

## STELLUNGNAHME MIT HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

Bauvorhaben : **Baugrundstabilisierung**  
**Stadion „Am Walperloh“**  
**Schmalkalden**

Auftrags-Nr. : B23-142  
Projekt-Nr. : 3166

Maßnahmen-Nr. : 5610.001.9500

Auftraggeber : Stadtverwaltung Schmalkalden  
Altmarkt 1  
98574 Schmalkalden



Geschäftsführer  
Dipl.-Geol. Wedekind, U.



Bearbeiterin  
M. Sc. Geow. Klein, A.

Erfurt, den 9. August 2023

<b>1</b>	<b>ALLGEMEINES</b>	<b>3</b>
1.1	VORGANG	3
1.2	STANDORTBESCHREIBUNG & BISHERIGE ERKUNDUNGSARBEITEN	4
<b>2</b>	<b>BAUGRUNDBESCHREIBUNG</b>	<b>5</b>
2.1	BODENSCHICHTUNG UND KENNWERTE (GEMÄß [U 2])	5
2.2	HYDROLOGISCHE VERHÄLTNISSE	5
<b>3</b>	<b>GRÜNDUNGSTECHISCHE</b>	<b>&amp;</b>
	<b>SCHLUSSFOLGERUNGEN</b>	
	<b>HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN</b>	<b>6</b>
3.1	BAUGRUNDEIGNUNG	6
3.2	AUSFÜHRUNGSVARIANTEN BAUGRUNDSTABILISIERUNG	7
3.3	SPORTPLATZAUFBAU/FLÄCHENGESTALTUNG	9
<b>4</b>	<b>TECHNISCHE HINWEISE ZUR BAUAUSFÜHRUNG</b>	<b>12</b>
4.1	BÖSCHUNGEN, VERBAU UND ARBEITSRAUMBREITEN	12
4.2	WASSERHALTUNGSMAßNAHMEN	13
4.3	WEITERE HINWEISE	14
<b>5</b>	<b>SCHLUSSBEMERKUNGEN</b>	<b>16</b>

## 1 Allgemeines

### 1.1 Vorgang

Im Juli 2023 wurde dem INGENIEURBÜRO FÜR BAUGRUND JACOBI der Auftrag zur Verfassung einer Stellungnahme zu Handlungsempfehlungen im Rahmen der Baugrundstabilisierung im Bereich des Stadions „Am Walperloh“, Schmalkalden, erteilt.

Grundlage des Auftrags war das Angebot K23-452 vom 19.07.2023 mit dem darin enthaltenen Leistungsumfang.

Neben den einschlägigen Vorschriften und Richtlinien standen für die Ausarbeitung des Gutachtens folgende Unterlagen zur Verfügung:

- U 1 Auftrag vom 24.07.2023
- U 2 Wenig & Partner GmbH Ingenieurbüro für angewandte Geologie: Baugrunduntersuchung zur Neugestaltung des Stadions „Am Walperloh“ vom 18.07.2021
- U 3 Leistungsverzeichnung der Stadt Schmalkalden im Rahmen der Angebotsabfrage: „Baugrunduntersuchung zu BM „Um- und Ausbau des Stadions „Am Walperloh“ in Schmalkalden“
- U 4 Geologische Karte (GK25), Maßstab 1:25.000
- U 5 Ingenieurgeologische Karte der Auslaugungserscheinungen, Maßstab 1:100.000
- U 6 Hydrologische Karte Deutschlands, Maßstab 1:200.000 (HÜK 200) bzw. das landesweite Strömungsmodell im Maßstab 1:50.000 (HK 50)
- U 7 Hintergrundwerte im Grundwasser von Deutschland (HGW) (BGR, 2014-2023)
- U 8 Thüringer Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft (2023) Geoproxy Kartenauszug (GDI-Th): Orthofoto, Liegenschaftskarte, DGM, Schutzgebietskarte, URL: [http://www.geoproxy.geoportal-th.de/geoclient/start\\_geoproxy.jsp](http://www.geoproxy.geoportal-th.de/geoclient/start_geoproxy.jsp)

## 1.2 Standortbeschreibung & bisherige Erkundungsarbeiten

Das Stadion „Am Walperloh“ in Schmalkalden liegt am Südfuß eines Quastenbergs-Ausläufers. Der Standort befindet sich in einem nach Südwesten exponierten Bereich.

Im nordöstlichen Bereich des Sportplatzes verläuft gemäß [U 2] eine ehemalige Erosionsrinne, welche unsachgemäß mit verschiedenen anthropogenen Materialien verfüllt wurde.

Die Auffüllungsmaterialien wurden gemäß der [U 2] entsprechend ihres Fremdstoffanteils in 3 Gruppen unterteilt. So wurden die Auffüllungen vorrangig in einem unkonsolidierten Zustand erkundet. Die anthropogenen Böden mit Fremdstoffen > 25 % (überwiegend > 50 %) weisen Fremdbestandteile wie Aschen, Kohle, Bauschutt, Holz sowie verschiedene Siedlungsabfälle auf. Der Auffüllungskörper weist eine hohe Instabilität auf, welche auf Ausspülungen durch Wasserzutritte (Sickerwässer aus Niederschlägen sowie Schichten- und Hangwasserandrang) und den damit verbundenen Setzungserscheinungen erklärt wird.

Unterhalb der anthropogenen Ablagerungen wurde gemäß [U 2] eine Lockergesteinsdecke aus Sanden und Kiessanden (Insituzersatz des Festgesteins; ggf. fluviatil überprägt - kurzer Transportweg) angetroffen. Der Festgesteinshorizont wird am Standort durch die Sandsteine des Unteren Buntsandstein in Form von bunten, feinkörnigen Sandsteinen, gebildet. Im Rahmen der bisherigen Erkundungsarbeiten wurde die Oberkante des Festgesteinshorizonts im Bereich von ca. 1,0 bis 10,0 m u. GOK erkundet.

## 2 Baugrundbeschreibung

### 2.1 Bodenschichtung und Kennwerte (gemäß [U 2])

Tabelle 1: Übersicht der Baugrundsichtung und Bodenkennwerte.

Schicht	Bodenart	Bodenklasse	Zustand/ Lagerung	natürliche Rohwichte $\gamma_k (\gamma)$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Wichte unter Auftrieb $\gamma_k' (\gamma')$ [kN/m <sup>3</sup> ]	wirksamer Reibungs- winkel $\varphi_k' (\varphi')$ [°]	wirksame Kohäsion $c_k' (c')$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Steife- modul $E_{s,k} (E_s)$ [MN/m <sup>2</sup> ]
1	Oberboden, teilw. umgelagert	[OU], OU	locker/weich	15-16	5-6	17,5-22,5	0-5	0,5-2
2a	Auffüllung (<1% Fremdanteil)	SU*, TL, TA	locker/ weich bis breiig, untergeord. steif	14-20	4-10,5	25-37,5	0-10	2-40
2b	Auffüllung (bis 25 % Fremdanteil)	[SU*, TL]	locker bis mitteldicht / weich bis steif	16,5-20	9-10,5	25-37,5	0-10	2-40
2c	Auffüllung (>25% Fremdanteil)	[GU, SU*, TL]	locker bis mitteldicht / weich bis steif	16,5-19	9	25-32,5	0	2-20
3	Sand	SU, SU*, TL	locker bis mitteldicht / weich bis steif	16,5-20	9-10,5	25-37,5	0-10	2-80
4	Kiessand	GU, GU*	mitteldicht bis dicht	18-21	10,5-13,5	32,5-40	0	20-200
5	Sandstein	Sst/SU*-TL	mitteldicht bis dicht / halbfest bis fest	18-24	10-12	25-45	0-200	20-200

### 2.2 Hydrologische Verhältnisse

Gemäß [U 2] wurde mit den Erkundungsarbeiten kein Grundwasser angeschnitten. „Stellenweise waren starke Vernässungen im Lockergesteinshorizont festzustellen, die an versickernde Oberflächenwässer und an seitlich zusetzende Hang- und Schichtwässer gebunden sind.“

Abflussdominierende Strukturen sind die Festgesteinsoberfläche und die verfüllte Erosionsrinne“ [U 2].

Die Hydrogeologische Übersichtskarte (HÜK 200) bzw. das landesweite Strömungsmodell im Maßstab 1:50.000 (HK 50) gibt einen berechneten Mittleren Grundwasserflurabstand von 8 bis 15 m an. Des Weiteren kann der Grundwasserflurabstand erheblichen jahreszeitlichen Schwankungen unterliegen.

Der Höchste anzunehmende Grundwasserstand (HGW) ist anhand der vorliegenden Informationen auf etwa 310 m NHN) anzusetzen. Die Grundwasserfließrichtung ist nach Südwest gerichtet.

Der Bereich liegt außerhalb eines Trinkwassereinzugsgebietes. Das Grundwasser ist am Standort als „Gewässer mit normalen Schutzbedürfnissen“ einzuordnen.

Der Bereich liegt innerhalb des Trinkwasserschutzgebiets Zone III, IIIA.

#### Versickerungsfähigkeit

Angaben zur Versickerungsfähigkeit sind dem Versickerungsgutachten V23-030 zu entnehmen. Diesem ist zudem eine exemplarische Berechnung für eine Versickerungsanlage beigelegt.

Eine Versickerung in der Auffüllung ist aufgrund möglicher Verunreinigungen nicht zulässig.

### **3 Gründungstechnische Schlussfolgerungen & Handlungsempfehlungen**

#### **3.1 Baugrundeignung**

##### **3.1.1 Eignung als Standort**

Der Standort ist für die vorgesehene Bebauung aus baugrundtechnischer Sicht unter Berücksichtigung folgender erschwerender Bedingungen geeignet:

- Teils in hoher Mächtigkeit anstehende Auffüllungen
- Geringe Tragfähigkeit der Auffüllungen mit Setzungserscheinungen
- kleinräumig differierende Untergrundverhältnisse in Bezug auf die Zusammensetzung, Lagerungsdichte, Konsistenz und Tragfähigkeit der Erdstoffe (Auffüllungen)

- Verstärkte Setzungserscheinungen und Hanglage und fehlender Überdeckung (Ausschwemmungen durch erhöhten Andrang von Schicht-/Hangwasser)
- Wasserempfindlichkeit der Schichten (bindige Erdstoffe; Aschen)
- Mögliche Stein- und Blockanteile (Bauschutt) in der Auffüllung
- Unsachgemäße Ablagerung von anthropogenen Materialien mit hohen Fremdstoffanteil (genaue stoffliche und chemische Zusammensetzung nicht genau definierbar)
- Erst in z.T. großer Tiefe anstehende gut tragfähige Bodenschichten
- Anschnitt von Schicht- oder Stauwasser möglich (witterungsabhängig)

→ *Baugrundstabilisierung erforderlich, um Setzungserscheinungen weitgehend zu unterbinden.*

### 3.1.2 Eignung der Baugrundsichten zur Gründung

**Tabelle 2: Eignung der Baugrundsichten zur Gründung.**

Schicht	Bodenart	Eignung als Gründungsschicht
1	Oberboden, teilweise umgelagert	nicht geeignet
2	Auffüllung	nicht geeignet
3	Sand	<u>geeignet</u> ggf. lokal zusätzliche Nachverdichtung notwendig
4	Kiessand	<u>geeignet</u>
5	Sandstein	<u>geeignet</u>

### 3.2 Ausführungsvarianten Baugrundstabilisierung

Zur Herstellung eines ausreichend tragfähigen Baugrunds im Bereich der Erosionsrinne und der damit verbundenen Reduzierung der oberflächlichen Setzungserscheinungen schlagen wir folgende Sanierungsvarianten vor:

- Variante 1: Vollständiger Bodenaushub, Aufbereitung des Aushubs sowie überwachter Wiedereinbau
- Variante 2: Baugrundverbesserung mittels Rüttelstopfverdichtung (Vollverdrängungsverfahren) zzgl. Aufbringen einer bindemittelstabilisierten Bodenschicht
- Variante 3: Abdeckung der Auffüllungen durch bindemittelstabilisierte Böden
- Variante 4: Dynamische Baugrundverdichtung mittels Polygonwalzen mit anschließendem Aufbringen einer stabilisierenden Bodenschicht durch bewehrte Erde (Geogitter)

Alle Varianten zielen auf eine Stabilisierung der gesamten Fläche im Bereich der Erosionsrinne ab. Punktuelle Maßnahmen werden als nicht wirtschaftlich angesehen und erhöhen das Risiko weiterer starker Setzungserscheinungen.

**Mit fortlaufender Nummerierung der Varianten steigt ebenfalls das Restrisiko im Bezug auf wiederauftretende Setzungen.**

Die **Variante 1** weist aufgrund der Entfernung von Fremdstoffen, der Homogenisierung des Materials sowie dem lagenweisen, kontrollierten Wiedereinbau das geringste Restrisiko für mögliche weitere Setzungserscheinungen auf. Der vollständige Aushub von ca. 14000 m<sup>3</sup> Auffüllungsmaterialien mit anschließender Separierung, Homogenisierung und Wiedereinbau ist jedoch mit einem enormen Zeit- und Kostenaufwand verbunden.

Die **Variante 2 bis Variante 4** zielen hingegen auf die Herstellung einer ausreichend tragfähigen sowie lastausgleichenden „Deckschicht“ auf den Auffüllungen dar. Das Auftreten von oberflächlich sichtbaren Senkungen und Setzungserscheinungen wird mit diesen Varianten deutlich reduziert. Ein geringes Restrisiko durch den Verbleib der Auffüllung bleibt jedoch vorhanden.

Die **Variante 2** weist dabei das geringste Restrisiko auf. Die Schottersäulen/Rüttelstopfsäulen werden im Verdrängungsverfahren (Impact) bis auf die ausreichend tragfähigen natürlichen Bodenschichten (vorrangig Sandstein) niedergebracht. Zur Herstellung einer stabilen Fläche wird auf die Schottersäulen zusätzlich eine bindemittelstabilisierte Bodenschicht aufgebracht (mind. 4 % Bindemittelzugabe; Mächtigkeit 30 – 60 cm). Die Schottersäulen ergeben eine deutliche Verbesserung hinsichtlich der Steifigkeit und Scherfestigkeit. Durch das Aufbringen einer bindemittelstabilisierten Bodenschicht können auch größere bzw. tiefreichende Setzungserscheinung ausreichend überspannt werden.

Bei der **Variante 3** wird auf die Ausführung von Schottersäulen bis auf den tragfähigen Baugrund verzichtet. Alternativ werden zwei Lagen bindemittelstabilisierter Bodenschichten aufgebracht. Insgesamt sollte eine mind. 80 cm mächtige bindemittelstabilisierte Bodenschicht auf den Auffüllungen auflagern. Zudem kann durch eine höhere Bindemittelzugabe (4-8 %) die Tragfähigkeit zusätzlich erhöht werden. Die dadurch erzeugte Steifigkeit kann kleinräumige Setzungen überspannen. Es besteht jedoch ein höheres Restrisiko als bei der Variante 2.



Die schätzungsweise kostengünstigste jedoch auch mit dem höchsten Restrisiko für auftretende fortschreitende Setzungen verbundene Sanierungsmöglichkeit ist die **Variante 4**. In diesem Fall wird der Boden/Auffüllung unterhalb des Sportplatzaufbaus mit Hilfe einer Polygonwalze zunächst tiefenverdichtet und anschließend eine lastverteilende Decke in der Ausführung als bewehrte Erde (Schotterpolster mit Geogitter) aufgebracht. Aufgrund der maximalen Verdichtungstiefe von < 3,0 m unter Walze bei erkundeten Auffüllungsmächtigkeiten von lokal jedoch mehr als 8 m sowie der Schwierigkeiten der Prüfung der ausreichenden Verdichtung in der Tiefe, stellt diese Variante das höchste Risiko dar. Es ist wahrscheinlich, dass langfristig mindestens flächenhafte Senkungen (Reduzierung kleinräumiger starker Setzungen durch bewehrte Erde System) auftreten.

### 3.3 Sportplatzaufbau/Flächengestaltung

#### 3.3.1 Rasenflächen

Oberhalb der erfolgen Baugrundstabilisierung durch einer im Kapitel 3.2 erläuterten Varianten ist eine Drainage/Filterschicht anzuordnen. Die Entwässerung ist gemäß DIN 18035-3 auszuführen.

Für die Ausführung der Rasenflächen ist die DIN 18035 Teil 4 maßgebend.

Die Bestimmung der Tragfähigkeit des Baugrundes erfolgt durch Befahrung mit einem Fahrzeug mit einem Gesamtgewicht von ca. 5 t und einem Reifendruck von  $2 \cdot 10^5$  Pa bis  $3 \cdot 10^5$  Pa in Schrittgeschwindigkeit. Der Abstand der Fahrstreifen darf maximal 5 m betragen. Die Tiefe der Fahrspuren ist mit einer Richtlatte nach DIN EN 13036-7 durch Messung des Abstandes zwischen Lattenunterkante und Sohle der Radspur zu bestimmen. Aufwölbungen an den Radspurrändern sind zuvor zu entfernen. Häufigkeit und Verteilung der Messungen richten sich nach dem Auftreten von Verformungen.

Der langjährige mittlere Grundwasserflurabstand am tiefsten Punkt der Rasenfläche von 0,6 m ist am Standort dauerhaft erfüllt. Überschusswasser ist durch die o. g. Drainage abzuleiten.

Anforderungen an den Baugrund (Erdplanum) sowie an die Dränschicht sind der DIN 18035 Teil 4 (Tab. 1 und Tab. 2) zu entnehmen und vom Fachplaner gegenzuprüfen.

### 3.3.2 Kunststoffflächen

An den gemischt- bis feinkörnigen Untergrund besteht seitens DIN 18035 Teil 6 die Tragfähigkeitsforderung  $E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  bei  $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,5$  (grobkörnige Böden  $E_{V2} \geq 60 \text{ MN/m}^2$  bei  $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,2$ ).

Die Tragfähigkeitswerte sind in den Bereichen der zu sanierenden/stabilisierenden Fläche (Erosionsrinne) bei der Bauausführung zu berücksichtigen. In den anderen Bereichen ist von einer Erreichung der Tragfähigkeitswerte auszugehen. Ggf. werden lokale Untergrundverbesserungen durch Bodenaustausch oder Bindemittelstabilisierung notwendig.

Unsererseits wird vorgeschlagen, einen Erdstoffaustausch (frostbeständiger Schotter, z. B. 0/45) von mindestens 20 bis 30 cm Dicke vorzunehmen. Das Erdbauplanum ist mit einem Gefälle von max. 0,8 % herzustellen.

Das Erdplanum ist vor dem Herstellen intensiv nachzuverdichten. Dazu sind schwere Auflastwalzen zu verwenden, die vorwiegend statisch wirken. Die Tragfähigkeit und Verdichtung ist mittels Plattendruckversuchen zu prüfen.

Auf das fertige Erdbauplanum ist ein filterstabiles Geovlies der Klasse GRK 3 aufzulegen, welches den dauerhaften Schutz der Tragschicht vor Feinbestandteilen bewirken soll.

Der Aufbau der ungebundenen und gebundenen Tragschicht auf dem Erdplanum hat gemäß DIN 18035 zu erfolgen (Regelaufbauten, siehe DIN 18035 Teil 6). Das hierfür verwendete Material muss frost- und verschleißbeständig sein und eine gute Kornabstufung aufweisen. Für ungebundene Tragschichten wird i. d. R. eine weitgestufte Gesteinskörnung mit Frostbeständigkeit und einem Feinkornanteil von  $d \leq 0,063 \text{ mm}$  von höchstens 7 % verwendet. Auf der ungebundenen Tragschicht fordert die DIN 18035 Teils 6  $E_{V2} \geq 60 \text{ MN/m}^2$ . Dieser Wert ist nach Vorgabe des Planungsbüros mittels Plattendruckversuchen nachzuweisen. Der Aufbau der Kunststoffflächen ist seitens des Planungsbüros gemäß DIN 18035 Teil 6 zu wählen.

Eine Drainage/ Filterschicht ist anzuordnen. Die Entwässerung ist gemäß DIN 18035-3 auszuführen.

### 3.3.3 Tennenflächen

An den gemischt- bis feinkörnigen Untergrund besteht seitens DIN 18035 Teil 5 die Tragfähigkeitsforderung  $E_{V2} \geq 30 \text{ MN/m}^2$  bei  $E_{V2}/E_{V1} \leq 3,0$  (grobkörnige Böden  $E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$

bei  $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,5$ ). In Bereichen, in denen eine Baugrundstabilisierung durchgeführt wurde, sowie bei Anstehen der kiesigen Materialien (nach intensiver Nachverdichtung), werden i. d. R. ausreichende Tragfähigkeiten erreicht. Bei Anstehen bindiger Böden ist davon auszugehen, dass die Anforderungen nicht erfüllt werden, sodass mit einer Untergrundverbesserung durch Bodenaustausch oder Bindemittelstabilisierung zu rechnen ist.

Unsererseits wird vorgeschlagen, einen Erdstoffaustausch (frostbeständiger Schotter, z. B. 0/45) von etwa 20 cm Dicke vorzunehmen. Das Erdbauplanum ist mit einem Gefälle von 0,8 % bis 1 % herzustellen. Das Gefälle darf sich höchstens über 40 m erstrecken.

Das Erdplanum ist vor dem Herstellen intensiv nachzuverdichten. Dazu sind schwere Auflastwalzen zu verwenden, die vorwiegend statisch wirken. Die Tragfähigkeit und Verdichtung ist mittels Plattendruckversuchen zu prüfen.

Auf das fertige Erdbauplanum ist ein filterstabiles Geovlies der Klasse GRK 3 aufzulegen, welches den dauerhaften Schutz der Tragschicht vor Feinbestandteilen bewirken soll.

Der Aufbau der ungebundenen Tragschicht auf dem Erdplanum hat gemäß DIN 18035 Teil 5 mit einer Mindestdicke von 15 cm zu erfolgen. Das hierfür verwendete Material muss frost- und verschleißbeständig sein und eine gute Kornabstufung aufweisen. Für ungebundene Tragschichten wird i. d. R. eine gedrungene Gesteinskörnung der Frostbeständigkeits-Kategorie F<sub>4</sub> nach TL Gestein-StB und einem Feinkornanteil von  $d \leq 0,063$  mm von höchstens 7 % verwendet. Auf der ungebundenen Tragschicht fordert die DIN 18035 Teil 5  $E_{V2} \geq 45$  MN/m<sup>2</sup> bei  $D_{Pr} \geq 97$  %. Dieser Wert ist nach Vorgabe des Planungsbüros mittels Plattendruckversuchen nachzuweisen.

Der Tennenbelag sowie der entsprechende Aufbau sind seitens des Planungsbüros gemäß DIN 18035 Teil 5 in Abhängigkeit der Nutzung zu wählen.

Aufgrund der im Untergrund anstehenden bindigen Erdstoffe, hohen Feinkornanteil der Sande und Kiessande sowie der lokalen bindemittelstabilisierten Böden ist eine Entwässerung gemäß DIN 18035-3 vorzunehmen.

### **3.3.4 Untergeordnete Bauwerke (Bänke, Umzäunungen, Mülleimer etc.)**

Bauwerke unterer Ordnung (Bänke, Umzäunungen, Mülleimer etc.) können aufgrund der sehr geringen Lasten unabhängig von den anstehenden Böden frostfrei (mind. 1,2 m Einbindung; Frosteinwirkungszone III) gegründet werden.

Die Gründung kann u. a. mit einer Fundamentgründung (Einzel- oder Streifenfundamente) erfolgen. Alternativ können Lasten über eine Stahlbetongründungsplatte mit unterlagertem lastverteilenden stabilisierenden Kies- oder Schotterpolster gegründet werden. Eine Gründung mittels Rammrohrgründung oder Betonmonolith ist ebenfalls möglich.

Bei einer Gründung auf den Auffüllungsmaterialien ist mit verstärkten Setzungserscheinungen zu rechnen. Diese können durch das Nachverdichten der Gründungssohle reduziert werden. Unregelmäßige Setzungen können bei einer Gründung auf den Auffüllungen jedoch nicht vollständig ausgeschlossen werden.

Die Schacht- und Betonierarbeiten haben eine Einheit zu bilden und sind unmittelbar nacheinander auszuführen. Die Gründungssohle ist gegen Witterungseinflüsse zu schützen, z.B. durch den sofortigen Einbau der Gründung.

## **4 Technische Hinweise zur Bauausführung**

### **4.1 Böschungen, Verbau und Arbeitsraumbreiten**

Alle Arbeiten an Böschungen, Verbau und Arbeitsräumen müssen gemäß DIN 4124 ausgeführt werden.

Bis in eine Tiefe von 1,25 m können Baugrubenwände senkrecht gestaltet werden. Bei der Ausführung von temporären Baugrubenböschungen sind gemäß DIN 4124 folgende Böschungswinkel einzuhalten:

**Tabelle 3: Böschungswinkel.**

Schicht	Kurzbeschreibung	Böschungswinkel $\beta$ [°]
1	Oberboden, teilweise aufgefüllt	$\leq 45$
2	Auffüllung	$\leq 45$
3	Sand	$\leq 45$
4	Kiessande	$\leq 45$
5	Sandstein	$\leq 45$ (nach Begutachtung und geringerer Verwitterung $\leq 60$ )

Werden lockere bis sehr lockere (z.B. Bauschuttnester), aufgeweichte Bereiche oder Rutschflächen angeschnitten, so ist der Böschungswinkel in Abstimmung mit dem Baugrundgutachter und Bauleiter zu verringern. Ab einer Böschungshöhe von mehr als 5,0 m ist die Standsicherheit nachzuweisen.

Baugeräte und Fahrzeuge bis 12 t Gesamtgewicht müssen einen Abstand von mindestens 1,0 m, Baugeräte und Fahrzeuge mit 12 – 40 t von mindestens 2,0 m zwischen der Außenkante der Aufstandsfläche und der Böschungskante einhalten. Zudem ist an den Böschungsoberkanten ein mindestens 1,0 m breiter Streifen lastfrei zu halten. Die Böschungsoberfläche ist vor Erosion zu schützen.

In Bereichen, wo die Baufreiheit eingeschränkt ist oder eine zusätzliche Belastung auf die Böschung ausgeübt wird oder ein Abböschten nicht präferiert wird, ist nach DIN 4124 ein Verbau auszuführen. Das Einrammen von Verbauteilen ist zur Vermeidung von Erschütterungen nicht empfehlenswert. Verbauträger bzw. -elemente sind in vorgebohrte Öffnungen zu stellen.

## 4.2 Wasserhaltungsmaßnahmen

Bei der geplanten Baumaßnahme ist nicht mit dem Anschnitt von Grundwasser zu rechnen. Die Gründungsarbeiten sind möglichst zu Zeiten geringer Grundwasserstände und Niederschlagswahrscheinlichkeit (z.B. Spätsommer oder Herbst) auszuführen. So können aufwendige bauzeitliche Wasserhaltungsmaßnahmen in der Regel vermieden bzw. verringert werden.

Zu Zeiten ungünstiger Wasserstände ist aufgrund anfallenden Oberflächen- und/ oder Schichtenwassers durchaus mit Wasserhaltungsmaßnahmen zu rechnen. Anfallendes Wasser ist dann mittels Pumpensumpf über eine offene Wasserhaltung abzuführen. Stärkere

Wasseraustritte aus der Böschung oder aus der Sohle sind separat zu fassen und abzuleiten bzw. abzupumpen.

Ggf. erforderliche Wasserhaltungsmaßnahmen sind entsprechend des Bauablaufplanes in Verbindung mit den Gründungstiefen und Grundwasserständen separat zu bemessen.

Die Gründungsarbeiten sind zügig durchzuführen bzw. die Gründungssohlen sind vor Witterungseinflüssen zu schützen. Ein Offenstehen von Baugrube und Fundamentgräben ist zu vermeiden.

#### 4.3 Weitere Hinweise

- Bei unterschiedlichen Gründungstiefen der Gründungskörper sind diese unter einem Winkel von  $\beta \leq 30^\circ$  abzutreten.
- Zur Vermeidung von niederschlagsbedingten Erdstoffdurchnässungen im Gründungsbereich sind die Erd- und Betonierarbeiten zügig durchzuführen. Dies gilt besonders, wenn die Erdarbeiten in ungünstigen Jahreszeiten wie Frühjahr und Winter ausgeführt werden. Die Baugrubensohle ist schnell zu überdecken oder zu schützen. Aufgeweichte Bereiche unter der Gründungssohle sind grundsätzlich zu entfernen.
- Die Lösegeräte sind zur Freilegung der Schacht- und Gründungssohlen mit ungezahnten Löffeln bzw. Körben auszurüsten, da schachtungsbedingte Auflockerungen nur bedingt durch Verdichtungsmaßnahmen zu beseitigen sind. Es sind im Bereich der bindigen Materialien ausschließlich statisch wirkende Verdichtungsgeräte zu verwenden. Es ist rückschreitend auszuheben und eine dynamische Beanspruchung bei der Verdichtung auszuschließen.
- Bei den Aushubarbeiten muss mit Aushuberschwernissen (Stein- und Blockanteile in der Auffüllung durch Bauschutt; ggf. Anschnitt des Festgesteins; ggf. Stein und Blockanteil in den Kiesen, Versturzmassen, etc.) gerechnet werden, deren Beseitigung Mehraufwendungen verursachen kann.
- Werden Erdstoffpolster (z.B. zum Bodenaustausch unter Verkehrsflächen bzw. unterhalb von Gründungen) eingebaut, so sind diese mit einem klassifizierten, hoch ungleichförmigen und weit abgestuften Material (möglichst Schotter oder Betonrecycling

0/45) durchzuführen. Der maximale Korndurchmesser des Austauschmaterials sollte 2/3 der jeweiligen Schütthöhe nicht übersteigen. Vor dem Auftrag ist die Schachtsohle zu verdichten. Der Einbau hat lagenweise unter Erreichung von  $\geq 100\%$  der Proctordichte zu erfolgen. Die Verdichtung und Tragfähigkeit ist i.A.a. die ZTV-E StB (z.B. statische oder dynamische Plattendruckversuche) zu überprüfen. Der Erdstoff muss eine günstige Einbaufeuchte besitzen und ist in Lagen von 0,20 m bis 0,30 m einzubauen. Die Lagen sind mit auf den Erdstoff abgestimmten Maschinen zu verdichten.

- Ein Befahren des fertigen Planums der Gründung bzw. der Verkehrsflächen (außer zum Verdichten) ist zu vermeiden. Nicht überschüttete Geotextilen dürfen auf keinen Fall befahren werden (Vorkopfschüttung).
- Wird bei den Erdbauarbeiten unerwartet Grund- oder Schichtwasser angetroffen, sind die Arbeiten sofort einzustellen und der Baugrundgutachter ist umgehend zu informieren. Im Zuge eines Ortstermins, muss die Gründungsempfehlung mit dem Baubeteiligten abgestimmt und ggf. angepasst werden.
- Werden, während der Schachtarbeiten örtlich abweichende Untergrundverhältnisse gegenüber den (punktuellen) Baugrunderkundungen festgestellt, so ist unser Büro umgehend zwecks Abstimmung und ggf. Anpassung der Baugrundempfehlungen zu benachrichtigen.
- Gemäß DIN EN 1997-2:2010-10 (EC 7-2) Abschnitt 2.5 ist eine Inspektion der Baugrubensohle durchzuführen.
- Für die erforderlichen Baugrundabnahmen bzw. Dichteprüfungen sowie fortlaufende Überwachung der Erd- und Gründungsarbeiten stehen wir Ihnen nach Absprache zur Verfügung.

## 5 Schlussbemerkungen

Insbesondere unter Berücksichtigung der geologischen Gesamtsituation ist darauf hinzuweisen, dass es sich bei den realisierten Erkundungen um Punktaufschlüsse handelt, weshalb Abweichungen von der angegebenen Bodenschichtung möglich sind. Sollten beim Erdaushub abweichende Bodenverhältnisse festgestellt werden, ist der Gutachter vor dem Fortgang der Arbeiten zu informieren.

Der Gutachter ist zu einer ergänzenden Stellungnahme aufzufordern, wenn sich Fragen ergeben, die im vorliegenden Gutachten nicht erörtert wurden.

Angaben zu Bodenkennwerten sowie den örtlichen Baugrundverhältnissen wurden ausschließlich aus dem vorliegenden Baugrundgutachten [U 2] entzogen. Eigene Erkundungsarbeiten wurden durch unser Büro nicht durchgeführt.

Für fehlerhafte Schlussfolgerungen sowie ggf. nachträglich erforderliche Erkundungsarbeiten infolge falscher Angaben in der Bewertungsgrundlage [U 2] wird somit keine Haftung übernommen.

Die im vorliegenden Gutachten getroffenen Aussagen beziehen sich nur auf die Einstufung des Bodens bezüglich seiner Eignung als Baugrund. Eine Beurteilung eventuell auftretender umweltrelevanter Verschmutzungen wurde nicht vorgenommen.

**Für Rückfragen stehen wir Ihnen jederzeit gern zur Verfügung.**