



EIGENSCHENK

INGENIEURLEISTUNGEN | FORSCHUNG | BERATUNG

GUTACHTEN



GEOTECHNISCHER BERICHT

Nr. 96.13.1710

AUFTRAGGEBER:

Markt Diedorf

BAUMASSNAHME:

Errichtung eines Hochwasserrückhaltebeckens
(HRB Lettenbach II), Diedorf

GEGENSTAND:

Baugrunderkundung

DATUM:

Deggendorf, den 25.10.2013

Dieser Bericht umfasst 31 Seiten, 9 Tabellen und 5 Anlagen.
Die Veröffentlichung, auch auszugsweise, ist ohne unsere Zustimmung nicht zulässig. Die Proben werden ohne besondere Absprache nicht aufbewahrt.

IFB Eigenschenk GmbH

SPEKTRUM

Baugrunduntersuchung
Altlastenuntersuchung
Schadstoffuntersuchung
Ingenieur- und Hydrogeologie
Felsbau / Tunnelbau
Beweissicherung
Baustoff- und Materialprüfung
Vor Ort Erkundung
Lärmuntersuchung
Erschütterungsuntersuchung
Deponietechnik

KOMPETENZ

Anerkannt nach RAP Stra
für A1, A3, D3
Akkreditierung nach
DIN EN ISO 17025 für Probenahme
Grundwasser, Bodenluft, Böden
gemäß Nr. DAC-P-0294-04-00
Geführt im Verzeichnis der
Institute für Erd- und Grundbau
Lärmprüfstelle nach §§ 26, 28
BImSchG
Untersuchungsstelle gemäß
§ 18 Bundesbodenschutzgesetz
(AQS B2/013/03)

GESCHÄFTSFÜHRER

Dipl.-Geol. Eduard Eigenschenk
von der IHK Niederbayern
öffentlich bestellter und
vereidigter Sachverständiger für
ingenieurgeologische Boden-
untersuchungen

Dipl.-Geol. Dr. Roland Kunz
Privater Sachverständiger in der
Wasserwirtschaft gemäß VPSW

Dipl.-Ing. Rolf d'Angelo
von der IHK Niederbayern
öffentlich bestellter und vereidigter
Sachverständiger für Erdbau im
Straßenbau

HAUPTNIEDERLASSUNG

D-94469 Deggendorf
Mettener Straße 33
Telefon (09 91) 3 70 15-0
Telefax (09 91) 3 39 18
mail@eigenschenk.de
www.eigenschenk.de

BÜROS u. A.
Dresden-Pesterwitz
München, Berlin

GERICHTSSTAND
Amtsgericht Deggendorf
HRB 1139

Inhaltsverzeichnis:

0 ZUSAMMENFASSUNG.....	5
1 VORGANG	5
1.1 Auftrag.....	5
1.2 Fragestellung	6
1.3 Projektbezogene Unterlagen.....	6
1.4 Amtliche Karten und Literatur.....	6
1.5 Normen.....	7
2 BESCHREIBUNG DES UNTERSUCHUNGSBEREICHES.....	8
2.1 Geplantes Bauwerk.....	8
2.2 Geomorphologische Situation	9
2.3 Geologische Verhältnisse	9
3 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN	9
3.1 Ortsbegehung	9
3.2 Baugrundaufschlüsse.....	10
3.3 Bodenmechanische Laboruntersuchungen	11
4 UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE.....	12
4.1 Beschreibung der Schichtenfolge.....	12
4.2 Ergebnisse der Rammsondierungen	14
4.2.1 Ergebnisse der Bestimmungen der Korngrößenverteilung	14
4.2.2 Ergebnisse der Bestimmungen des Wassergehaltes und der Konsistenzgrenzen	16
4.2.3 Ergebnisse der Bestimmungen des Glühverlustes.....	17
4.2.4 Ergebnisse der Kompressionsversuche.....	17
4.3 Hydrologische Verhältnisse.....	18
5 BEWERTUNG DER GEOTECHNISCHEN BEFUNDE	20
5.1 Beurteilung der Baugrundverhältnisse	20
5.2 Bodenmechanische Kennwerte.....	21
6 FOLGERUNGEN FÜR DEN BAU DES ERDDAMMES	22
6.1 Rahmenbedingungen.....	22

6.2	Empfehlungen für die Dammaufstandsfläche	23
6.2.1	Allgemeines	23
6.2.2	Bewehrtes Gründungspolster	23
6.2.3	Bodenverbesserung mit Stabilisierungssäulen.....	24
6.2.4	Bodenverbesserung mit dem FMI-Verfahren	25
6.3	Herstellung der Dammschüttung	25
6.3.1	Eignung des anstehenden Materials für die Dammschüttung	25
6.3.2	Geeignete Fremdmaterialien	26
6.4	Abdichtung/Umläufigkeiten	26
6.5	Vorschläge zur hydrogeologischen Beweissicherung.....	28
6.6	Wasserhaltung	29
6.7	Baugrube	29
7	ERGÄNZENDE UNTERSUCHUNGEN.....	30
7.1	Beweissicherung.....	30
7.2	Erdbaustatische Nachweise	30
7.3	Baubegleitende Überwachung	30
8	SCHLUSSBEMERKUNGEN	31

Anlagen:

Anlage 1:	Planunterlagen	
Anlage 1.1:	Übersichtslageplan	
Anlage 1.2:	Lageplan	
Anlage 2:	Bodenprofile und Rammdiagramme	
Anlage 2.1:	Profilschnitt	
Anlage 2.2:	Bodenprofile	
Anlage 2.3:	Rammdiagramme	
Anlage 3:	Schichtenverzeichnisse	
Anlage 3.1:	Schichtenverzeichnisse der Bodenaufschlüsse	
Anlage 3.2:	Kopfblätter zu Rammsondierungen	
Anlage 4:	Laboruntersuchungen	
Anlage 5:	Fotoaufnahmen	

Tabellen:

Tabelle 1:	Ansatzhöhen/Endteufen	10
Tabelle 2:	Ergebnisse der Bestimmungen der Korngrößenverteilung	15
Tabelle 3:	Ergebnisse der Bestimmungen des Wassergehaltes und der Konsistenzgrenzen	16
Tabelle 4:	Ergebnisse der Bestimmungen des Glühverlustes	17
Tabelle 5:	Ergebnisse der Kompressionsversuche	18
Tabelle 6:	Wasserstände	18
Tabelle 7:	Bodenklassifizierung	20
Tabelle 8:	Vereinfachtes Baugrundmodell	21
Tabelle 9:	Bodenmechanische Kennwerte	22

Abbildungen:

Abbildung 1:	Bodenverbesserung durch Stabilisierungssäulen	24
--------------	---	----

0 ZUSAMMENFASSUNG

Für das geplante Hochwasserrückhaltebecken Lettenbach II ist ein Dammbauwerk geplant. Die Einstauhöhe eines hundertjährigen Hochwassers liegt bei 493,5 m ü. NN. Die Dammkrone soll bei 494,5 m ü. NN liegen.

Im Bereich der Gründungssohle liegen Böden mit geringer Scherfestigkeit vor. Somit ist mit erheblichen Setzungen zu rechnen. Es sind deshalb Zusatzmaßnahmen zur Gründung des Erdbauwerkes vorzusehen. Diese können in Form von einem bewehrten Gründungspolster, einer Bodenverbesserung mit Stabilisierungssäulen sowie einer Bodenverbesserung mit FMI-Verfahren durchgeführt werden.

Eine Innendichtung sollte an den undurchlässigen Untergrund angeschlossen werden. Für die Maßnahme ist eine hydrologische Beweissicherung notwendig, da in diesem Bereich zwei Grundwasserstockwerke vorliegen.

1 VORGANG

1.1 Auftrag

Der Markt Diedorf plant den Neubau eines Hochwasserrückhaltebeckens Lettenbach II.

Mit Schreiben vom 13.08.2013 wurde die IFB Eigenschenk GmbH, Deggendorf, mit der Erstellung eines geotechnischen Gutachtens einschließlich der Durchführung von Feld- und Laboruntersuchungen beauftragt. Grundlage der Auftragserteilung ist das Angebot der IFB Eigenschenk vom 12.07.2013 mit der Nummer EE1320436 in Verbindung mit dem Werkvertrag.

Der vorliegende Bericht enthält die zusammenfassende Darstellung der Untersuchungsergebnisse und die daraus folgenden Hinweise für die Planung und Durchführung der Baumaßnahme.

Die Untersuchungen wurden mit dem Ingenieurbüro Aquasoli sowie mit Frau Göhler koordiniert. Mit dem vorliegenden Bericht werden die Untersuchungsergebnisse zusammengefasst, bestätigt und ergänzt.

1.2 Fragestellung

Mit der vorliegenden geotechnischen Baugrundbeurteilung soll im Wesentlichen geklärt werden:

- ⇒ welche Böden am Untersuchungsstandort zu erwarten sind und welche bautechnischen Eigenschaften diese aufweisen;
- ⇒ welche Werte der geotechnischen Kenngrößen den Böden zuzuordnen sind;
- ⇒ welche Wasserverhältnisse anzutreffen sind und mögliche Auswirkungen hieraus;
- ⇒ welche Möglichkeiten der Gründung aus technischer und betriebswirtschaftlicher Sicht empfohlen werden können;
- ⇒ welche Anforderungen bei der Herstellung der Baugrube zu beachten sind;
- ⇒ welche Folgerungen sich für die Anlage befestigter Flächen im Außenbereich ergeben;
- ⇒ welche ergänzenden Hinweise für den Baubetrieb notwendig werden;
- ⇒ welche Versickerungsmöglichkeiten auf dem Grundstück bestehen.

1.3 Projektbezogene Unterlagen

Für die Ausarbeitung dieses Gutachtens standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

- Ingenieurbüro Aquasoli (03.02.2010): Vorabzug Lageplan, M 1 : 500

1.4 Amtliche Karten und Literatur

- Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg.): Geologische Karte von Bayern 1 : 500.000
- Bundesministerium für Verkehr (2009): Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, ZTV E-StB 09

- Bundesministerium für Verkehr (2004): Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau, ZTV SoB-StB 04
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2001): Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen RStO 01
- Deutsche Gesellschaft für Geotechnik (2004): Empfehlungen des Arbeitsausschusses „Ufereinfassungen“, Häfen und Wasserstraßen EAU 2004
- Deutsche Gesellschaft für Geotechnik (2007): Empfehlungen des Arbeitsausschusses „Pfähle“, EA-Pfähle

1.5 **Normen**

- DIN 1054 Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1 (2010-12)
- DIN 1055-2 Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 2: Bodenkenngößen (2010-11)
- DIN EN 12 716 Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) (2001-12)
- DIN EN 14 199 Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) – Pfähle mit kleinen Durchmessern (Mikropfähle) (2005-05)
- DIN EN 1536 Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau – Bohrpfähle (2010-12)
- DIN EN 1537 Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) – Verpressanker, Entwurf (2001-01)
- DIN EN 1997-1 Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln (2009-09)
- DIN EN 1997-2 Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrundes (2010-10)
- DIN 4019-1 Setzungsberechnungen (1979-04)

- DIN 4020 Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2 (2010-12)
- DIN 4022 Benennen und Beschreiben von Boden und Fels (1987-09)
- DIN 4023 Geotechnischer Erkundung und Untersuchung – Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse von Bohrungen und sonstigen direkten Aufschlüssen (2006-02)
- DIN 4149 Bauten in deutschen Erdbebengebieten – Lastannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten (2005-04)
- DIN 18 196 Erd- und Grundbau - Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke (2006-06)
- DIN 18 300 Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Erdarbeiten (2010-04)
- DIN 18 301 Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Bohrarbeiten (2010-04)

2 BESCHREIBUNG DES UNTERSUCHUNGSBEREICHES

2.1 Geplantes Bauwerk

Es ist der Neubau eines Hochwasserrückhaltebeckens geplant. Dies wird im Zuge des Hochwasserschutzkonzeptes Lettenbach Gewässer Dritter Ordnung durchgeführt. Hierzu soll ein Damm mit Durchlass entstehen. Dieser Damm wird eine Länge von ca. 327 m aufweisen. Die Höhe des Kronweges wird bei 494,5 m ü. NN liegen. Die Einstauhöhe ist bei 493,5 m ü. NN geplant. Der Betriebsdurchlass soll eine Neungröße von DN 800 aufweisen. Die Zufahrt erfolgt über den Feldweg Richtung Schwarzbach.

Aufgrund der Bauwerkskonstruktion ist die geplante Baumaßnahme vorläufig in die geotechnische Kategorie GK 2 einzuordnen. Diese umfasst Baumaßnahmen mit mittlerem Schwierigkeitsgrad im Hinblick auf das Zusammenwirken von Bauwerk und Baugrund.

2.2 Geomorphologische Situation

Der Untersuchungsstandort befindet sich im Markt Diedorf im schwäbischen Landkreis Augsburg. Die Untersuchungsstelle befindet sich kreuzend zum Schwarzbach. Die eine Hälfte des Untersuchungsbereiches liegt in einer Fläche, die bisher landwirtschaftlich genutzt wird, die zweite Fläche befindet sich östlich des Schwarzbaches in einem Waldstück. Das Gelände fällt jeweils von Westen bzw. Osten Richtung Schwarzbach ab.

Nach dem Bayerischen Landesamt für Denkmalpflege befindet sich auf dem Grundstück kein Bodendenkmal

2.3 Geologische Verhältnisse

Nach der geologischen Karte von Bayern im Maßstab 1 : 500.000 ist im Untersuchungsbereich mit Böden der Oberen Süßwassermolasse älterer Teil zu rechnen. Hierbei ist mit Tonen, Schluffen, Mergel, Sanden und Kiesen zu rechnen. Oberflächennah können auch Ablagerungen des Auenbereiches vorliegen.

3 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN

3.1 Ortsbegehung

Vor Beginn der Aufschlussarbeiten wurde eine Ortsbegehung des Standorts und seiner Umgebung durch den Sachverständigen für Geotechnik durchgeführt. Eine Dokumentation der Ortsbegehung ist in der Anlage 5 enthalten. Die Ortsbegehung fand am 04.09.2013 statt. Hierbei wurden die Aufschlusspunkte mit Frau Röder vom Markt Diedorf festgelegt.

Hierbei wurde festgelegt, dass die Punkte rechts des Schwarzbaches nur mit Kleingerät angefahren werden können. Hierzu wurden Bohrsondierungen durchgeführt. Aufgrund der starken Regenereignisse während der Durchführung der ursprünglich geplanten Schürfe und zur Vermeidung von Flurschäden und zur Einschätzung der besseren Grundwasserhältnisse wurde kurzerhand auf Bohrsondierungen anstatt Schürfen umgestellt.

3.2 Baugrundaufschlüsse

Die vorliegende Untersuchung soll die Beurteilung der Ausführbarkeit voraussehbarer Varianten der Gründung und der Baudurchführung zulassen. Deshalb wurde Art und Umfang entsprechend einer Hauptuntersuchung nach DIN 4020 festgelegt.

Es wurde folgendes Untersuchungsprogramm festgelegt:

- 3 Rammkernbohrungen (B) bis 15 m unter Geländeoberkante
- 6 Bohrsondierungen (BS) bis 5 m unter Geländeoberkante
- 5 Sondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH – dynamic probing heavy) nach DIN EN ISO 22476-2 bis 8 m unter Geländeoberkante

Die Felderkundungen fanden vom 04.09.2013 bis 13.09.2013 statt. Bei den Aufschlüssen B 1, BS 3 und DPH 3 wurde dabei die angestrebte Erkundungstiefe nicht erreicht. Der Grund hierfür ist die Geräteauslastung und im Bereich der BS 1 die halbfesten bis festen Tone die teilweise der Bodenklasse 5 bis 6 zuzuordnen sind.

Die Ansatzpunkte wurden lage- und höhenmäßig eingemessen und gehen aus dem Lageplan der Anlage 1 hervor.

Tabelle 1: Ansatzhöhen/Endteufen

Erkundungsart	Ansatzhöhe [m ü. NN]	Endteufe [m unter GOK]
B 1	492,29	7,50
B 2	490,16	15,00
B 3	489,86	15,00
BS 1	490,66	5,00
BS 2	491,40	5,00
BS 3	489,70	4,50

Erkundungsart	Ansatzhöhe [m ü. NN]	Endteufe [m unter GOK]
BS 4	491,18	5,00
BS 5	493,28	5,00
BS 6	493,91	5,00
DPH 1	492,56	8,00
DPH 2	490,02	8,00
DPH 3	489,78	7,10
DPH 4	490,25	8,00
DPH 5	493,38	8,00

GOK: Geländeoberkante
m ü. NN: Meter über Normalnull

Eine Darstellung der Aufschlüsse als Bodenprofile nach DIN 4023 ist in Anlage 2 gemeinsam mit den Rammdiagrammen aufgetragen. Die zugehörigen Schichtenverzeichnisse und Kopfblätter sind in Anlage 3 zusammengestellt.

3.3 Bodenmechanische Laboruntersuchungen

Aus den einzelnen Bodenschichten wurden Proben entnommen und - soweit erforderlich - zur Überprüfung der augenscheinlichen Ansprache und Ermittlung der Bodengruppen nach DIN 18 196 im Laboratorium untersucht. Folgende Versuche wurden durchgeführt:

- 11 Bestimmungen des Wassergehaltes nach DIN 18 121
- 9 Bestimmungen der Konsistenzgrenzen nach DIN 18 122
- 7 Bestimmungen der Korngrößenverteilung durch kombinierte Sieb-/Schlammanalyse nach DIN 18 123
- 2 Bestimmungen des Glühverlustes nach DIN 18 128

- 1 Bestimmung der einaxialen Druckfestigkeit nach DIN 18 136
- 3 Bestimmungen des Steifemoduls im Kompressionsversuch

Die Ergebnisse sind in Anlage 4 zusammengefasst. Sie werden ggf. im Folgenden bei der Beschreibung der Untergrundverhältnisse näher erläutert.

4 UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

4.1 Beschreibung der Schichtenfolge

Die Felderkundungen haben die aufgrund der regionalen geologischen Situation zu erwartende Schichtung des Baugrundes im Wesentlichen bestätigt. Auf der Grundlage ähnlich bodenmechanischer Eigenschaften lassen sich die erkundeten Schichten am Untersuchungsstandort in nachfolgend aufgeführte Schichtpakete zusammenfassen.

Unter einer bis zu 40 cm starken Oberbodenschicht wurden folgende Schichtpakete erkundet.

Schichtpaket 1 – Decklehm

Die Böden dieses Schichtpaketes wurden unter dem Mutterboden in sämtlichen Erkundungen gefunden. Hierbei handelt es sich zum Großteil um feinsandigen bis sandigen, teils schwach kiesigen bis kiesigen Schluff sowie schluffigen Ton von weicher bis steifer Konsistenz und brauner Färbung.

Gemäß DIN 18 196 können diese Böden mit den Gruppensymbolen UL/TL/TM/SU* gekennzeichnet werden. Nach DIN 18 300 handelt es sich um Böden der Bodenklasse BKL 4 untergeordnet Bodenklasse 3. Bei Wasserzutritt und/oder dynamischer Belastung können die Böden ihre Konsistenz in breiig bis flüssig ändern und sind dann der Bodenklasse BKL 2 zuzuordnen.

Die Böden besitzen eine geringe Scherfestigkeit und sind von großer Zusammendrückbarkeit. Die Böden sind mittel bis wenig durchlässig und sind witterungs- und erosionsempfindlich.

Schichtpaket 2 – Sande und Kiese

Die Böden dieses Schichtpaketes wurden in der B 1 zwischen 3,40 m und 4,60 m unter Geländeoberkante in der B 3 zwischen 2 m und 2,80 m und der BS 1 zwischen 3,10 m und 4,80 m und in der BS 3 zwischen 2,10 m und 3,90 m, in der BS 4 zwischen 2,50 m und 4,20 m sowie in der BS 5 und BS 6 angetroffen. Hierbei handelt es sich zumeist um kiesigen, schwach schluffigen bis schluffigen Sand bzw. um stark sandigen Kies. Die Farbe wurde zumeist als braun angesprochen und die Böden weisen eine gerundete Kornform auf.

Gemäß DIN 18 196 können diese Böden mit den Gruppensymbolen GU/SU/SU* gekennzeichnet werden. Nach DIN 18 300 handelt es sich um Böden der Bodenklasse BKL 3.

Die Böden besitzen eine mittlere bis große Scherfestigkeit und sind von geringer Zusammendrückbarkeit.

Schichtpaket 3 – Tertiäre Tone

Die Böden dieses Schichtpaketes wurden in allen Erkundungen unterhalb der Sande bzw. Decklehme erkundet. Hierbei handelt es sich zumeist um schwach sandigen bis sandigen, teils schluffigen Ton von steifer bis halbfester Konsistenz und grauer bis blauer Färbung.

Gemäß DIN 18 196 können diese Böden mit dem Gruppensymbol TA gekennzeichnet werden. Diese Böden besitzen eine geringe Scherfestigkeit und sind schwer verdichtungsfähig. Die Zusammendrückbarkeit dieser Böden ist groß und die Durchlässigkeit sehr gering.

Schichtpaket 4 – Tertiäre Sande

Die Böden dieses Schichtpaketes wurden unterhalb des Tones in den Bohrungen B 2 und B 3 festgestellt. Hierbei handelt es sich um schwach schluffigen bis schluffigen, teils feinsandigen Mittelsand von hellbrauner bis graugrüner Färbung.

Gemäß DIN 18 196 können diese Böden mit den Gruppensymbolen SU/SU* untergeordnet TL gekennzeichnet werden. Gemäß DIN 18 300 sind die Böden der Bodenklasse BKL 3 zuzuordnen.

Die Böden besitzen eine mittlere bis große Scherfestigkeit und sind von mittlerer Zusammendrückbarkeit. Als Baustoff für Erd- und Staudämme im Dichtungsbereich sind diese Böden brauchbar bis geeignet.

4.2 Ergebnisse der Rammsondierungen

Zur indirekten Bestimmung der Lagerungsdichten bzw. Konsistenzen sowie zur Erkundung des Ramm- und Bohrverhaltens wurden 5 Sondierungen mit der schweren Rammsonde nach DIN EN ISO 22476-2 abgeteuft. Dabei stellt die Schlagzahl pro 10 cm Eindringtiefe über die gesamte Sondierstrecke ein interpretierbares Maß der Lagerungsdichte dar. Ebenso können Rückschlüsse auf Mantelreibungswerte, Spitzendruckwerte und Schichtgrenzen gezogen werden.

Oberflächennah liegen die Schlagzahlen links des Schwarzbaches bei im Mittel 1 bis 2, welches die weichen bis steifen Decklehme bestätigt. Im Bereich der DPH 1 steigen die Schlagzahlen ab 2 m auf im Mittel 8 an, was das Auftreten von Kies bzw. Sand bestätigt und auf eine mittlere Lagerungsdichte hinweisen. Die Schlagzahlen fallen dann wieder ab, welches durch das Vorfinden von Wasser zu erklären ist. Bei 4 bis 5 m steigen die Schlagzahlen deutlich über 10 Schläge an, was das Tertiär bestätigt.

Östlich des Schwarzbaches liegen oberflächennah Schlagzahlen von im Mittel 4 bis 5 vor. Dieses scheint die stark schluffigen Sande zu bestätigen. Unterhalb davon fallen die Schlagzahlen ab auf im Mittel 1 bis 3, was die weichen bis steifen Schluffe bestätigt. Ab einer Tiefe zwischen 5 und 6 m steigen die Schlagzahlen auf im Mittel 10 an, was das Vorhandensein von tertiären Tonschichten bestätigt.

4.2.1 Ergebnisse der Bestimmungen der Korngrößenverteilung

Es wurden Bestimmungen der Korngrößenverteilung durch Nasssiebung und/oder kombinierte Sieb-/Schlammanalyse durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Versuche sind in der folgenden Tabelle für die jeweiligen Bodenschichten dargestellt.

Tabelle 2: Ergebnisse der Bestimmungen der Korngrößenverteilung

Schichtpaket	Entnahmestelle		Korngrößenverteilung			
	Probenbezeichnung	Tiefe [m]	DIN 18 196	Anteil < 0,063 mm	U	C _c
2/Sande und Kiese	B1/E2	3,4	SU*	26,8 %	146,6	3,82
2/Sande und Kiese	B1/E3	4,6	GU	13,6 %	161,21	0,51
3/Tertiäre Tone	B2/E6	8,4	-	46,4 %	30,66	0,95
3/Tertiäre Tone	B2/E7	10,2	SU	11,00 %	11,0	2,06
2/Sande und Kiese	B3/E2	2,8	SU*	29,3 %	16,38	1,26
3/Tertiäre Tone	B3/E6	8,0	SU	9,5 %	3,18	1,94
2/Sande und Kiese	BS4/D2	3,9	SU	12,7 %	-	-
2/Sande und Kiese	BS6/D4	5,0	SU*	21,8 %	-	-

U: Ungleichförmigkeitszahl

C_c: Krümmungszahl

4.2.2 Ergebnisse der Bestimmungen des Wassergehaltes und der Konsistenzgrenzen

An bindigen Bodenschichten wurden die Konsistenzgrenzen bestimmt und dabei die Plastizität sowie der natürliche Wassergehalt ermittelt. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 3: Ergebnisse der Bestimmungen des Wassergehaltes und der Konsistenzgrenzen

Schichtpaket	Entnahmestelle		Bodenansprache	Wassergehalt und Konsistenzgrenzen			
	Probenbezeichnung	Tiefe [m]		Konsistenz	w [%]	w _L [%]	I _c
1/Decklehm	B1/E1	1,7	steif	20,92	31,53	0,93	TL
3/Tertiäre Tone	B1/E4	5,2	steif	27,85	57,06	0,88	TA
1/Decklehm	B2/E1	2,0	steif	18,79	34,49	0,79	TL
3/Tertiäre Tone	B2/E3	3,1	steif	24,86	54,42	0,94	TA
1/Decklehm	B3/E1	1,0	weich	22,76	32,88	0,71	TL
3/Tertiäre Tone	B3/E4	4,3	halbfest	22,17	57,17	1,05	TA
1/Decklehm	BS1/D2	3,1	steif	20,05	38,84	0,79	TM
1/Decklehm	BS2/D4	5,0	breiig	23,36	34,57	0,04	UL/TL
1/Decklehm	BS6/D3	2,8	weich	24,53	31,49	0,62	TL

w: Wassergehalt
w_L: Fließgrenze
I_c: Konsistenzzahl

4.2.3 Ergebnisse der Bestimmungen des Glühverlustes

Es wurde der Anteil organischer Bestandteile durch Bestimmung des Glühverlustes ermittelt. Die Versuchsergebnisse mit einer qualitativen Bewertung in Anlehnung an DIN 4022-1 sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 4: Ergebnisse der Bestimmungen des Glühverlustes

Schichtpaket	Probenbezeichnung	Tiefe [m]	Bodenansprache	Glühverlust [%]	Bewertung in Anlehnung an DIN 4022-1
1/Decklehm	B3/E3	3,1	Schluff, feinsandig, schwach kiesig	5,3	stark humos
1/Decklehm	BS4/D2	3,9	Sand, kiesig, schwach organische Beimengung	3,2	humos

4.2.4 Ergebnisse der Kompressionsversuche

Es wurden eindimensionale Kompressionsversuche im Ödometergerät durchgeführt. In der folgenden Tabelle sind als Ergebnisse dieser Versuche die Steifemodule für verschiedene Belastungsstufen angegeben. Da in den Versuchen auch das Zeitsetzungsverhalten bestimmt wurde, ist in der Tabelle auch der Konsolidationsbeiwert enthalten. Die Probe B1/UP1 ist dem Schichtpaket 3 zugehörig. Die Probe SCH1/H1 ist dem Schichtpaket 1 zugehörig.

Tabelle 5: Ergebnisse der Kompressionsversuche

Belastungsstufe [kN/m ²]		B 1/UP1 (5,75 m)		SCH 1/H 1 (1,0 m)	
		Steifemodul E _s [MN/m ²]	Konsoli- dations- beiwert c _v [m ² /s]	Steifemodul E _s [MN/m ²]	Konsoli- dationsbei- wert c _v [m ² /s]
Erstbelastung	50 - 100	4,276	1,96 · 10 ⁻⁷	4,605	6,8 · 10 ⁻⁷
	100 - 200	6,480	1,67 · 10 ⁻⁷	6,473	-
	200 - 400	9,570	6,49 · 10 ⁻⁷	7,967	3,24 · 10 ⁻⁷
Wiederbelas- tung	100 – 200	15,925	4,311 · 10 ⁻⁷	26,872	6,27 · 10 ⁻⁷
	200 - 400	19,884	2,52 · 10 ⁻⁷	24,989	6,21 · 10 ⁻⁷

4.3 Hydrologische Verhältnisse

Mit den durchgeführten Erkundungen wurde Grundwasser angetroffen. Die einzelnen Wasserstände sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

Tabelle 6: Wasserstände

Aufschluss Nr.	Endteufe [m]	Ansatzpunkt [m ü. NN]	Grundwasseraustritt		Bohrendwasserstand	
			[m u. GOK]	[m ü. NN]	[m u. GOK]	[m ü. NN]
B1	7,5	492,29	3,50	488,79	3,42	488,87
B2	15	490,160	7,20	482,96	5,51	484,65
B3	15	489,86	4,60	485,26	4,35	485,51
BS2	5,0	491,40	4,00	487,4	4,00	487,40
BS4	5,0	491,18	2,70	488,48	2,70	488,48
DPH1	8,0	492,56	2,80	488,76	3,80	488,76
DPH5	8,0	493,38	5,45	487,93	5,45	487,93

Die gemessenen Grundwasserstände lassen sich zwei getrennten Grundwasserstockwerken zuordnen. Das erste Grundwasserstockwerk bilden die Sande und Kiese des Schichtpakets 2. Hier wurde in den Aufschlusspunkten B 1, BS 4 und DPH 1 ein Grundwasserstand zwischen 488,48 und 488,87 m ü. NN bestimmt.

In den Erkundungspunkten BS 2 und DPH 5 wurde kein Grundwasserleiter angetroffen, so dass die hier gemessenen Wasserstände keinem Grundwasserstockwerk zugeordnet werden können.

In den Bohrungen B 2 und B 3 wurden tertiäre Sande erbohrt, die das zweite Grundwasserstockwerk ausbilden. Hier wurden Grundwasserstände zwischen 484,65 und 485,51 m ü. NN ermittelt. Gemäß der durchgeführten Bohrungen ist das zweite Grundwasserstockwerk durch die tertiären Tone des Schichtpaketes 3 vom ersten Grundwasserstockwerk getrennt. Der deutliche Potenzialunterschied von ca. 3 bis 4 m lässt darauf schließen, dass die stockwerkstrennenden Tonschichten nicht unterbrochen sind.

Gemäß der durchgeführten Erkundungen ist der Wasserspiegel des Lettenbachs durch die Decklehme des Schichtpaketes 1 im Bereich der Erkundungspunkte vom ersten Grundwasserstockwerk getrennt. Der Wasserstand des Lettenbachs liegt ca. zwischen 0,5 und 1 m oberhalb des Grundwasserspiegels des ersten Grundwasserstockwerks. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass oberstrom oder unterstrom der durchgeführten Erkundungsbohrungen auch ein direkter Kontakt des Lettenbachs zum ersten Grundwasserstockwerk besteht.

5 BEWERTUNG DER GEOTECHNISCHEN BEFUNDE

5.1 Beurteilung der Baugrundverhältnisse

Auf Grundlage der durchgeführten Felduntersuchungen, der örtlichen Bodenansprachen und der Ergebnisse der Feld- und Laborversuche kann die in der folgenden Tabelle dargestellte Klassifizierung der einzelnen Bodenschichten nach den geltenden Normen vorgenommen werden:

Tabelle 7: Bodenklassifizierung

Schichtpaket	Bodengruppe nach DIN 18 196	Bodenklasse nach DIN 18 300	Frostempfindlichkeit nach ZTVE- StB 09
1/Decklehm	TL/TM/SU*	4 (2,3)	F3
2/Sande und Kiese	GU/SU/SU*	3	F2
3/Tertiäre Tone	TA	4, 5 (6)	F2
4/Tertiäre Sande	SU/SU*	3	F2

Als wesentliches Ergebnis kann ein vereinfachtes Berechnungsmodell des Baugrundes ausgearbeitet werden. Die Vereinfachung bezieht sich dabei auf die geometrischen Annahmen über den Schichtenaufbau und –verlauf sowie auf die ähnlichen bodenmechanischen Baugrundeigenschaften.

Für das vorliegende Untersuchungsgrundstück ergibt sich folgendes Baugrundmodell:

Tabelle 8: Vereinfachtes Baugrundmodell

Schichtpaket	Unterhalb Kote [m ü. NN]	Lagerungsdichte bzw. Konsistenz	Bautechnische Eignung als Baugrund für Gründungen
1/Decklehm	494,00-488,00	weich bis steif (breiig)	wenig geeignet
2/Sande und Kiese	491,00-487,00	locker bis mittel- dicht	geeignet
3/Tertiäre Tone	489,00-4876,00	halbfest	wenig geeignet
4/Tertiäre Sande	485,5-483,00	dicht	geeignet

Die in der Tabelle angegebenen Höhen der Schichtgrenzen weisen Spannen auf. Bei geotechnischen Nachweisen ist jeweils die ungünstigste Schichtung des Baugrundes zu berücksichtigen. Dabei kann sich je nach Art der zu führenden Standsicherheits-, Verformungs- oder sonstigen Berechnung ein unterschiedliches Berechnungsprofil ergeben.

5.2 Bodenmechanische Kennwerte

In der nachfolgenden Tabelle sind geschätzte mittlere bodenmechanische Kennwerte als charakteristische Werte für erdstatische Berechnungen zusammengefasst. Sie basieren auf Laboruntersuchungen, örtlichen Erfahrungen, den Angaben der DIN 1055 und DIN 1054 sowie den Empfehlungen des Arbeitsausschusses Ufereinfassungen (EAU 2004).

Tabelle 9: Bodenmechanische Kennwerte

Schichtpaket	Wichte erdfeucht γ [kN/m ³]	Wichte unter Auftrieb γ' [kN/m ³]	Winkel d. inneren Reibung φ' [°]	Kohäsion c' [kN/m ²]	Kohäsion, undrännert c_u [kN/m ²]	Steifemodul E_s Erstbelastung für Laststufe 100 bis 200 kN/m ² [MN/m ²]	Durchlässigkeitsbeiwert k [m/s]
1	18,5-20 ¹⁾	8,5-10 ¹⁾	22,5	0-5 ¹⁾	5-150 ¹⁾	4-7 ¹⁾	$1 \cdot 10^{-7}$ - $1 \cdot 10^{-10}$
2	16-17	8,5-10	30-35	-	-	20-40	$1 \cdot 10^{-5}$ - $1 \cdot 10^{-9}$
3	18,5-19,5	8,5-9,5	20-22,5	15-25	150 ¹⁾	6,5	$1 \cdot 10^{-10}$
4	18-19,5	10,5-12	35-40	-	-	40-70	$1 \cdot 10^{-7}$ - $1 \cdot 10^{-9}$

1) konsistenzabhängig

Soweit möglich wurden als bodenmechanische Kennwerte vorsichtige Schätzwerte des Mittelwertes nach DIN 4020 angegeben. Soweit in der Tabelle für einzelne Kennwerte Spannen angegeben worden sind, kann im Regelfall mit den Mittelwerten gerechnet werden. Bei Nachweis des Grenzzustandes des Verlustes der Lagesicherheit, des Versagens durch hydraulischen Grundbruch und Aufschwimmen sind jedoch die jeweils ungünstigsten Werte anzusetzen.

6 FOLGERUNGEN FÜR DEN BAU DES ERDDAMMES

6.1 Rahmenbedingungen

Gemäß den vorliegenden Planunterlagen besitzt der geplante Staudamm eine maximale Höhe von 5,0 m. Die Dammkrone ist bei 494,5 m ü. NN geplant. Das Stauziel HQ100 liegt bei 493,5 m ü. NN. Die Neigung der Dammschüttung besitzt luftseitig ein Verhältnis 1 : 3, auf der Wasserseite ist ein Verhältnis 1 : 3 geplant. Die Kronenbreite beträgt 3,5 m. Im Damm wird ein Grunddurchlass mit Einlaufschacht und ein Notüberlauf angeordnet.

Gemäß den vorliegenden Untersuchungsergebnissen besteht der Baugrund in der Dammaufstandsfläche aus stark kompressiblem Decklehm mit Mächtigkeiten bis zu 5,0 m.

6.2 Empfehlungen für die Dammaufstandsfläche

6.2.1 Allgemeines

Im Bereich der Gründungssohle stehen mit dem Decklehm Böden mit sehr geringer Scherfestigkeit an. Diese besitzen eine große Zusammendrückbarkeit, so dass mit erheblichen Setzungen durch Auflast der Damme zu rechnen ist. Es sind deshalb Zusatzmaßnahmen zur Gründung des Erdbauwerkes vorzunehmen. In folgendem werden mehrere Ausführungsvorschläge vorgestellt.

6.2.2 Bewehrtes Gründungspolster

Es wird empfohlen, unter der Dammaufstandsfläche die gering tragfähigen Böden teilweise zu entfernen und durch ein geeignetes Austauschmaterial zu ersetzen. Zusätzlich sind in der Polsterschicht mindestens zwei Lagen Geogitter vorzusehen. Dabei ist die erste Lage in der Aushubsohle anzuordnen und mit einem geotextilen Vlies als Trennlage zu kombinieren. Gegebenenfalls sind im Bereich der Böschungsfüße mehrere Lagen Geogitter anzuordnen, je nach statischer Erfordernis.

Durch den Einsatz der Geokunststoffe kann die Standsicherheit der Dammböschungen erhöht werden. Setzungen können nicht verhindert, in der Regel aber gleichmäßig werden.

Um eine spürbare Reduktion der Setzungen auf deutlich weniger als 10 cm zu erreichen, ist die Dicke des Teilbodenaustausches und damit des Gründungspolsters mit mindestens 1,0 bis 1,5 m zu wählen.

Ein Bodenaustausch kann mit dem für die Herstellung der Dammschüttung vorgesehenen Material unter Beachtung der für die Dammschüttung geforderten Verdichtungswerte erfolgen. Es wird empfohlen, insbesondere im Bereich des Böschungsfußes Material mit hoher Scherfestigkeit zu verwenden. Hierzu eignet sich grobkörniges, nach Möglichkeit gebrochenes Material mit guter Kornabstufung und einem Feinkorngehalt von weniger als 15 %.

6.2.3 Bodenverbesserung mit Stabilisierungssäulen

In den vorliegenden Böden kann eine Bodenverbesserung durch Einbau einer geeigneten Körnung oder durch Zugabe von Bindemitteln, jeweils zusammen mit einer Verdichtung des Bodens, erreicht werden. Die beiden gebräuchlichsten Verfahren werden kurz wie folgt beschrieben:

Stabilisierungssäulen kleinen Durchmessers werden im Verdrängungsverfahren in den Untergrund eingebracht. Die Verdrängung erfolgt über ein Bohr- und Rammgestänge sowie ein negatives Eindrehen. Über diesen Vorgang wird sowohl der anstehende Boden verdrängt und verdichtet als auch das Verbesserungsmedium, zum Beispiel Sand-Zement-Mischung, eingebracht. Das Verbesserungsmedium wird dem anstehenden Boden Feuchte entziehen und mit dieser Feuchte abbinden und Aushärten. Die Tiefe der Verdrängungssäulen richtet sich nach dem Anpressdruck beim Bohrvorgang, der Rasterabstand wird abhängig von der Größe der abzutragenden Lasten festgelegt.

Bei der Rüttelstopfverdichtung (nach DIN EN 14731) wird der anstehende Boden durch einen Tiefenrüttler bis zur planmäßigen Tiefe durchteuft. Beim Ziehen wird über die Spitze des Rüttlers grobkörniges Material zugegeben, welches nachlaufend durch erneutes Absenken des Rüttlers verdichtet und seitlich in den Boden verdrängt wird.

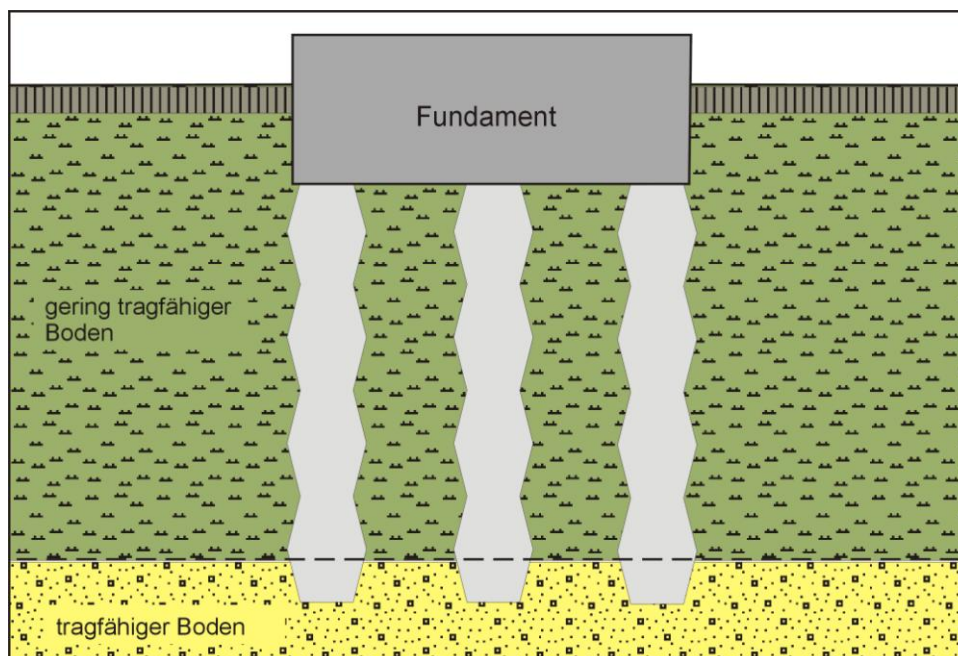


Abbildung 1: Bodenverbesserung durch Stabilisierungssäulen

Über den Säulenköpfen ist eine Polsterschicht mit mindestens einer Lage Geogitter vorzusehen, um eine ausreichende Lastverteilung auf die Säulenköpfe zu erreichen.

6.2.4 Bodenverbesserung mit dem FMI-Verfahren

Beim Fräs-Misch-Injektionsverfahren (FMI-Verfahren) wird der Untergrund auf der Baustelle in gefrästen Schlitzen mit einer Suspension aus hydraulischen Bindemitteln so intensiv vermischt, dass ein homogener, wasserbeständiger Erdbeton-Körper entsteht.

Die Ausführung erfolgt mit einer auf einem Raupenfahrwerk montierten Bodenfräse mit dem Fräsbaum. Die Schlitze können durch Einsatz verschiedener Fräsbäume in Breiten von 0,5 m bis 1,0 m bei einer Wirkungstiefe von mindestens 2,0 m bis höchstens 9,0 m hergestellt werden.

Im vorliegenden Fall empfiehlt es sich, Fräs-Schlitze parallel zur Längsachse des Dammes herzustellen. Die Abstände sind entsprechend der Belastung und damit der Dammhöhe zu wählen.

Mit einer entsprechenden Zusammenstellung des hydraulischen Bindemittels können die Fräs-Schlitze zusätzlich als Dichtwände fungieren.

Über den Frässchlitzen ist eine Polsterschicht mit mindestens einer Lage Geogitter vorzusehen.

6.3 Herstellung der Dammschüttung

6.3.1 Eignung des anstehenden Materials für die Dammschüttung

Oberflächennah besteht der Baugrund aus den Böden des Schichtpaketes 1 (Decklehm). Es handelt sich jeweils um Böden mit einem hohen bis mittleren Wassergehalt und unterschiedlich starken organischen Bestandteilen. Der Decklehm ist als Schüttmaterial für den Damm nur teilweise geeignet. Bodenverbesserungsmaßnahmen sind angesichts der hohen Wassergehalte und der teilweise organischen Bestandteile nicht zielführend.

6.3.2 Geeignete Fremdmaterialien

Bezüglich des Einsatzes von Fremdmaterial zur Schüttung des Dammes empfehlen sich grundsätzlich zwei Varianten.

Zum einen wird der Einsatz eines grobkörnigen Bodenmaterialies mit hoher Scherfestigkeit empfohlen. Dieses ist in der näheren Umgebung als gebrochenes Material aus Steinbrüchen oder als grobkörniger Zersatzboden in Form von schluffigem Sand und Kies leicht verfügbar. Diese Materialien haben den Vorteil, dass sie gut verdichtbar sind und sich hohe Standsicherheiten der Dammböschungen erzielen lassen. Im Bereich der Böschungsfüße sind keine oder lediglich in geringerem Umfang Zusatzmaßnahmen wie z. B. Geogitter erforderlich, um die Spreizsicherheit gewährleisten zu können. In Anlehnung an die Vorschriften im Straßenbau, siehe ZTVE StB 09 ist bei den vorliegenden Böden ein Verdichtungsgrad von mindestens $D_{Pr} = 98 \%$ zu fordern.

Der zweite Vorschlag sieht vor, dass ein bindiges Bodenmaterial mit einer sehr geringen Wasserdurchlässigkeit verwendet wird. Das Material könnte in der Umgebung als Hanglehm oder eventuell in Tongruben zur Verfügung stehen. Diese Materialien haben im allgemeinen eine geringere Scherfestigkeit als grobkörnige Böden, so dass im Böschungsfuß ggf. Zusatzmaßnahmen wie Bewehrungen aus Geogitter erforderlich werden. Der Vorteil bei Verwendung dieses Materials besteht darin, dass keine zusätzliche Abdichtung des Dammkörpers erforderlich wird. Demgegenüber weisen bindige Schüttmaterialien eine schlechte Verdichtungsfähigkeit auf. Es könnte deshalb der Einsatz bodenverbessernder Maßnahmen durch Zugabe eines Bindemittels erforderlich werden. Bei tonigen Böden mit geringem Sandanteil empfiehlt sich hierbei der Einsatz von Weißfeinkalk. In Anlehnung an die Vorschriften im Straßenbau, siehe ZTVE StB 09 ist bei den vorliegenden Böden ein Verdichtungsgrad von mindestens $D_{Pr} = 95 \%$ zu fordern.

6.4 Abdichtung/Umläufigkeiten

Nach DIN 19 700-11 müssen Absperrbauwerke in der Regel über stützende Teile und einen dichtenden Teil (Dichtzone) verfügen. Sie dürfen aber auch homogen ausgeführt werden.

Dies bedeutet, dass das Dammbauwerk mit einem Schüttmaterial mit sehr geringer Wasserdurchlässigkeit hergestellt werden könnte. Damit würde das gesamte Dammbauwerk als Dichtzone fungieren. Wird dagegen der Dammkörper mit durchlässigem Material geschüttet, so ist zusätzlich eine Dichtung vorzusehen. Es empfiehlt sich der Einbau einer Innendichtung. Innendichtungen sowie auch ein abdichtender Dammkörper sind mit zusätzlichen Maßnahmen an den undurchlässigen Untergrund anzuschließen.

Im Untergrund liegen mit den Sanden und Kiesen von mittlerer bis geringer Durchlässigkeit vor. Es ist davon auszugehen, dass das Fließgewässer bzw. die zurückgehaltenen Wassermassen mit den durchlässigen Sanden und Kiesen in diesen Böden in Kontakt treten können. Sofern eine Unterströmung des Dammes verhindert werden soll, sind demnach Abdichtungsmaßnahmen vorzusehen.

Tone des Schichtpaketes 3 besitzen eine geringe Wasserdurchlässigkeit. Eine Dichtwand sollte demnach ausreichend tief in die tertiären Tone des Schichtpaketes 3 einbinden.

Innendichtungen bzw. der Anschluss der Innendichtungen an den undurchlässigen Untergrund können auf verschiedene Weisen hergestellt werden. Diese werden im Folgenden vorgestellt:

- Innendichtung aus Erdstoffen: Diese sind mit Erdstoffen mit einer sehr geringen Wasserdurchlässigkeit herzustellen, z. B. Ton. Die Dicke der Innendichtung sollte etwa ein Sechstel der darüber liegenden Staudammhöhe nicht unterschreiten. Die Dicke ist abhängig von der zu erwartenden Verformung der Schüttmaterialien und den zu erwartenden Setzungen des Untergrundes sowie der Durchlässigkeit und der Erosionsbeständigkeit. Der Anschluss an den undurchlässigen Untergrund ist durch zusätzliche Maßnahmen herzustellen.
- Herstellung von Dichtwänden: Diese können beispielsweise mit dem FMI-Verfahren hergestellt werden, welches im obigen Kapitel beschrieben wurde. Alternativ kann eine Schlitzwand nach DIN 4196-100 V erstellt werden. Auch das Hochdruckinjektionsverfahren ist grundsätzlich einsetzbar. Die beiden letztgenannten Verfahren werden jedoch als kostenintensiver eingestuft.
- Innendichtung aus Stahl: Innendichtungen aus Stahl bestehen im Wesentlichen aus Spundbohlen. Wenn diese als Innendichtung verwendet werden, ist mit geeigneten Maßnahmen eine ausreichende Schlossdichtigkeit zu gewährleisten. Darüber hinaus ist bei der Wahl der Wanddicke die Korrosion zu berücksichtigen.

6.5 Vorschläge zur hydrogeologischen Beweissicherung

Zur Beweissicherung der Grundwasserverhältnisse vor Ort wird empfohlen, sowohl im oberstrom als auch im unterstrom des geplanten Hochwasserrückhaltebeckens jeweils eine Grundwassermessstelle pro Grundwasserstock, also insgesamt vier Grundwassermessstellen zu errichten.

Es wird empfohlen, hierbei jeweils mittels digitaler Messwerterfassung die Grundwasserstände in den Grundwassermessstellen langfristig im Zwei-Stunden-Intervall zu erfassen. Um auch den Zustand vor Errichtung des geplanten Hochwasserrückhaltebeckens zu dokumentieren, wird empfohlen, die Aufzeichnung der Grundwasserstände mindestens ein Jahr vor Baubeginn in Betrieb zu nehmen.

Darüber hinaus wird empfohlen, während der Bauphase eine qualitative Beweissicherung des Lettenbachs sowie des ersten Grundwasserstockwerks durchzuführen. Hierfür wird die monatliche Probenahme des Lettenbachs oberhalb und unterhalb der Baustelle sowie gegebenenfalls eine Beprobung von eingeleitetem Baustellenabwasser empfohlen.

Darüber hinaus wird empfohlen, in vierteljährlichem Intervall zusätzlich die beiden Grundwassermessstellen des ersten Grundwasserstockwerks zu beproben.

Beprobtes Oberflächenwasser sollte auf die Parameter pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit, Temperatur, abfiltrierbare Stoffe, absetzbare Stoffe, Mineralölkohlenwasserstoffe, Sulfat und CSB zu untersuchen.

Als Untersuchungsumfang der Grundwassermessstellen wird eine Untersuchung auf pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit, Sauerstoffgehalt, Temperatur, Sulfat, MKW und CSB empfohlen.

Darüber hinaus wird empfohlen, eingeleitete Baustellenabflüsse arbeitstäglich bezüglich des pH-Werts und der absetzbaren Stoffe vor Ort durch Baupersonal überprüfen und die Werte in Bautagebuch eintragen zu lassen.

Aus Qualitätsgründen wird empfohlen, die Wasserprobenahmen und Analyse durch gemäß DIN ISO 17025 akkreditierte Probenehmer und Labore durchführen lassen.

6.6 Wasserhaltung

Eine Wasserhaltung hat im vorliegenden Fall bei Aushubtiefen von max. 1,5 m eine gezielte Ableitung von Oberflächenwasser und Sickerwasser zu gewährleisten. Der Umfang der Wasserhaltungsmaßnahme ist abhängig von den Aushubtiefen, die im Zuge der Baumaßnahme erforderlich werden. Dies bedeutet, dass bei Ausführung eines Gründungspolsters mit Teilbodenaustausch die größten Aufwendungen für die Wasserhaltung anfallen. Diese müsste jedoch über eine offene Wasserhaltung mit leistungsfähigen Pumpensümpfen und Längsdrainagen bewältigt werden können.

Pumpensümpfe sind Vertiefungen, die während der Aushubphase mit einem Bagger an der tiefsten Stelle der Baugrube ausgehoben werden. In diese Vertiefungen werden z. B. Brunnenringe, gelochte Betonrohre oder ähnliches eingestellt. Um diesen Pumpensumpf herum wird Filtermaterial eingebaut. Das im Pumpensumpf gesammelte Wasser wird mit Tauch- oder Vakuumpumpen abgepumpt. Die Sohle des Pumpensumpfes muss so tief liegen, dass die Aushubsohle an jeder Stelle wasserfrei ist.

6.7 Baugrube

Baugruben und Gräben dürfen erst betrieben werden, wenn die Standsicherheit der Wände gemäß den Anforderungen der DIN 4124 „Baugruben und Gräben“ eingehalten wird. Fundamentgräben können bis in eine Tiefe von 1,25 m senkrecht geböscht werden, wenn die anschließende Geländeoberfläche nicht stärker als 1:2 geneigt ist.

Bei größeren Aushubtiefen sind geböschte Baugrubenwände mit einem Neigungswinkel von $\beta \leq 45^\circ$ gegen die Horizontale herzustellen.

Ein rechnerischer Nachweis geböschter Baugrubenwände ist bei Böschungshöhen von mehr als 5 m zu führen. Dies gilt auch, wenn das Gelände neben der Böschungskante stärker als 1 : 10 ansteigt, größere Stapellasten vorliegen oder schwere Baufahrzeuge den erforderlichen Mindestabstand gem. DIN 4124 nicht einhalten. Ein rechnerischer Nachweis ist darüber hinaus erforderlich, wenn der oben angegebene Böschungswinkel überschritten werden soll.

Darüber hinaus sind die Sicherheitsbestimmungen der DIN 4124 bezüglich Ausbildung des Schutzstreifens und der Arbeitsraumbreiten zu beachten.

7 ERGÄNZENDE UNTERSUCHUNGEN

7.1 Beweissicherung

Aufgrund der Bautätigkeiten, die unvermeidlich Erschütterungen durch Baustellenverkehr, Spundarbeiten oder Verdichtungsarbeiten mit sich bringen, sind Einflüsse auf die Nachbarbebauung nicht auszuschließen. Daher wird eine Beweissicherung des Ist-Zustandes von benachbarten Bauwerken und Straßen empfohlen.

Da es sich vorliegend um erdbautechnische Maßnahmen handelt, sollten das Beweissicherungsverfahren sowie die Erschütterungsmessung von einem Baugrundsachverständigen durchgeführt werden. IFB Eigenschenk steht dazu kurzfristig zur Verfügung.

7.2 Erdbaustatische Nachweise

Für das Dammbauwerk sind die entsprechenden erdstatischen Nachweise für verschiedene Lastfälle zu führen. Dabei sind insbesondere die Sicherheiten gegen Böschungsbruch, Grundbruch des Böschungsfußes und Spreizsicherheit nachzuweisen.

Im Rahmen des Standsicherheitsnachweises ist auch die Mindestdicke eines im Bereich der Decklehmschichten erforderlichen Teilbodenaustausches zu ermitteln.

7.3 Baubegleitende Überwachung

Nach DIN 1054 (2005-01) ist spätestens nach dem Aushub der Baugrube vom Baugrundsachverständigen zu prüfen, ob die aufgrund der geotechnischen Untersuchung getroffenen Annahmen über Beschaffenheit und Verlauf der Bodenschichten zutreffen.

Es wird auf die Erfordernis von Eigenüberwachungs- und Kontrollprüfungen gemäß ZTVE-StB 09 im Zuge von Verdichtungs- und Hinterfüllungsarbeiten hingewiesen.

8 SCHLUSSBEMERKUNGEN


Im Zuge der Baugrunduntersuchung wurden Erkundungen niedergebracht und der aufgeschlossene Boden beurteilt. Die für die Ausschreibung, Planung und Baudurchführung erforderlichen Hinweise und bodenmechanischen Kennwerte wurden erarbeitet und sind im Text- und Anlagenteil dokumentiert. Die jeweils notwendigen Maßnahmen und Gründungsbedingungen wurden für die Verhältnisse an den Ansatzpunkten aufgezeigt.

IFB Eigenschenk ist zu verständigen, falls sich Abweichungen vom vorliegenden Gutachten oder planungsbedingte Änderungen ergeben. Zwischenzeitlich aufgetretene oder eventuell von der Planung abweichend erörterte Fragen werden in einer ergänzenden Stellungnahme kurzfristig nachgereicht.

Bei den durchgeführten Untersuchungen handelt es sich naturgemäß nur um punktförmige Aufschlüsse, weshalb Abweichungen im flächenhaften Anschnitt nicht auszuschließen sind. Eine vergleichende Überprüfung in Form einer Gründungssohlenabnahme bleibt damit erforderlich.

Gemäß DIN 1054 ist das Ergebnis dieser Abnahme der Gründungssohle zu den Bauakten zu nehmen. Ohne örtliche Abnahme gilt die Untersuchung des Baugrunds als nicht abgeschlossen.

 **EIGENSCHENK**
Dipl.-Ing. Rolf d'Angelo ¹
Geschäftsführer

 **EIGENSCHENK**
Dipl.-Ing. (FH) Florian Metje
Sachbearbeiter

¹ Von der Industrie- und Handelskammer für Niederbayern in Passau öffentlich bestellt und vereidigter Sachverständiger für Erdbau im Straßenbau