

Stadtverwaltung Stollberg
 Hauptmarkt 1
 09366 Stollberg

Chemnitz, 28. Nov. 2019

Ergebnisbericht

Baugrund- und Abfalluntersuchung sowie Standsicherheitsnachweise

Reg.-Nr. / Proj.-Nr.	09366 - 103	23456 / 28324
Bauherr		Stadtverwaltung Stollberg Hauptmarkt 1 09366 Stollberg
Vorhaben	Stollberg, GWG westlich Autobahn BAB A 72 Bebauungsplan 29 - Erschließung	

Untersuchungsstufe : Hauptuntersuchung

Geotechnische Kategorie : vor der Erkundung GK 2
 nach der Erkundung GK 2

Bearbeiter : Dipl.-Ing. W. Eckert
 Tel.: 0371 53012-11 / E-Mail: w.eckert@eckert-chemnitz.de

Inhalt : 29 Seiten Text
 7 Anlagen mit 236 Blatt



Vom Sächsischen Oberbergamt anerkannter Sachverständiger für Geotechnik
 Anerkannter Sachverständiger für Böschungen
 Mitglied im Landesverband der ö.b.u.v. sowie zertifizierten Sachverständigen

Inhaltsverzeichnis

Anlageverzeichnis	3
Verzeichnis der verwendeten Unterlagen	4
1 Aufgabenstellung	5
2 Feststellungen	8
2.1 Erkundungsergebnisse	8
2.1.1 Regionalgeologie und allg. Baugrundverhältnisse	8
2.1.2 Baugrundverhältnisse Im Abtrag- und Auftragsbereich	8
2.1.3 Regenrückhaltebecken	10
2.1.4 Autobahndurchörterung	11
2.1.5 Hydrogeologie	11
2.2 Laborergebnisse	12
2.2.1 Allgemeines	12
2.2.2 Wasseranalysen	12
2.2.3 Bodenmechanik	13
2.2.4 Abfall	14
2.3 Besonderheiten	19
2.4 Einschätzung der Untersuchungsergebnisse hinsichtlich der Aufgabenstellung	20
3 Schlussfolgerungen	20
3.1 Allgemeine Einschätzung mit Aufbauhinweisen	20
3.2 Einbaunachweise	21
3.3 Einbau der oberen 2 m im Auffüllbereich	22
3.4 Bodenmechanische Kennwerte	22
3.5 Homogenbereiche (VOB/C 2016)	23
3.6 Wasserhaltung	24
3.7 Böschungsgestaltung	25
3.7.1 Allgemeines	25
3.7.2 Anschnittsböschungen	25
3.7.3 Endböschungen der Auffüllungen	26
3.8 Wiederverwendbarkeit der Aushuberdstoffe	27
3.8.1 Bodenmechanische Belange	27
3.8.2 Abfallrechtliche Belange	27
3.8.3 Bodenmechanische Eignung	28
4 Abschließende Bemerkungen	29

Anlageverzeichnis

1.1		Lagepläne mit Aufschlussansatzpunkten	Maßstab	1 :	1.000
1.2.1	bis	1.2.8	Ideal. Ingenieurgeologische Längsschnitte	Maßstab	1 : 1.00 / 250
2.1.1	bis	2.1.3	Schichtenprofile Aufbrüche mit Rammkernsondierung (RKS)		
2.2.1	bis	2.2.39	Schichtenprofile Rammkernsondierung (RKS)		
2.3.1	bis	2.3.3	Schichtenprofile Schürfe)		
2.4.1	bis	2.4.3	Schichtenprofile Kernbohrungen		
3.1.1			Kornanalyse ungebundene Tragschichten		
3.1.2			Korn- Schlamm-Analysen Hanglehm		
3.1.3.1	bis	3.1.3.3	Korn-Schlamm-Analysen Hangschutt		
3.1.4			Korn- Schlamm-Analysen Fels, vollständig verwittert		
3.2.1	und	3.2.2	Glühverlust		
3.3.1		4 Blatt	Ergebnisse Proctortest's (Bauprüf Edelmann)		
3.3.2			Ergebnisse Proctortest's (IB Eckert)		
3.4.1		3 Blatt	Grundwasseranalyse aus RKS 20 (-4,5 m)		
3.4.2		3 Blatt	Grundwasseranalyse aus RKS 40 (-2,8 m)		
3.4.3		3 Blatt	Grundwasseranalyse aus KB 23 (-2,2 m)		
3.5.1		2 Blatt	Abfallanalyse ungebundene Tragschicht		
3.5.2	und	3.5.3	Abfallanalyse natürliche Böden		
3.5.4			Analyse Schwarzdecke		
4.1	bis	4.3	Erdbaustatische Berechnungen Anschnittsböschungen, 24 Blatt		
5.1	Bis	5.4	Erdbaustatische Berechnungen Auffüllböschungen, 38 Blatt		
6.1	bis	6.3	Erdbaustatische Berechnungen RRB, 34 Blatt		
7			Fotodokumentation, 55 Blatt		

Verzeichnis der verwendeten Unterlagen

- / 1 / Große Kreisstadt Stollberg :
Aufforderung zur Abgabe eines Angebotes vom 01.08.2019 mit Aufgabenstellung
- / 2 / Ingenieurbüro ECKERT GmbH :
Angebot Nr.: 23456/28324 vom 22.08.2019
- / 3 / Ingenieurbüro Saupe ; Bestätigter Auftrag vom 26.8.2019
- / 4 / Ingenieurbüro ECKERT GmbH :
Baugrundgutachten zur Durchörterung der A 72 vom 27.Mai 2003
- / 5 / Sächsisches Oberbergamt Freiberg :
Stellungnahme zum Altbergbau vom 20.03.2019
- / 6 / Öffentliche Versorgungsträger, 27.08.2019 – 05.09.2019
Leitungsbestandspläne / Erlaubnisscheine für Erdarbeiten
- / 7 / Ingenieurbüro ECKERT GmbH
Mess- und Erkundungsarbeiten, 11.09.2019 - 18.09.2019
- / 8 / Berghof Analytik und Umweltengineering GmbH, 13.09.2019 - 14.10.2019
 - Laborergebnisse zur Untersuchung von Grundwasser nach DIN 4030
 - Laborergebnisse zur Untersuchung von Schwarzdecke nach RuVA-StB 01/05
 - Laborergebnisse zur Untersuchung von Böden nach LAGA TR Boden, Tab.II.1.2-2
- / 9 / Ingenieurbüro ECKERT GmbH, 07.10.2019 – 22.10.2019
 - Laborergebnisse zur Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4, einschl. natürliche Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1
 - Laborergebnisse zur Bestimmung des Glühverlustes nach DIN 18128
- / 10 / Ingenieurgeologische Karte des Freistaates Sachsen
Blatt 5143 / Chemnitz / 1999 Maßstab 1 : 25.000
- / 11 / Geologische Spezialkarte der Königreichs Sachsen
Blatt 113 / Stollberg-Lugau Maßstab 1 : 25.000
- / 12 / Landesvermessungsamt Sachsen – Topographische Karte
Blatt M-33-38-D-c Stollberg (Erzgebirge) Maßstab 1 : 25.000
- / 13 / Sächsisches Oberbergamt, interaktive Karte, Abruf 26.11.2019
Sächsische Hohlraumkarte
- / 14 / LfULG Sachsen, interaktive Karten, Abruf 26.11.2019
Schutzgebiete in Sachsen
FFH und SPA-Gebiete in Sachsen
Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebiete in Sachsen
- / 15 / Helmholtz-Zentrum Potsdam / Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ
- interaktive Karte mit Zuordnung von Orten zu Erdbebenzonen
- / 16 / Bundesbodenschutzgesetz; 17.03.1998 / Bundesbodenschutzverordnung; 12.07.1999
- / 17 / Verordnung zur Umsetzung des Europäischen Abfallverzeichnisses
(Abfallverzeichnis – Verordnung – AVV), 10. Dezember 2001
- / 18 / Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA), 06.11.2004
- / 19 / Verordnung über Deponien und Langzeitlager (DepV), 27.04.2009
- / 20 / Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln
Richtlinien und Merkblätter zum Straßenbau
- / 21 / büroeigenes Archiv / DIN

1 Aufgabenstellung

Baumaßnahme / Aufgabenstellung

Die Stadt Stollberg plant westlich der Autobahn BAB A 72 ein neues Gewerbegebiet.

Hierfür sind umfangreiche Geländeregulierungen in Form von Geländeabtrag und Geländeauffüllungen notwendig.

Im Endzustand sollen zwei Flächen mit den Niveaus 456,00 mHN bzw. 465,00 mHN entstehen, was einerseits Auffüllungen von. bis zu 12,00 m Höhe und Abtragshöhen bis 10,00 m erfordert.

Die dabei entstehenden Böschung sollen hangseitig als auch talseitig eine Neigung von 1 : 2 erhalten.

Die dauerhafte Standfestigkeit dieser Böschungen ist nachweisen. Es ist im wirtschaftlichen Interesse anzustreben, dass diese Böschungen ohne technische Zusatzmassnahmen standsicher sind. Hinweise zur standsicheren Gestaltung mit Aufbauhinweisen sind zu erarbeiten.

Es ist des Weiteren zu bewerten, ob und unter welchen Voraussetzungen das Abtragsmaterial zum Geländeaufbau nicht nur geeignet, sondern dass der Aufbau so zu erfolgen hat, dass die aufgefüllte Fläche auch für eine spätere Bebauung hinsichtlich Tragfähigkeit und Setzungsverhalten geeignet ist.

In Vorbereitung der weiterführenden Planung und Ausschreibung sind neben der Baugrunduntersuchung auch abfalltechnische Untersuchungen durchzuführen.

Im Detail ergibt sich somit folgende Aufgabenstellung ::

- Auswertung der Aufschlussergebnisse (DIN EN ISO 14688 / DIN EN ISO 14689)
- Dokumentation der Aufschlüsse (DIN 4023)
- zeichnerische Darstellung in ingenieurgeologischen Schnitten
- Baugrundmodell / Aussagen zur Tragfähigkeit im natürlich anstehenden und im aufgefüllten Bereich
- Klassifikation Baugrundsichten (DIN 18196 / DIN 18300 / DIN 18303 / DIN 183304)
- Angabe maßgebender geotechnischer Bemessungskennwerte
- Hinweise zur Basisbehandlung und zum Aufbau der Geländeaufschüttung
- Eignung der Aushubmassen als Baustoff
- Empfehlungen zur Durchörterung der Autobahn
- Bewertung der geplanten Böschungen beim geplanten Regenrückhaltebecken
- Erkundung des Restloches

Für die Bearbeitung des Punktes Autobahndurchörterung fehlen derzeit noch planerische Unterlagen, so dass dieser Pkt. später in einer Ergänzung zu diesem Bericht nachzuliefern ist.

Gemäß der Aufgabenstellung und einer Ortsbegehung mit dem AG/Planer wurde nachfolgender Untersuchungsaufwand vereinbart:

TO 1

- 4 Stck Rotationskernbohrungen mit Teufen bis 12 m
- 35 Stück Bohrsondierungen (RKS), Teufen bis 5,0 m bzw., Anschnitt Fels
- 3 Stck Aufbrüche mit RKS-Vertiefungen, Teufe 2 m oder Anschnitt Fels
- 3 Stck Baggerschürfe zur Ermittlung Fels und Felsprobenahme

TO 2

- 4 Stück Bohrsondierungen (RKS), Teufen bis 7,0 m Böschungsschulter
- 4 Stück Bohrsondierungen (RKS), Teufen bis 3,0 m Böschungsfuß
- 4 Stück Rammsondierungen (DPH), Teufen bis 7,0 m Böschungsschulter

Bei beiden TO zusätzlich

- Einmessen aller Aufschlusspunkte nach Lage und Höhe
- Fotodokumentation der Feldarbeiten
- Probenahmen
- Bodenmechanische und chemische Untersuchungen

Die Aufschlüsse waren mittels Feldansprache nach geologischen und bodenmechanischen Kriterien zu dokumentieren. Zur genaueren Bestimmung der einzelnen Böden waren folgende Laboranalysen zu kalkulieren:

- 10x Bestimmung der Kornverteilung nach DIN 18123
- 10x Bestimmung des Wassergehaltes nach DIN 18121-1
- 5x Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze nach DIN 18122-1
- 2x Bestimmung der Proctordichte nach DIN 18127
- 5x Bestimmung Glühverlust)
- 2x Wasseranalysen
- 1x Ausbauasphalt
- 1x Kohlenwasserstoffverbindungen
- 5x TR LAGA Boden nach Tab. II.1.2-1
- 1x TR LAGA Boden nach Tab. II.1.2-2 + 1.2-3
- 1x TR LAGA Boden Bauschutt nach Tab. II.1.4-5 + 1.4-6
- 1x Untersuchung DepV (> z2) Ergänzung für LAGA
- 1x Untersuchung Säureneutralisationskapazität – Ergänzung für LAGA

Durchgeführte Untersuchungen

Nach Beauftragung durch den Bauherrn und Vorlage aller Unterlagen wurden vom 11. bis 18.09.2019 die Mess- und Erkundungsarbeiten vor Ort durch die Ingenieurbüro Eckert GmbH ausgeführt.

Entsprechend der vertraglichen Vereinbarungen und den anstehenden Baugrundverhältnissen wurden insgesamt nachfolgende Erkundungen bzw. Laboranalysen ausgeführt:

- 3 Aufbrüche mit vertiefenden RKS (Anlage 2.2.1. bis 2.1.3)
- 39 Stück Bohrsondierungen RKS (Anlagen 2.2.1 bis 2.239)
- 3 Stück Schürfe (Anlagen 2.3.1 bis 2-3-3)
- 3 Stück Kernbohrungen (Anlagen 2.4.1 bis 2.4.3)
- 21 Stück Korn-Schlamm-Analysen (Anlage 3.1)
- 5 Stück Glühverlust (Anlage 3.2)
- 7 Stück Proctor (Anlage 3.3)
- 3 Stück Wasseranalysen ((Anlagen 3.4.1 bis 3.4.3)
- 4 Stück LAGA (Anlagen 3.5.1 bis 3.5.3)
- 1 Stück Schwarzdecke (Anlage 3.5.4)

Alle Aufschlüsse wurden vor Ort mittels Feldansprache nach geologischen und bodenmechanischen Kriterien aufgenommen, sowie in Schichtenverzeichnissen dokumentiert. Nach der Probenentnahme erfolgte das Verschließen des Straßenoberbaus unter Verwendung von Kaltbitumen. Außerhalb der Verkehrsfläche erfolgte eine Verfüllung mit dem vorhandenen Bohrgut.

Die Aufschlussansatzpunkte wurden vor Ort mittels GPS-Messgerät eingemessen. Die Lage der Aufschlussansatzpunkte kann dem Lageplan (⇒ Anlage 1.1) entnommen werden.

Den Aufschlüssen wurden, getrennt nach den einzelnen Schichten, zahlreiche Einzelproben des gebundenen und ungebundenen Straßenoberbaus, sowie der im bzw. unterhalb des Planums anstehenden Böden entnommen.

Die chemischen Laboruntersuchungen wurden durch das akkreditierte Labor *Berghof Analytik + Umweltengineering GmbH* vorgenommen, während die bodenmechanischen Analysen im büroeigenen Labor des Unterzeichners ausgeführt wurden.

2 Feststellungen

2.1 Erkundungsergebnisse

2.1.1 Regionalgeologie und allg. Baugrundverhältnisse

Der geplante Baustandort liegt regionalgeologisch im Bereich der Fichtelgebirgisch-Erzgebirgischen Antiklinalzone. Konkret befindet sich der Standort in der Erzgebirgs-Nordrandzone. Im Untergrund des geplanten Baustandortes stehen die kristallinen Schiefer des Erzgebirges an. Im Untersuchungsgebiet handelt es sich hierbei hauptsächlich um ein Gestein geringeren Metamorphose grades, den Phyllit. Innerhalb dieses Phyllits können darüber hinaus noch konkordant eingelagerte Quarzit- und Hornblendeschiefer anstehen, wobei jedoch bei den durchgeführten Aufschlußarbeiten nur Phyllit erkundet wurde.

Die Schieferung des Phyllits besitzen hier prinzipiell erzgebirgisches Streichen und fällt laut geologischen Unterlagen mit ca. 20° - 50° nach Nordwest ein.

Überdeckt wird der Festgesteinshorizont von gravitativen Sedimentationsdecken in Form von Hangschutt und Hanglehm. Darüber hinaus liegen vereinzelt aufgrund der teils starken anthropogenen Beeinflussungen des Geländes Auffüllungen in wechselnden Mächtigkeiten vor.

2.1.2 Baugrundverhältnisse Im Abtrag- und Auftragsbereich

Der überwiegende Teil im **Abtragsbereich** besteht aus dem o.g. Phyllit, dem vereinzelte Härtlinge zwischen geschaltet sein können. Wie die Geländeschnitte und die Berechnungsschnitte verdeutlichen, besteht nur ein relativ geringer Anteil des Aushubes aus den überlagernden Lockergesteinen Hanglehm und Hangschutt sowie dem vollständig verwitterten Felsen,

Die oberen 1 m bis 2 m des Phyllites sind durch Verwitterungsvorgänge nahezu vollkommen entfestigt und damit besitzen sie nur einen geringen mineralischen Zusammenhalt. Der zersetzte Fels ist damit als ein dicht gelagertes Lockergestein anzusprechen. Im Kornaufbau kann diese Schicht mehrheitlich als ein schwach schluffiger bis schluffiger, sandiger bis stark sandiger Kies angesprochen werden. Mitunter bestehen Tendenzen zu einem bindigen Boden (Verwitterungslehm), so dass der Felszersatz als ein stark schluffiger, schwach kiesiger Sand ansteht.

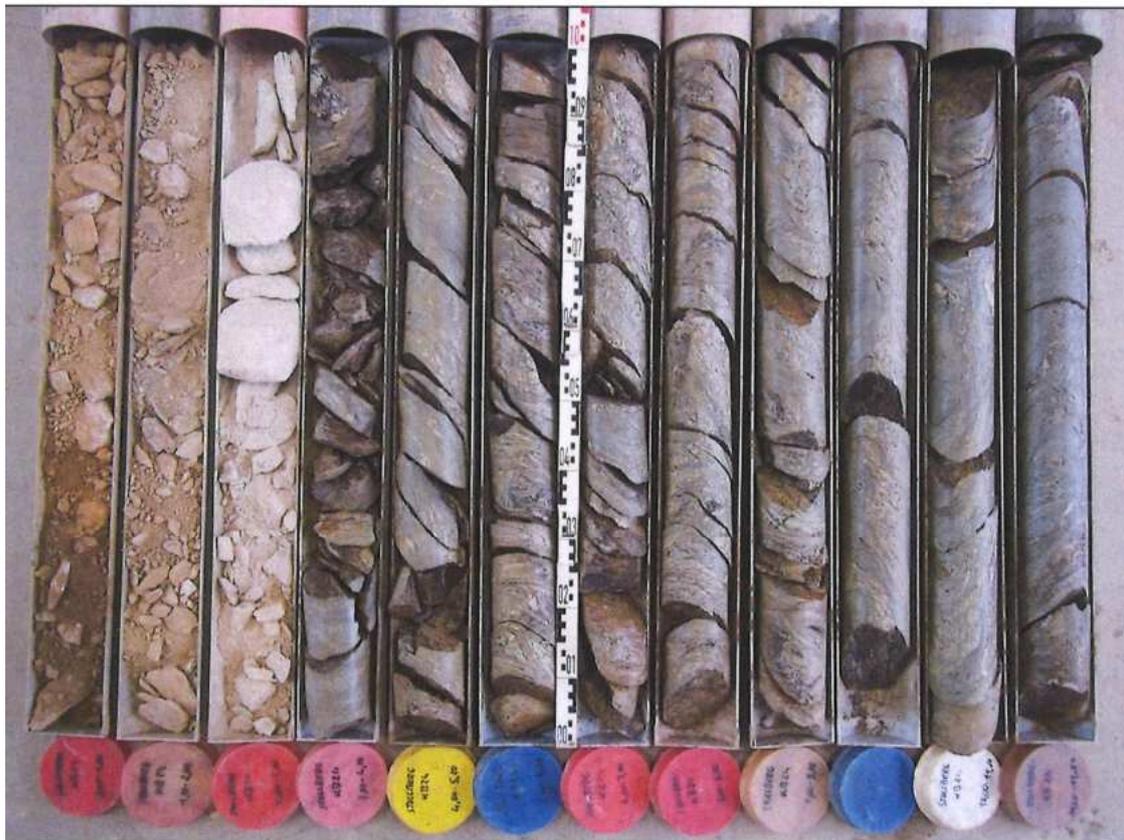
Der Einfallsbetrag der Schieferungsflächen im Phyllit unterliegt starken Schwankungen, die in den erdbaustatischen Nachweisen zu berücksichtigen sind. Bei den Böschungsberechnungen wurde demzufolge ein relativ ungünstiger Einfallsbetrag von 25° angenommen. Steiler einfallende Schieferungsflächen wirken weniger destabilisierend und bei wesentlich flacherem Einfallen ist das Verhältnis Trennflächenreibung zum Einfallsbetrag statisch günstiger.

Die Kernbohrungen weisen auf einen Einfallsbetrag von etwa 40° hin, was an anderen Stellen durchaus anders liegen kann, weil der Phyllit einer Großfaltung unterliegt.

Nachfolgende Fotos verdeutlichen den Zustand der Verwitterungsbereiche und die Abstände der offenen Schieferungsflächen, die für die Lösbarkeit neben den tektonischen Haupttrennflächen verantwortlich sind. Die Abstände der Hauptklüfte sind aus Bohrkernen nicht erkennbar. Diese betragen erfahrungsgemäß in den oberen 5...7 m 30 bis 50 cm und darunter 60 bis 80 cm, seltener darüber.



Kernbohrung (KB 23) – Ansatzpunkt



Kernbohrung (KB 24) – Ansatzpunkt



Baggerschurf (SCH 43) – Detailansicht

In den oberen 1.3 m liegt hingegen eine sehr enge Klüftung vor, wie es nachfolgendes Foto verdeutlicht.

Im **Auftragsbereich** liegt logischerweise ein analoges Profil wie im o.g. Bereich vor, wobei hier insbesondere die oberen drei Schichten wie der Mutterboden, der Hanglehm und untergeordnet noch der Hangschutt von Interesse sind. Es ist von Vorteil, dass der Hanglehm, der jahreszeitlich in ungünstiger Konsistenz vorliegen kann, hier fast durchweg nur geringmächtig ist, so dass aufwendige Massnahmen zur Stabilisierung der Basis für die hohen Aufschüttungen nicht notwendig werden.

Weitere Einzelheiten zu Korngrößen, Schichtenaufbau, Konsistenz, Lagerungsdichte, usw. sind der Anlagen 2 sowie den Anlagen 3.1 und 3.2 zu entnehmen.

Die Ergebnisse der bodenmechanischen Untersuchungen aus den hier anstehenden Schichten werden im Pkt. 2.2.3 erörtert.

2.1.3 Regenrückhaltebecken

Bedingt durch das abfallende Gelände stehen im Endzustand auf der Nordseite völlig andere Schichten als auf der Südseite an, was die Anlage 1.2.3 verdeutlicht.

Während auf der Südseite ein Geländeanschnitt von 455,0 m HN bis 447,5 mHN erforderlich wird, und dadurch alle Lockergesteinsschichten und die verwitterten Partien des Phyllits angeschnitten werden, muss auf der Südseite ein Damm geschüttet werden. Der Unterzeichner geht davon aus, dass für den Dammbau ein Gemisch aus dem Geländeabtrag zum Einsatz kommt und dieser lagenweise verdichtet aufgebaut wird.

In der Basis steht überwiegend Hangschutt und vollständig verwitterter Phyllit an, die als Lastboden gut geeignet sind. Lokal ist auch noch mit Hanglehm zu rechnen, der nicht durchweg als Lastboden geeignet ist.

Aus der hangseitigen Böschung muss mit temporären Sicker- und Kluftwasseraustritten gerechnet werden.

2.1.4 Autobahndurchörterung

Zur Zeit der Bearbeitung konnte planungsseitig noch kein Querprofil übergeben werden. Nach einer diesbezüglichen telefonischen Rückfrage könnten sich noch Veränderung bezüglich Durchörterungsanzahl und Lage ergeben, so dass hierzu noch keine konkreten Angaben gemacht werden können. Für diese Teilaufgaben wurden die Aufschlüsse RKS 40 und RKS 41 geteuft. Danach würde sich die Hanglehmschicht auf der einen und der Hangschutt auf der anderen Seite anbieten, die Durchörterung durchzuführen.

Im Damm der Autobahn muss, wie Ergebnisse aus anderen Stellen der A 72 belegen, mit teilweise großformatigen Felsbruch gerechnet werden, der mittels Sondierungen sich nur zufällig erkunden lässt. Diese großformatigen Felsteile bilden Hindernisse beim Bohren, so dass diesen ausgewichen werden sollte. Zu tief sollte die Durchörterung auch nicht erfolgen, da Felsauftragungen nicht ausgeschlossen sind. Dies wird besonders dann problematisch, wenn Härtlinge im ansonsten bohrbaren Phyllit angetroffen werden. Im Übergangsbereich des vollständig verwitterten und mäßig verwitterten Phyllit können ebenso Härtlinge als Bohrhindernisse angetroffen werden. Die günstigsten Durchörterungsbereiche bilden die Lockergesteine Hanglehm und Hangschutt, wobei kleinformatige Durchörterungen auch im Hangschutt auf Hindernisse stoßen können

2.1.5 Hydrogeologische Situation vor und nach der Geländeregulierung

Zum Zeitpunkt der Erkundungsarbeiten wurde lediglich in fünf Aufschlüssen (KB 23, RKS 19, RKS 20, RKS 27, RKS 32 und RKS 40) Wasser in Teufen von 1,70 m bis 3,05 m angeschnitten. Die geologischen und geomorphologischen Randbedingungen ermöglichen kein hochliegendes Grundwasser.

In den oberen 1 bis 3 m ist lediglich mit Sicker- und maximal lokal begrenzten Schichtwasserhorizonten zu rechnen, welches aber nur jahreszeitlich auftritt.

Im Bereich der späteren Auffüllung wird das eindringende Niederschlagswasser relativ schnell eindringen und bei starken oder langanhaltenden Niederschlägen oder zu Zeiten der Schneeschmelze ein Teil davon nahe des Böschungsfußes der Auffüllungen austreten.

Im Bereich der angeschnittenen Böschungen ist jahreszeitlich mit austretenden Kluftwasser zu rechnen, welches auch zur Eiszapfenbildung führen kann. Das Kluftwasser ist an Störungen bzw. offenen Klüften gebunden. Diese finden sich im Phyllitkomplexes allerdings sehr selten, so dass es nicht verwunderlich ist, dass in den Kernbohrungen kein Wasser angeschnitten wurde.

Es muss aber vorsorglich davon ausgegangen werden, dass bei den großflächigen und tiefen Geländeanschnitten vereinzelt zumindest jahreszeitlich Kluftwasser austritt.

Zwischen beiden neu geplanten Gewerbeflächen liegt eine Geländemulde, die das aus den beiden Flanken zusitzende Sicker- und Schichtwasser sammelt und in Richtung der bestehenden Teiche entwässert.

Eine fließende Welle muss dabei nicht vorhanden sein.

Wie die Anlage 1.1 ausweist, wurde bei der Planung diese entwässernde Funktion gebührend berücksichtigt und folgerichtig nicht in die geplante Bebauung einbezogen.

Innerhalb dieser Mulde kann von ständigen Schichtwasser bzw. oberflächennahen Grundwasser ausgegangen werden, wobei in den Flanken im oberflächennahen Bereich nur temporäres Sickerwasser zu erwarten ist.

Mit der Geländeregulierung ist nicht zu erwarten, dass in der Geländemulde, die zeitweise auch eine fließende Welle haben kann, sich die hydrogeologische Situation merklich ändern wird. Bereits vor der Geländeregulierung sickert das Niederschlagswasser in den Talflanken der Geländemulde ein und das sich im Untergrund bildende Sickerwasser entspannt sich in Richtung Mulde, wo es bei starkem Anfall auch eine fließende Welle geben kann, ansonsten speist es das Grundwasser, welches in der Geländemulde sehr oberflächennah vorzufinden ist.

Mit dem Geländeauf- und -abtrag wird sich die Menge des temporären Sickerwassers in der Gesamtfläche betrachtet kaum ändern. Im Abtragungsbereich wird es lediglich schneller als Sickerwasser und temporär auch als Kluftwasser in Richtung Mulde sich entspannen.

Im Auftragungsbereich muss das Niederschlagswasser erst durch den aufgefüllten Boden, der aber eine höhere Durchlässigkeit als die natürlichen Schichten besitzt.

Eine wesentlich größere oder eine bedeutsam geringere Wassermenge, die sich in der Muldenachse sammeln wird, ist damit hier nicht zu erwarten. Die jahreszeitlichen Schwankungen werden wesentlich größer, als die Veränderungen durch die Geländeformung sein.

2.2 Laboregebnisse

2.2.1 Allgemeines

Nach Auswertung der Erkundungsarbeiten wurden durch den Unterzeichner maßgebende Einzel- und Mischproben zusammengestellt und anschließend bodenmechanische und abfallchemische Laboruntersuchungen durchgeführt.

Die Probenbezeichnung kann den Anlagen 2 und die Laboregebnisse den Anlagen 3 entnommen werden.

Dabei beschreibt die erste Ziffer der Probenbezeichnung die Aufschlussnummer, während die zweite eine fortlaufende Nummerierung der Proben je Aufschluss darstellt.

2.2.2 Wasseranalysen

Wie die Anlagen 3.4.1 bis 3.4.3 zeigen, weist das angeschnittene Wasser sehr unterschiedliche Gehalte an betonangreifenden Stoffen wie kalklösende Kohlensäure auf. Mit Gehalten von 42,9 bei der RKS 20 und sogar 82,5 mg/l bei der Kernbohrung 23 ist das Wasser stark betonangreifend. Es ist der Expositionsklasse XA2 (chemisch mäßig angreifend) einzuordnen. Lediglich das angetroffene Wasser in der Kernbohrung RKS 40 wies nur 19,6 mg/l kalkaggressive Kohlensäure auf, was nach EN 206-1 eine Einordnung in die Expositionsklasse XA1 (chemisch schwach angreifend) entspricht.

Im Bereich des eingeschnittenen Geländes, wo also ausschließlich natürlich anstehender Baugrund vorliegt, ist generell von der Expositionsklasse XA2 auszugehen.

2.2.3 Bodenmechanik

Kornverteilung nach DIN 18123, einschl. natürlicher Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

Korn-Schlämmanalysen wurden von folgenden Böden ausgeführt :

- Ungebundene Tragschichten (Anlage 3.1.1)
- Hanglehm (Anlage 3.1.2)
- Hangschutt (Anlage 3.1.3.1 bis 3.1.3.3)
- Phyllit, vollständig verwittert (Anlage 3.1.4)

Die **Tragschichtanalysen** weisen mit den Ungleichförmigkeitsgrößen von 25 bzw. fast 60 auf eine gute Abstufung hin. Der Feinkornanteil von lediglich 3,0 % bzw. 4,6 % bescheinigt eine noch hinreichende Frostbeständigkeit, so dass eine Wiederverwendung als Tragschicht ausgewiesen werden kann.

Der **Hanglehm** zeigt zwar eine gleichmäßige Kornabstufung aber mit stark wechselnden Kornfraktionsanteilen, was bei dieser Bodenart typisch ist. Der Feinkornanteil schwankt z.B. zwischen 46 % und 77 %, womit dieses Gemisch stark frostempfindlich ist. Der Hanglehm in den Aufschlüssen RKS 13 und der KB 40 weist sehr hohe Tongehalte von etwa 25 % auf, was ihm nur mäßig wasserempfindlich macht. Die anderen analysierten Hangschuttproben sind hingegen stark wasserempfindlich.

Die ausgewiesenen Kornverteilungen des **Hangschuttes** sind durchweg verfälscht, da mit den Rammkernsondierungen die Fraktionen über 50 mm nicht erfasst werden können. Diese Fraktionen werden beim Sondieren verdrängt und sind damit Bestandteil der Proben.

Was auch für den Hangschutt typisch ist, sind die stark wechselnden Feinkornanteile. Diese schwanken bei den untersuchten Proben zwischen 15 % und 52 %. Bei der Probe KV 10 könnte man auch schon von einem Hanglehm sprechen. Es gibt generell viele Übergänge von Hanglehm zum Hangschutt, was nicht immer genau abgegrenzt werden kann. Damit gleichen sich auch die Eigenschaften an.

Der vollständig verwitterte Fels (Phyllit) zeigt eine extrem hohe Abstufung, was bei Phyllit typisch ist. Es gibt hier im Rahmen der Verwitterungen keine Fehlkörnungen, da alle Bestandteile sich im Zuge der Verwitterung ständig zerkleinern. Ein hoher Feinkornanteil weist damit auf einen höheren Verwitterungsgrad hin als die Proben mit geringeren Feinkornanteilen.

Glühverlust nach DIN 18128

Der Glühverlust wurde an zwei Mutterproben, zwei Hanglehmproben und einer Hangschuttprobe bestimmt. Dabei zeigte sich, dass der Mutterboden einen Glühverlust von 15...20 % aufweist, was zu erwarten war.

Der Hanglehm ist mit einem Glühverlust von 3,0 bis annähernd 5 % gekennzeichnet und beim Hangschutt liegt dieser bei lediglich 3,9 %, was auch zu erwarten war. Der erhöhte Glühverlust in der Probe 22/2 ist mit etwas erhöhten Wurzelanteilen zu begründen.

Proctortest's

Das Aushubgemisch aus Hanglehm und Hangschutt wurde insgesamt sieben Proben analysiert, wobei bei der Probe aus der RKS 2 auch der vollständig verwitterte Fels einbezogen wurde. Die Ergebnisse sind in den Anlagen 3.3.1 und 3.3.2 ausgewiesen.

Da sich die Kornverteilungen - siehe Anlagen 3.1 – stark unterscheiden, müssen zwangsläufig auch die Proctorkurven unterschiedliche Ergebnisse ausweisen. Je nach Kornzusammensetzung (Anteile Fein- und Grobkörnungen) schwankenden die Proctordichten zwischen 1,97g/cm³ und 2,25 g/cm³ bei optimalen Wassergehalten von 5,7 % bis 11,8 %.

Damit kann es keine einheitliche Vorgabe für das Aushubgemisch geben.

2.2.4 Abfall

gebundener Straßenoberbau – Asphalt

Zur Bestimmung von möglichen teerhaltigen Inhaltsstoffen innerhalb der vorhandenen Schwarzdecke wurde 1 repräsentative Mischproben aus fünf Einzelproben labortechnisch untersucht.

Die nachfolgende Tabelle vergleicht die Befunde lt. Prüfbericht des analytischen Labors mit den Grenzwerten der Zuordnung in Verwertungsklassen nach RuVA-StB 01 (2005).

Parameter		Dim.	Grenzwerte nach RuVA-StB 01/05		
			A	B	C
Σ EPA PAK		mg/kg	≤ 25	> 25	--
Phenolindex		mg/l	≤ 0,1	≤ 0,1	> 0,1
Probe Nr.:	Proben	Labor-Nr.:	Analytik		Zuordnung zu Verwertungsklassen nach RuVA 01/05
			PAK [mg/kg]	Phenol-index [mg/l]	
SD 1	9/1 + 16/1 + 17/1 + 18/1 und 18/2	105742/520/05	n.b.	0,01	A
n.b. – labortechnisch nicht bestimmbar					

Auffüllungen / natürlich gewachsene Böden

Bei dem zu erwartenden Bodenaushub wurde überwiegend von einer Verwertung im Rahmen bodenähnlicher Anwendungen ausgegangen und als Prüfprogramm die LAGA TR Boden 11/2004, Parameterumfang Tabelle II.1.2-1 (Mindestuntersuchungsprogramm auf unspezifischen Verdacht) gewählt.

Die nachfolgenden Tabellen vergleichen die Befunde lt. Prüfbericht des analytischen Labors mit den Grenzwerten der Zuordnung in Einbauklassen [Z] nach LAGA TR Boden, Tabellen II.1.2-2 und II.1.2-3 (Boden, Feststoff + Eluat).

Bod 1	Auffüllungen (ungebundene Tragschicht)	Labor-Nr.: 10574/520/01
--------------	---	--------------------------------

Einzelproben: 16/2+17/3+17/4+17/5+18/3

**Laborbefund nach
LAGA – TR Boden, Tabelle II.1.2-1**

**Zuordnungswerte [Z] von Einbauklassen nach
LAGA – TR Boden, Tabellen II.1.2-2 + II.1.2-3**

Feststoffprüfungen (TS)						
Parameter	Dim.	Analytik	Z 0 ¹⁾	Z 1	Z 2	
TOC	Ma-%	0,32	0,5 (1,0) ²⁾	1,5	5	
KW-Index, C ₁₀ – C ₄₀	mg/kg	< 50	---	600	2.000	
KW-Index, C ₁₀ – C ₂₂	mg/kg	< 50	100	300	1.000	
EOX	mg/kg	< 0,5	1	3 ³⁾	10	
Arsen	mg/kg	12,7	10	45	150	
Blei	mg/kg	21,9	40	210	700	
Cadmium	mg/kg	0,30	0,4	3	10	
Chrom _{gesamt}	mg/kg	11,1	30	180	600	
Kupfer	mg/kg	12,9	20	120	400	
Nickel	mg/kg	15,1	15	150	500	
Quecksilber	mg/kg	< 0,05	0,1	1,5	5	
Zink	mg/kg	64,2	60	450	1.500	
Σ EPA PAK	mg/kg	n.b.	3	3 [Z 1.1] ⁴⁾	9 [Z 1.2] ⁴⁾	30
Benzo[a]pyren	mg/kg	< 0,05	0,3	0,9	3	

Eluatprüfungen (EL)						
Parameter	Dim.	Analytik	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
pH-Wert	--	9,23	6,5-9,5	6,5-9,5	6,0-12	5,5-12
el. Leitfähigkeit	µS/cm	68,8	250	250	1.500	2.000
Chlorid	mg/l	< 5,00	30	30	50	100
Sulfat	mg/l	< 10	20	20	50	200
Arsen	µg/l	20,0	14	14	20	60 ⁵⁾
Blei	µg/l	< 2	40	40	80	200
Cadmium	µg/l	< 1	1,5	1,5	3	6
Chrom _{gesamt}	µg/l	< 2	12,5	12,5	25	60
Kupfer	µg/l	< 2	20	20	60	100
Nickel	µg/l	< 2	15	15	20	70
Quecksilber	µg/l	< 0,2	< 0,5	< 0,5	1	2
Zink	µg/l	< 10	150	150	200	600

Gesamtbewertung / Einbauklasse	Z 1.2 nach LAGA – Boden
---------------------------------------	--------------------------------

Kommentar: maßgebende Parameter: Arsen im Eluat

¹⁾ maximale Feststoffgehalte für Boden „Sand“
²⁾ Bei C : N - Verhältnis > 25 beträgt der Zuordnungswert 1 Masse-%
³⁾ bei Überschreitung ist die Ursache zu prüfen
⁴⁾ Bodenmaterial > 3 / ≤ 9 mg/kg darf nur in Gebieten mit hydrogeologisch günstigen Deckschichten eingebaut werden
⁵⁾ Bei natürlichen Böden in Ausnahmefällen bis 120 µg/l n.b. – labortechnisch nicht bestimmbar

Bod 2		Auffüllungen (Aushub)			Labor-Nr.: 10574/520/02	
Einzelproben: 18/4+18/5+25/1 + 40/1						
Laborbefund nach LAGA – TR Boden, Tabelle II.1.2-1			Zuordnungswerte [Z] von Einbauklassen nach LAGA – TR Boden, Tabellen II.1.2-2 + II.1.2-3			
Feststoffprüfungen (TS)						
Parameter	Dim.	Analytik	Z 0 ¹⁾	Z 1	Z 2	
TOC	Ma-%	0,97	0,5 (1,0) ²⁾	1,5	5	
KW-Index, C ₁₀ – C ₄₀	mg/kg	< 50	-	600	2.000	
KW-Index, C ₁₀ – C ₂₂	mg/kg	< 50	100	300	1.000	
EOX	mg/kg	< 0,50	1	3 ³⁾	10	
Arsen	mg/kg	12,6	15	45	150	
Blei	mg/kg	22,1	60	210	700	
Cadmium	mg/kg	0,37	1	3	10	
Chrom _{gesamt}	mg/kg	21,1	60	180	600	
Kupfer	mg/kg	14,7	40	120	400	
Nickel	mg/kg	30,2	50	150	500	
Quecksilber	mg/kg	0,07	0,5	1,5	5	
Zink	mg/kg	87,9	150	450	1.500	
Σ EPA PAK	mg/kg	n.b.	3	3 [Z 1.1] ⁴⁾	9 [Z 1.2] ⁴⁾	30
Benzo[a]pyren	mg/kg	< 0,05	0,3	0,9	3	
Eluatprüfungen (EL)						
Parameter	Dim.	Analytik	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
pH-Wert	--	6,52	6,5-9,5	6,5-9,5	6,0-12	5,5-12
el. Leitfähigkeit	µS/cm	90,4	250	250	1.500	2.000
Chlorid	mg/l	5,86	30	30	50	100
Sulfat	mg/l	23,0	20	20	50	200
Arsen	µg/l	< 2	14	14	20	60 ⁵⁾
Blei	µg/l	< 2	40	40	80	200
Cadmium	µg/l	< 1	1,5	1,5	3	6
Chrom _{gesamt}	µg/l	< 2	12,5	12,5	25	60
Kupfer	µg/l	< 2	20	20	60	100
Nickel	µg/l	< 2	15	15	20	70
Quecksilber	µg/l	< 0,2	< 0,5	< 0,5	1	2
Zink	µg/l	< 10	150	150	200	600
Gesamtbewertung / Einbauklasse			Z 1.2 nach LAGA – Boden			
Kommentar: maßgebende Parameter: Sulfat im Eluat						
¹⁾ maximale Feststoffgehalte für Boden „Lehm“ ²⁾ Bei C : N - Verhältnis > 25 beträgt der Zuordnungswert 1 Masse-% ³⁾ bei Überschreitung ist die Ursache zu prüfen ⁴⁾ Bodenmaterial > 3 / ≤ 9 mg/kg darf nur in Gebieten mit hydrogeologisch günstigen Deckschichten eingebaut werden ⁵⁾ Bei natürlichen Böden in Ausnahmefällen bis 120 µg/l n.b. – labortechnisch nicht bestimmbar						

Bod 3	Natürlich gewachsener Boden	Labor-Nr.: 10574/520/03
--------------	------------------------------------	--------------------------------

Einzelproben:
 1/2+2/2+2/3+4/2+5/2+8/2+9/3+9/4+10/2+10/3+11/2+12/2+14/1+14/2+16/3+19/2+20/2+20/4+21/2+
 21/3+22/1+22/4+22/4+26/1+27/1+29/2+30/2+30/3+31/1+36/1+37/1+38/1+39/1+KB40/2+45/2

Laborbefund nach LAGA – TR Boden, Tabelle II.1.2-1	Zuordnungswerte [Z] von Einbauklassen nach LAGA – TR Boden, Tabellen II.1.2-2 + II.1.2-3
---	---

Feststoffprüfungen (TS)						
Parameter	Dim.	Analytik	Z 0 ¹⁾	Z 1	Z 2	
TOC	Ma-%	0,34	0,5 (1,0) ²⁾	1,5	5	
KW-Index, C ₁₀ – C ₄₀	mg/kg	< 50	-	600	2.000	
KW-Index, C ₁₀ – C ₂₂	mg/kg	< 50	100	300	1.000	
EOX	mg/kg	< 0,50	1	3 ³⁾	10	
Arsen	mg/kg	6,6	15	45	150	
Blei	mg/kg	11,9	60	210	700	
Cadmium	mg/kg	0,32	1	3	10	
Chrom _{gesamt}	mg/kg	24,5	60	180	600	
Kupfer	mg/kg	19,8	40	120	400	
Nickel	mg/kg	36,2	50	150	500	
Quecksilber	mg/kg	< 0,05	0,5	1,5	5	
Zink	mg/kg	99,7	150	450	1.500	
Σ EPA PAK	mg/kg	n.b.	3	3 [Z 1.1] ⁴⁾	9 [Z 1.2] ⁴⁾	30
Benzo[a]pyren	mg/kg	< 0,05	0,3	0,9	3	

Eluatprüfungen (EL)						
Parameter	Dim.	Analytik	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
pH-Wert	--	7,10	6,5-9,5	6,5-9,5	6,0-12	5,5-12
el. Leitfähigkeit	µS/cm	43,7	250	250	1.500	2.000
Chlorid	mg/l	< 5,00	30	30	50	100
Sulfat	mg/l	<10,0	20	20	50	200
Arsen	µg/l	< 2	14	14	20	60 ⁵⁾
Blei	µg/l	< 2	40	40	80	200
Cadmium	µg/l	< 1	1,5	1,5	3	6
Chrom _{gesamt}	µg/l	< 2	12,5	12,5	25	60
Kupfer	µg/l	< 2	20	20	60	100
Nickel	µg/l	< 2	15	15	20	70
Quecksilber	µg/l	< 0,2	< 0,5	< 0,5	1	2
Zink	µg/l	< 10	150	150	200	600

Gesamtbewertung / Einbauklasse	Z 0 nach LAGA – Boden
---------------------------------------	------------------------------

Kommentar: maßgebende Parameter: --

¹⁾ maximale Feststoffgehalte für Boden „Schluff/Lehm“
²⁾ Bei C : N - Verhältnis > 25 beträgt der Zuordnungswert 1 Masse-%
³⁾ bei Überschreitung ist die Ursache zu prüfen
⁴⁾ Bodenmaterial > 3 / ≤ 9 mg/kg darf nur in Gebieten mit hydrogeologisch günstigen Deckschichten eingebaut werden
⁵⁾ Bei natürlichen Böden in Ausnahmefällen bis 120 µg/ l
 n.b. – labortechnisch nicht bestimmbar

Bod 4	Natürlich gewachsener Boden	Labor-Nr.: 10574/520/04
--------------	------------------------------------	--------------------------------

Einzelproben:
 1/3+2/4+3/3+3/4+4/3+4/4+5/3+6/2+6/3+7/2+7/3+8/3+9/5+9/6+10/4+10/5+11/3+11/4+12/3+15/1+
 15/2+16/4+17/6+21/4+26/2+27/2+28/2+28/3+29/3+29/3+30/4+31(2+32/2+33/1+34/2+34/3+35/1+
 37/2+38/2++39/2+KB40/3+41/1+41/2+45/3

Laborbefund nach LAGA – TR Boden, Tabelle II.1.2-1	Zuordnungswerte [Z] von Einbauklassen nach LAGA – TR Boden, Tabellen II.1.2-2 + II.1.2-3
---	---

Feststoffprüfungen (TS)						
Parameter	Dim.	Analytik	Z 0 ¹⁾	Z 1	Z 2	
TOC	Ma-%	< 0,10	0,5 (1,0) ²⁾	1,5	5	
KW-Index, C ₁₀ – C ₄₀	mg/kg	< 50	-	600	2.000	
KW-Index, C ₁₀ – C ₂₂	mg/kg	< 50	100	300	1.000	
EOX	mg/kg	< 0,5	1	3 ³⁾	10	
Arsen	mg/kg	5,0	15	45	150	
Blei	mg/kg	6,5	60	210	700	
Cadmium	mg/kg	0,24	1	3	10	
Chrom _{gesamt}	mg/kg	18,6	60	180	600	
Kupfer	mg/kg	20,7	40	120	400	
Nickel	mg/kg	37,4	50	150	500	
Quecksilber	mg/kg	< 0,05	0,5	1,5	5	
Zink	mg/kg	95,3	150	450	1.500	
Σ EPA PAK	mg/kg	n.b.	3	3 [Z 1.1] ⁴⁾	9 [Z 1.2] ⁴⁾	30
Benzo[a]pyren	mg/kg	< 0,05	0,3	0,9	3	

Eluatprüfungen (EL)						
Parameter	Dim.	Analytik	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
pH-Wert	--	6,8	6,5-9,5	6,5-9,5	6,0-12	5,5-12
el. Leitfähigkeit	µS/cm	19,5	250	250	1.500	2.000
Chlorid	mg/l	< 5,00	30	30	50	100
Sulfat	mg/l	< 10	20	20	50	200
Arsen	µg/l	< 2	14	14	20	60 ⁵⁾
Blei	µg/l	< 2	40	40	80	200
Cadmium	µg/l	< 1	1,5	1,5	3	6
Chrom _{gesamt}	µg/l	< 2	12,5	12,5	25	60
Kupfer	µg/l	< 2	20	20	60	100
Nickel	µg/l	< 2	15	15	20	70
Quecksilber	µg/l	< 0,2	< 0,5	< 0,5	1	2
Zink	µg/l	< 10	150	150	200	600

Gesamtbewertung / Einbauklasse	Z 0 nach LAGA – Boden
---------------------------------------	------------------------------

Kommentar: maßgebende Parameter: --

¹⁾ maximale Feststoffgehalte für Boden „Schluff/Lehm“

²⁾ Bei C : N - Verhältnis > 25 beträgt der Zuordnungswert 1 Masse-%

³⁾ bei Überschreitung ist die Ursache zu prüfen

⁴⁾ Bodenmaterial > 3 / ≤ 9 mg/kg darf nur in Gebieten mit hydrogeologisch günstigen Deckschichten eingebaut werden

⁵⁾ Bei natürlichen Böden in Ausnahmefällen bis 120 µg/l

n.b. – labortechnisch nicht bestimmbar

2.3 Besonderheiten

Altbergbau / Untergrundschwächen

Nach der Unterlage /12/ liegt das neue GWG gemäß § 8 Sächs.HohlrvVO außerhalb eines Hohlraumverdachtsgebietes.

Allerdings soll im westlichen Teil der Flurstücke 972/3, 992/2 und 994/2 ein altes Restloch existieren.

Dieser Bereich liegt demnach im aufzufüllenden Gelände. Der Aufschluß RKS 33 könnte im Bereich eines alten Restloches liegen, da hier untypisches Schichtenprofil angetroffen wurde. Wenn unmittelbar unter dem Mutterboden bereits der vollständig verwitterte Phyllit angetroffen wurde, besagt dies, dass die ansonsten abdeckende Hanglehm- und Hangschuttschicht vollständig fehlt. Das der Hanglehm lokal fehlt wäre noch kein Zeichen, dass hier das Gelände gestört vorliegt, da diese Schicht meist sehr geringmächtig anzutreffen war. Der Hangschutt müsste zumindest vorliegen. Es muss zumindest vorläufig davon ausgegangen werden, dass hier eine lokale Entnahmestelle vorliegt. Beim früheren Autobahnbau waren sog. Seitenentnahmen die Regel. Der gemischtkörnige Hangschutt ist i.d.R. ein günstiger Dammbaustoff.

Andere Untergrundschwächen wie Auslaugungen und Verkarstungen sind aufgrund der geologischen Verhältnisse auszuschließen.

Schutzzonen

Nach der Unterlage /13/ liegt die Trasse außerhalb von Schutzgebieten.

Erdbeben

Nach der Unterlage /14/ und Anhang G zur Liste der eingeführten Technischen Baubestimmungen, veröffentlicht im Sächsischen Amtsblatt (Nr. 2/2014 vom 21.02.2014), ist **Stollberg** der **Erdbebenzone 0** zuzuordnen.

Abfall

Gemäß chemischer Untersuchung (Anlagen 3.5.1 bis 3.5.3) entspricht der spätere Aushub für die Geländeoberfläche den LAGA-Einordnungen Z 0 bis Z 1.2. Näheres hierzu kann den unter Pkt. 2.2.4 und 3.6.2 des vorliegenden Ergebnisberichtes entnommen werden.

Wasserrecht

Im Zuge der Baumaßnahme muss mit Kluftwasseranschnitten unbekannter Kapazität gerechnet werden, auch wenn mit den tiefen Kernbohrungen kein Kluftwasser angeschnitten wurde.

Rein rechtlich muss bei oder nach der Geländeregulierung zumindest temporär eine „Grundwasserabsenkung“ bewertet werden, einer Wasserrechtlichen Erlaubnis nach Sächsischem Wassergesetz bzw. Wasserhaushaltsgesetz bedarf.

Die bauzeitliche Ableitung von anfallendem Wasser (z.B. Niederschlags- bzw. lokal Sicker-/Schichtenwasser) in eine Vorflut ist erfahrungsgemäß bei den Betreibern / Eigentümern der Vorflut (Kanal, Gewässer, etc.) genehmigungspflichtig.

2.4 *Einschätzung der Untersuchungsergebnisse hinsichtlich der Aufgabenstellung*

Es kann eingeschätzt werden, dass die durchgeführten Baugrunduntersuchungen für die Bewältigung der Aufgabenstellung (⇒ Punkt 1), ausgenommen die Durchörterung der Autobahn ausreichend sind.

3 *Schlussfolgerungen*

3.1 *Allgemeine Einschätzung mit Aufbauhinweisen*

Das geplante neue Gewerbegebiet ist aus geotechnischer Sicht sehr gut geeignet, wenn die Geländeregulierung fachgerecht ausgeführt wird.

Darunter ist folgendes zu verstehen :

1. Der teils grobstückige Felsausbruch ist mittels transportabler Brecheranlage zu zerkleinern. Ein Korngemisch 0/56... 0/200 ist anzustreben.
2. Ein Großteil des Felsausbruches ist kleinstückig genug und begünstigt durch die plattige Form der Kluffkörper mit einer Felsschafffußwalze lagenweise verdichtet einbaubar.
3. Der anstehende Hanglehm, der Hangschutt und der verwitterte Fels sind als Baustoff ebenso wie der gebrochenen Felsen geeignet.
4. Vor Auftrag der Auffüllung zur Geländeerhöhung ist selbstverständlich der Mutterboden zu entfernen.
5. In der vorderen Basis der Auffüllung in einem Streifen von etwa 20 m sind nach dem Abschieben des Mutterboden Stufen von etwa 0,5...0,8 m Höhe herzustellen, um eine gute Verzahnung im vorderen Teil (Böschungfußbereich) zu erzielen.
6. Der Aufbau muss lagenweise erfolgen, wobei die Lagenmächtigkeit vom Verdichtungsgerät abhängt. Der Einsatz einer Felsschafffußwalze wird angeraten.
7. Am Ende jeder Schicht sind die Oberflächen mit einer Glattwalze zu glätten, damit es bei Niederschlägen nicht zur Ansammlung von Wasser kommt.
8. Bei vorangegangenen Niederschlägen, muss die Oberfläche erst abtrocknen, ehe die nächste Lage aufgetragen wird.
9. Bei Niederschlägen sind die Erdarbeiten einzustellen.
10. Eine Mischung aus den hier anstehenden Böden für den lagenweisen Einbau wäre sehr vorteilhaft.
11. Die Verdichtung der eingebauten Lagen ist kontinuierlich mittels flächendeckender Verdichtungsprüfung FDVK zu kontrollieren und zu protokollieren. Weitere Hinweise hierzu im Pkt. 3.2
12. Um die Verdichtung im Bereich der späteren Endböschung hinreichend ausführen zu können, sind die einzelnen Lagen um je nach Lagenmächtigkeit um mindestens diesen Betrag vergrößert auszuführen, was später mit einem Böschungslöffel wieder rückzubauen ist.
13. In den Bereichen der späteren Endböschungen sollte gut durchlässiger, also stückiger-kiesiger Boden/Fels eingebaut werden, um die Erosionssicherheit der Endböschungsflächen abzusichern.

3.2 Einbaunachweise

Es wird von der Zielstellung ausgegangen, dass der aufgefüllte Bereich so zu verdichten ist, so dass er wie ein natürlich anstehender Baugrund bewertet werden kann. Um dies abzusichern, muss der eingebaute Boden/Felsbruch eine Proctordichte von 100 % erreichen. Proctorprüfungen sind bei hohen felsigen Anteilen nicht zielführend und zudem viel zu zeitaufwendig, was nicht im Interesse eines zügigen Bauablaufes ist.

Hier wird eine flächenhafte Verdichtungskontrolle (FDVK) unerlässlich. Um hierfür wiederum zuverlässige Anhaltswerte für den E_{vib} zu erhalten, sollten unbedingt drei Versuchsfelder ausgeschrieben werden, die sich in der Kornzusammensetzung stark unterscheiden. Unter Mitwirkung eines geotechnischen Bauüberwachers sollten drei verschiedene Mischungen in die Versuchsfelder eingebaut werden, um dafür die verschiedenen E_{vib} – Werte zu erhalten. Diese Werte ermittelt man über entsprechende Kalibrierungen mit einer großen statischen Lastplatte (< 600 mm Durchmesser). Derartig große Prüfplatten sind wegen der Grobstückigkeit des einzubauenden Bodens unerlässlich. Die üblichen statischen Lastplatten mit 30 cm Durchmesser bringen nur bei Körnungen bis etwa 56 mm zuverlässige Verdichtungswerte.

Bei den drei Versuchsfelder sind folgende verschiedene Böden anzustreben :

- gemischtkörniger Boden mit maximal 40 % Felsbruch
- gemischtkörniger Boden mit über 40% bis max. 60 % Felsbruch
- überwiegend gebrochener Fels

Auf diesen Versuchsfeldern ist die Verdichtung solange zu vollziehen, bis mit der großen statischen Lastplatte ein Verdichtungsverhältnis

$$E_{v2} \text{ zu } E_{v1} \leq 2,5$$

erreicht wird.

Dies entspricht dann etwa einer Proctordichte von 100 %.

Der bei dieser erreichten Verdichtung abgelesene E_{vib} - Wert gilt dann für die jeweilige Bodenzusammensetzung als Zielgröße für die flächenhafte Verdichtungskontrolle.

Zusätzlich sind als Fremdüberwachung sporadisch statische Lastplattenversuche auszuführen, um eine nochmalige Überprüfung zu ermöglichen.

Die Ergebnisse der FDVK sollten kontinuierlich dem geotechnischen Bauüberwacher übermittelt werden, damit die Übereinstimmung Kornzusammensetzung und erreichten E_{vib} – Wert kontrollfähig ist. Letztendlich sollte eine Abschlußdokumentation mit Auswertung aller Verdichtungsprüfungen dokumentieren, dass später bei der Gründung von Bauwerken von einem tragfähigen und wenig setzungsempfindlichen Baugrund ausgegangen werden kann.

Eine derartige Unterlage/Dokumentation könnte dann den Investoren übergeben werden.

Wenn obige Hinweise beachtet und fachgerecht umgesetzt werden, kann die lagenweise verdichtet aufgebaute Auffüllung wie ein natürlicher Lastboden bewertet werden.

Bodenwiderstände können zum derzeitigen Kenntnisstand noch nicht bindend angegeben werden, da dies von der Gründungsart und anderen Randbedingungen abhängt. Orientierungsmäßig kann vorläufig davon ausgegangen werden, dass im Bereich des natürlich anstehenden Bodens Bodenwiderstände von 250 bis 2000 kN/m² und im aufgefüllten Bereich 300...400 kN/m² möglich werden.

3.3 Einbau der oberen 2 m im Auffüllbereich

In den letzten Lagen bzw. oberen 2,0 m sollte kein Felsbruch eingebaut werden, der Körnungen über 100 mm aufweist. Körnungsgemische mit max. 100 mm Korngrößen erlauben bei guter Verdichtung fast senkrechte Baugrubenböschungen für Einzel- und Streifenfundamente. Mehrausbrüche werden damit weitestgehend vermieden.

Bei den oberen 120 cm der Auffüllungen sollte die Korngröße auf 56 mm begrenzt werden, da dieser Bereich später der Planumsbereich für Verkehrsflächen darstellt.

Es kann später bei der Anlage von Verkehrsflächen oder Hallenfußböden/ Bodenplatten nicht davon ausgegangen werden, dass im Planumsbereich der beim Einbau erreichte E_{v2} – Wert noch vorhanden ist. Bedingt durch Frost-Tau-Wechsel, der hier bis in eine Tiefe von 1,2 m reichen kann, erfolgt eine Auflockerung des Kornverbandes, was später eine Nachverdichtung erfordert.

3.4 Bodenmechanische Kennwerte

Sollten bei der Erschließung bereits einzelne kleine Bauwerke errichtet werden, können nachfolgende Kennwerte für erdbaustatische Berechnungen genutzt werden. Für größere Bauwerke wie Hallen und Bürogebäude gelten diese Kennwerte nicht, da hierfür Kenntnisse zum Bauwerk notwendig wären.

1	2	3	4	5	6	7
Bodenart	Kurzzeichen DIN 18 196	γ_n ¹⁾	φ'	c'	E_s	Frost- empf.
[--]	[--]	[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]	[MN/m ²]	[--]
Geländeauffüllung	[GU] – [GU*]	20 – 21	32	3	25 – 35	F 2-F3
Hanglehm	UL-UM	20-20,5	28	7	10 – 16	F 3
Hangschutt	GU - GU*	21	34	5	20 – 25	F 3
Fels, vollständig verwittert	GU – GU* SU-SU*	22 – 23	34	8	30 – 45	F 3
Fels , stark verwittert		24-25	36	10	50 – 80	F 2 - F 3
Fels, schwach oder nicht verwittert		25-26	40-42	50 - 100	200	F 2

¹⁾ Im Wassereinflussbereich ist der Auftrieb zu berücksichtigen.

3.5 Homogenbereiche (VOB/C 2016)

Es wird darauf hingewiesen, dass die nachfolgenden Kennwerte auf den vorliegenden Laboruntersuchungen, sowie den regionalgeologischen Erfahrungswerten bzw. büroeeigenen Archivunterlagen des Unterzeichners basieren.

Der **Mutterboden** ist nach DIN 18320:2016-09 als **Homogenbereich A** zu klassifizieren. Dabei kann eine Bodengruppe OH – OU nach DIN 18196, bzw. eine Bodengruppe 1 nach DIN 18915 zugeordnet werden. Der Steinanteil liegt zwischen 1 M-% und 5 M-%, während Blöcke nicht bzw. nur sehr vereinzelt vorkommen.

	B-1	B-2
ortsübliche Bezeichnung	Auffüllungen bereits vorhanden	Hanglehm Hangschutt, vollst. verwitterter Fels
Bodengruppe nach DIN 18196	[GW] – [GU-GU*]	UL-UM, GU-GU*, SU-SU*
Korngrößenverteilung nach DIN 18123 [mm]	0 – 60 (< 0,063 mm: 5 ... 25 %)	0 – 60 (< 0,063 mm: 15 ... 85 %)
Anteil Steine [M.-%] Anteil Blöcke [M.-%] Anteil große Blöcke [M.-%]	≤ 20 ≤ 10 ≤ 5	≤ 70 ≤ 20 ≤ 5
Dichte ρ n. DIN EN ISO 17892-2 [g/cm ³]	1,7...2,0	
undr. Scherfestigkeit c _u nach DIN 4094-4 oder DIN 18136 oder DIN 18137-2 [kN/m ²]	---	30 – 50 [bindige Böden]
Wassergehalt n. DIN EN ISO 17892-1 [M.-%]	5– 15	5 – 25
Konsistenzzahl I _c n. DIN 18122-1	---	0,60 - >1
Plastizitätszahl I _p n. DIN 18122-1	---	0,05 - 0,35 [bind. Anteile]
Lagerungsdichte I _D n. DIN EN ISO 14688-2 [%]	15 – 85	mitteldicht bis dicht)
org. Anteil n. DIN 18128 [M.-%]	0 – 5	0 – 5
Einbauklasse n. LAGA TR Boden ¹⁾	Z 1.2	Z 0, (lokal auch geogen bedingt Z 1.1 / Z 1.2 möglich)

¹⁾ genauere Einstufung ⇒ Pkt. 2.3.2 bzw. Pkt. 3.6.1

Homogenbereiche (DIN 18300:2015-08)

		D
ortsübliche Bezeichnung		Phyllit, mäßig bis schwach verwittert ¹⁾
Benennung von Fels nach DIN EN ISO 14689-1		
Genetische Einheit		regionalmetamorph
Geologische Struktur		geschiefert
Korngröße		feinkörnig
mineralogische Zusammensetzung		Feldspat, Quarz, Glimmer
Porenanteil	[Vol.-%]	0,5 -3,0
Gesteinskörperform		tafel förmig, schiefrig
Dichte ρ nach DIN EN ISO 17892-2	[g/cm ³]	2,2...2,5
Verwitterung \ Veränderungen		verfärbt / veränderlich
Einaxiale Druckfestigkeit	[N/mm ²]	25 – 100, bei Härtlingen bis 300
Trennflächen n. DIN EN ISO 14689-1		
Richtung		nicht bestimmbar
Abstand		Schieferung 5...30 cm, Hauptklüfte 30 bis 80 cm
Einbauklasse nach LAGA TR Boden		Voraussichtlich Z 0 und 1.1, seltener Z 1.2

3.6 Wasserhaltung

Bauzustand

Hinweise hierzu finden sich bereits unter Pkt. 3.1

Endzustand

Entlang der Böschungsfüße sind Gräben zum Sammeln und Ableiten von austretendem Wasser zu planen.

Im Bereich der Auffüllung könnte z.B. entlang des Böschungsfußes, aber unter der Auffüllung ein 5 m breiter und 2,0 m ...2,5 m tiefer Graben ausgehoben und mit Felsbruch gefüllt werden, der als Zwischenspeicher für durchsickerndes Niederschlagswasser wirken könnte.

Dieses porenreiche Gemisch ist oben glatt abzuwalzen und mit in einem groben Trennvlies (Öffnungsweite 0,2 mm) einzupacken. Die Oberfläche erhält ein zerrei ßfestes Vlies, weil darauf die erste Lage gemischtkörniger Boden mit sehr wenig Feinkornanteilen aufgebracht wird.

Dieser Graben würde somit noch im eigentlichen Bau feld der Aufschüttung liegen und als Versickerungsanlage fungieren, was gesondert zu planen ist.

Auch dies bedarf einer wasserrechtlichen Genehmigung.

3.7 Böschungsgestaltung

3.7.1 Allgemeines

Die angesetzte Porenwasserdrucklinie in den Berechnungen wurde zwar nicht erkundet, könnte sich aber nach langen Niederschlägen und während der Schneeschmelze so einstellen.

Die erdbaustatischen Berechnungen wurden mit der Software von GGU, aktuellen Version 13 von Stability durchgeführt. Vorsorglich wurden die Berechnungen mit zwei Verfahren ausgeführt, weil bei Berücksichtigung von Trennflächen im Felsen stark unterschiedliche Ausnutzungsgrade zu erwarten sind.

Angepasst an die boden- und felsmechanische Situation wurden die Berechnungen nach den Verfahren BISHOP und Gleitkörpermechanismus auf dem Vorschriftenwerk GEO 03, und EC 07 basierend mit dem Lastfall BS-P (Dauerstandfestigkeit) realisiert.

3.7.2 Anschnittsböschungen

Diese sind mit einer Neigung von 1 : 2 geplant.

In den Anlagen 4.1 bis 4.3 wurden in drei verschiedenen Profilen die Standsicherheit der Endböschung erdbaustatisch untersucht. Im Festgesteinsbereich wurde dabei eine ungünstige Neigung der Schieferungsflächen mit 25° angesetzt. Die Reibung auf den Trennflächen wurde mit 15° angenommen, Ein bei Phyllit mit hoher Sicherheit vorliegender Aufgleitwinkel wurde bei den mechanisch wirksamen Trennflächen als Sicherheitsreserve vernachlässigt.

Wie die Ergebnisse der Anlagen 4.1 bis 4.3 belegen, können alle untersuchten Böschungen selbst bei den ungünstigsten Verfahren und Annahmen bezüglich der globalen Standsicherheit als dauerhaft standfest bewertet werden

Schnitt	Höchster Ausnutzungsgrad	Verfahren	Anlage
A – A'#	78 %	Blockgleit	4.1.2
B – B'	63 %	Blockgleit	4.2.2
E – E'			
Obere Böschung	54 %	Blockgleit	4.3.2.
Böschungssystem	61 %	Blockgleit	4.3.4

Daraus ist ersichtlich, dass bei den vorliegenden Randbedingungen durchweg die höchsten Ausnutzungsgrade beim Verfahren „Blockgleit“ erzielt werden.

Neben der globalen Stabilität ist die Frage der lokalen Stabilität zu bewerten.

Dabei handelt es sich um eventuellen Steinfall- und lokal begrenzt Rutschungen, verursacht durch Frost-Tau-Wechsel (Frostdruck).

Des Weiteren können starke Niederschläge Erosionen an der Oberfläche erzeugen, solange es keine geschlossene Vegetationsdecke im Bereich der Lockergesteine gibt. Um diese Gefahr zu begegnen, sollte die Böschung im oberen Teil eine Erosionsschutzmattenabdeckung mit Spritzbegrünung erhalten. Ein Strauchbewuchs stellt sich später durch Wildwuchs selbständig ein.

Die Wahrscheinlichkeit, dass aus dem felsigen Bereich bei dieser Neigung Steinfälle auftreten bzw. befürchtet werden müssen, ist sehr gering. Nur in Bereichen mit Kluftwasseraustritten ist dies nicht ausgeschlossen.

3.7.3 Endböschungen der Auffüllungen

Auch hier sind Böschungsneigungen von 1 : 2 geplant, die erdbaustatisch nachzuweisen sind. Als Grundlage der Berechnungen wurde von einem Einbaumaterial ausgegangen, welches beim Geländeanschnitt im Gemisch anfällt.

Aus diesem Gemisch wurde eine Scherfestigkeit abgeleitet, die mit Sicherheitsreserven belegt wurde, da nicht von einem homogenen Aufbau ausgegangen werden kann.

Damit auch die Gleitsicherheit in der Basis abgesichert ist, muss grundsätzlich der Hanglehm, der zum Zeitpunkt des Einbaues nicht mindestens eine steife, möglichst steif-halbfeste Konsistenz besitzt, ausgekoffert werden. Dabei wird die Auskoffierung auf einer Breite von etwa 20 m notwendig. Dies sollte bei der Massenberechnung beachtet werden.

Die Auffüllböschungen wurden an vier verschiedenen Profilen mit nachfolgenden Ergebnissen berechnet. Bei Auffüllböschung ist neben der Böschungsstabilität auch die Gleitsicherheit an der Basis zu ermitteln. Tiefere Grundbruchfiguren sind nicht relevant, da in geringer Tiefe hochscherfester Baugrund vorliegt. |

Wie die Ergebnisse der Anlagen 5.1 bis 5.4 belegen, können alle untersuchten Böschungen selbst bei den ungünstigsten Verfahren und Annahmen bezüglich der globalen Standsicherheit als dauerhaft standfest bewertet werden

Böschungsstabilität

Schnitt	Höchster Ausnutzungsgrad	Verfahren	Anlage
B – B'	79%	Bishop	5.1.1
C- C'			
Untere Böschung	71 %	Bishop	5.2.1
obere Böschung	71 %	Bishop	5.2.2
E – E'	68 %	Blockgleit	5.3.1
G – G'			
Untere Böschung	72 %	BISHOP	5.4.1
Obere Böschung	71 %	BISHOP	5.4.2

Gleitsicherheit in der Basis

Schnitt	Ausnutzungsgrad	Verfahren	Anlage
B – B'	72 %	Blockgleit	5.1.3
C - C'	60 %		5.2.5
E – E'	62 %		5.3.3
G – G'	68 %		5.4.5

Wenn nahe der Böschungsfläche grobstückiger Aushub zum Einbau kommt, ist die Gefahr von Erosionsrinnen nahezu ausgeschlossen.

3.8 Wiederverwendbarkeit der Aushuberdstoffe

3.8.1 Bodenmechanische Belange

Wie bereits erwähnt, sind hier alle anstehenden Böden für den Einbau im Auffüllbereich geeignet. Sie sind verdichtbar und bei sehr guter fachgerechter Verdichtung analog wie ein natürlicher Baugrund bebaubar. Wichtig sind allerdings umfangreiche Verdichtungsnachweise, damit später die Investoren nicht Mehraufwendungen für die Gründung einkalkulieren müssen.

3.8.2 Abfallrechtliche Belange

gebundener Straßenoberbau – Asphalt

Material	Verwertungs- klasse RuVA-StB 01	Abfallschlüssel- nummer AVV	Verwertung
Schwarzdecke	A	17 03 02 Bitumengemische	Heiß- / Kaltmisch- verfahren mit oder ohne Bindemittel

Auffüllungen / natürlich gewachsene Böden

Material	Zuordnungsklassen nach LAGA TR Boden	Abfallschlüssel- nummer AVV
Auffüllungen Ungebundene Tragschicht	Z 1.2 Arsen im Eluat	17 05 04 Boden und Steine die keine gefährlichen Stoffe enthalten
Auffüllungen	Z 1.2 Sulfat im Eluat	
nat. gewachsene Böden Hanglehm und Hangschutt	Z 0 --	
nat. gewachsene Böden vollst. verwitterter Fels	Z 0 --	

Schwellenwerte für gefährliche Abfallarten nach § 3 (2) der AVV werden nicht überschritten.

Abweichend von den angegebenen Abfallschlüsselnummern kann nach § 3, Absatz 3 der AVV die zuständige Behörde eine andere Einstufung der Abfälle vornehmen.

Entsprechend der Angaben der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) gilt bei der Wiederverwendung von Bodenaushub vor Ort das Verschlechterungsverbot. Dieses fordert den Einbau nur auf gleich hoch oder höher belasteter Auflage.

Die anstehenden Böden können aus gutachterlicher Sicht vor Ort zur Geländeregulierung verwendet werden. Dabei sollten die Auffüllungen aufgrund ihrer Z 1.2 - Zuordnung separiert und weitestgehend oberflächennah, das heißt in größtmöglichem Abstand zum Grund- bzw. Schichtenwasser eingebaut werden. Die letztendliche Entscheidung, inwieweit die Auffüllungen auf der Z 0 -Unterlage der natürlichen Böden wiederverwendet werden dürfen, trifft jedoch die zuständige Umweltbehörde.

Erfolgt keine bautechnische Verwertung der Aushubmassen vor Ort kann dieser zur Beseitigung entsprechend der LAGA-Einstufung zugelassenen Entsorgungs- bzw. Verwertungsunternehmen angeboten werden. Hierzu ergeht der Hinweis, dass bei Bieteranfragen die kompletten Untersuchungsergebnisse der abfalltechnischen Prüfungen zur Verfügung gestellt werden sollten. Die alleinige Ausweisung der abfallrechtlichen Zuordnung genügt für die Findung des effizientesten Verwertungs- oder Entsorgungsweges i.a. nicht. Eventuell können auch die durchgeführten Deklarationen nicht ausreichen. Erfahrungsgemäß fordern verschiedene Entsorger bzw. Verwerter gemäß ihrer behördlichen Zulassung Deklarationen nach anderweitigen Prüfprogrammen oder fragen zusätzliche Parameter ab.

3.8.3 Bodenmechanische Eignung

Auf die Eignung des Aushubmaterial zur Geländeregulierung einschließlich der Verdichtung wurde bereits eingegangen.

4 Abschließende Bemerkungen

Die Anzahl, Art und Tiefe der Aufschlüsse wurde durch den AN vorgeschlagen und vom AG bestätigt. eine ursprünglich geplante Kernbohrung (KB 40) wurde durch eine RKS ersetzt, da in der Nachbarschaft bereits eine Archivbohrung vorliegt.

Es wird darauf aufmerksam gemacht, dass die Aufschlüsse nur Stichproben im Boden darstellen. Sie ermöglichen für die dazwischen liegenden Bereiche Wahrscheinlichkeitsaussagen zu den zu erwartenden Verhältnissen.

Auch bei Abfalluntersuchungen handelt es sich um Stichproben. Bereits aus Kostengründen kann nicht jedem einzelnen Substrat durch analytische Belege nachgegangen werden. Verschiedenste Mineralpartikel und Substanzen sind wechselnd anthropogen und geogen bedingt unregelmäßig in Böden verteilt. Sie verursachen Streuungen der Konzentrationen von durch abfalltechnische Prüfparameter erfassten Komponenten. Daher unterliegen Labormesswerte je nach konkreten Orten von Probenahmen entsprechenden Schwankungen. Diese können von den vorliegenden Befunden negativ oder positiv abweichen sowie auch die der Größenordnung von Spurenanalytik entsprechenden Grenzwerte abfalltechnischer Zuordnungen überschreiten.

Da eine sehr sorgfältige Überprüfung der Verdichtungsarbeit hier unbedingt notwendig ist, sollte dies nicht allein dem Erdbaubetrieb überlassen werden. Eine vom Bauherrn beauftragte geotechnische Baubegleitung wird hier für unbedingt notwendig erachtet.

Werden auf der Baustelle vom Ergebnisbericht abweichende Verhältnisse festgestellt, dann ist der Verfasser unverzüglich zu verständigen.

Sollten sich weitere Fragen ergeben, stehen wir Ihnen gerne mit Informationen zur Verfügung.
