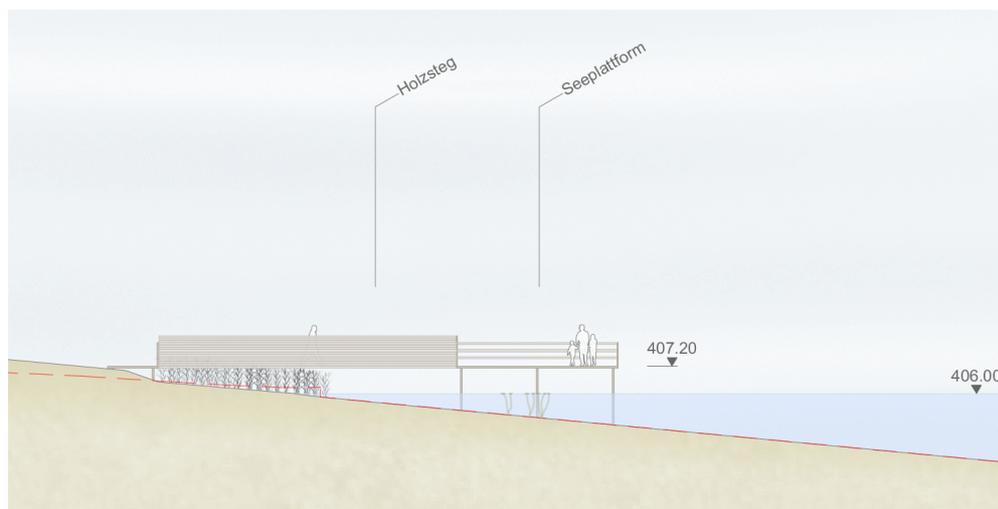


Park am See, Luferwis Altendorf / SZ

Geologisch-geotechnischer Bericht



Ibach-Schwyz, 24. Oktober 2016

Bauherrschaft: Gemeinde Altendorf, Dorfplatz 3, 8852 Altendorf

Planer: Graber Allemann Landschaftsarchitektur GmbH, Talstr. 31, 8808 Pfäffikon SZ

INHALT

1	ALLGEMEINES	3
1.1	Einleitung und Auftrag	3
1.2	Projektunterlagen	3
1.3	Ältere Untersuchungen	3
1.4	Ausgeführte Arbeiten	4
1.5	Repräsentativität der Untersuchung	5
2	GEOLOGISCHE ÜBERSICHT	6
3	ANGETROFFENE UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE	6
3.1	Künstliche Auffüllungen	6
3.2	Seeablagerungen	6
3.3	Bachschutt	7
4	WASSERVERHÄLTNISSE	7
5	BAUTECHNISCHE VERHÄLTNISSE	9
5.1	Projekt	9
5.2	Baugrundwerte	9
5.3	Foundation	10
5.4	Aushub	12
5.5	Böschungen	13
5.6	Bauwasserhaltung	13
5.7	Trockenhaltung von in den Untergrund eintauchenden Gebäudeteilen	14
5.8	Bauüberwachung	14
5.9	Weitere Empfehlungen und Hinweise	14
6	METEORWASSERVERSICKERUNG	15

TABELLEN

Tabelle 1:	Sondierungen	4
Tabelle 2:	Baugrundwerte für ungestörte Verhältnisse	9
Tabelle 3:	Äussere Tragwiderstände	10

FIGUREN

Figur 1:	Ausschnitt aus der Gewässerschutzkarte 1:10'000, Projektareal gelb markiert	8
----------	---	---

BEILAGEN

Beilage 1:	Situation 1:500 mit Lage der Sondierstellen
Beilage 2:	Einzelprotokolle der Sondierungen Nr. 15-1 bis 15-3, 16-1 bis 16-9, 1:100

1 ALLGEMEINES

1.1 Einleitung und Auftrag

Die Gemeinde Altendorf beabsichtigt im Gebiet Lufewis einen Park am See zu realisieren. Inzwischen wurde ein Projektwettbewerb erfolgreich abgeschlossen und es liegt ein designiertes Siegerprojekt «rosouli» vor. Für dessen weitere Projektierung waren die Baugrundverhältnisse zu erkunden.

Am 2.9.2016 beauftragte Herr Stamm der Graber Allemann Landschaftsarchitektur GmbH im Namen der Bauherrschaft telefonisch die Dr. Heinrich Jäckli AG mit geologisch-geotechnischen Baugrunduntersuchungen mittels Rammsondierungen und Bohrungen. Basis für diesen Auftrag bildet das Angebot vom 8.8.2016.

1.2 Projektunterlagen

Zur Ausarbeitung des vorliegenden Berichtes standen folgende Unterlagen des Landschaftsarchitekten zur Verfügung (Stand Vorprojekt):

- [1] Plakat I, Situation 1:200, undatiert
- [2] Plakat II, Schnitt A-A', B-B', C-C' 1:200; Detailgestaltung Seeufer 1:100, undatiert
- [3] Plakat III, Situationsplan 1:500, undatiert
- [4] Höhenkurvenplan, Nr. 65918.2_01A, 20.4.2016 (Terradata AG)
- [5] Situationsplan Rammsondierungen 1:500, Plan-Nr. 7010-503, 28.8.2016
- [6] Park am See, Altendorf, Ufergestaltung, Situation 1:200, Plan-Nr. 41710-01, Vorabzug 20.9.2016 (P. Meier & Partner AG)
- [7] Park am See, Altendorf, Ufergestaltung, Querprofile 1:200, Plan-Nr. 41710-02, Vorabzug 20.9.2016 (P. Meier & Partner AG)

1.3 Ältere Untersuchungen

In der Umgebung des Projektareals sind in der Vergangenheit bereits verschiedene geologische Abklärungen erfolgt. Es standen insbesondere die Resultate folgender Untersuchung zur Verfügung:

- [8] Dr. Heinrich Jäckli AG (12.11.2015): Park am See, Lufewis, Altendorf / SZ, Geologische Baugrunduntersuchungen (Sondierdossier)

Die für das Bauvorhaben relevanten Ergebnisse der älteren Untersuchung wurden in den vorliegenden Bericht integriert.

1.4 Ausgeführte Arbeiten

Zur Abklärung der Baugrundverhältnisse wurden folgende Feldarbeiten durchgeführt:

- 4 Rammsondierungen mit Bestimmung des dynamischen Rammwiderstandes, Rammgewicht 45 kg, Fallhöhe 20 cm, Spitzenquerschnitt 10 cm², Sondiertiefen 10.0–24.6 m,
- 6 Rammkernbohrungen mit fortlaufender Entnahme und Bestimmung des Bohrgutes, Sondiertiefen 3.0–5.0 m,
- Versetzen eines Piezometerrohres \varnothing 1¼" in der Rammkernbohrung Nr. 16-3 zur längerfristigen Beobachtung der Wasserspiegellage,
- Kontrolle der Sondierlöcher bezüglich Wasserspiegellage während und nach Abschluss der Sondierarbeiten am 5., 6. und 10.10.2016,
- Nachkontrolle des Wasserspiegels im versetzten Piezometerrohr Nr. 16-3 am 19.10.2016,
- Einmessen und Nivellieren der Sondierstellen.

In der nachfolgenden *Tabelle 1* sind die wichtigsten zahlenmässigen Angaben über die einzelnen Sondierungen zusammengestellt. Die Lage der Sondierungen ist aus dem Situationsplan ersichtlich (*Beilage 1*).

Tabelle 1: Sondierungen

Sondierung	Terrainhöhe	Sondierart, Piezometer- rohr	Sondiertiefe	Wasserspiegel		
				Tiefe	Kote	Datum
Nr.	m ü.M.	*)	m	m u.T.	m ü.M.	–
15-1	406.61	RKB	5.6	0.8	405.8	09.11.2015
15-2	406.60	RKB	5.3	0.8	405.8	09.11.2015
15-3	411.50	RKB	5.1	4.5	407.0	09.11.2015
16-1	411.68	RKB	3.2	>3.2	<408.48	05.10.2016
16-2	411.52	R	10.0	4.40	407.12	06.10.2016
16-3	410.43	RKB P **)	5.0	4.67	405.76	10.10.2016
				3.24	407.19	19.10.2016
16-4	407.96	RKB	3.0	0.96	407.00	06.10.2016
16-5	408.46	R	15.0	1.45	407.01	10.10.2016
		RKB	4.0			
16-6	406.69	R	20.0	0.71	405.98	10.10.2016
16-7	406.76	RKB	3.0	0.72	406.04	10.10.2016
16-8	406.62	RKB	4.0	0.67	405.95	10.10.2016
16-9	405.93	R ab Floss	24.6	0.00	405.93	10.10.2016

*) RKB = Rammkernbohrung
R = Rammsondierung
P = Piezometerrohr

**) OK Piezometerrohr
Nr. 16-3 411.95 m ü.M. \varnothing 1¼"

1.5 Repräsentativität der Untersuchung

Mit den durchgeführten geologisch-geotechnischen Untersuchungen können die Grundlagen für die weitere Projektierung im Sinne einer *Hauptuntersuchung* gemäss SIA 267, Ziff. 3.2.2.2. erarbeitet werden. Die beschriebenen Untergrund- und Wasserverhältnisse basieren auf einer Interpretation der punktuellen Sondierresultate. Es ist nicht auszuschliessen, dass die im Aushubbereich effektiv vorhandenen Verhältnisse davon abweichen. Die bautechnischen Empfehlungen beziehen sich auf die vorliegenden Projektunterlagen (*Kapitel 1.2*). Bei relevanten Projektänderungen oder einem neuem Projekt ist eine Neubeurteilung erforderlich.

Angesichts der noch vagen Kenntnisse über den tatsächlichen Umfang der künftigen – und womöglich eher bescheidenen – Erdarbeiten wurden die belasteten künstlichen Auffüllungen anhand der ausgeführten Sondierungen grob eingegrenzt und anhand des Feldbefunds qualitativ beurteilt. Auf chemische Analysen wurde vorerst noch verzichtet.

Erst wenn aufgrund der weiteren Projektierung feststeht, dass z.B. für die Seeaufweitung belastetes Aushubmaterial in relevanten Mengen anfällt, ist zu prüfen, ob ergänzende «Atlas-tenuntersuchungen» mit z.B. Sondierschächten, Probenahmen und chemischen Analysen nachgeholt werden müssten.

2 GEOLOGISCHE ÜBERSICHT

Im Projektgebiet liegen, teils unter *künstlichen Auffüllungen* und den natürlichen *Oberflächenschichten* («Humus»), mächtige tonig-siltige bis feinsandige *Seeablagerungen*, welche teilweise *Torf* enthalten und mit sandig-kiesigem *Bachschutt* verzahnt sind.

Der Grundwasserspiegel liegt nur unteuf und korrespondiert mit dem Seespiegel. Das Projektgrundstück ist dem Gewässerschutzbereich A_U zugeordnet und liegt teilweise innerhalb der Grundwasser-Schutzzone S3 der Trinkwasserfassung Seestadt der Wasserversorgung Altendorf (vgl. *Figur 1*).

3 ANGETROFFENE UNTERGRUNDVERHÄLTNISSSE

In den Rammsondierungen ohne parallelen Materialaufschluss lassen sich die meist nur geringmächtigen Oberflächenschichten nicht von den Seeablagerungen abgrenzen. Die Oberflächenschichten werden daher den Seeablagerungen zugeordnet.

3.1 Künstliche Auffüllungen

- Vorkommen: Sondierungen Nr. 15-1, 15-2, 16-2, 16-7, 16-8
- Obergrenze: Terrainoberfläche
- Mächtigkeit: 0.2–1.4 m
- Material: heterogen,
tonig-siltiger Sand, wenig Kies,
tonig-siltiger Kies, viel Sand,
bis zu ca. 10 Gew.-% Fremdstoffe (z.B. Bauschutt)
- Lagerung: locker
- Tragfähigkeit: klein
- Setzungsempfindlichkeit: gross
- Besonderheit: feuchtigkeitsempfindlich,
teilweise mit Fremdstoffen vermengt und mit Schadstoffen belastet

3.2 Seeablagerungen

- Vorkommen: alle Sondierungen, ausser Nr. 15-2 und 16-7
- Obergrenze: 0.0–1.4 m u.T.
- Mächtigkeit: >20 m
- Material: – toniger Silt, wenig plastisch, steif, viel Sand, wenig Kies, organische Beimengungen,
– siltiger Sand, vereinzelt bis viel Kies, organische Beimengungen

- Lagerung: sehr locker
- Tragfähigkeit: klein
- Setzungsempfindlichkeit: sehr gross
- Besonderheit: feuchtigkeitsempfindlich, empfindlich auf hydraulische Grundbrucherscheinungen, kann stellenweise Torf enthalten

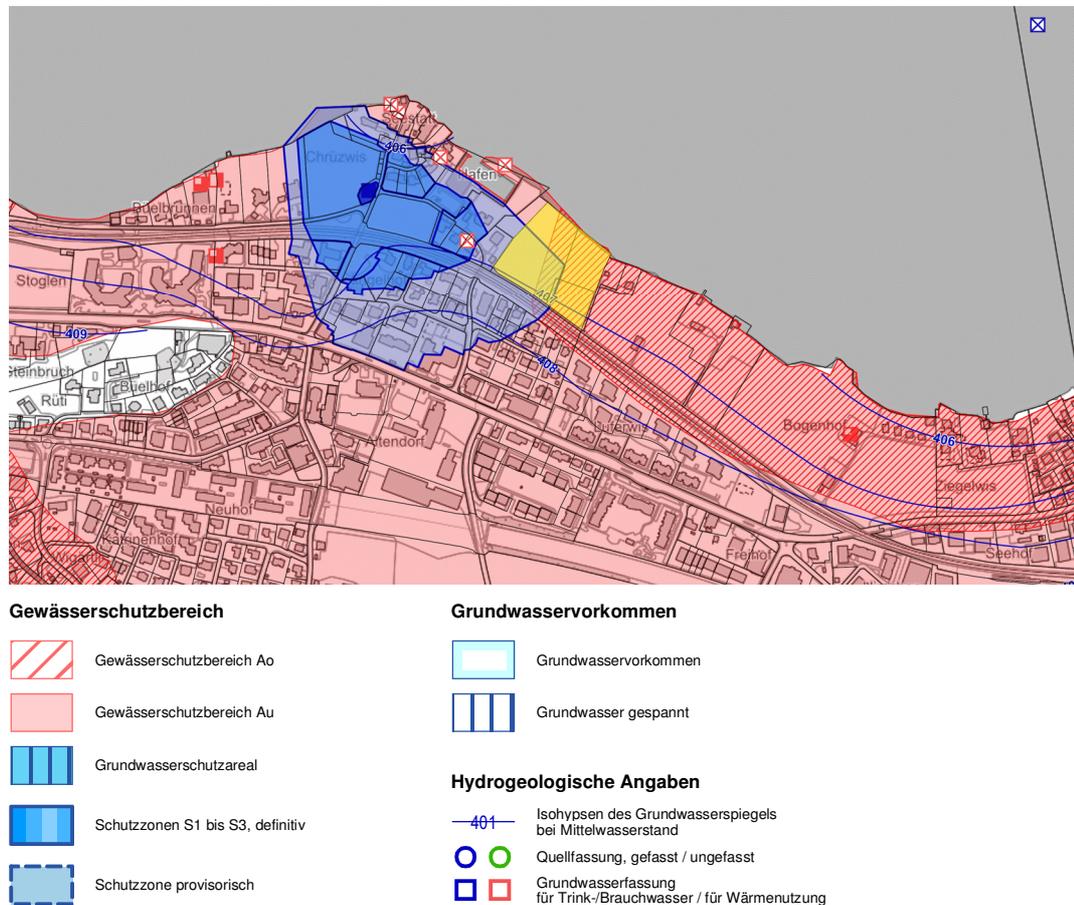
3.3 Bachschutt

- Vorkommen: 15-1, 15-2, 16-2, 16-3, 16-4, 16-5, 16-7, 16-8
- Obergrenze: 1.2–3.2 m u.T.
Verbreitung uneinheitlich (ältere Bachläufe)
- Mächtigkeit: > 0.9 resp. 1.1–4.1 m
- Material: siltfreier bis (tonig-)siltiger Sand und Kies
teilweise organische Beimengungen (Sondierung Nr. 16-5)
- Lagerung: locker bis mitteldicht
- Tragfähigkeit: klein bis mittel
- Setzungsempfindlichkeit: mittel bis gross
- Besonderheit: empfindlich auf hydraulische Grundbrucherscheinungen, kann stellenweise Torf enthalten

4 WASSERVERHÄLTNISSE

- Wasservorkommen: Grundwasser, ganzes Areal
- Wasserleiter: Bachschutt sowie durchlässigere Zonen innerhalb der Seeablagerungen
- Wasserspiegel: *vgl. Tabelle 1*, Grundwasserspiegel und -schwankungen korrespondieren in Seenähe mit dem Seespiegel des Zürichsees:
 - mittlerer Wasserspiegel: 406.1 m ü.M.
 - Hochwasserspiegel: 407.1 m ü.M.
- Wasserfassung, Quelle: Trinkwasserfassungen Seestatt (konz. Entnahmemenge: 1500 l/min) in rund 200 m westlich, südwestlicher Teil des Projektareals innerhalb Schutzzone S3
- Gewässerschutzbereich: A_u (nutzbare unterirdische Gewässer sowie die zu ihrem Schutz notwendigen Randgebiete)
A_o (oberirdische Gewässer und dessen Uferbereiche, soweit dies zur Gewährleistung einer besonderen Nutzung erforderlich ist)

Figur 1: Ausschnitt aus der Gewässerschutzkarte 1:10'000, Projektareal gelb markiert



Grundwasserschutz

Das Projektareal ist gemäss der Gewässerschutzkarte des Kantons Schwyz dem Gewässerschutzbereich A_u und teils A_o zugeordnet. Der südwestliche Arealteil liegt zudem in der Schutzzone S3 der Trinkwasserfassung Seestatt.

Während der Bauausführung muss darauf geachtet werden, dass keine Verschmutzungen des Grundwassers und des Grundwasserleiters vorkommen. Da der Grundwasserleiter während der Bauphase entblösst wird, ist er auf Verschmutzungen besonders anfällig.

Gemäss der seit dem 1.1.1999 in Kraft getretenen Eidg. Gewässerschutzverordnung dürfen im Gewässerschutzbereich A_u keine Bauten erstellt werden, die unter dem mittleren Grundwasserspiegel liegen (Anhang 4, Ziffer 211). Ausnahmegewilligungen sind unter bestimmten Voraussetzungen möglich. Zur Erhaltung der ursprünglichen Durchflusskapazität sind bei Bedarf gezielte Massnahmen vorzusehen.

5 BAUTECHNISCHE VERHÄLTNISSE

5.1 Projekt

Gemäss den verfügbaren Projektunterlagen sind hinsichtlich Tiefbau- und Erdarbeiten eine Seeaufweitung zur Herstellung einer Flachwasserzone, der Bau eines in den See hinausragenden Stegs, der Bau eines Parkpavillons mit Sanitäranlagen, die Aufschüttung eines Hügels sowie die Terrassierung des Geländes vorgesehen. Die Aushubtiefen betragen in aller Regel maximal etwa 1.0–1.5 m, der Hügel dürfte etwa 2 m hoch geschüttet werden.

5.2 Baugrundwerte

Für erdstatische Berechnungen können die aufgrund der Sondierergebnisse geschätzten Baugrundwerte gemäss SIA-Norm 267 (Geotechnik) der nachfolgenden *Tabelle 2* verwendet werden. Es handelt sich dabei um geschätzte Mittelwerte mit Angabe von Extremwerten.

*Tabelle 2: Baugrundwerte für ungestörte Verhältnisse
(geschätzte Mittelwerte X_m , in Klammer Extremwerte X_{extr})*

Bodenbeschreibung	Raumlast	Kohäsion	Reibungswinkel	Zusammendrückungsmodul	
				Erstbelastung	Wiederbelast.
				ME	ME'
	γ	c'	φ'	$[MN/m^2]$	$[MN/m^2]$
	$[kN/m^3]$	$[kN/m^2]$	$[^\circ]$		
<i>künstliche Auffüllungen</i> – tonig-siltiger Sand und Kies	19	0	(26) 28	–	–
<i>Seeablagerungen</i> – toniger Silt, viel Sand, wenig Kies	19.5	(2) 5	(23) 25	(5) 8	25
– siltiger Sand, vereinzelt bis viel Kies	19.5	0	(26) 28	(8) 12	35
<i>Bachscht</i> – siltfreier bis (tonig-)siltiger Sand und Kies	20	0	(30) 32	(10) 20	60

Umrechnung Einheiten:

$$1 \text{ kN/m}^3 = 0.1 \text{ t/m}^3 \quad 1 \text{ kN/m}^2 = 0.1 \text{ t/m}^2 = 0.01 \text{ kg/cm}^2 \quad 1 \text{ MN/m}^2 = 100 \text{ t/m}^2 = 10 \text{ kg/cm}^2$$

Für die Bestimmung der charakteristischen Werte X_k kann folgende Formel verwendet werden:

$$X_k = X_m - \alpha (X_m - X_{extr})$$

Faktor für Zuverlässigkeit α :

$\alpha = 0.40$ für Kohäsion c' (berechneter Wert ist auf die ganze Zahl abzurunden)

$\alpha = 0.20$ für übrige Parameter

Erdbeben

Für die erdbebengerechte Projektierung gemäss SIA-Norm 261 (Einwirkungen auf Tragwerke) ist der Untergrund im Untersuchungsgebiet aufgrund der Sondiererergebnisse und bezogen auf das vorliegende Projekt der Baugrundklasse D zuzuordnen.

5.3 Foundation

Flachfundation (Wege, Plätze)

Der vorhandene, generell setzungsempfindliche Untergrund eignet sich nicht als Fundationsunterlage für (befahrbare) Wege und Plätze. Zur Herstellung einer tragfähigen Fundationsunterlage kann ein genügend mächtiger Materialersatz als Unterlage für den Oberbau eingebracht werden. Im letzteren Fall sollte zwischen dem sandig-kiesigen Materialersatz und dem anstehenden Untergrund ein starkes Vlies eingebracht werden, um die Tragfähigkeitsverhältnisse zu verbessern. Die künstlichen Auffüllungen und Seeablagerungen reagieren empfindlich auf Witterungseinflüsse, weshalb nach Erreichen der Aushubsohle auf diesen Schichten sofort das Vlies mit dem Materialersatz aufzubringen ist. Eine Durchnässung der Aushubsohle hätte eine Auflockerung und eine damit verbundene Tragfähigkeitseinbusse zur Folge. Im Bereich von befahrbaren Wegen und Plätzen empfiehlt sich die Ausführung von Plattendruckversuchen, um den Oberbau im Detail bestimmen zu können.

Für allfällige Tragfähigkeits- und Setzungsabschätzungen können die Baugrundwerte der *Tabelle 2* in Rechnung gesetzt werden. Im Weiteren verweisen wir auf die Strassenbau-Normen.

Pfahlfundation (Steg, Pavillon)

Die Seeablagerungen stellen einen schlecht tragfähigen und setzungsempfindlichen Untergrund dar. Auch der Bachschutt ist als mässig bis schlecht tragfähiger Baugrund zu bezeichnen. Der vorgesehene *Steg* muss daher mit Pfählen fundiert werden. Um Setzungen und Setzungsdifferenzen zu vermeiden, empfehlen wir, auch beim *Pavillon* von einer Flachfundation abzusehen und diesen auf Pfählen zu fundieren.

Bei einer Pfahlfundation muss aufgrund des Fehlens einer deutlich dichter gelagerten Schicht bis in grössere Tiefe von einer «schwimmenden» Pfahlfundation ausgegangen werden, bei welcher die Pfahllasten grösstenteils über Mantelreibung an den Untergrund abgegeben werden. Als Grundlage für die Dimensionierung der «schwimmenden» Pfähle können im ungestörten Untergrund für den Lastfall «Druck» die nachfolgenden *äusseren Tragwiderstände* (Bruch des anstehenden Untergrundes) in Rechnung gesetzt werden:

Tabelle 3: Äussere Tragwiderstände

	Mantelreibung (kN/m ²)	Spitzenwiderstand *) (kN/m ²)
Künstliche Auffüllungen	vernachlässigen	–
Bachschutt	40–60	–
Seeablagerungen	20–30	≤ 1000

*) rechnerische Abschätzung, z.B. nach Lang/Huder

Für den Lastfall «Zug» müssten die oben genannten Werte um rund 40–50 % reduziert werden.

Bei konventionellen Bohrpfählen wäre in den kohäsionslosen, siltig-sandigen Seeablagerungen mit erheblichen Problemen aufgrund von Grundbrucherscheinungen im Bohrloch zu rechnen. Von einer Wahl von konventionellen Bohrpfählen ist deshalb im vorliegenden Fall abzuraten. Stattdessen kommen entweder Rammpfähle oder beim Pavillon allenfalls Verdrängungs-Bohrpfähle in Frage.

Rammpfähle haben gegenüber Verdrängungs-Bohrpfählen den Nachteil, dass sie zu Lärm- und Erschütterungsimmissionen führen. Insbesondere in wassergesättigten, feinkörnigen Schichten werden Rammerschütterungen sehr gut übertragen. Dies kann zu Schäden an nahe gelegenen Bauten führen. In diesem Fall sind diesbezüglich allenfalls bestehende Leitungen relevant (keine Häuser und Strassen in unmittelbarer Nähe des Stegs resp. des Pavillons). Durch den projektierenden Bauingenieur ist ein entsprechendes Überwachungskonzept auszuarbeiten.

Für die Pfählungsarbeiten muss ein spezielles Planum (z.B. mit Vlies unterlegter Kieskoffer) erstellt werden, dessen Mächtigkeit vom Gewicht des Bohr- resp. Rammgerät abhängt.

Bei der Dimensionierung der Pfähle müssen allfällige Aufschüttungen, welche nachträglich im Zuge der Umgebungsgestaltung aufgebracht werden, berücksichtigt werden, da diese zu einer zusätzlichen Beanspruchung der randlichen Pfähle in horizontaler und vertikaler Richtung führen.

Aufschüttungen

Im südwestlichen Bereich des Parks ist die Aufschüttung eines «Hügels» vorgesehen. Die maximalen Schüttungshöhen betragen ca. 2 m. Insgesamt dürften schätzungsweise ca. 300–400 m³ fest Material geschüttet werden. Die Schüttung kommt gemäss der Sondierung Nr. 16-2 über geringmächtige künstliche Auffüllungen und darunter Seeablagerungen zu liegen. Aufgrund der schlechten Tragfähigkeitseigenschaften des Untergrundes ist dabei die Ausbildung einer Setzungsmulde zu erwarten, welche sich unter Umständen bis über das Projektgrundstück hinaus ausdehnen kann. Zur Abschätzung der Ausdehnung und Grössenordnung der Setzungsmulde empfiehlt es sich, eine Setzungsabschätzung durchzuführen.

Nebst den Setzungen des Untergrundes kann sich auch die Aufschüttung selbst in sich setzen. Um die damit verbundenen Setzungsbeträge zu minimieren, sollte die Aufschüttung schichtweise aufgebracht (d = 0.3–0.4 m) und verdichtet werden.

Für Setzungsberechnungen können die Baugrundwerte der *Tabelle 2* verwendet werden.

5.4 Aushub

Belastungssituation Untergrund

Das Projektareal ist nicht im Kataster der belasteten Standorte (KbS) eingetragen. Belastete Aushubmaterialien, wie sie gemäss den Sondierungen (vgl. Nr. 15-2) voraussichtlich anfallen werden (bauschutthaltige künstliche Auffüllungen), müssen aber einer gesetzes- und vollzugskonformen Weiterverwendung resp. Entsorgung zugeführt werden (vgl. Unterkapitel «Verwendung des Aushubmaterials»).

Baggerfähigkeit und Abbaubarkeit

Bei den auszuhebenden Lockergesteinsschichten sind von der Lagerungsdichte her keine Probleme beim Aushub zu erwarten. Das Aushubmaterial darf durchwegs als normal baggerfähig bezeichnet werden.

In den wassergesättigten, siltig-sandigen Schichten der Seeablagerungen sind Begeh- und Befahrbarkeitsprobleme zu erwarten. Wir empfehlen, Aushubarbeiten nach Möglichkeit «vor Kopf» zu realisieren.

Verwendung des Aushubmaterials

Künstliche Auffüllungen

In den Bohrungen Nr. 15-1, 15-2, 16-7 und 16-8 am Seeufer wurden bis zu 1.2 m mächtige *künstliche Auffüllungen* aufgeschlossen. Dabei dürfte es sich um im Zuge früherer Seeuferanpassungen geschüttetes Material handeln. Die künstlichen Auffüllungen weisen teilweise *Fremdstoffe* (z.B. Bauschutt) auf. In der Sondierung Nr. 15-2 müssen die künstlichen Auffüllungen aufgrund des Fremdstoffanteils von rund 10 Gew.-% als mässig belastet («Inertstoff») klassiert werden. In den übrigen Sondierungen wurden in den künstlichen Auffüllungen nur vereinzelt Fremdstoffe festgestellt (unbelastet oder schwach belastet). Hinweise auf starke Belastungen wurden bei den bisherigen Sondierungen nicht festgestellt.

Für das Projekt bedeutet dies, dass bei den vorgesehenen Aushubarbeiten am Seeufer («Flachwasserzone») mit belastetem Aushubmaterial innerhalb der künstlichen Auffüllungen gerechnet werden muss. Im Bereich der vorgesehenen Flachwasserzone dürfte bei Aushubtiefen von maximal ca. 1.5 m insgesamt schätzungsweise 1'000 m³ (fest) Material ausgehoben werden. Bei einer geschätzten mittleren Mächtigkeit der potentiell belasteten künstlichen Auffüllungen von 0.7–0.8 m stellen diese rund die Hälfte des genannten Aushubmaterials dar (ca. 500 m³ fest). Obschon bei den nahe gelegenen Sondierungen Nr. 15-1, 16-7 und 16-8 kein mässig oder stark belastetes Material angetroffen wurde, dürften erfahrungsgemäss Teile des Aushubs Belastungen aufweisen. Unter der willkürlichen Annahme, dass die Hälfte der künstlichen Auffüllungen mässige bis starke Belastungen aufweisen, würden unter den oben gemachten Annahmen rund 250 m³ belastetes Aushubmaterial anfallen.

Mässig oder stark belastetes Aushubmaterial darf – einmal ausgehoben – nicht mehr eingebaut, sondern muss speziell entsorgt werden. Um eine fachgerechte Handhabung und Entsorgung von belastetem Aushubmaterial sicherzustellen, empfehlen wir, beim Vorliegen eines detaillierten Projekts ein *Konzept für Aushub und Entsorgung* zu erstellen, welches Aushub, Triage und die Entsorgungswege von belastetem Aushubmaterial regelt. Die Aushubar-

beiten am Seeufer sind eine Fachperson altlastenrechtlich begleiten zu lassen («*Fachbauleitung Altlasten*»).

Natürlicher Untergrund

Im Projektgebiet sind die feinkörnigen Seeablagerungen mit sandig-kiesigem Bachschutt verzahnt. Der Untergrund ist dementsprechend zonenweise unterschiedlich aufgebaut. Tonig-siltiges Aushubmaterial (Seeablagerungen) eignet sich nicht für eine Wiederverwertung und muss abgeführt werden. Sandiges (Seeablagerungen) sowie sandig-kiesiges Aushubmaterial (Bachschutt) kann hingegen *im trockenen Zustand* zur Parkgestaltung z.B. für anspruchslose Schüttungen weiter verwendet werden.

In diesem Zusammenhang ist zu erwähnen, dass sich wassergesättigte Silt- und Sandschichten beim Transport rasch verflüssigen und zu damit verbundenen Schwierigkeiten führen können. Es ist deshalb empfehlenswert, das Aushubmaterial vorgängig zu entwässern. Falls die auszuhebenden Schichten nicht trocken gelegt werden können, darf nur mit einem partiellen Füllungsgrad von Lastwagen gerechnet werden.

Schutz der Aushubsohle

Beim Pavillon empfehlen wir, die Aushubsohle sofort nach deren Freilegung mit einer schützenden Drainage- resp. Filterschicht abzudecken. Die Drainageschicht kann gerade als Plandum für die Pfahlfundation verwendet werden (*Kapitel 5.3*).

5.5 Böschungen

Freie Abböschungen *über dem Grundwasserspiegel* sollten Böschungsneigungen von 2:3 (33°) nicht überschreiten. Steilere Böschungen müssen mit zusätzlichen baulichen Massnahmen gesichert werden.

Auflasten und Materialdeponien müssen aus Stabilitätsgründen genügend weit von der Böschungskrone entfernt angeordnet werden. Der Abstand muss mindestens so gross sein wie die vertikale Böschungshöhe.

5.6 Bauwasserhaltung

Zur Trockenhaltung von allfälligen Baugruben empfehlen, offene Wasserhaltungen mit Pumpensämpfen, ergänzt mit einzelnen Stichdrainagen resp. Drainagesträngen vorzusehen. Die Bauwasserhaltung muss über dem Grundwasserspiegel resp. dem Seepegel hauptsächlich den massgebenden Meteorwasseranfall bewältigen können.

Die Ableitung des in Baugruben anfallenden Wassers hat nach SIA-Empfehlung 431 zu erfolgen. Danach sollte das Baugrubenabwasser unter Vorschaltung eines Absetzbeckens (evtl. mit Neutralisationsanlage) in die Schmutzwasserkanalisation abgeleitet werden. Eine Einleitung in einen Meteor- oder Reinabwasserkanal ist nur mit Bewilligung der zuständigen Behörde und unter Einhaltung der Einleitbedingungen gestattet.

5.7 Trockenhaltung von in den Untergrund eintauchenden Gebäudeteilen

Die Gebäudesohle des Pavillons kommt *über* dem Grundwasserspiegel zu liegen. Dennoch ist es im vorliegenden Fall zweckmässig, die Boden-/Wandanschlüsse des Pavillons wasserdicht auszubilden und alle in den Untergrund eintauchenden Bauteile vor Staunässe zu schützen (z.B. Schwarzanstrich). Ein eigentlicher Wasserdruck resp. Auftrieb muss aber vom Statiker nicht in Rechnung gesetzt werden.

5.8 Bauüberwachung

Im Rahmen der Bauüberwachung sind vor, während und nach Abschluss der Bauarbeiten die notwendigen Messungen und Beobachtungen durchzuführen. Mit der Ausarbeitung des entsprechenden Überwachungskonzeptes ist der projektierende Ingenieur zu beauftragen. Für die Festlegung der zulässigen Deformationen (Melde- und Alarmwerte) ist das Schadenpotential im möglichen Einflussbereich von Baugruben und von Aufschüttungen (z.B. Werkleitungen, Bahnlinie SBB, Nachbargebäude) zu ermitteln und zu berücksichtigen.

Mit der Überwachung können kritische Bauphasen frühzeitig erkannt und allfällige nötige Gegenmassnahmen rechtzeitig eingeleitet werden. Zudem lassen sich ungerechtfertigte nachträgliche Forderungen zurückweisen und berechtigte Forderungen können quantifiziert werden.

5.9 Weitere Empfehlungen und Hinweise

Für die Ausarbeitung des Fundationskonzeptes (Pfahlfundation) ist ein im (Spezial-)Tiefbau erfahrener Ingenieur zu beauftragen. Bei Unklarheiten in der Interpretation des vorliegenden geologisch-geotechnischen Berichtes ist der Geologe beizuziehen. Bei der Wahl spezieller Baumethoden drängen sich allenfalls zusätzliche Untersuchungen auf. Diese müssen in Absprache mit dem projektierenden Bauingenieur und dem Unternehmer erfolgen.

Da die Vorhersage von Baugrund- und Tragwerksverhalten trotz durchgeführter Untersuchungen, Überwachungen und Berechnungen nicht immer mit ausreichender Zuverlässigkeit möglich ist, müssen unter Umständen bei der Projektierung geotechnische Risiken akzeptiert werden. Die Bauausführung und allenfalls auch die Nutzung haben dann unter der Anwendung der *Beobachtungsmethode* zu erfolgen (SIA 267, Ziff. 2.1.5). Dies muss fallweise durch den projektierenden Ingenieur in Rücksprache mit dem Geologen entschieden werden.

Geotechnische Risiken sind einschliesslich der Massnahmen zu ihrer Bewältigung in der *Projektbasis* unter Nennung der entsprechenden Gefährdungsbilder zu beschreiben (SIA 267, Ziff. 2.2.4). Dazu kann der vorliegende geologisch-geotechnische Bericht herangezogen werden. Akzeptierte Risiken sind unter Nennung von Ausmass und Kostenfolge mit den Auftraggebenden bzw. mit der Bauträgerschaft zu vereinbaren und in der *Nutzungsvereinbarung* zu dokumentieren (SIA 267, Ziff. 2.2.5).

Die Erstellung der Nutzungsvereinbarung, der Projektbasis sowie des Kontroll- und Überwachungsplanes gemäss SIA 260 liegt im Verantwortungsbereich des projektierenden Ingenieurs.

Der Baugrund ist während der Ausführung und geplanten Nutzung des Bauwerks auf potenziell vorhandene geotechnische Risiken zu überprüfen (SIA 267, Ziff. 2.2.1). Der Geologe ist durch den projektierenden Ingenieur oder die Bauleitung bei Bedarf für eine Beurteilung beizuziehen.

6 METEORWASSERVERSICKERUNG

Zur Gewährleistung der Grundwasserneubildung und zur Entlastung der Kanalisation muss nicht verschmutztes Abwasser von Dachflächen, Strassen, Wegen und Plätzen wenn immer möglich an Ort und Stelle zur Versickerung gebracht werden (Eidg. Gewässerschutzgesetz GSchG vom 24.1.1991, Art. 7.2). Ist eine Versickerung aufgrund der örtlichen Verhältnisse nicht möglich, so kann das anfallende Meteorabwasser mit Bewilligung der kantonalen resp. kommunalen Behörde in einen Meteor- bzw. einen Reinabwasserkanal oder direkt in ein oberirdisches Gewässer eingeleitet werden. Dabei sind nach Möglichkeit Rückhaltmassnahmen zu treffen, damit das Wasser bei grossem Anfall gleichmässig abfliessen kann.

Die «Richtlinie zur Versickerung, Retention und Ableitung von Niederschlagswasser in Siedlungsgebieten» (VSA, 2002 mit Ergänzungen 2008) enthalten die wichtigsten Grundsätze zur Entsorgung von Regenwasser und praktische Hilfen zu deren Umsetzung.

Aufgrund der schlechten Wasserdurchlässigkeit der Seeablagerungen und des hoch liegenden Grundwasserspiegels ist eine Versickerung des Dachwassers des Pavillons nicht möglich. Wir empfehlen, das Dachwasser dem See zuzuleiten.

Wege und Plätze können mit durchlässigen Belägen versehen werden, so dass das Wasser via die sandig-kiesige Foundationsschicht flächenhaft im Untergrund versickern kann. Der nicht versickerbare Anteil des Wassers ist auf angrenzende Grünflächen zu leiten, wo das Wasser verlaufen und diffus versickern kann.

Ibach-Schwyz, 24. Oktober 2016
151593 Bericht_Baugrund.docx (PDF-Ausdruck) Ga/PB

Dr. Heinrich Jäckli AG

Sachbearbeiter:

Pierre Gander, Geologe CHGEOL-cert
Peer Bänninger, dipl. Geol. UniZH