



Baugrundbüro Dr.-Ing. Weissenburg · Spechtsart 1 · 06618 Naumburg

Steinbacher-Consult GmbH
Niederlassung Lützen
Gustav-Adolf-Straße 1a
06686 Lützen

Stammsitz:
Spechtsart 1
06618 Naumburg /Saale

Tel.: (03445) 26 10 280
Fax: (03445) 26 10 285

baugrundweissenburg@t-online.de
www.baugrundweissenburg.de

**Wetterzeube, Hochwasserschutzanlage (Uferstützwand)
an der Weißen Elster
Ergänzende Untersuchung im südlichen Uferbereich**

Baugrundgutachten

1. Bericht

Auftraggeber: Steinbacher-Consult GmbH

Auftragsnummer: N1580/20

Bearbeiter: Dr.-Ing. Weissenburg
M. Sc. Heyder, F.

Naumburg, den 28.10.2020

Inhaltsverzeichnis

1	Bauvorhaben.....	4
2	Baugrund	4
2.1	Morphologie, Bebauung und Bewuchs.....	4
2.2	Geologie	4
2.3	Hydrogeologie / Hydrologie.....	5
2.4	Besonderheiten.....	5
3	Untersuchungen.....	6
3.1	Lage, Art, Umfang und Zeitpunkt der Bodenaufschlüsse	6
3.2	Felduntersuchungen	7
3.3	Laboruntersuchungen.....	7
4	Ergebnisse der Untersuchungen	7
4.1	Schichtenverlauf und –verbreitung.....	7
4.2	Eigenschaften und Klassifizierung der Böden	8
4.3	Grundwassermessdaten und Hauptzahlen	12
5	Schlussfolgerungen aus den Untersuchungsergebnissen	14
5.1	Allgemeine Baugrundeinschätzung.....	14
5.2	Gründungsvorschlag.....	14
5.3	Berechnungskennwerte Flächengründung.....	16
5.4	Sohldruck / Setzungen / Verkantungen.....	17
6	Bautechnische Hinweise	18
6.1	Böschungen / Baugruben / Leitungsräben	18
6.2	Wasserhaltung.....	20
6.3	Nachbarsicherung.....	20
6.4	Bohr- und Rammbarkeit der Böden.....	21
6.5	Sonstige Allgemeine Hinweise zur Bauausführung	21
7	Vorschläge für weitere Untersuchungen und Messungen.....	22
8	Homogenbereiche	22
9	Schlussbemerkung.....	24

Unterlagen

bestätigter Auftrag vom 13.10.2020

Auftraggeber: Steinbacher-Consult GmbH

Für die Bearbeitung standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

- | | |
|---|--------------|
| U 1 - Topografische Karten | M 1 : 25 000 |
| U 2.1 - Geologische Karten | M 1 : 25 000 |
| U 2.2 - Geologische und hydrogeologische Übersichtskarten des LAGB, Halle (digital) | |
| http://www.sachsen-anhalt.de | |
| U 3 - vom AG übergebene Unterlagen | |
| U 3.1 - Aufgabenstellung | |
| U 3.2 - Lage- und Höhenplan (Übergabe digital) | |
| U 4 - Leitungsbestandspläne | |
| U 5 - DIN-Normen, Regelwerke, Literatur | |
| u.a. DIN 1054 (2010), DIN EN 1997-1 (2009/2010), DIN EN 1997-2 (2010), DIN 4020 (2010), DIN 4023 (2006), DIN 18196 (2011), DIN EN ISO 14688 (2011), DIN EN ISO 14689 (2011), RiLiGeoB, ZTVE-StB, ZTVA-StB, RStO in den jeweils derzeit gültigen Fassungen, EA-Pfähle, EAB, EAU, EBGeo | |

Weitere Unterlagen, wie Entwurfsplanungen, Lastangaben u.a. liegen derzeit nicht vor.

Anlagen

- | | | |
|-------|-----------------------------|-------------|
| A 1.1 | - Übersichtsplan | Blatt 1 |
| A 1.2 | - Fotodokumentation | Blatt 1 |
| A 2 | - Aufschlussplan | Blatt 1 |
| A 3 | - Schichtenverzeichnisse | entfällt |
| A 4 | - Bohr- und Sondierprofile | Blatt 1 |
| A 5 | - Laboruntersuchungen Boden | entfällt |
| A 6 | - Laboruntersuchungen Fels | entfällt |
| A 13 | - Homogenbereiche | Blatt 1 - 4 |

1 Bauvorhaben

Der Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (LHW) plant den Neubau einer Hochwasserschutzanlage an der Weißen Elster in Wetterzeube.

Die Planungen werden vom Ingenieurbüro Steinbacher-Consult GmbH in Lützen erbracht.

Zusätzlich zu den bisherigen Planungen ist ein neues Sperrbauwerk in der Weißen Elster westlich des bestehenden Sperrbauwerks geplant. Zwischen dem alten und den neuen Sperrbauwerk soll eine Stahlbetonplatte eingebaut werden.

Planungen sowie Angaben zu den Bauwerkslasten liegen nicht vor.

Die Baumaßnahme ist in die geotechnische Kategorie II bis III einzuordnen.

Die Baugrundbüro Dr.-Ing. Weissenburg Ingenieurgesellschaft mbH wurde vom Ingenieurbüro Steinbacher-Consult GmbH in Lützen beauftragt, für das o.g. Bauvorhaben eine Baugrunduntersuchung und Beurteilung vorzunehmen.

Als Höhenbezug wurden die in den Planungsunterlagen (U 3) angegebenen Höhen in m NHN zu Grunde gelegt.

2 Baugrund

2.1 Morphologie, Bebauung und Bewuchs

Der Standort liegt in der weitgespannten, mit Wasserläufen durchzogenen Talniederung der Weißen Elster, an der südlichen Peripherie von Wetterzeube.

Großräumig betrachtet ist die Geländeoberfläche im Talgrund relativ eben mit Höhen um 165 - 170 m NN und fällt zur Weißen Elster hin ab (U 1).

Das Gelände im Norden ist mit Wohngebäuden und Gebäuden und Anlagen der Mühle bebaut. Im Süden befinden sich die Anlagen des Wehres. Über die Gründungsverhältnisse der vorhandenen Bebauung liegen keine Angaben vor.

2.2 Geologie

Der Standort befindet sich aus regionalgeologischer Sicht innerhalb der Zeit-Schmöllner-Mulde, im Verbreitungsgebiet der Gesteine des Buntsandsteines und des Zechsteines. Überlagert werden die Festgesteine von pleistozänen und holozänen Lockergesteinen. Der Standort liegt speziell in der holozänen Aueniederung der Weißen Elster.

Nach U 2 wird der Festgesteinsuntergrund am Standort von den Schichten des Unteren Buntsandsteines (su) gebildet, einer Folge von braunen bis rotbraunen glimmerhaltigen Tonsteinen mit untergeordnet eingeschalteten grauen feinkörnigen Sandsteinen. Die Sandsteine können teilweise auch quarzitisch hart oder fest sein. An der Grenze zu den Lockergesteinen sind die Festgesteine mit mehreren Dezimetern bis Metern Mächtigkeit im Regelfall zu Ton (Tonstein) und Sand (Sandstein) zersetzt. Zur Tiefe hin sind mehr oder weniger rasche Zunahmen der Festigkeiten und Festgesteinseigenschaften zu erwarten, wobei die Übergänge fließend (Tonstein) bis abrupt (harte Sandsteinlagen) sein können. Unmittelbar darunter schließen sich die Gesteine des Zechsteins mit Ton-, Kalksteinen und Dolomiten sowie Gipsen und Salzen an.

Die Lockergesteinsschicht wird von quartären fluviatilen Kiesen und Sanden der Niederterrasse der Weißen Elster oder so genannten Terrassenschottern sowie von Erosionsprodukten der umliegenden Buntsandsteinhöhen, die genetisch als Abschwemmmassen bzw. Hangschutt zu bezeichnen sind, gebildet. Im Abschluss zur Geländeoberkante stehen im natürlichen Profil holozäne Aueablagerungen in Form von Aue- und Schwemmlernen an.

Infolge des vorhandenen Wasserbaus, von Geländeregulierungen sowie anderer anthropogener Einwirkungen stehen oberflächlich Auffüllungen/Aufschüttungen an.

2.3 Hydrogeologie / Hydrologie

Als Hauptvorfluter fließt unmittelbar im Süden die Weiße Elster, die aus westlicher Richtung kommt und nach Osten entwässert.

Daneben verläuft im Norden der künstlich angelegte Floßgraben.

Als oberer Grundwasserleiter fungieren im Talgrund die Terrassenschotter.

Entsprechend der Fließrichtung der Hauptvorflut ist im Talgrund allgemein von einer Grundwasserabstromrichtung in östliche Richtung auszugehen.

Die bindigen Böden (Auelehm/Schwemmlern, Hanglehm) sowie auch die zersetzten Tonsteine wirken als Grundwassergeringleiter oder als Grundwasserstauer.

Für die Weiße Elster wird in U 3 der Wasserspiegel mit 164,54 m NHN angegeben.

2.4 Besonderheiten

Der Standort gehört nach DIN 4149 bezogen auf die Koordinaten der Ortsmitte zur Erdbebenzone 1 sowie zur Untergrundklasse R.

Subrosionsgefahr

Bedingt durch die den Unteren Buntsandstein unterlagernden Schichten des Zechsteines mit sulfatischen Gesteinen (Anhydrit, Gips) besteht für den Standortbereich eine erhöhte Subrosionsgefahr. Die sulfatischen Gesteine im Zechstein unterliegen durch Grundwasser allgemein einer natürlichen Subrosion (Aus- bzw. Ablaugung, Verkarstung), die sich an der Erdoberfläche als bruchlose, lokale Senkungen oder im Extremfall als Erdfall infolge des Verbruchs der durch die Subrosion entstandener Hohlräume darstellen kann. Ein Erdfall ereignete sich 1979 in der Ortslage von Wetterzeube.

Auf der Baufläche hat sich ein lokaler Absenktrichter gebildet, die nach Aussagen des Anwohners bereits mehrmals zugeschüttet wurde. Da in dem Bereich früher auch eine großkalibrige Kernbohrung ausgeführt worden sein soll, kann nicht geklärt werden, ob die Absenkung infolge Subrosion des Festgesteines entstanden ist oder ggfs. durch die ungenügende Verfüllung der Kernbohrung. Der relativ große Absenktrichter würde auf fortlaufende Subrosionsprozesse im Untergrund hinweisen.

- Störungszonen

Im Norden bei Wetterzeube verlaufen Ausläufer der Finnestörung bzw. der Eisenberger Störung. Daher sind Störungen, wie Steilstellungen und Versprünge der ursprünglich horizontal abgelagerten Festgesteinsschichten möglich.

Über eventuelle Kampfmittelverdachtsflächen liegen uns keine Angaben vor. Diese wären planungsseitig zu recherchieren.

3 Untersuchungen

3.1 Lage, Art, Umfang und Zeitpunkt der Bodenaufschlüsse

Zur Feststellung der Baugrundverhältnisse im südlichen Uferbereich wurde südwestlich des bestehenden Sperrbauwerks eine Kleinbohrung als Rammkernsondierung bis in einer Tiefe von ca. 12,5 m unter OKG ausgeführt.

Infolge hoher Eindringwiderstände im Boden/Fels war die Sondierung „fest“. Zur Erkundung des verwitterten Festgesteines und Beurteilung der Subrosionsgefahr ist generell eine großkalibrige Kernbohrung erforderlich.

Die Untersuchungspunkte wurden lage- und höhenmäßig eingemessen und sind im Lageplan der Anlage 2 gekennzeichnet. Das Erkundungsergebnis ist in Form von Bohrprofilen in der Anlage 4 dargestellt.

3.2 Felduntersuchungen

Zur Prüfung der Lagerungsverhältnisse der einzelnen Baugrundsichten wurde 1 Rammsondierung (RS) mit der Schweren Rammsonde (DPH) bis in eine rammbare Tiefe von ca. 12,5 m niedergebracht.

3.3 Laboruntersuchungen

Laboruntersuchungen zur Klassifizierung der Böden und Bestimmung der Baugrundeigenschaften bzw. Festlegung der Bodenkennwerte wurden nicht beauftragt.

4 Ergebnisse der Untersuchungen

4.1 Schichtenverlauf und –verbreitung

In Auswertung des punktförmigen Aufschlusses ergibt sich für die Trasse folgendes generelles geologisches Schichtenmodell:

Schicht 1 - Auffüllung/ Aufschüttung	(Kies, sandig / Sand / Ton/Schluff, sandig, z.T. stark fein- bis mittelkiesig; z.T. organische Beimengungen, lokal Ziegelreste, Bauschutt)
Schicht 2.1- Auelehm/ Schwemmelehm	(Ton, schluffig, sandig bis z.T. stark sandig, z.T. kiesig, z.T. organische Beimengungen)
Schicht 2.2- Beckenton	(Ton, schluffig, sandig, z.T. organische Beimengungen)
Schicht 3 - Hanglehm/ Verwitterungslehm	(Ton, kiesig, sandig bis Ton, schluffig, sandig, kiesig)
Schicht 4 - Terrassenschotter	(Mittel- bis Grobsand, kiesig bis Fein- bis Mittelkies, stark sandig, schluffig bis stark schluffig)
Schicht 5 - Festgestein zersetzt/verwittert	(Ton, kiesig, sandig, Gipsreste, Gipsstein)

Danach stehen in BS 11 bis ca. 4,1 m unter OKG Auffüllungen in Form von Kiesen und Sanden an. Die Lagerungsdichten sind anhand der Rammsondierung als sehr locker bis locker festzustellen. Eine weitere detaillierte Abgrenzung der Auffüllungen vom natürlichen Baugrundprofil ist fachtechnisch und wirtschaftlich nur im großräumigen Anschnitt im Zuge der Bauausführung möglich. Da anthropogene Hinweise fehlen, ist eine genaue Abgrenzung zum natürlichen Profil z.T. auch schwierig zu ziehen.

Darunter folgen graubraune bis gelbbraune Kiese und Sande, die den Terrassenschotter zuzuordnen sind. Die Terrassenschotter wiesen z.T. auch dunkelgraue Farben sowie Pflanzen- und Holzreste auf, was auf erhöhte organische Bestandteile hinweist. Bei den Terrassenschottern handelt es sich hauptsächlich um weit- bis intermittierend gestufte sandige bis stark sandige Fein- bis Mittelkiese oder Mittel- bis Grobkiese. Zum Teil weisen die Schotter auch Schlufflagen auf. Die Lagerungsdichten sind anhand der Rammsondierung als mitteldicht bis z.T. dicht festzustellen.

Ab ca. 7,1 m unter OKG folgen bis ca. 7,6 m unter OKG graue darunter hauptsächlich rotbraune schwach sandige bis sandige, kiesige bis stark kiesige Tone, die dem Hanglemm/Verwitterungslehm zuzuordnen sind. Das Material besteht vorwiegend aus Material aus dem Festgestein, welches umgelagert bzw. zu Lockergestein erodiert wurde und mit Material aus den Terrassenschottern vermischt wurde. Die Konsistenz wurde im oberen Bereich von ca. 7,1 – 10,0 m unter OKG als weich bis steif und von 10,0 m – 12,4 m unter OKG als weich bis breiig festgestellt. Im Bereich von ca. 8,3 – 8,8 m sowie 9,4 – 9,8 m unter OKG wurde Kernverlust beim Rammkernsondieren festgestellt, was auf sehr geringe Konsistenz hinweisen kann.

Ab ca. 12,4 m wurden vermehrt weiße, grauweiße Gipsreste, die zuunterst als massiger Gips in der Sonde auftrat, festgestellt. Aufgrund der Härte des Gips bzw. Gipsstein waren die Rammkernsondierung sowie die Rammsondierung ($N_{10} > 100$) bei ca. 12,5 m unter OKG fest.

Im Vergleich stehen im Gegensatz zu den Untersuchungen im nördlichen Uferbereich im südlichen Uferbereich unter den Auffüllungen bis ca. 7,0 m unter OKG Terrassenschotter an. Im nördlichen Uferbereich in der Nähe des geplanten Sperrbauwerks stehen dagegen vorrangig bis 7,5 bzw. 9,2 m Auelehm/Schwemmlehm an (BS 3, 4), in die z.T. Terrassenschotter zwischengeschaltet sind (BS 4). Die Auswertung der Rammsondierung zeigen im Bereich des südlichen Ufers bis ca. 7,0 m höhere Schlagzahlen und somit höhere Tragfähigkeiten im Gegensatz zu den Rammsondierungen im nördlichen Uferbereich. Darunter zeigen die Rammsondierungen vom nördlichen und südlichen Ufer einen ähnlichen Verlauf.

4.2 Eigenschaften und Klassifizierung der Böden

- Baugrundeigenschaften

Auf der Grundlage der Feld- und Laborprüfungen sowie anhand von Vergleichs- und Erfahrungswerten können die aufgeschlossenen Erdstoffe durch folgende bodenphysikalische Eigenschaften beschrieben werden:

Schicht 1: Auffüllungen

Die punktförmig aufgeschlossenen Auffüllungen weisen stark unterschiedliche Zusammensetzungen auf. Hauptsächlich wurden jedoch Tone/Schluffe, Ton/Schluff-Sand-Gemische und Sande aufgeschlossenen. Bedingt durch die Inhomogenität in der Zusammensetzung, unterschiedliche Einbauzwecke (Tragschichten, Hinterfüllungen, Dammschüttungen, Geländeregulierungen etc.) und unterschiedliche Verdichtungsgrade können stark wechselhafte Eigenschaften vorhanden sein.

Allgemein ist zu beachten, dass nicht zweckgebunden verdichtete Auffüllungen zumeist eine unterschiedliche und allgemein geringe Dichte, eine hohe Hohlräumigkeit bzw. Makroporosität sowie bei Wasserzutritt eine noch vorhandene Sackungsempfindlichkeit aufweisen können. Insgesamt ist die Auffüllung bei Belastung je nach Porenvolumen stark bis schwach zusammendrückbar. Einlagerungen, wie Steine, Blöcke, Bauwerksreste sind prinzipiell möglich.

Klassifikation nach DIN 18196:	Auffüllung aus natürlichen Böden [GW, GI, SU/ST, SU*/ST*, GU/GT, GU*/GT*, OH, TL, TM, OU,] mit möglichen Stein-/Blockanteilen [X, Y] und Fremdstoffen (A)
Lagerungsdichte:	sehr locker bis locker
Frostverhalten (ZTVE-StB):	nicht bis mittel frostempfindlich (F1 /F2)
Zusammendrückbarkeit:	je nach Porenvolumen sehr groß bis mittel
Beimengungen:	z.T. organische Beimengungen

Schicht 3: Hanglehm/Verwitterungslehm

Benennung (DIN 4022):	Ton, schluffig, sandig, kiesig bis Ton, kiesig, sandig
Bodengruppe (DIN 18196):	TL, TM, TA, GU*/GT*
Farbe:	braun, rotbraun, dunkelbraun, graugrün
Frostempfindlichkeit (ZTVE-StB):	überwiegend sehr frostempfindlich (F3)
Plastizität:	leicht bis ausgeprägt plastisch
Konsistenz:	vorwiegend weich bis steif, z.T. breiig
Zusammendrückbarkeit:	groß
Tragfähigkeit:	gering
Grundwasserleiter:	Grundwassergeringleiter

Der Hanglehm/Verwitterungslehm sowie vergleichbare Auffüllungen sind stark wasser- und bewegungsempfindlich. Unter Einwirkung von Wasser erfolgt insbesondere bei gleichzeitiger dynamischer Beanspruchung eine schnelle Konsistenzverschlechterung. Bei direkter Befahrung ist mit tief reichenden Verwalkungen und Zerstörungen der Bodenstruktur zu rechnen.

Schicht 4: Terrassenschotter

Benennung (DIN 4022):	Fein- bis Mittelkies; Mittel- bis Grobkies, sandig bis stark sandig, stark schluffig, z.T. steinig
Farbe:	grau bis dunkelgrau, braun, gelbbraun
Bodengruppe (DIN 18196):	GW, GI, GU/GT, GT*/GU*, SW, SI, SU/ST, SU*/ST*, OH
Lagerungsdichte:	vorwiegend mitteldicht, z.T. dicht ($0,45 < I_D \leq 0,75$)
Frostempfindlichkeit (ZTVE-StB):	je nach Feinkornanteil nicht bis sehr frostempfindlich (F 1 - F 3)
Kornverteilung:	weit- bis intermittierend gestuft
Zusammendrückbarkeit:	mittel bis gering
Tragfähigkeit:	mittel bis hoch
Grundwasserleiter:	Grundwasserleiter
Beimengungen:	Steine und Gerölle bzw. Blöcke, große Blöcke möglich

Schicht 5.1: Festgestein, zersetzt (Tonsteinzersatz)

Klassifikation nach DIN 18196:	Ton (TL, TM, TA), Sand/Kies-Ton-Gemisch (SU*/ST*, GU*/GT*)
Petrogr.-gewinnungstechn. Bezeichnung:	fein- bis grobkörnige Sedimentgesteine (SF, SG)
Verwitterungsgrad:	zersetzt bis entfestigt (VE, VZ)
Plastizität:	leicht bis ausgeprägt plastisch
Konsistenz:	weich bis halbfest
Frostempfindlichkeit (ZTVE-StB):	sehr frostempfindlich (F3)
Zusammendrückbarkeit:	gering bis mittel
Beimengungen:	Gipse, Gipsstein

Die bindigen und gemischtkörnigen Erdstoffe der Schichten 5.1 sowie vergleichbare Auffüllungen sind stark witterungsempfindlich. Auf ungeschützten Aushubsohlen kommt es insbesondere durch Wasser- und/oder Frosteinwirkung zu rasch voranschreitenden Entfestigungs- und Aufweichungsprozessen.

Schicht 5.2 - Festgestein, verwittert (Gipsstein) nur zur Info!

Verwitterungsgrad:	stark verwittert bis angewittert (VE – VA)
Gesteinsfestigkeit (vorwiegende Werte):	
Gipsstein:	mittel bis hoch ($q_{u,k} = 20 - 150 \text{ MN/m}^2$)
Klufthäufigkeit:	mittel bis stark
Schichtung:	blättrig bis plattig (A01– A30)
Neigung:	söhlig bis flach (N1 - N 3)
Frostempfindlichkeit (ZTVE-StB):	gering bis sehr frostempfindlich (F2 - F3)
Zusammendrückbarkeit:	gering bis sehr gering

- Bodenklassen und Bodengruppen

Die vorstehend beschriebenen Bodenschichten sind in folgende Bodengruppen und Bodenklassen einzuordnen:

Bodenart	Kurzzeichen DIN 18 196	DIN 18 300 (2012)	DIN 18301 (2012)	DIN 18319 (2012)	ZTVA-StB (97/06)	ATV – A 127
Auffüllung ^{*1} (Schicht 1)	A [GW, GI, SW, SI, GU/ GT, SU/ST, SU*/ST*, GU*/ GT*, TL, TM, (TA), OU, (X, Y)]	3 - 5 ^{*1}	BN 1 - 2, BB 2 - 3 (BS 1 - 3)	LN 1 - 3, LBM 1 - 2 P 1 (2), (S 1 - 3)	V1 - V3 (außer OU, TA)	G 1 - 4
Hanglehm (Schicht 3)	TL, TM, TA, GU*/GT*	2 ^{*2,3} , 4, 5	BB 1 - 2 (BN 2)	LBM 1 - 2 P 1 - 2 (LN 1)	V2 - V3 (außer TA, OU)	G 4 (3)
Terrassen- schotter (Schicht 4)	GU*/GT*, GU/ GT, OH SU*/ ST*, SU/ ST (X, Y)	3 - 4 ^{*3,4}	BN 1 - 2 (BS 1 - 4)	LN 1 - 3, LNW 1 - 3 (S 1 - 4)	V1 – V2	G 1 - 3
Festgestein zersetzt (Schicht 5.1)	TL, TM, TA, SU*/ST* GU*/GT*	4/5 - 6 ^{*5}	BB 2 - 3 (4), FV 1 (FD 1)	LBM 2 - 3 FZ 1	V3 (V2)	G 4 (3)
Festgestein verwittert (Schicht 5.2) nur zur Info!		6 - 7 ^{*6}	FV 1-4 FD 1-4	FZ 1-4 FV 1-4		

^{*1} Einstufung ohne Oberflächenbefestigungen oder großvolumige Hindernisse wie Bauwerksreste (Fundamentreste etc.)

^{*2} breiige Bereiche ($I_c < 0,5$) sind in die Bodenklasse 2 - fließende Böden - einzuordnen.

^{*3} ST* ist bei Anschnitt unter Grundwasser in die Bodenklasse 2 - fließende Böden - einzuordnen.

^{*4} Einstufung ohne eventuelle Steine/Blöcke/große Blöcke im Unterbau, Bereiche mit mehr als 30 % Grobsteine 315 - 630 mm können auch schon die Klasse 6 - leicht lösbarer Fels - bedingen. Eventuelle Blöcke $d > 0,6$ m sind in Bodenklasse 7 einzuordnen.

^{*5} Bereiche mit fester Konsistenz, verfestigte Bereiche, Übergangsbereiche zum verwitterten Festgestein oder Steinanteile über 30 % bis $d = 0,6$ m bedingen die Klasse 6 - leicht lösbarer Fels. Im Zersatz wird der Anteil Bodenklasse 4/5 und 6 vorab mit einem Verhältnis 40 / 60 % abgeschätzt.

^{*6} feste, bankige Festgesteinspartien mit Schichtdicken ≥ 30 cm oder $V_{\text{Kluftkörper}} \geq 0,1$ m³ sind einer Bodenklasse 7 - schwer lösbarer Fels - zuzuordnen. Sofern keine Pauschalvereinbarungen getroffen werden, wird empfohlen, die Abrechnung der Bodenklassen auf Nachweis im Leistungsverzeichnis zu vereinbaren.

Erfahrungsgemäß lassen sich im zersetzten Festgestein bauseitig die Bodenklassen 5 und 6 mitunter nur sehr schwer unterscheiden, da der Boden bzw. Fels beim Anschnitt zumeist

leicht verfestigt oder im Verband ansteht, während sich eine gestörte Bohrprobe als Bodenklasse 5 (z.B. stückig zerbohrt) darstellt. Wir empfehlen daher, die zersetzten Festgesteine (Schicht 5.1) einheitlich in Boden- bzw. Felsklasse 6 einzuordnen.

Hinsichtlich der Homogenbereiche wird auf Anlage 13 verwiesen.

4.3 Grundwassermessdaten und Hauptzahlen

Während der Aufschlussarbeiten im Oktober 2020 wurden die Grundwasserstände wie folgt gemessen:

	Wasserspiegel			
Aufschluss	WA m u. OKG	WA m NHN	WE m NHN	Datum
BS 11	2,2	163,1	163,1	22.10.20

WA - Wasseranschnitt, WE -Wasserende, k.W. - kein Wasser, n.f. - nicht feststellbar

Danach wurde Grundwasser in einer Tiefe ab ca. 2,2 m unter OKG festgestellt. Saisonal und niederschlagsabhängig ist mit noch geringeren Flurabständen zur OKG zu rechnen.

Als oberer Grundwasserleiter fungieren am Standort hauptsächlich die Kiese und Sande (Terrassenschotter). Je nach Feinkornanteil und bindiger Überdeckung kann das Grundwasser gespannt vorliegen. Der Wasserandrang ist allgemein infolge der als hoch einzuschätzenden Durchlässigkeit der Kiese und Sande als groß einzuschätzen.

Die bindigen Schichten (Hanglehm, zersetztes Festgestein) sind in der Regel als Grundwassergeringleiter bis Grundwassernichtleiter einzustufen. Schichtwässer können jedoch in stärker sandig oder kiesig ausgebildeten Bereichen auftreten. Die Schichtwässer können dabei auch periodisch als Schichtquellen in Erscheinung treten.

Versickernde Niederschläge bilden über stark bindige ausgebildeten Bodenhorizonten Staunässe-/Stauwasserhorizonte. Bei Ausbildung zusammenhängender Horizonte können Schicht- und Stauwässer auch als schwebendes Grundwasser vorliegen. Bei Anschnitt solcher Horizonte kann - zumeist kurzzeitig - ein größerer Wasserandrang auftreten. Ein erhöhter Wasseranfall ist jedoch zumeist an extreme Witterungssituationen (Schneeschmelze, lang anhaltende Niederschlagsperioden) gebunden.

Die Durchlässigkeitsbeiwerte der bis zur Endteufe erkundeten Böden können erfahrungsgemäß wie folgt abgeschätzt werden (vorwiegende Werte):

Bodenart	Kurzzeichen DIN 18196	Grundwasserleiter	Durchlässigkeitsbeiwert k [m/s]
Terrassenschotter (Schicht 4)	GW, GU, GU/GT, SW, SI, SU/ST GU*/GT*, ST*/SU*,	Porenraum	10^{-3} bis 10^{-5} 10^{-4} bis 10^{-7}

Aufgrund der Lage des Standortes unmittelbar an der Vorflut sind neben den festgestellten Wasserständen die Abflussverhältnisse der Vorflut für die Baumaßnahme mit als maßgebend anzusehen. Der höchstmögliche Grundwasserstand HHGW ist dem Hochwasserstand der Vorflut gleichzusetzen, sofern sich nicht durch die gemessenen Wasserstände höhere Werte ergeben. Insbesondere bei längeren Niederschlagsperioden und nach der Schneeschmelze muss mit einem entsprechenden Anstieg des Wasserspiegels gerechnet werden.

Über die maximalen Hochwasserstände der Vorflut liegen uns keine Angaben vor.

Es wird empfohlen, der aktuellen Einschätzung der hydrologischen Situation durch eine Anfrage bei den zuständigen amtlichen Stellen (LHW, Untere Wasserbehörde) nachzugehen. Bei Hochwasser ist von einer Überflutung der tiefer liegenden Auebereiche auszugehen.

Es wird allgemein empfohlen, Erdbauarbeiten in niederschlagsarme Witterungsperioden zu legen. Die Erdbautechnologie ist den jeweiligen Witterungsbedingungen anzupassen.

- Beton- und Stahlaggressivität

Zur Beurteilung der Betonaggressivität des Grundwassers nach DIN 4030 wurde eine Probe bei den Voruntersuchungen und analysiert. Danach wurde die Aggressivität des Wassers nach DIN 4030 infolge eines erhöhten Sulfatgehaltes von 200 mg/l als schwach betonangreifend beurteilt. Gemäß DIN-Fachbericht 100, Tab. 2 entspricht das einer Expositions-klasse XA1.

Die Korrosionswahrscheinlichkeit von unlegierten und niedriglegierten Stählen im Grundwasser kann mit einer Bewertungszahlsumme von $W_0 = -4,0$ bei Flächenkorrosion als sehr gering und bei Mulden- und Lochkorrosion als gering eingeschätzt werden.

Die Anwendbarkeit der DIN 50929 ist im Einzelfall je nach Materialqualität bzw. Legierung zu prüfen.

5 Schlussfolgerungen aus den Untersuchungsergebnissen

5.1 Allgemeine Baugrundeinschätzung

Für die Gründungsbetrachtungen ergibt sich nach den Baugrundaufschlüssen der Anlage 4 zusammenfassend folgendes Bild:

Danach stehen bis ca. 4,1 m unter OKG Auffüllungen mit sehr lockeren bis lockeren Lagerung an. Darunter folgen Terrassenschotter mit mitteldichten bis z.T. dichten Lagerung und ab 7,1 m unter OKG Hanglehm/Verwitterungslehm mit weichen, z.T. breiigen Konsistenzen. Darunter folgen ab einer Tiefe von ca. 12,4 m unter OKG die zersetzten/verwitterten Festgesteine des Zechsteines in Form von Gipsen und harten Gipsstein.

In Auswertung der vorgefundenen Situation ist mit stark erhöhten Aufwendungen bei den Gründungsarbeiten zu rechnen. Diese Einschätzung ergibt sich insbesondere aus

- dem Anstehen von aufgefüllten Sanden und Kiesen mit einer sehr lockeren bis lockeren Lagerung im Bereich von Flachgründungen mit relativ ungünstigen Tragfähigkeitseigenschaften,
- der Vorflutlage und den damit verbundenen Aufwendungen für die Baugrube und für die Wasserhaltung,
- der Störung der Baugrundverhältnisse infolge Subrosion.

Gleichzeitig bilden Reste alter Bebauung erfahrungsgemäß erhebliche Hindernisse im Baugrund, die im Vorfeld von Neugründungen bzw. Verbauarbeiten etc. zu beseitigen sind.

Nicht zweckgebunden verdichtete Auffüllungen scheiden für die Gründung von Ingenieurbauwerken i. A. aus. Die Terrassenschotter und der darunter folgende weiche bis breiige Hanglehm sind nur für kleine bis mittlere Lasten als geeignet einzuschätzen.

Das unterlagernde zersetzte/verwitterte Festgestein (Schicht 5) ist unter Beachtung der Subrosionsgefährdung allgemein nur in ungestörter als relativ gut tragfähig und gering kompressibler Baugrund zu beurteilen. Infolge der möglichen Subrosion wären für Tiefgründungen die Gipse zu durchfahren.

5.2 Gründungsvorschlag

Für das geplante Bauvorhaben liegen keine Angaben und Lasten vor.

In Auswertung der vorgefundenen Situation ergibt sich für die Gründung der Stahlbetonplatte vordergründig eine Flach- bzw. tiefe Flächengründung mit Polster in den Terrassenschottern.

Alternativ ist unter Beachtung der Einschränkungen und möglicher Gefahren auch eine Polstergründung in den Auffüllungen möglich. Die Auffüllungen scheiden im Regelfall als Gründungsschicht für Baukonstruktionen infolge ihrer teilweise sehr unterschiedlichen und wechselhaften Zusammensetzung und Schichtenfolge, möglicher Schwachstellen durch Hohlräume oder Fremdkörper und den damit verbundenen Unwägbarkeiten hinsichtlich des Setzungsverhaltens des Bauwerkes aus.

Zur Gründung der Stahlbetonplatte wird folgender Aufbau vorgeschlagen:

- Bodenaushub bis ca. 1,0 ... 1,5 m unter OK Erdbauplanum
- Vordichtung mit einer Tiefenwirkung von ≥ 30 cm durch geeignete Verdichtungsgeräte
- bedarfsweise Einwalzen/Einschlagen von Grobschlagmaterial 0/90 ... 0/150
- Verdichtung mit schwerem Verdichtungsgerät und mindestens 4 Übergängen
- Absanden des Erdplanums
- Geogitterlage mit Vlies

Die Dicke des Gründungspolsters ist letztendlich je nach Belastung auf Basis von Setzungs-betrachtungen festzulegen.

Die Baugrubensohlen sind glatt bzw. glatt herzustellen abziehen und für eine einwandfreie Ausführung der Bauarbeiten wasserfrei zu halten.

Bauzeitliche Grundwasserabsenkungen sollen mindestens bis 0,5 m unter Aushubsohle ausgeführt werden, um ausreichend stabile Planien herstellen zu können. In den Sanden und Kiesen soll der Aushub bis zur tiefsten Aushubsohle erst erfolgen, nachdem die Sande und Kiese unter der Wasserhaltung trockengefallen sind und somit nicht auflockern können.

Gründungspolster aus Mineralstoffgemischen sind mit einem seitlichen Überstand über die Konturen des Bauwerkes hinaus herzustellen, wobei der Überstand mindestens der Einbaudicke entsprechen soll ($\beta = 45^\circ$). Ist das geometrisch nicht möglich, ist das Polster dauerhaft einzuspannen (verbleibender Verbau als verlorene Schalung, Geogitter). Für Magerbetonpolster gelten die Lastausbreitungswinkel der DIN 1045.

Für die Herstellung von Gründungspolstern aus Mineralstoffgemischen werden generell nur gut kornabgestufte, grob- bis gemischtkörnige Mineralstoffgemische empfohlen. Im Hinblick auf eine gute Verdichtungsfähigkeit ist der Feinkornanteil (Korndurchmesser $\leq 0,063$ mm) auf weniger als 10 % zu begrenzen. In Polsterzonen, die Frosteinwirkungen ausgesetzt werden können, darf der Feinkornanteil nicht mehr als 7 % im eingebauten und verdichteten Zustand betragen.

Gut geeignete Erdstoffe sind Schotter- oder Kiessandgemische aus Hartgestein, z.B. 0/45 bzw. 0/56 mm, in Anlehnung an die Regelsieblinien nach ZTV-SoB (zusätzliche technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau) oder nach TL BuB E-StB 09. Schottergemische lassen in der Regel aufgrund ihrer kantigen Kornform eine bessere Verzahnung und Verspannung im Polster erwarten als rundkörnige Kiessandgemische. Die verwendeten Materialien müssen der Filterstabilität genügen.

Der Einbau und die Verdichtung sind generell lagenweise vorzunehmen. Die Schüttlagendicke soll $d = 0,30$ m nicht überschreiten und muss sich an den konkreten Mineralstoffgemischen bzw. dem Verdichtungsgerät orientieren. Die Verdichtung ist generell auf

$$D_{Pr} \geq 100 \%$$

vorzunehmen.

Zur Prüfung der erreichten Verdichtungsgrade werden Lastplattenprüfungen in verschiedenen Prüfebenen je nach Schüttungsdicke empfohlen. Im Zweifelsfall sind für eine direkte Dichtebestimmung Ersatzmethoden in situ auszuführen. Für Lastplattenprüfungen werden orientierende Prüfziele von

$$E_{v2} \geq 80 - 100 \text{ MN/m}^2$$

$$E_{v2}/E_{v1} \leq 2,3$$

auf der Polsteroberkante empfohlen. Die Prüfziele sind letztendlich nach Probeverdichtungen zu Baubeginn in Abhängigkeit vom verwendeten Material vom Bodengutachter festzulegen.

Problematisch sind die Störungen im Bereich des Absenktrichters zu bewerten, da diese auch bei einer jetzigen Verfüllung und Sanierung bei fortlaufendem Erdstoffauftrag zu Hohlräumen unter der Platte und damit zu Rissen oder gar Verbruch führen können. Es wird empfohlen, in einem 1. Schritt Rammsondierungen im Raster ausführen zu lassen, um das Ausmaß der Störungen erkennen zu können, und dann weitere Schritte festzulegen.

5.3 Berechnungskennwerte Flächengründung

Für erdstatische Berechnungen können auf der Grundlage von Erfahrungswerten, Analogien, aufgrund der Laborprüfungen sowie nach DIN 1055 folgende charakteristische Werte für die geotechnischen Kenngrößen (Bodenkenngrößen) in Ansatz gebracht werden:

Schicht Nr.	Bodenart	Wichte γ_k [kN/m ³]	Wichte u. Auftrieb γ'_{k} [kN/m ³]	Reibungswinkel φ'_{k} [°]	effektive Kohäsion c'_{k} [kN/m ²]	undrÄnirte Kohäsion $c_{u,k}$ [kN/m ²]	Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m ²]
1	Auffüllungen ^{*1}						
	Sand / Kies	19 – 21	10 - 11	30 / 35	0	-	10 - 50
	Ton / Schluff	18 – 20	9 - 10	24 - 28	6 – 3	10 - 50	3 - 8
3	Hanglehm	18 - 19	9	24 - 26	4 - 3	30 - 100	4 - 6
4	Terrassenschotter	19 – 20	10	28 - 32	2 - 0	-	20 - 40

^{*1} Die Scherparameter (φ', c') gelten nur für Erddruckbemessungen

(w) – weiche Konsistenz ($0,5 \leq I_c \leq 0,75$), (st) – steife Konsistenz ($0,75 \leq I_c$), (hf) – halbfest ($I_c \geq 1,0$)

Die Werte sind je nach Aufgabenstellung als Mittelwerte oder als obere und untere Grenze für Grenzwertbetrachtungen in Ansatz zu bringen. Die Werte für den Steifemodul berücksich-

tigen eine lagerungs- bzw. eine tiefenabhängige Verteilung. Für Detailfragen sind wir zu konsultieren.

Für Gründungspolster, die nach o.g. Kriterien hergestellt worden sind, können folgende Berechnungskennwerte für Flachgründungen zum Nachweis der Tragfähigkeit und des Setzungsverhaltens in Ansatz gebracht werden:

Wichte des feuchten Bodens	$\gamma_n =$	20 - 21 kN/m ³
wirksamer Reibungswinkel	$\varphi' =$	35°
wirksame Kohäsion	$c' =$	0
Steifemodul	$E_s =$	40 - 60 MN/m ²

5.4 Sohldruck / Setzungen / Verkantungen

Sollen Fundamente über die Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstandes nach DIN EN 1997-1 bzw. DIN 1054 (2010) bemessen werden, können unter Beachtung der Forderungen der DIN für die unter Punkt 5.2 genannten Gründungskoten bzw. Polsterdicken bei einer Einbindung von mindestens $d = 1,0$ m und Fundamentbreiten von b bzw. $b' = 1,0$ bis $5,0$ m folgende Werte vorausgesetzt werden:

Schicht 1: Auffüllungen

Bemessungswerte des Sohldruckes $\sigma_{R,d} = 110$ kN/m²

Die o. g. Werte gelten nur für einfache Fälle mit horizontalen Geländeoberkanten und einen lotrecht-mittigen Lastangriff gemäß DIN 1054.

Für eine überschlägliche Bemessung des Grundbruches über den aufnehmbaren Sohldruck (zulässige Bodenpressungen) gemäß DIN 1054 (2005) sind die o.g. Werte mit einem Faktor von 1,4 zu dividieren.

Die angegebenen Bemessungswerte können nach überschläglichen Abschätzungen bei Fundamenten mit Breiten bis 2 m zu Setzungen in einer Größenordnung von ca. 20 - 30 mm, bei breiteren Fundamenten zu stärkeren Setzungen proportional der Fundamentbreite führen. Setzungen sind anhand konkreter Lasten und Geometrien zu prüfen.

Höhere Werte sind durch ein Gründungspolster oder höhere zulässige Setzungswerte möglich. Bei vorhandenen höheren Bodenpressungen, außermittigem Lastangriff mit hohen Horizontalkräften oder Fundamenten mit Fundamentbreiten > 5 m sind generell die Verformungen nach DIN 4019 zu untersuchen und die Grundbruchsicherheit nach DIN 4017 nachzuweisen.

Bei der Bemessung flächenhafter Gründungen nach dem Prinzip des elastisch gebetteten Balkens können folgende **Bettungsmoduli** (Grenzwertbetrachtung) als Eingangswert für die Berechnungen in Ansatz gebracht werden:

Auffüllungen	$k_S = 3 - 8 \text{ MN/m}^3$
Terrassenschotter	$k_S = 10 - 25 \text{ MN/m}^3$

Der Bettungsmodul ist iterativ auf der Grundlage der Spannungsverteilung in den Sohlflächen sowie unter Berücksichtigung der Steifemoduli der relevanten Schichten (Verformungen) zu bestimmen und stellt keinen Baugrundkennwert dar.

Gründungssohlen sind durch den Gutachter abnehmen zu lassen.

6 Bautechnische Hinweise

6.1 Böschungen / Baugruben / Leitungsgräben

Baugruben sind gemäß der DIN 4124 abzuböschten oder zu verbauen. Dabei können sich in Abhängigkeit der Lage und der Aushubtiefe auch abschnittsweise unterschiedliche oder auch kombinierte Ausbildungen ergeben. Bei Arbeiten im Gründungsbereich von vorhandener Bebauung sind die Forderungen gemäß DIN 4123 einzuhalten.

Infolge der festgestellten hohen Grundwasserstände und der relativ geringen Standsicherheit der lockeren Boden wird für Baugruben im Grundwasser ein vertikaler dichter Verbau, z. B. mittels Spundbohlen oder Kanaldielen, empfohlen. Für Verbaumaßnahmen sind grundsätzlich die **Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben (EAB)** der DGGT zu beachten.

Die Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben (EAB) der DGGT sind zu beachten.

Baugruben oberhalb des Grundwassers und außerhalb der sichernden Bebauung oder Verkehr können auch abgeböschet werden. Dabei dürfen bis maximal 3,0 m Tiefe folgende Böschungswinkel nicht überschritten werden:

Auffüllungen	$\beta = 45^\circ$
--------------	--------------------

Für größere Standhöhen, bei belasteten Böschungsschultern, bei weicher-breiiger Konsistenz sowie im Grundwasser sind Böschungswinkel entsprechend zu verkleinern. Für den Fall ist generell die Standsicherheit nach DIN 4084 nachzuweisen. Baugrubenböschungen sind vor Witterungseinflüssen (Austrocknung, Oberflächenwasser) z.B. mittels Folien etc. entsprechend zu schützen. Bei geringem Sickerwasseranstrom können Baugrubenböschungen z.B. auch mit Stützfiltern bzw. Kieskeilen gesichert werden.

- Hinterfüllung

Für die Hinterfüllung der Widerlager sind die anstehenden bindigen und gemischtkörnigen Erdstoffe der Schicht 2 sowie vergleichbare Auffüllungen als nicht geeignet einzuschätzen. Daher werden gemäß ZTVE-StB nur gut verdichtbare Kies-Sand-Gemische der Boden-gruppen GW, GI, GU/GT, SW, SI oder SU/ST nach DIN 18196, Gemische aus gebrochenem Gestein 0/100 oder geeignetes Recyclingmaterial empfohlen. Der Feinkornanteil (Korndurchmesser $\leq 0,063$ mm) soll zur besseren Verdichtbarkeit auf weniger als 10 % begrenzt sein. Aufgefüllte nicht- und schwachbindige Sande und Kiese können nach Prüfung und separater Lagerung ggfs. wiederverwendet werden. Infolge bereichsweise höherer bindiger Anteile (GU*/GT*, SU*/ST*) sind die Erdstoffe jedoch teilweise ebenfalls nicht geeignet. Für den Fall ist eine Aufbereitung (Aussiebung, QBV) erforderlich.

Das Material ist gleichmäßig in Lagen einzubauen und zu verdichten, wobei die maximale Schütthöhe höchstens 30 cm betragen darf. Für die Planung können die Schütthöhen und die Zahl der Übergänge in Abhängigkeit der gewählten Hinterfüllmaterialien der Tabelle 2 der ZTVA-StB entnommen werden. Die angegebenen Werte stellen Anhaltswerte dar. Bei ungünstigen Bedingungen (z.B. relativ hoher Wassergehalt, Verbau) kann eine Herabsetzung der zulässigen Schütthöhen erforderlich werden.

Die Verdichtung im Hinterfüll- und Überschüttbereich sowie im Bereich der Böschungskegel an den Bauwerksflügeln ist gemäß ZTVE-StB auf

$$D_{Pr} \geq 100 \%$$

vorzunehmen.

Die bei der Bauwerkshinterfüllung erzielten Qualitätsparameter sind durch entsprechende Eigenüberwachungs- bzw. Kontrollprüfungen nachzuweisen. Gemäß Abschnitt 14.6 der ZTVE-StB beträgt die Anzahl der Eigenüberwachungsprüfungen für Hinterfüllbereiche mindestens eine Messung in jeder 3. Schüttlage je 200 m² Schüttlagenfläche. Zusätzlich werden 2 Rammsondierungen empfohlen. Auf dem Planum sind 1 statischer Plattendruckversuch oder alternativ 2 dynamische Plattendruckversuche je 100 m² durchzuführen.

Die geforderten Verdichtungskriterien sind direkt über Dichtemessungen und Proctorversuche nachzuweisen. Wenn das prüftechnisch schwierig oder zu zeitaufwendig ist, sind unter Beachtung der erforderlichen Korrelation auch indirekte Prüfungen, wie z.B. statische Plattendruckversuche, Versuche mit dem dynamischen Fallgewichtsgerät (doppelte Anzahl) möglich.

Die Ausführungen des „Merkblatt über den Einfluss der Hinterfüllung auf Bauwerke“ der FGSV (1994), Köln sind zu beachten.

6.2 Wasserhaltung

Infolge der festgestellten Wasserstände und der Vorflutlage ist eine Wasserhaltung auszubilden. Die anfallenden Wassermengen hängen neben den Bodenarten von der Größe der Baugrube und der Absenktiefe ab.

Für Grundwasserhaltungsmaßnahmen in den Kiesen und Sanden wird empfohlen, Pumpensümpfe und Brunnen mit möglichst großen Durchmessern auszubilden. In Fein- bis Mittelsanden können sich dagegen Spülfilter günstiger auswirken. Die Grundwasserabsenkungen sind vor dem Erdaushub vorzunehmen, um Auflockerungen zu vermeiden.

Bauzeitliche Grundwasserabsenkungen sind mindestens bis 0,5 m unter Aushubsohle auszuführen, um ausreichend stabile Planien herstellen zu können.

Brunnen, Pumpensümpfe und Sohldränagen sind generell filterstabil auszubilden. Nach dem Setzen des ersten Brunnens sind durch eine Probeabsenkung Zahl, Tiefe und Abstände der vorgesehenen Brunnen zu prüfen.

Baugruben im Grundwasserbereich sind gegen hydraulischen Grundbruch nachzuweisen.

6.3 Nachbarsicherung

Im Einflussbereich von angrenzender Bebauung oder Verkehr sind Baugrubenwände verformungsarm auszubilden (Aussteifungen, Verankerungen). Der Ansatz des Erddruckes richtet sich nach den zulässigen Verformungswerten. Allgemein wird zumindest der Ansatz des erhöhten aktiven Erddruckes empfohlen:

$$k_{ae} = \frac{k_a + k_o}{2}$$

mit k_{ae} - erhöhter aktiver Erddruck, k_o - Erdruhedruck, k_a - aktiver Erddruck.

Die Verträglichkeit der zu erwartenden Wandverformungen und der Setzungen, die sich für die baulichen Anlagen hinter der Baugrubenwand ergeben, ist zu prüfen. Die tatsächlichen Wandverformungen und die Setzungen sind durch Messungen zu überwachen.

Aufgrund der setzungsempfindlichen Böden und der angrenzenden Bebauung dürfen nur erschütterungsarme Bauverfahren zur Anwendung kommen. Als erschütterungsarme Einbringhilfen für Verbauarbeiten empfehlen sich z.B. Bodenersatzbohrungen.

Bei einer Grundwasserabsenkung sind die möglichen Auswirkungen auf die Nachbarbebauung zu prüfen. Allgemein ist zu beachten, dass Grundwasserabsenkungen in den setzungsempfindlichen Böden zu Setzungen führen können.

6.4 Bohr- und Rammpbarkeit der Böden

Den bis zur Aufschlussendteufe erkundeten Baugrundsichten können aufgrund von Erfahrungswerten folgende Bohr- und Rammeigenschaften zugeordnet werden:

Schicht Nr.	Bodenart	Bohrbarkeit	Rammpbarkeit
1	Auffüllungen	leicht bis mittel* ¹	leicht bis schwer* ¹
4	Terrassenschotter	leicht bis schwer	mittel bis sehr schwer rammpbar* ³
5	Festgestein, zersetzt bis verwittert	mittel bis schwer	schwer bis nicht rammpbar* ^{2,3,4}

*1 Einstufung ohne Oberflächenbefestigungen oder großvolumige Hindernisse wie Bauwerksreste (Fundamentreste etc.)

*2 erhöhter Haftwiderstand an Verrohrung möglich

*3 Bohrhindernisse durch Steine, Gerölle bzw. Böcke, große Blöcke möglich

*4 harte Festgesteinslagen möglich

Bei Schlagzahlen der Schweren Rammsonde von $N_{10} \geq 30 \dots 40$ ist von einer schweren bis schwersten Rammung auszugehen. Für diesen Fall sind generell schwere gedrungene Profile sowie vorsorglich bedarfsweise Rammhilfen mit einzuplanen.

Im zersetzten Festgestein ist die Eindringtiefe z.T. stark begrenzt und im verwitterten Festgestein nicht gegeben. Für diesen Fall sind generell schwere gedrungene Profile sowie geeignete Rammhilfen mit entsprechenden leistungsfähigen Geräten (z.B. Spülhilfen, Vorbohren) mit einzuplanen.

6.5 Sonstige Allgemeine Hinweise zur Bauausführung

Die am Standort anstehenden bindigen bis gemischtkörnigen Böden und Auffüllungen sind allgemein stark wasser- und bewegungsempfindliche Erdstoffe. Bei Zutritt von Wässern und zusätzlicher mechanischer Beanspruchung weicht der Boden rasch auf und wird breiig. Das bedeutet, nach Niederschlägen sind in diesem Bereich herzustellende Planien und Baugruben besonders gefährdet und sollen nach ihrer Fertigstellung sofort versiegelt oder überbaut werden.

Ein direktes Befahren der Erdbauplanien mit schwerem Gerät ist zu vermeiden. Die Herstellung des Erdplanums soll insbesondere bei schlechten Witterungsbedingungen in rückschreitender Arbeitsrichtung erfolgen. Niederschlagswässer sind sofort abzuleiten.

Infolge der teilweisen hohen Wassersättigung des Untergrundes soll in den bindigen Böden und vergleichbaren Auffüllungen nur **statisch** verdichtet werden, um einem Porenwasserdruckaufbau im Untergrund zu vermeiden, der zu einer Verschlechterung der Trageigenschaften führen kann.

7 Vorschläge für weitere Untersuchungen und Messungen

Gründungskoten und Pfahlsohlen sind mit dem Baugrundgutachter abzustimmen.

Die in der Gründungssohle vorgefundenen Gründungsverhältnisse sind durch eine Abnahme der Gründungssohle bzw. durch Pfahlabnahmen durch den **Baugrundgutachter** entsprechend bestätigen zu lassen.

Bei Planung einer Tiefgründung ist aus unserer Sicht zur Klärung der Subrosionsgefährdung generell noch eine tieferführende großkalibrige Kernbohrung nach DIN 4020 erforderlich.

8 Homogenbereiche

Aus baugrundtechnischer Sicht werden auf der Grundlage der schichtbezogenen ermittelten Kennwerte, von Erfahrungswerten und Analogien hinsichtlich der bei der Ausführung zum Einsatz kommenden Gewerke und entsprechend den üblichen Geräteklassen nachfolgende Homogenbereiche (siehe Anlage 13) vorgeschlagen.

Nach derzeitigem Planungsstand wird davon ausgegangen, dass bei der Baumaßnahme ein Aushub und ein Einbau (Erdarbeiten) nur bis in eine Tiefe von maximal ca. 4,0 m unter OKG (Erdsniveau) erfolgt.

Bei der Festlegung der Homogenbereiche wurde von großen und mittleren Geräten ausgegangen. Wenn kleine Geräte eingesetzt werden sollen, führt dies ggfs. zu einer anderen Einteilung. Die endgültige Festlegung der Homogenbereiche zu den benötigten Gewerken und der einsetzbaren Erdbaugeräten erfolgt in Abstimmung mit dem Planer.

Der Anteil des Bodens mit einer flüssigen oder breiigen (sehr weichen) Konsistenz ($I_c < 0,50$) (ehem. Bodenklasse 2) wird auf $< 10 \%$ geschätzt. Etwaige Mehraufwendungen beim Aushub von Böden mit einer flüssigen-breiigen oder flüssigen Konsistenz können über eine Zulageposition erfasst werden.

Umweltrelevante Inhaltsstoffe verursachen nur dann einen eigenen Homogenbereich, wenn diese Inhaltsstoffe eine Erschweris (anderes Gerät, zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen) verursachen.

Die unterschiedlichen Verwertungsposition (Z0, Z1, Z2) können über Zulagepositionen der Verwertung bzw. Entsorgung unabhängig von der erdbautechnischen Leistung ausgeschrieben werden. Der Aushub ist schichtweise und entsprechend den chemischen Belastungsklassen im Bodengutachten vorzunehmen.

Arbeiten an gebundenen Schichten des alten Straßenoberbaus fallen nach aktueller Interpretation nicht unter den Regelungsbereich der DIN 18 300 „Erdarbeiten“ und können daher unabhängig von Homogenbereichen beschrieben werden.



Die ungebundenen Schichten des alten Straßenoberbaus bilden nach aktueller Interpretation ebenfalls keinen eigenen Homogenbereich und müssen auch nicht mit entsprechenden Kennwerten versehen werden. Auch die Angabe einer Bodenklasse nach DIN 18300 (alt) ist verzichtbar.

Eventuelle verfestigte Zonen innerhalb der Auffüllung oder der gewachsenen Böden können über Zulagepositionen erfasst werden. Hierfür wird kein gesonderter Homogenbereich definiert.

Für Nachprüfungen sind die in den DIN-Normen (Tabelle Anlage 13) angegebenen Versuche durchzuführen.

9 Schlussbemerkung

Das Baugrundbüro Dr.-Ing. Weissenburg führte auftragsgemäß die Baugrunduntersuchung und –begutachtung für den Neubau einer Stahlbetonplatte im südlichen Uferbereich in Wetterzeube durch.

Die Aussagen des vorliegenden Gutachtens sind nur für die Planung und die Bauausführung der oben genannten Baumaßnahme zugelassen. Für andere Bauvorhaben besitzt das Gutachten keine Gültigkeit.

Die Gültigkeit ist zudem nur auf den erkundeten Baugrundbereich beschränkt. Für Baumaßnahmen, die außerhalb der vorhandenen Baugrundaufschlüsse liegen, sind generell zusätzliche oder tiefer führende Aufschlüsse erforderlich.

Im Zuge der weiteren Planungen, bei Detailplanungen etc. können sich Ergänzungen zu diesem Gutachtenbericht oder weitere Stellungnahmen erforderlich machen. Alle Maßnahmen und Eingriffe in den jetzigen Bestandszustand sind auf mögliche negative Auswirkungen hinsichtlich Standsicherheiten und Verformungen zu prüfen.

Prinzipiell sind zwischen den punktförmigen Aufschlusspunkten im natürlichen Verlauf Abweichungen in Bezug auf Schichtmächtigkeit und -ausbildung möglich. Sollten bei großflächigem Aufschluss während der Bauarbeiten wider Erwarten wesentlich andere Untergrundverhältnisse als die dem Gutachten zugrunde liegenden angetroffen werden, so ist unser Büro sofort zu verständigen, um die im Gutachten genannten Empfehlungen zu überprüfen und ggf. ergänzen zu können.

Dieses Gutachten und die Anlagen gelten nur in ihrer organischen Einheit. Eine nur auszugsweise Wiedergabe ist nicht bzw. nur nach Abstimmung mit dem Gutachter zulässig.

Sollten sich im Rahmen der weiteren Bearbeitung Änderungen gegenüber dem diesem Bericht zugrunde liegenden Bearbeitungsstand von Oktober 2020 ergeben, die im vorliegenden Baugrundgutachten nicht berücksichtigt werden konnten, dann bitten wir zwecks Prüfung der Gültigkeit der Aussagen um Mitteilung.

Dr.-Ing. Weissenburg

M. Sc. Heyder