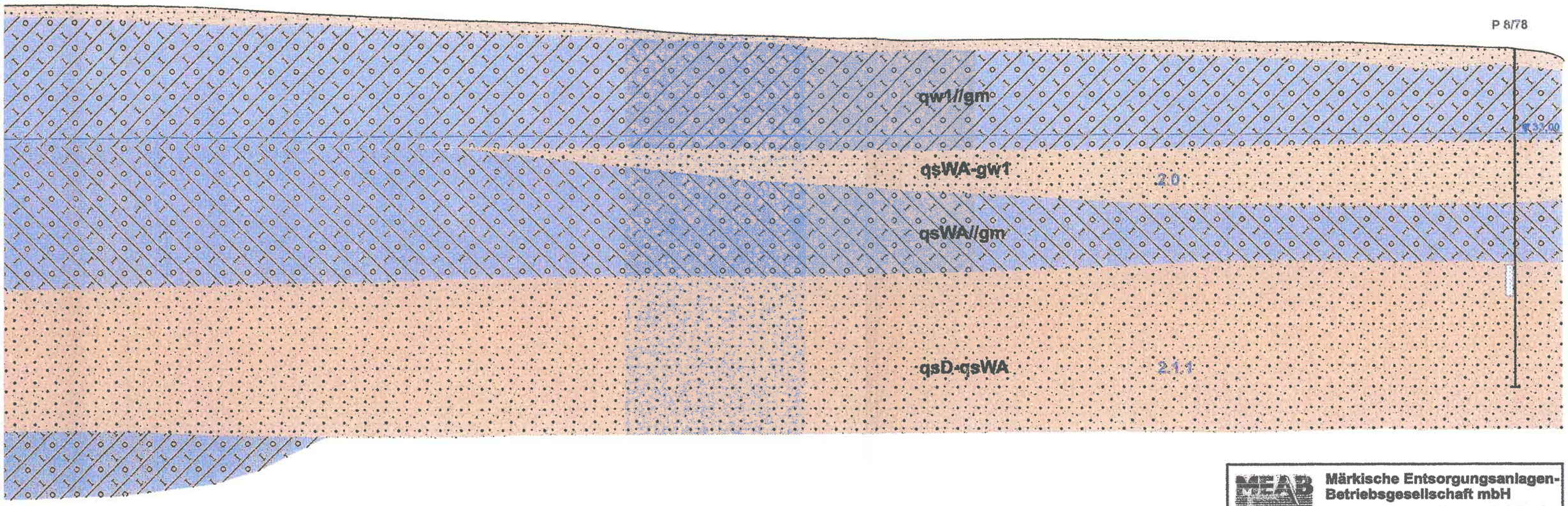
qhol-qsu

SE

E`

3

P 8/78



Märkische Entsorgungsanlagen-Betriebsgesellschaft mbH
Tschudistraße , 14476 Neu Fahrland

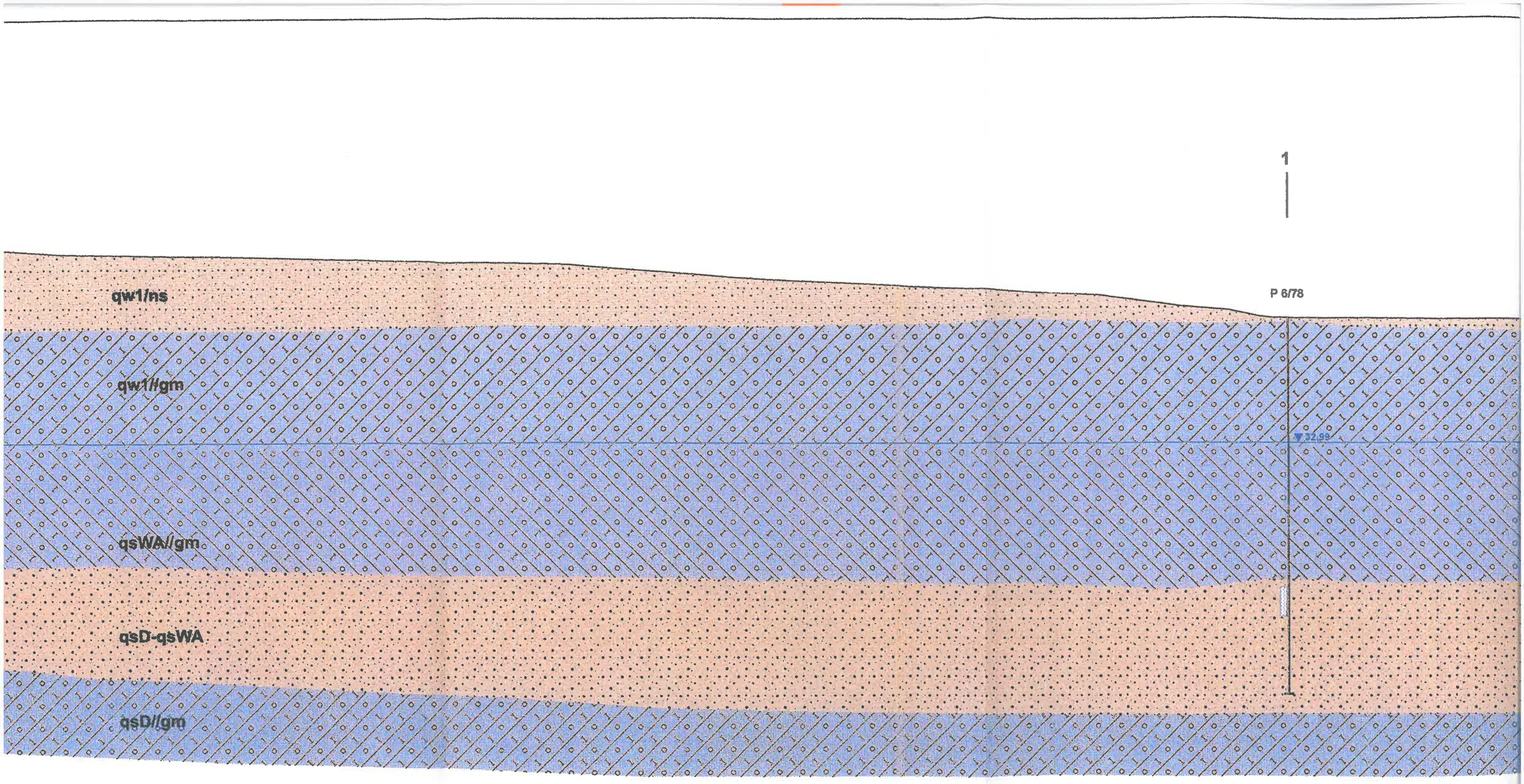
Grundwasser Consulting Ingenieurgesellschaft mbH
Rathenaustraße 3 , 15741 Bestensee
Büro : Weg am Krankenhaus 2 , 15711 Königs Wusterhausen

Geologisch-hydrogeologisches Gutachten
zum Planfeststellungsverfahren
für die Sonderabfalldeponie Röthehof 2001

Geologischer Schnitt E - E`

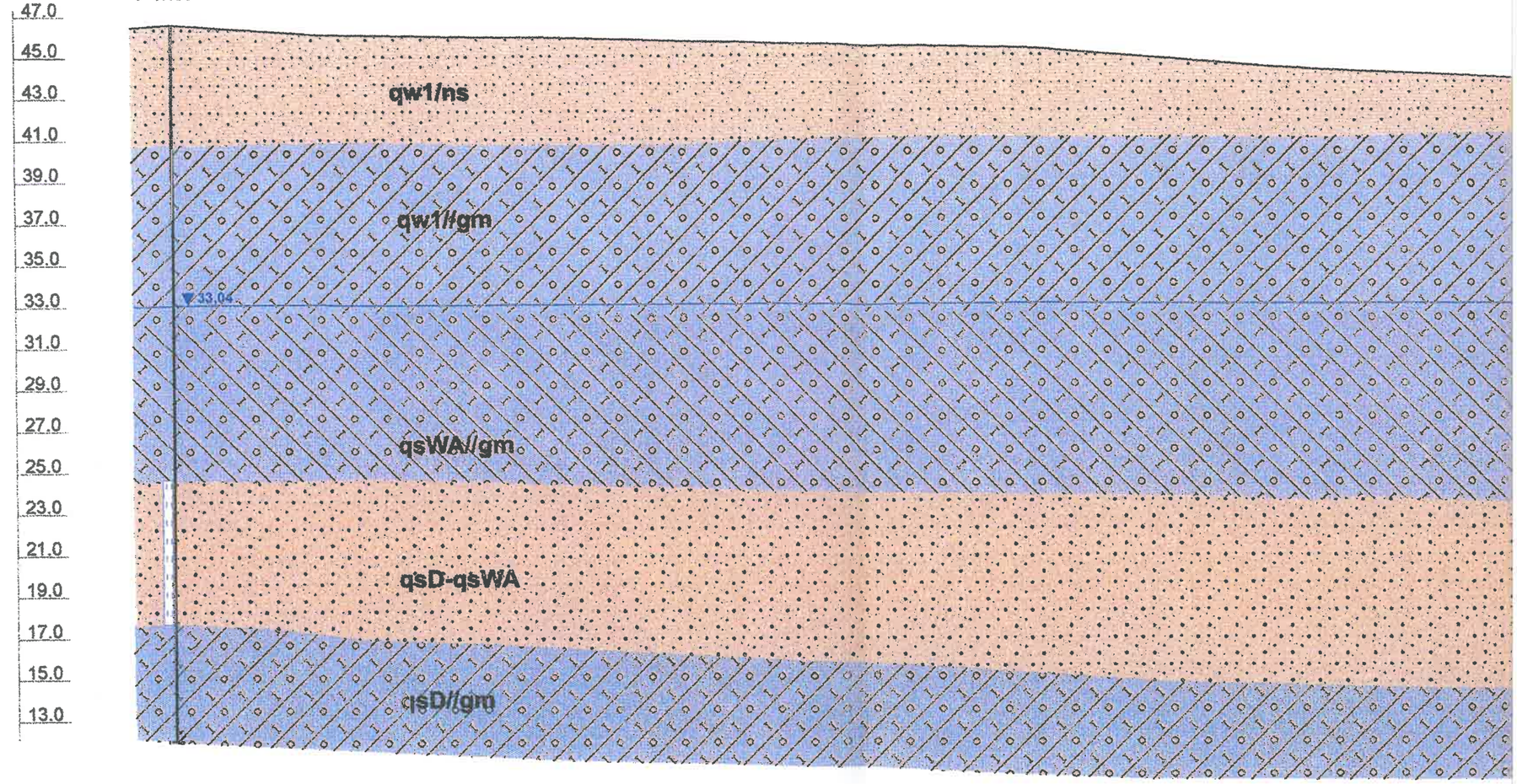
	Datum	Name	Maßstab	Zeichnungsnummer
gezeichnet	14.10.97	Hecht	L : 1 : 1 000 H : 1 : 250	GCI-0A67.41 - 13
bearbeitet	10.10.97	Brügge		
geprüft				

Anlage 5.1.9


1
P 6/78
qw1/ns
qw1/gm
▼32,99
qsWA/gm
qsD-qsWA
qsD/gm

NW

E

Höhe
[m NHN]

P 17/90