

Münchenbuchsee

Überbauung Landi-Areal

Geologische Archivrecherche

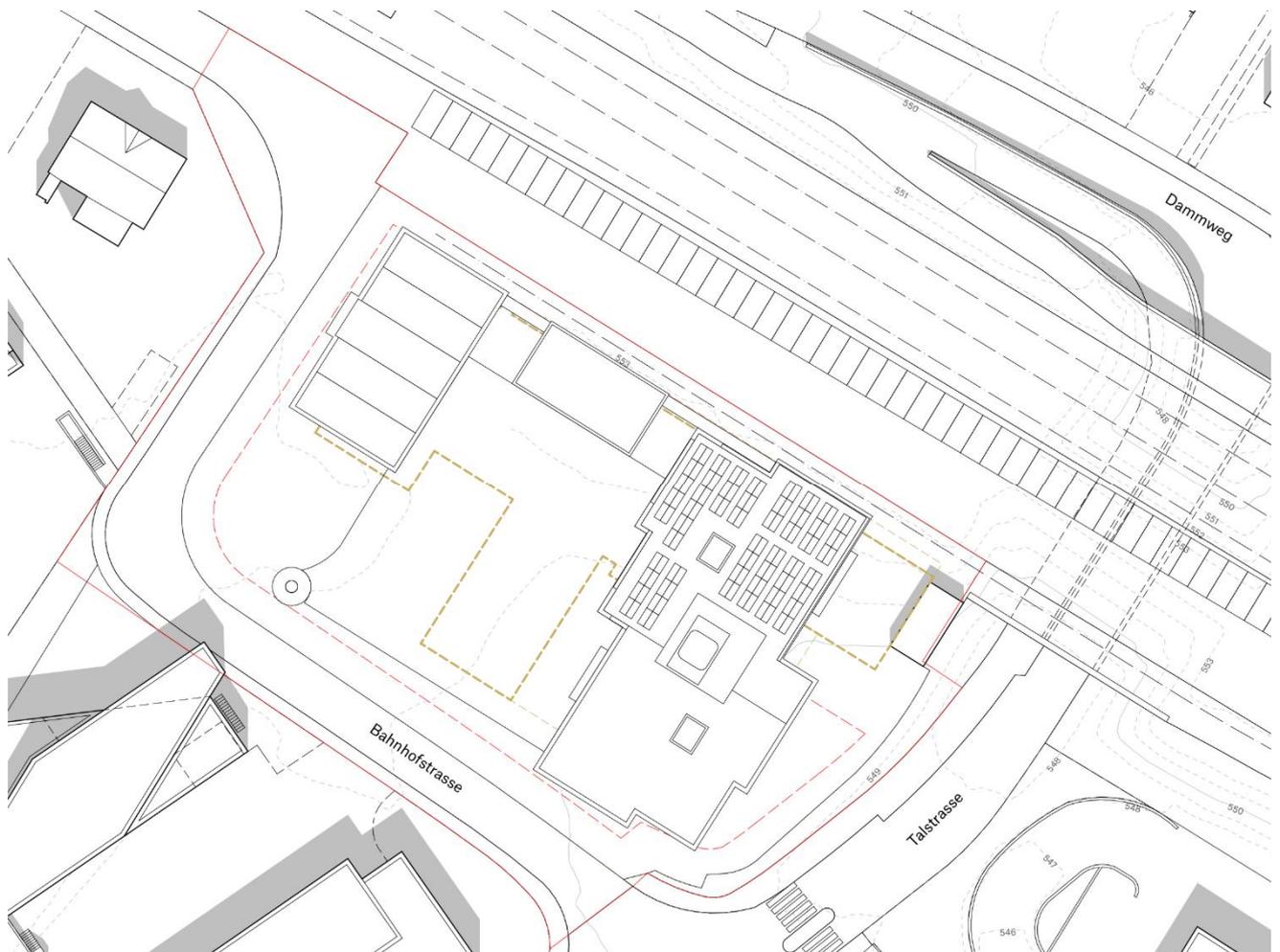
Auftraggeber
Allreal Generalunternehmung AG
Zieglerstrasse 53
3007 Bern

Datum
22. August 2023

Geotechnisches Institut AG
Bümplizstrasse 15
3027 Bern

Auftrags-Nr.
31.5492.001

031 389 34 11
info.be@geo-online.ch
www.geo-online.ch



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Auftragsverhältnisse und Beteiligte	1
1.2	Ausgangslage und Zielsetzung	1
1.3	Ausgeführte Arbeiten	1
1.4	Verwendete Unterlagen	1
1.5	Lage und Beschaffenheit des Projektareals	2
2	Baugrundverhältnisse	6
2.1	Geologischer Überblick	6
2.2	Schichtaufbau	6
2.2.1	Schicht a / künstliche Auffüllungen	6
2.2.2	Schicht b / Verlandungs- und Stillwassersedimente	7
2.2.3	Schicht c / fluvioglaziale Ablagerungen	8
2.2.4	Schicht d / Moräne	8
2.2.5	Schicht e / Untere Süsswassermolasse	9
2.3	Seismische Einstufung	10
3	Grundwasser	11
3.1	Planerischer Grundwasserschutz	11
3.2	Grundwasservorkommen	11
3.3	Schwankungsverhalten	12
3.4	Durchlässigkeit	12
3.5	Chemische Beschaffenheit	12
4	Erste bautechnische Folgerungen	14
4.1	Projekt	14
4.2	Foundation und Setzungen	14
4.3	Baugrube und Wasserhaltung	14
4.4	Einbauten ins Grundwasser	15
4.5	Aushub und Wiederverwendbarkeit	16
4.6	Versickerung	17
4.7	Geothermische Nutzung des Untergrunds	17
5	Weitere Hinweise	19
5.1	Überwachung	19
5.2	Kenntnisstand	19
5.3	Schlussbemerkung	19

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Situationsplan mit Lage des Projektareals
Abbildung 2	Ausschnitt aus dem kantonalen Kataster der belasteten Standorte
Abbildung 3	Ausschnitt aus der kantonalen Grundwasserkarte

Beilagenverzeichnis

Beilage 1	Situation	1 : 500
Beilage 2	Bohrprofile Kb 97.02, RB 1, RB 2, Kb 12/1, Kb12/2	1 : 100

1 Einleitung

1.1 Auftragsverhältnisse und Beteiligte

Auftraggeber	Allreal Generalunternehmung AG Zieglerstrasse 53 3007 Bern
Planungsphase	ZPP/UeO
Auftrag	Durchführung einer geologischen Archivrecherche für das Projektareal anhand bestehender Untersuchungen und Dokumentation in einem Bericht mit Folgerungen und Optimierungsmöglichkeiten laut unserer Offerte vom 24. April 2023 rev. 24. Juli 2023.
Auftragserteilung	Schriftlich am 4. August 2023.

1.2 Ausgangslage und Zielsetzung

Das Landi-Areal beim Bahnhof Münchenbuchsee soll entwickelt, das heisst der Bestand rückgebaut und das Areal neu bebaut werden. Münchenbuchsee hat für den Projektperimeter eine Zone mit Planungspflicht (ZPP) ausgeschieden. Für die Erreichung einer Baubewilligung ist demnach zusammen mit der Gemeinde eine Überbauungsordnung zu erarbeiten.

Für die weitere Projektierung sollen die vorhandenen Kenntnisse zur Geologie und zum Grundwasser aus früheren Untersuchungen im Umfeld des Areals im Sinne einer Archivrecherche zusammengetragen und aufgearbeitet werden. In der jetzigen Phase wurden für das vorliegende Gutachten keine neuen Sondierungen ausgeführt.

Der vorliegende Bericht beschreibt die bekannten geologischen/hydrogeologischen Verhältnisse, wertet diese projektspezifisch soweit möglich und sinnvoll aus und bewertet den aktuellen Wissensstand respektive zeigt Wissenslücken auf. Zudem werden Empfehlungen zur geologisch-geotechnischen und hydrogeologischen Optimierung der geplanten Bauten abgegeben.

1.3 Ausgeführte Arbeiten

durch Geotechnisches Institut AG, Bern

- Archivrecherche, Aufbereitung und Auswertung der bestehenden Unterlagen;
- Darstellung der Sondierungen auf einer Situation;
- Verfassen des vorliegenden Berichts.

1.4 Verwendete Unterlagen

- [1] Futurafrosch Architektur und Raumentwicklung GmbH / JANS Landschaftsarchitektur & Gestaltung öffentlicher Raum / Rombo GmbH, Zürich: "Landi Areal, Münchenbuchsee – Schlusspräsentation" vom 2. Mai 2022.

- [2] Amt für Wasser und Abfall des Kantons Bern, Bern: "Münchenbuchsee, Arealentwicklung, Landi (KbS-Nr. 05460106) – Altlastenvoruntersuchung Teil I: Historische Untersuchung – Stellungnahme des Amtes für Wasser und Abfall des Kantons Bern", Brief vom 30. Mai 2023.
- [3] Geotest AG, Zollikofen: "Münchenbuchsee, Arealentwicklung Landi – Hydrogeologische Verhältnisse und Risiken Futurafrosch", Aktennotiz Nr. 1221019.3 vom 17. Dezember 2021.
- [4] Geotest AG, Zollikofen: "Münchenbuchsee, Arealentwicklung Landi (KbS-Nr. 05460106) – Altlastenvoruntersuchung Teil I: Historische Untersuchung", Bericht Nr. 1221019.1 vom 16. April 2021.
- [5] geo7 AG, Bern: "Gemeinde Münchenbuchsee – Kommunalen Richtplan Energie - Genehmigung":
 - Erläuterungsbericht vom 4. Januar 2017;
 - Massnahmenblätter vom 19. Juni 2017;
 - Richtplankarte 1 : 7'000 vom 5. Januar 2017.
- [6] Geotechnisches Institut AG, Bern: "Münchenbuchsee, Aufhebung Niveau-Übergang – Baugrunduntersuchung", Bericht GI-Nr. 131.3073.001 vom 14. Februar 2000.
- [7] Geotechnisches Institut AG, Bern: "Münchenbuchsee, Überbauung «Seedorfweg Nord» – Bericht über die Baugrunduntersuchung", Bericht GI-Nr. 131.2988.000 vom 15. September 1998.
- [8] Geoportal des Kantons Bern, Stand August 2023:
 - Felsreliefkarte;
 - Gewässerschutzkarte;
 - Grundwasserkarte;
 - Grundwassernutzung;
 - Erdwärmesonden (Bevilligung);
 - Kataster der belasteten Standorte;
 - Naturgefahrenkarte;
 - Ereigniskataster der Naturgefahren;
 - Versickerungskarte;
 - Archäologisches Inventar;
 - Radonkonzentrationen in Innenräumen.
- [9] Geoportal des Bundes, Stand August 2023:
 - Kataster der belasteten Standorte Militär/ÖV/Zivilflugplätze;
 - Gefährdungskarte Oberflächenabfluss;
 - Radonkarte;
 - Erdbebenzonen nach der Baunorm SIA 261;
 - Karte der seismischen Baugrundklassen nach der Baunorm SIA 261.

1.5 Lage und Beschaffenheit des Projektareals

Lage

In Münchenbuchsee ist auf dem heutigen Areal der Landi auf der Parzelle Nr. 68 an der Bahnhofstrasse 5/5b der Neubau einer Überbauung vorgesehen. Unmittelbar nördlich befindet sich die Park & Ride-Anlage des Bahnhofs Münchenbuchsee. Die 4139 m² grosse Bauparzelle ist gut zur Hälfte überbaut und mit Ausnahme einer kleinen Gartenfläche und eines schmalen Grünstreifens wie auch das umliegende Gebiet nahezu vollständig versiegelt. Die Terrainhöhe liegt im südöstlichen Bereich

auf rund 549.5 m ü. M. und steigt zum Bahnareal kontinuierlich auf ca. 553.0 m ü. M. an. Die Zentrumskoordinaten lauten rund 2'601'140/1'207'700.

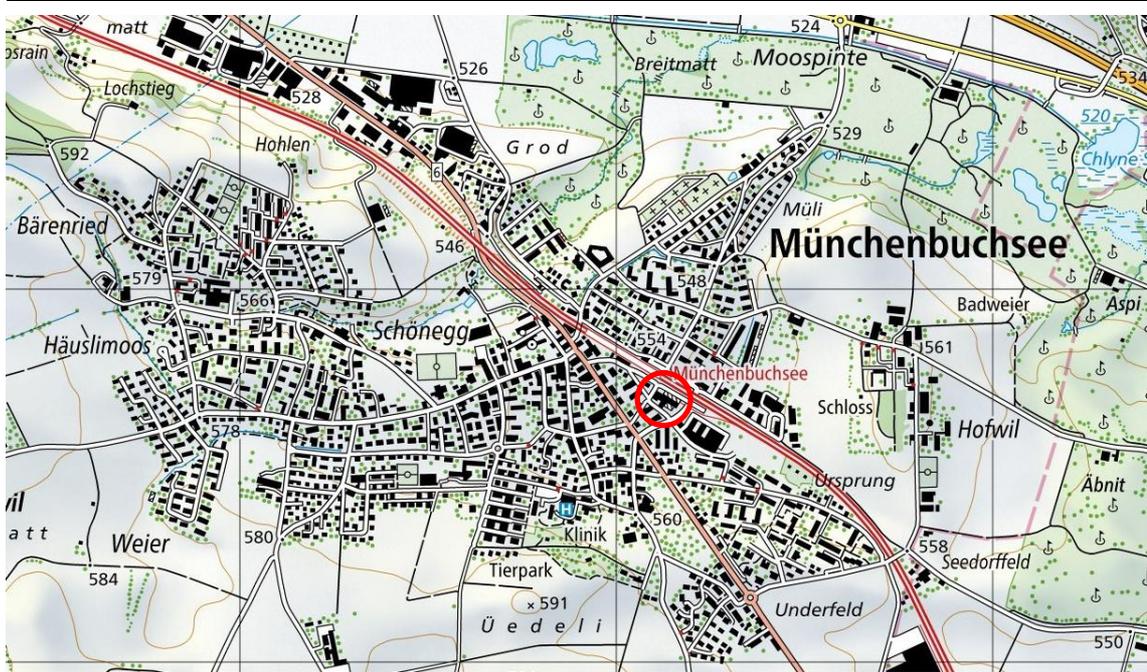


Abbildung 1
Situationsplan mit Lage des Projektareals

Quelle: Bundesamt für Landestopografie.

Die Entwicklung des heutigen Gebäudekomplexes ist in [4] dokumentiert. Demnach war ein erstes Gebäude auf der Westseite bereits 1880 vorhanden. Laut der topografischen Karte von 1880 führte ein Bach durch den Projektstandort, welcher von Westen her zufloss und auf der Parzelle gegen Nord-nordwesten umbog und im Talboden in die Urtene mündete. Später verschwand der Bachlauf auf den Karten. Wieweit er heute eingedolt die Parzelle quert und als Mühlebach rund 200 m nordöstlich der Landi wieder zutage tritt ist uns aktuell nicht bekannt.

Naturgefahren

Der Projektstandort weist nach [8] weder in der Naturgefahrenkarte noch im Ereigniskataster der Naturgefahren Einträge auf. Aufgrund der lokalen Topografie ist laut [9] bei Starkniederschlägen jedoch lokal und vor allem im südlichen Bereich mit oberflächlich abfließendem/stehendem Wasser zu rechnen. Die Fliesstiefe beträgt jeweils < 0.1 m.

Radon ist ein im Boden entstehendes natürliches, radioaktives Edelgas, das krebserregend ist. Es kann aus dem Untergrund in Gebäude gelangen und im Innern durch die dichte Gebäudehülle aufkonzentriert werden kann. Die Wahrscheinlichkeit für die Überschreitung des Radonreferenzwertes von 300 Bq/m^3 in Gebäuden beträgt gemäss [9] am Standort 3 % (Vertrauensindex mittel). Umliegende Radonmessungen [8] haben meist Werte $< 300 \text{ Bq/m}^3$ ergeben, nur vereinzelt wurden im Wohnbereich bzw. unbewohnten Bereich Überschreitungen bis ca. 500 Bq/m^3 festgestellt. Für das geplante Neubauvorhaben empfehlen wir, die Ratschläge des Bundesamts für Gesundheit (BAG) zu Neubauten zu berücksichtigen.

Bauschadstoffe

Aufgrund des Gebäudealters kann eine Belastung der Bausubstanz mit Asbest, PAK, CP und PCB nicht ausgeschlossen werden. Im Bereich der Tankstelle sind auch Belastungen mit Benzin/Diesel-KW möglich. Vor dem Rückbau der Gebäude müssen diese Belastungen identifiziert und zum Schutz der Rückbauenden vorgängig saniert werden (insbesondere allfällige Asbestvorkommen). Es ist demnach zu gegebenem Zeitpunkt eine "Gebäudeschadstoffuntersuchung vor Rückbau" gemäss Pflichtenheft der FAGES (Schweizer Fachverband Gebäudeschadstoffe) und den Angaben auf polludoc.ch durchzuführen.

Belastete Standorte

In den nationalen Katastern der belasteten Standorte (Militär, ÖV, Zivilflugplätze) [9] liegen für das Areal keine Einträge vor. Hingegen ist die Projektparzelle nahezu vollflächig im kantonalen Kataster der belasteten Standorte ([8], siehe Abbildung 2) unter der Nr. 05460106 als Betriebsstandort vermerkt. Für die Nachbarparzellen liegen keine Einträge vor.

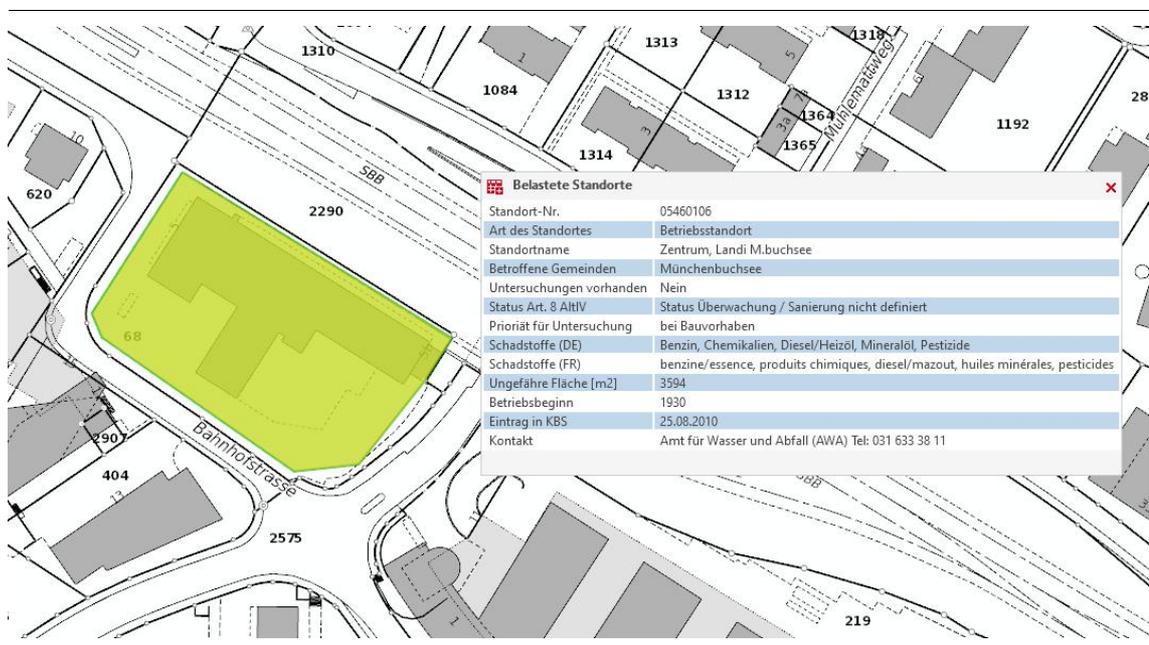


Abbildung 2
Ausschnitt aus dem kantonalen Kataster der belasteten Standorte

Quelle: [8].

Für den Betriebsstandort wurde als erster Schritt der altlastenrechtlichen Voruntersuchung eine historische Untersuchung (HU) durchgeführt [4] und ein Pflichtenheft für die technische Untersuchung (TU) als zweiten Schritt vorgeschlagen. Die HU wurde von der Bewilligungsbehörde, dem Amt für Wasser und Abfall des Kantons Bern (AWA), gutgeheissen und das Pflichtenheft mit wenigen Ergänzungen und Präzisierungen genehmigt [2].

Spätestens mit dem Einreichen des Baugesuchs verlangt die Bewilligungsbehörde, dass die Voruntersuchung abgeschlossen ist. Sinnvollerweise liegt bereits die Stellungnahme des AWA vor und allfällige Erkenntnisse hinsichtlich Belastungen konnten in der Planung bereits berücksichtigt werden. Wir empfehlen deshalb, z.B. im Vorprojekt die TU durchzuführen.

Muss mit dem Aushub von belastetem Aushubmaterial gerechnet werden, so verlangt das AWA üblicherweise ein Entsorgungskonzept, in dem zusätzlich auch die rückzubauenden Materialien aufzunehmen sind. Die Aushubarbeiten müssen abfallrechtlich begleitet werden, der Abschluss der Arbeiten ist mit einem Entsorgungsbericht zu dokumentieren.

Archäologie

Die Bauparzelle ist nach [8] weder als archäologisches Schutzgebiet ausgeschieden noch sind im archäologischen Inventar Fundstellen vermerkt. Da das Areal bereits grösstenteils überbaut wurde, sind archäologische Funde unwahrscheinlich.

2 Baugrundverhältnisse

2.1 Geologischer Überblick

Der Projektstandort ist durch die Vorgänge während und nach den Vergletscherungen geprägt. Die Gletscher haben das heutige Relief des tertiären Festgesteins, welches aus der Unteren Süsswassermolasse (Schicht e, USM: Gümnenen-Formation) mit einer Wechsellagerung von Sandsteinen und Mergeln besteht, geformt.

An der Basis der quartären Lockergesteinsbedeckung findet sich eine gemischtkörnige und sehr dicht gelagerte Moräne (Schicht d). Darüber sind fluvioglaziale Ablagerungen (Schicht c), also Schmelzwasserablagerungen, von sandiger bis kiesiger Zusammensetzung vorhanden. Überlagernd wurden Verlandungs- und Stillwassersedimente (Schicht b) abgelagert, die mehrheitlich feinkörnig ausgebildet sind, meist gegen oben aber auch organisches Material wie Torf enthalten können. Teilweise wurden in dieser Schicht rinnenartig auch grobkörnigere Lagen festgestellt. Allenfalls kann diese Schicht basierend auf ergänzenden Sondierungen in Verlandungs- und Stillwassersedimente aufgeteilt werden. Ob die Schichten der letzten oder einer früheren Eiszeit zuzuweisen sind, ist nicht klar, damit ist auch eine Beurteilung schwierig, ob die Schichten jeweils eher während, zwischen oder nach der Vergletscherung abgelagert wurden. Für die bautechnische Beurteilung ist eine korrekte chronostratigrafische Zuteilung jedoch nur bedingt massgebend.

Die ursprüngliche Deckschicht wurde infolge der anthropogenen Bautätigkeit vermutlich nahezu vollständig entfernt, weshalb heute an der Oberfläche vor allem künstliche Auffüllungen (Schicht a) mit grösseren Mächtigkeiten vorhanden sind, was höchstwahrscheinlich auf den Bau der Bahnlinie zurückgeführt werden kann.

2.2 Schichtaufbau

Für den vorliegenden Auftrag wurden keine Sondierungen ausgeführt. Die nachstehenden Angaben beruhen auf Auswertungen und Interpretationen bestehender Untersuchungen. Die nächstgelegenen Bohrprofile finden sich in Beilage 2, deren Lage geht aus dem Situationsplan (Beilage 1) hervor.

Aufgrund des frühen Projektstands wird im Folgenden auf die Festlegung von charakteristischen Baugrundkennwerten verzichtet. Bei Vorliegen eines konkreten Bauvorhabens können die Werte projektspezifisch angegeben werden.

2.2.1 Schicht a / künstliche Auffüllungen

Zusammensetzung Sehr heterogen und vermutlich verschiedener Herkunft: Kies, Sand, Silt und Ton mit unterschiedlichen Nebenanteilen dieser Korngrössen, mit vereinzelt Steinen, teils auch mit erhöhten Anteilen an mineralischen Bauabfällen (u.a. Ziegel- und Betonbruchstücke) und Fremdstoffen (Metallstücke, Wurzelreste etc.), hell- bis dunkelbraun und grau. Schadstoffbelastungen sind bisher keine nachgewiesen, können aber gerade im Bereich der Tankstelle nicht ausgeschlossen werden.

USCS-Klassifikation GM, SM, SC, ML

Mächtigkeit und Verbreitung	Vollflächig vorhanden, wobei die Schichtunterkante von West nach Ost von 551 m ü. M. auf ca. 546 m ü. M. abfällt. Es resultieren somit Mächtigkeiten ab der heutigen Terrainoberfläche von ca. 1 - 7 m.			
Lagerungsdichte resp. Konsistenz	Meist locker bis mitteldicht bzw. mittelsteif bis hart.			
Geschätzte, mittlere bodenmechanische Kennwerte	γ	=	19.5 – 20.5	kN/m ³
	ϕ'	=	24 – 28	°
	c'	=	0 – 20	kN/m ²
	M_{E1}	=	10 – 20	MN/m ²
	M_{E2}/M_{E1}	=	2.0 – 3.0	
Allgemeine geotechnische Beurteilung	Mässig tragfähig, stark setzungsempfindlich, zur Aufnahme von konzentrierten Gründungslasten kaum geeignet. Mittel bis stark frostempfindlich (G3 bis G4 nach VSS 70 140b). Wasser- und erschütterungsempfindlich. Gut bagger-, ramm- und bohrbar, neigt zum Verkleben der Abbauwerkzeuge. Zur Wiederverwendung ungeeignet.			

2.2.2 Schicht b / Verlandungs- und Stillwassersedimente

Zusammensetzung	Silt, sandig, teils tonig; Sand, siltig; jeweils teils torfig bis hin zu reinen Torflagen; bereichsweise bzw. oft rinnenartig auch Kies; hell- bis dunkelbraun und grau.			
USCS-Klassifikation	CL, ML OL, SM, SP, Pt			
Mächtigkeit und Verbreitung	Vollflächig auf rund 546 - 551 m ü. M. anstehend, wobei die Schichtoberfläche von West nach Ost stark abfällt und in Tiefen von 1 - 6 m liegt. Die Schichtunterkante befindet sich ca. 7 - 13 m unter Terrain auf rund 540 - 542 m ü. M., womit sich Mächtigkeiten von ca. 7 - 9 m ergeben.			
Konsistenz resp. Lagerungsdichte	Torf weich, sonst mittelsteif bis hart (eventuell vorbelastet/überkonsolidiert) bzw. locker bis mitteldicht.			
Geschätzte, mittlere bodenmechanische Kennwerte	γ	=	19.0 – 20.5	kN/m ³
	ϕ'	=	28 – 33	°
	c'	=	0 – 10	kN/m ²
	M_{E1}	=	15 – 40	MN/m ²
	M_{E2}/M_{E1}	=	3.0 – 5.0	
Allgemeine geotechnische Beurteilung	Mässig tragfähig, stark bis mässig setzungsempfindlich, zur Aufnahme von verteilten Gründungslasten bedingt geeignet. Mittel bis stark frostempfindlich (G3 bis G4 nach VSS 70 140b). Stark wasser- und erschütterungsempfindlich. Gut bagger-, ramm- und bohrbar; neigt zum Verkleben der Abbauwerkzeuge. Zur Wiederverwendung nur für völlig anspruchslose Schüttungen geeignet.			

2.2.3 Schicht c / fluvioglaziale Ablagerungen

Zusammensetzung	Sand (v.a. Fein- bis Mittelsand), meist schwach kiesig bis vereinzelt kiesig (v.a. Fein- und untergeordnet Mittelkies), teils schwach siltig; mit einzelnen Lagen von Silt, tonig und Kies, sandig; grünlichgrau bis beige.		
USCS-Klassifikation	SW-SM, SP-SM, SM, (ML, GW-GM)		
Mächtigkeit und Verbreitung	Vollflächig in Tiefen von ca. 7 - 13 m unter Terrain auf rund 540 - 542 m ü. M. anstehend, wobei die Schichtoberfläche im Allgemeinen von West nach Ost abfällt. Bei Mächtigkeiten von ca. 2 - 5 m kommt die Schichtunterkante in Tiefen von ca. 11 - 14 m unter Terrain auf rund 537 - 539 m ü. M. zu liegen und zeigt kein generelles Einfallen.		
Lagerungsdichte	Meist mitteldicht bis teils dicht.		
Geschätzte, mittlere bodenmechanische Kennwerte	γ	= 20.0 – 21.0	kN/m ³
	ϕ'	= 30 – 34	°
	c'	= 0 – (5)	kN/m ²
	M_{E1}	= 20 – 50	MN/m ²
	M_{E2}/M_{E1}	= 2.5 – 4.0	
Allgemeine geotechnische Beurteilung	Mässig bis gut tragfähig, mässig setzungsempfindlich, zur Aufnahme von konzentrierten Gründungslasten mässig geeignet. Leicht bis mittel frostempfindlich (G2 bis G3 nach VSS 70 140b). Stark wasser- und erschütterungsempfindlich, stark grundbruchgefährdet. Mässig bis gut bagger-, ramm- und bohrbar. Zur Wiederverwendung als anspruchloses Schüttgut ohne Anforderungen hinsichtlich Verdichtbarkeit oder Durchlässigkeit geeignet.		

2.2.4 Schicht d / Moräne

Zusammensetzung	Sand, siltig bis stark siltig, bzw. Silt, sandig bis stark sandig; jeweils schwach bis stark kiesig, mit vereinzelt Steinen; untergeordnet auch Lagen mit dominierendem Kiesanteil; meist beige bis teils hellgrau.		
USCS-Klassifikation	SM, SC, SC-SM, ML, (GM, GC)		
Mächtigkeit und Verbreitung	Vollflächig in Tiefen von ca. 11 - 14 m unter Terrain auf rund 537 - 539 m ü. M. vorhanden. Die Schichtunterkante liegt auf rund 532 m ü. M., wodurch sich eine Mächtigkeit von ca. 5 - 7 m ergibt. Sowohl die Schichtober- als auch -unterkante zeigen nebst allgemeinen Unregelmässigkeiten kaum ein generelles Einfallen.		
Lagerungsdichte resp. Konsistenz	Dicht bis sehr dicht bzw. hart bis sehr hart.		

Geschätzte, mittlere bodenmechanische Kennwerte	γ	=	20.5	–	22.0	kN/m ³
	ϕ'	=	29	–	35	°
	c'	=	10	–	20	kN/m ²
	M_{E1}	=	70	–	120	MN/m ²
	M_{E2}/M_{E1}	=	1.5	–	2.5	

Allgemeine geotechnische Beurteilung Gut tragfähig, kaum setzungsempfindlich, zur Aufnahme von konzentrierten Gründungslasten gut geeignet.

Leicht bis mittel frostempfindlich (G2 bis G3 nach VSS 70 140b).

Schwer bis mässig bagger- und bohrbar, kaum rammpbar; mit Erschwernissen infolge Zonen hoher Lagerungsdichte sowie dem Vorhandensein von Steinen und Blöcken bis hin zur Findlingsgrösse ist aufgrund der Genese dieser Schicht zu rechnen.

Zur Wiederverwendung aufgrund des erhöhten Feinanteils nur als mässig anspruchsvolles Schüttgut mit Anforderungen an die Verdichtbarkeit, nicht jedoch bezüglich Durchlässigkeit geeignet.

2.2.5 Schicht e / Untere Süsswassermolasse

Zusammensetzung Wechsellagerung aus Fein-/Mittelsandstein und Mergel (Silt-/Tonstein), bordeauxrot bis grün und grau bis braun.

Trennflächengefüge Die Schichtung fällt subhorizontal, d.h. unter 10° ohne klare Fallrichtung ein. Die Mächtigkeit der einzelnen Lagen ist nicht bekannt. Das Festgestein der USM ist üblicherweise kluftarm.

Mächtigkeit und Verbreitung Auf der Projektparzelle vollflächig ab ca. 532 m ü. M. und somit in Tiefen von 17 - 21 m unter Terrain anstehend, wobei die Schichtoberkante mehr oder weniger horizontal liegen dürfte. Die Schicht ist von sehr grosser Mächtigkeit.

Festigkeit Oberflächlich über unbekannte Strecke verwittert und entfestigt (Lockergesteins-Charakter), zur Tiefe wenig bis mässig fest.

Geschätzte, mittlere felsmechanische Kennwerte	γ	=	23.5	–	26.0	kN/m ³
	ϕ'	=	30	–	50	°
	c'	=	0.1	–	20	MPa
	q_u	=	1	–	20	MPa
	$E_{50\%,a}$	=	0.1	–	1.5	GPa

Allgemeine geotechnische Beurteilung Sehr gut tragfähig, nahezu setzungsunempfindlich, zur Aufnahme von hohen konzentrierten Gründungslasten sehr gut geeignet.

Mergellagen mittel bis stark frostempfindlich (G3 bis G4 nach VSS 70 140b). Stark wasserempfindlich, weicht bei Wasserzutritt stark auf und neigt zum Verbreiten.

Schwer bagger- und bohrbar, nicht rammbaar; nur mit entsprechendem Felswerkzeug abbaubar, abrasiv.

Wiederverwendbarkeit stark von der Art des Abbaus abhängig, infolge der wasserempfindlichen Mergellagen nur für anspruchslose Schüttungen geeignet.

2.3 Seismische Einstufung

Der Projektstandort befindet sich nach [9] in der **Erdbebenzone Z1b**. Eine Mikrozonierung wurde nicht durchgeführt. Anhand der im Umfeld ausgeführten Sondierungen [8] und der dabei festgestellten Lockergesteinsmächtigkeit rund 20 m befindet sich das Projektgebiet am Übergang der **Baugrundklasse C zu E** nach SIA 261:2020. Wir empfehlen, künftige Sondierungen zur eindeutigen Festlegung der Baugrundklasse möglichst bis auf das Festgestein auszuführen.

Seismisch induzierte Effekte wie Bodenverflüssigung, Thixotropie oder ausgelöste/reaktivierte Massenbewegungen sind infolge der geotechnischen, hydrogeologischen und topographischen Verhältnisse nicht zu erwarten.

3 Grundwasser

3.1 Planerischer Grundwasserschutz

Der Projektstandort ist nach [8] vollflächig dem Gewässerschutzbereich A_u zugeordnet, der die nutzbaren Grundwasservorkommen sowie die zu ihrem Schutz notwendigen Randgebiete umfasst. Quellen oder Fassungen mit ihren Schutzzonen sind im Umfeld keine vorhanden.

Gemäss den nachfolgenden Ausführungen gehört der Projektstandort aus Sicht des Gewässerschutzes einem Randgebiet und nicht einem nutzbaren Grundwasservorkommen an.

3.2 Grundwasservorkommen

Der Projektstandort befindet sich laut der kantonalen Grundwasserkarte [8] in einem Hauptvorkommen mittlerer Mächtigkeit (2 - 10 m, vgl. Abbildung 3).

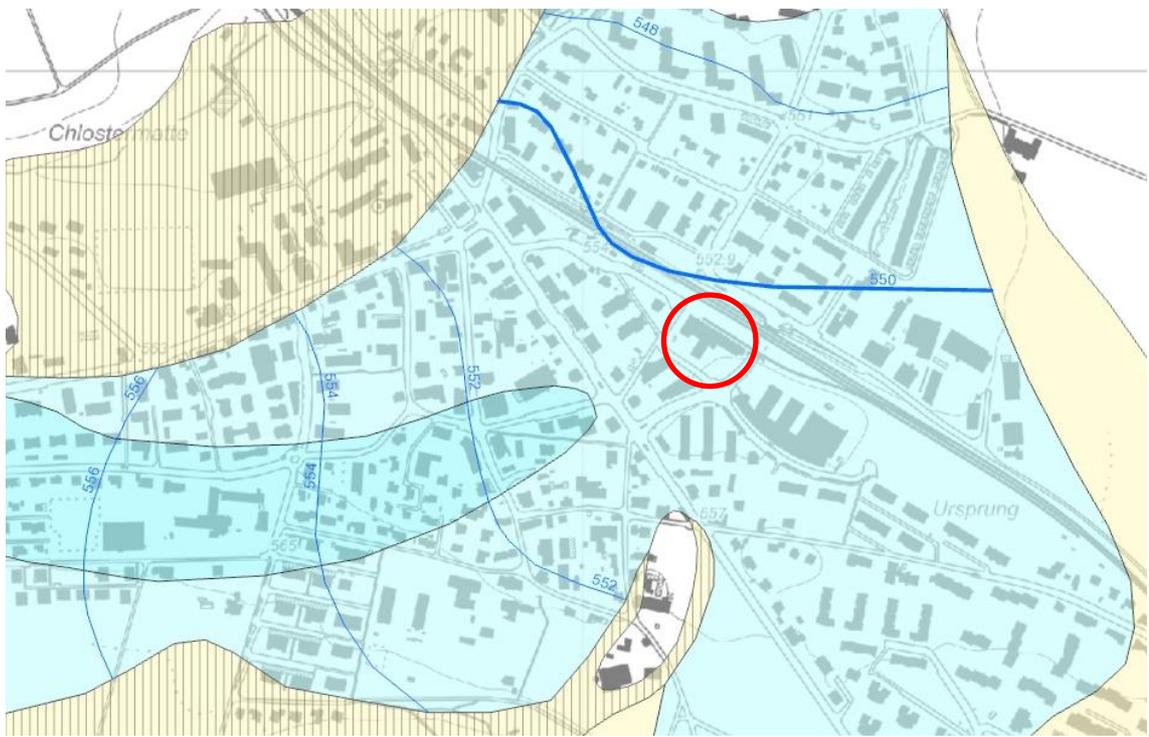


Abbildung 3
Ausschnitt aus der kantonalen Grundwasserkarte

Quelle: [8].

Laut der Grundwasserkarte ist der mittlere Grundwasserstand auf rund 550.5 m ü. M. zu erwarten. Die Auswertung der Grundwassermessungen aus den umliegenden Sondierungen zeigt jedoch, dass der mittlere Grundwasserstand rund 3.0 m tiefer auf ca. 547.5 m ü. M. (zentraler Arealbereich) liegen dürfte. Der Flurabstand ergibt sich damit je nach heutiger Terrainhöhe zu rund 1.5 - 7.0 m und dürfte im zentralen Bereich ca. 3.0 m betragen.

Das Grundwasser zirkuliert damit in den Verlandungs-/Stillwassersedimenten (Schicht c), welche als Geringleiter bezeichnet werden können. Die eigentliche Grundwasserströmung dürfte hauptsächlich in kiesigeren und damit besser durchlässigen Lagen innerhalb dieser Schicht sowie den zur Tiefe anstehenden fluvioglazialen Ablagerungen (Schicht b) stattfinden. Als Stauer wirkt die Moräne (Schicht d), womit sich die Mächtigkeit der durchlässigeren Schichten auf rund 10 m beläuft. Das Grundwasservorkommen ist meist freispiegelnd, bei lokal vorhandenen, abdichtend wirkenden Lagen innerhalb der Verlandungssedimente dürften mindestens zeitweise gespannte Verhältnisse herrschen.

Die in der Grundwasserkarte angegebene Fliessrichtungen mit einem Zusammentreffen eines Armes von Westen und eines von Süden, mit dem in der Folge gegen Norden zuströmenden Grundwassers kann anhand der bisherigen Untersuchungen bestätigt werden. Lokal sind infolge der stark wechselnden Durchlässigkeiten Abweichungen von der allgemeinen Fliessrichtung zu erwarten. Das hydraulische Gefälle ist mit rund 3 % deutlich steiler als in der Grundwasserkarte angegeben (ca. 0.5 %), was ebenfalls auf den heterogenen Aufbau des Grundwasserleiters hinweist.

3.3 Schwankungsverhalten

Gemäss den in [6] während der Bauzeit in den Jahren 2006/2007 ausgeführten Grundwassermessungen weist das Grundwasservorkommen ein pluviales Regime, d.h. ein niederschlagsgeprägtes Schwankungsverhalten auf, das infolge der geringen Durchlässigkeit und der grossflächigen Versiegelung der Region auf Niederschläge verzögert und gedämpft reagiert. Demzufolge sind Hochwasserstände (HW) tendenziell im Frühjahr, Tiefstände (NW) eher im Herbst zu erwarten. Aufgrund des niederschlagsgeprägten Verhaltens ist jedoch ganzjährig mit höheren Wasserständen zu rechnen.

Wie vorangehend beschrieben, dürfte der mittlere Grundwasserstand (MW) auf der Parzelle auf rund 546 - 549 m ü. M., im zentralen Bereich auf rund 547,5 m ü. M. liegen. Den Schwankungsbereich schätzen wir auf maximal 2 - 3 m. Wir empfehlen, zur Bestimmung der repräsentativen Wasserstände (HW₁₀₀/HW₁₀, MW, NW) möglichst frühzeitig Grundwassermessstellen zu versetzen und diese regelmässig zu überwachen.

3.4 Durchlässigkeit

Die Durchlässigkeit der Schichten der gesättigten Zone schätzen wir aufgrund deren Zusammensetzung und Lagerungsdichte wie folgt:

- b / Verlandungs- und Stillwassersedimente: $k_f \approx 1 \cdot 10^{-6} - 5 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$
- c / fluvioglaziale Ablagerungen: $k_f \approx 1 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$
- d / Moräne: $k_f \leq 5 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$
- e / Untere Süsswassermolasse: $k_f \leq 1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$

Da die oberflächlich vorhandenen Verlandungs- und Stillwassersedimenten nur in kiesigeren Rinnen Durchlässigkeiten von $k_f \geq 2 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$ aufweist, kann bei dieser Schicht gemäss kantonaler Praxis nicht von einem "nutzbaren Grundwasservorkommen" gesprochen werden.

3.5 Chemische Beschaffenheit

Das Grundwasser in Münchenbuchsee weist laut der rund 550 m im Obstrom gelegenen, heutzutage stillgelegten Grundwasserfassung Oberdorf lediglich Spuren von Pflanzenschutzmittel bzw. deren

Abbaustoffe auf und besitzt ansonsten Trinkwasserqualität. Es ist nicht auszuschliessend, dass auf dem Fliesspfad zum Projektareal durch dieses selbst oder anderen unterwegs vorhandenen belasteten Standorten Einträge von Schadstoffen wie Mineralölen oder CKW (chlorierten Kohlenwasserstoffen) erfolg(t)en.

Der Grundwasserchemismus ist nicht betonaggressiv und weist auch keine reduzierenden Verhältnisse auf, die bei einem Wärmepumpenbetrieb zu Verockerungen oder Versinterungen führen können.

Ist für das Bauvorhaben eine temporäre Grundwasserabsenkung erforderlich, so empfehlen wir, den Chemismus am Projektstandort vor allem hinsichtlich allfälliger Belastungen mittels chemischer Analyse einer Grundwasserprobe abzuklären.

4 Erste bautechnische Folgerungen

4.1 Projekt

In Münchenbuchsee soll das Landi-Areal auf der Parzelle Nr. 68 entwickelt werden, wobei geplant ist, die heutigen Gebäude rückzubauen und neue Bauten zu realisieren. Erste Projektideen [1] sehen mehrere Volumen vor, in denen kombinierte Nutzungen (Wohnen, Gewerbe, Ateliers) geplant sind. Nebst einem nahezu vollflächigen UG als Einstellhalle und für Keller-/Technikräume sind neben dem EG bis zu sechs OG vorgesehen (total 8 Geschosse). Gemäss der Studie kommt die Unterkante der Bodenplatte auf rund 549.5 m ü. M. zu liegen, die tiefsten Einbauten wie Liftgruben oder ähnliches reichen noch etwas tiefer auf rund 549.0 m ü. M.

4.2 Foundation und Setzungen

Lastangaben liegen zu diesem frühen Projektzeitpunkt keine vor. Die verschieden hohen Gebäude mit zwei bis acht Geschossen und die unterschiedliche Art der Lastabtragung (Stützen bei der Einstellhalle und der Ladenfläche, sonst teils über die Wände) führen in Kombination mit einer vermutlich wasserdichten Ausbildung der Gebäudehüllen zu hohen Anforderungen hinsichtlich Gesamtsetzungen bzw. insbesondere Setzungsdifferenzen.

Lastverhältnisse

Die Gründungssohle auf rund 549.5 m ü. M. kommt tendenziell gegen Norden und Osten in die heterogene künstliche Auffüllung (Schicht a), ansonsten in die schlecht tragfähigen und stark setzungsempfindlichen Verlandungs- und Stillwassersedimente (Schicht b) zu liegen. Bei diesem Aushubniveau kann im Süden kaum eine Aushubentlastung angesetzt werden, wodurch die Lasten aufgrund der konzentrierten Lastabtragung vermutlich vollflächig in den Erstbelastungsbereich zu liegen kommen.

Massnahmen zur Setzungsreduktion

Die heterogenen Lasten mit der unterschiedlichen Tragstruktur und der setzungsempfindliche Baugrund führen zu anspruchsvollen Gründungsverhältnissen. Die Ausführung einer Flachfundation dürfte unter diesen Gegebenheiten selbst bei sehr guter Lastverteilung kaum möglich sein. Sinnvoller erachten wir stattdessen eine Tieferführung der Lasten z.B. mittels Pfähle in die Moräne (Schicht d) bzw. auf die Molasse (Schicht d), wobei zur Erreichung grösserer Einbindetiefen in diese Schichten verdrängende Verfahren nicht geeignet und stattdessen Bohrpfähle einzusetzen sind. Bei geringem Gehalt an organischem Material in den Verlandungssedimenten könnte auch eine Baugrundverbesserung mittels Rüttelstopfsäulen zielführend sein.

Empfehlungen

Zur Herleitung der Pfahlkennwerte sind die bodenmechanischen Eigenschaften und hierbei insbesondere deren Lagerungsdichte/Konsistenz durch in-situ-Versuche in Sondierungen (DMT, SPT) zu bestimmen.

4.3 Baugrube und Wasserhaltung

Durch das gegen Süden abfallende Terrain ist hier kaum ein Aushub erforderlich, gegen Norden nimmt die Baugrubentiefe kontinuierlich auf rund 4.0 m zu. Es ist nicht auszuschliessen, dass vor allem im Süden bei höheren Wasserständen mit Grundwasserzutritten zu rechnen ist.

Böschungen/Verbau

Bei ausreichenden Platzverhältnissen kann bis zu den genannten Baugrubentiefen von 4.0 m mit Neigungen von 1 : 1 frei geböschet werden. Bei höheren Böschungen oder bei Lasten am Böschungskopf (Baupiste, Materialdepots, Kran) wird ein Standsicherheitsnachweis erforderlich und die Böschungen sind entweder abzuflachen oder mittels konstruktiver Massnahmen zu sichern. Steile Böschungssicherungen können beispielsweise als Nagelwand ausgeführt werden. Verhindern bestehende Infrastrukturen wie Werkleitungen eine sinnvolle Nagelanordnung oder werden von den benachbarten Grundeigentümern keine Ankerrechte gewährt, könnte auch ein frei auskragender Verbau z.B. mit einer Rühlwand (mit gerammten Ständern) oder einer später wieder gezogenen Spundwand sinnvoll sein, wobei letztere lediglich eine statische und keine abdichtende Funktion gewährleisten muss.

Abstützungen

In der vermutlich heterogenen künstlichen Auffüllung (Schicht a) sowie den Verlandungs- und Stillwassersedimenten (Schicht b) sind nur geringe Anker/Nagelkräfte mobilisierbar, wodurch eher lange Verankerungsstrecken (oder steile Anordnungen) notwendig werden.

Eckspriessungen und Querspriessungen in die Baugrube stellen mögliche Alternativen zu Verankerungen dar.

Wasserhaltung

Zur Fassung von Wasserzutritten aus den eher gering durchlässigen Verlandungs- und Stillwassersedimenten bei höheren Grundwasserständen sind Längsdrainagen (z.B. filterstabil ausgebildete bzw. mit trennenden Geotextilen umwickelte, eingekieste Sickerrohre) am Böschungsfuss mit regelmässig angeordneten Pumpensümpfen am besten geeignet.

Das während der Bauphase in der Baugrube anfallende Niederschlagswasser versickert aufgrund der geringen Durchlässigkeit nicht und ist z.B. mit einem Gefälle in der Aushubsohle den vorangehend beschriebenen Wasserhaltungsmassnahmen zuzuführen und gemäss Entwässerungskonzept (nach SIA 431) sauber abzuleiten.

Empfehlungen

Damit die Baugrubengestaltung möglichst einfach gehalten werden kann, empfehlen wir, nicht mehr als ein UG zu erstellen und die Bodenplatte nicht tiefer als bisher zu planen. Ein leichtes Zurücksetzen der UG-Fläche lässt vermutlich allseitig freie Böschungen zu, andernfalls ist auch eine Vereinbarung mit den benachbarten Grundeigentümern zur temporären Beanspruchung deren Parzellen während der Bauphase zielführend.

4.4 Einbauten ins Grundwasser

Gewässerschutzrechtliche Aspekte

Sollten sich die gegenüber der kantonalen Grundwasserkarte deutlich tieferen Mittelwasserstände bewahrheiten, kommt es mit den aktuell geplanten Aushubniveaus höchstens ganz im Südwesten zu Einbauten unter den mittleren Grundwasserstand. Da Einbauten unter den mittleren Grundwasserstand im Gewässerschutzbereich A_u nicht zulässig sind, ist hierfür eine Ausnahmegewilligung erforderlich. Eine solche kann erteilt werden, wenn die Durchflusskapazität gegenüber dem unbeeinflussten Zustand um maximal 10 % eingeschränkt wird, was bei der vorliegenden Grundwassermächtigkeit von rund 10 m einem Einbau von 1.0 m entspricht. Dies kann voraussichtlich eingehalten werden. Bei der Baueingabe ist diese Berechnung in einem hydrogeologischen Gutachten zu den Angaben zu "Bauten im Grundwasser und Grundwasserabsenkungen" der Baueingabe beizulegen.

Bautechnische Aspekte

Zur Vermeidung eines Aufstaus im Obstrom bei Hochwasserständen empfehlen wir, die Hinterfüllung bis zum HW-Stand mit gut durchlässigem Material auszuführen. Im Endzustand ist zu verhindern, dass der Hinterfüllung bzw. dem Durchleitsystem des Grundwassers zusätzlich versickerndes Oberflächenwasser z.B. von den Parkplätzen zufließt.

Die Auftriebssicherheit ist im Bau- und Endzustand sicherzustellen. Das Gebäude ist wasserdicht auszubilden.

Da sich das Projekt im Gewässerschutzbereich A_u befindet, sind im Kanton Bern die für den Spezialtiefbau zulässigen Verfahren eingeschränkt. Auskunft über die Zulässigkeit gibt das kantonale Merkblatt "Bauten im Grundwasser und Grundwasserabsenkungen".

Empfehlungen

Damit der mittlere Grundwasserspiegel zuverlässig bestimmt werden kann, ist eine längere und belastbare Grundwasser-Datenreihe erforderlich. Sinnvollerweise wird die Überwachung der Grundwasserstände bereits im Vorprojekt aufgenommen.

4.5 Aushub und Wiederverwendbarkeit

Von den oberflächennah anstehenden und im Aushub anfallenden Schichten sind sowohl die künstliche Auffüllung (Schicht a) als auch die Verlandungs- und Stillwassersedimente (Schicht b) gut baggerbar. In ersterer können mineralische Bauabfälle und Fremdstoffe, allenfalls auch chemische Belastungen nicht ausgeschlossen werden, was eine fachgerechte Entsorgung dieses Aushubmaterials erfordert. Inwiefern der belastete Standort zu Verschmutzungen geführt hat, kann erst nach Ausführung der technischen Altlastenuntersuchung beurteilt werden. Beim heute betonierten Anschlussgleis der Landi fällt zudem Gleisaushub an, inwiefern dieser belastet ist, kann hinweisartig nur weiter östlich überprüft werden. Erst während der Ausführung ist bei dessen Rückbau eine zuverlässige Beprobung möglich.

Das Aushubmaterial der Verlandungs- und Stillwassersedimente (Schicht b) ist aufgrund deren feinkörnigen und teils torfigen Ausbildung insbesondere im vernässten Zustand nicht wiederverwendbar und auf eine Deponie für sauberen Aushub (Typ A) zu führen. Trockene Lagen können höchstens als anspruchsloses Schüttgut ohne Anforderungen hinsichtlich Verdichtbarkeit oder Wiederverwendbarkeit eingesetzt werden. Bei Aushubständen in dieser Schicht kann ohne das Anlegen einer Baupiste nicht zirkuliert werden. Sofern die Bauwerkslasten nicht vollständig über Pfähle tiefergeführt werden, ist die Gründungssohle nach Freilegung rasch abzudecken und vor mechanischer Beanspruchung sowie Wasserzutritten zu schützen. Die Ausführung von Spezialtiefbaumassnahmen wie Pfählungen mit schweren Geräten werden sinnvollerweise von einem Voraushubniveau in der künstlichen Auffüllung (Schicht a) ausgeführt, da zur Sicherstellung der Tragfähigkeit ansonsten das Einbringen eines starken und mittels Geogittern verstärkten Arbeitsplanums erforderlich wird.

Bei Bohrpfahlarbeiten aus tieferen Schichten anfallendes Aushubmaterial kann aufgrund der durch die Vermischung entstandenen Heterogenität und der Vernässung durch das Grundwasser kaum wiederverwendet werden und ist voraussichtlich ebenfalls auf einer Deponie vom Typ A abzulagern.

4.6 Versickerung

Rechtliche Voraussetzungen

Die Bauparzelle ist in der Versickerungskarte [8] dem roten Bereich (Flurabstand 1 - 3 m) bzw. im südlichen Bereich sogar dem violetten Gebiet (Flurabstand < 1 m) zugeordnet. Da diese Beurteilung vermutlich auf der kantonalen Grundwasserkarte mit für das Projektareal voraussichtlich nicht zutreffenden Grundwasserständen beruht, erachten wir diese Einstufung als zu konservativ. Wir vermuten, dass der aus gewässerschutzrechtlichen Gründen einzuhaltende Abstand zwischen der Sohle einer Versickerungsanlage und dem 10-jährlichen Grundwasserhöchststand (HW₁₀) von 1.0 m zumindest mit flachen Anlagen aus hydrogeologischer Sicht eingehalten werden könnte.

Verschmutztes Wasser von begeh- und befahrbaren Flächen, das nicht der Kanalisation zugeführt wird, ist zwingend über eine Versickerungsanlage vom Typ a mit einer belebten Oberbodenpassage zu versickern. Unverschmutztes Wasser, das beispielsweise auf Dächern anfällt (PV-Anlage mit Auflagen an die Reinigungsmittel erlaubt), darf in einer unterirdischen Anlage vom Typ b versickert werden. Inwiefern dies mit dem geringen Flurabstand möglich wäre, ist anhand Grundwassermessungen zu verifizieren.

Im Weiteren ist eine Versickerung durch verschmutzte Schichten nicht erlaubt, d.h. für eine allfällige Versickerung von Niederschlagswasser sind die Belastungen des Untergrunds mindestens im Bereich der Versickerungsanlagen vollständig zu entfernen.

Versickerungsmöglichkeiten

Die oberflächennah unter den künstlichen Auffüllungen mit grösserer Mächtigkeit anstehenden Schichten weisen tendenziell eine geringe Durchlässigkeit auf. Diese dürfte im Bereich der Sickerleistung einer Oberbodenpassage von $S \approx 1 - 2 \text{ l}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$ liegen. Bei einer Versickerung grösserer Wassermengen muss der gewachsene Untergrund bei einer Anlage mit Bodenpassage (Typ a) mindestens eine gleich grosse, idealerweise eine grössere Sickerleistung aufweisen.

Die geringen Durchlässigkeiten erfordern einen erheblichen Platzbedarf für den Bau von Versickerungsanlagen. Es ist fraglich, ob dieser Platz beim aktuellen Überbauungskonzept zur Verfügung steht. Der Rückhalt, die Versickerung und die gedrosselte Ableitung von Regenwasser (Stichwort Schwammstadt) ist auf jeden Fall frühzeitig in die Planung aufzunehmen. Dächer müssen nach Möglichkeit begrünt werden und die Umgebung ist wasserdurchlässig zu gestalten.

Gerade weil bei einem Sheddach, wie im Studienauftrag beim "Landihaus" vorgesehen, ein Wasser-rückhalt kaum realisierbar sein wird, empfehlen wir, die maximal zulässige Einleitmenge in die Kanalisation bei der Gemeinde abzuklären. Allenfalls werden Massnahmen in Form eines Retentionsbeckens mit gedrosselter Ableitung in die Kanalisation erforderlich.

Empfehlungen

Die Sickerfähigkeit des natürlichen Untergrunds ist zu gegebener Zeit mittels Versickerungs-/Infiltrationsversuchen zu prüfen. Die Regenwasserentsorgung sollte mit einem umfassenden Meteorwasserentsorgungskonzept frühzeitig in die Planung integriert werden.

4.7 Geothermische Nutzung des Untergrunds

Der kommunale Energierichtplan [5] sieht für das Projektareal eine Wärmeversorgung durch Nutzung des Grundwassers mit einem Wärmeverbund (Gebiet Gurtenfeld/Ursprung) vor. Der Stand der

Koordination befindet sich in der Phase Vororientierung. Ist der Wärmeverbund bis zum Bezug des Bauvorhabens nicht realisiert, bestehen folgende Alternativen:

Grundwassernutzung

Am Projektstandort selbst ist eine lokale Grundwassernutzung nach [8] zwar erlaubt, infolge des bestehenden KbS-Eintrags ist aber eine Voranfrage beim AWA erforderlich. Auch wenn die auszuführende technische Altlastenvoruntersuchung zeigt, dass keine massgebende Grundwasserverschmutzung vorliegt und eine Grundwassernutzung somit bewilligungsfähig ist, erachten wir das Nutzungspotential aufgrund des feinkörnigen und somit schlecht durchlässigen Untergrunds am Projektstandort als sehr eingeschränkt.

Erdwärmesonden

Alternativ wäre eine geothermische Nutzung mittels Erdwärmesonden denkbar. Durch die Lage des Projektstandorts im Gewässerschutzbereich A_u ist die Erstellung von Erdwärmesonden laut der BAFU-Vollzugshilfe "Wärmenutzung aus Boden und Untergrund" zwar gemäss kantonaler Einschätzung [8] nicht zulässig. Da jedoch kein nutzbares Grundwasservorkommen vorhanden ist, sind Erdwärmesonden mit spezifischen Schutzmassnahmen jedoch nicht vollkommen ausgeschlossen. Es braucht hierfür eine Ausnahmegewilligung, welche mit einer geologischen Beurteilung zu beantragen ist. In den letzten zehn Jahren im Umfeld ausgeführte Erdwärmesonden zeigen, dass der Erhalt einer solchen Ausnahmegewilligung voraussichtlich unter Berücksichtigung gewisser Auflagen wie permanenten Verrohrungen/Gewebstrumpf/Packern oder Wasser als Wärmeträgerflüssigkeit möglich erscheint.

Die im Umfeld bis in Tiefen von ca. 230 m ausgeführten Erdwärmesonden zeigen einige ungespannte Wasserzutritte im Festgestein, sonstige geogene Probleme (Hohlräume, Gasvorkommen, Spülverluste, ölhaltige oder quellende Gesteine) wurden nicht festgestellt. Durch die geringe Felstiefe sind konventionelle Imlochhammerbohrungen mit temporärer Verrohrung bis in die Molasse gut geeignet. Bei der Dimensionierung einer Erdsondenanlage ist die Norm SIA 384/6:2021 und dabei insbesondere der Einbezug bestehender und zukünftiger Erdwärmesonden zu berücksichtigen.

Empfehlungen

Ist ein Anschluss an den Wärmeverbund bis zur Bauvollendung nicht möglich und soll stattdessen eine Erdwärmennutzung weiterverfolgt werden, empfehlen wir, zuerst die Chancen auf Erhalt einer Ausnahmegewilligung mit dem AWA abzuklären.

5 Weitere Hinweise

5.1 Überwachung

Nördlich der Bauparzelle verläuft die SBB-Bahnlinie Bern–Biel. Die SBB verlangen bei bahnnahe Bau- stellen meist eine Überwachung der Gleisanlagen. Da im vorliegenden Fall von der Parzellengrenze zur Bahnlinie ein Abstand von rund 13 m und damit mehr als der dreifachen Baugrubentiefe besteht, erachten wir im vorliegenden Fall eine dauernde Überwachung der Bahnanlagen als kaum notwendig. Wir empfehlen jedoch, dies frühzeitig mit den SBB abzuklären.

Bei Ausführung eines Vertikalverbaus ist es angesichts des setzungs-/deformationsempfindlichen Bau- grounds sinnvoll, den Baugrubenabschluss mittels einzelner geodätischen Messpunkte periodisch zu überwachen.

5.2 Kenntnisstand

Anhand der bestehenden Unterlagen können die generellen Baugrund- und Grundwasserverhältnisse bereits gut beschrieben werden und bieten angesichts des frühen Projektstands bereits eine sehr gute Grundlage für die weitere Planung. Die bisherigen Untersuchungen zeigen konsistente Verhältnisse ohne nennenswerte Diskrepanzen zu- oder untereinander.

Für die kommende Projektierung sind jedoch gewisse Kenntnisse zu ergänzen. Hierbei empfehlen wir folgendes Vorgehen:

1. Ausführung der technischen Altlastenuntersuchung (TU) gemäss bewilligtem Pflichtenheft.
2. Nach Erhalt der Stellungnahme des Amtes zur TU und unter bestmöglicher Berücksichtigung all- fälliger weiterer Abklärungen: Durchführung von 4 - 5 Sondierbohrungen bis auf den Molassefels (Tiefe je ca. 20 - 25 m, Durchführung von in-situ-Versuchen hinsichtlich der Sickerfähigkeit/Durch- lässigkeit und der bodenmechanischen Eigenschaften, Ausbau zu Grundwassermessstellen und regelmässige Grundwasserüberwachung mit z.B. monatlichen Messungen, Entnahme Grund- wasser- und allenfalls Feststoffproben und Analyse im Labor.

5.3 Schlussbemerkung

Die in diesem Bericht gemachten Angaben gelten für das erwähnte Bauvorhaben. Eine Übertragung der Aussagen auf andere Fragestellungen und Bauvorhaben ist nicht zulässig. Die Aussagen beruhen auf Interpretationen aus einzelnen Aufschlüssen. Eine Überprüfung und allfällige Anpassung des Mo- dells bei zusätzlichen Informationen aus weiteren Aufschlüssen bleiben vorbehalten. Wir empfehlen die Begleitung der Projektierungsarbeiten und der Ausführung durch einen Geotechniker und einen Hydrogeologen (Beurteilung des Aushubmaterials, Kontrolle der Baugrubensohle, etc.).

Geotechnisches Institut AG



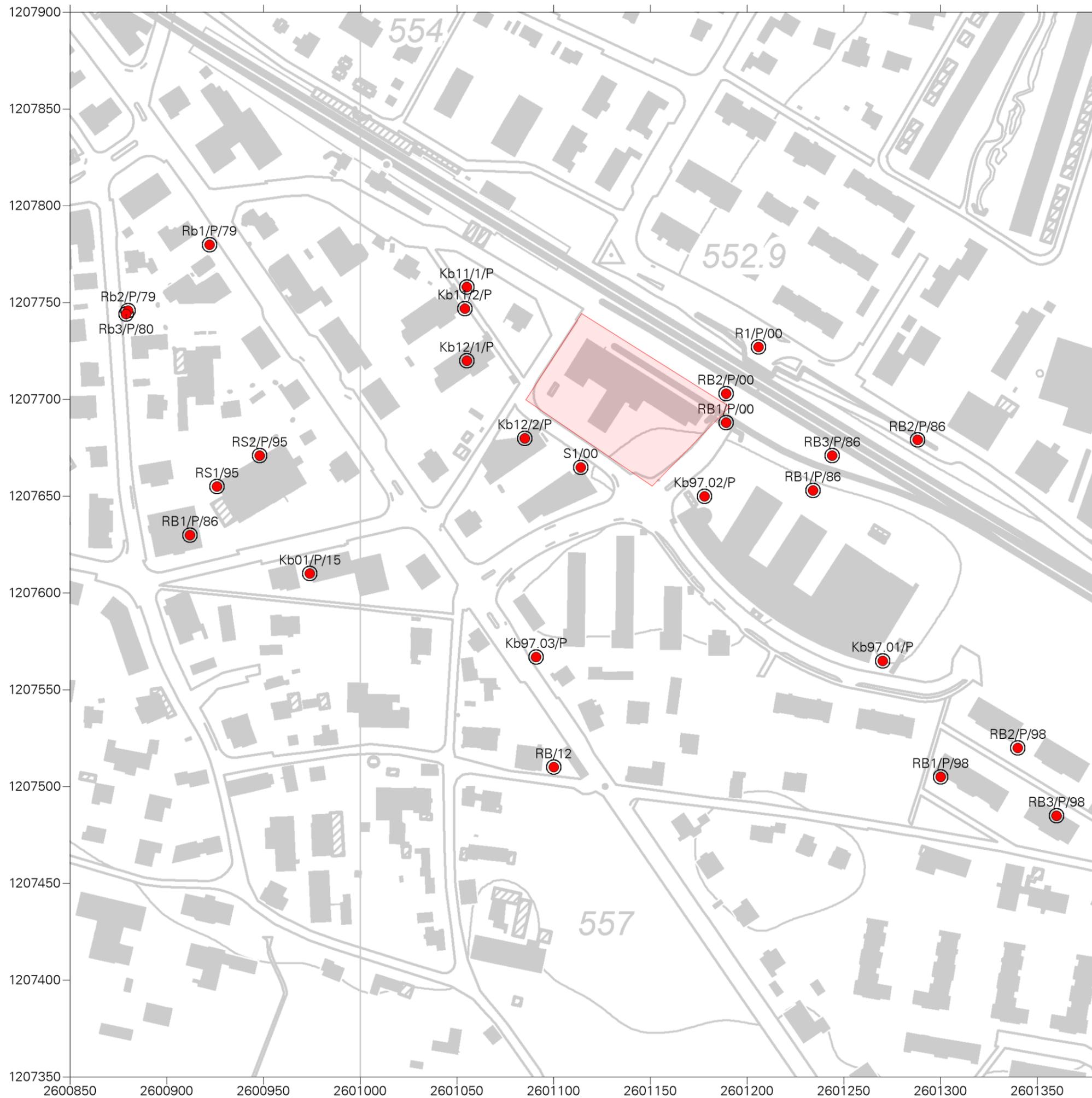
Christoph Strasser



Andreas Teuscher

Projektbearbeitung

A. Teuscher, MSc Ingenieurgeologe ETH



Legende

● Rb/Kb/R Rotationskernbohrung

Situation

Projektname	Münchenbuchsee, Überbauung Landi		
Projekt-Nr.	31.5492.001	Massstab:	1 : 500
Plan-Nr.	Beilage 1	Format	A3
Dat. / Gez.	21.08.23 tea	Revidiert	...

Geotechnisches Institut

Aktiengesellschaft

zertifiziert nach ISO-Norm 9001

Bümplizstrasse 15
3027 Bern

031 389 34 11
www.geo-online.ch

Datum : 24./25. 4.1997 Auftrag Nr. : 89039A
 Objekt : Münchenbuchsee SUVA
 Unternehmung : Stump Bohr AG
 Bohrmethode : Rotationskernbohrung, Gelmina
 Anfangsdurchmesser : 170/160 mm Enddurchmesser : 146/130 mm
 Koordinaten : 601 178 / 207 650
 Terrainkote : 547.97 m ü. M. Pm : 548.61 m ü. M.

Kernbohrung Kb 97.02

601/207.23

Überstand	Tiefe	Profil	Proben	Materialbeschreibung	Bemerkungen, Versuche
68 cm 29.4.97 547.42					
Bohrgut 8.0 m Vollrohr 4 1/2"	0.90 1.20			leicht toniger Silt mit reichlich Sand, weich, braun, einzelne Kiesel und Steine, gerundet, Ø 10 cm oben ausgetrocknet, hart	SPT a₁
Abdichtung Compactonit	2.20			tonig-siltiger Sand, weich, mit Pflanzenfasern, dunkelbraun bis schwärzlich leicht toniger Silt mit reichlich Sand, mittelsteif - steif, einzelne Kiesel und wenige Wurzeln, braun und beige 2.00 - 2.20 m : Brei mit reichlich Kies und Sand, dunkelbraun	b₁
	3.80		25731	sehr feiner Sand, teils siltig, teils mit wenig Feinkies, beige bei 2.40 m: 5 cm nasser Grobsand mit Feinkies, braun bei 2.90 m: 1 cm rostoranger Mittelsand bei 3.30 m: 2 x 2 cm toniger Silt, weich bei 3.40 m: 10 cm Mittelsand, sauber 3.70 - 3.80 m: tonig-siltiger Sand mit wenig Feinkies, breiig, braunbeige	N = 13 6/7/6 EH Gewerbe 544.70 Taschenpenetrometer kg/cm ²
Grobsand 4 m geschlitz	5.80		25732 CL	stark toniger Silt, weich, beige und toniger Silt mit wenig Feinsand, mittelsteif, beige stark siltiger Sand mit wenig Kies gerundet, beige, steif bis sehr steif 6.00 - 6.30 m: toniger Silt mit viel Feinsand, weich bis sehrweich 6.30 - 6.60 m: mittelsteif - steif 6.60 - 7.00 m: vermehrt Mittelsand, weich 7.00 - 7.70 m: Übergang von mittelsteif zu sehr steif bis hart mit zunehmendem Mittelsandgehalt 7.60 - 7.80 m: Mittelsand, leicht siltig mit wenig Kies	N = 5 2/2/3 c
	8.00			leicht siltiger Grobsand mit wenig bis reichlich Kies, graubeige, nass	d N = 21 8/10/11
Bohrgut	9.40		25733	schwach siltiger Kies mit wenig bis reichlich Sand, graubeige, nass ab 10.00 m: mit viel Sand, sauber	Steigversuch k ~3·10 ⁻⁵ m/s
	10.60			siltiger Sand mit wenig bis reichlich Feinkies, beige bis 11.30 m: steif ab 11.30 m: hart bis sehr hart (mit Kelle kaum bearbeitbar) ab 11.70 m: mit reichlich Kies, sehr hart (σ _c ca. 25 MPa)	e Moräne
	12.70			2 mal jeweils auf ca. 20 cm Übergang von Silt zu Mittelsand mit einzelnen Kiesel Ø 1 cm und Übergang von Silt zu Grobsand mit einzelnen Kiesel ~3 cm	d verschwemmte Moräne
	13.50			13.50 m: Stein Ø 10 cm	
	14.00		25734	Kies mit viel siltigem Sand und einzelnen Steinen, oben ca. 5 cm grauschwarz, Rest beige	e Moräne
	15.50			stark siltiger Feinsand mit reichlich Kies, sehr hart (Hammer zur Zerkleinerung erforderlich), beige 14.90 - 15.50 m: viel Kies, kantig, zerbohrt, hellgrau siltiger Sand reichlich Kies, gerundet und kantig, beige, mit Schaufelchen zerkleinerbar	e Moräne
	16.20		25735	zu Grobsand verwitterter Sandstein, grau, örtlich braunbeige, einzelne zerdrückbare Sandsteinstücke, nass (im grauen Sand auffällig viele rote Körner Kern mit Bohrmehl umhüllt	f Molasse
	18.50			Endtiefe 18.50 m	

Aufgenommen durch :R.Metzger

Gt. Nr.: 131.3073.001 Objekt: Aufhebung Niveau-Übergang, Münchenbuchsee

Höhe in m ü.M.: 552.84
 Koordinaten: 601'189 / 207'688
 Aufnahme: S. Montani
 Datum: 17.1.00

Unternehmung: Stämpfli AG
 Bohrmeister: Lochet
 Begonnen am: 17.1.00
 Beendet am: 17.1.00

Tiefe in m	Geologie	Geotechnische Bezeichnung
0.00	Auffüllung a	Dunkelbrauner, siltiger Kies mit reichlich Sand, zerbohrt, mit Wurzelresten, leicht humos, locker
0.30		Hellbrauner, siltiger Fein- bis Mittelsand mit reichlich Kies, locker bis mitteldicht, kantengerundet bis gerundet
0.80		wie 0 – 0.30 m, ohne Wurzelreste gegen unten zunehmend siltiger, feucht, mit Ziegelresten
1.80		Brauner, leicht tonig-siltiger Kies mit Sand, locker, kantengerundet bis gerundet, feucht
2.40		Dunkelgrauer, tonig-siltiger Kies mit reichlich Sand, feucht, locker gelagert
2.80		wie 1.80-2.40 m; z.T. rolliges Material
3.60		wie 2.40-2.80 m, locker bis mitteldicht, z.T. kantiges Korn
4.80		Dunkelgrauer bis dunkelbrauner, Kies mit reichlich Sand, Ziegel- und Eisenreste, zerbohrt; ab 5.70 m zunehmend siltiger
6.50	Verlandungs- böden b	Hellbrauner/grauer, siltiger Sand, Fein- bis Mittelsand vorherrschend, mit reichlich Kies, z.T. horizontal geschichtet, Ziegelreste
7.60		Dunkelbrauner, siltiger Feinsand bis feinsandiger Silt mit hellgrauen Sandeinlagerung, Konsistenz mittelsteif bis steif
8.05		Torf
8.40		wie 7.60-8.05 m, mit wenig Torf, weich bis sehr weich, ab 8.80 m teils Sandeinlagen und vereinzelt Kies
9.00	Stillwasserabla- gerungen c	Hellbrauner, sauberer Sand, Mittelsand vorherrschend, von 8.80 bis 9.00 m hellbrauner, sauberer Feinsand; mit einzelnen Ziegelresten; ab 10.0 m zunehmend dichter gelagert (Vollkern ab 9.55 m); feinsandiger mit wenig Kies
10.75		

Bemerkungen:

Wasserzutritt: bei -6.90 m OKT; 17.01.2000 abends; -6.50 m OKT
 Piezometerausbau von unten: 4 m gelocht, 6 m voll, Überstand Rohr: 0.40 m
 SPT-Versuch 9.10 – 9.55 : 4/10/17
 $q_p = 75 \text{ kN/m}^2$ Tiefe: 7.80 m
 $q_p = 200 \text{ kN/m}^2$ Tiefe: 10.30 m

Kernzüge: 0.50/1.20/1.80/2.50/3.25/4.00/4.95/5.70/6.50/7.60/8.40/9.10/10.0/10.75

KANTON BERN WEA-GEOLOGIE
GEOLOGISCHE DOKUMENTATION
 Dok. Nr. 601.207/15/1/1
 UP 1146.4
 Hydrogeolog. Karte, Register
 Nr. 601.207/29 Nr. _____

(30)

Gt. Nr.: 131.3073.001 Objekt: Aufhebung Niveau-Übergang, Münchenbuchsee

Höhe in m ü.M.: 553.19
 Koordinaten: 601'189 / 207'703
 Aufnahme: S. Montani
 Datum: 17.1.00

Unternehmung: Stämpfli AG
 Bohrmeister: Lochet
 Begonnen am: 17.1.00
 Beendet am: 17.1.00

Tiefe in m	Geologie	Geotechnische Bezeichnung
		KANTON BERN WEA GEOLOGIE GEOLOGISCHE DOKUMENTATION Dok. Nr. 601.207/15/1/2 UP 1146.4 Hydrogeolog. Karte, Register Nr. 601.207/30 Nr.
0.00	Auffüllung a	Beton
0.10		Sandiger Kies, locker, hellgrau
0.50		Dunkelbrauner bis dunkelgrauer, schwach siltiger Kies mit reichlich bis viel Sand, Steine möglich, zerbohrt
1.10		Brauner bis dunkelbrauner, siltiger Kies mit reichlich bis viel Sand, Mittel- bis Grobsand vorherrschend, wenig Grobkies, locker, zerbohrt, feucht
2.15		Dunkelgrauer, tonig-siltiger Fein- bis Mittelsand mit Fein- bis Mittelkies, gegen unten zunehmend grobkiesiger
3.10		Dunkelbrauner, leicht tonig-siltiger Kies mit reichlich Sand, mitteldicht (bis dicht) gelagert, Vollkern 3.20-3.40 m, ansonsten zerbohrt, ab 3.40 m zunehmend siltiger, stellenweise tonig, geschichtet und hellbraun
4.30		Brauner bis rostbrauner, tonig-siltiger Kies (Fein- und Mittelkies vorherrschend) mit reichlich Sand, kleine Sandsteinbrocken vorhanden, mitteldicht bis dicht gelagert, z.T. zerbohrt; mit Ziegelresten
6.80	Verlandungs- böden b	Grauer bis hellbrauner (gefleckt), toniger Silt mit vereinzelt Kies, weich bis mittelsteif, ab 7.20 m zunehmend dunkelbraun
7.30		Toniger Silt mit vereinzelt Kies und Feinsand; ab 7.55 m zunehmend torfig; weich bis mittelsteif, geschichtet, ab 8.0 m Torfanteil abnehmend, zunehmend toniger
8.50		Hellgrauer, siltiger Sand mit reichlich Kies
8.70		Hellgrauer, stark siltiger Feinsand bis feinsandiger Silt, mittelsteif, ab 9.10 m grobsandiger; geschichtet
9.30	Stillwasserabla- gerungen c	Wechselagerung von hellbraunen, tonigen Mittel- bis Grobsilt und hellgrauen, siltigen Fein- bis Mittelsanden, vereinzelt Kies geschichtet; stellenweise Torfreste; gegen unten (ab ca. 10.10 m) zunehmend steifer; Zwischen 10.30-10.70 m rostbraune Verfärbungen
10.70		Hellbrauner bis hellgrauer, schwach toniger Silt mit reichlich Feinsand und wenig Feinkiesbeimengungen, steif bis sehr steif, ab 11.30 m mittelsteif bis steif
12.00		

Bemerkungen:

Kein Wasserzutritt festgestellt
 Piezometerausbau von unten: 5 m gelocht, 7 m voll, Überstand -0.14 m
 Penetrometer: Tiefe: 11.00 m: senkrecht zur Bohrrichtung $q_p = 400 \text{ kN/m}^2$, horizontal zur Bohrrichtung: $q_p = 280 \text{ kN/m}^2$
 Taschenscherflügel: Tiefe 11.00 m: $c_{us} = 60 \text{ kN/m}^2$, 77 kN/m^2 , 80 kN/m^2
 SPT: 7.20 m: 4/7/11; 10 m: 8/10/14
 KZ: 0.55/1.15/2.0/3.15/4.0/5/6.0/7.15/7.60/9.05/10/11.35/12.00

Datum : 16.-18.10.2012	Auftrag Nr. : 1510144.2	<h1 style="margin: 0;">GEOTEST</h1> <p style="font-size: small; margin: 0;">GEOLOGEN INGENIEURE GEOPHYSIKER UMWELTFACHLEUTE</p>
Objekt : Münchenbuchsee, Überbau. Bahnhofstrasse		
Unternehmung : Stämpfli AG		
Bohrmethode : Rammkernsondierung		
Anfangsdurchmesser : 220 mm	Enddurchmesser: 130 mm	
Koordinaten : ca. 601 046 207 720		
Terrainkote : ca. 553.53 m ü. M. Pm : 553.33 m ü. M.		601/207.62 Kernbohrung 12/1

Pm. Wsp	Tiefe	Profil	Proben	Materialbeschreibung	Versuche	Schacht ø 15 cm Imbus 8 mm
	0.10			Kies		
	0.40			Silt, sehr steif, braun	R	0.2
	0.70			Kies und Steine (ø 12 cm), sandig, braun (Auffüllung)		
	0.90			Sand mit Grobkies, braungrau (Auffüllung)		
549.64 08.11.2012			Einfüllversuch 90 l/min (30 min, WSP -1.8m)	Fein- bis Mittelsand, beige, vereinzelt Feinkiesel, trocken, beige, ab 3.5 m feucht	SPT = 3-4-5 N = 9	Bohr- gut
	4.0			- 4.0 - 4.5 m mit viel Feinkies		
	5.0			- 5.0 - 6.0 m mit reichlich Feinkies	Ad3	4.2
				- 7.0 - 7.2 m siltig		
				- 7.7 - 8.3 m mit wenig Feinkies	SPT = 3-5-19 N = 24	4/8 - Rund- kies
	8.30			Feinsand mit wenig Feinkies, leicht siltig, hart gelagert, beige		
	9.00			leicht toniger Silt, sehr steif, mit wenig Sand und Feinkies, beige		
	9.40			Fein- bis Mittelsand mit wenig Feinkies, beige	SPT = 5-14-21 N = 35	Filterrohr geschliffzt, 5 m
	9.60			leicht toniger Silt mit Feinsand und wenig Kies, sehr steif bis hart, beige		
	10.00			Fein- bis Mittelsand mit vereinzelt Feinkies, gerundet, grünlich-grau	Ag	Bohr- gut
				- 10.7 - 11.1 m: 2 x 0.1 m leicht toniger Silt, sehr steif bis hart, mit vereinzelt Feinkiesel, beige	SPT = 11-19-26 N = 45	
				- 11.7 - 11.9 m: dito		
				- 13.8 - 14.0 m: mit reichlich Feinkies	SPT = 10-27-31 N = 58	
	15.50			Feinsand, siltig, vereinzelt Kiesel, sehr steif bis hart, beige		
				- 15.6 - 15.8 m: Fein- bis Mittelsand		
				- ab 16.2 m: hart, knapp schälbar, phasenweise Silt vorherrschend	SPT = 12-50/13cm N = >50	
				- 18.0 - 18.5 m: sehr hart, Hammer zur Zerkleinerung erforderlich		
	18.80			Silt, mergelig, bunt, mit wenig Feinsand und Kies, hart	M	
	20.00			Feinsand, teilweise leicht siltig		
	20.90			Mergel, hellbunt, hart, zerfällt unter Hammerschlag	V Molassefels	
	21.60				SPT = 50/8cm N = >50	
Aufgenommen durch: R. Metzger						Anhang
AC02aMeSw,Kb12-1.ai						2

Datum : 19.-23.10.2012	Auftrag Nr. : 1510144.2	<h1 style="margin: 0;">GEOTEST</h1> <p style="font-size: small; margin: 0;">GEOLOGEN INGENIEURE GEOPHYSIKER UMWELTFACHLEUTE</p>
Objekt : Münchenbuchsee, Überbau. Bahnhofstrasse		
Unternehmung : Stämpfli AG		
Bohrmethode : Rammkernsondierung		
Anfangsdurchmesser : 220 mm	Enddurchmesser: 130 mm	
Koordinaten : ca. 601 086 / 207 7080		
Terrainkote : 552.18 m ü. M.	Pm : 552.02 m ü. M.	<p style="font-size: x-large; margin: 0;">Kernbohrung 12/2</p>

Pm. Wsp	Tiefe	Profil	Proben	Materialbeschreibung	Versuche	Schacht ø 20 cm
549.44 08.11.2012	0.50			Kiessand, siltig, tonig, mit Beton- und Ziegelbruch	R	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> Vollrohr 4 m Bohr- gut PVC, blau, ø 2" DN60/60x4 4/8 - Rund- kies Filterrohr geschlitz., 5 m Bohr- gut </div>
	0.80			leicht toniger Silt, steif, dunkelbraun		
	1.50			toniger Silt mit wenig Sand und reichlich Steinen (ø12 cm), steif, braungrau, einzelne Tonscherben (Auffüllung)		
	2.05			Sand, leicht siltig, rostbraun		
	3.00			Feinsand, beige		
	3.20			bei 2.6 m 2cm toniger Silt, mittelsteif, dunkelbraun und rostbraun		
				Silt, grob, hart, olive	SPT = 1-4-4 N = 8	
				Fein- bis Mittelsand, grünlichgrau bis rostbraun, nass	Ad3	
	5.20			Sand, sehr fein, hart, grünlichgrau		
	5.60			Wechsellagerung von Mittelsand mit Kies und Feinsand, grünlichgrau		
	6.00			Fein- bis Mittelsand		
	7.00			6.5 - 6.6 und ab 6.9 m mit wenig Kies, leicht siltig	SPT = 1-2-4 N = 6	
				Sand		
				- ab 7.7 m vereinzelt Feinkiesel		
				- ab 8.4 m mit wenig Kies		
				- ab 9.2 m mit reichlich Kies		
				- bei 8.3 m und 8.7 m dünne Siltlagen (2-3 cm), steif, grünlich-grau	Ad2	
					SPT = 2-4-6 N = 10	
	10.00			Feinsand, grünlichgrau		
	10.60			Grobsilt, hart, mit 3 dünnen Mittelsandlagen, grünlichgrau		
	10.90			Sand mit Fein- bis Mittelkies, grünlichgrau		
	11.70			Feinsand, hart (Vollkern bis 12.0, anschliessend zerbohrt)		
	12.70			- 12.1 - 12.6 m mit einzelnen Lagen von tonigem Silt, mittelsteif bis sehr steif	SPT = 5-11-12 N = 23	
13.00		toniger Silt, sehr steif mit einzelnen Kindeln (Kalkkonkretionen)	Ag			
		Feinsand mit wenig Kies, teilweise siltig bis tonig, hart, zerbohrt				
		- 13.5 m - 13.6 m viel sauberer Mittelsand				
		- ab 13.6 m stark siltig, sehr hart, dunkelbeige				
14.30		Feinsand, grünlichgrau	SPT = 7-12-13 N = 25			
15.50		Grobsilt, hart, dunkelbeige				
		- ab 15.8 m mit Kalkkindeln und einzelnen Kieseln				
		- 16.2 bis 16.5 m vermischt mit Feinsand				
16.70		Silt, sehr hart (knapp schälbar), bereichsweise mit Feinsand	SPT = 8-50/13cm N = >50			
		- 17.6 bis 17.7 m Stein, gerundet, zerbrochen, ø 12 cm				
		- 18.2 bis 18.3 m Stein, ø 10 cm				
		- 18.5 bis 18.9 m mit reichlich Kies				
		- 18.9 bis 21.8 m mit vereinzelt bis wenig Kies	M Grundmoräne			
			SPT = 9-50/11cm N = >50			
21.80		Feinsand, bläulichgrau, z.T. beige verfärbt				
		- 21.9 m einzelner perfekt gerundeter Kiesel, ø 4 cm (Alpenkalk)				
23.20		von 3.3 m bis 15.5 m wenig Grundwasser	Aufgenommen durch: R. Metzger AC02aMeSw,Kb12-2.ai			