

Geotechnischer Untersuchungsbericht

WKA Schlingen Fischaufstiegshilfe

bearbeitet im Auftrag der
Vereinigten Wertach-Elektrizitätswerke GmbH
Neugablonzer Straße 21
87600 Kaufbeuren

Betzigau, den 07.11.2011

Projektnummer: 110506



Inhalt

- 1 Vorgang und Veranlassung
- 2 Geographische und geologische Situation, Schichtenfolge
- 3 Geotechnische Beschreibung der Schichten
- 4 Erdbau- und bohrtechnische Klassifizierung, Bodenkennwerte
- 5 Grundwasserverhältnisse
- 6 Geotechnische Beurteilung des Vorhabens

Anlagen

- 1 Pläne**
 - 1.1 Übersichtslageplan
 - 1.2 Lageplan mit Erkundungspunkten
- 2 Erkundungsergebnisse**
 - 2.1.1-3 geotechnische Schnitte
 - 2.2.1-4 Bohrprofile BK1-4/11 (Einzelblätter mit Langtext)
 - 2.3.1-2 Schurfprofile SG1-2/11 (Einzelblätter mit Langtext)
 - 2.4.1-3 Rammdiagramme DPH1-3/11
- 3 Bodenmechanische Laborversuche**
 - 3.1 Wassergehalte nach DIN 18 121
 - 3.2 Zustandsgrenzen nach DIN 18 122
 - 3.3 Körnungslinien nach DIN 18 123
- 4 Geohydraulik**
 - 4.1 Eingießversuch SV2/11 in SG2/11



Unterlagen

- [U1] Lageplan und Schnitte; Ingenieurbüro Dr.-Ing. Koch, Kempten, per Email am 13.05.2011
- [U2] Erläuterung; Ingenieurbüro Dr.-Ing. Koch, Kempten, 06.05.2011
- [U3] Wasserbuchplan Dammquerschnitt; Regierungsbaumeister Schlegel, München; zur Verfügung gestellt vom Ingenieurbüro Dr.-Ing. Koch, Kempten, per Email am 11.05.2011
- [U4] Dammquerschnitt; Wasserwirtschaftsamt Krumbach, 05.12.1985; zur Verfügung gestellt vom Ingenieurbüro Dr.-Ing. Koch, Kempten, per Email am 11.05.2011
- [U5] US Bureau of Reclamation: Earth Manual.- Denver, Colorado 1963
- [U6] Topographische Karte 1:25000, Blatt 8029 Kaufbeuren-Neugablonz
- [U7] Geologische Übersichtskarte M 1:200000, Blatt Nr. CC8226 Kempten

1 Vorgang und Veranlassung

Die Vereinigten Wertach-Elektrizitätswerke GmbH (im Folgenden mit VWEW abgekürzt) beabsichtigt als Betreiberin die Verbesserung der ökologischen Durchgängigkeit am Kraftwerk Schlingen. Geplant ist hierfür der Bau einer etwa 175 m langen Fischaufstiegshilfe, die als orographisch linksseitig geführtes Gerinne die bestehende Staumauer umgehen soll. Die Anbindung der Fischaufstiegshilfe an das Oberwasser soll über ein Einlaufbauwerk erfolgen, das in einen bestehenden Damm integriert und dicht an diesen angeschlossen wird. Der erste Teil der Fischaufstiegshilfe soll dann als sog. „Vertical Slot Pass“ mit einem Gefälle von 1:17 ausgebildet werden (s. [U2]). Daran anschließend folgt ein Raugerinne, das aufgrund der örtlichen Gegebenheiten in zwei Gefälleabschnitte (1:20 und 1:90 bis 1:140) unterteilt ist. Die Einleitung in das Unterwasser der Wertach erfolgt analog zum Oberwasser wiederum mit einem „Vertical Slot Pass“. Hier ist die Zufahrtstraße zur Wasserkraftanlage zu unterqueren. Der Gesamthöhenunterschied zwischen Einlauf im Oberwasser und Wiedereinmündung in die Wertach im Unterwasser wird knapp 7 m betragen (s. [U2]).

Die VWEW beauftragte die Dr. Ebel & Co. Ingenieurgesellschaft für Geotechnik und Wasserwirtschaft mbH, Betzigau, mit den geotechnischen Beratungen zum Bau des Umgehungsgerinnes. Auf der Basis geotechnischer Erkundungen sollen die Untergrundverhältnisse und deren geotechnische Eigenschaften entlang des Gerinnes beschrieben und beurteilt werden. Statische Bemessungen beispielsweise von Sicherungsmaßnahmen sind nicht Gegenstand der Beauftragung.



Im Rahmen der geotechnischen Untersuchungen kamen folgende Felduntersuchungen zur Ausführung:

- Ausführung dreier Aufschlussbohrungen BK1-3/11 (trockene, verrohrte Rammkernbohrungen mit durchgehendem Gewinn gekernter Bodenproben nach DIN 4021);
Verrohrungsdurchmesser: 170 mm;
Endteufen: 6,0 m (BK2-3/11) bis 9,5 m (BK1/11);
Beprobung des Bohrguts;
Verfüllung der Bohrlöcher mit Tongranulat und Filterkies (Wiederherstellung der Schichtenfolge);
Ausführung: BauGrund Süd, Bad Wurzach, im Auftrag der Dr. Ebel & Co. GmbH;
Ausführungszeitraum: 21. und 22.07.2011;
- Ausführung dreier Rammsondierungen DPH1-3/11 (Schwere Rammsonde nach DIN EN ISO 22476-2) zur Beurteilung des natürlichen Lagerungszustandes bzw. des Rammwiderstands der anstehenden Schichten;
Endteufen: 5,6 m (DPH2/11) bis 8,0 m (DPH1/11);
Ausführung: Dr. Ebel & Co. GmbH am 15.06.2011;
- geotechnische Aufnahme zweier Baggerschürfgruben SG1-2/11;
Endteufen: 1,7 m (SG1/11) bzw. 0,9 m (SG2/11);
Aushub und Wiederverfüllung der Gruben durch die VWEW am 15.06.2011;
- Ausführung zweier Eingießversuche SV1-2/11 („open end – Tests“) in den Schürfgruben SG1-2/11 zur Simulation einer Versickerung von Oberflächenwasser aus dem Gerinnebett;
Anm.: Die in SG1/11 angesetzte Versuchseinrichtung war umläufig und daher für eine Auswertung nicht geeignet.
Ausführung durch die Dr. Ebel und Co. GmbH am 15.06.2011;
- höhen- und lagemäßige Einmessung der Aufschlusspunkte;
Ausführung durch die Dr. Ebel & Co. GmbH;
Höhenbezugspunkte: s. Anlage 1.2.

Die Festlegung der Erkundungspunkte erfolgte in Abstimmung mit dem Objektplaner. An ausgewählten Bodenproben wurden bodenmechanische Laboruntersuchungen durchgeführt, die auf die Fragestellungen angestimmt sind.



2 Geographische und geologische Situation, Schichtenfolge

Geographische Situation

Die Wasserkraftanlage Schlingen befindet sich in der Talebene der Wertach zwischen Kaufbeuren und Bad Wörishofen, die durch mehrere Terrassenstufen gegliedert ist. Die Wertach wird hier durch die Wehranlage zum Schlingener See eingestaut (s. Anlage 1.1). Der Schlingener See ist kragenförmig mit einem Damm umschlossen, der am geplanten Einlaufbauwerk eine Höhe von etwa 4 m aufweist. Zwischen dem geplanten Umgehungsgerinne und der Stau-mauer existieren Betriebs- und Wohngebäude, die über eine Zufahrtsstraße erreicht werden. Hier ist das Gelände künstlich so angehoben, dass zwischen geplantem Gerinne und Gebäude eine Terrassenstufe entstanden ist. Im Unterwasser der Staustufe ist die Wertach etwa 4 m in das Urgelände eingeschnitten.

Geologische Situation

Den tieferen Untergrund bildet die Obere Süßwassermolasse („Flinz“), die vor rund 15 Millionen Jahren in einem den Alpen vorgelagerten Senkungsgebiet abgesetzt wurde. Es handelt sich dabei um eine Folge aus Mergeln und Sanden bzw. schwach zementierten Sandsteinen. Die Molasse ist oberflächlich sekundär entfestigt.

Im Zuge der quartären Vorlandvereisungen stieß der Wertachgletscher mehrmals von Süden her in das Alpenvorland vor und gestaltete dieses um. Hierbei kamen Moränen zum Absatz. Die Schmelzwässer flossen nach Norden hin zur Donau ab und erodierten rinnenförmige Strukturen in den präexistierenden Untergrund. Nach dem Ende der pleistozänen Vorlandvergletscherungen schnitten sich Wertach und ihre Zuflüsse nach und nach in den Untergrund ein. In der Wertach-Talebene kamen Talkiese und später Aueablagerungen zum Absatz.

Im Zuge der Wasserkraftnutzung erfolgten im großen Stil Geländeumgestaltungen. Zur Sicherstellung eines möglichst hohen Oberwasserspiegels wurde der Schlingener See im Nahbereich der Staustufe mit einem Erddamm umschlossen.



Schichtenfolge

Entsprechend der geschilderten Situation lassen sich die Erkundungsergebnisse zu folgendem Grundsatzprofil zusammenstellen:

Auffüllungen / Aufschüttungen	subrezent
Aueablagerungen	Holozän
Talkies	Postglazial
Obere Süßwassermolasse	Miozän

Künstliche Auffüllungen bzw. die Aufschüttung des Umschließungsdamms wurden mit den Bohrungen BK1-4/11 sowie dem Baggerschurf SG1/11 durchörtert. Die Mächtigkeit der anthropogenen Böden schwankt zwischen 0,9 m im Hinterland (SG1/11) und 8,5 m im Bereich des Umschließungsdamms (BK1/11).

Im Baggerschurf SG1/11 beginnt die natürliche Schichtenfolge unter den Auffüllungen mit den Aueablagerungen, die in einer Mächtigkeit von 0,3 m angetroffen wurden. In den Bohrungen BK1-4/11 fehlen die Aueablagerungen und sind durch künstliche Auffüllungen ersetzt. Der Baggerschurf SG2/11 hat ebenfalls keine Aueablagerungen angetroffen. Wir vermuten, dass diese hier im Zuge von anthropogenen Geländeänderungen abgeschoben wurden. Generell ist mit der Anwesenheit mächtigerer Auevorkommen bis hin zu Füllungen von Altwasserablagerungen zu rechnen.

Unter den natürlichen bzw. künstlichen Deckschichten folgt flächig der Talkies. Die Schicht reicht in den Bohrungen BK2-4/11 bis in Tiefen zwischen 4,3 m (BK2/11) und 6,4 m (BK4/11). Es sind Sandlagen zwischengeschaltet. Die Schichtbasis ist durch Rinnen und Schwellen gegliedert. Die flachgründigen Baggerschürfe SG1-2/11 enden im Talkies. Im Nahbereich des Schlingener Sees (BK1/11) ist der Talkies vollständig ausgeräumt und durch künstliche Auffüllungen ersetzt.

Unter dem Talkies bzw. – in BK1/11 – unter künstlichen Auffüllungen steht die Obere Süßwassermolasse an, in der die Bohrungen BK2-4/11 enden. Die Schicht setzt sich nach unten hin in großer Mächtigkeit fort.



3 Geotechnische Beschreibung der Schichten

Die im Rahmen der geotechnischen Erkundungen angetroffenen Schichten werden im Folgenden nach petrographischen Gesichtspunkten näher beschrieben.

Auffüllungen / Aufschüttungen

Bei den (grau)braun, dunkelbraun und grauoliv gefärbten Auffüllungen bzw. Aufschüttungen kann dabei zwischen bindigen und nicht bindigen Varietäten unterschieden werden. Anthropogene Beimengungen sind vor allem Holzreste.

Die bindigen Auffüllungen sind als unsortierte Gemenge aus sämtlichen Kornfraktionen zu beschreiben, in denen das Schlämmkorn dominiert. Die Grobkomponenten „schwimmen“ regellos in der tonig-schluffigen, im Allgemeinen leichtplastischen Grundmasse, deren Konsistenz nach manueller Prüfung der Bodenproben zwischen weich und halbfest pendelt. Weiche Konsistenzen herrschen vor. Eine exemplarische Zustandsgrenzenbestimmung an einer Bodenprobe aus der Bohrung BK1/11 hat eine Konsistenz im Grenzbereich zwischen weich und steif erbracht (s. Anlage 3.2).

Die nicht bindigen Auffüllungen wurden als weit gestufte Kiese mit geringen Sand- und hohen Schluffanteilen erbohrt. Lokal sind matrixgestützte Böden zwischengeschaltet, die zu den bindigen Auffüllungen überleiten. Der Lagerungszustand der korngestützten Auffüllungen ist im Grenzbereich zwischen locker und mitteldicht einzuschätzen.

Es treten wiederholt Steine auf. Es ist darüber hinaus mit Blöcken zu rechnen.

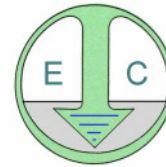
Anm.:

Die im Rahmen der geotechnischen Erkundungen erschlossenen anthropogenen Böden waren organoleptisch unauffällig. Sollten bei Erd- und/oder Bohrarbeiten Böden anfallen, die organoleptische Auffälligkeiten zeigen, so sind diese laboranalytisch zu untersuchen und ggf. einer gesonderten Verwertung oder Entsorgung zuzuführen.

Aueablagerungen

Bei den in SG1/11 angetroffenen, braun gefärbten Aueablagerungen handelt es sich um einen schluffigen Fein- bis Mittelsand (Auesand), der augenscheinlich locker gelagert ist. Erfahrungsgemäß treten daneben sandige Schluffe weicher Konsistenz auf. Typisch sind organische Beimengungen, die bereichsweise, insbesondere in ehemaligen Altwasserarmen, angereichert sein können.

Die Aueablagerungen bilden aus bodenmechanischer Sicht eine sehr verformungswillige Deckschicht, die gut ramm- und bohrbar ist. Mit der Anwesenheit von Hindernissen in Form eingebetteter Wildhölzer muss jedoch gerechnet werden. Die Aueböden sind stark nässe- und frostempfindlich und somit erdbaulich schwierig zu handhaben.



Talkies

Beim grau bis graubraun gefärbten Talkies handelt sich um einen schwach sandiger bis sandigen, weit gestuften Kies mit geringen Schlämmkorngehalten. Es wurden einzelne Steine angetroffen, die lagenweise angereichert sein können. Eine exemplarische Kornverteilungsanalyse an einer Bodenprobe aus der Bohrung BK2/11 hat einen Schlämmkorngehalt von 3,7 Massen-% erbracht (s. Anlage 3.3). Der natürliche Lagerungszustand ist anhand der Schlagzahlen der Schweren Rammsondierungen mit mitteldicht einzuschätzen.

Tabelle 1: Lagerungsdichte / Schlagzahlen DPH für weit gestufte Kies-Sand-Gemische nach DIN 4094-3 (alt) / DIN 1055-2

Lagerungsdichte		über Grundwasser N_{10}	im Grundwasser N_{10}
locker	$0,15 < D \leq 0,30$	0 – 7	0 – 2
mitteldicht	$0,30 < D \leq 0,50$	8 – 17	3 – 10
dicht	$0,50 < D \leq 0,75$	> 17	> 10

Im Baggerschurf SG1/11 wurde eine 0,3 m mächtige Sandlage im Talkies angetroffen. Es handelt sich hierbei um einen Mittel- bis Grobsand mit geringem Schlämmkornanteil.

Aus geotechnischer Sicht bildet der Talkies einen tragfähigen Untergrund, der ramm- und bohrbar. Seine Frost- und Nässeempfindlichkeit ist gering. Es ist mit Steinen zu rechnen, die Hindernisse bilden können.

Obere Süßwassermolasse

Bei der blaugrau gefärbten Oberen Süßwassermolasse handelt es sich überwiegend um feinkörnige Lockergesteine bzw. veränderlich feste Gesteine (Mergel). Daneben treten Sande und erfahrungsgemäß Kalkmergel auf. Aufgrund der Genese der Oberen Süßwassermolasse ist auch die Anwesenheit organischer Horizonte (bituminöse Zwischenschichten oder Kohlelagen) möglich.

Die Molassemergel bestehen aus Ton, Schluff und Feinsand in schwankenden Anteilen. Die Konsistenz ist im Grenzbereich zwischen halbfest und fest einzuschätzen.

Die Molassesande wurden als schwach schluffige Fein- bis Mittelsande angetroffen. Die Sande können erfahrungsgemäß abschnittsweise zementiert sein (Molassesandstein).

Aus geotechnischer Sicht bildet die Obere Süßwassermolasse einen sehr gut tragfähigen, auf Be- und Entlastungen verformungsarm reagierenden Untergrund, der allerdings sehr stark frostempfindlich ist und bei Nasszutritt rasch aufweicht. Die Obere Süßwassermolasse ist bohrbar und nach den Ergebnissen der ausgeführten Rammsondierungen rammbar, wobei zur Tiefe hin eine Erschwernis mit Zunahme der Mantelreibung zu erwarten ist. Mächtigere Sandsteine und harte Kalkmergelstein-Lagen bilden allerdings Hindernisse, so dass Maßnahmen zur Entfestigung (beispielsweise Lockerungsbohrungen) bis hin zu Austauschbohrungen einzuplanen wären.



4 Erdbau- und bohrtechnische Klassifizierung, Bodenkennwerte

Die erdbau- und bohrtechnische Klassifizierung der im Untersuchungsbereich erschlossenen Böden ist in nachfolgender Tabelle zusammengestellt:

Tabelle 2: Erdbau- und bohrtechnische Klassifizierung

	Bodengruppe DIN 18196	Bodenklasse DIN 18300	Bodenklasse DIN 18301	Frostempfindlich- keit ZTVE
Auffüllungen	[UL, UM, TL, (OU), GW, GU, GU*, (X+Y)]	(3), 4, (5-7 ¹⁾⁻³)	BN1-2, BB2-3 BS1, (BS2-4) (Blöcke > 0,6 m)	(F1), (F2), F3
Aueablagerungen	SW, SU, (UL, UM, TL, OU)	4	BN1, (BB2)	F1, F2, (F3)
Talkies	GW, GU, (X) (SW, SU)	3, (5 ¹)	BN1 (BS1)	F1, F2
Molasse	TL, TM, SU, (Fels)	(3), 4, 6 ⁴)	BB3-4, FV1	F3, (Fels)

¹⁾ Bkl. 5 für Böden mit mehr als 30 Massen-% Steine < 0,01 m³ Rauminhalt (Kugeldurchmesser 0,13 m) oder höchstens 30 Massen-% Steine > 0,01 m³ und < 0,1 m³ Rauminhalt (Kugeldurchmesser 0,6 m)

²⁾ Bkl. 6 für Böden mit mehr als 30 Massen-% Steine > 0,01 m³ und < 0,1 m³ Rauminhalt

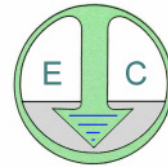
³⁾ Bkl. 7 Blöcke über 0,1 m³ Rauminhalt

⁴⁾ Bkl. 6 bei fester Konsistenz bzw. für leicht lösbaren Fels (Molassesandstein-Lagen)

Für erdstatische Berechnungen können die in nachfolgender Tabelle aufgeführten, geschätzten Bodenkennwerte angesetzt werden.

Tabelle 3: Bodenkennwerte (charakteristische Kennwerte)

	Wichte (feucht/u. Auftrieb) γ_k/γ'_k (kN/m ³)	Reibungswinkel φ'_k (°)	Kohäsion c'_k (kN/m ²)	Steifemodul $E_{s,k}$ (MN/m ²)
bindige Auffüllungen (steif-halbfest)	18-19/8-9	20-25	0-3	-
nicht bindige Auffüllungen (mind. mitteldicht)	18-19/10-11	25-30	0	-
Aueablagerungen:				
- Lehme	17-18/7-8	20-22,5	1-2	2-4
- Sande	18-19 / 8-9	25-27,5	0	5-8
Talkies	20-21/12-13	32,5-35	0	30-50
Molasse	21-22/11-12	25-27,5	10-25	20-40



Das untersuchte Gebiet ist im Hinblick auf Erdbeben geotechnisch wie folgt einzustufen:

Tabelle 4: Erdbebenklassifizierung nach DIN 4149 : 2005-04

Erdbebenzone	Untergrundklasse	Baugrundklasse
0	S	C

5 Grundwasserverhältnisse

Ein Zulauf von Grundwasser wurde in den Bohrungen BK1/11 und BK3-4/11 festgestellt. Die Baggerschürfe blieben dagegen bis zur jeweiligen Endteufe trocken. Die gemachten Wasserstandsbeobachtungen sind in nachfolgender Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 5: Wasserspiegelbeobachtungen

Aufschluss	GW angetroffen		GW eingespiegelt		Datum
	m u. Gel	m+NN	m u. Gel	m+NN	
Wsp. Schlingener See = 640.49 m+NN (aus [U1])					
BK1/11			6,3	635.14	21.07.2011
BK2/11	kein GwZulauf (Endteufe 631.51 m+NN)				21.07.2011
SG1/11	kein GwZulauf (Endteufe 679.79 m+NN)				20.06.2011
SG2/11	kein GwZulauf (Endteufe 678.65 m+NN)				20.06.2011
BK3/11	3,0	634.36	3,0	634.36	21.07.2011
BK4/11			3,94	634.15	22.07.2011
Wsp. Wertach (Unterwasser) = 633.59 m+NN (aus [U1])					

Der Grundwasserzulauf erfolgte in BK3-4/11 aus dem Talkies, der den Hauptgrundwasserleiter bildet. Die Obere Süßwassermolasse wirkt wasserhemmend und bildet die Grundwassersohlschicht. Die Trockenheit der Bohrung BK2/11 bis zur Sohle des Talkieses führen wir auf die Anwesenheit einer Schwelle im Molasserelief zurück.

Im Oberwasser der Staumauer erfolgt aus dem Schlingener See eine Infiltration von Oberflächenwasser in das Grundwassersystem. Der Grundwasserabfluss vollzieht sich dann zwischen Auffüllungen und Molasse entlang von Tiefpunkten im Stauerelief in nördliche Richtung. Im Unterwasser der Staumauer exfiltriert die Wertach, die hier mit ihrer Sohle in den Hauptgrundwasserleiter eingeschnitten ist.



Ein Blick in den geotechnischen Längsschnitt, Anlage 2.1.1, zeigt, dass das Gerinnebett mit Erreichen des Urgeländes im Talkies zu liegen kommen wird. Ein im Baggerschurf SG2/11 ausgeführter Eingießversuch hat für den Talkies einen Durchlässigkeitsbeiwert $k_{f(u)}$ von $1 \cdot 10^{-4}$ m/s erbracht (s. Anlage 4.1). Der Untergrund des geplanten Gerinnes ist demnach stark durchlässig im Sinne der DIN 18 130 und **muss so abgedichtet werden, dass eine Versickerung in den Untergrund verhindert wird.**

6 Geotechnische Beurteilung

Nachfolgend werden die aus geotechnischer Sicht relevanten Aspekte im Zuge des Gerinnebaus näher betrachtet.

„Vertical Slot Pass“ im Ober- und Unterwasser

Im Bereich des Damms im Oberwasser ist das Einlaufbauwerk in die bestehende Dichtung zu integrieren. Zur Verhinderung einer unmittelbaren Umströmung sind z.B. Spundbohlen einzusetzen, die unten dem Massivbauwerk und seitlich in den Dammbestand hineinreichen. Zur Herstellung der Bauwerke wird voraussichtlich eine wasserdichte Baugrubenumschließung erforderlich. Hierfür kann ein ausgesteifter Spundwandverbau eingesetzt werden. Der Verbau ist statisch nachzuweisen. DIN 4124 ist zu beachten. Besonderes Augenmerk ist auf die Um- und Unterströmung (hydr. Grundbruch, Erosionsgrundbruch etc.) zu legen.

Die Baugrubensohle reagiert auf Wasser- und Frostzutritt mit Entfestigung. Unmittelbar nach Freilegung ist die Sohle mit Magerbeton zu schützen. Aufgeweichte Partien in der Baugrubensohle sind gegen Magerbeton auszutauschen.

Das Bauwerk ist mit schluffigem Kies/Sand (z.B. Bodengruppe GU÷GU*) mit Verdichtung in Lagenstärken von maximal 0,3 m zu hinterfüllen. Der nachzuweisende Verdichtungsgrad ist mit Blick auf Erosion und Suffosion vorsorglich mit 100 % der einfachen Proctordichte anzusetzen.

Dammlage des Gerinnes

Im Anschluss an den Umschließungsdamm (Oberwasser) wird der Fischaufstieg in Dammlage geführt. Der Dammkörper kann aus schluffigem Kies/Sand (Bodengruppe vornehmlich GU gemäß DIN 18 196) mit Verdichtung aufgebaut werden. Im Untergrund anstehende gering tragfähige Schichten (z.B. Aueablagerungen) sind gegen Dammbaumaterial auszutauschen. Der Untergrund ist nachzuverdichten. Die Einbaulagenstärke ist auf ca. 30 cm zu begrenzen. Zur Verringerung der Eigensetzungen des Dammkörpers ist auch hier ein Verdichtungsgrad von mindestens 100 % der einfachen Proctordichte nachzuweisen. Am binnenseitigen Fuß des Dammbestands sind ggf. Maßnahmen zum Schutz der dort vorhandenen Dränage vorzunehmen (Prüfung Rohrstatik, Prüfung Sohlgefälle und deren Änderung infolge zusätzlicher Auflast, Abschätzung Untergrundverformung).



Bereiche mit Geländeeinschnitten

Im Bereich von SG1/11 und weiter in Richtung Unterwasser wird das Gerinne für den Fischaufstieg in das Gelände eingeschnitten. Dabei ist ab etwa BK4/11 mit Grundwasserzutritt zu rechnen. Da die anstehenden Talkiese stark wasserdurchlässig sind, wird der Wasserandrang mit steigender Aushubtiefe im Grundwasser deutlich zunehmen. Baugruben sind zur Beherrschung der Wassermengen möglichst nur in kurzen Abschnitten von 10÷15 m Länge aufzufahren. Die Wässer sind mit offener Wasserhaltung (Pumpensumpf, Dränstränge, Schmutzwasserpumpe, Absetzbecken) zu fassen und in die Vorflut abzuleiten. Die Wasserhaltungsmaßnahmen sind genehmigungspflichtig. Zur Verhinderung von Längsdränageeffekten sind im Abstand von ca. 20 m Querriegel (Magerbeton, Lehmschlag etc.) zu setzen.

Die Baugrubenwände sind insbesondere bei Wasserzutritt und bei anstehenden Auffüllungen nicht standfest und somit durch einen Verbau zu stützen. DIN 4124 ist zu beachten. Die Baugrubenverfüllung ist möglichst mit schluffigem Kies/Sand wie zuvor beschrieben herzustellen.

Gerinnedichtung

Wird das Gerinne nicht gedichtet, sind Wasserverluste in den Beeichen des stark wasserdurchlässigen Talkieses zu erwarten. Hier sind entsprechende Dichtungsmaßnahmen zu ergreifen.

Brückenbauwerk

Im Bereich der Zufahrt zur Wasserkraftanlage wird der Bau einer Brücke erforderlich. Die Gründung kann flach in den gut tragfähigen Talkiesen erfolgen. Die frostfreie Mindesteinbindetiefe liegt bei einem Meter. Die Gründungsebene wird voraussichtlich im Grundwasserbereich zu liegen kommen. Wasserhaltungsmaßnahmen sind dabei erforderlich; ein großer Wasserandrang ist einzukalkulieren. Freie Baugrubenböschungen werden durch den seitlichen Wasseranstrom nicht stabil bleiben. Es können hierfür beispielsweise Einkornbetonstützscheiben angeordnet werden. Zur deutlichen Reduzierung des Wasserandrangs kann ein Spundwandverbau bis in den Deckschichtbereich des Molassemergels unter Gelände geführt werden (Lockungsbohrungen sind einzukalkulieren). Für die Verbauarbeiten ist die DIN 4124 zu beachten. Zur Bemessung des Sohlwiderstandes können die Werte in Tabelle A.6.1 der DIN 1054 (Stand 12.2010) herangezogen werden. Reduzierungen der Bemessungswerte durch Grundwasser Einfluss etc. sind vorzunehmen. Das Gewässerbett ist im Brückenbereich gegen Erosion zu schützen.



Als weitere Gründungsvarianten sind zu diskutieren:

- Herstellung eines Fertigteildurchlasses auf einer Unterwasserbetonsohle. Die Baugrubenböschungen sind auch hierbei mit einem Verbau zu stützen.
- Spundwandgründung. Kräftige Spundbohlen (z.B. Typ LARSEN 605) werden im Deckschichtbereich des Molassemergels festgerammt. Die Bohlen dienen als Gründungselement für den Brückenüberbau.

Projektbearbeiter: Dipl.-Geol. Dr. Michael Strohmenger
Dr.-Ing. Olaf Düser

Handwritten signature: n. Döf-

Dr. Ebel & Co. GmbH

