KISSLING + ZBINDEN AG
INGENIEURE PLANER USIC
Bern | Spiez | Thun | Solothurn

Moeri & Partner AG
Landschaftsarchitekten

syntas solutions

Baugesuch

Uferaufwertung Lido Krattigen

TECHNISCHER BERICHT

Gemeinde Krattigen



Abbildung 1: Übersicht Projektperimeter, Foto K+Z AG (22.10.2025)

IMPRESSUM

Auftraggeber
Gemeinde Krattigen

Projekt
6.378 Uferaufwertung Lido Krattigen

Berichtnummer
6.378/33.201

Erstellungsdatum
13.01.2025

Pfad- und Dateiname
https://kzag.sharepoint.com/sites/PRJ6_378/Freigegebene Dokumente/General/10 Ber/32_Bauprojekt/6.378_33.201_TB_Uferaufwertung LIDO Krattigen.docx

Fassung vom
30.06.2026

Bearbeitung

Céline Kummer, Florian Textor	Kissling + Zbinden AG
Manfred Imhof, Markus Wüthrich	Kissling + Zbinden AG
Bettina Käppeli	Moeri + Partner AG
Andreas Oestreicher, Fabienne Brand	Syntas Solutions AG

Q-Prüfung

Datum	30.06.2026 / Florian Textor
Unterschrift	

INHALTSVERZEICHNIS

1	**Grundsätze und Zuständigkeiten**	**1**
1.1	Auftrag und Projektperimeter	1
1.2	Projektziele	2
1.3	Projektorganisation	3
1.4	Verfahren	3
1.5	Grundeigentümer	4
2	**Strategische Planung und Partizipation**	**5**
2.1	Strategische Planung	5
2.2	Partizipation	5
3	**Ausgangslage**	**6**
3.1	Raumplanung	6
3.2	Bisherige Nutzungen	9
3.3	Vorhandene Werkleitungen und Anlagen	12
3.4	Landschaftsgeschichtliche Entwicklung und Raumwirkung	13
3.5	Hydrologie	19
3.6	Wind – Wellen – Strömungen	20
3.7	Bathymetrie	21
3.8	Geologie und Untergrund	22
3.9	Ökomorphologie	24
3.10	Flora, Fauna und geschützte Lebensräume	26
3.11	Waldwirtschaft	32
3.12	Landwirtschaft	32
3.13	Belastete Standorte	32
3.14	Archäologie und Denkmalschutz	32
3.15	Drittprojekte	34
4	**Herleitung Massnahmenkonzept**	**36**
4.1	Referenzzustand	36
4.2	Defizitanalyse	37
4.3	Leitbild, Entwicklungsziele und Handlungsgrundsätze	39
4.4	Schutzziel und Nutzungsdauer	40
4.5	Wasserbauliches Konzept	41
4.6	Gestaltungskonzept	42
4.7	Besucherlenkungskonzept	43
5	**Massnahmenbeschrieb**	**45**
5.1	Variantenstudium und Entscheide	45
5.2	Beschrieb Projektmassnahmen	47
5.3	Dimensionierung	68

6 Projektauswirkungen 70
6.1 Auswirkungen auf den Hochwasserschutz 70
6.2 Auswirkungen auf die Raumnutzung 70
6.3 Auswirkungen auf die Natur (terrestrisch) 75
6.4 Auswirkungen auf Gewässerökologie und Fischerei 76
6.5 Auswirkungen auf Grundwasser 77
6.6 Auswirkungen auf Boden und Landwirtschaft 77
6.7 Auswirkungen auf Wald 79
6.8 Auswirkungen auf Drittprojekte 80

7 Kostenvoranschlag 81
7.1 Kostenschätzung 81
7.2 Subventionierung und Kostenteiler 82

8 Realisierung 84
8.1 Logistik und Erschliessung 84
8.2 Bauablauf 86

9 Erfolgskontrolle 88

10 Termine 89

11 Unterhalt 90

12 Abbildungsverzeichnis 91

13 Grundlagenverzeichnis 94
13.1 Literatur 94
13.2 Begehungen und Besprechungen 95

14 Anhang 96

ZUSAMMENFASSUNG

Beim Lido Krattigen (Pizzeria + öffentlicher Badebereich, Parkplatz Nationalstrasse N08) besteht ein grosses Potential zur Aufwertung des Seeufers. Dies sowohl aus ökologischer Sicht (hoher Nutzen gemäss kantonaler Seeuferrevitalisierungsplanung GEKOBE.2022), als auch im Sinne der Naherholung.

Die ökologischen Massnahmen zielen auf den Referenzzustand eines natürlichen, bewaldeten Ufers ab, entsprechend liegt der Hauptfokus auf der Strukturierung der ufernahen Flachwasserzone und der Schaffung einer möglichst dynamischen Wasserwechselzone. Der Projektperimeter ist unterteilt in die drei Abschnitte A bis C. Bei Abschnitt A + C, welche sich westlich, bzw. östlich des Restaurants befinden, sind ökologische Aufwertungsmassnahmen im Fokus. Im zentralen Bereich des Restaurants und Lido, welcher auch intensiv genutzt wird, liegt der Fokus des Projekts auch auf der Naherholung und dem Zugang der Bevölkerung zum Gewässer. Das bestehende, nicht nutzbare Floss im Bereich des Lidos soll abgebrochen und ersetzt werden.

Landseitig soll die bestehende Fläche wo möglich ökologisch aufgewertet werden, indem Hecken, Stein- und Asthaufen erstellt werden. Andererseits soll die Freifläche auch für die Freizeitnutzung attraktiver gestaltet werden. Dazu gehört die Platzierung von Sitzbänken, Abfalleimern und die Erstellung eines chaussierten Weges.

Die Gesamtprojektkosten belaufen sich auf rund CHF 2'951’00. Der Bau ist auf die ausserordentliche Seeabsenkung im Winter 2027/2028 abgestimmt und ab Herbst 2027 vorgesehen.

1 GRUNDSÄTZE UND ZUSTÄNDIGKEITEN

1.1 Auftrag und Projektperimeter

Der Projektperimeter umfasst einen rund 370 m langen Uferabschnitt des Thunersees im Bereich Lido Krattigen.

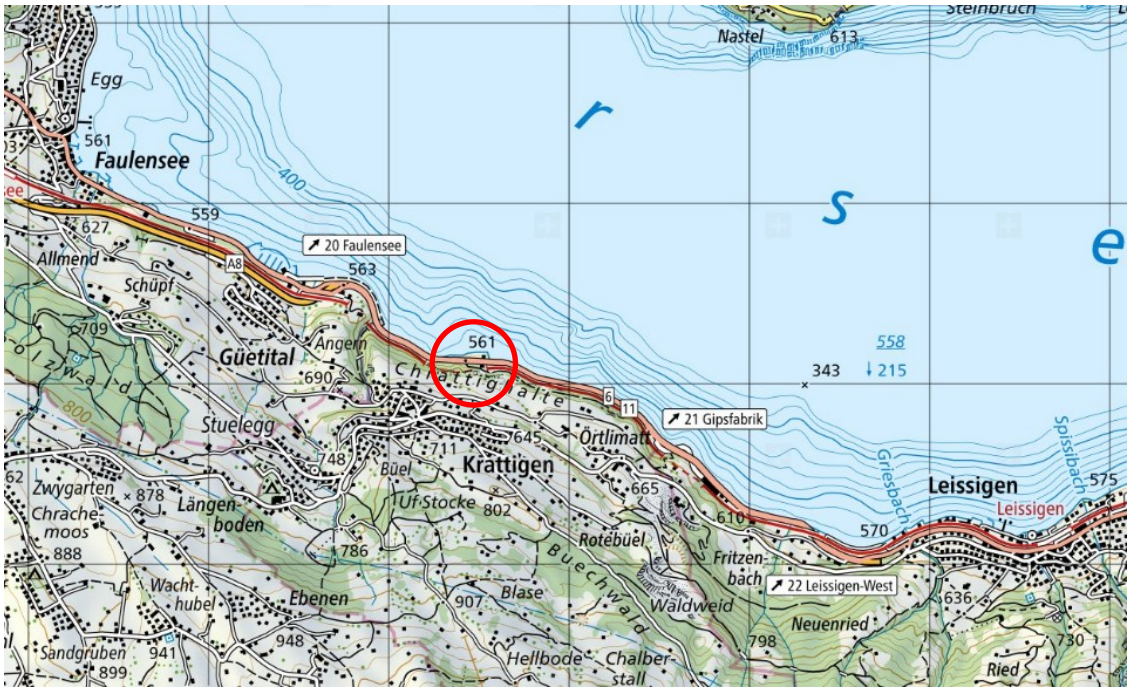


Abbildung 2: Projektperimeter, Landeskarte 1:25'000, bearbeitet



Abbildung 3: Projektperimeter

Das Seeufer ist im Projektperimeter stark verbaut (Uferblocksatz in Hinterbeton 2:3, Anlage des Motorbootclubs Thunersee). Der Uferblocksatz ist teilweise labil und das Schadenpotential gross (Infrastrukturanlagen: Restaurant Lido, Parkplätze, Nationalstrasse und Fahrrad- sowie Fussweg). Der Uferabschnitt ist insbesondere touristisch stark frequentiert. Der Zugang zum See ist aufgrund des steilen Uferblocksatzes wesentlich eingeschränkt und die ökologischen Defizite sind gross.

Sturm Burglind hatte am 03.01.2018 den Uferblocksatz im Projektperimeter teilweise stark beschädigt. Eine Uferpartie rutschte ab. Die Gemeinde Krattigen hat mittels Sofortmassnahmen die Ufersicherung zwischenzeitlich instand gestellt.

Im Auftrag der Einwohnergemeinde Krattigen hatte die Kissling + Zbinden AG im Rahmen einer Vorstudie einen ersten Massnahmenentwurf zur Uferaufwertung erstellt. Im Anschluss dazu wurde zusammen mit der Moeri & Partner AG (Gestaltung) und der Holinger AG ein Voranfragedossier erarbeitet, welches am 06.01.2021 eingereicht wurde. Die Rückmeldungen der Ämter liegen vor. Die Gemeinde Krattigen hat sich anschliessend entschieden die Ausarbeitung eines Baugesuchs in Angriff zu nehmen. Die Resultate dazu liegen nun vor.

1.2 Projektziele

Folgende Projektziele wurden im Verlauf der Erarbeitung des Vorprojektes definiert:

- Der **Erholungsraum** soll aufgewertet und der Seezugang attraktiv und sicher gestaltet werden.
- Die Möglichkeit einer **öffentlichen WC-Anlage** soll überprüft werden.
- Die bestehende **Flachwasserzone** soll mittels zeitgemässer, wasserbaulicher Massnahmen aufgewertet werden.
- Der Lebensraum soll **landseitig** mit standortgerechten Bäumen und Sträuchern sowie **wasserseitig** mit attraktiven Strukturelementen wie Wurzelstöcken, Wurzelstockriffen, Raubäumen, Blocksteinbuhnen und kleinen Buchten aufgewertet werden.
- Seeseitige **Kiesschüttungen** zur Anhebung des Flachwasserbereichs sind zielführend, sollen aus Stabilitäts- und Kostengründen aber minimal ausfallen.
- Ein neues, **stabiles Uferelement** soll die angrenzenden Infrastrukturanlagen nachhaltig vor Hochwasser und Wellengang schützen und die Unterhaltskosten reduzieren.

Die Herleitung dieser Ziele wird in Kapitel 4 ausgeführt.

1.3 Projektorganisation

Bauherrschaft / Auftraggeber	Gemeinde Krattigen Kontaktperson: Philipp Schopfer Dorfplatz 2 3704 Krattigen
Leitbehörde:	Regierungsstatthalteramt Thun Scheibenstrasse 3 3600 Thun

Amts- und Fachstellen / Institutionen:

Zahlreiche Amts- und Fachstellen sowie weitere Akteure wurden im Rahmen der Projektierung einbezogen (vergleiche Kapitel 2.2 und Beilage Baugesuchdossier).

Planer:	**Ingenieurbüro** Kissling + Zbinden AG Oberlandstrasse 15 3700 Spiez **Landschaftsarchitektur** Moeri & Partner AG Mühlenplatz 3 3000 Bern **Raumplanung** Syntas Solutions AG Worbstrasse 180 3073 Gümligen **Geologie** Geotest AG Bernstrasse 165 3052 Zollikofen **Gewässerökologie** UNA AG Schwarzenburgstrasse 11 3007 Bern

1.4 Verfahren

Es wird angestrebt das vorliegende Projekt im Rahmen eines ordentlichen Baugesuches basierend auf dem geltenden Uferschutzplan bewilligen zu lassen. Bei Projekten, welche den Thunersee betreffen, ist das Regierungsstatthalteramt Thun federführend.

Für das Projekt werden diverse Ausnahmegesuche beantragt, diese sind im separaten Dokument «Ausnahmegesuche» beschrieben.

1.5 Grundeigentümer

Folgende Parzellen, Grundeigentümer und Baurechtsnehmer werden durch das Projekt tangiert (Abbildung 4):

- 488 (365) Einwohnergemeinde Krattigen
- () Baurechtsnehmerin Motorbootclub Thunersee auf Parzelle Nr. 488 (keine eigene Baurechtsnummer) bis 30.04.2027, Verlänge rung in Aussicht
- (365) Baurechtsnehmer und Konzessionär Seewasserfassungsleitung „Restaurant / Pizzeria Lido“, David Ovsepyan, Aarestrasse 8, Unterseen vertreten mit Vollmacht durch Frau L. Ryffel, bis 31.12.2076
- 435 Schweizerische Eidgenossenschaft Bundesamt für Strassen (ASTRA)
- Thunersee Kanton Bern, AGG

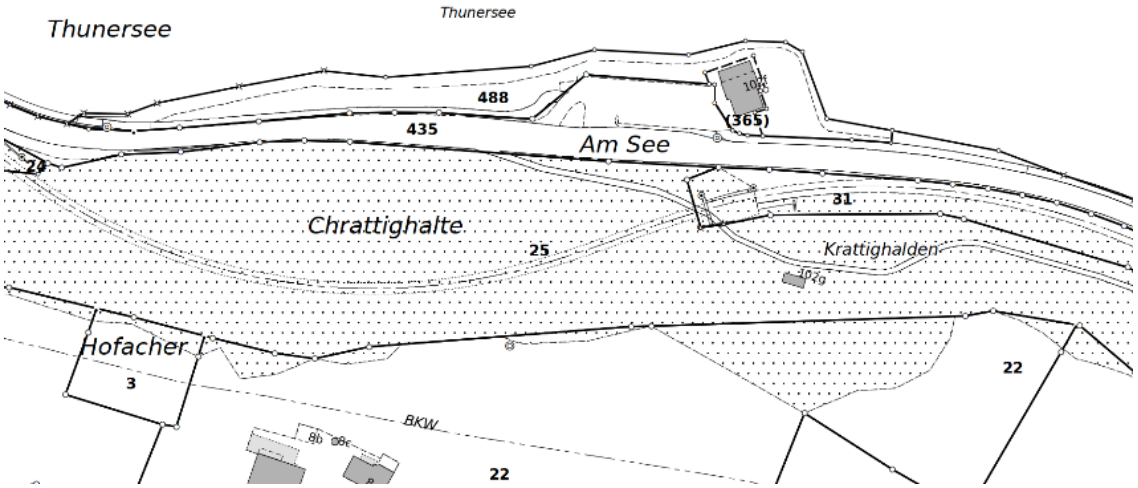


Abbildung 4: Übersichtsplan amtliche Vermessung [11]

2 STRATEGISCHE PLANUNG UND PARTIZIPATION

2.1 Strategische Planung

Analog zur Strategischen Revitalisierungsplanung der Fliessgewässer wurde auch für die Revitalisierung von Seeufern eine strategische Revitalisierungsplanung formuliert. Analog zu den Fliessgewässern sollen Projekte, welche in einem Abschnitt mit hohem oder mittlerem ausgewiesenem Nutzen gemäss strategischer Revitalisierungsplanung liegen entsprechend finanziert werden können. Das vorliegende Projekt liegt strategischer Revitalisierungsplanung in einem Abschnitt mit hohem ausgewiesenem Nutzen für Natur und Landschaft. Es handelt sich um das Objekt THU_02. Gemäss der strategischen Revitalisierungsplanung soll die Umsetzung des Projektes in der Periode 2025 – 2028 erfolgen.

THU_02	Krattigen Bad	1000	2025-28	Kombinationsprojekt Ufersanierung, Naherholung und Revitalisierung

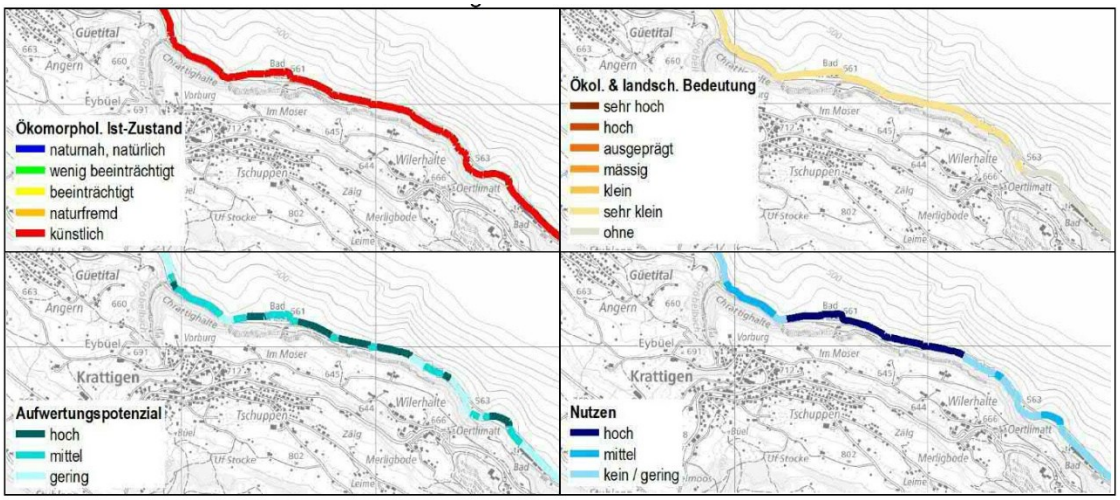


Abbildung 5: Ausschnitt aus dem Objektblatt Thun_02 der strategischen Revitplanung GEKOBE.2022 [2]

2.2 Partizipation

Über die Jahre fanden Rücksprachen mit diversen Amts- und Fachstellen sowie mit den relevanten Akteuren statt. Mit den Amts- und Fachstellen fand während der Entwicklung des Projektes eine Begehung vor Ort statt, als Abschluss wurde eine Voranfrage zum Projekt eingereicht. Basierend auf diesen Rückmeldungen wurde das vorliegende Bauprojekt ausgearbeitet. Dabei fand erneut ein intensiver Austausch mit den involvierten Ämtern (u.a. AGR, FI, OIK, AWA etc.) statt. Auch die Akteure (ASTRA, Baurechtsnehmer, etc.) wurden in diesem Rahmen erneut abgeholt. Eine Übersicht der Partizipation und relevanten Rückmeldungen ist in der Beilage zu finden.

3 AUSGANGSLAGE

3.1 Raumplanung

Im Folgenden werden die planungsrechtlichen Instrumente aufgeführt.

3.1.1 Kantonaler Sachplan Seeverkehr

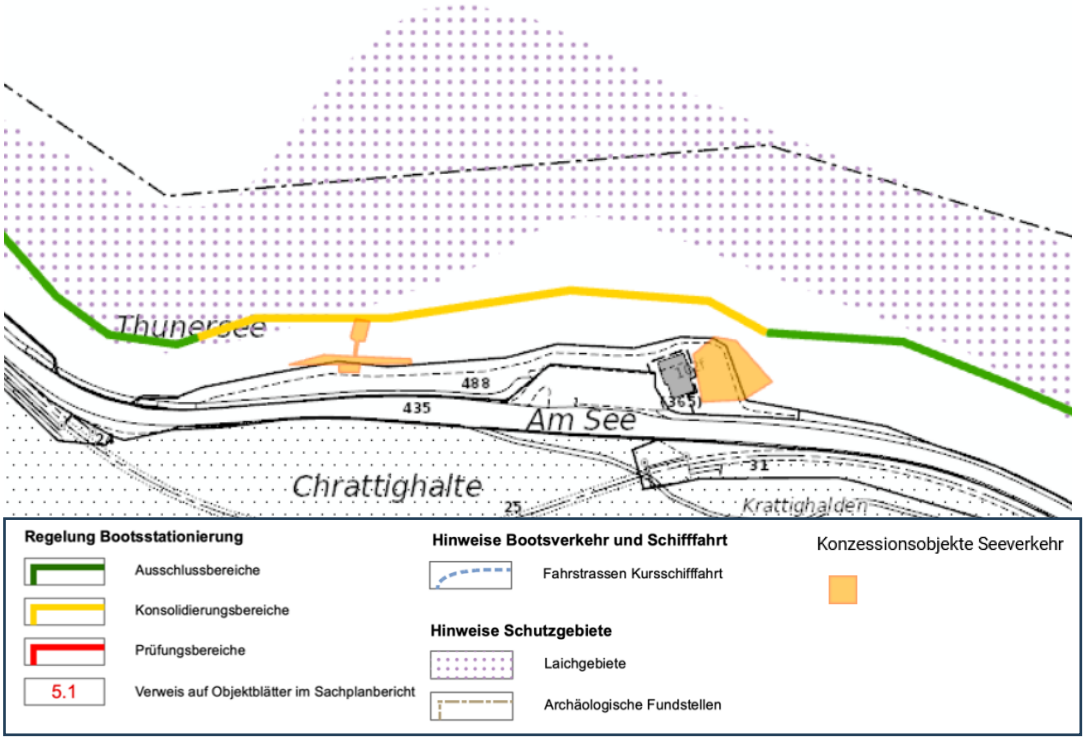


Abbildung 6: Sachplan Seeverkehr Thunersee + Ergänzungen (Konzessionsobjekte), Geoportal Kanton Bern [11]

Neben dem kantonalen Sachplan Seeverkehr sind auf dem Geoportal im Projektperimeter konzessionierte Objekte (hauptsächlich Steganlagen) erfasst. Der Uferstreifen in diesem Bereich des Thunersees ist Laichgebiet (Mischtyp geeignet / ungeeignet). Im betreffenden Abschnitt ist ein Konsolidierungsbereich ausgeschieden. In diesen Abschnitten besteht ein gewisser Spielraum für die Verlagerung von Anbindestellen innerhalb des Gemeindegebiets, für die Anpassung bestehender Anlagen zur betrieblichen bzw. technischen Optimierung und ausnahmsweise an geeigneten Standorten auch für die Realisierung einer geringen Anzahl zusätzlicher Anbindestellen.

3.1.2 Freiflächen nach See- und Flussuferschutz (SFG)

Die Freifläche am Ufer in Krattigen gehört zu den öffentlichen Freiflächen (Erholungs- und Freizeitnutzung). Der Seezugang ist jedoch durch eine Ufermauer mit groben Blö-

cken erschwert. Zudem ist dieser Abschnitt ökomorphologisch künstlich [11]. Entsprechend bieten sich die vorhandenen Freiflächen als Aufwertungsobjekt an.

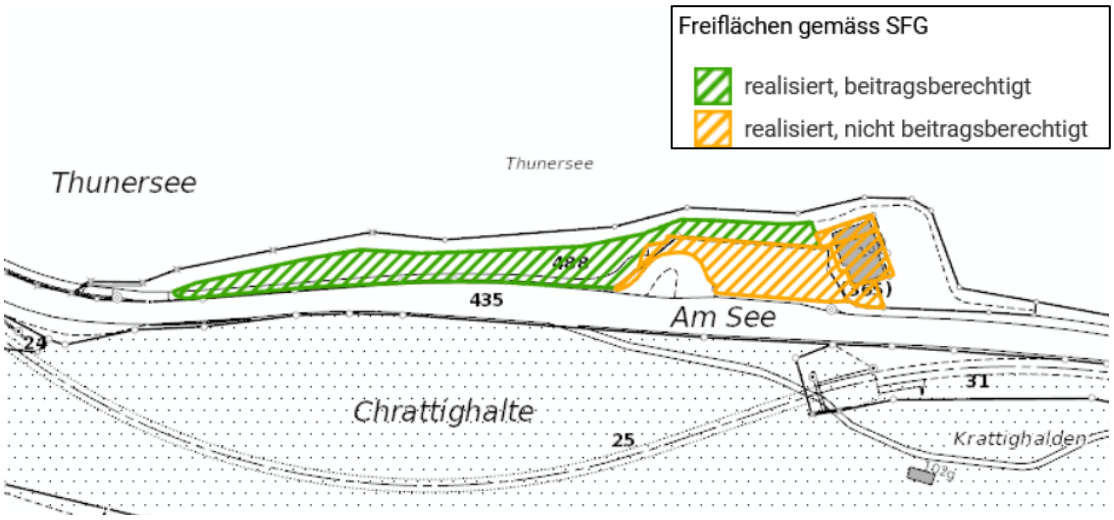


Abbildung 7: Freiflächen nach SFG.[11]

3.1.3 Festlegung der Gewässerräume

In der Gemeinde Krattigen wurden bei den Fliessgewässern die Gewässerräume ausgeschieden und hierfür im Jahr 2021 ein Zonenplan erlassen. Am Thunersee beträgt der Gewässerraum 15 m ab der Uferlinie.

3.1.4 Uferschutzplanung

Am Thunersee gilt der Uferschutzplan vom 06.11.1992 mit Änderungen vom 16.03.1995, 19.05.1999 und 20.05.2011. Die Flächen im Projektperimeter sind verschiedenen Nutzungsarten zugewiesen. Im Zentrum stehen der Rast- und Parkplatz sowie das Seebad Lido mit dem Restaurant.

Dieser Ort dient einerseits den Durchreisenden für einen Zwischenhalt und den Einheimischen als Erholungs- und Freizeitnutzung. Innerhalb des Projektperimeters liegt auch der Uferweg, welcher zu einem Radwanderweg ausgebaut wurde und zur linksufrigen Verbindung Interlaken -Thun gehört.

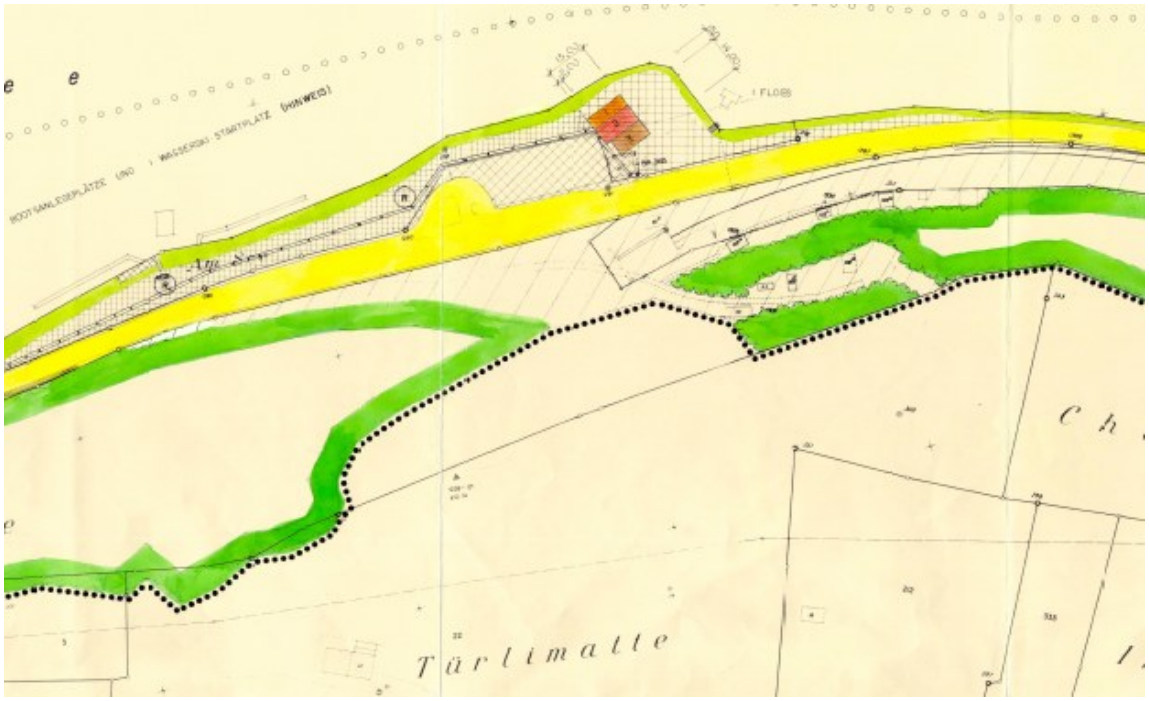


Abbildung 8: Ausschnitt aus dem aktuellen USP im Bereich des Projektperimeters [6]

Der Uferschutzplan [6] (vgl. Ausschnitte in Abbildung 8 und Abbildung 9) und die dazugehörenden [5] regeln die Raumnutzung im Projektperimeter. Der Wirkungsbereich des Uferschutzplans umfasst den landseitigen Bereich bis und mit Wasserlinie (Kote 558.10 m ü. M., Art.1 Überbauungsvorsschriften).

Das überbaute Gebiet (Restaurationsbetrieb mit Gebäude, Terrasse sowie An- und Nebenbauten), die Uferschutzzone und Freifläche (Rastplatz und Parkplatz) und der Uferweg sind Bestandteil des Uferschutzplans.

Die bestehenden Anlagen sind in ihrem Bestand gesichert und dürfen unter Einhaltung der entsprechenden Rahmenbedingungen [5] angepasst werden. Zentral dabei sind der Zweck und das öffentliche Interesse.

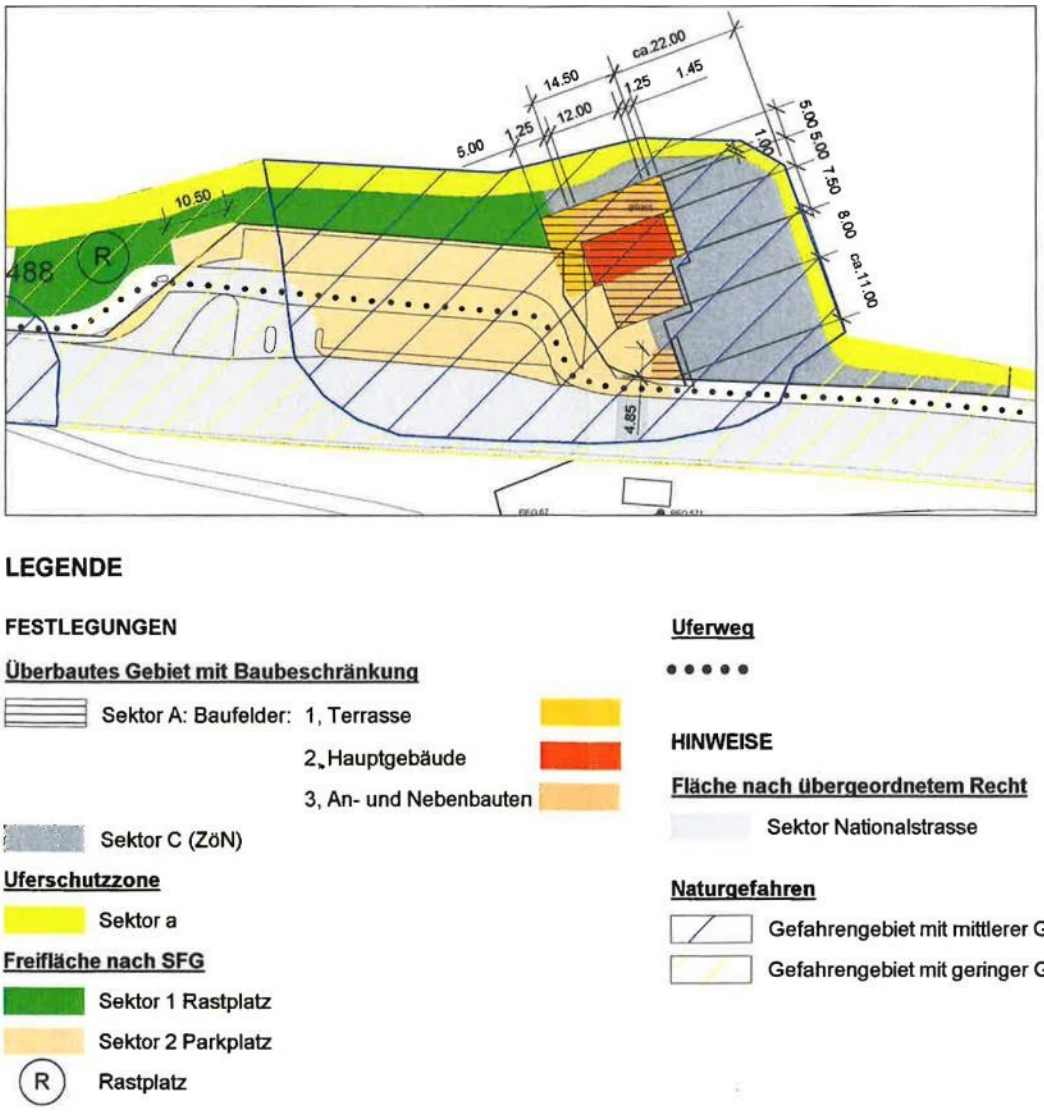


Abbildung 9: Uferschutzplan im Bereich Lido Krattigen inkl. Legende [6]

3.2 Bisherige Nutzungen

Im Folgenden werden die bisherigen Nutzungen im Projektperimeter beschrieben.

3.2.1 Erholungsnutzung

Am Thunersee gibt es bereits mehrere grosse bis sehr grosse Erholungsräume (u.a. Strandbad Thun, Städtli Bad Spiez, Bonstetten-Park, Gwatt-Deltapark, Liegewiese im Gwatt, Faulensee …). Diese sind gut ausgestattet mit:

- Parkmöglichkeiten
- Grillstellen
- Flachufer (guter Zugang in den See)
- Sitzgelegenheiten
- teilweise mit Spielplatz

Im Vergleich kann die heutige Nutzung des Lidos in Krattigen als Bade- und Verweilort als "eher klein und einfach" beschrieben werden.

Landseitig stehen zur Erholungsnutzung Sitzbänke, z.T. mobile Sitzelemente, eine Aussendusche, eine WC-Anlage, wenige Umkleidekabinen, Mülleimer und ein Tischtennistisch mit einer Steinplattenfläche zur Verfügung (vgl. Abbildung 10 und Abbildung 11). Die Wiese östlich des Restaurants wird häufig gemäht, sodass sie als Liegewiese genutzt werden kann. Bei der Liegewiese gibt es auch einen Wasserzugang über eine Betontreppe. Seeseitig gibt es ein Floss, welches Badegäste häufig nutzen. Die Wiese vor dem Parkplatz wird ebenfalls häufig gemäht, wird aber zurzeit weniger als Liege- und Verweilfläche genutzt. Das Lido ist heute an schönen Sommertagen stark frequentiert. Zu den Nutzenden gehören Einheimische und zunehmend auch Touristen.

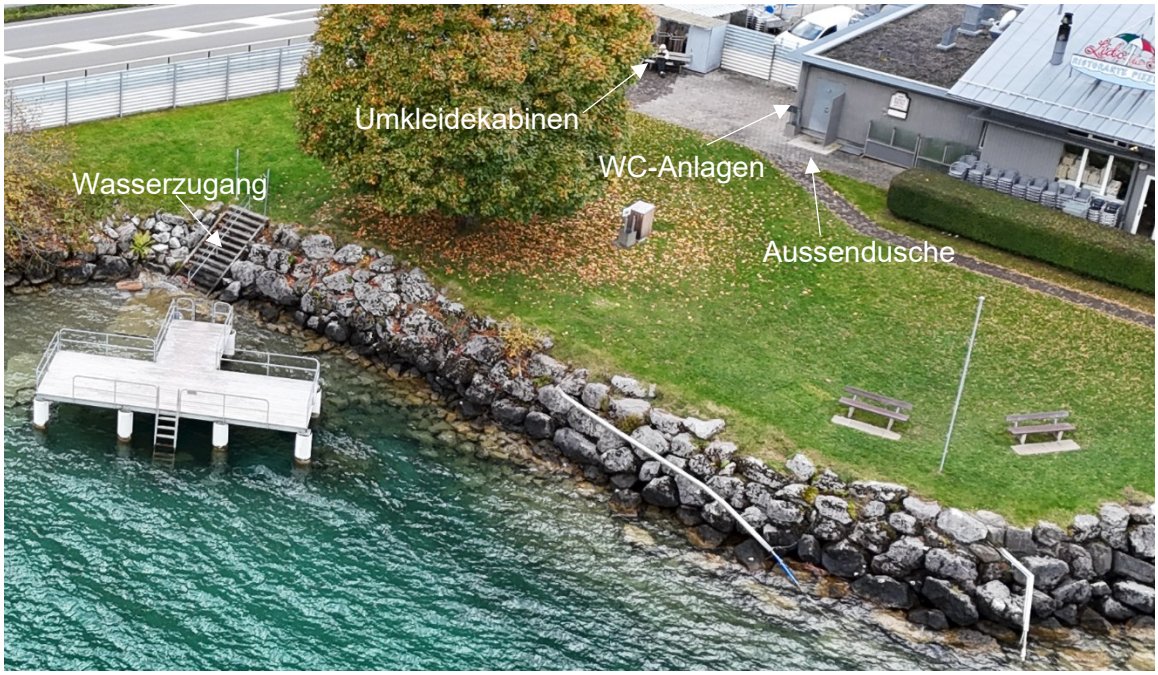


Abbildung 10: Überblick Anlagen für Erholungssuchende im Bereich der Liegewiese östlich des Restaurants.

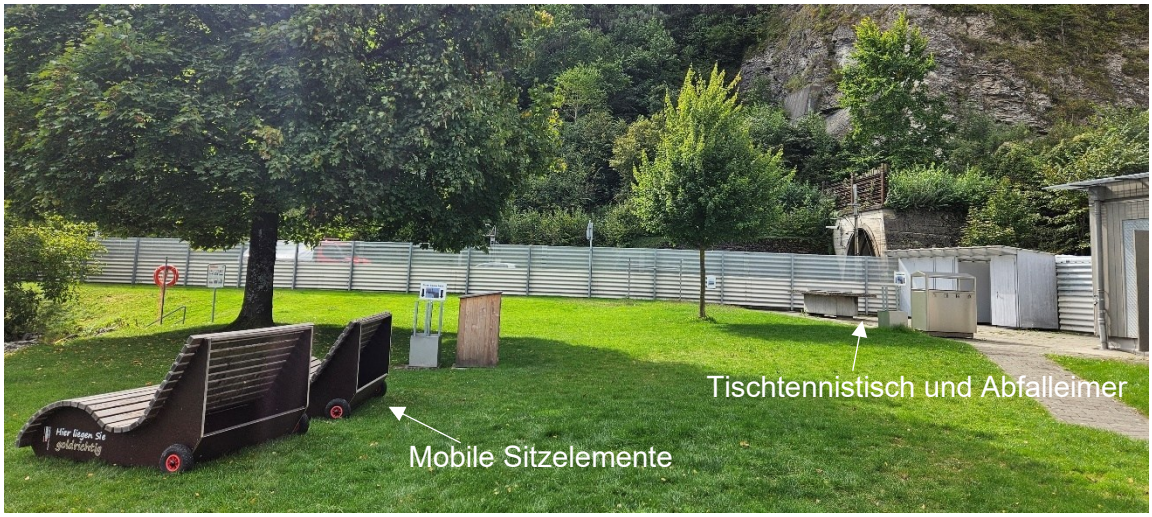


Abbildung 11: Überblick Liegewiese östliche des Restaurants.

Es gibt nur eine beschränkte Anzahl von Parkplätzen, welche ebenfalls von den Restaurantbesuchenden genutzt werden. Somit gibt es – insbesondere an schönen und warmen Sommertagen – einen Nutzungskonflikt zwischen der Freizeitnutzung und Gastronomie. Im Abschnitt A (vgl. Situationsplan Plan-Nr. 33.501 gibt es im Bereich der Steganlagen des Motorbootclubs vermehrt Verschmutzung durch Abfälle und Fäkalien, was auf ein Defizit von adäquaten Signalisationen zu den öffentlichen, sanitären Anlagen sowie ggf. ein Mangel an bewirtschafteten Abfalleimern hinweist. Durch die zunehmende touristische Nutzung (Individualverkehr mit Mietwagen) verschärft dich das Problem tendenziell.



Abbildung 12: Nutzungskonflikte an einem schönen Sommertag, 09.07.2018

3.2.2 Schifffahrt

Im Projektperimeter befinden sich zwei konzessionierte Bootsanbindestege sowie ein schwimmendes Floss, welches über einen schwebenden Zugangssteg mit dem Festland verbunden ist. Auch eine Heckverankerung ist konzessioniert (vgl. Abbildung 13). Das Benützungsrecht ist gemäss Grundbuch (Dienstbarkeit) zu Gunsten des Motorbootclub Thunersee. Es befinden sich keine konzessionierten Bojenplätze im Projektperimeter. Der Motorbootclub nutzt die Anlage hauptsächlich während den Sommermonaten. Das Floss mit Zugangssteg wird neben der Nutzung des Motorbootclubs (Anlegen, Start Wasserski) zunehmend auch von externen Personen genutzt für Wassersportaktivitäten wie «Pumpfoiling». Für den Motorbootbetrieb ist eine Zufahrtsrinne im unmittelbaren Bereich der Steganlagen wichtig. Die Wassertiefe soll gemäss einem Austausch mit Beat Dahinden, Präsident des Motorbootclubs) mindestens 1.50 m betragen.



Abbildung 13: Luftbild der konzessionierten Bootsanbindestege und des Flosses inkl. Zugangssteg und Heckverankerung. Aufnahme vom 19.12.2023.

Die Kursschifffahrt wird von den geplanten Massnahmen beim Lido Krattigen nicht tangiert.

3.2.3 Rastplatz inkl. Gastronomiebetrieb

Der Parkplatz beim Lido wird von vorbeifahrenden Autos, Motorfahrrädern und Fahrrädern als Rastplatz auf der Strecke Spiez – Interlaken genutzt. Teilweise wird dabei im Restaurant konsumiert, andere nutzen den Rastplatz für das kurzzeitige Erholen und Standort für Fotos. Je nach Saison und Tageszeit handelt es sich um regionale Freizeitsuchende, Tagestouristen oder auch vermehrt um ausländische Touristen auf dem Weg nach oder von Interlaken.

Der Gastronomiebetrieb «Ristorante, Pizzeria Lido» ist ganztags geöffnet und wird ganzjährig betrieben.

3.3 Vorhandene Werkleitungen und Anlagen

Im Projektperimeter sind folgende Werkleitungen vorhanden:

- Kanalisationsleitung, welche das Abwasser des Restaurants sowie der sanitären Anlagen (WC-Anlagen) entwässert (Abschnitt A und B)
- Strassenentwässerung der Kantonsstrasse (ASTRA) (Abschnitt A, B und C)
- BKW-Leitung zur Versorgung des Restaurants (Abschnitt A und B)
- Swisscom Leitung zur Versorgung des Restaurants (Abschnitt A und B)
- Seewasserfassung: Seewasserleitung, welche das Restaurant mit Seewasser für den Betrieb versorgt (Abschnitt B)
- Meteorwasserleitungen des Restaurants (Abschnitt B)
- Im See verläuft eine Gasleitung, allerdings ausserhalb des Projektperimeters.

3.4 Landschaftsgeschichtliche Entwicklung und Raumwirkung

Das künstlich angelegte Plateau mit dem kleinen Seebad, dem grosszügigen Parkplatz und der beliebten Pizzeria besitzt für sowohl Touristen als auch die lokale Bevölkerung eine hohe Anziehungskraft. Der Blick auf den See und die umliegende Berglandschaft ist beeindruckend und prägt die besondere Qualität dieses Ortes. Der Begriff “Lido” ist die italienische Bezeichnung für einen Kur- und Badestrand oder auch ein Ort am Meer.

Die Verkehrsverbindung der N6 zwischen Spiez und Interlaken gewann schon früh an Bedeutung. 1835 wurde eine erste Fahrstrasse ins Bödeli gebaut, womit das östliche Oberland auch für den Tourismus erschlossen wurde. Ein Saumweg entlang dem linken Ufer wird schon im 15. Jhd. erwähnt. Zwischen den Dörfern des rechten und des linken Thunerseeufers entspann sich nach 1830 ein Seilziehen um den Bau der ersten Fahrstrasse nach Interlaken. Nach wie vor war das ganze östliche Oberland nur über den Seeweg erschlossen. Obwohl die Distanz von Thun ins Bödeli mit einer Linienführung über Oberhofen deutlich kürzer war als jene über das linke Ufer, entschied sich der Staat für den Bau der Strasse über Spiez, weil dieses Projekt technisch weniger Schwierigkeiten bot und geringere Kosten zu erwarten waren. Der Bau erfolgte in den Jahren 1834-1837; er gehört damit zu den ersten grösseren Strassenbauprojekten, die der junge liberale Staat unternahm, nachdem er sich 1834 eine neues, modernes Strassenbaugesetz gegeben hatte.

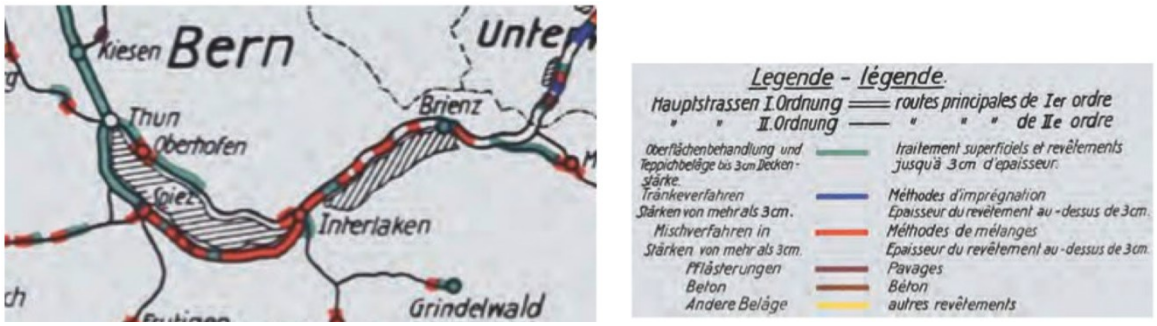
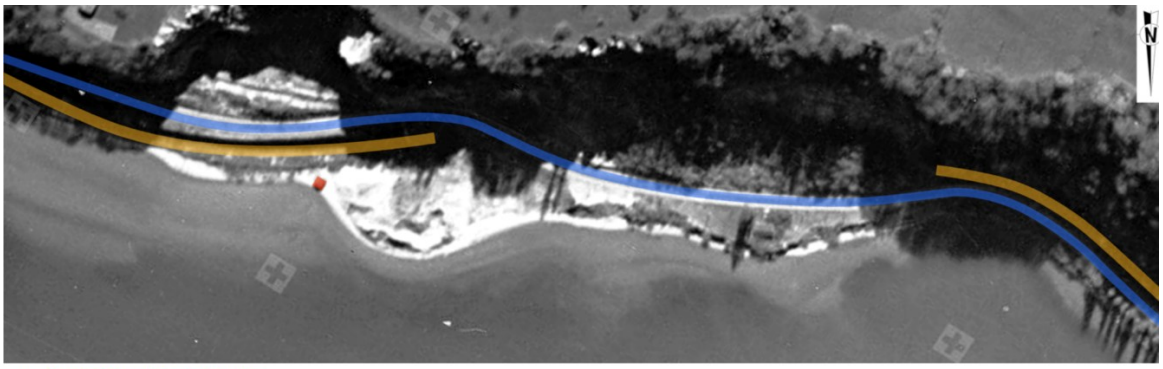
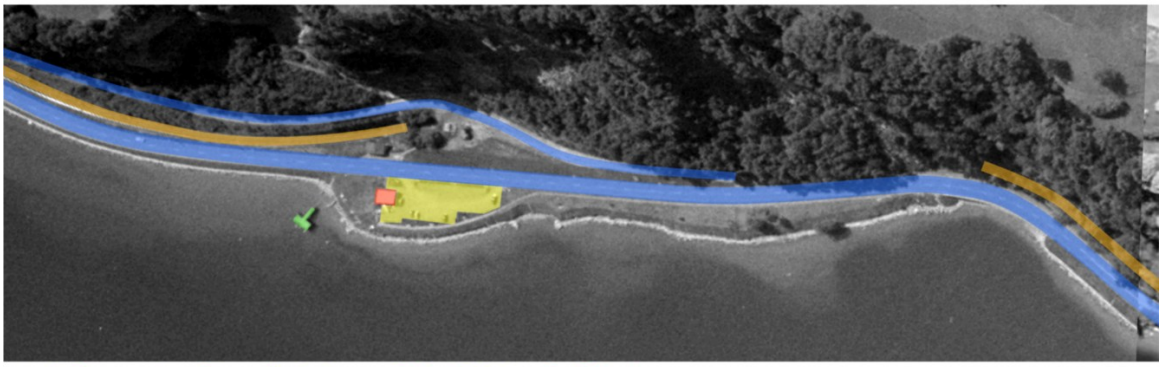


Abbildung 14: Späterer Ausbau des Strassennetzes mit markanten Qualitätsverbesserungen

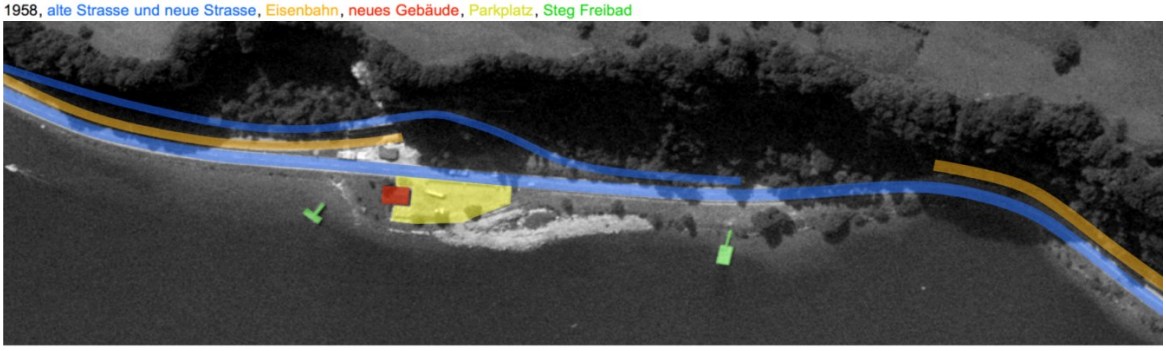
1859 wird die Bahnlinie Bern-Münsingen-Thun eröffnet. Zwei Jahre später wird sie bis Scherzligen verlängert, was den Anschluss an die Dampfschiffe Richtung Interlaken ermöglicht. 1893 erfolgt dann der Bau der linksufrigen Thunersee Bahn. Die Mobilität entwickelte sich stetig weiter. So gab es 1904 im Kanton Bern 64 Motorfahrzeuge, welche offiziell zugelassen waren – 1910 wurden aber schon 286 Personenwagen, 28 Lastwagen und 624 Motorräder gezählt. Diese Entwicklung hatte auch massgeblichen Einfluss auf das linke Thunerseeufer.



1934, Strasse, Eisenbahn, Gebäude
Q: map.geo.admin

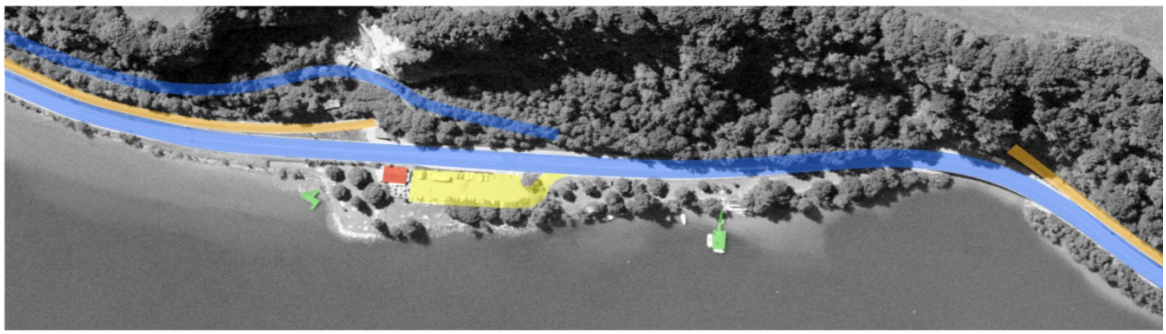


1958, alte Strasse und neue Strasse, Eisenbahn, neues Gebäude, Parkplatz, Steg Freibad

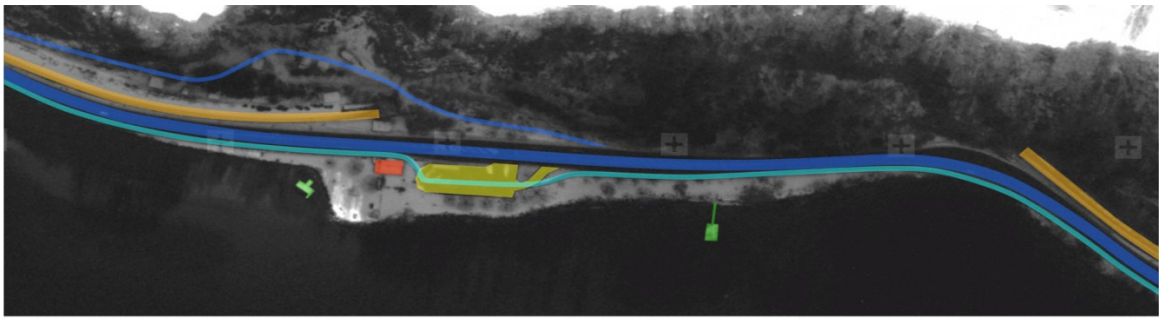


1970 alte Strasse und neue Strasse, Eisenbahn, Gebäude, Parkplatz, Steg Freibad und Anlegestelle Bootclub

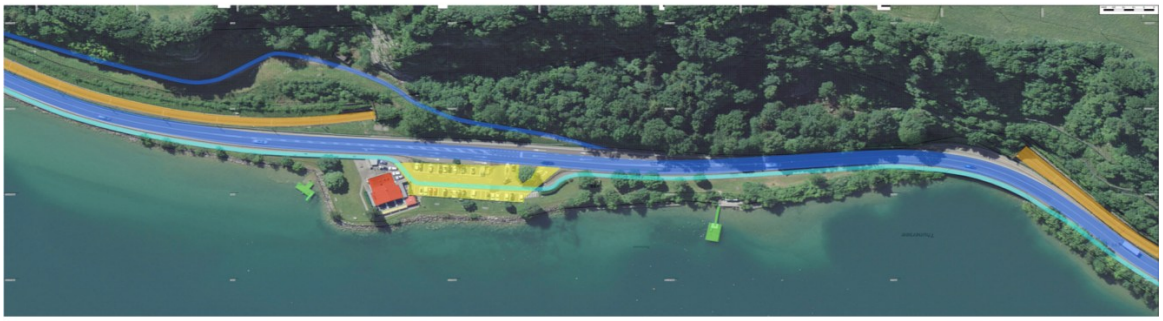
Die 1970-73 erbaute linksufrige Autobahn (A6 und A8), deren letztes Teilstück 1994 eröffnet wurde, begünstigte zu Beginn des 21. Jh. eher den Transit ins Oberland als die Region des Thunersee's.



1997, alte Strasse und neue Strasse, Eisenbahn, Gebäude, Parkplatz, Steg Freibad und Anlegestelle Bootclub



1999, alte Strasse und neue Strasse, Eisenbahn, Gebäude, Parkplatz, Steg Freibad und Anlegestelle Bootclub, Radweg
Q: map.geo.admin



2017, alte Strasse und neue Strasse, Eisenbahn, neues Gebäude, Parkplatz, Steg Freibad und Anlegestelle Bootclub, Radweg

Abbildung 15: Raumentwicklung im Bereich Lido

Der Begriff “Krattigenhalden” verweist auf die künstliche Aufschüttung des Plateaus. Im Bergbau bezeichnet “Halde” einen künstlich aufgeworfenen Hügel, der aus dem ausgeräumten, wertlosen Material besteht.

Heute weist das Lido Krattigen gestalterisch und funktionell grosse Defizite auf. Zur Sicherung des Plateaus vor Wellenschlag und Abrutschen in den See wurden über die Zeit verschiedene bauliche Massnahmen getroffen.

Der angelegte Blockwurf zwischen Strassenebene und dem See ist mittlerweile ausgespült und gefährlich für die Menschen. Zudem hält er dem Wellenschlag nicht stand und bildet in dieser einmalig schönen Landschaft eine gravierende Störung des Landschaftsbildes.

Die derzeit wenig sensible Flächengestaltung, insbesondere der grosse Parkplatz in Kombination mit dem Veloweg, schafft ein erhebliches Konflikt- und Unfallpotenzial. Sowohl aus sicherheitstechnischer als auch aus gestalterischer Sicht ist der Gesamtzustand der Anlage nicht weiter tragbar. Eine bauliche Erneuerung, eine ökologische Aufwertung sowie die Neugestaltung des Ufers mit verbessertem Seezugang und einer attraktiveren Ausgestaltung des Seebades sind künftig unverzichtbar. Es besteht dringender Handlungsbedarf.

Der Parkplatz ist Eigentum des Bundesamtes für Strassen (ASTRA). Er wird von der Gemeinde bewirtschaftet. Der Aufenthaltsbereich zwischen Parkplatz und See ist im Besitz der Gemeinde Krattigen.

Der Ort ist einzigartig, jedoch aus gestalterischer Sicht und der geringen Aufenthaltsqualität ein Unort. Durch das vorliegende Projekt gelingt es den zukünftigen Hochwasserschutz zu gewährleisten, die Aufwertung der Lebensräume für Pflanzen, Tier und

Mensch sicherzustellen sowie ein wertvoller Beitrag zur landschaftlichen Aufwertung zu leisten.



Abbildung 16: Die heutige Gestaltung mit einem Blockwurf beeinträchtigt das Landschaftsbild

3.4.1 Historische Ereignisse

Gemäss Ereigniskataster [11] sind folgende Einträge im Projektperimeter ausgewiesen.

- Ereigniskataster-Nr.: BE-2021-W-10092
  - Prozess: Überschwemmung aufgrund von unzureichender Funktionalität des Entlastungsstollens in Thun ab dem 08.07.2021. Blau dargestellt in Abbildung 17.
  - Erhebungsdatum 17.07.2021, Evidenz: Vermutet
- Ereigniskataster-Nr.: BE-1945-S-00001
  - Prozess: Einsturz / Absenkung, gelb dargestellt in Abbildung 17
  - Erhebungsdatum: 10.04.2025, Evidenz: Erwiesen
  - Der Eintrag nimmt Bezug auf Ereignisse in den Jahren 2011, 2017, 2018 und 2019. Die geologischen Schichten des Untergrunds (insb. unterhalb der Strasse) sind anfällig auf Gipskarst, d.h. auf die unterirdische Auflösung des Fels und die Bildung von Dolinen unter der Strasse. Aufgrund der hydrogeologischen Verhältnisse (hoher und schwankender Seepegel, Kluft- / Bergwasser, Hangwasser) ist die Dolinenbildung durch Gipskarst nicht zu verhindern. Daher bildeten sich im Bereich der Strasse bereits etliche Setzungsmulden bis hin zu offenen Einbrüchen im Belag.
- Ereigniskataster-Nr: BE-1945-S-00001

- Prozess: Sturz (Krattighalde), rot dargestellt in Abbildung 17
- Ereignisdatum: 22.05.1945, Evidenz: Externe Datenquelle

Zudem sind weitere Sturzereignisse entlang der Krattighalde, welche an den Projektperimeter angrenzt, verzeichnet.

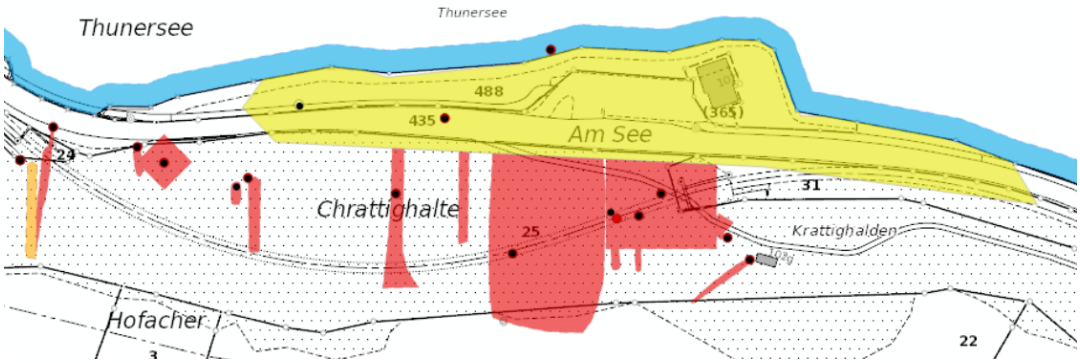


Abbildung 17: Ausschnitt aus dem Ereigniskataster Kanton Bern [11]

3.4.2 Gefahrenkarte vor Massnahmen

Der Projektperimeter befindet sich im Abschnitt A in einem Gefährdungshinweisbereich. Am Übergang von Abschnitt A zu Abschnitt B ist eine gelbe Gefahrenzone auswiesen. Das Restaurant, die Liegewiese, sowie grosse Teile des Parkplatzes sind in der blauen Gefahrenzone der synoptischen Gefahrenkarte (vgl. Abbildung 18).

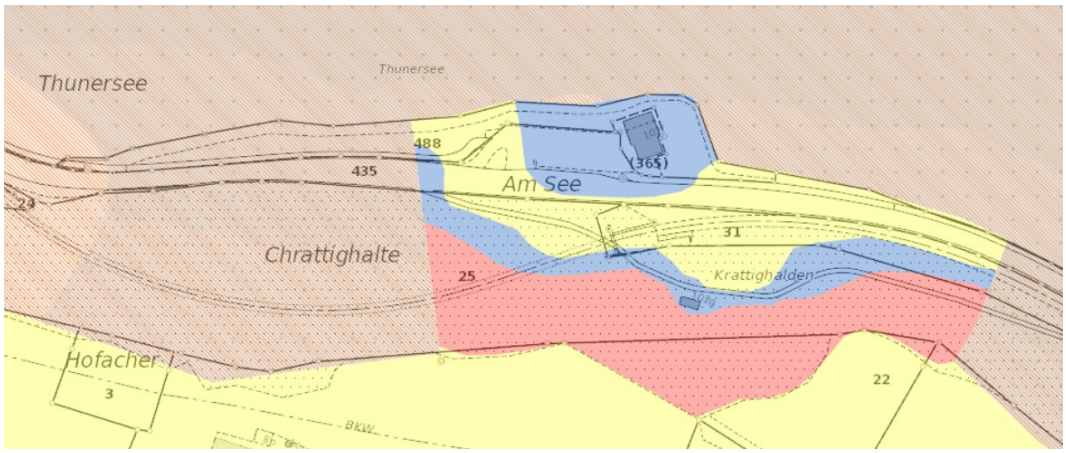


Abbildung 18: Ausschnitt aus der synoptischen Gefahrenkarte

Eine detailliertere Betrachtung der prozessspezifischen Gefahrenkarten zeigt folgende Gefahrenzonen und Gefahrenhinweisbereiche:

- Der gesamte Abschnitt B sowie der östliche Bereich des Abschnitt A befindet sich in einem ausgewiesenen gelben Gefahrenbereich für „Einsturz / Absenkung“ (vgl. Abbildung 19). Im Bereich des Restaurants, grossen Teilen des Parkplatzes sowie der Liegewiese östlich des Restaurants ist sogar ein blauer Gefahrenbereich (Gefahrenindex D2) ausgewiesen. Das Risiko für den Gefahrenprozess „Einsturz / Absenkung“ ist mit hoher Wahrscheinlichkeit auf die geologischen Schichten des Untergrunds zurückzuführen, welche anfällig sind auf Gipskarst (vgl. Kapitel 3.8 und 3.4.1 sowie Anhang F).

- Unmittelbar westlich neben dem Parkplatz gibt es Sturzgefahren (Gefahrenindex SS1 und SS4), welche jedoch nicht bis in den unmittelbaren Uferbereich vordringen (vgl. Abbildung 20).
- Das westliche Ende des Projektperimeters liegt in einem Gefährdungshinweisbereich für Rutschung (vgl. Abbildung 21).
- Wassergefahren: Gemäss der prozessspezifischen Gefahrenkarte Wasser befindet sich der See im Bereich des Lidos im Gefährdungshinweisbereich. Der Uferbereich im Abschnitt B und C ist als „nicht gefährdet“ ausgewiesen. Für den Abschnitt A wurde keine Gefährdungsbeurteilung gemacht.

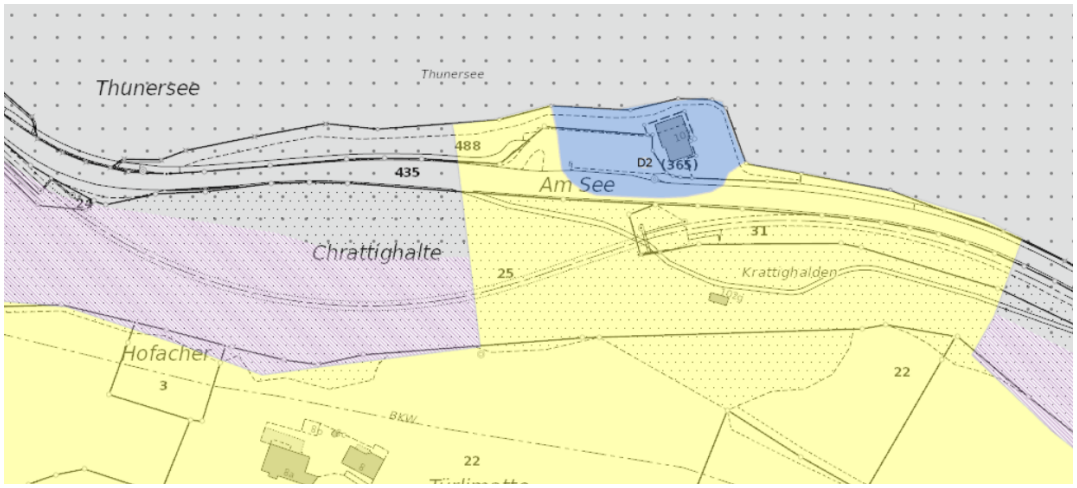


Abbildung 19: Ausschnitt aus der prozessspezifischen Gefahrenkarte Einsturz/Absenkung. [12]

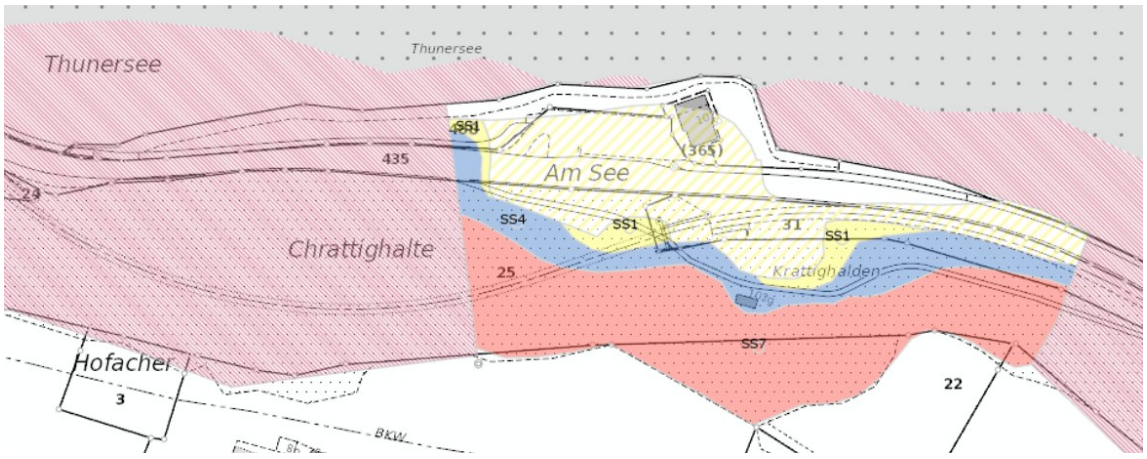


Abbildung 20: Ausschnitt aus der prozessspezifischen Gefahrenkarte Sturz.

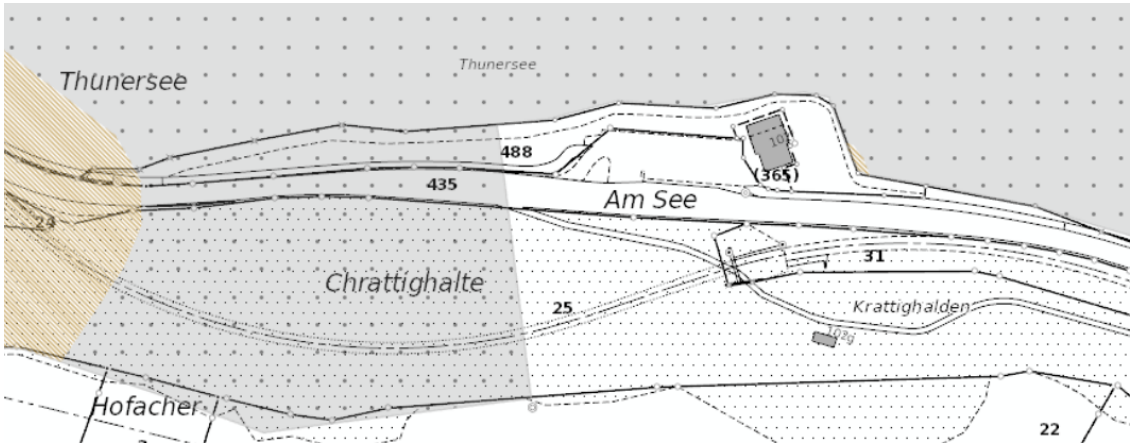


Abbildung 21: Ausschnitt aus der prozessspezifischen Gefahrenkarte Rutschung. [12]

3.4.3 Schwachstellen

Die Kantonsstrasse, der Parkplatz sowie die den Parkplatz umgebende Wiese, das Restaurant und die Liegewiese östlich davon sind aufgrund ihrer Höhenlage bei einem 300-jährlichen Hochwasser (dynamisch) nicht gefährdet. Die Voraussetzung dafür ist jedoch eine intakte Ufersicherung. Der bestehende Blocksatz ist an verschiedenen Stellen in einem sehr schlechten Zustand (Gefahr von Abrutschen, Unterspülung etc.). Daher ist die Umsetzung der Projektmassnahmen wichtig, um den Hochwasserschutz auch zukünftig gewährleisten zu können.

3.5 Hydrologie

Der Pegel des Thunersee wird durch das Amt für Wasser und Abfall reguliert. Im Sommer wird er auf einem möglichst konstanten Wasserstand gehalten. Im Winter wird der See auf einen tieferen Pegel abgesenkt. Für die Bemessung der Flachufergestaltung sind folgende Seepegel des Thunersees massgebend.

Tabelle 1: Wichtige statische Seepegelwerte des Thunersees nach [1]

	Statischer Seepegel [m ü. M.]
Mittelwasserstand	557.67
Mittlere Sommerkote	557.80
Mittlere Winterkote	557.30
Aussergewöhnliche Seeabsenkung	557.00

Im Hochwasserfall sind gemäss [7] folgende Seepegel massgebend:

Tabelle 2: Massgebende Szenarien bezüglich Hochwasser im Projektperimeter aus [7]. Der dynamische Seepegel ergibt sich aus Kombinationen von Extremereignissen Seepegel + Extremen Windereignissen

Jährlichkeit i [Jahre]	**Statischer Seepegel P_i [m. ü. M.]**	**Wellenamplitude a_i [m]**	**Kombination Jährlichkeiten Extremereignisse**	**Dynamischer Seepegel HQ_i [m. ü. M.]**
30	558.50	0.35	$P_{30} + a_{30}$	558.85
100	558.80	0.40	$P_{100} + a_{30}$	559.15 = Dimensionierungsgrösse
300	559.10	0.50	$P_{300} + a_{100}$	559.50

Der dynamische Seepegel gilt nur auf der offenen Seefläche und in unmittelbarer Ufernähe. In Ufernähe und bei flachem Seegrund brechen die Wellen. In Versuchen zeigte sich, dass die Wellenhöhe maximal 0.78-mal die Wassertiefe betragen kann (Brecherkriterium: Wellenhöhe = maximal 0.78 x Wassertiefe). Weiter landeinwärts ist aufgrund des Brecherkriteriums und der verminderten Wassertiefe nur noch der statische Seepegel massgebend.

Falls die Wellen bis zum Auftreffen an das Ufer nicht brechen, muss zusätzlich eine Wellenauflaufhöhe berücksichtigt werden. Diese ist in den Werten in Tabelle 2 nicht eingerechnet.

Tabelle 3: Wichtige Grenzkoten für den ingenieurbiologischen Wasserbau am Thunersee. Diese Koten wurden in Absprache mit Christoph Iseli (Seelandplan GmbH) festgelegt.

Beschreibung	**Bezeichnung**	**m ü.M.**
Bei der Verwendung von Holz als (totes) Baumaterial muss die Dauerhaftigkeit beachtet werden. Holz soll deshalb nur verwendet werden, wo es dauernd mit Wasser überdeckt ist oder wo es höchstens in den kalten Wintermonaten frei liegt. Als maximale Höhe für den Einsatz von Holz kann am Thunersee der mittlere Winterwasserstand angenommen werden.	W_{HOLZ}	557.30

3.6 Wind – Wellen – Strömungen

3.6.1 Berechnung der Wellenhöhen

Folgende Parameter spielen bei der Berechnung der Wellenbelastung eine Rolle:

- Wassertiefe

- Windgeschwindigkeit
- Länge, über welche der Wind über die Wasseroberfläche streichen kann («Fetch»)
- Neigung und Beschaffenheit des Ufers

Verifizierung der Berechnungen

Das Ufer beim Lido Krattigen ist dem Wellenschlag aus östlicher Richtung stark ausgesetzt. Dies bestätigen Rücksprachen mit dem Fischereiaufseher B. Rieder und Beat Dahinden vom Motorbootclub Thunersee. Das massgebende Windereignis sind Westwindlagen. Ungünstig wirkt sich die lange Streichlänge in Längsrichtung des Thunersees aus, welche grosse Wellen erzeugen kann.

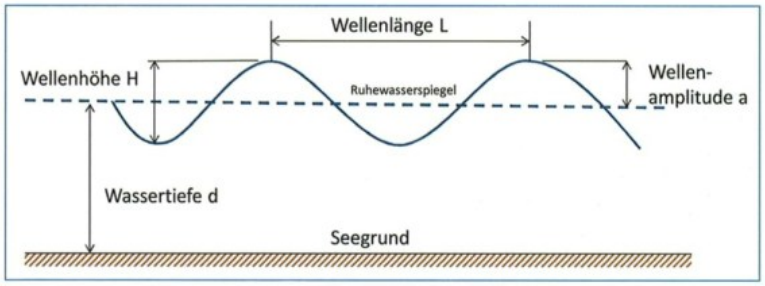


Abbildung 22: Schematische Wellendarstellung aus [11]

Die signifikante Wellenhöhe im Tiefenwasser, welche sich in Abhängigkeit der Streichlänge des Windes, der Winddauer und der Windgeschwindigkeit ergibt, beträgt beim Lido Krattigen für ein 30-jährliches Windereignis ca. **0.80 – 1.00 m** (**Amplitude a30 = 0.40 – 0.50 m**). Dies zeigt ein grober Vergleich mit des Fetchdiagramm unter Annahme von Windgeschwindigkeiten von 10 - 12.5 m / s und Ereignisdauer von 1.5 h - 2 h.

Die berechneten Wellenhöhen der Arbeit zur Erstellung der Gefahrenkarte „Überflutungsgefährdung Thunersee“ [7] betragen **0.80 m** bzw. einer Wellenamplitude von **0.40 m** (vgl. Tabelle 2) bei einem 100 – jährlichen Ereignis. Dies korrespondiert mit den im Projekt berechneten Werten (**H = 0.77 m und a = 0.38 m**). Es wird deshalb der Wert der Gefahrenkarte von H= 0.80 m und a = 0.40 m verwendet.

Die Wellenhöhen werden für den offenen See berechnet. Die Topografie des Seegrunds wird dabei nicht berücksichtigt. In Ufernähe und bei flachem Seegrund (Flachwasser) nimmt die Energiekonzentration stark zu, die Wellen werden höher und steiler bis sie schliesslich brechen. Die Wellenhöhe kann maximal 0.78 x der Wassertiefe betragen kann, ansonsten bricht die Welle. Da die Wassertiefe vor dem best. Uferverbau abgesehen von der östlichen Bucht tiefer als 1.30 m ist (1.00 m / 0.78 = ca. 1.30 m), brechen die Wellen erst direkt am Ufer und verlieren vorher kaum Energie.

3.7 Bathymetrie

Bathymetrisch bestehen innerhalb des Projektperimeters Unterschiede. Die LIDAR-Vermessungsdaten zeigen, dass am westlichen Ende des Projektperimeters steile Runsen vorhanden sind und der Seegrund dort steil abfällt. Weiter gegen Osten (Bereich des Lidos) ist eine ausgeprägte Flachwasserzone vorhanden, wo der Seegrund langsamer abfällt. Die Haldenkante, welche den steil abfallenden Übergang von der Uferbank zum

Tiefenwasser markiert, befindet sich rund 90 m vom Ufer entfernt in 10 m Wassertiefe. Aus den Daten ist die künstliche Aufschüttung des Lidos gut erkennbar.

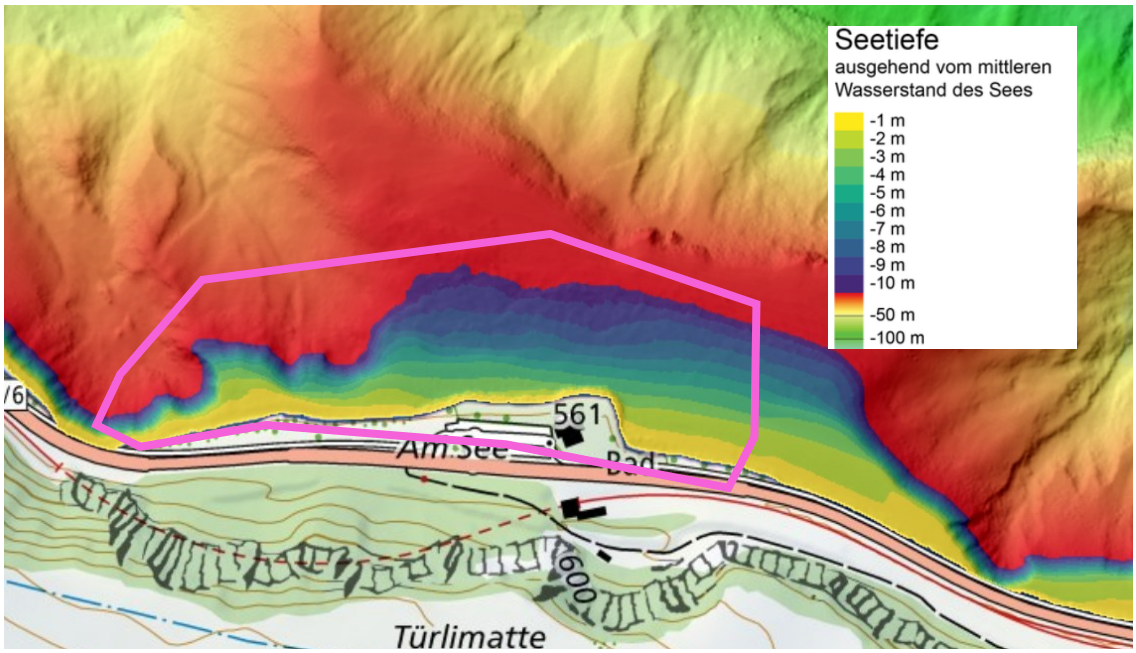


Abbildung 23: Ausschnitt aus dem swissBATHY3D Relief vom Projektperimeter. Pink markiert ist der grobe Projektperimeter.

3.8 Geologie und Untergrund

Nachfolgend wird die geologische Situation mithilfe der Textbausteine aus dem Kurzbericht Voranfrage vom 01.06.2021 der Holinger AG [13] geschildert. Detaillierte Infos sind zudem dem Geologischen Bericht der Geotest AG im Anhang E zu entnehmen.

Die wandbildenden Gesteine der Chrattighalte zählt zur tektonischen Einheit der Ultrahelvetischen Decken aus der Zeit der Trias (Mesozoikums) und besteht aus Gipsgesteinen (vgl. Abbildung 24).

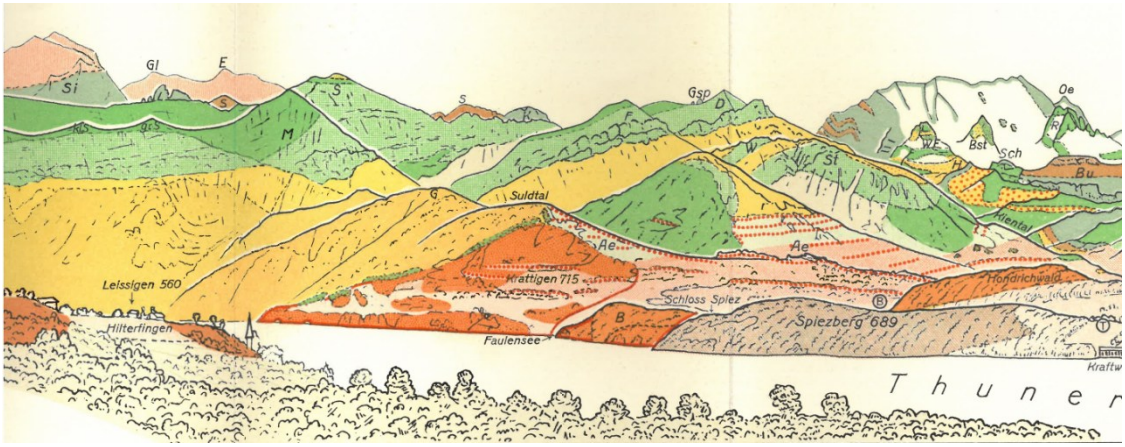


Abbildung 24: Geologische Ansicht Thunersee, Krattigen, Gipsgesteine wie in der Krattigenhalde sind dunkelorange [13]



Abbildung 25: Ausschnitt aus geologischer Karte, Aufnahme 1926. Die halbkreisförmige graue Fläche über dem Tunnelportal am Ufer (Bildmitte) ist eine künstliche Auffüllung, vermutlich Gipsgestein aus dem Tunnelbau. [13]

Diese Gipsgesteine sind verwitterungsanfällig, weshalb an der Krattigenhalde häufig Steinschläge vorkommen und entsprechende Schutzmassnahmen für die Infrastruktur (Strasse, Bahn) erforderlich sind. Der Untergrund des schmalen Streifens zwischen Felswand und der Uferlinie besteht aus Hangschutt aus der darüberliegenden Wand sowie aus künstlichen Auffüllungen. Die ältesten dokumentierten Auffüllungen am Seeufer sind vor dem Tunnelportal in der geologischen Karte von 1926 (Abbildung 25) und im Luftbild von 1934 (vgl. Abbildung 26) erkennbar. Dies dürfte Ausbruchmaterial aus dem Bahntunnelbau sein.

Der Untergrund des heutigen Lidobereichs besteht zumindest zum Teil aus Gipsgestein. Dies muss bei baulichen Veränderungen wie z.B. Fundation von Ufermauern beachtet werden, da verwitterter Gips wenig tragfähig ist und zu Hohlraumbildungen neigt.

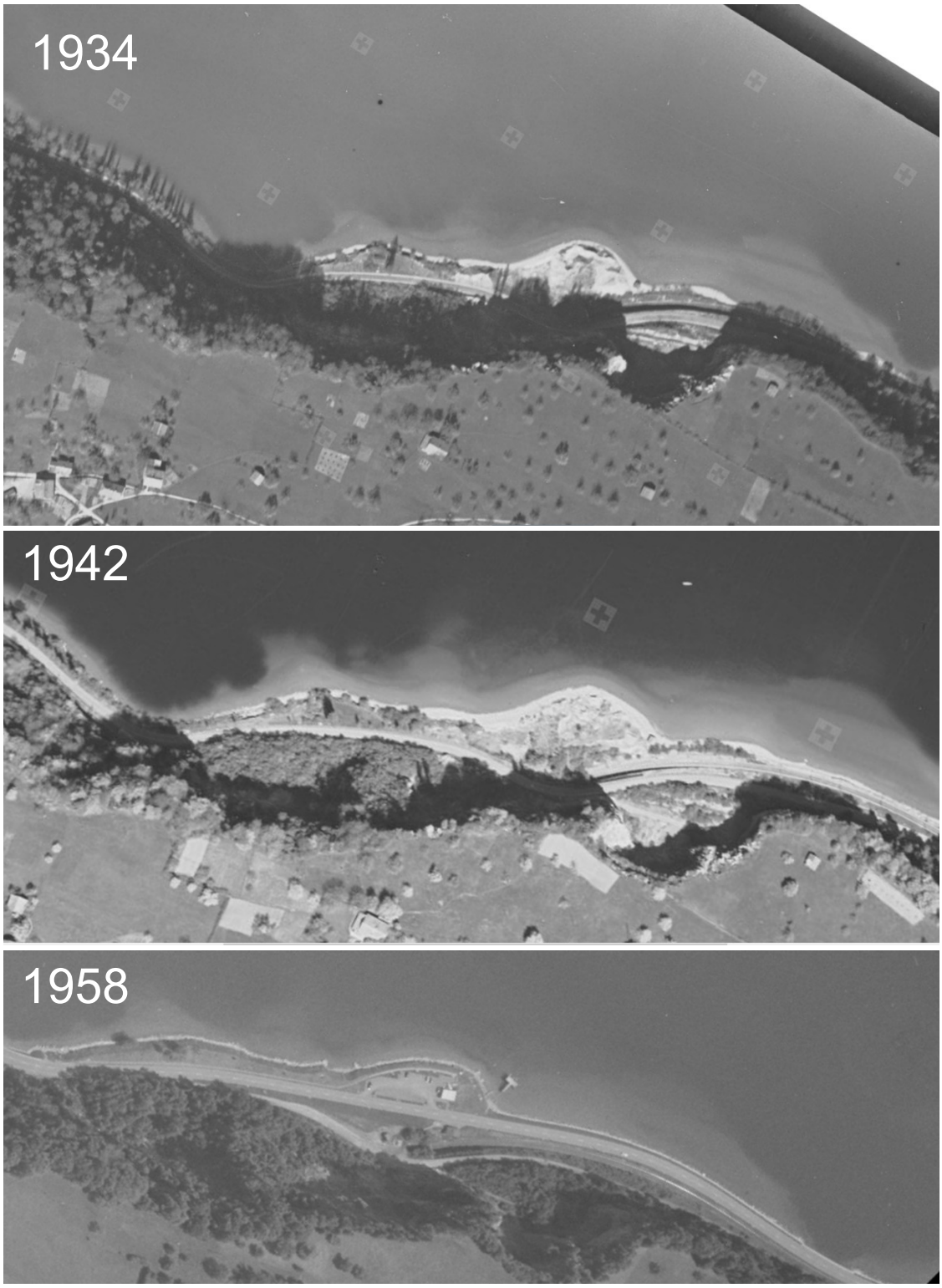


Abbildung 26: Luftbilder von 1934 (oben) und 1942 (Mitte): Künstliche Anschüttung vor Tunnelportal. Luftbild von 1958 (unten): Parkplatz und Gebäude auf künstlicher Anschüttung.

3.9 Ökomorphologie

Das Ufer im Projektperimeter ist heute durchgehend mit einer > 3 m hohen Ufermauer aus Blocksteinen befestigt. Vor der Ufermauer liegen grosse Steinblöcke als zusätzliche

Sicherung. Überhängende Ufervegetation ist nur im westlichen Abschnitt vorhanden (vgl. Abbildung 27).



Abbildung 27: Schrägbildaufnahme Bereich Lido, 22.10.2025 (K+Z AG)

Das Seeufer im Projektperimeter befindet sich gemäss der Ökomorphologie der Seeufer [11] in einem künstlichen Zustand (vgl. Abbildung 28).



Abbildung 28: Ökomorphologie Seeufer gesamt [11]. Der Projektperimeter ist in pink eingezeichnet.

Unterteilt nach einzelnen Uferkompartimenten (Flachwasserzone, Uferstreifen, Uferlinie und Hinterlandstreifen) [11] ergibt sich ein differenzierteres Bild (vgl. Abbildung 29): Demnach wird die Klassifizierung «künstlich» vor allem durch den Uferstreifen beeinflusst, welcher im Abschnitt B komplett fehlt und im Abschnitt A durch den schmalen Streifen an Ufervegetation nur schwach ausgebildet ist (vgl. Abbildung 27). Auch die Uferlinie wird durchgehend als «naturfremd» klassifiziert mit einzelnen künstlichen Abschnitten. Dies ist auf die stark verbaute Uferlinie zurückzuführen, da sich der künstlich angelegte Blocksatz aufgrund des Hochwasserschutz (sowie Schutz vor Welleneinwirkung/-erosion) über den gesamten Projektperimeter erstreckt. Auch der Hinterlandstreifen wird als «naturfremd» klassifiziert, was einerseits auf die versiegelte Kantonsstrasse zurückzuführen. Andererseits kann dies auch auf die häufig zurückgeschnittenen Ra-

senflächen (Liegewiese im Osten des Restaurants, Rasenfläche um den Parkplatz herum) zurückgeführt werden, in denen aufgrund der intensiven Bewirtschaftung kaum/wenig Biodiversität vorherrscht.

Die Flachwasserzone ist im Projektperimeter mehrheitlich als „naturnah/natürlich“ (Westen von Abschnitt A) oder „wenig beeinträchtigt“ (grosse Bereiche des Abschnitts B) klassifiziert (vgl. Abbildung 29). Im Bereich der laufenden Konzession des Motorbootclubs Thunersee wird die Flachwasserzone als „beeinträchtigt“ und „naturfremd“ klassifiziert. Dies steht unter anderem im Zusammenhang mit der Motorbootnutzung und der künstlichen Schüttung (grobes Ausbruchmaterial) welche Einflüsse auf die Flachwasserzone haben. Das Projekt sieht in diesem Bereich durch das Aufheben einer Steganlage und anderen Aufwertungsmassnahmen eine Verbesserung der Flachwasserzone + Uferlinie vor. Im Bereich des Uferzugangs im Abschnitt B (Betontreppe beim Badefloss/ Plattform, vgl. Abbildung 27) wird die Flachwasserzone aufgrund der Einflüsse durch Badegäste und Floss als „naturfremd“ klassifiziert.

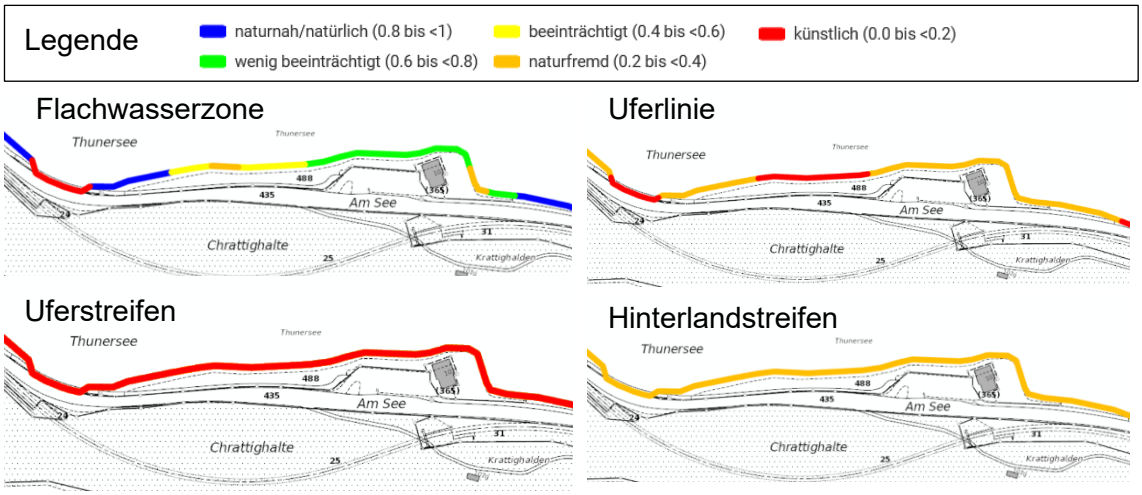


Abbildung 29: Ökomorphologie Seeufer differenziert nach Uferkompartimenten: Flachwasserzone, Uferlinie, Uferstreifen, Hinterland [11].

3.10 Flora, Fauna und geschützte Lebensräume

3.10.1 Inventar

Im Projektperimeter befinden sich keine Inventare, welche unter nationalem, kantonalem oder kommunalem Schutz stehen [11][5]. Die Fläche befindet sich im Perimeter des Uferschutzplan (UZP) gemäss SFG [11][5]. Gemäss Uferschutzplan Art. 4 Abs. 3, Art. 5 Abs. 5, Art. 8, Art. 9 Abs. 2, Art. 11 Abs. 2 [5] sind grundsätzlich bestehende Bepflanzungen zu erhalten und wo nötig zu ersetzen. Es sind standortgerechte, einheimische Sträucher und Bäume zu verwenden (je nach Zone variieren die Wortlaute und Bestimmungen geringfügig).

3.10.2 Terrestrische Lebensräume und Kleinstrukturen

Die terrestrischen Lebensräume wurden im Mai 2024 vor Ort aufgenommen. Der terrestrische Teil des Projektperimeters besteht zu einem grossen Teil aus einem Kunstrasen (Lebensraumtyp nach Delarze), welcher im nordwestlichen Teil in eine artenarme Fettwiese übergeht. Der Kunstrasen wird rege genutzt und als Liegewiese bewirtschaftet, d.h. es findet eine regelmässige Schnittnutzung statt. Die Wiese gilt als naturfremd und kann nicht als geschützte Ufervegetation betrachtet werden. Eine detaillierte Ansicht der Lebensraumkartierung ist im Anhang E zu finden.

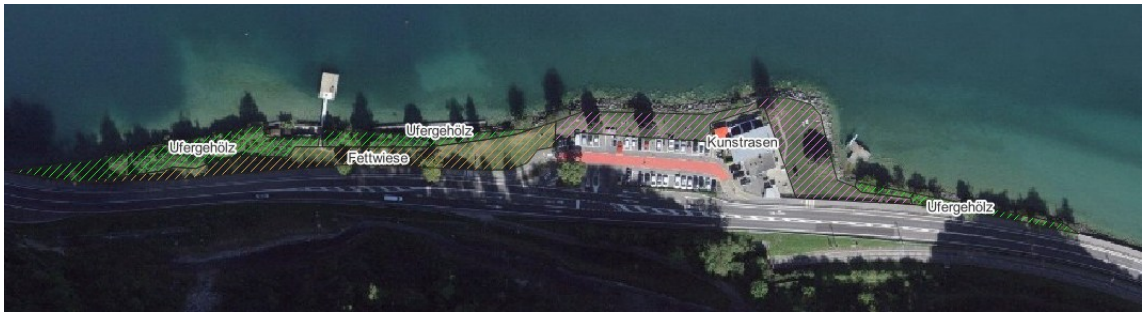


Abbildung 30: Übersicht tangierte Lebensräume

Entlang des Ufers befinden sich zwei Lebensräume des Typs Ufergehölze. Aufgrund ihrer Ausdehnung gelten sie gemäss NHG Art. 18 und Art. 21 als geschützt. Insgesamt befinden sich 1'600 m^2 Ufergehölz im Projektperimeter.

Der Blocksatz beherbergt zahlreiche Flechten und Moose. Vereinzelt wachsen Sträucher im Blocksatz. Gemäss Angaben des ANF [15] wurde die glänzende Smaragdlibelle (*Somatochlora metallica*) (Status: LC / nicht gefährdet [8]), im Projektperimeter nachgewiesen.

Im Projektperimeter befinden sich einige Einzelbäume (vgl. Tabelle 4).

Tabelle 4: Einzelbäume im Projektperimeter.

Deutscher Name	**Wissenschaftlicher Name**	**BHD [cm]**	**Bemerkungen**
Spitzahorn	*Acer Pseudoplatanus*	42	
		30	
		24	
		21	
Feldahorn	*Acer campestre*	22	2-stämmig, je 22cm Ø
		8	
Birke	*Betula pendula*	42	
		30	
		30	3-stämmig, je ca. 30 cm Ø
		29	
		28	

		22	
Hainbuche	*Carpinus betulus*	34	
Süss-Kirsche	*Prunus avium*	27	
Sommerlinde	*Tilia platyphyllos*	33	



Abbildung 31: Übersicht Einzelbäume östlicher Bereich.



Abbildung 32: Übersicht Einzelbäume im westlichen Bereich.



Abbildung 33: Kunstrasen mit reger öffentlicher Nutzung und häufiger Schnittnutzung



Abbildung 34: Ufergehölz 1



Abbildung 35: Ufergehölz 2, lichte Heckenstruktur

3.10.3 Fischerei

Gemäss dem Sachplan Seeverkehr befindet sich ein Laichgebiet für Felchen ab einem Abstand von ca. 25 m zum Ufer. Die Daten beruhen auf Beobachtungen von Berufsfischenden. Laut Aussagen von Peter Büsser (Experte für Fisch- und Gewässerökologie) [19] bezieht sich das Laichgebiet insbesondere auf Felchen und Seesaiblinge, die nicht in unmittelbarer Ufernähe (d.h. nicht in der Flachuferzone) laichen, sondern bereits in einer gewissen Tiefe.

Im Thunersee kommen sechs Felchenarten vor. Gemäss Peter Büsser [19] gibt es nur eine Felchenart, welche im Flachuferbereich laicht: der "Balchen" (auch "uferlaichender Albock“ genannt), *Coregonus alpinus*. Der Balchen wird gemäss neuestem Vorschlag der IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources) mit dem Gefährdungsstatus "gefährdet" eingestuft. Er laicht in der Regel in Ufernähe im flachen Wasser. An jenen Uferabschnitten, wo es natürlicherweise am Ufer rasch tiefer wird, können sie auch etwas tiefer ablaichen (bis 15 Meter Tiefe). [19]

Der Balchen (*Coregonus alpinus*) braucht eine Seegrundbeschaffenheit von lockerem Mittelkies bis Grobkies. Dieser Kies weist einen geeigneten Kieszwischenraum (Interstitial) auf, der möglichst keinen Sand enthalten soll. Der Balchen gibt seinen Laich bzw. die befruchteten Eier Ende Dezember im freien Wasser ab, wo der Laich absinkt. Gelangt der Laich in geeignete Kieszwischenräume ist er geschützt vor Frass und Wellenschlag, was optimale Entwicklungsbedingungen darstellt. Der Laich befindet sich meist in einer Wassertiefe von ca. 0.25 m – 1.5 m. [19]

Bislang wurde der Laich v.a. auf der rechtsufrigen Seite des Thunersees und stellenweise am linken Ufer (z.B. bei Faulensee) angetroffen, jedoch nicht im Projektperimeter

[19]. Dies hängt vermutlich damit zusammen, dass das bestehende Flachufer keine geeignete Körnung hat und/oder sich zu viele Sedimente in den Kieszwischenräumen befinden.

Die Resultate der gewässerökologischen Untersuchungen sind im folgenden Kapitel zu finden.

3.10.4 Geschützte und gefährdete Arten, invasive Neobiota

Uferbereiche inkl. Flachwasserzone gelten als schützenswerte Lebensräume nach NHG.

Terrestrisch

Im Rahmen der Vegetationsaufnahmen wurden auf der terrestrischen Seite keine gefährdeten Arten festgestellt (gemäss der Roten Liste Stand 10.10.2016 und Regionalen roten Liste Stand 25.04.2019) [8]. Ebenso wurden keine national prioritären Arten gesichtet (gemäss Liste Stand 20.12.2024) [8].

Im Projektperimeter gibt es invasive Neophyten: Im gesamten Projektperimeter wachsen einige Sommerflieder (*Buddleja davidii*) (Standorte gemäss Abbildung 36). An zwei Orten im Blocksatz wächst zudem der Korallenstrauch (*Cotoneaster horizontalis*). Beide Neophyten sind als invasive Arten im Anhang 2.2 der Freisetzungsverordnung [4] aufgelistet.



Abbildung 36: Übersicht der invasiven Neophyten im Projektperimeter.

Zudem wachsen verwilderte, kultivierte Pflanzen wie Thuja und Forsythien im Projektperimeter, welche nicht einheimisch sind, aber nicht als invasiv gemäss [4][9] gelten.

Gewässerökologische Untersuchung

Im 2023 wurde eine gewässerökologische Untersuchung von der UNA durchgeführt, welche die Fauna und submerse Makrophyten im Gewässer untersucht hat. Dabei wurden folgende Arten festgestellt:

Demnach wurden «im Untersuchungsperimeter zwei Armleuchteralgen (*Chara. contraria; C. globularis*), drei Laichkräuter (*Potamogeton. perfoliatus; P. lucens; P. pectinatus*) sowie eine Wasserpest-Art (*Elodea canadiensis*) vorgefunden. Die gefundenen Armleuchteralgen und Laichkräuter sind allesamt als nicht gefährdet aufgelistet, die Wasserpest gilt als gebietsfremde, invasive Art (gemäss IUCN und [9]).

In Bezug auf die Fauna wurde in einem der Teilbereiche im Osten eine gefährdete Grossmuschelart (*Anodonta anatina*) gefunden. In allen untersuchten Teilbereichen kam

die gebietsfremde und invasive Wandermuschel (*Dreissena polymorpha*) vor, jedoch meist in eher geringen Dichten. Im gesamten Perimeter wurden ebenfalls einzelne, grossflächig verteilte Exuvien einer Flusskrebs-Art gesichtet. Dabei handelt es sich mit grosser Wahrscheinlichkeit um den ursprünglich aus Nordamerika stammenden Kamberkrebs (Foxinus limosus).»

Detailliertere Informationen sind dem gewässerökologischen Bericht im Anhang D zu entnehmen.

3.11 Waldwirtschaft

Im Projektperimeter ist kein Wald vorhanden. Einige Projektmassnahmen unterschreiten jedoch den gesetzlichen Waldabstand von 30 m (z.B. Uferaufwertungsmassnahmen und Gehweg).

3.12 Landwirtschaft

Im Projektperimeter befinden sich keine landwirtschaftlichen Nutzflächen.

3.13 Belastete Standorte

Für den Projektperimeter ist im Kataster der belasteten Standorte [11] kein Eintrag vorhanden. Alte Orthofotos belegen die künstliche Aufschüttung des vorhandenen Landbereiches (vgl. Abbildung 26 in Kapitel 3.8).

3.14 Archäologie und Denkmalschutz

3.14.1 Archäologie

Im Projektperimeter sind gemäss Geoportal Kanton Bern keine archäologischen Funde bekannt. Wie in Kapitel 3.8 beschrieben, wurde das Land im Bereich des Lidos künstlich aufgeschüttet.

Sollten bei den Bodeneingriffen aber dennoch archäologische Funde zum Vorschein kommen, werden die Arbeiten im entsprechenden Bereich eingestellt und dem Archäologischen Dienst des Kantons Bern gemeldet.

3.14.2 Kulturdenkmäler

Das Projekt betrifft keine bekannten Kulturdenkmale.

3.14.3 Naturdenkmal / Landschaftsschutzgebiet

Der Projektperimeter befindet sich in keinem Landschaftsschutzgebiet. Das nächste Landschaftsschutzgebiet liegt oberhalb der Krattighalde und ausserhalb der Raumwirkung des Projektes.

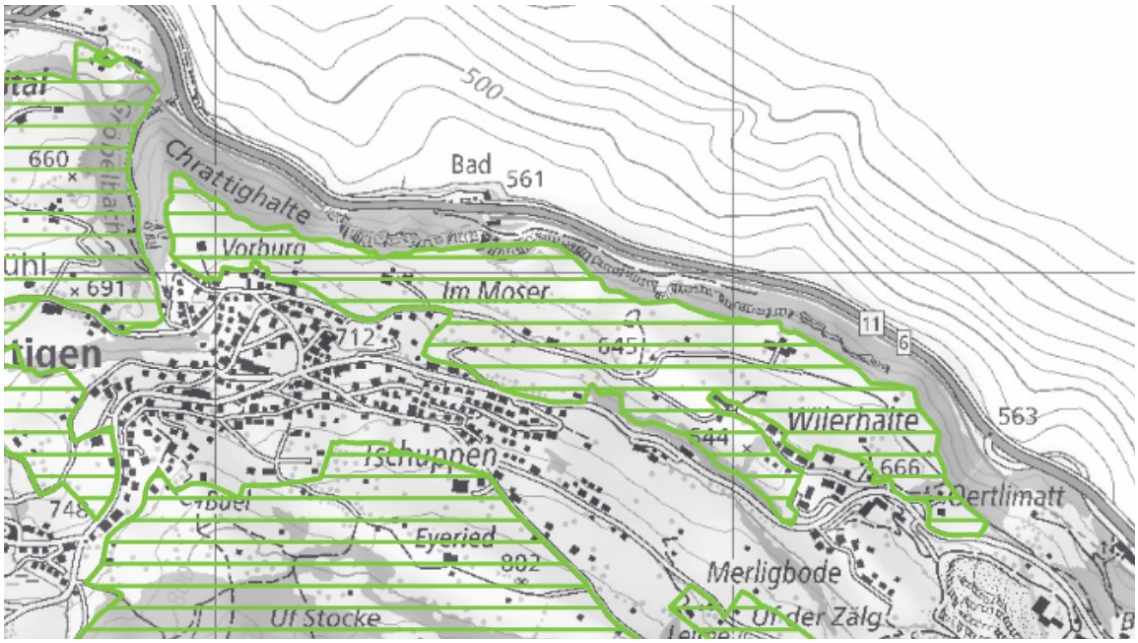


Abbildung 37: Landschaftsschutzgebiete im Umkreis des Projektperimeters[11]

3.14.4 Historische Verkehrswege

Im Projektperimeter befinden sich keine historischen Verkehrswege. Im Bereich der Kantonsstrasse, welche an den Projektperimeter angrenzt, ist jedoch als historischer Verkehrsweg von nationaler Bedeutung ausgewiesen [11]. Es handelt sich um das ISV-Objekt der Strecke BE11 Linienführung 4 mit folgenden Angaben:

- Zusammengesetzte ID: BE 11.4
- Nummer des ISV-Objekts: 45
- Definition ISV-Objekt: 301
- Beschrieb: Nationale Bedeutung, historischer Verlauf
- Name der Strecke: Thun – Unterseen
- Name der Linie: Linksufrige Thunerseestrasse

In der IVS-Dokumentation BE 11.4 ist Folgendes vermerkt [12]: „Zwischen den Dörfern des rechten und des linken Thunerseeufers entspann sich nach 1830 ein Seilziehen um den Bau der ersten Fahrstrasse nach Interlaken. Nach wie vor war das ganze östliche Oberland nur über den Seeweg erschlossen. Obwohl die Distanz von Thun ins Bödeli mit einer Linienführung über Oberhofen deutlich kürzer war als jene über das linke Ufer, entschied sich der Staat für den Bau der Strasse über Spiez, weil dieses Projekt technisch weniger Schwierigkeiten bot und geringere Kosten zu erwarten waren. Der Bau erfolgte in den Jahren 1834-1837; er gehört damit zu den ersten grösseren Strassenbauprojekten, die der junge liberale Staat unternahm, nachdem er sich 1834 eine neues, modernes Strassenbaugesetz gegeben hatte. In Bezug auf die östliche Hälfte der Strecke, von Spiez bis Unterseen, entschied man sich für eine Linienführung, die ab Faulensee der Uferlinie folgte.»

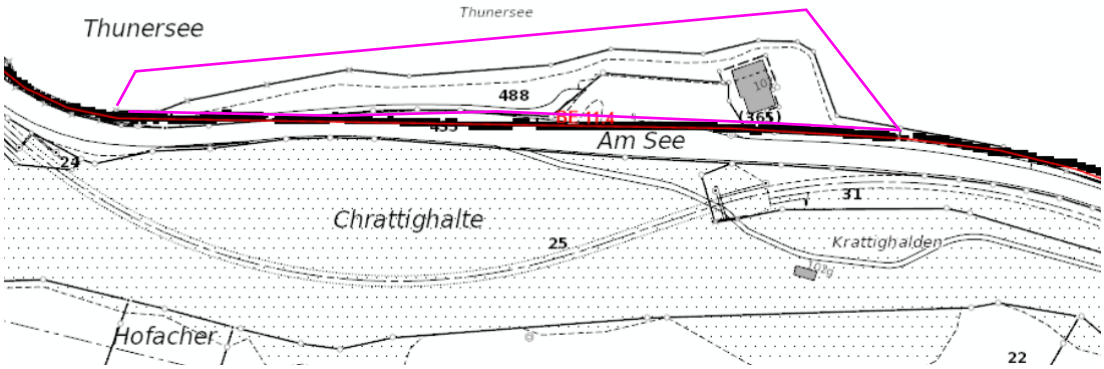


Abbildung 38: Historische Verkehrswege von nationaler Bedeutung [11]. Der Projektperimeter ist in pink eingezeichnet.

Wie auf Abbildung 26 im Kapitel 3.8 ersichtlich verlief die historische Strasse im Bereich des Lidos weiter südlich. Der jetzige Verlauf der Kantonsstrasse ist erst auf Luftbildern ab dem Jahr 1958 erkennbar.

3.15 Drittprojekte

ASTRA-Erhaltungsprojekt

Das ASTRA plant im Projektperimeter ein Erhaltungsprojekt N08 Spiez bis Interlaken. Dabei wird die bestehende Nationalstrasse saniert und umgestaltet. Im Bereich des Lido Krattigen sind während der Bauphase Installationsplätze geplant. Zudem soll der Radweg in dem Bereich auf einem temporären Ponton – Steganlage geführt werden. Aktuell befindet sich das Projekt in den Einspracheverhandlungen. Voraussichtlich wird die Bauzeit des ASTRA-Projektes um 3 Jahre betragen – Baustart nicht vor 2030.

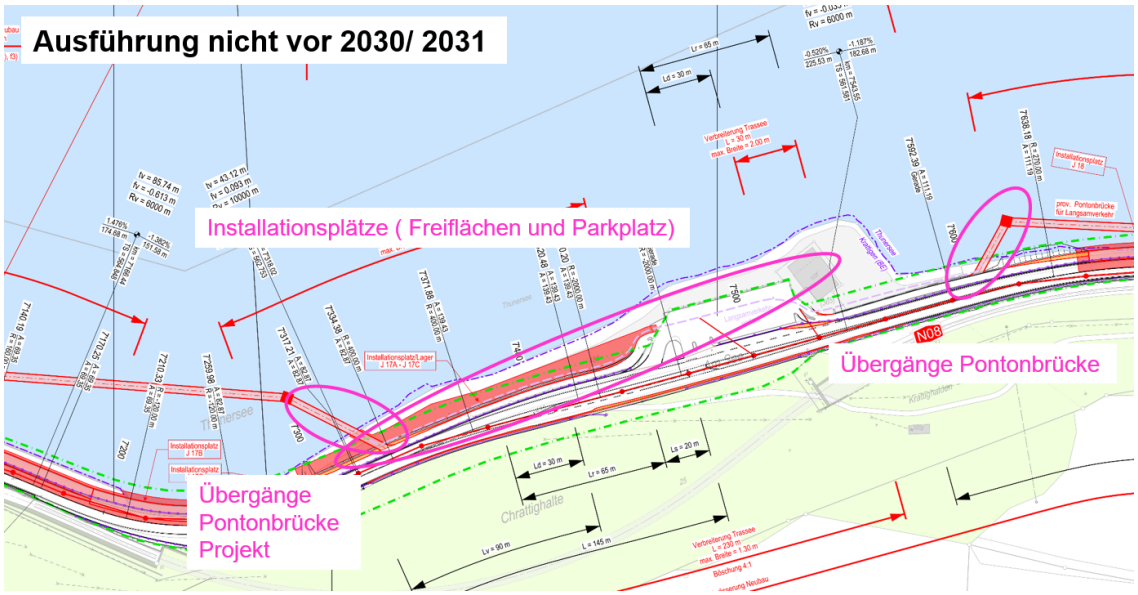


Abbildung 39: Ausschnitt Situationsplan ASTRA (Auflage), Pink die wichtigsten Bereich für das vorliegende Projekt

Infrastrukturprojekt Gemeinde

Die Gemeinde hat parallel zum vorliegenden Uferaufwertungsprojekt ein Infrastrukturprojekt in Auftrag gegeben mit folgendem Inhalt:

- Alternative Versorgung des Restaurantbetriebes und WC-/Duschanlagen mit Wasser ab best. Wasserversorgungnetz (Varianten zu best. Wasserversorgung über die Seewasserfassung und -aufbereitung)
- Erneuerung Stromversorgung und Stromverteilung ab best. oder neuem Verteilerkabine ASTRA für die Anlageteile der Gemeinde (WC-Anlagen, Pumpanlagen)
- Trennung der Stromversorgung und Stromverteilung zwischen Restaurantbetrieb und WC-/Duschanlagen der Gemeinde
- Trennung Abwassersituation zwischen Restaurantbetrieb und WC-/Duschanlagen der Gemeinde mit neuem Pumpenschacht und neuer Pumpenleitung in best. Pumpenleitung
- Ertüchtigung best. WC-Anlagen, damit diese ganzjährig genutzt werden können (öffentliche WC-Anlage)
- Erstellen eines Behindertenparkplatzes

Das Projekt befindet sich in der Phase Vorprojekt und wird von der Kissling + Zbinden AG erarbeitet.

4 HERLEITUNG MASSNAHMENKONZEPT

4.1 Referenzzustand

Als Referenzzustand ist gemäss BAFU-Handbuch der Programmvereinbarungen im Umweltbereich der naturnahe Uferzustand definiert, welcher nach irreversiblen menschlichen Veränderungen an dem betreffenden Uferabschnitt natürlicherweise vorkommen kann.

Die Topografie im Bereich des Projekts ist geprägt von der Krattighalde, einem Felsriegel, welcher das Wasser vom darüber liegenden Dorf und Landwirtschaftsland trennt. Das Uferhinterland ist sehr stark genutzt und von der Bahnlinie der BLS und der Nationalstrasse zerschnitten. Es handelt sich um ein schattiges, nordexponiertes Ufer. Die steilen Einhänge der Krattighalde sind bewaldet. Nach einer schmalen Flachuferzone fällt der Seegrund stark ab bis zum tiefsten Punkt des Thunersees. Bereits auf frühen Kartenwerken ist eine Strasse an der Stelle von Spiez nach Interlaken zu erkennen.

Als Referenzzustand wird ein bewaldetes, natürliches Ufer definiert, bei welche im Hinterland und Uferstreifen menschliche Nutzungen vorhanden sind (Strasse, Bahn Tourismus). Aufgrund der steilen Topografie kann der Wasser– Land-Übergang lokal auch steil ausfallen. Die Uferlinie ist dabei geprägt von teilweise überhängenden Bäumen, es fallen immer wieder Bäume ins Wasser und bilden wertvolle Totholzstrukturen. Einzelne Wurzeln sind freigelegt, der Wasser- Land Übergang ist durch die Totholzstrukturen verzahnt. Als Beispiel am Thunersee kann beispielsweise der ähnlich ausgerichtete und noch natürliche Uferabschnitt im Ghei bei Einigen dienen.

Folgende Punkte werden als irreversibel betrachtet:

- Künstliche Regulation des Thunersees (HWS-Entlastungsstollen, Wehr in Thun), Dynamik nur innerhalb des festgelegten Pegelregimes
- Verkehrswege: Nationalstrasse (inkl. Parkplatz, Infrastruktur- und Bahnanlage)
- Landseitige Terrainaufschüttung mit vorhandener Nutzung (Parkplatz, Restaurant, Abwasserleitung, etc.)



Abbildung 40: Ausschnitt aus dem aktuellen SWISSIMAGE (2025) von swisstopo, Referenzzustand



Abbildung 41: Referenzzustand im Ghei (Foto K+Z AG), 04.11.2025

4.2 Defizitanalyse

Anmerkung: Die Defizitanalyse beinhaltet die Defizite ohne die als irreversibel angenommen Änderungen.

4.2.1 Ökologische Defizite

Fehlende Struktur und Artenvielfalt infolge von:

- Ufersicherung mit Mauern, Blockwurf oder grob dimensionierter Kiesschüttung
- Intensiver landseitiger und seeseitiger Nutzung (insb. Erholungsnutzung)
- Naturferner Bepflanzung
- Fehlende terrestrische Lebensräume für Flora und Fauna im Uferstreifen und Hinterland
- Fehlende Strukturen und Habitate (Totholz, etc.) im Wasser

- Neophyten (Land und Wasser)

Fehlende Übergangslebensräume Wasser-Land infolge von:

- Steil befestigter Uferlinie
- Fehlender Flachufer und Flachwasserzonen mit Wassertiefen < 2 m.

Fehlende longitudinale und laterale Vernetzung infolge von:

- Befestigter Uferlinie
- Fehlende Übergangs- und Flachwasserlebensräume

4.2.2 Ufermorphologische Defizite

- Gestörte natürliche, morphologische Uferdynamik aufgrund dem durchgehenden Blockverbau, die laterale und horizontale Vernetzung ist eingeschränkt
- Die künstliche Uferschüttung führte zu Verlust von Flachwasserzone (Fläche)
- Grobes, künstliches Sohlensubstrat in der Flachwasserzone / Uferbereich
- Nutzungszonen / Stege im Bereich West (Motorbootclub)

4.2.3 Funktionale Defizite

- Ungenügende Besucherlenkung, unklare Zonierung
- Unzureichende Zugänglichkeit zum öffentlichen Uferbereich aufgrund der Ufersicherung mit steilem Blocksatz
- Ausgespülter Blockwurf stellt Sicherheitsrisiko dar
- Unzureichende bestehender Wasserzugang Seebad
- Kein behindertengerechter Zugang zum Wasser

4.2.4 Technische Defizite

- Hinterspülte Ufersicherung aufgrund hydrodynamischer Prozesse, der Aufbau der dahinterliegenden Filterschicht ist ungenügend. Die grössten Defizite bestehen dabei im Bereich des Restaurants und der Uferabschnittes im westlichen Bereich des Motorbootclubs.
- Steilstufe der Ufermauer im Bereich des Restaurants führt aufgrund der starken Neigung zu einer grösseren Wellenbelastung (Auflaufhöhe)

4.3 Leitbild, Entwicklungsziele und Handlungsgrundsätze

4.3.1 Entwicklungsziele und Handlungsgrundsätze

Ökologische Entwicklungsziele

Im Rahmen der Aufwertung der terrestrischen Lebensräume für Fauna und Flora werden folgende Zielsetzungen festgehalten:

- Schaffung von neuen Strukturen wie Ufervegetation, Asthaufen für Insekten und Kleinsäugetiere.
- Erhalt und/oder Ersatz der bestehenden Einzelbäume für Tier und Mensch.

Für die Aufwertung des Uferbereiches können aus Sicht der Ökologie folgende Zielsetzungen festgehalten werden:

- Aufwertung der aquatischen Lebensräume durch die Erstellung eines Flachuferbereichs und der Schaffung eines wertvollen Übergangbereiches Wasser-Land.
- Schaffung von neuen Strukturen wie Buhnen mit Wurzelsteinen, Totholzstrukturen als Unterschlupf und Laichplatz für verschiedene Fischarten.

Aus oben genannten Zielen ergeben sich folgende Hauptzielarten:

- **Insekten (u.a. Wildbienen, Tagfalter):** Insekten als Nahrungsgrundlage für viele Wildtiere sollen im aufgewerteten Ufergehölz und Kleinstrukturen gefördert werden.
- **Fische:** Bei den Fischen stellt die Schaffung des Flachufers eine wichtige Lebensraumaufwertung dar, welche insbesondere für Weissfischarten Laichplätze bietet. An den neugeschaffenen Buhnen und Totholzstrukturen könnten zudem künftig bspw. Egli ihre Laichschnüre ablegen. Interessant ist zudem, dass Freizeitnutzung und Fischförderung im Abschnitt B Hand in Hand gehen (Laichzeit und Freizeitnutzung tangieren sich aufgrund der Jahreszeit nicht).

Ufermorphologische Entwicklungsziele

- Abschnittsweise Wiederherstellung einer natürlichen ufermorphologischeren Dynamik, Schaffung eines natürlichen Wasser-Land Übergangs
- Wo möglich Nutzung auf bestimmte Uferbereiche konzentrieren und so störungsfreie Uferzonen schaffen

Funktionale Entwicklungsziele

- Erhalt der Freifläche als Ort der Naherholung
- Bereitstellen der entsprechenden Infrastruktur für die Freizeitnutzung

- Verbesserung des Seezugangs für die Bevölkerung durch die Ufergestaltung im Bereich des Bades. Im Bereich Parkplatz klar ablesbare Seezugänge zur Besucherlenkung
- Erhöhung der Diversität auf der Fläche durch die Kombination Mensch-Natur.

Technische Entwicklungsziele

- Schutz der Uferlinie vor starkem Wellenschlag
- Abflachen des Uferquerschnitts
- Stabilisieren des Seegrundes in der Flachwasserzone und der Uferlinie

4.4 Schutzziel und Nutzungsdauer

4.4.1 Anforderungen an den Schutz vor Welleneinwirkung

Die gewählten Schutzmassnahmen sollen robust sein und im Überlastfall ein möglichst gutmütiges Verhalten zeigen. Die Hochwassersituation soll durch das Projekt verbessert werden.

Da der Ort der Welleneinwirkungen stark vom Wasserstand abhängt, müssen die Massnahmen allen Szenarien (bspw. Niedrigwasserstand + Wintersturm versus Hochwasserstand + Starkwindereignis) standhalten können, ohne dass ein plötzliches Versagen auftritt.

➔ Als massgebendes Schutzziel wird ein **100 – jährliches Ereignis** definiert.
➔ Im Bereich Abschnitt B (Infrastruktur, intensive Nutzung) sind steile Uferverbauungen vorhanden, die Schutzkote wird dort zu **560.30 m ü. M**. unter Berücksichtigung der Wellenauflaufhöhe gewählt.
➔ In den übrigen Abschnitten besteht eine teilweise grössere vorgelagerte Flachwasserzone und landseitig ist mehr Puffer zur Infrastruktur vorhanden. Dort wird der Uferverbau auf ein 100- jährliches Ereignis ohne Wellenauflauf ausgelegt (= **559.15 m ü. M.**).
➔ Sämtliche Massnahmen werden so ausgebildet, dass keine grösseren Schäden entstehen können. Elemente werden verankert und gegen Auftrieb gesichert.

4.4.2 Nutzungsdauer

Es wird für die einzelnen Objekte folgende Nutzungsdauer definiert:

Tabelle 5: Nutzungsdauer der projektierten Massnahmen.

Massnahme	Verfeinerung	Nutzungsdauer [Jahre]
Ufersicherung	Steinverbauung	> 50
Fusssicherung Kiesschüttung	Steinverbauung	> 50
Kiesschüttung	Steinverbauung	> 50 *
Holzkastenelement	Holzverbauung	20-50 **
Uferelement	Künstliche Verbauung	> 50
Wurzelstöcke	Holzverbauung	20-50 **

*Die Kiesschüttung ist dem Wellenschlag und somit einer gewissen Dynamik ausgesetzt. Diese Dynamik ist gewollt. Trotzdem ist für das Erreichen einer Nutzungsdauer von > 50 Jahren ein regelmässiger Unterhalt (vgl. Unterhaltskonzept) nötig.

** Beim Holzkastenverbau wie auch den Wurzelstöcken handelt es sich um Holzverbauungen, welche normalerweise lediglich eine Nutzungsdauer von maximal 20 Jahren aufweisen. Da diese Elemente jedoch unterhalb der Wechselwasserzone gebaut werden, kann erfahrungsgemäss von einer höheren Nutzungsdauer ausgegangen werden.

4.5 Wasserbauliches Konzept

Im wasserbaulichen Konzept werden aus den im Leitbild festgehaltenen Entwicklungszielen und Handlungsgrundsätzen konkrete wasserbauliche Massnahmen abgeleitet. Davon abgeleitete Ufertypen sind in Kapitel 5.2.1 beschrieben.

Räumliche Gliederung: Die Freizeitnutzung wird gezielt auf definierte Bereiche konzentriert, um störungsfreie Zonen für die aquatische und terrestrische Fauna zu schaffen. Diese Trennung ist aus ökologischer Sicht zentral.

Flachwasserzonen und morphologische Strukturierung: Die Schaffung von Flachwasserbereichen erfolgt durch Kiesschüttungen mit standortgerechtem Material. Die Ausbildung eines flacheren Uferquerschnitts inkl. variabler Uferlinie durch Buhnen ermöglicht die Entwicklung vielfältiger Substrate und Strömungsverhältnisse.

Totholzstrukturen: Als zentrales Strukturelement werden verankerte Wurzelstöcke, Faschinen und Raubäume als stabile Unterwasser-Strukturen integriert, die als Laichsubstrat für Fische (insbesondere Egli) und als Unterschlupf dienen. Holzkastenelemente verbinden technische Stabilisierungsfunktion mit ökologischem Nutzen. Die Positionierung unterhalb der Wechselwasserzone erhöht die Langlebigkeit.

Ufervegetation und terrestrische Strukturen: Die Etablierung einer gestaffelten, standortgerechten Ufervegetation erfolgt in Abstimmung mit dem Referenzzustand. Überhängende Äste und ins Wasser gefallene Bäume sollen Versteckmöglichkeiten und Mikro-

habitate bieten. Ergänzende landseitige Kleinstrukturen wie Asthaufen fördern Insekten und Kleinsäuger.

4.6 Gestaltungskonzept

Nebst des Hochwasserschutzes und der ökologischen Aufwertung des Ufers ist es von hoher Wichtigkeit die entsprechenden Massnahmen in das sensible Landschaftsbild einzugliedern und wo möglich die Massnahmen auch für eine Aufwertung der Aufenthaltsqualität zu verwenden. Die Gestaltung wurde aus der vorherrschenden Landschaftstypologie abgeleitet und entwickelt.
Die abschüssige Felswand zwischen dem See und dem obenliegenden sanft abfallenden Wiesland und dem Dorf Krattigen ist sehr brüchig. Die Felsenklippe mit frischen Rutsch- und Bruchflächen sowie den bewachsenen und bewaldeten Partien bildet eine lebendige Kulisse zur horizontalen Fläche des Thunersees. Nach dem Vorbild des natürlichen Felsabbruchs wird der Übergang zum Wasser hin kleinteilig mit klaren Linien gestaltet, dazwischen finden sich immer wieder Bestockungselemente.

Die neuen baulichen Massnahmen fügen sich ins gesamtheitliche Landschaftsbild ein. Das Ufer erhält verschiedene Abschnitte, welche sich in ihrer Gestaltung unterscheiden. Im zentralen Abschnitt befinden sich intensivere Eingriffe, der Blockwurf wird mit einem Betonelement abgeschlossen. Dadurch entsteht zwischen dem Bereich oberhalb der Wasserkante und der Wasserfläche eine strukturierende Kante. Zum einen ist dieses bauliche Element unabdingbar zur Sicherung der Böschung gegenüber Hochwasser und Wellenschlag, zum anderen bietet dieses Abschlusselement die Möglichkeit zum Sitzen. Der Beton wird leicht abgedunkelt und die vertikale Oberfläche aufgeraut. Dadurch wird sich rasch eine natürliche Patina bilden. Die Formen der Blöcke und deren Anordnung bilden eine Abstufung. Dadurch wirkt das Ufer weniger steil, der Bezug zum Wasser wird gestärkt und die Massnahme leitet die Nutzenden.
Bäume, Sträucher, Gräser und Kräuter werden entsprechend der vorherrschenden Vegetation (Wald- und Felssteppe) angepflanzt. Durch die Schaffung neuer Strukturen und Lebensräumen im Übergang zwischen Wasser und Land entsteht eine verbesserte Vernetzung dieser Bereiche.
In Kombination mit den projektierten Flachufern (Kiesschüttungen), unter- und oberhalb des Lidos, werden rund 370 m Seeufer ökologisch und gestalterisch aufgewertet und den Menschen ein besserer Zugang zum Wasser geschaffen.



Abbildung 42: Ausschnitt Ansicht Gestaltungplan



Abbildung 43: Ausschnitt Situation Gestaltungsplan

4.7 Besucherlenkungskonzept

Die Besucher des Lido Krattigen gelangen über den Parkplatz zum Restaurant oder zum neuen Kiesweg. Eine Schnitthecke wird den Parkplatz künftig vom Uferbereich trennen. Die Pflanzung fungiert als Zonierung der Bereiche und leitet die Besucher in Richtung des Restaurants. Der Weg führt zu Sitzbänken, von welchen aus das Bergpanorama betrachtet werden kann. Durch den Kiesweg wird eine bewusste Lenkung der Besucherinnen und Besucher erzielt. Zudem ist ein Kiesbelag auch höheren Besucherkapazitäten im Winterhalbjahr gewachsen. Zusätzliche Hinweisschilder und Signaletik in Zusammenarbeit mit der Gemeinde werden erarbeitet, um das Besucherlenkungskonzept weiter zu stärken. Im Bereich des Restaurants und im Zusammenhang mit dem Bad sind die umfangreichsten Eingriffe geplant. An definierten Punkten sind einladende Wasserzugänge vorhanden, welche die Besucher zur Seeoberfläche leiten. Im westlichen und östlichen Bereich, dort wo zusammen mit der Flachufergestaltung die meisten ökologischen Aufwertungen stattfinden, werden durch gezielte grüne Elemente die Besucher zurückgehalten. Dornensträucher gepflanzt am Übergang zu dieser Zone, sowie Raubäume im Wasser erschweren den Zugang für Unbefugte. Die maximale Absturzhöhe entspricht den Vorgaben gemäss bfu, wodurch auf die Verbauung von Geländern und

Absturzsicherung verzichtet wurde. Die Ausbildung von einem Flachufer im Bereich des Bades ermöglicht einen hindernisfreien, sicheren Zugang zum Thunersee.

Umgang Problematik Parkplatz:
Die Freiflächen und das Restaurant sind nur über die Strasse, bzw. den Radweg erreichbar. Entsprechend hoch ist die Wichtigkeit des Parkplatzes, welcher sich im Eigentum des ASTRA befindet und von der Gemeinde bewirtschaftet wird. Für das Restaurant ist dieser relevant für die Existenz: Ohne Parkplatz sind aufgrund der abgelegenen Lage wenig Gäste zu erwarten. Die Übernutzung der Freiflächen, WC-Anlagen, Verkehrssicherheitsprobleme etc. zu den Spitzenzeiten ist ebenfalls von der Kapazität und Verfügbarkeit des Parkplatzes abhängig. Bei diverse Grundeigentümergesprächen wurde die Bedeutung des Parkplatzes immer wieder unterstrichen. Eine effektive Besucherlenkung inkl. Begrenzung der vorhandenen Probleme durch Übernutzung (fehlende WC-Anlage, Abfallprobleme, Sicherheitsprobleme, etc.) muss deshalb an erster Stelle über ein Parkplatzmanagement gedacht werden. Ziel soll es sein, die Nutzung für den Individualtourismus (oft internationaler Tourismus und mit Mietwagen unterwegs) unattraktiver zu machen und gleichzeitig soll sie für Restaurantbesucher und die lokale Bevölkerung attraktiver werden. Allfällige Massnahmen sollen die Verkehrssicherheit nicht negativ beeinträchtigen und müssen mit dem ASTRA rückgesprochen werden. Solche Massnahmen sind nicht Teil des vorliegenden Projekts.

5 MASSNAHMENBESCHRIEB

5.1 Variantenstudium und Entscheide

5.1.1 Variantenstudium Uferverbauungen

Im Rahmen der Erarbeitung des vorliegenden Bauprojekt wurden verschiedene Varianten unter Berücksichtigung der abgeleiteten Massnahmenkonzepte geprüft. Schliesslich wurden drei Varianten mit unterschiedlichem Fokus erstellt:

- Variante Natur: Der Fokus liegt auf der Natur und deren ökologischen Aufwertung.
- Variante Naherholung: Der Fokus liegt auf der Naherholung sowie dem Zugang der Naherholungssuchenden zum Ufer.
- Variante Kombi: Kombiniert den jeweiligen Fokus der beiden Varianten.

Aufgrund des Fokus bestand jede Variante aus einer unterschiedlichen Kombination und Ausprägung verschiedener Ufertypen. Die drei Varianten wurden einem Variantenvergleich (inkl. Sensitivitätsanalyse) unterzogen. Der Vergleich wurde in die Kriterien „Technische Kriterien“, „Natur und Landschaft + Planungen“, „Sozio-Ökonomie“ und „Wirtschaftlichkeit“ geteilt. Am stärksten gewichtet wurden die folgenden Aspekte (10-15% pro Aspekt):

- Hochwasserschutz Verhalten bei Überlast, Robustheit während Betrieb
- Bautechnische Schwierigkeit
- Naherholungswert
- Akzeptanz Grundeigentümer und relevante Akteure
- Investitionskosten

Weitere sieben Aspekte wurden mit je 5% - 8.3% gewichtet.

Die Kombivariante erhielt die beste Bewertung und ist somit die Bestvariante, welche im weiteren Verlauf präzisiert ausgearbeitet wurde. Sie schneidet in Bezug auf die technischen Kriterien, insbesondere beim «Hochwasserschutz Verhalten bei Überlast», und beim Aspekt «Akzeptanz Grundeigentümer und relevante Akteure» am besten ab und stellt zudem die in der Erstellung und Unterhalt günstigste Variante dar. Die Gemeinde Krattigen hatte sich daher entschieden (Schreiben vom 06.12.2024) eine Variante Kombi light (Variante Kombi ohne Aussichtsplattform und mit Mehranteil Ufertyp Ingenieurbiologischer Uferverbau, Kürzung Abschnitt technischer Uferverbau) weiter ausarbeiten zu lassen.

Der detaillierte Variantenvergleich ist im Anhang G zu finden.

5.1.2 Prüfung vorgezogene Massnahmen

Da der Blocksatz an mehreren Stellen in einem schlechten Zustand ist, wurde im Auftrag der Gemeinde Krattigen geprüft, inwiefern eine Instandsetzung dieser Stellen und Berei-

che im Rahmen von vorgezogenen Massnahmen (d.h. vor einer Revitalisierung des gesamten Projektperimeters) umgesetzt werden könnte. Im Rahmen desselben Auftrags wurde die Bewilligungsfähigkeit mit dem OIK besprochen und eine Kostenschätzung erstellt.

Als vorgezogenen Massnahmen wurden zwei Varianten geprüft:

- Variante 1 „Blocksatz mit Holzkasten“: Bei dieser Variante wird die Fundation des Blocksatzes nicht durch Blocksteine gebildet, sondern durch ein Holzkastensystem auf das sich der Blocksatz stützt. Die Holzkasten werden mit Schroppen gefüllt und erfüllen zugleich eine ökologische Funktion: Sie dienen Fischen, aber auch Krustentieren, Wasserinsekten und anderen aquatischen Lebewesen als Lebensraum, indem sie u.a. Verstecke und Schutzräume vor Fressfeinden bilden. Totholz kann auch als Nahrungsquelle dienen, u.a. für gewisse Fischarten, welche kleine Organismen fressen, welche das Holz besiedeln. Bestimmte Fischarten nutzen Totholz zudem als Laichsubstrat.

  Diese Variante wurde entlang der relevanten Abschnitte (insb. im Bereich des Restaurants und der Liegewiese) in mehreren Querprofilen aufkonstruiert (vgl. Abbildung 44).

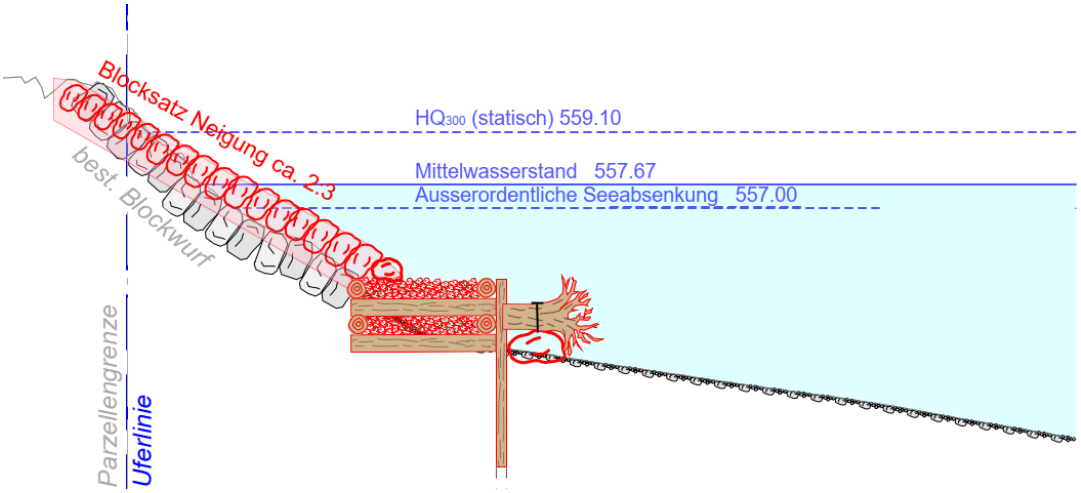


Abbildung 44: Planskizze eines Querprofils mit vorgezogenen Massnahmen der Variante 1 in rot.

- Variante 2 „Blocksatz ohne Holzkasten“: Dabei wird der best. Blocksatz erneuert, es handelt sich um einen nahezu 1:1 Ersatz. Dabei wird eine neue Filterschicht mit einer geeigneten Körnung eingesetzt und die Fundationstiefen entsprechend den vorhandenen Terrainhöhen und Kräfteeinwirkungen angepasst. Dadurch sollen künftige Unter- und Hinterspülungen, welche zum Abrutschen oder Herausbrechen der Blocksteine führen können, verhindert werden.

Gemäss Rückmeldungen des OIK [14] könnten beide Varianten im Rahmen einer Unterhaltsanzeige bewilligt werden, es besteht aber keine Beitragsberechtigung. Eine Integration der Variante 1 in ein späteres Revitalisierungsprojekt „Uferaufwertung Krattigen“ ist nicht möglich, solange die Zeithorizonte der beiden Projekte sehr verschoben sind (d.h. zwischen Ausführungszeitpunkten liegen Jahre). Somit können keine Subventionen von Kanton und Bund für die vorgezogenen Massnahmen beantragt werden. Für die Variante 2 ist eine Integration in ein späteres Revitalisierungsprojekt ohnehin nicht

sinnvoll, da durch die Variante 2 kein ökologischer Mehrwert entsteht und folglich keine Subventionen von Kanton und Bund zu erwarten sind.

Die Gemeinde hat sich im Frühling 2025 gegen vorgezogene Massnahmen entschieden und hat stattdessen das vorliegende Gesamtprojekt ausarbeiten lassen.

5.2 Beschrieb Projektmassnahmen

Sämtliche vorgesehene Massnahmen sind auf die in 4.4 beschriebenen Hochwasserschutzanforderungen abgestimmt. Dies geschieht auf mehreren Ebenen:

- Sämtliche Ufertypen sichern das Ufer bis mindestens auf die Höhe eines dynamischen 100-jährlichen Hochwassers (HQ_{100} dyn.)
- Im Bereich des strukturierten Flachufers mit Kiesschüttung (Ufertyp 2) erfolgt der seeseitige riffartige Abschluss mit einer Konstruktion aus Wurzelstämmen. D.h. die Wurzelstämme sind an Blocksteinen befestigt und liegen auf Querhölzern auf. Die Querhölzer werden mit Holzpfählen gegen ein Abrutschen gesichert. Diese Wurzelstamm-Konstruktion (Wurzelstammpalisade) stabilisiert den Kieskörper und verhindert seitliche und frontale Erosion durch Brandungsrückströmungen.
  Die Hinterfüllung der Wurzelstämme und Querhölzer mit Schroppen wirkt als Rückfallebene, falls das feine Deckkies erodiert ist.
- Bei der Ausführung wird absichtlich mehr Kies eingebracht als benötigt, so kann die natürliche Verteilung des Kieskörpers erreicht werden, wobei ein gewisser Materialverlust akzeptiert wird.

Nachfolgend werden im Kapitel 5.2.1 die verschiedenen Ufertypen beschrieben und die Projektmassnahmen aufgelistet, in denen die jeweiligen Ufertypen vorkommen. Im Kapitel 5.2.2 werden weitere Aufwertungsmassnahmen beschrieben. Der Massnahmenbuchstabe weist dabei jeweils immer auf den Abschnitt hin, in dem die Massnahme umgesetzt wird (z.B. Massnahme A1 → Abschnitt A, Massnahme B1 → Abschnitt B etc.).

5.2.1 Beschrieb Ufertypen

<u>Ufertyp 1 - Kombinierter ingenieurbiologischer Uferverbau</u>

Beschrieb: Der Ufertyp 1 – kombinierter ingenieurbiologischer Uferverbau - wird v.a. im Abschnitt A umgesetzt. Im Abschnitt A ist die bestehende Ufersicherung (Blocksatz) teilweise noch in einem guten Zustand und beherbergt an vielen Stellen eine wertvolle Ufervegetation. Daher erfolgt beim Ufertyp 1 eine Sanierung der best. Ufersicherung nur an notwendigen Schadstellen. Gemäss Kapitel 4.1 sind überhängende Bäume und Totholzstrukturen im Wasser der Referenzzustand. Daher werden verschiedene Wurzelstöcke und

Raubäume im Wasser eingebaut, welche jeweils mit Blocksteinen vor Auftrieb gesichert werden. Die Strukturen befinden sich unterhalb der ausserordentlichen Seeabsenkung, damit ihr Fortbestehen im Wasser möglichst lange gesichert bleibt. Die ökologischen Auswirkungen von Totholz werden im Kapitel 6.4 beschrieben. Entlang des gesamten Ufers wird die best. bzw. sanierte Ufersicherung durch einen ingenieurbiologischen Uferverbau mittels Stecklingen ergänzt, um dem Referenzzustand möglichst gerecht zu werden. Zudem wird die bestehende Uferbestockung punktuell mit standortgerechten, einheimischen Arten ergänzt. Dafür werden mehrheitlich dornentragende Arten gewählt, einerseits damit Tiere – insbesondere Insekten und Kleinsäuger - sie als Schutz- und Brutraum nutzen können. Andererseits verhindern die Dornen auch einen unbefugten Uferzutritt durch Badegäste.

Massnahmen:

- Schutzkote: HQ_{100} (dynamisch, 559.15 m ü. M.)
- Sanierung Schadstellen in best. Ufersicherung, Aufbau in Filterschicht (min. 50 cm) und Bepflanzung, Neigung max. 2:3
- Ingenieurbiologischer Uferverbau mittels Stecklingen (Weide, Schwarzerlen) in best. Ufersicherung
- Strukturierung Flachwasserzone mittels Totholzelementen (jeweils gegen Auftrieb gesichert): Raubäume, Wurzelsteine und Totholzfaschinen
- Zusätzliche punktuelle Erneuerung der Uferbestockung mit standortgerechten, einheimischen Arten, Anteil dornentragende Arten > 50%

Ziele:

- Ökologische Aufwertung gemäss Referenzzustand im Wasser und am Ufer
- Schutzräume für Tiere schaffen
- Zugang zum Ufer für Menschen verhindern

Umsetzung in den Abschnitten:

- Massnahme A1 – Uferaufwertung West
- Massnahme A3 - Uferaufwertung Motorbootclub Ost
  → Abweichungen zu den oben beschriebenen Massnahmen:
  - Temporäres Entfernen Steganlage notwendig (Abdeckplatten, Träger, Pfähle stehen lassen)
- Massnahme B2 – Uferaufwertung Parkplatz
  → Abweichungen zu den oben beschriebenen Massnahmen:
  - Aufgrund der Exposition wird die Schutzkote erhöht: Schutzkote = HQ_{100} (dynamisch) + Wellenauflaufhöhe (560.30 m ü. M.)
  - Erstellen von treppenförmigem Zugang aus quaderförmigen Natursteinblöcken

- Besucherlenkende Bepflanzung mit standortgerechten, dornentragenden Arten, temporärer Holzstaketenzaun während Anwachsphase (ca. 3-5 Jahre), L = ca. 50 m

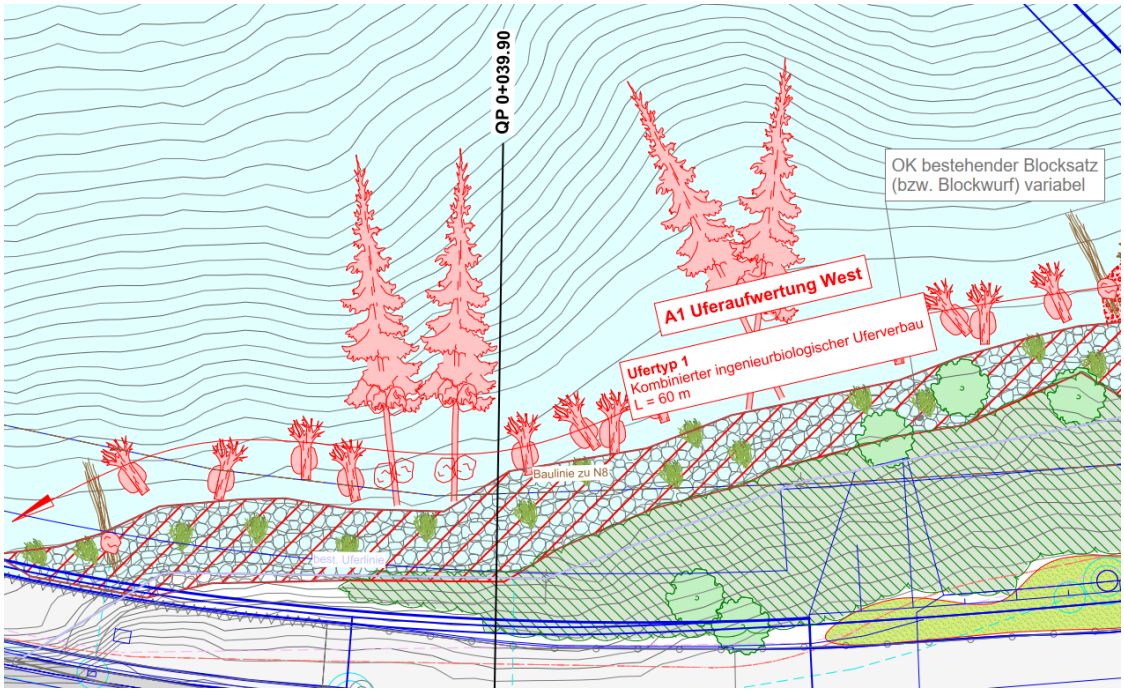


Abbildung 45: Ufertyp 1 im Bereich der Massnahme A1 (Uferaufwertung West) – Ausschnitt Situationsplan.)

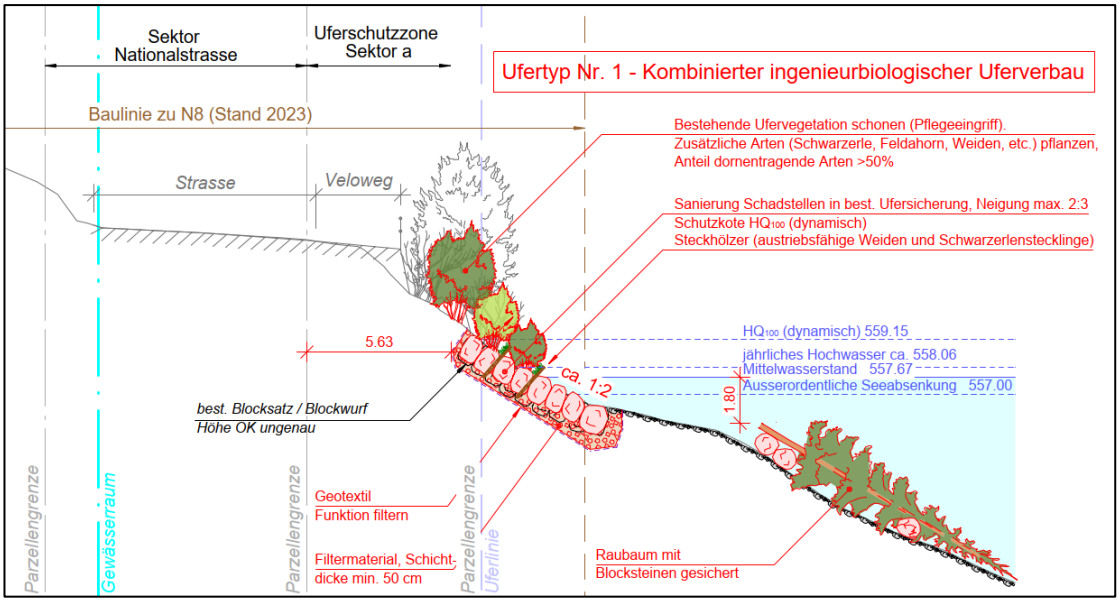


Abbildung 46: Ufertyp 1 im Bereich der Massnahme A1 (Uferaufwertung West) – repräsentatives Querprofil.)

Ufertyp 2 - Strukturiertes Flachufer mit Kiesschüttung

Beschrieb: Beim Ufertyp 2 - Strukturiertes Flachufer mit Kiesschüttung – wird die bestehende Ufersicherung rückgebaut. Im Bestand gibt es in

dem Bereich bereits ein eher strukturarmes Flachufer. Gemäss dem gewässerökologischen Bericht wurden jedoch keine gefährdeten Grossmuschelarten oder Wasserpflanzenarten gesichtet (vgl. Anhang D). Daher ist das Ziel des Ufertyps, die bestehende Flachwasserzone ökologisch aufzuwerten. Dafür wird mit Hilfe einer Kiesschüttung mit geeigneter Körnung (inkl. Kieszwischenräumen) und dem Versetzen von mehreren Wurzelsteinen ein strukturiertes Flachufer geschaffen. Im natürlichen Zustand wäre das Ufer des Thunersees im Bereich der Krattighalde von Erosions- und teilweise auch Ablagerungsprozessen geprägt, wodurch eine variable Uferlinie entstehen würde. Da die Kantonsstrasse (vgl. Referenzzustand im Kapitel 4.1) im Abschnitt A ein Schutzobjekt darstellt, können natürliche Erosionsprozesse nicht zugelassen werden, bzw. muss das Ufer geschützt werden. Aus diesem Grund werden im Ufertyp 2 Buhnen aus Natursteinblöcken eingebaut, damit dennoch eine variable Uferlinie erzeugt werden kann. Dadurch werden dynamische Lebensräume geschaffen, welche wertvoll für spezialisierte Pflanzenarten sind, welche wiederum Nahrungsgrundlage spezialisierter Tierarten bilden können. Der seeseitige Abschluss der Kiesschüttung erfolgt durch eine Wurzelstammpalisade. Diese soll das strukturierte Flachufer vor Erosion schützen und bildet ein weiteres Strukturelement, das eine ökologische Funktion erfüllt (vgl. ökologische Auswirkungen von Totholz im Kapitel 6.4).

Massnahmen:

- Schutzkote: HQ_{100} (dynamisch, 559.15 m ü. M.)
- Ersatzloser Abbruch best. Bootssteg
- Ufersicherung und Schaffung variable Uferlinie mit Buhnen aus Natursteinblöcken
- Zusätzliche Strukturierung Flachwasserzone mittels Totholzelementen (jeweils gegen Auftrieb gesichert): 25 - 30 Wurzelsteine
- Kiesschüttung mit Wurzelstammpalisade
  - Wurzelstämme befestigt an Blockstein, aufliegend an Querholz
  - Holzpfähle zur Verankerung
  - Hinterfüllung Wurzelteller mit Schroppen und Bollensteinen
  - Überschüttung mit Flusskies (rund)
  - Gefälle Kiesschüttung ca. 1:12
  - Markierung der Wurzelstämme mit Holzpfählen im Bereich Fahrgasse Motorbootclub

Ziele:

- Schaffung dynamischer Lebensraum (Wechselwasserzone) mittels variabler Uferlinie
- Ökologische Aufwertung best. Flachufer durch Strukturelemente und Kiesschüttung geeigneter Körnung (inkl. Kieszwischenräume).

Umsetzung in den Abschnitten:

- Massnahme A2 - Uferaufwertung Motorbootclub West

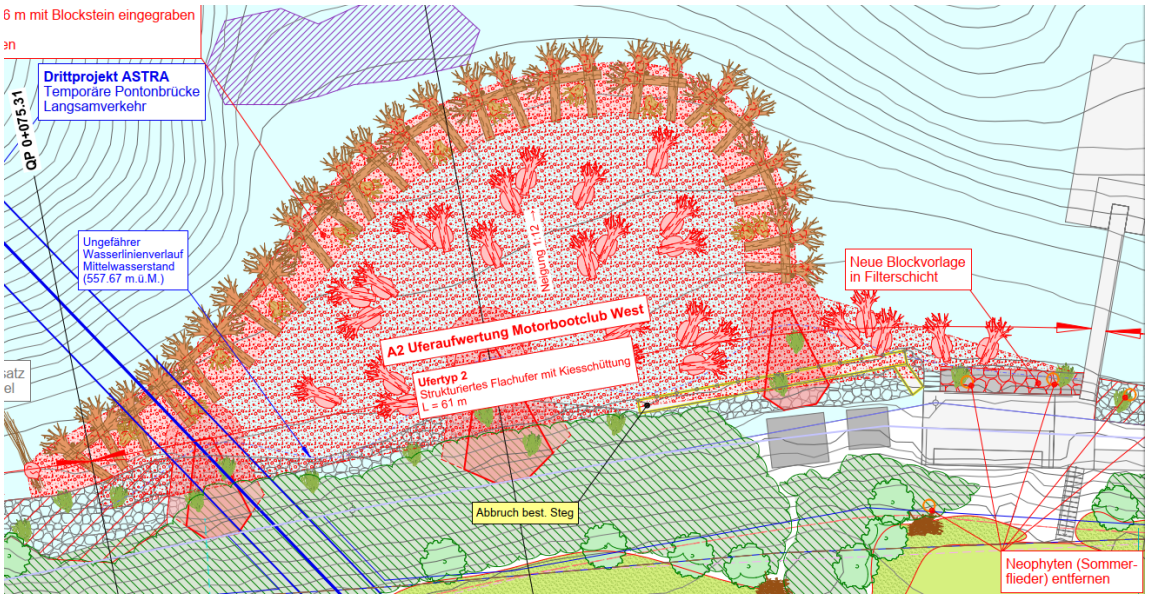


Abbildung 47: Ufertyp 2 im Bereich der Massnahme A2 (Uferaufwertung Motorbootclub West) – Ausschnitt Situationsplan.)

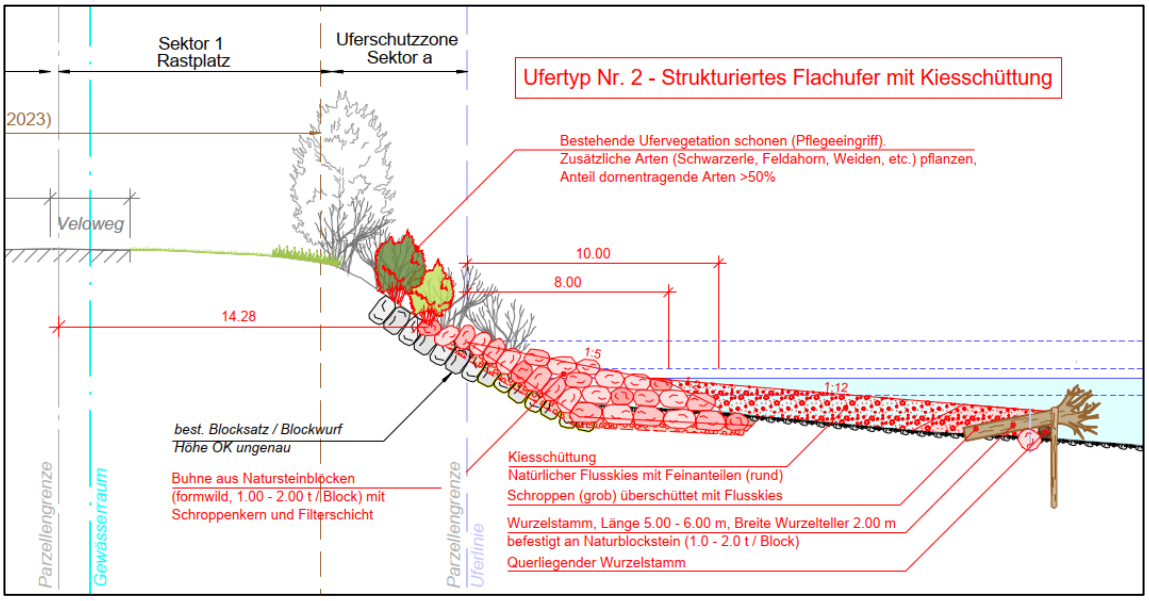


Abbildung 48: Ufertyp 2 im Bereich der Massnahme A2 (Uferaufwertung Motorbootclub West – repräsentatives Querprofil.)

Ufertyp 3 - Uferelement mit Holzkasten

Beschrieb: Dieser Ufertyp wird im Osten des Projektperimeters (Abschnitt B) umgesetzt. In diesem Bereich fällt das Terrain unter Wasser viel schneller ab als im Bereich des Ufertyps 2, wodurch sich die Erstellung einer Flachwasserzone nicht eignet. Ausserdem ist der Nut-

zungsdruck durch Badegäste viel höher als im Abschnitt A, wodurch Wurzelstöcke/-stämme mit einer geringen Versetzhöhe unter Wasser ein Verletzungsrisiko für Badende darstellen können. Daher werden Wurzelsteine in tieferen Bereichen (> 1 m unterhalb der ausserordentlichen Seeabsenkung) eingebaut sowie in grösseren Tiefen auch Raubäume, um den Referenzzustand dennoch zu berücksichtigen. Um die ökologischen Vorteile des Totholzes in unmittelbarer Ufernähe nutzen zu können, werden als Fusssicherung des Uferverbaus Holzkasten eingebaut, welche mit Schroppen gefüllt werden. Die Holzkasten werden unterhalb der ausserordentlichen Seeabsenkung eingebaut, damit ihr Fortbestehen im Wasser möglichst lange gesichert bleibt.

Der Ufertyp wird an dem exponiertesten Uferabschnitt nordöstlich des Restaurants eingebaut. Dort trifft der Wellenschlag sowohl bei Ostwind-, Westwind- und Nordwindlage auf das Ufer und ist daher auch der Abschnitt, in dem der Blocksatz einen sehr schlechten Zustand aufweist und in der Vergangenheit (z.B. durch den Sturm Burglind) erhebliche Schäden erlitten hat. Der Ufertyp sieht daher vor, Uferelemente aus Fertigbetonelementen auf Mikropfählen zu versetzen. Im Gegensatz zum best. Blocksatz, welcher bei Ufererosion eine «Abrutschgefahr» aufweist, sind die Uferelemente als starre, feste und tief verankerte Elemente sehr beständig und sollen dadurch den Uferschutz an dieser durch Wellenschlag sehr exponierten Stelle langfristig gewährleisten. Die Oberkante der Uferelemente liegt über dem jährlichen Hochwasser. Oberhalb wird das Terrain mit Naturblocksteinen gesichert, welche durch die Fertigbetonelemente an einem potenziellen Abrutschen gehindert werden.

Im Bereich des Restaurants und der Liegewiese ist der Nutzungsdruck durch Erholungssuchende relativ gross. Aus diesem Grund beinhaltet der Ufertyp 3 auch gestalterische Elemente. Die Naturblöcke werden so versetzt, dass sie die Ausbildung von Terrassen ermöglichen. Die Terrassen werden mit Flusskies überschüttet und oberhalb der 100-jährlichen Hochwasserlinie auch mit Boden überdeckt, begrünt und bepflanzt. Dies ermöglicht den Naherholungssuchenden, die Nähe zum Wasser auf unterschiedliche Art zu erleben, da Sitzmöglichkeiten auf unterschiedlichen Höhen über dem Wasser geboten werden. Die Terrassen schaffen zudem eine räumliche Differenzierung sowie eine gewisse Abschirmung von Aktivitäten auf der Liegewiese (z.B. spielende Kinder), wodurch sich die Erholungsqualität erhöhen kann.

Massnahmen:

- Schutzkote: HQ100 (dynamisch) + Wellenauflaufhöhe (560.30 m ü. M.)
- Abbruch best. Blocksatz

- Holzkasten gefüllt mit Schroppen und überschüttet mit Flusskies, Holzpfähle (L = 10 m) als Rückverankerung
- Uferelement aus Fertigbetonelementen auf Mikropfählen, Hinterfüllung mit Schroppen und Flusskies, OK 558.50 m ü. M.
- Neubau Blocksatz mit Natursteinblöcken (1-2 t / Block) in Filterschicht (min. 50 cm) und Geotextil, Ausbildung von Terrassen, Überschüttung mit Flusskies, Boden anlegen und begrünen + bepflanzen
- Strukturierung Flachwasserzone mittels Totholzelementen (jeweils gegen Auftrieb gesichert): 5-6 Wurzelsteine

Ziele:

- Langfristige Beständigkeit der Uferlinie durch starre, feste und tief verankerte Elemente gewährleisten (insb. an stark exponierten Stellen)
- Naherholun30.06.2026gsqualität und Erlebbarkeit von Wasser am Ufer erhöhen
- Ökologische Aufwertung im Wasser gemäss Referenzzustand, welche aber den hohen Nutzungsdruck durch Badegäste berücksichtigt und Badegäste nicht gefährdet.

Umsetzung in den Abschnitten:

- Massnahme B4 – Uferaufwertung Restaurant Ost

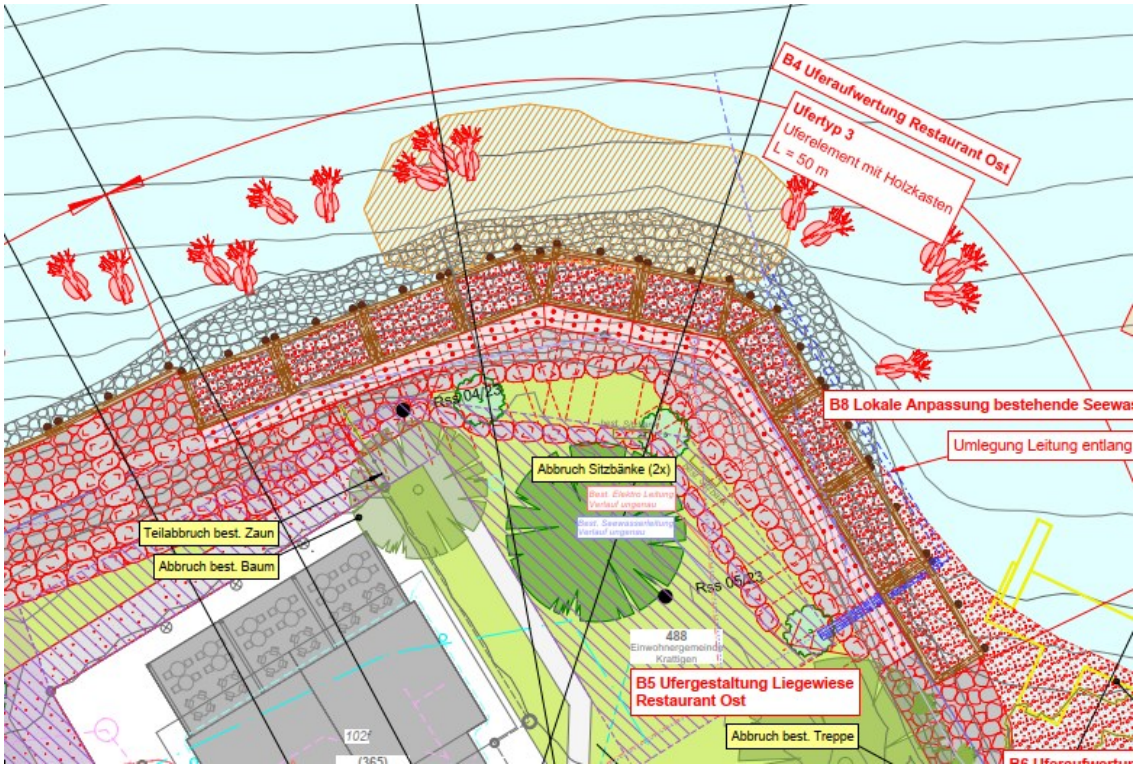


Abbildung 49: Ufertyp 3 im Bereich der Massnahme B4 (Uferaufwertung Restaurant Ost) – Ausschnitt Situationsplan.)

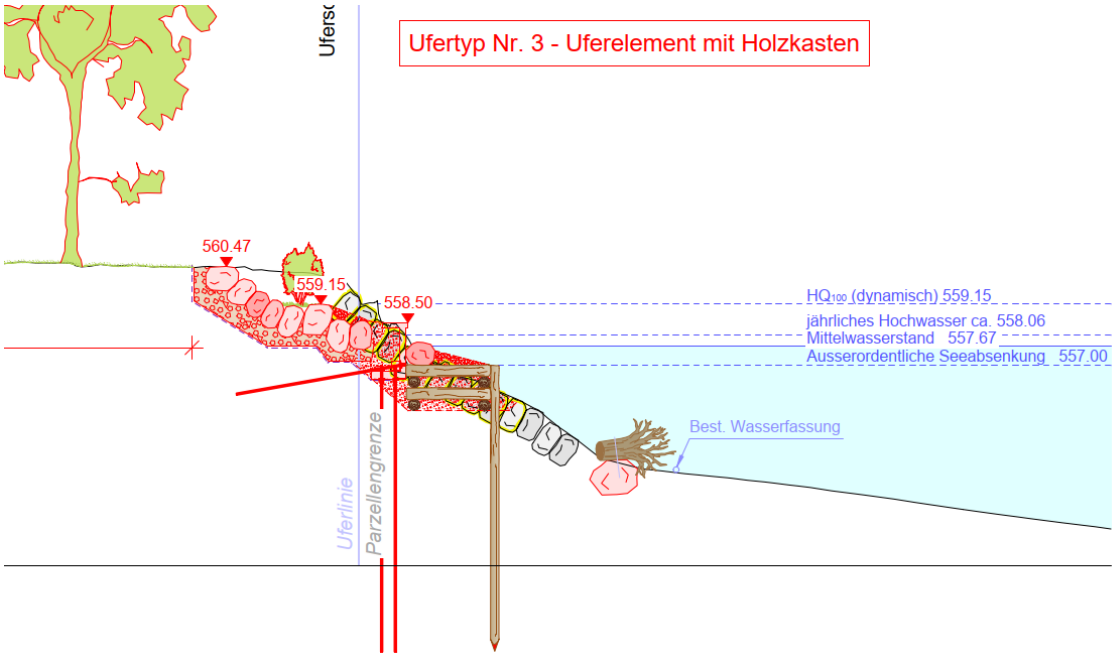


Abbildung 50: Ufertyp 3 im Bereich der Massnahme B5 (Uferaufwertung Restaurant Ost) – repräsentatives Querprofil.)

Ufertyp 4 - Blocksatz Uferzugang

Beschrieb:

Dieser Ufertyp wird im Bereich der Restaurantterrasse im Abschnitt B umgesetzt. Folglich sind die Rahmenbedingungen ähnlich wie beim Ufertyp 3: Das Terrain unter Wasser fällt viel schneller ab als im Abschnitt A, wodurch sich die Erstellung einer Flachwasserzone nicht eignet. Ausserdem ist der Nutzungsdruck durch den Parkplatz, das Restaurant sowie die Liegewiese (Badegäste) hoch. Daher werden Totholzelemente wie Wurzelsteine in tieferen Bereichen (> 1 m unterhalb der ausserordentlichen Seeabsenkung) eingebaut sowie in grösseren Tiefen auch Raubäume, um den Referenzzustand dennoch zu berücksichtigen.

Der Ufertyp 3 wird in einem Bereich eingebaut, welcher weniger durch Wellenschlag exponiert ist als die Bereiche des Ufertyps 3. Folglich werden keine Uferelemente aus Fertigbetonelementen eingesetzt. Durch die limitierten Platzverhältnisse ist ebenfalls keine Ausbildung von Terrassen möglich. Der Ufertyp 3 sieht daher einen Neubau des Blocksatzes mit Natursteinblöcken vor, berücksichtigt aber zeitgleich gestalterische Elemente: Es sind drei treppenförmige Zugänge aus quaderförmigen Natursteinblöcken geplant, welche einen Zugang ans Wasser ermöglichen. Zusätzlich werden quaderförmige Natursteinblöcke auf drei Höhen des Blocksatzes als durchgängige Reihe angeordnet. Zwei Reihen befinden sich an der Oberkante des Blocksatzes und eine Reihe oberhalb des jährlichen Hochwassers. Diese Reihen ermöglichen Sitzgelegenheiten

in unmittelbarer Wassernähe sowie ein Entlanglaufen am Wasser. Dadurch wird das Naherholungserlebnis in dem Abschnitt verbessert.

Der Fuss des Blocksatzes wird mit einem Längsholz und Holzpfählen gesichert, wodurch wieder ein Einsatz von Totholz erfolgt. Das Längsholz und die Holzpfähle befinden sich unterhalb der ausserordentlichen Seeabsenkung, um eine möglichst lange Beständigkeit zu gewährleisten

Massnahmen:

- Schutzkote: HQ100 (dynamisch) + Wellenauflaufhöhe (560.30 m ü. M.)
- Abbruch best. Blocksatz
- Neubau Blocksatz mit Natursteinblöcken (1-2 t / Block) in Filterschicht (min. 50 cm) und Geotextil
- Sicherung Fuss Blocksatz mit Längsholz und Holzpfählen
- Anordnung durchgehende Reihe quaderförmiger Blocksteine auf Höhe OK 558.15 m ü. M., Anschluss an angrenzenden Uferverbau
- Erstellung von treppenförmigen Zugängen aus quaderförmigen Natursteinblöcken (3 Stück)
- Strukturierung Flachwasserzone mittels Totholzelementen (jeweils gegen Auftrieb gesichert): 5-10 Wurzelsteine

Ziele:

- Naherholungsqualität und Erlebbarkeit von Wasser am Ufer erhöhen
- Ökologische Aufwertung im Wasser gemäss Referenzzustand, welche aber den hohen Nutzungsdruck durch Badegäste berücksichtigt und Badegäste nicht beeinträchtigt.

Umsetzung in den Abschnitten:

- B3 Uferaufwertung Restaurant West

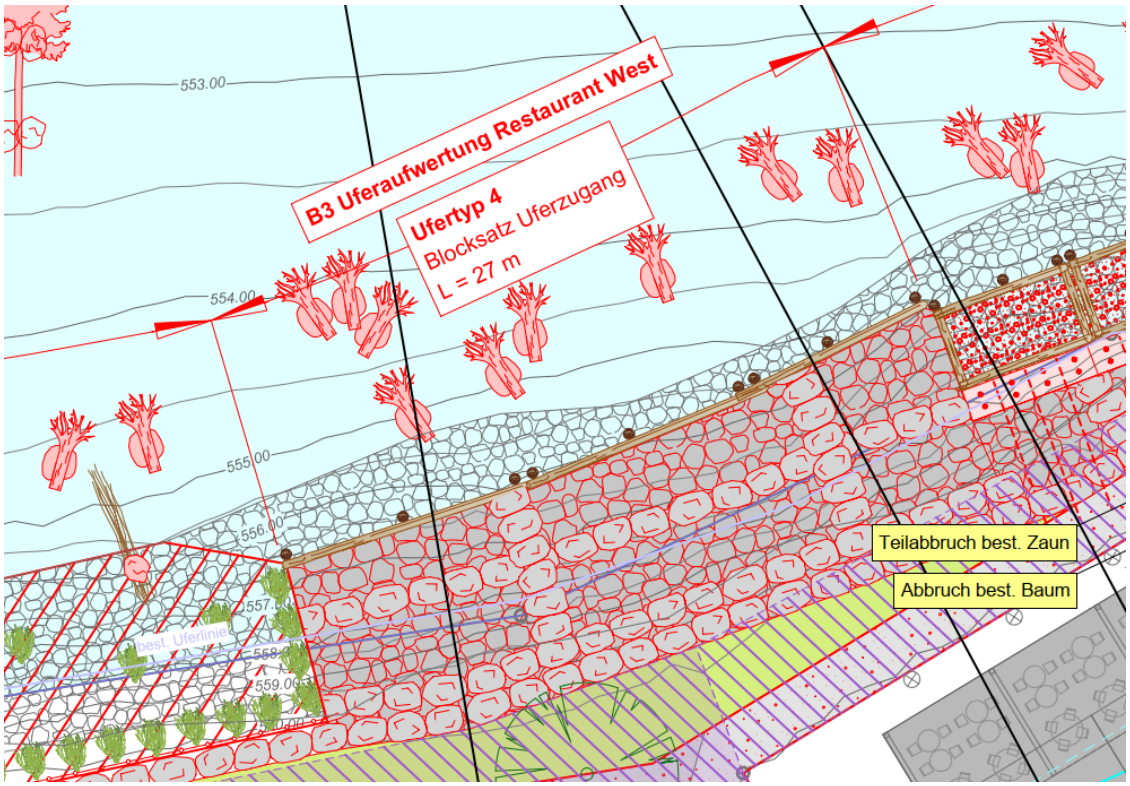


Abbildung 51: Ufertyp 4 im Bereich der Massnahme B3 (Uferaufwertung Restaurant West) – Ausschnitt Situationsplan.

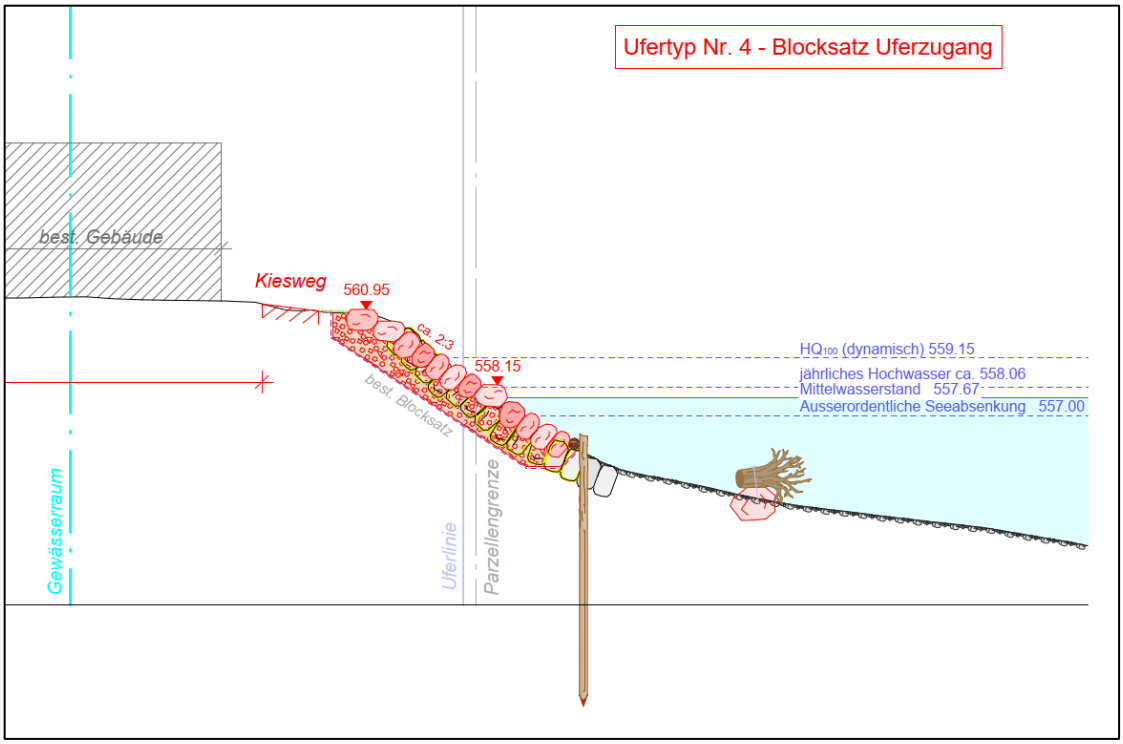


Abbildung 52: Ufertyp 4 im Bereich der Massnahme B4 (Uferaufwertung Restaurant West) – repräsentatives Querprofil.

Ufertyp 5 - Ingenieurbiologischer Uferverbau mit Querbauwerken

Beschrieb: Dieser Abschnitt wird am Ende des Projektperimeters, d.h. östlich der Bucht, auf einem kurzen Abschnitt (< 20 m) eingebaut. Die Uferlänge dieses Ufertyp ist ausbaubar, wurde aber aufgrund des anstehenden Erhaltungsprojektes ASTRA auf den Bereich der Gemeindeparzelle beschränkt. Der Nutzungsdruck durch Badegäste ist östlich der Bucht wesentlich kleiner, zumal die Liegewiese aufhört und der Uferzugang durch bestehende Ufervegetation behindert wird. Daher ist eine ökologische Aufwertung des Ufers in diesem Abschnitt weniger konfliktreich. Weiter östlich des Projektperimeters befindet sich die Kantonsstrasse noch näher am See (erhöhte Lage), wodurch die Ausbildung der Ufervegetation behindert wird. Folglich ist davon auszugehen, dass sich auch in ferner Zukunft keine Totholzdynamik im Uferbereich auf natürliche Weise einstellen wird. Daher ist eine ökologische Aufwertung, welche den Referenzzustand anhand eines ingenieurbiologischen Uferverbaus berücksichtigt, in diesem Abschnitt sinnvoll.

Dazu wird ein ingenieurbiologischer Uferverbau mit Holzbuhnen aus Wurzelstämmen und Faschinen erstellt. Die Buhnenfelder werden mit Längsfaschinen gesichert. Die Faschinen werden aus jeweils austriebsfähigen Weiden und Erlen erstellt. Zusätzlich wird die best. Ufersicherung mit Stecklingen von Weiden und Schwarzerlen ergänzt. Dies ermöglicht das Wachstum einer wertvollen Ufervegetation, welche die natürliche Totholzdynamik (vgl. Kapitel 4.1) zumindest zu einem gewissen Grad wiederherzustellen vermag.

Im Rahmen diverser Wasserbauprojekte wurden viele positive Erfahrungen mit Faschinen als Querbauwerke gesammelt. Mit diesem Ufertyp wird die Möglichkeit ergriffen, Pionierarbeit in Bezug auf erosionsbeständigen Uferverbau im Seebereich zu leisten. Der Uferverbau wird auf einem kurzen Abschnitt von < 20 m umgesetzt, wodurch er sich als Pionierobjekt eignet. Nach der Umsetzung des Drittprojekts ASTRA besteht somit die Möglichkeit, den Uferverbau entlang weiterer 100 m fortzusetzen, wodurch Erkenntnisse aus diesem Projekt direkt in die Optimierung fliessen könnten.

Massnahmen:

- Schutzkote: HQ_{100} (dynamisch)
- Holzbuhnen aus Wurzelstämmen (ca. 6.00 m Länge befestigt mit Blocksteinen) und Faschinen (austriebfähige Weiden / Erlen, ca. 5.00 - 6.00 m Länge, ⌀ ca. 1.00 - 1.50 m)
- Buhnenkörper mit Schroppen und Flusskies verfüllt, abgedeckt mit Kokosmatte. Erlen- und Weidenstecklinge mit Substrat in Buhnenkörper eingebaut

- Buhnenfelder sichern mit Längsfaschinen (austreibfähige Weiden / Erlen, ca. 5.00 - 6.00 m Länge, ⌀ ca. 1.00 - 1.50 m) vor bestehendem Blocksatz
- Ingenieurbiologischer Uferverbau mittels Stecklingen (Weide, Schwarzerlen) in best. Ufersicherung
- Krautsaum

Ziele:

- Ökologische Aufwertung des Ufers gemäss Referenzzustand mit Hilfe eines ingenieurbiologischen Uferverbaus, welcher das Aufkommen einer gesunden Ufervegetation fördert.
- Erkenntnisse aus ingenieurbiologischem Uferverbau mit Querbauwerken im Seebereich gewinnen (Pionierarbeit) → Möglichkeit zur Ausweitung nach Umsetzung des ASTRA-Projekts (Drittprojekt)

Umsetzung in den Abschnitten:

- Massnahme C1 – Uferaufwertung Ost

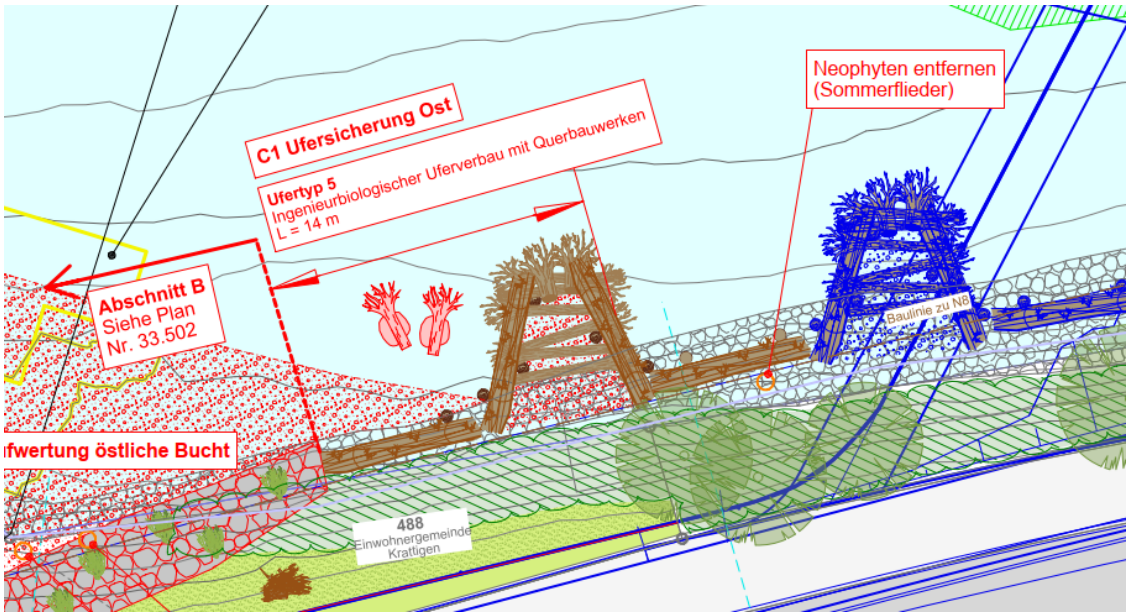


Abbildung 53: Ufertyp 5 im Bereich der Massnahme C1 (Uferaufwertung Ost) – Ausschnitt Situationsplan.

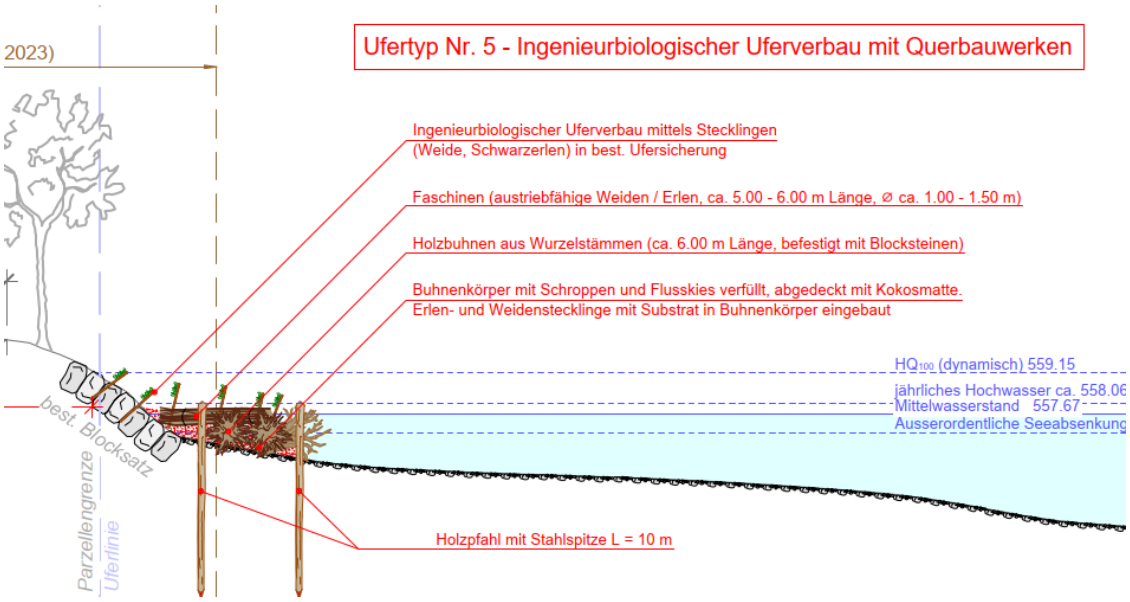


Abbildung 54: Ufertyp 5 im Bereich der Massnahme C1 (Uferaufwertung Ost) – repräsentatives Querprofil.

5.2.2 Weitere Aufwertungsmassnahmen

Massnahme A5 – Aufwertungsmassnahmen landseitig

Beschrieb:

Das bestehende Ufergehölz soll mit standortheimischen, dornentragenden Gehölzen ergänzt werden. Es dient einerseits als Unterschlupf und Versteck für verschiedenste Tierarten sowie als Nahrungsplatz (z.B. für Vögel, die sich von Früchten der Sträucher ernähren). Andererseits wird durch die dornentragenden Arten auch der Zugang zum Ufer für Unbefugte (Menschen) verhindert. Im Bereich der Ufervegetation werden mehrere Totholzhaufen (Asthaufen) erstellt, die in der Betriebsphase bei der wiederkehrenden Pflege der Ufervegetation regelmässig aufgefrischt werden können. Auch diese Strukturen bilden einen Lebensraum, beispielsweise als Unterschlupf / Versteck für Kleinsäuger und andere Lebewesen. (Steinhaufen werden als nicht sinnvoll erachtet, zumal der Projektperimeter durch die Krattighalde meist stark beschattet wird.)

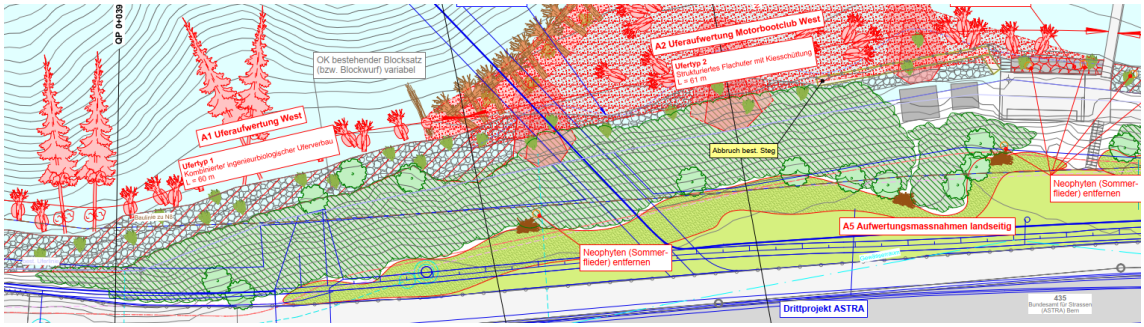
Ökologisch wertvolle Hecken verfügen idealerweise über einen gut ausgebildeten Krautsaum. Im Projektperimeter ist im Bereich der Ufergehölze kein Krautsaum vorhanden, was mit dem bisherigen Unterhalt der Fettwiese im Zusammenhang stehen kann. Im Rahmen der ökologischen Aufwertung soll deshalb ein Krautsaum angelegt werden. Der Unterhalt der Ufergehölze, des Krautsaums sowie der Fettwiese ist entsprechend anzupassen (vgl. Kapitel 11).

Massnahmen:

- Sachgerechtes Entfernen Neophyten (Sommerflieder)
- Ergänzung von standortgerechten einheimischen Arten (Anteil dornentragende Arten > 50%)
- 3-4 Totholzhaufen aus lokalem Schnittgut Grösse variabel, min. 2 m breit und 1.50 m hoch
- Krautsaum

Ziele:

- Ökologische Aufwertung der bestehenden Ufergehölze
- Kleinstrukturen als Lebensraum für verschiedene Tierarten bilden


QP P+039
OK bestehender Blocksatz (bzw. Blockwurf) variabel
A2 Uferaufwertung Motorbootclub West
Ufertyp 2
Strukturiertes Flachufer mit Kiesschüttung
L = 61 m
A1 Uferaufwertung West
Uferlänge 70 m
Uferlänge 70 m
Uferlänge 70 m

- Anreize für den Aufenthalt im Abschnitt A reduzieren

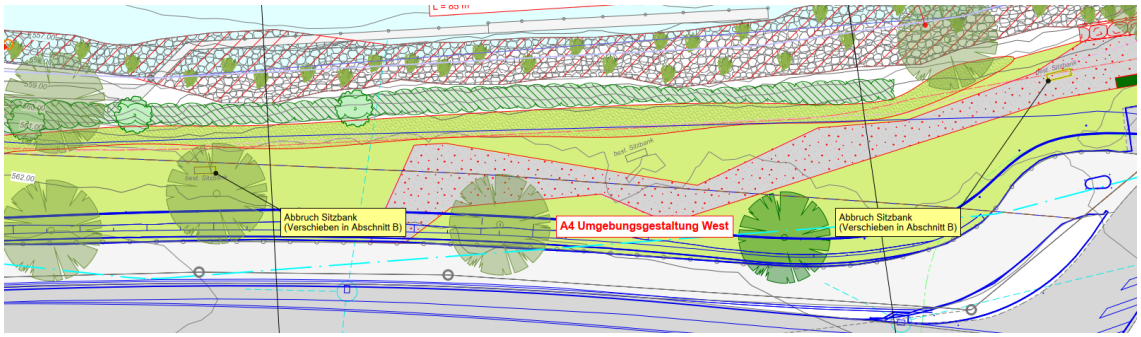


Abbildung 56: Massnahme A4 Umgebungsgestaltung West – Ausschnitt Situationsplan.

Massnahme B1 – Umgebungsgestaltung Ost

Beschrieb: Die Umgebungsgestaltung stützt sich auf das Konzept der Besucherlenkung (vgl. Kapitel 4.7 und 5.2.3). Die Sitzbänke vom Abschnitt A werden deshalb in diesen Bereich des Abschnitt B verschoben. Dadurch wird dieser Raum als Aufenthaltsfläche gestaltet. Die Neuanlage der Liegewiese sowie die neue Kiesfläche (u.a. als Ersatz für den schmalen Fussweg aus Verbundsteinen) unterstützen diese Gestaltung. Die Kiesfläche ist zudem auch höheren Besucherkapazitäten im Winterhalbjahr gewachsen. Angrenzend an den Parkplatz wird eine Hecke gepflanzt, welche eine räumliche Trennung zwischen Parkplatz und Aufenthaltsfläche schafft. Die punktuelle Pflanzung von Einzelbäumen und Sträuchern ermöglicht ökologische Vorteile, welche auch zum Wohlbefinden von Besuchenden beiträgt. Die bestehenden Einzelbäume werden während der Bauphase so gut wie möglich geschützt.

Massnahmen:

- Neubau Fussweg (Kiesbelag, sickerfähig, Breite variabel, 1.50 - 5.00 m), Anschluss an bestehenden Radweg und Parkplatz
- Neuplatzierung Sitzbänke
- Punktuell Pflanzung Einzelbäume/Sträucher (standortgerechte, einheimische Arten)
- Sachgerechtes Entfernen Neophyten (Cotoneaster)

Ziele:

- Klare begehbare Räume / Aufenthaltsräume (Besucherlenkung) schaffen, welche auch einer höheren Frequentierung im Winterhalbjahr gewachsen sind
- Anreize für den Aufenthalt im Abschnitt B schaffen (und somit indirekt Anreize für den Aufenthalt im Abschnitt A reduzieren)
- Schutz von bestehenden Naturwerten (Einzelbäume) und Entfernung von Neophyten

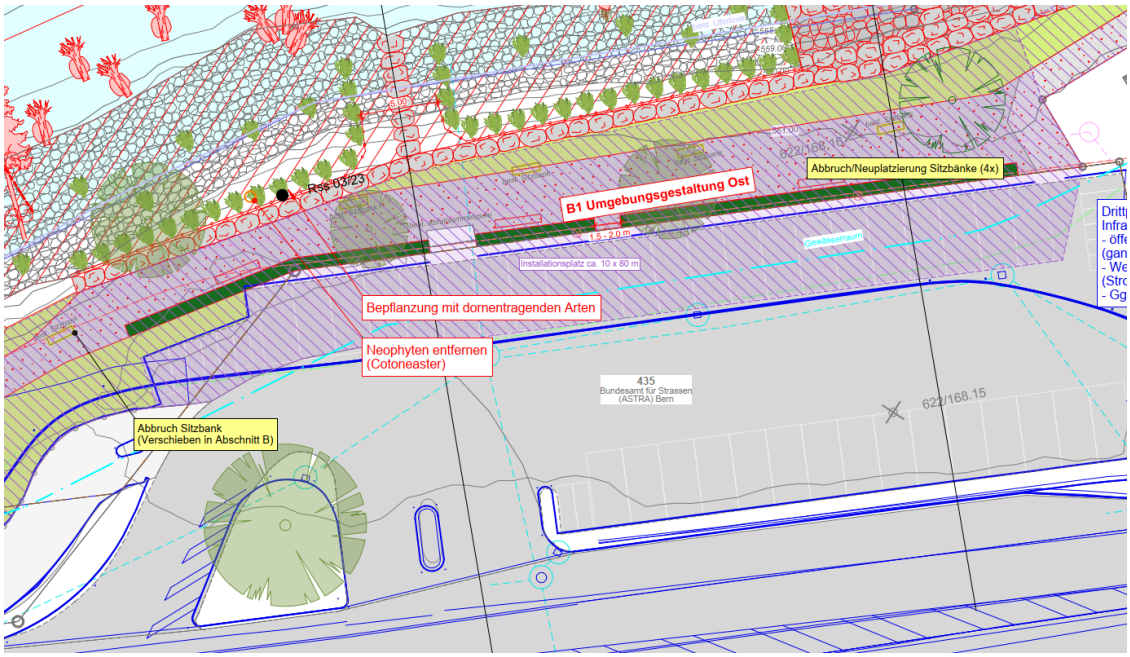


Abbildung 57: Massnahme B1 Umgebungsgestaltung Ost – Ausschnitt Situationsplan.

Massnahme B5 – Ufergestaltung Liegewiese Restaurant Ost

Beschrieb: Die Liegewiese östlich des Restaurants wird heute von einer Vielzahl von Menschen, insb. von Badegästen an warmen Sommertagen, genutzt. Diese Nutzung soll auch in Zukunft möglich sein. Daher erfolgen – mit Ausnahme der Ausbildung von Geländeterrassen (vgl. Ufertyp 3 im Kapitel 5.2.1) – nur geringe Anpassungen in der Umgebungsgestaltung. Bestehende Einzelbäume sollen während den Baumassnahmen so gut wie möglich geschützt werden.

Massnahmen:

- Bestehende Einzelbäume schützen (Baumpflegemassnahmen)
- Bestehender Einzelbaum an Ecke Terrasse (Hängebirke): Schutzmassnahmen mit Baumpfleger prüfen. Bei Bedarf Ersatz Einzelbaum.
- Bestehende Sitzbänke verschieben
- Neuanlage Liegewiese
- Ersatz bestehender Fussweg (Verbundsteine) durch Kiesweg

Ziele:

- Naherholungsnutzung gewährleisten bzw. optimieren
- Schutz von bestehenden Naturwerten (Einzelbäume) und Entfernung von Neophyten

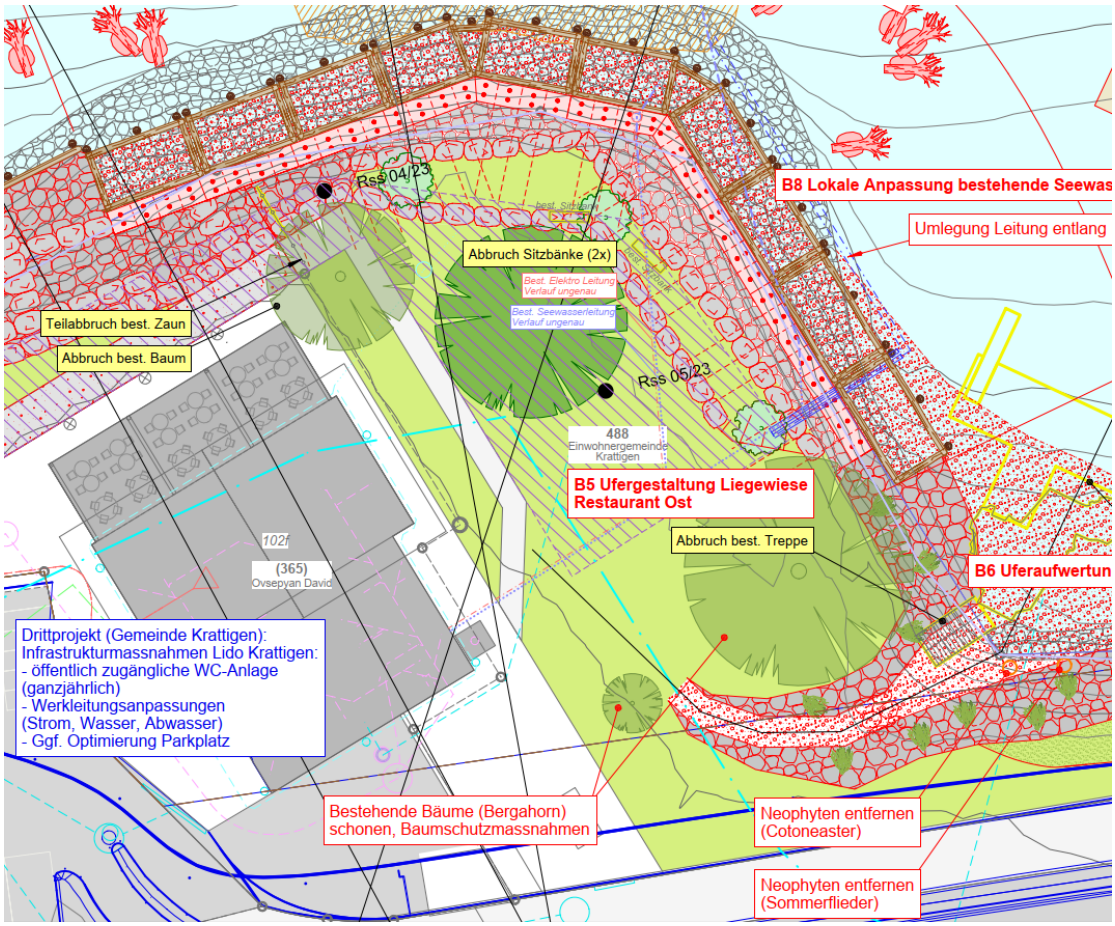


Abbildung 58: Massnahme B5 Ufergestaltung Liegewiese Restaurant Ost – Ausschnitt Situationsplan.

Massnahme B6 – Uferaufwertung östliche Bucht

Beschrieb:

Die östliche Bucht soll im Rahmen des Projekts ökologisch aufgewertet werden. Da die Bucht im Sommerhalbjahr intensiv von Badegästen genutzt wird, dürfen die ökologischen Massnahmen kein Gefährdungspotenzial für die Naherholungsnutzung bilden. Aus diesem Grund ist die Ausbildung eines Flachufers vorgesehen. Dadurch wird ein Abbruch der Betontreppe ermöglicht. Das Floss wird weiter weg vom Ufer verschoben (vgl. Massnahme B7) und der Betonverbau (Betonplatten) am Seegrund wird abgebrochen. Durch das Flachufer wird eine breite Übergangszone Wasser – Land ermöglicht, die im Bestand durch den best. Blocksatz und die Betontreppe fehlt. Durch diese Massnahmen wird der Lebensraum für aquatische, aber auch terrestrische Organismen, die einen Wasserzugang suchen, aufgewertet. Insbesondere im Winterhalbjahr, wenn sich kaum Badegäste im Bereich aufhalten, ist das Flachwasser ein geeigneter Lebensraum für Fische (insb. Jungfische) und andere Lebewesen. Während der Badesaison bildet das Flachufer einen hindernisfreien Uferzugang, welcher einen möglichst rutschfreien Ein- und Ausstieg (auch z.B. für ältere Personen) ermöglicht.

Massnahmen:

- Schutzkote: HQ100 (dynamisch) + Wellenauflaufhöhe (560.30 m ü. M.)
- Abbruch best. Blocksatz
- Abbruch bestehende Treppe
- Sachgerechtes Entfernen Neophyten (Cotoneaster/Sommerflieder)
- Kiesschüttung:
  - Überschüttung bestehender Seegrund mit Flusskies (rund)
  - Gefälle Kiesschüttung ca. 1:12
  - Ausbildung Flachufer mit breiter Übergangszone Wasser – Land
- Erstellung Rampe aus Flusskies (hindernisfreier Uferzugang)
- Überschütteter Blocksatz als Rückfallebene
- Seitlicher Abschluss mit Blocksatz, Aufbau in Filterschicht (min. 50 cm) und Bepflanzung, Neigung max. 2:3
- Sanierung Schadstellen und Anschluss an best. Ufersicherung östlich, Aufbau in Filterschicht (min. 50 cm) und Bepflanzung, Neigung max. 2:3
- Ingenieurbiologischer Uferverbau mittels Stecklingen (Weide, Schwarzerlen) in neuer Ufersicherung

Ziele:

- Ökologische Aufwertung, welche den hohen Nutzungsdruck durch Badegäste berücksichtigt und Badegäste nicht gefährdet.

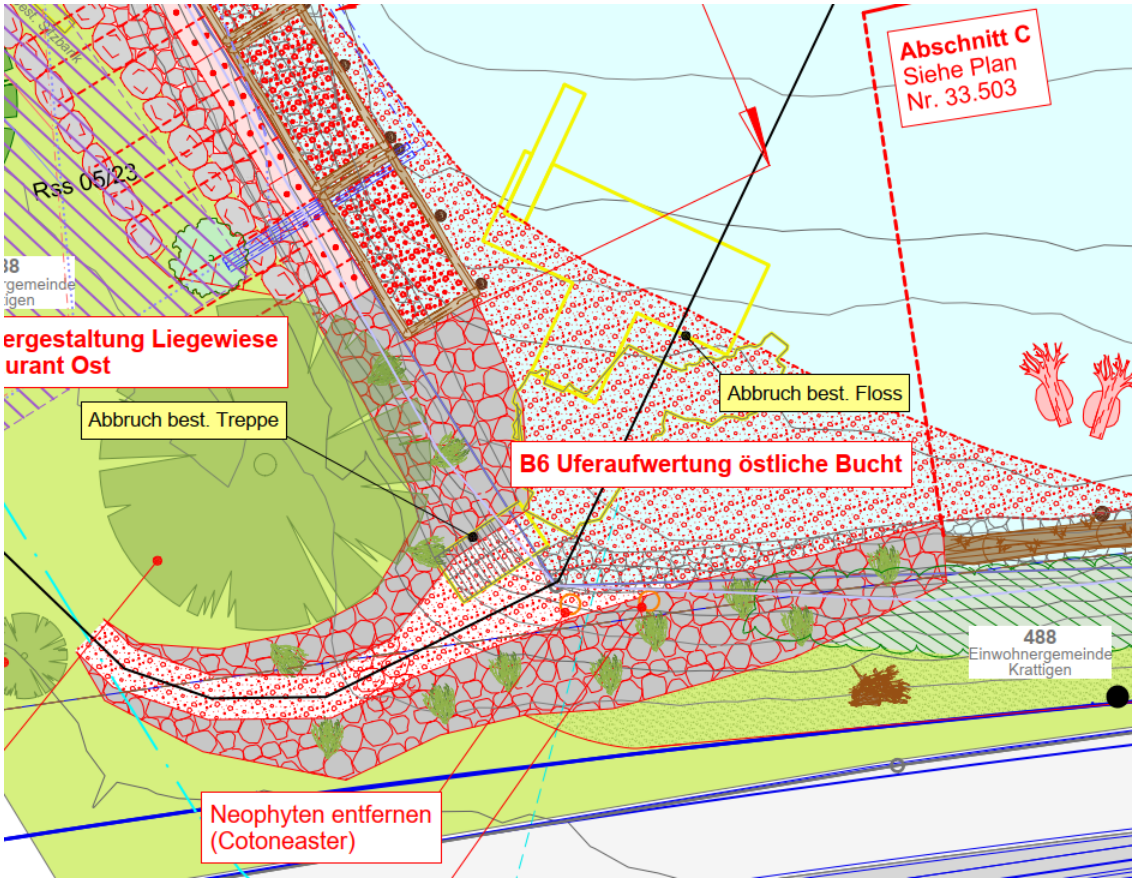


Abbildung 59: Massnahme B6 Uferaufwertung östliche Bucht – Ausschnitt Situationsplan.

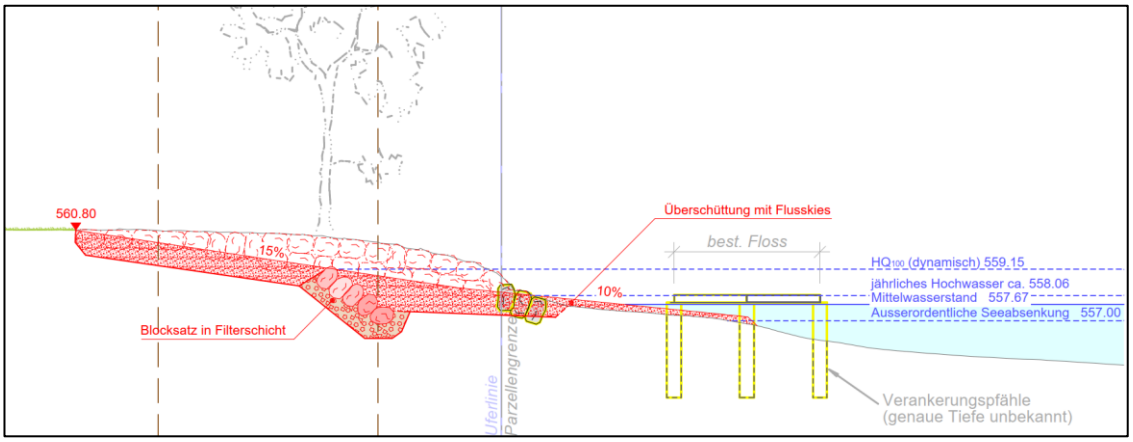


Abbildung 60: Massnahme B6 Uferaufwertung östliche Bucht – repräsentatives Querprofil.

Massnahme B7 – Ersatz bestehendes Floss

Beschrieb: Das bestehende Floss befindet sich sehr nahe am Ufer. Gemäss den bathymetrischen Aufnahmen beträgt die Wassertiefe am seeseitigen Ende des Floss bei Mittelwasserstand nur ca. 1.5 m (vgl. QP 0+358.86). Das Sprungbrett am Floss ist somit ein potenzielles Sicherheitsrisiko aufgrund der geringen Wassertiefe, ist jedoch bei Badegästen sehr beliebt. Aus diesem Grund sowie aufgrund der ökologischen Aufwertung der Bucht (vgl. Massnahme B6) wird das Floss seewärts verschoben.

Massnahmen:

- Abbruch best. Floss inkl. Pfähle + Platten
- Neues Floss an neuer Stelle (ca. 15 m verschoben, min. 2.50 m Wassertiefe)
- Sicherung mit Ankersteinen

Ziele:

- Ökologische Aufwertung in der Bucht ermöglichen
- Sicherheit Badegäste (insb. Nutzende des Sprungsbretts) erhöhen

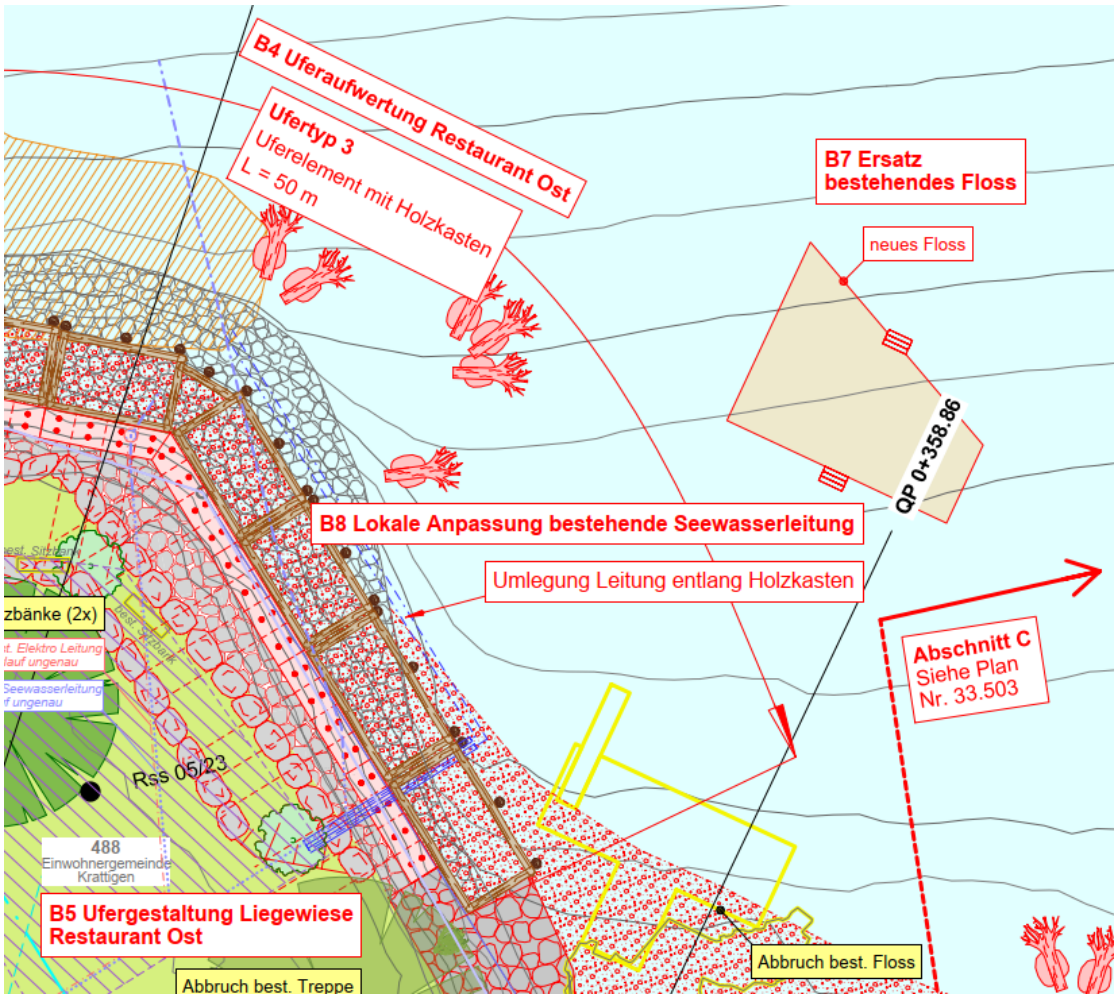


Abbildung 61: Massnahme B7 Ersatz bestehendes Floss – Ausschnitt Situationsplan.

Massnahme B8 – Lokale Anpassung bestehende Seewasserleitung

Beschrieb: Durch die Ufermassnahmen ist auch die Seewasserfassung als Werkleitung betroffen und wird entsprechend lokal angepasst.

Massnahmen:

- Bestehende Seewasserleitung mit Leerrohr (ca. DN 300, L = 20 m) schützen und in neuen Uferverbau integrieren
- Wasserseitig Blocksteine zum Schutz der Leitung

Ziele:

- Betrieb Seewasserfassung trotz Umsetzung des Bauprojekt weiterhin gewährleisten.

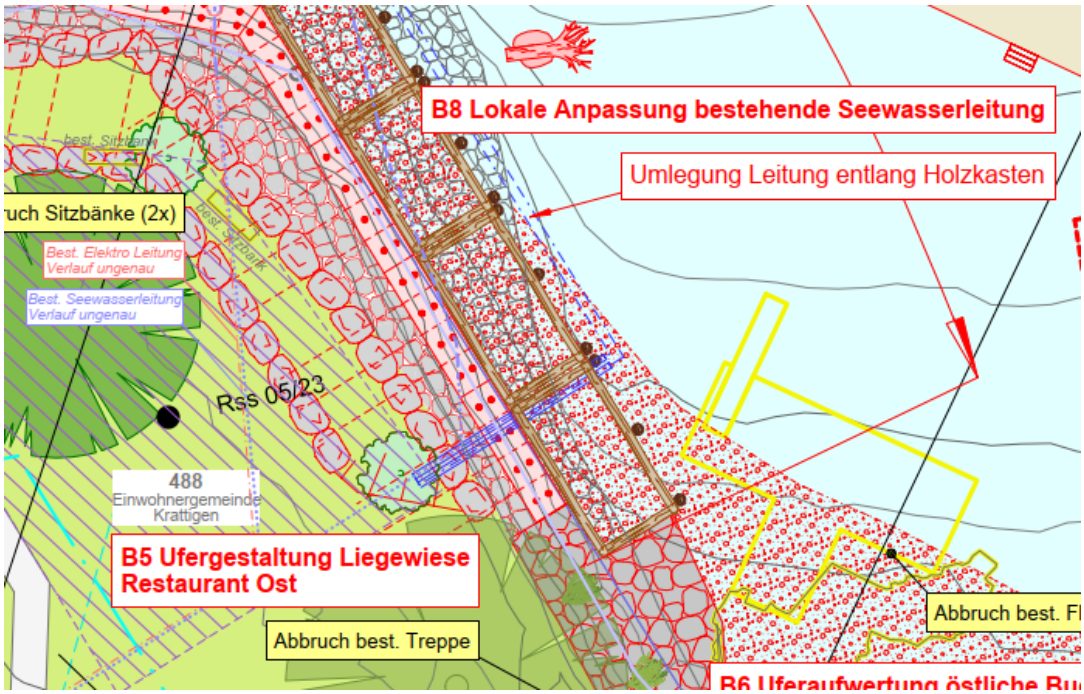


Abbildung 62: Massnahme B8 Lokale Anpassung bestehende Seewasserfassung – Ausschnitt Situationsplan.

5.2.3 Massnahmen Besucherlenkung

Das Projekt sieht konkrete Massnahmen zur Besucherlenkung vor. Diese stützen sich auf das Uferaufwertungskonzept, welches je nach Abschnitt einen anderen Fokus vorsieht:

- Im Abschnitt A (insb. im westlichen Bereich) liegt der Fokus auf der ökologischen Aufwertung.
- Im Abschnitt B liegt der Fokus auf der Naherholungssuchung, wobei Massnahmen für eine ökologische Aufwertung so gut wie möglich umgesetzt werden, ohne die Naherholung negativ zu tangieren.
- Im Abschnitt C liegt der Fokus auf der ökologischen Aufwertung.

Folgende baulichen Elemente haben besucherlenkende Wirkung:

- Hinweisschilder
  - Standort WC-Anlage
  - Benützungsregeln in Piktogrammform (diverse Sprachen)
- Infotafel (Projektinfo, Sensibilisierung)
- Kiesweg
- Sitzbänke
- Abfalleimer
- Wasserzugänge (treppenförmige Abgänge im Blocksatz und Uferlement, Zugangsrampe / Kiesstrand im Badebereich Lido)
- (Floss)

Die Besucherlenkung findet auch subtiler durch natürliche „grüne“ Massnahmen statt:

- Schnitthecke
- Raubäume
- Dornensträucher
- Liegewiese

5.3 Dimensionierung

5.3.1 Stabilitätsnachweis Kiesschüttung

Aus den Wellenberechnungen ergeben sich nach der Berechnung nach Pilarczyk (1990) folgende Korngrössenverteilungen, mit welchen für das Dimensionierungsszenario ein stabiler Uferbereich geschüttet werden kann:

Erforderlicher mittlerer Korndurchmesser d_{50} = 8 cm

Mit dieser theoretischen Korngrössenverteilung ist eine stabile Sohle und somit keine Dynamik zu erwarten. Dies ist bei einer Revitalisierung nicht erwünscht. Aus Erfahrungen von anderen Projekten am Thunersee mit ähnlicher Exposition (östliche Bucht Uferaufwertung Fischzucht Faulensee) und Angaben aus [10] wird klar, dass für die gewünschten kleineren Bewegungen in der Kiessohle eine feinere Kornverteilung als Deckschicht gewählt werden sollte.

Die Korngrössenverteilung der Kiesschüttung wird zu d_{50} = 5 cm gewählt, welche feiner ist als die nach Pilarczyk berechneten Werte. Es ist deshalb mit Bewegungen der Kiessohle zu rechnen.

Erosion an Seeufer entsteht durch Brandungsrückströmungen, welche feinere Fraktionen aus der Flachwasserzone über die Haldenkante hinaus transportieren. Um diesem Effekt entgegenzuwirken, werden grobe Komponenten (Schroppen + Bollensteine) in die Kiesschüttung eingebaut. Zudem wird unterhalb dieser feineren Kiesschüttung eine Unterschicht aus Flusskies mit Grobanteilen eingebracht. Sollte sich die Kiesschüttung, auf die ihrer Korngrösse entsprechenden Neigung abflachen, wird diese stabile Schicht freigelegt. Der uferseitige Blocksatz ist somit auch bei einer Abflachung genügend fundiert. Zudem sind im seeseitigen Randbereich der Schüttung sind gröbere Komponenten (Bollensteine + Schroppen) vorgesehen.

Zusätzlich wird die Kiesschüttung absichtlich höher geschüttet als der gewünschte Endzustand. So kann der See das Schüttmaterial sortieren ohne unerwünschte zusätzliche Materialverluste. Da das Kiesschüttmaterial aus diversen Gründen (Dynamik Flachwasserzone, Badende, Ufervegetation, etc.) feiner gewählt wird, ist über längere Dauer ein gewisser Unterhalt nötig, vereinzelte Nachschüttungen können je nach Entwicklung nötig werden.

Die Berechnungen sind dem Anhang zu entnehmen.

5.3.2 Filterschicht

Die Schadenfälle zeigten wiederholt den gleichen Versagensmechanismus: Durch sich zurückziehende Wellen (negativer Druck) wird Feinmaterial zwischen den Blöcken des Uferverbaus Richtung See transportiert, es entstehen Hohlräume und der Blocksatz rutscht ab. Mit einer gut aufgebauten, ausreichend dicken Filterschicht und flachen Neigungen kann dies verhindert werden. Wo der Uferverbau neu aufgebaut wird, soll deshalb eine abgestufte, genügend grobe und dicke Filterschicht vorgesehen werden. Um das Auswaschen von feinerem dahinterliegendem Material zu verhindern, wird zusätzlich ein Geotextil eingebaut. Die Dicke der Filterschicht soll mind. 50 cm betragen.

5.3.3 Tragwerke

Die Ufersicherung (Ufertyp Nr. 3) wird teilweise mit vorgefertigten Stahlbetonelementen sichergestellt. Die Elemente stehen auf Mikropfählen, welche die Lasten in tiefere, standfeste Bodenschichten übertragen.

Geometrie

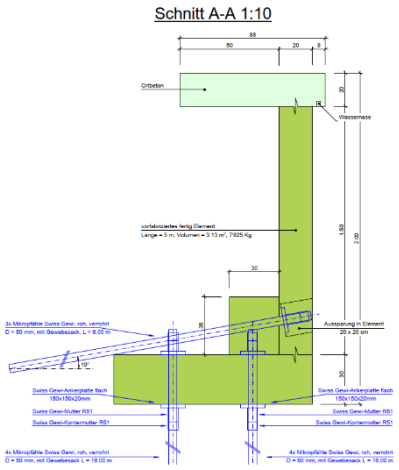
- Gesamthöhe Vorderkant = 2.00 m
- Elementlänge = 5.00 m
- Vertikale Mikropfähle 4 x 2 Stück ; Swiss-Gewi roh Ø 50 mm ; Länge 16.00m
- Horizontale Mikropfähle 3 x 1 Stück ; Swiss-Gewi roh Ø 50 mm ; Länge 6.00m

Lastannahmen

- Eigengewicht = 100 kN
- Erdauflast Hinterfüllung 34 kN/m^2
- Erd- und Wasserdruck 34 kN/m^2(Erdruhedruck, Dreieck 17+17 = 34kN/m^2)
- Erddruck durch NL-Wiese 12 kN/m^2 (Erdruhedruck, Rechtecklast)
- Nutzlast 3 kN/m^2 (Personen auf der Plattform)

Schnittkräfte vertikale Mikropfähle

- Maximale Druckkraft N_d = 216 kN
- Maximale Zugkraft Z_d = 90 kN



Schnittkräfte horizontale Mikropfähle (10° Neigung)

- Maximale Zugkraft Z_d = 124 kN

Schnittkräfte Einspannstelle Stahlbetonwand

- Biegemoment $m_{y,d}$ = 55 kNm/m
- Querkraft $v_{z,d}$ = 57 kN/m

Schnittkräfte Einspannstelle Stahlbeton, Kragplatte oben

- Biegemoment $m_{y,d}$ = 3.50 kNm/m
- Querkraft $v_{z,d}$ = 10 kN/m

Nachweise vergleiche Anhang C

6 PROJEKTAUSWIRKUNGEN

6.1 Auswirkungen auf den Hochwasserschutz

Das Lido befindet sich auf einer künstlichen Aufschüttung mit hoher Terrainkote (ca. 560.50 m ü. M.) Schäden bei Seehochstand sind im Projektperimeter bisher nicht aufgetreten. Die bisher beobachteten Schäden vor Ort entstanden durch Wellenbelastung im unteren Uferbereich. Die gewählte Schutzkote im Bereich der intensiv genutzten Zone Abschnitt B wurde auf das mit 560.30 m ü. M. (HQ_{100} dynamisch + Wellenauflauf) rund 80 cm höher als das HQ_{300} dynamisch (ohne Wellenauflaufhöhe) gewählt.

Mit den neu verbauten Uferelementen auf Mikropfählen (Ufertyp 3) ist ein langfristiger Uferschutz gewährleistet. Ein Hinterspülen der Elemente wird durch einen guten Filterschichtaufbau verhindert. Falls der Holzkasten im Wasser abrutscht, können die Uferelemente kurzfristig weiterhin Widerstand bieten. Die restlichen Ufertypen verbessern den aktuellen Hochwasserschutz, ändern aber das Verhalten im Überlastfall wenig.

6.2 Auswirkungen auf die Raumnutzung

6.2.1 Nutzung

Kommunale Nutzungsplanung

Ziel der Planung Uferaufwertung Lido ist es, die Umsetzung des Projektes ohne eine Anpassung des Uferschutzplanes (USP) erfolgen kann bzw. sich innerhalb der geltenden Regelungen bewegt.

Der im Gestaltungsplan abgebildete Uferweg ist wohl nicht im rechtskräftigen USP explizit abgebildet. Dieser Weg bildet aber ein wichtiges gestalterisches Element und trägt zur Entflechtung von Parkierung und Aufenthaltsbereichen bei.

Im USP ist entlang dem Seeufer ein bestehender Uferweg eingetragen, welcher allerdings nicht vermasst ist. In Art. 7 Abs. 1 der Überbauungsvorschriften zum USP ist der Uferweg «Chrattiggrabe-Milchbar» aufgeführt, welcher in seinem Ausbaustandard als Pfad zu erhalten ist. Zwischenzeitlich wurde die Veloroute erstellt, ohne dass der USP angepasst wurde. Der Weg in der vorliegenden Planung definiert lediglich die Belagsart mittels Kies.

Fuss-, Wander- und Veloweg

Der im Uferschutzplan ausgeschiedene Uferweg wird von einer Vielzahl von Personen benutzt: Velofahrende, Wandernde und Fussgänger*innen. Einige benutzen ihn als Weg zur Arbeit. Daher ist eine Schliessung des Uferwegs während den Bauarbeiten nicht möglich, der Uferweg muss für die Nutzenden ständig befahrbar sein. Die Baumassnah-

men werden so geplant, dass der Uferweg so wenig wie möglich tangiert wird: Sämtliche Massnahmen am Ufer werden seeseitig mit Hilfe eines Pontons ausgeführt. Der Materialtransport erfolgt entweder per Schiff über den See oder mit Hilfe von Lastwagen, welche das Material im Bereich des Installationsplatzes westlich des Restaurants kippen, bevor das Material mit einem Bagger auf den Ponton geladen wird.

Abgesehen von den seeseitigen Massnahmen findet im Abschnitt A nur die Massnahme «A5 – Aufwertungsmassnahmen landseitig» statt. Dabei handelt es sich um Massnahmen, die sich im Wesentlichen nicht von normalen Unterhaltsarbeiten unterscheiden. Folglich wird der Radweg punktuell für die Umsetzung der Massnahmen im Abschnitt A befahren (einzelne Fahrten für Bepflanzung). Dies geschieht jedoch im gleichen Umfang, wie dies in den vergangenen Jahren für die Unterhaltsarbeiten notwendig gewesen ist.

Folglich wird der Uferweg während der Bauphase nicht speziell beansprucht (nur im Umfang wie dies für Unterhaltsarbeiten ebenfalls üblich ist).

Werkleitungen

Während dem Bau muss die bestehende Seewasserversorgung des Restaurants temporär umgelegt und ausser Betrieb (Umlegung Leitung / Trübungen) genommen werden. Dazu ist der Austausch mit dem Restaurant zu suchen und die Arbeiten mit dem Restaurantbetrieb zu koordinieren. Die Dauer der Umstellung und damit die Zeit, in der im Restaurant kein Wasser verfügbar ist, wird auf einen Tag geschätzt.

Die bestehenden Entwässerungsleitungen werden an ihrer bestehenden Lage in den neuen Uferverbau (Blocksatz) integriert und mit einem Betonrohr versehen. Andere Werkleitungen werden durch die Massnahmen nicht tangiert.

Konzessionen

Im Projektperimeter gibt es mehrere konzessionierte Objekte (vgl. Situationsplan). Das Projekt hat folgende Auswirkungen:

- Konzession Nr. 105163: Floss mit Zugangssteg vor der Parzelle Nr. 488 mit einer beanspruchten Wasserfläche von 73 m^2
  → Das Floss mit Zugangssteg wird vom Motorbootclub Thunersee genutzt. Das Bauprojekt hat keine direkten Auswirkungen auf den Zugangssteg, dieser bleibt auch nach den Baumassnahmen bestehen. Im Rahmen der Massnahme A2 Uferaufwertung Motorbootclub West wird ein strukturiertes Flachufer mit Kiesschüttung generiert, an dessen seeseitgen Ende Wurzelstämme und Querhölzer verankert werden. Die Wurzelstämme werden so eingebaut, dass die Wurzelkrone knapp unter dem Mittelwasserstand zu liegen kommt. Folglich stellen die Wurzelstämme ein Hindernis für heranfahrende Boote dar. Das Projekt und dieser Aspekt wurde mit dem Motorbootclub Thunersee [16][17] besprochen. Demnach ist eine Markierung der Wurzelstämme zwar erwünscht, aber aus Sicht des Motorbootclubs nicht zwingend.

- Konzession Nr. 105200: Zwei Bootsanbindestege vor der Parzelle Nr. 488 mit einer beanspruchten Wasserfläche von 70 m^2.
  → Die Stege befinden sich östlich und westlich des Floss mit Zugangssteg (Konzession Nr. 105163). Die Steganlage im Westen befindet sich im Bereich des geplanten strukturierten Flachufers mit Kiesschüttung. Deshalb wird die Steganlage im Westen abgebrochen bzw. rückgebaut. Der Motorbootclub Thunersee [17] erklärt sich mit diesem Rückbau einverstanden und ist bereit einen Beitrag zu Gunsten der Renaturierung leisten. Dadurch gibt der Club rund 50% seiner Anlegeplätze auf.
  Das Projekt hat im Endzustand keine Auswirkungen auf die Steganlage im Osten. Für die Erneuerung des Blocksatzes in diesem Bereich muss der Steg vermutlich temporär rückgebaut werden (Pfähle stehen lassen). Der Steg wird nach Umsetzung der Baumassnahmen wieder montiert.
- Konzession Nr. 104356: Heckverankerung Nr. 286 mit einer beanspruchten Wasserfläche von 11 m^2.
  → Das Projekt hat keine Auswirkungen auf die Heckverankerung.

Ergänzung: Für den Motorbootclub Thunersee ist zudem wichtig, dass im Zufahrtsbereich sämtlicher Boote keine Unterwasserhindernisse verbaut werden, damit keine Kollisionen entstehen [17]. Deshalb sollen vor der Steganlage Ost keine Totholzstrukturen eingebaut werden, deren Oberkante weniger als 1.50 m unter dem Mittelwasserstand liegt.

- Konzession Nr. 104916: Öffentlicher Badesteg vor Grundbuchblatt Nr. 488 mit einer beanspruchten Wasserfläche von 39.00 m^2.
  → Die Konzession bezieht sich u.a. auf das Badefloss östlich der Liegewiese und des Restaurants. Das Badefloss ist zurzeit sehr nah am Ufer, wodurch die Wassertiefe für hineinspringende Personen bei Niedrigwasser ein Sicherheitsrisiko darstellen kann. Deshalb soll das Floss ca. 15 m seewärts verschoben werden. Die betonierte Seegrundfläche (u.a. Betonplatten, vgl. Abbildung 63) wird abgebrochen. Im Rahmen der Massnahme B7 Uferaufwertung östliche Bucht wird der gesamte Badebereich ökologisch aufgewertet, ohne dass die Nutzung eingeschränkt wird. Es entsteht ein hindernisfreier Flachuferzugang aus Flusskies, welcher eine breite Übergangszone zwischen Wasser und Land schafft. Die Badegäste können sich auf dem Flusskies sicher bewegen, die rutschanfällige Betontreppe wird abgebrochen. Somit bleibt die Nutzung als Badebereich weiterhin gewährleistet bzw. wird aus der sicherheitstechnischen Perspektive optimiert.



Abbildung 63: Floss mit vorgelagerter Betonfläche (u.a. Betonplatten) am Seegrund.

Restaurantbetrieb

Der Restaurantbetrieb ist während den Wasserbauarbeiten grundsätzlich möglich. In Rücksprache mit Laryssa Ryffel (11.12.2025) ist der halbseitige Betrieb des Parkplatzes (Rest wird als Installationsfläche genutzt) während dem Winterhalbjahr ausreichend. Es sind Lärmemissionen durch Baumaschinen zu erwarten. Während der Umstellung der Wasserleitung (Dauer ein Tag, siehe oben) kann die Wasserversorgung voraussichtlich nicht gewährleistet werden.

6.2.2 Gewässerraum

Die Projektinhalte befinden sich alle innerhalb des Gewässerraumes, sie sind jedoch alle aufgrund ihrer Funktion standortgebunden und liegen in einem hohen öffentlichen Interesse. Sie tragen zu einer Aufwertung des Uferbereichs bei. Sie entsprechen zudem den Vorgaben der Bestimmungen zur Uferschutzzone gemäss den Überbauungsvorschriften zur USP.

Das geplante Floss stellt keine neue Anlage dar, sondern den Ersatz einer bestehenden, konzessionierten Anlage (Konzession Nr. 104916) im Rahmen ihres Besitzstands gemäss Art. 26 BV i.V.m. Art. 24c RPG. Der rechtsgültige Uferschutzplan stellt das Floss hinweisend dar. Hinweis: Der Wirkungsbereich des Uferschutzplanes erstreckt sich nur bis zur Uferlinie. Die geringfügige Verschiebung um 15 m erfolgt ausschliesslich aus sicherheitstechnischen Gründen (Vermeidung von Verletzungsrisiken bei Niedrigwasser) und liegt damit im überwiegenden öffentlichen Interesse der Gemeinde als Werkeigentümerin.

Die geringfügige Verschiebung ist verhältnismässig, weil:

- die bestehende Nutzung seit über 60 Jahren (1958 gemäss Orthofoto swisstopo) vorhanden ist,
- die Konzession nach wie vor gültig ist,
- die Verschiebung lediglich 15 m beträgt und im unmittelbaren Nahbereich des bisherigen Standorts erfolgt,
- keine neue, sondern eine sicherere und ökologisch verträglichere Wiederherstellung der bestehenden Nutzung erfolgt.

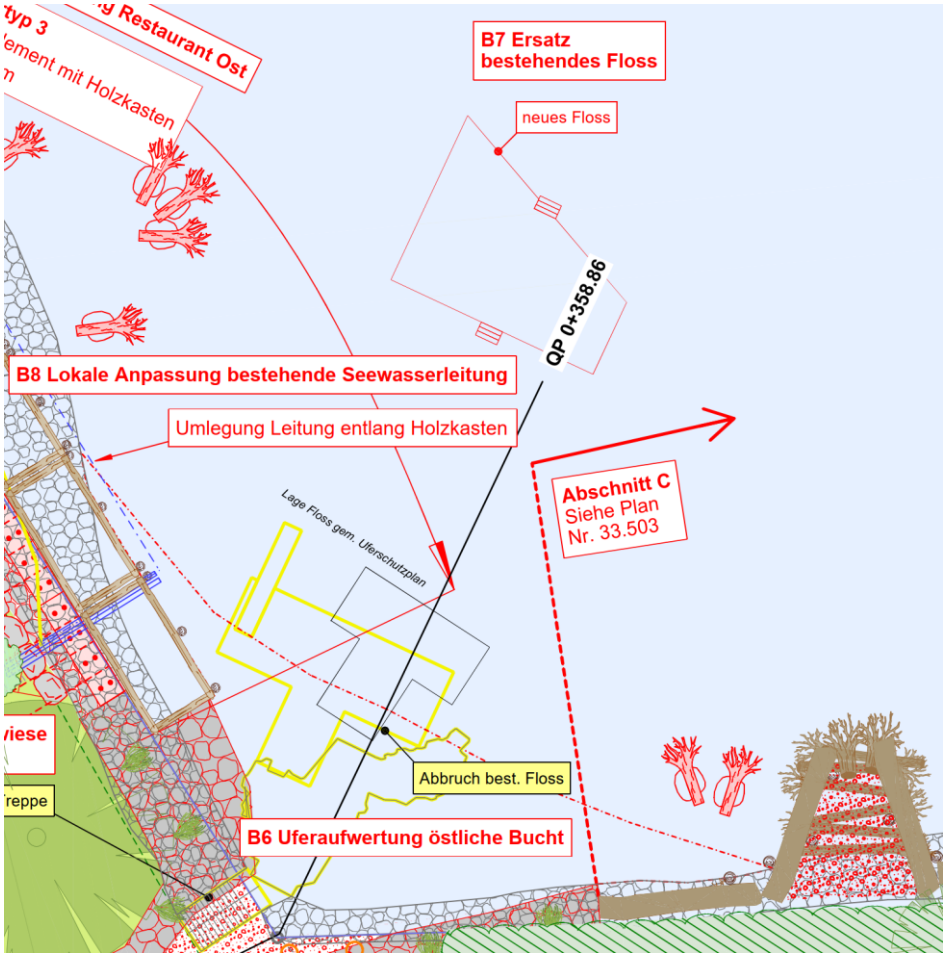


Abbildung 64: Skizze Planausschnitt Bereich östliche Bucht: Gelb die Lage des bestehenden Flosses (Abbruch), schwarz = Lage gemäss Uferschutzplan und rot die geplante neue Lage.

6.2.3 Heimat-, Ortsbild und Landschaftsschutz

Historische Verkehrswege, Alte Bäume

Der historische Verkehrsweg (IVS Nr. BE 11.4, nationale Bedeutung) wird durch das Projekt nicht tangiert. Während der Bauzeit ist mit Transporten über die bestehende Strasse zu rechnen. Ansonsten sind keine Kulturdenkmäler, Naturdenkmäler oder schützenswerte alte Bäume betroffen.

6.3 Auswirkungen auf die Natur (terrestrisch)

6.3.1 Flora

Ufervegetation

Durch die Projektmassnahmen muss in Ufervegetation eingegriffen werden, wodurch eine Ausnahmebewilligung nach Art. 21 NHG für Eingriffe in die Ufervegetation beantragt wird (vgl. Beiblatt Ausnahmegesuche). Wo möglich, wird versucht, die Ufervegetation bestmöglich zu schonen. Wo dies durch die geplanten Massnahmen nicht möglich ist, wird die Ufervegetation lokal entfernt und nach dem Bauvorhaben wiederhergestellt. Die Anpflanzung erfolgt mit heimischen, standortgerechten Arten und lokalem Saatgut.

Hecken und Einzelbäume

Die Umsetzung der Massnahmen erfordert teilweise die Entfernung bestehender Hecken und Einzelbäume. Sie werden jedoch durch die Neuanlegung von artenreichen Hecken und Buschgruppen sowie Neupflanzungen von grösseren Einzelbäumen sowie die grossflächige Umsetzung der Uferaufwertungsmassnahmen kompensiert.

Neophyten

Im Projektperimeter wurden zwei invasive Neophytenarten festgestellt: Der Sommerflieder (*Buddleja davidii*) und der Korallenstrauch (*Cotoneaster horizontalis)* (vgl. Kapitel3.10.4). Die Neophyten werden im Rahmen der ökologischen Aufwertungsmassnahmen entfernt und fachgerecht entsorgt.

6.3.2 Fauna

Im terrestrischen Abschnitt des Projektperimeters sind keine geschützten oder seltenen Tierarten bekannt. Der Lebensraum wird gegenüber seines Ausgangszustandes für die Fauna deutlich aufgewertet. Der Einfluss der nahen Verkehrsinfrastruktur ist hoch.

Durch die terrestrischen Aufwertungsmassnahmen entsteht im Abschnitt A auf der bisher artenarmen Fettwiesenfläche eine Verzahnung von verschiedenen Lebensräumen. Die Krautsäume bieten Nahrung für zahlreiche Insekten. Das Ufergehölz sowie die neugeschaffenen Strukturen (Asthaufen) bieten Habitat für zahlreiche Arten von Wildbienen über Kleinsäuger bis zu Vögeln und Insekten. Insgesamt wird die Fläche dadurch struktur-, pflanzen- und artenvielfältiger.

6.4 Auswirkungen auf Gewässerökologie und Fischerei

Auswirkungen während der Bauphase

Das Laichgebiet der raschwüchsigen Felchen und Seesaiblinge wird durch die Projektmassnahmen nicht direkt tangiert, da sie ausserhalb des Projektperimeters laichen. Gemäss Peter Büsser [19] sind auch die Jungfische der Felchen und Seesaiblinge des im Sachplan Seeplan ausgewiesenen Laichgebiets nicht im Flachwasser zu finden. Sie ernähren sich von Zooplankton, welches im Thunersee im Winter i.d.R. in einer Tiefe von > 10 m anzutreffen ist.

Durch die Baumassnahmen können jedoch Trübungen entstehen, welche durch den kontinuierlichen Wellengang auch in den Bereich des Laichgebiets gelangen können. Es wird versucht, Trübungen möglichst gering zu halten.

Im Bereich der Projektmassnahme „strukturiertes Flachufer mit Kiesschüttung“ (Ufertyp 2, vgl. Projektmassnahme A2) sowie „Uferaufwertung östliche Bucht“ (vgl. Projektmassnahme B7) werden möglicherweise Wasserpflanzen überschüttet. Die im Projektperimeter vorkommenden Wasserpflanzen (vgl. gewässerökologischer Bericht im Anhang D) sind alle als „nicht gefährdet“ eingestuft. Gemäss Peter Büsser [19], welcher vor einigen Jahren Wasserpflanzen im Bereich des Projektperimeters aufgenommen hat, haben die vorkommenden Wasserpflanzen eine gewisse Regenerationsfähigkeit, weshalb damit zu rechnen ist, dass die Wasserpflanzen nach der Umsetzung der Massnahmen wieder wachsen werden.

Auswirkungen während der Betriebsphase / nach Vollendung des Baus

Im gesamten Projektperimeter werden Totholzstrukturen eingebaut, die zurzeit im Projektperimeter fehlen. Totholzstrukturen haben eine wertvolle ökologische Funktion: Sie dienen Fischen, aber auch Krustentieren, Wasserinsekten und anderen aquatischen Lebewesen als Lebensraum, indem sie u.a. Verstecke und Schutzräume vor Fressfeinden bilden. Totholz kann auch als Nahrungsquelle dienen, u.a. für gewisse Fischarten, welche kleine Organismen fressen, welche das Holz besiedeln. Laut Peter Büsser [19] können Totholzstrukturen auch als Laichareal von Egli genutzt werden, welche in einer Wassertiefe von ca. 1.5 – 6 m laichen. Egli stossen den Laich in „Band-/Schnurform“ aus, welches sie über Strukturen hängen, sodass der Laich den Seegrund nicht berührt. Insbesondere Raubäume eignen sich sehr gut dafür. Auch Hechte, welche oftmals Wasserpflanzen als Laichareal nutzen können Totholzstrukturen für den Laich nutzen. So wurde im Bielersee bereits beobachtet, dass Hechte Faschinen zum Laichen genutzt haben [19].

Auch gemäss der Auskunft von Beat Rieder [18] kann durch die Projektmassnahmen (insb. die Flachuferaufwertung) generell eine Förderung der hier vorkommenden Arten bewirkt werden. Geschützte oder gefährdete Fischarten wurden hier bisher nicht gemeldet.

Obwohl der Balchen, *Coregonus alpinus,* auch „uferlaichender Albock“ genannt, bislang im Projektperimeter nicht gemeldet wurde, können die Projektmassnahmen unter Umständen eine Förderung der gemäss IUCN als „gefährdet“ eingestuften Art bewirken. Die Holzkasten der Ufersicherung im Abschnitt B (Ufertyp 3) befinden sich in einer adäqua-

ten Tiefe (ca. 65 cm unter dem Mittelwasserstand) für den Balchen. Auch das neue strukturierte Flachufer mit Kiesschüttung (Ufertyp 2, vgl. Projektmassnahme A2) im Abschnitt A befindet sich in einer geeigneten Tiefe für den Balchen. Ob diese Bereiche zukünftig effektiv als Laichareal genutzt werden, hängt vom Kieszwischenraum ab. Gemäss Peter Büsser [19] eignen sich erfahrungsgemäss Korngrössen im Grössenbereich von Eisenbahnschotter oder Wandkies mit wenig Sandanteil.

Die Massnahmen im Abschnitt B + C wurden in Rücksprache mit der UNA AG so gewählt, dass die gefundenen Vorkommen der flachen Teichmuschel (*Anodonta anatina*) nicht tangiert werden. Es wurden ausschliesslich Massnahmen direkt am Ufer vorgesehen, um die Strömungsdynamiken und das Mikroklima nicht negativ zu beeinträchtigen. Das neue Floss ist ausserhalb des betroffenen Abschnittes vorgesehen und tangiert keine Wasserpflanzenbestände oder Grossmuschelvorkommen.

Aus den obenstehenden Abschnitten kann Folgendes schlussgefolgert werden: Durch das strukturierte Flachufer mit Kiesschüttung (Ufertyp 2, vgl. Projektmassnahme A2) im Abschnitt A, die Uferaufwertung der östlichen Bucht (Projektmassnahme B7) im Abschnitt B, den ingenieurbiologischen Uferverbau im Abschnitt C sowie den Einbau diverser Totholzstrukturen auf unterschiedlichen Wassertiefen im gesamten Projektperimeter (vgl. weitere Projektmassnahmen) werden verschiedene wertvolle, ökologische Potentiale für Fische (z.B. als Laichgebiet, Verstecke etc.) aber auch für andere aquatische Lebewesen geschaffen. Der Gewässerlebensraum wird somit durch den Eingriff verbessert und ökologisch aufgewertet.

Weitere gewässerökologische Auswirkungen des Projekts werden im Bericht der UNA im Anhang D beschrieben.

6.5 Auswirkungen auf Grundwasser

Die Auswirkungen auf das Grundwasser werden im separaten Bericht von Geotest im Anhang F erläutert.

6.6 Auswirkungen auf Boden und Landwirtschaft

6.6.1 Bodenschutz

Durch die Projektmassnahmen wird Boden temporär und definitiv beansprucht. In Abbildung 65 sind die entsprechenden Bodenflächen eingezeichnet sowie die Art der Beanspruchung wird definiert. Insgesamt wird eine Fläche von ca. 1465 m^2 beansprucht.

Begründung bzw. Anmerkung zu grauen Flächen in Abbildung 65:

Die grau eingefärbten Grünflächen fliessen nicht in die Flächenbilanz ein, weil sie sich aus folgenden Flächen zusammensetzen:

- *Flächen der Massnahmen «Krautsaum» sowie «Pflanzung Ufervegetation mit standortgerechten, einheimischen Pflanzen»: Der Boden wird in diesem Bereich nur durch „Landschaftsgärtnerei“-Arbeiten beansprucht (kein Bodenabtrag). Diese Massnah-*

men haben eine ökologische Aufwertung der vorhandenen Bodenflächen zum Ziel und können auch im Rahmen von normalen/gängigen Unterhaltsarbeiten erfolgen.

- *Flächen von Grünflächen im Projektperimeterbereich, die durch keine Projektmassnahme beansprucht werden (Stichwort: seeseitiger Bauvorgang).*

Der Boden im Projektperimeter ist als hoch anthropogen geprägt einzustufen. Er ist sehr jung, da er erst im Zuge der Aufschüttung des Terrains in dem 1940er-Jahren angelegt wurde (vgl. Abbildung 15 im Kapitel 3.4.1 sowie Abbildung 26 im Kapitel 3.8). Aufgrund der Nähe zur Kantonsstrasse ist von einer schwachen Belastung mit Schwermetallen (aufgrund der Abgase) auszugehen.

Basierend auf unseren Erfahrungen, u.a. vom Bauprojekt der Fischzucht Faulensee (ebenfalls eine Aufschüttung), rechnen wir mit sehr flachgründigen Bodenmächtigkeiten von bis zu 10 cm. Insgesamt wird auf einer Fläche von ca. 850 m^2 der Boden nicht wieder aufgetragen, somit rechnen wir mit einer positiven Bodenbilanz von max. 85 m^3. Der Boden soll möglichst vor Ort wiederverwertet werden. Eine Wiederverwertung ist im Bereich der neuen Ufersicherung, der vorhandenen Wiesenflächen sowie im Bereich des neuen Krautsaums (zur Herstellung einer Geländeheterogenität) geplant. Falls während der Ausführungsplanung festgestellt wird, dass nicht sämtlicher Boden vor Ort verwertet werden könnte, wird der Boden anhand von Linienproben chemisch analysiert und nach VVEA verwertet (inkl. Ausfüllung Formular «Deklaration zur Verwertung von abgetragenem Boden»).

Aufgrund des stark anthropogenen Charakters und der tangierten Fläche von < 2000 m^2 wird auf ein Bodenschutzkonzept verzichtet. Dieses Vorgehen wurde mit der Fachstelle Boden vom Kanton Bern besprochen und ist abgestimmt [20].

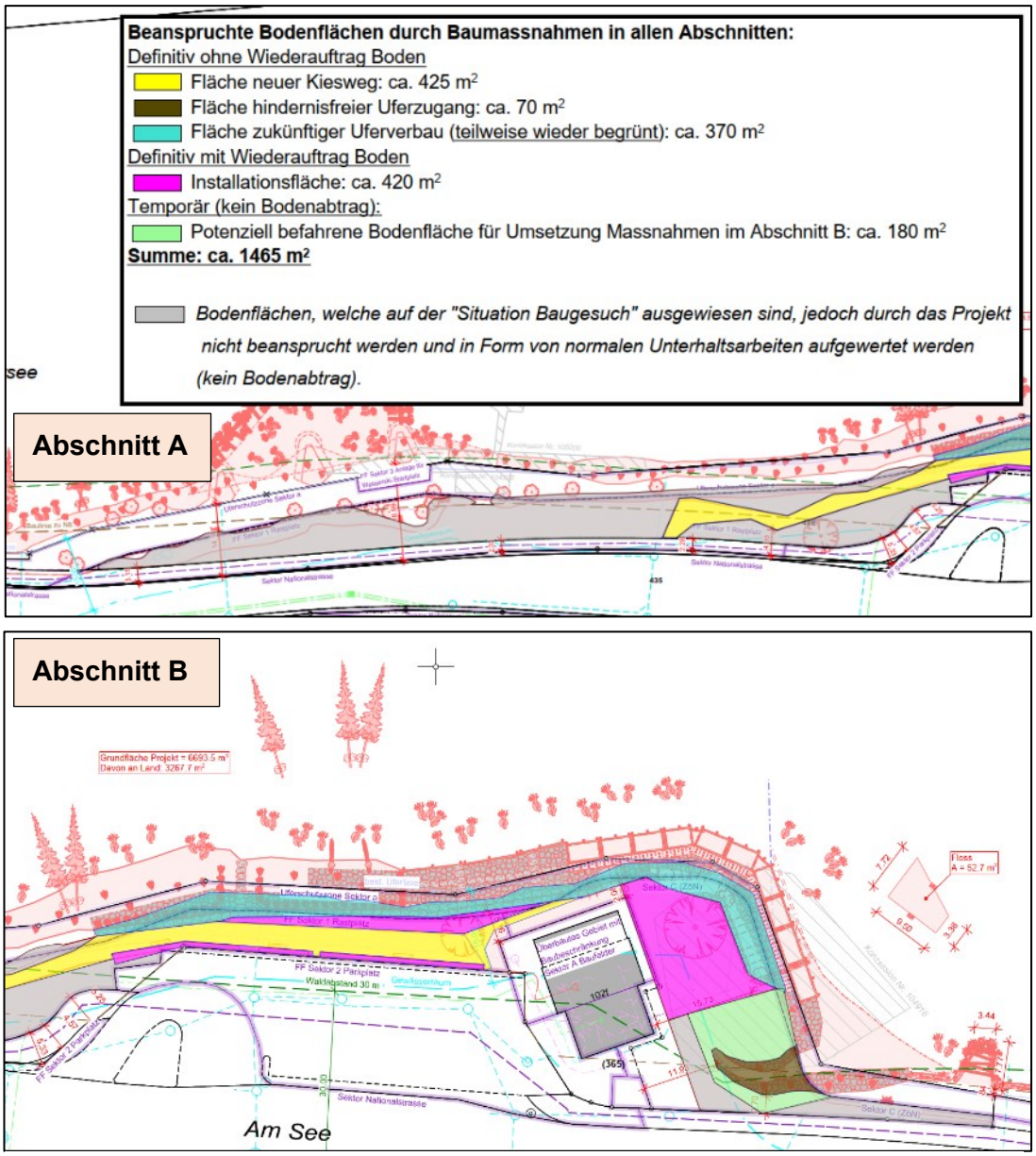


Abbildung 65: Beanspruchte Bodenflächen durch die Projektmassnahmen. Oben: Abschnitt A und Legende. Unten: Abschnitt B.

6.6.2 Landwirtschaftliche Nutzfläche LN

Es ist keine landwirtschaftliche Nutzfläche betroffen.

6.7 Auswirkungen auf Wald

Im Projektperimeter befindet sich kein Waldareal. Einige Projektmassnahmen unterschreiten jedoch den gesetzlichen Waldabstand von 30 m (z.B. Gehweg), wodurch eine Ausnahmebewilligung gemäss Art. 25 KWaG beantragt werden müsste. Gemäss Mitbericht AWN vom 23.07.2021 zur Bauvoranfrage vom 03.06.2021 ist allerdings keine waldrechtliche Ausnahmebewilligung erforderlich unter der Voraussetzung, dass das Projekt keine wesentlichen Änderungen erfährt, welche eine entsprechende waldrechtliche Aus-

nahmebewilligung notwendig machen würde. Dies, da sich bestehende Bauten bereits innerhalb des gesetzlichen Waldabstandes befinden und die Massnahmen keine zusätzliche Unterschreitung des Waldabstandes zur Folge haben.

6.8 Auswirkungen auf Drittprojekte

ASTRA-Erhaltungsprojekt

Gemäss vorgesehenem Terminplan wird das Projekt rund 3 Jahre vor dem ASTRA – Projekt ausgeführt. Somit werden die Projekte zeitlich separiert. Während der ASTRA-Bauzeit ist geplant den Langsamverkehr über temporäre Pontonanlagen auf dem See zu führen. Die Massnahmen des hier vorliegenden Projektes beeinträchtigen dieses Vorhaben kaum. Im Bereich des Parkplatzes und Grünfläche sieht das ASTRA – Projekt aktuell einen Installationsplatz vor, welcher während der Bauzeit ASTRA von mehreren Jahren betrieben werden soll. Dies hat auf die Nutzung der Badebereiche und das Restaurant je nach Ausmass der Einschränkungen starken Einfluss. Aktuell laufen Einspracheverhandlungen. Das vorliegende Projekt ist davon voraussichtlich nicht betroffen.

Infrastrukturprojekt Gemeinde

Das Infrastrukturprojekt von der Gemeinde hat mit dem vorliegenden Projekt Schnittstellen. Abgesehen vom Variantenstudium der Wasserversorgung ist eine zeitlich und räumlich unabhängige Ausführung des Infrastrkturmassnahmen möglich. Falls eine neue Wasserversorgung (z.B. mit Netzanschluss Güetital) geplant wird, so ist die lokale Anpassung der best. Seewasserfassung (Massnahme B8, vgl. Kapitel 5.2.2) hinfällig.

7 KOSTENVORANSCHLAG

7.1 Kostenschätzung

Es werden folgende Kosten für die Umsetzung der geplanten Massnahmen erwartet:

Kostenvoranschlag Uferaufwertung Lido Krattigen
Genauigkeit +/- 10 %, Preisbasis: Erfahrungswerte Stand Q2 / 2026

Nr.	Teilobjekt / Arbeit	KV
1	**Baumeisterkosten**	
	Modulkosten Baumeister	
	Ufertyp 1 - Kombinierter ingenieurbiologischer Uferverbau	CHF 159’606.49
	Ufertyp 2 - Strukturiertes Flachufer mit Kiesschüttung	CHF 142’826.70
	Ufertyp 3 - Uferelement mit Holzkasten	CHF 516’504.02
	Ufertyp 4 - Blocksatz Uferzugang	CHF 62’030.12
	Ufertyp 5 - Ingenieurbiologischer Uferverbau mit Querbauwerken	CHF 35’923.96
	Aufwertung Flachwasserzone (Raubäume, Faschinen, Wurzelsteine, etc.)	CHF 101’571.00
	Landseitiger Zugang östliche Bucht Badebereich	CHF 27’717.09
	Uferaufwertung östliche Bucht	CHF 20’172.55
	Landseitige ökologische Aufwertungsmassnahmen (Heckpflanzungen, Asthaufen, etc.)	CHF 88’436.92
	Fussgängerweg	CHF 117’869.10
	Badefloss	CHF 52’500.00
	Umgebungsgestaltung (Sitzbänke, Abfalleimer, etc.)	CHF 97’760.00
	Massnahmen Motorbootclub (Arbeiten im Bereich Steganlage, Block-satz vor Bootshaus)	CHF 22’600.00
	Seewasserversorgung (Leichte Anpassungen Leitung,sführung, Leer-rohr)	CHF 11’000.00
	Total Modulkosten Baumeister	**CHF 1’456’517.93**
	Allgemeine Bauarbeiten	
	Allgemeine Bauarbeiten (Installation, Baupiste, Holzerarbeiten, etc.)	CHF 285’680.00
	Total Allgemeine Bauarbeiten	**CHF 285’680.00**
	Total Baumeisterarbeiten	**CHF 1’742’197.93**
2	**Planung und Bauleitung**	
	Planung und Bauleitung (Aufteilung nach Anteilen Baumeisterkosten)	CHF 552’791.25
	Total Planung und Bauleitung	**CHF 552’791.25**

3	**Landerwerb und Entschädigungen**	
	Landerwerb und Entschädigungen (Aufteilung nach Anteilen Baumeisterkosten)	CHF 30’000.00
	Total Landerwerb und Entschädigungen	**CHF 30’000.00**
4	**Diverses und Risikokosten**	
	Diverses und Risikokosten (allgemein)	
	Risikokosten gemäss separater Berechnung	CHF 300’000.00
	Baugrunduntersuchungen	CHF 71’500.00
	Geometer, Notar, Öffentlichkeitsarbeit	CHF 23’000.00
	Total Diverses und Risikokosten (allgemein)	**CHF 394’500.00**
	Bewilligungsgebühren (nicht beitragsberechtigt)	
	Bewilligungsgebühren und Konzessionen	CHF 10’000.00
	Total Bewilligungsgebühren (nicht beitragsberechtigt)	**CHF 10’000.00**
	Total Diverses und Risikokosten	**CHF 404’500.00**

Gesamtkosten exkl. MwSt.	**CHF 2’729’489.18**
8.1 % MwSt.	**CHF 221’088.62**
Gesamtkosten inkl. MwSt. (gerundet)	**CHF 2’951’000.00**

7.2 Subventionierung und Kostenteiler

Die Subventionierung und der Kostenteiler sind aktuell noch nicht abschliessend definiert. Der definitive Kostenteiler ist noch in Erarbeitung. Mt den untenstehenden

Baurechtsnehmerin Restaurant + Gemeinde (Seewasserfassung)

Massnahmen, welche im Zusammenhang mit der Seewasserfassung stehen, müssen von dem Konzessionsinhaber getragen werden. Auflage der laufenden Konzession (gültig bis 30. September 2037): *«Sollte das Gewässer jemals im öffentlichen Interesse verbaut oder umgestaltet werden, so hat der Konzessionär die Anlage auf eigene Kosten den neuen Verhältnissen anzupassen».* Es gilt zudem Art. 40 des kantonalen Wasserbaugesetzes.

Aktuell wird geprüft, inwieweit sich die Gemeinde im Zusammenhang mit dem geplanten Infrastrukturprojekt inkl. Mehrbedarf an Wasser am Thema Seewasserfassung im Rahmen einer lokalen Anpassung der Seewasserfassung) oder einer neuen Wasserversorgungsleitung (nicht Bestandteil Projekt) beteiligt.

Baurechtsnehmerin Motorbootclub

Im Bereich des Motorbootclubs sind Massnahmen am Ufer (Instandstellung Uferverbau, kombinierter ingenieurbiologischer Uferverbau) vorgesehen. Dabei ist der bestehende Steg ein Hindernis und Teile davon müssen temporär entfernt werden. Es gilt unter an-

derem Art. 40 des kantonalen Wasserbaugesetzes. Der Mehraufwand dazu wird daher voraussichtlich vom Motobootclub getragen werden müssen.

Werkeigentum ASTRA
Die Instandstellung des Uferschutzes dient auch dem Schutz der Anlagen des ASTRA.

Tiefbauamt Kanton Bern, Oberingenieurkreis
Die geplanten Massnahmen sind voraussichtlich subventionsberechtigt im Sinne eines Revitalisierungsprojektes.

Tiefbauamt Kanton Bern, Dienstleistungszentrum Tiefbauamt (SFG)
Es ist vorgesehen, dass Massnahmen, welche den Gewässerzugang ermöglichen (z.B. Ufertyp 3 Uferelement mit Holzkasten) und im Bereich der Freiflächen für die Öffentlichkeit nutzbar sind als Teil des Realisierungsprojektes nach dem See- und Flussufergesetz (SFG) des Kantons Bern gelten zu lassen und so potenziell SFG-Beiträge für das Projekt zu beziehen.

Renaturierungsfonds des Kantons Bern
Die geplanten ökologischen Massnahmen sind voraussichtlich subventionsberechtigt und es wird ein Beitrag an die Restkosten der Gemeinde in Aussicht gestellt.

Gemeinde Krattigen
Gemäss WBG sind die anstossenden Grundeigentümer für den Hochwasserschutz an Seeufern zuständig. Für Revitalisierungen sind die Gemeinden zuständig. Als Grundeigentümerin und wasserbaupflichtige Partei bei Revitalisierungen hat die Gemeinde Krattigen den Restbetrag zu übernehmen.

8 REALISIERUNG

8.1 Logistik und Erschliessung

Der Projektperimeter ist grundsätzlich gut über die N08 erschlossen und für Massengut-transporte über den Landweg erreichbar. Um Material (Kies, Blocksteine, Betonelemente, etc.) umzuschlagen und zwischenzulagern wird ein Teil der Parkplatzfläche für als Installationsplatz / Materialumschlag beansprucht. Der strassenseitige Teil des Parkplatzes und der Veloweg soll auch während dem Bau benützbar sein.

Ein Teil des Projektabschnittes ist per Ponton zu erschliessen. So kann die wertvolle, bestehende Ufervegetation geschont werden und weitere landseitige Konflikte vermieden werden. Das betrifft hauptsächlich den westlichen Uferabschnitt im Abschnitt A. Auch in Abschnitt B + C muss ein Teil der Arbeiten im Uferbereich vom Ponton ausgeführt werden.

Im Bereich der Terrasse des Restaurants ist eine Engstelle vorhanden, der Arbeitsraum ist an der Stelle stark begrenzt. Der dort vorgesehene modulare Aufbau des Ufertyps 3 kann genutzt werden, um dieses Problem zu umgehen: Wird vorgängig vom Wasser aus das Holzkastenelement platziert, kann dieses im Anschluss überschüttet werden und ein provisorisches Arbeitsplanum erstellt werden. So können die Mikropfähle und Betonelemente in dem Bereich erstellt werden. Voraussetzung dafür ist der ausserordentliche Seepegel, so kann durchgehend im Trockenen gearbeitet werden. Der modulare Aufbau (Modul Holzkasten, Modul Mikropfähle und Betonelement) ermöglicht eine effiziente Arbeitsweise.

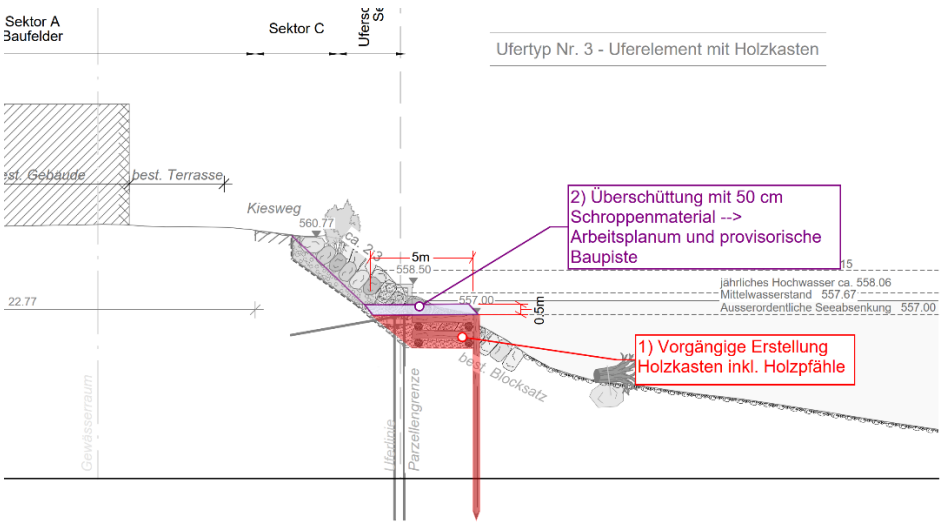


Abbildung 66: Vorschlag temporäre Baupiste an der Engstelle vor dem Bereich des Restaurants.



Abbildung 67: Übersicht Baustellenerschliessung inkl. schematisch eingezeichneten Installationsplätzen

8.2 Bauablauf

Die gesamte Bauzeit wird auf rund 6 Monate geschätzt. Seestandkritische Arbeiten wie die Erstellung der Mikropfähle müssen während dem tiefsten Seestand der ausserordentlichen Seeabsenkung im Januar / Februar erfolgen.

Vor dem Bau:

- Demontage Mobiliar (Sitzbänke, Abfalleimer, Hinweisschilder, Kandelaber, etc.)
- Vorgängige Baumpflegemassnahmen (Pflegeschnitt, Wurzelvorhang, etc.)
- Absperrung Hälfte Parkplatz / Erstellung Installationsplatz inkl. Beschilderung Radweg (Durchfahrt auch während dem Bau möglich), Beschilderung Baustelle
- Elektroabfischung im Uferbereich
- Signalisation Seeverkehr / Absperrung Baustellenbereich
- Erschliessung Baustelle über See und Land

Während dem Bau:

- Arbeiten mit mehreren Equipen:
    1. Arbeiten Abschnitt A (von Ponton)
    2. Arbeiten Abschnitt B (inkl. Mikropfähle)
- Lokales und schonendes Entfernen der Bereiche mit Ufervegetation
- Bodenabtrag im Bereich Blocksatz + Kiesweg sowie Teile der Liegefläche (Zugangsrampe östliche Bucht)
- Abschnitt A:
    - Vorgehen von West nach Ost
    - Steckhölzer, Blöcke und Totholz liefern und versetzen
    - Wurzelstammpalisade erstellen inkl. Holzpfähle, mit Schroppen hinterfüllt
    - Kiesschüttung Bereich östliche Bucht (etappenweise, Setzungszeit dazwischen)
    - Bau der Blocksteinbuhnen
    - Ufertyp 1 erstellen
    - Aufwertungsmassnahmen landseitig
- Abschnitt B
    - Abbruch best. Floss
    - Umlegung Wasserversorgung
    - Abbruch best. Blocksatz (laufend während Erstellung)
    - Voraushub für Holzkästen
    - Holzkästen liefern / versetzen und verfüllen
    - Temporäre Baupiste für Mikropfahlgerät
    - Erstellung der Mikropfähle (Niveau ausserordentliche Seeabsenkung)
    - Liefern und Versetzen der Betonelemente
    - Lokale Anpassung Seewasserfassung
    - Hinterfüllung und Aufbau Blocksatz Uferzugang
    - Neuaufbau Blocksatz Uferzugang in Filterschicht
    - Erstellen des hindernisfreien Uferzugangs östliche Bucht
    - Umgebungsgestaltung und Abschlussarbeiten

- Abschnitt C
    - Erstellung Lebende Ufersicherung (Versetzen Faschinen + Holzpfähle)
    - Hinterfüllung mit Schroppen und Flusskies
    - Bepflanzung mit Stecklingen und Erosionsschutz

9 ERFOLGSKONTROLLE

Die Erfolgskontrolle setzt sich zusammen aus der Umsetzungskontrolle und der Wirkungskontrolle.

Mit der Umsetzungskontrolle wird der projektierte Zustand mit dem umgesetzten Verglichen. Dies mithilfe einer Dokumentation der Realisierung und Charakterisierung der umgesetzten Projektmassnahmen gemäss Vorgaben.

Mit der Wirkungskontrolle wird untersucht, ob die umgesetzten Massnahmen die gewünschte Wirkung zeigen, die Ziele erfüllt wurden und die Mittel effektiv eingesetzt wurden. Für die Wirkungskontrolle von Fliessgewässern besteht ein schweizweit einheitliches Gerüst [2]. Für die Seeufer ist eine solche Praxisdokumentation in Planung. Bis diese besteht, kann diese gemäss Arbeitshilfe Seeuferrevitalisierung [10] als Hilfestellung und für Analogien verwendet werden.

Folgende Parameter könnten beim vorliegenden Projekt in Anlehnung an [10] erhoben werden:

- Physikalisch-morphologische Indikatoren
  - Morphodynamische Parameter
  - Bathymetrie
  - Lage der Uferlinie
  - Ökomorphologie
- Biologische Indikatoren:
  - Fischfauna
  - Amphibien
  - Vegetation

In Anlehnung an die Praxisdokumentation „Wirkungskontrolle Revitalisierung – Gemeinsam Lernen für die Zukunft“ [2] könnte beispielsweise vor der Bautätigkeit eine VORHER-Erhebung und 4-6 Jahre nach der Umsetzung eine NACHHER-Erhebung durchgeführt werden.

➔ **Die Durchführung einer Erfolgskontrolle ist noch nicht festgelegt und beim erläuterten Vorgehen handelt es sich um einen Vorschlag. Dies muss in folgenden Projektphasen definiert werden.**

10 TERMINE

Ziel ist die Ausführung während der ausserordentlichen Seeabsenkung im Jahr 2027 / 2028. Da im Projekt viele Abhängigkeiten vorhanden sind und eine Vielzahl von Akteuren betroffen ist, kann das Terminprogramm nur grob abgeschätzt werden, Verschiebungen sind wahrscheinlich.

Wichtige Meilensteine:

März 2026	Informationsveranstaltung Gemeinde
Juni 2026	Vernehmlassung Baugesuch
Dezember 2026	Gemeindeversammlung (Kreditbeschluss)
Q1 2027	Baubewilligung Projekt
Q2 – Q3 2027	Ausschreibung + Ausführungsprojekt
Q4 2027 – Q1 2028	Realisierung
Q2 2028	Abschluss Realisierungsarbeiten

Ein detailliertes Terminprogramm ist im Anhang zu finden.

11 UNTERHALT

Der Entwurf des Unterhaltskonzeptes ist als Beilage zu finden. Im weiteren Projektverlauf ist dieses zu konkretisieren und mit den einzelnen Akteuren abzusprechen.

12 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Übersicht Projektperimeter, Foto K+Z AG (22.10.2025) i

Abbildung 2: Projektperimeter, Landeskarte 1:25'000, bearbeitet 1

Abbildung 3: Projektperimeter 1

Abbildung 4: Übersichtsplan amtliche Vermessung [11] 4

Abbildung 5: Ausschnitt aus dem Objektblatt Thun_02 der strategischen Revitplanung GEKOBE.2022 [2] 5

Abbildung 6: Sachplan Seeverkehr Thunersee + Ergänzungen (Konzessionsobjekte), Geoportal Kanton Bern [11] 6

Abbildung 7: Freiflächen nach SFG.[11] 7

Abbildung 8: Ausschnitt aus dem aktuellen USP im Bereich des Projektperimeters [6] 8

Abbildung 9: Uferschutzplan im Bereich Lido Krattigen inkl. Legende [6] 9

Abbildung 10: Überblick Anlagen für Erholungssuchende im Bereich der Liegewiese östlich des Restaurants. 10

Abbildung 11: Überblick Liegewiese östliche des Restaurants. 10

Abbildung 12: Nutzungskonflikte an einem schönen Sommertag, 09.07.2018 11

Abbildung 13: Luftbild der konzessionierten Bootsanbindestege und des Flosses inkl. Zugangssteg und Heckverankerung. Aufnahme vom 19.12.2023. 12

Abbildung 14: Späterer Ausbau des Strassennetzes mit markanten Qualitätsverbesserungen 13

Abbildung 15: Raumentwicklung im Bereich Lido 15

Abbildung 16: Die heutige Gestaltung mit einem Blockwurf beeinträchtigt das Landschaftsbild 16

Abbildung 17: Ausschnitt aus dem Ereigniskataster Kanton Bern [11] 17

Abbildung 18: Ausschnitt aus der synoptischen Gefahrenkarte 17

Abbildung 19: Ausschnitt aus der prozessspezifischen Gefahrenkarte Einsturz/Absenkung. [12] 18

Abbildung 20: Ausschnitt aus der prozessspezifischen Gefahrenkarte Sturz. 18

Abbildung 21: Ausschnitt aus der prozessspezifischen Gefahrenkarte Rutschung. [12] 19

Abbildung 22: Schematische Wellendarstellung aus [11] 21

Abbildung 23: Ausschnitt aus dem swissBATHY3D Relief vom Projektperimeter. Pink markiert ist der grobe Projektperimeter. 22

Abbildung 24: Geologische Ansicht Thunersee, Krattigen, Gipsgesteine wie in der Krattigenhalde sind dunkelorange [13] 22

Abbildung 25: Ausschnitt aus geologischer Karte, Aufnahme 1926. Die halbkreisförmige graue Fläche über dem Tunnelportal am Ufer (Bildmitte) ist eine künstliche Auffüllung, vermutlich Gipsgestein aus dem Tunnelbau. [13] 23

Abbildung 26: Luftbilder von 1934 (oben) und 1942 (Mitte): Künstliche Anschüttung vor Tunnelportal. Luftbild von 1958 (unten): Parkplatz und Gebäude auf künstlicher Anschüttung. 24

Abbildung 27: Schrägbildaufnahme Bereich Lido, 22.10.2025 (K+Z AG) 25

Abbildung 28: Ökomorphologie Seeufer gesamt [11]. Der Projektperimeter ist in pink eingezeichnet. 25

Abbildung 29: Ökomorphologie Seeufer differenziert nach Uferkompartimenten: Flachwasserzone, Uferlinie, Uferstreifen, Hinterland [11]. 26

Abbildung 30: Übersicht tangierte Lebensräume 27

Abbildung 31: Übersicht Einzelbäume östlicher Bereich. 28

Abbildung 32: Übersicht Einzelbäume im westlichen Bereich. 28

Abbildung 33: Kunstrasen mit reger öffentlicher Nutzung und häufiger Schnittnutzung 29

Abbildung 34: Ufergehölz 1 29

Abbildung 35: Ufergehölz 2, lichte Heckenstruktur 30

Abbildung 36: Übersicht der invasiven Neophyten im Projektperimeter. 31

Abbildung 37: Landschaftsschutzgebiete im Umkreis des Projektperimeters[11] 33

Abbildung 38: Historische Verkehrswege von nationaler Bedeutung [11]. Der Projektperimeter ist in pink eingezeichnet. 34

Abbildung 39: Ausschnitt Situationsplan ASTRA (Auflage), Pink die wichtigsten Bereich für das vorliegende Projekt 34

Abbildung 40: Ausschnitt aus dem aktuellen SWISSIMAGE (2025) von swisstopo, Referenzzustand 37

Abbildung 41: Referenzzustand im Ghei (Foto K+Z AG), 04.11.2025 37

Abbildung 42: Ausschnitt Ansicht Gestaltungplan 43

Abbildung 43: Ausschnitt Situation Gestaltungsplan 43

Abbildung 44: Planskizze eines Querprofils mit vorgezogenen Massnahmen der Variante 1 in rot. 46

Abbildung 45: Ufertyp 1 im Bereich der Massnahme A1 (Uferaufwertung West) – Ausschnitt Situationsplan.) 49

Abbildung 46: Ufertyp 1 im Bereich der Massnahme A1 (Uferaufwertung West) – repräsentatives Querprofil.) 49

Abbildung 47: Ufertyp 2 im Bereich der Massnahme A2 (Uferaufwertung Motorbootclub West) – Ausschnitt Situationsplan.) 51

Abbildung 48: Ufertyp 2 im Bereich der Massnahme A2 (Uferaufwertung Motorbootclub West – repräsentatives Querprofil.) 51

Abbildung 49: Ufertyp 3 im Bereich der Massnahme B4 (Uferaufwertung Restaurant Ost) – Ausschnitt Situationsplan.) 53

Abbildung 50: Ufertyp 3 im Bereich der Massnahme B5 (Uferaufwertung Restaurant Ost) – repräsentatives Querprofil.) 54

Abbildung 51: Ufertyp 4 im Bereich der Massnahme B3 (Uferaufwertung Restaurant West) – Ausschnitt Situationsplan. 56

Abbildung 52: Ufertyp 4 im Bereich der Massnahme B4 (Uferaufwertung Restaurant West) – repräsentatives Querprofil. 56

Abbildung 53: Ufertyp 5 im Bereich der Massnahme C1 (Uferaufwertung Ost) – Ausschnitt Situationsplan. 58

Abbildung 54: Ufertyp 5 im Bereich der Massnahme C1 (Uferaufwertung Ost) – repräsentatives Querprofil. 59

Abbildung 55: Massnahme A5 Aufwertungsmassnahmen landseitig – Ausschnitt Situationsplan. 60

Abbildung 56: Massnahme A4 Umgebungsgestaltung West – Ausschnitt Situationsplan. 61

Abbildung 57: Massnahme B1 Umgebungsgestaltung Ost – Ausschnitt Situationsplan. 62

Abbildung 58: Massnahme B5 Ufergestaltung Liegewiese Restaurant Ost – Ausschnitt Situationsplan. 63

Abbildung 59: Massnahme B6 Uferaufwertung östliche Bucht – Ausschnitt Situationsplan. 65

Abbildung 60: Massnahme B6 Uferaufwertung östliche Bucht – repräsentatives Querprofil. 65

Abbildung 61: Massnahme B7 Ersatz bestehendes Floss – Ausschnitt Situationsplan. 66

Abbildung 62: Massnahme B8 Lokale Anpassung bestehende Seewasserfassung – Ausschnitt Situationsplan. 67

Abbildung 63: Floss mit vorgelagerter Betonfläche (u.a. Betonplatten) am Seegrund. 73

Abbildung 64: Skizze Planausschnitt Bereich östliche Bucht: Gelb die Lage des bestehenden Flosses (Abbruch), schwarz = Lage gemäss Uferschutzplan und rot die geplante neue Lage. 74

Abbildung 65: Beanspruchte Bodenflächen durch die Projektmassnahmen. Oben: Abschnitt A und Legende. Unten: Abschnitt B. 79

Abbildung 66: Vorschlag temporäre Baupiste an der Engstelle vor dem Bereich des Restaurants. 84

Abbildung 67: Übersicht Baustellenerschliessung inkl. schematisch eingezeichneten Installationsplätzen 85

13 GRUNDLAGENVERZEICHNIS

13.1 Literatur

[1] Amt für Wasser und Abfall (AWA), «Thunersee: Regulierung und Hochwasser; Merkblatt für Behörden und Interventionskräfte; Version 10,» 2020

[2] Amt für Wasser und Abfall (AWA), «GEKOBE.2022 Seeufer Revitalisierung, 2022

[3] Bundesamt für Umwelt BAFU, «BAFU-Methode " Wirkungskontrolle Revitalisierung" STANDARD», Bern, (12. 12. 2020)

[4] Bundesrecht, Freisetzungsverordnung (FrSV), Verordnung über den Umgang mit Organismen in der Umwelt. Version vom 01.03.2024. Zugriff via: https://www.fedlex.admin.ch/eli/oc/2024/116/de (Stand: 27.11.2025)

[5] Gemeinde Krattigen, Überbauungsvorschriften zum Uferschutzplan (inkl. Geringfügige Änderung nach Art. 122 Abs. 6 BauV). Stand Genehmigung vom 13.05.2011.

[6] Gemeinde Krattigen, Zonenplan (inkl. Schutzzonen). Version Genehmigung vom 31.08.2010. Zugriff via: https://www.krattigen.ch/images/files/FormulareReglemente/Zonenplan_0810_A3_31.08.2010.pdf (Stand: 27.11.2025)

[7] Herzog Ingenieure AG, «Überflutungsgefährdung Thunersee; Technischer Bericht,» 2012

[8] InfoFauna, Nationales Daten- und Informationszentrum der Schweizer Fauna. Zugriff via: https://lepus.infofauna.ch/carto/17231 (Stand: 01.12.2025).

[9] InfoFlora, Liste der invasiven und potenziell invasiven Neophyten der Schweiz. Version vom 20.12.2021. Zugriff via: https://www.infoflora.ch/de/assets/content/documents/neophyten/neophyten_diverses/liste-invasive-neophyten-ch-2021-v202403.pdf (Stand: 27.11.2025)

[10] Iseli C., La Poutré M. und Cesare G. , Arbeitshilfe Seeuferrevitalisierung, Verein für Ingenieurbiologie VIB. Fachzeitschrift Ingenieurbiologie. Heft Nr. 1/2020. 30. Jahrgang., 2020.

[11] Kanton Bern, Geoportal des Kantons Bern, Diverse Layer: «Naturgefahrenkarte», «Naturereigniskataster», «Ökomorphologie Seeufer» (gesamt und differenziert), «Kataster der belasteten Standorte», «Historische Verkehrswege», Fachkarte «Umwelt-, Naturschutz». Zugriff via: https://www.topo.apps.be.ch/pub/map/?lang=de (Stand Herbst 2025)

[12] Kanton Bern, Inventar Historische Verkehrswege der Schweiz, IVS Dokumentation. Zugriff via: https://files.be.ch/bve/tba/Internet_IVS/BE00110400.pdf (Stand: 27.11.2025)

[13] Kissling + Zbinden AG und Holinger AG, Kurzbericht Voranfrage vom 01.06.20210.

13.2 Begehungen und Besprechungen

[14] Mail von Monika Schüpbach (OIK) vom 19.03.2025.

[15] Mail von Fabian Meyer (ANF) vom 10.06.2019.

[16] Begehung vor Ort zwischen Beat Dahinden (Motorbootclub Thunersee) und Florian Textor (Kissling + Zbinden AG) vom 22.10.2025.

[17] Mailverkehr zwischen Beat Dahinden (Motorbootclub Thunersee) und Florian Textor (Kissling + Zbinden AG) vom 04.11.2025 und 05.11.2025.

[18] Telefonat vom 21.10.2024 mit Beat Rieder, Fischereiaufseher Oberland West.

[19] Telefonat vom 15.12.2025 mit Peter Büsser, Experte für Fisch- und Gewässerökologie.

[20] Mail von Dino Andrini (Fachstelle Boden LANAT, baulicher Bodenschutz) vom 17.02.2026.

14 ANHANG

A Fotodokumentation
B Dimensionierung
C Statische Berechnungen
D Gewässerökologische Untersuchungen
E Lebensraumkartierung
F Geologische Berichte
G Variantenvergleich
H Terminprogramm

ANHANG A

6.378
Uferaufwertung Krattigen

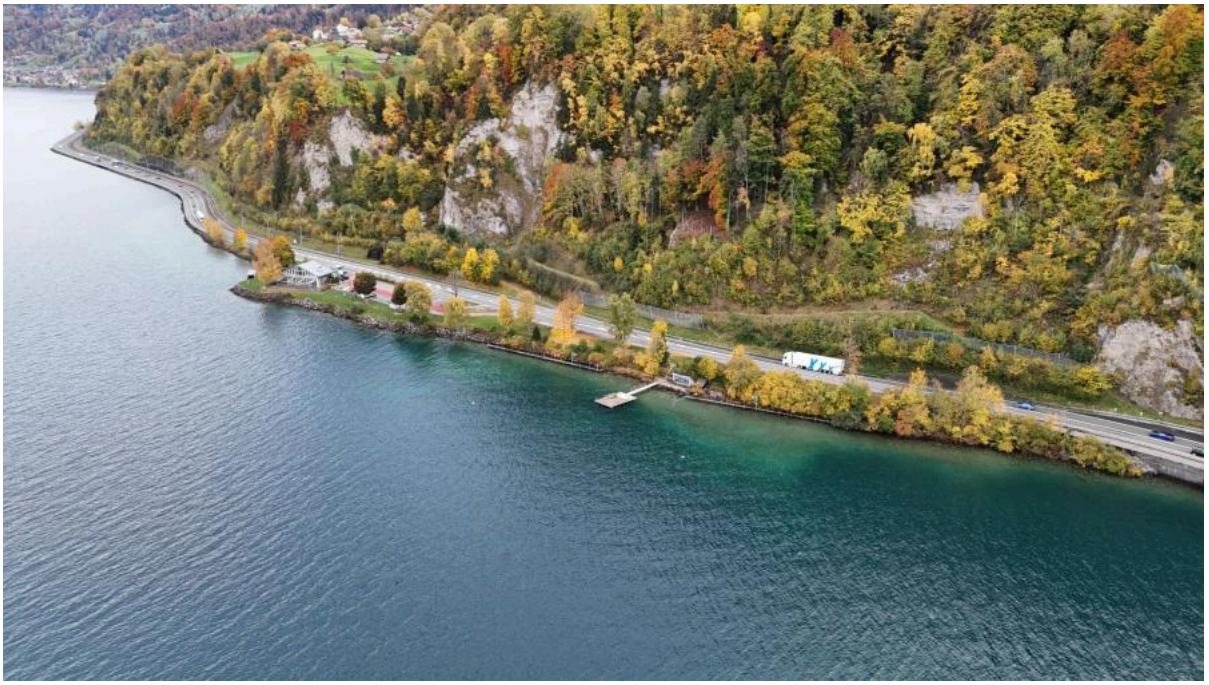
Fotodokumentation
Fotodokumentation für TB

KISSLING + ZBINDEN AG
INGENIEURE PLANER

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez

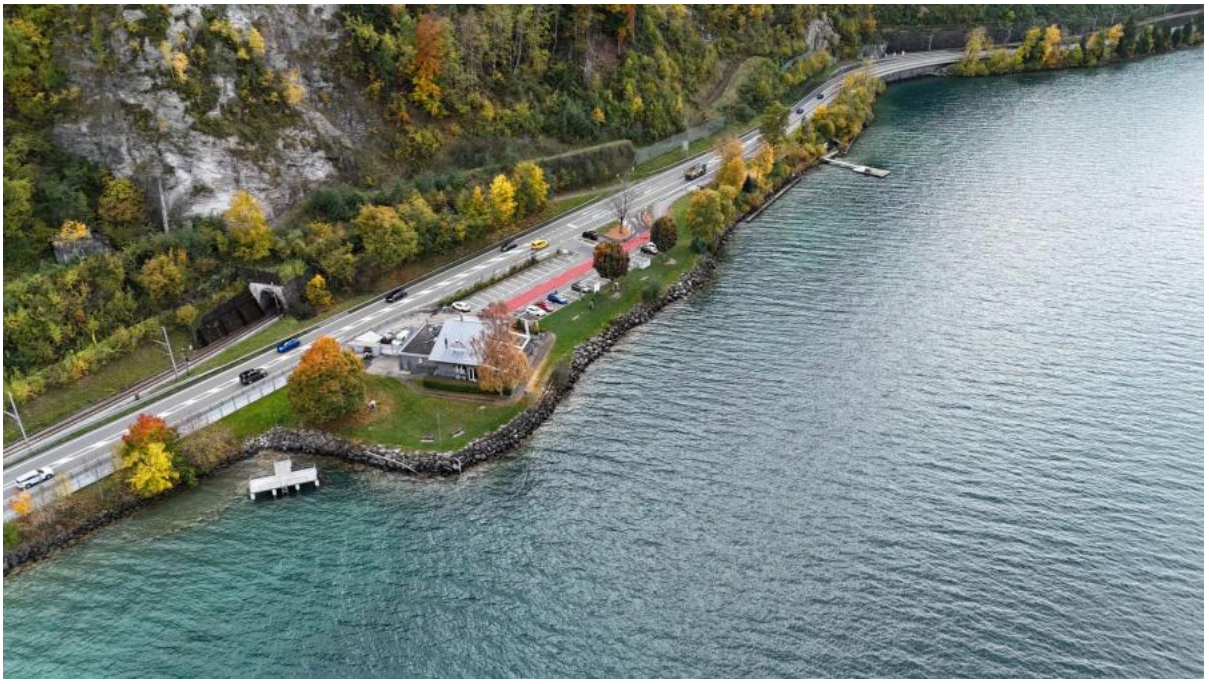


Überblick Projektperimeter mit Krattighalde und Krattigen Dorf. Blickrichtung Süden, Aufnahme vom 22.10.2025.



Überblick Projektperimeter. Blickrichtung Südosten, Aufnahme vom 22.10.2025.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez

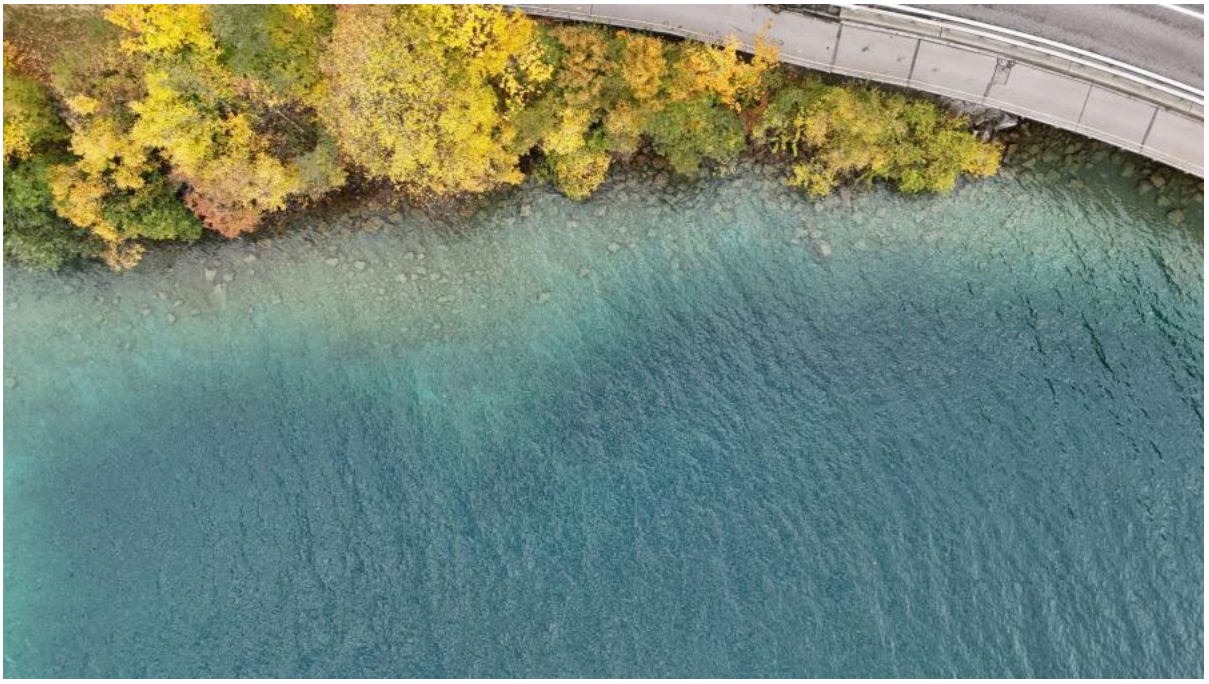


Überblick Projektperimeter, Blickrichtung Südwesten, Aufnahme vom 22.10.2025.



Übersicht Projektperimeter, Blickrichtung Südwesten. Aufnahme vom 15.06.2019, (Quelle: Beat Dahinden)

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez

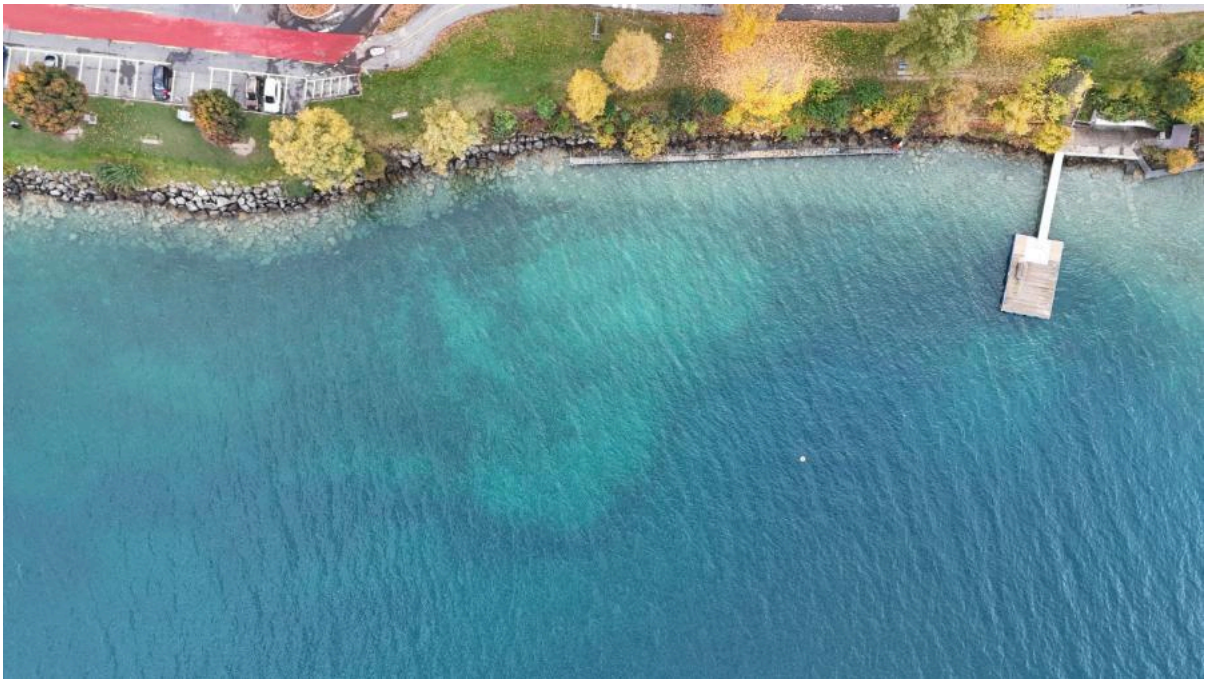


Überblick Ufer im Abschnitt A West (Ende Projektperimeter), Aufnahme vom 22.10.2025.



Überblick Ufer Abschnitt A West, Aufnahme vom 22.10.2025.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Überblick Ufer im Abschnitt B West (links) und Abschnitt A Ost (rechts). Aufnahme vom 22.10.2025.

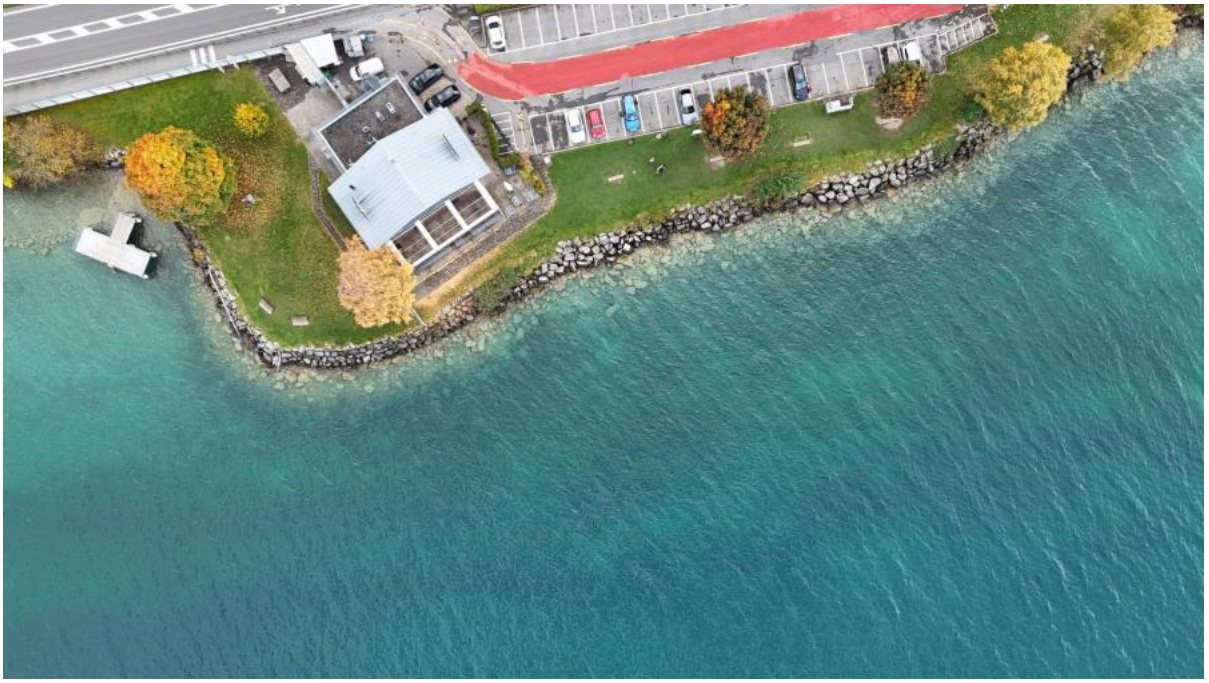


Überblick Abschnitt B West (Parkplatz). Aufnahme vom 15.06.2019. (Quelle: Beat Dahinden)

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez

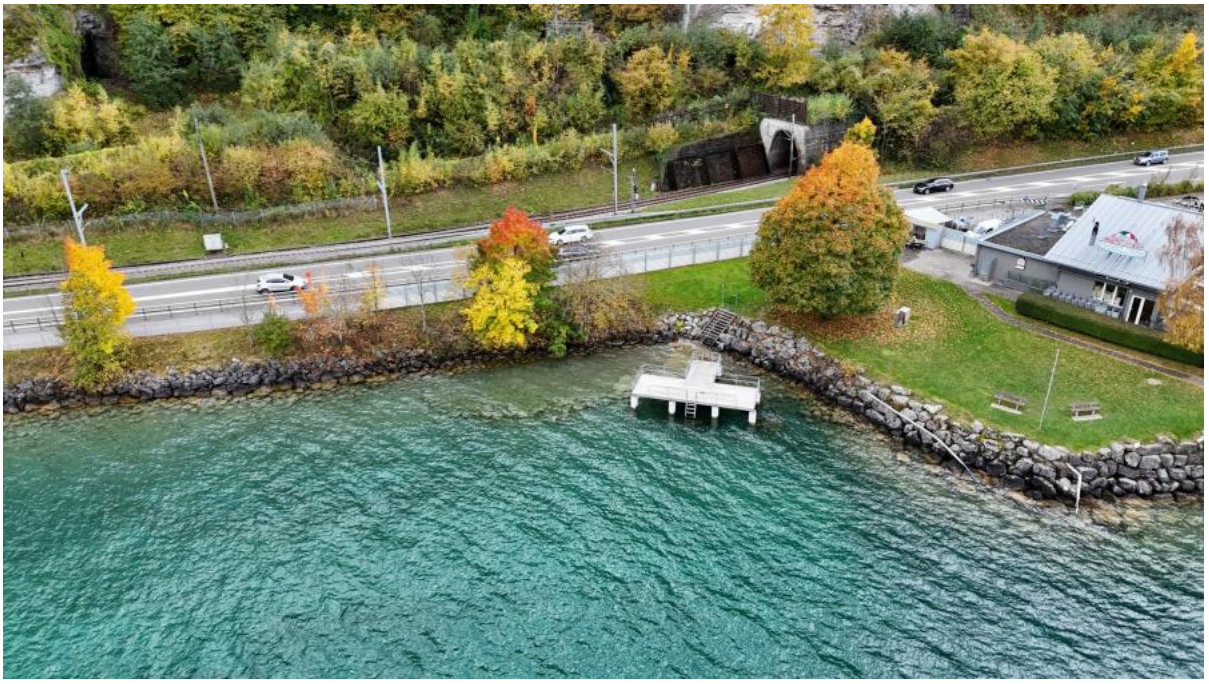


Überblick Abschnitt B Ost (Parkplatz, Restaurant, Liegewiese), und Übergang zum Abschnitt C (rechts), Aufnahme vom 15.06.2019. (Quelle: Beat Dahinden)

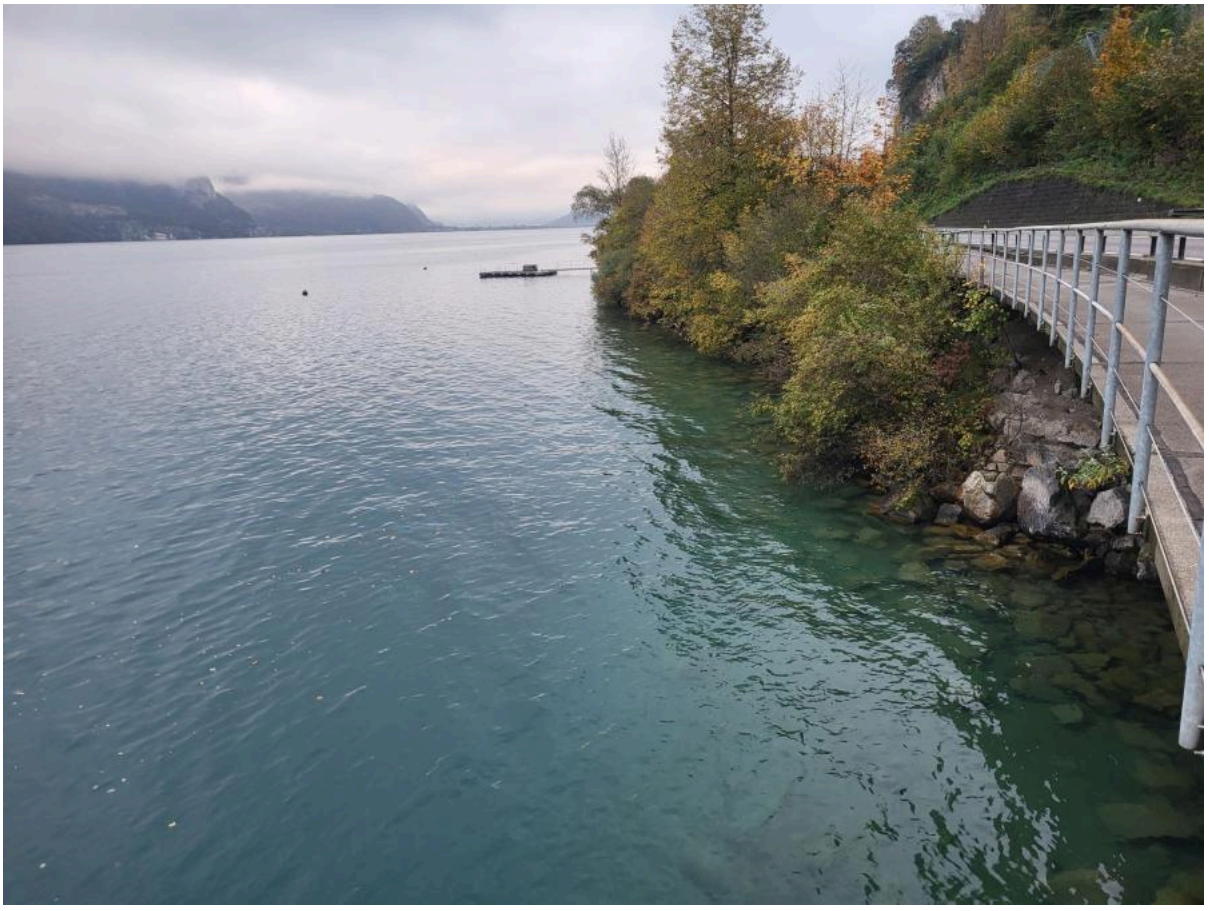


Überblick Ufer im Abschnitt B, Aufnahme vom 22.10.2025.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Überblick Ufer im Abschnitt C West (links) und B Ost (rechts), Aufnahme vom 22.10.2025.



Abschnitt A West - Ufer mit Ufergehölz, Aufnahme vom 23.10.2024.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez

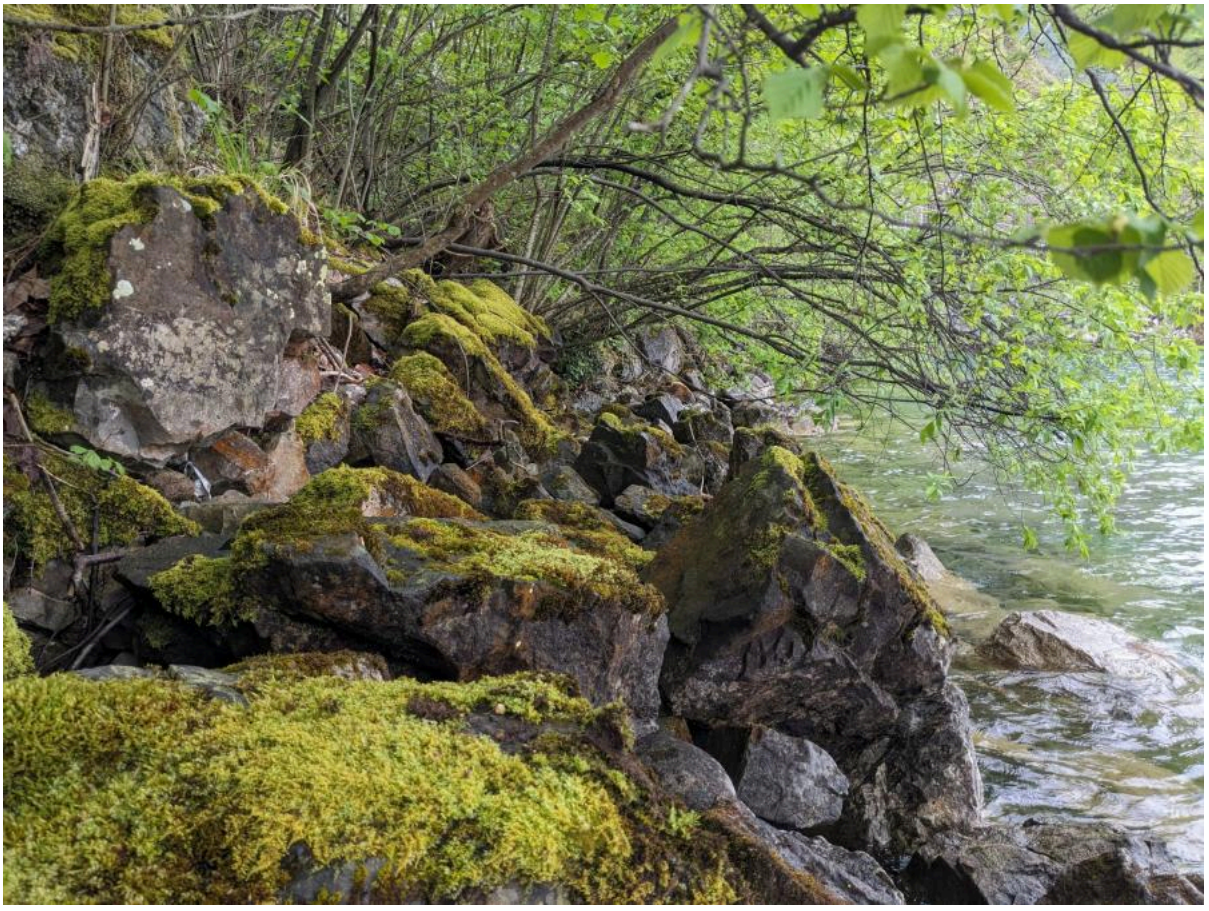


Abschnitt A West - Ufer mit Ufergehölz, Aufnahme vom 22.10.2025.



Abschnitt A West - Ufer mit Ufergehölz, Aufnahme vom 22.10.2025.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



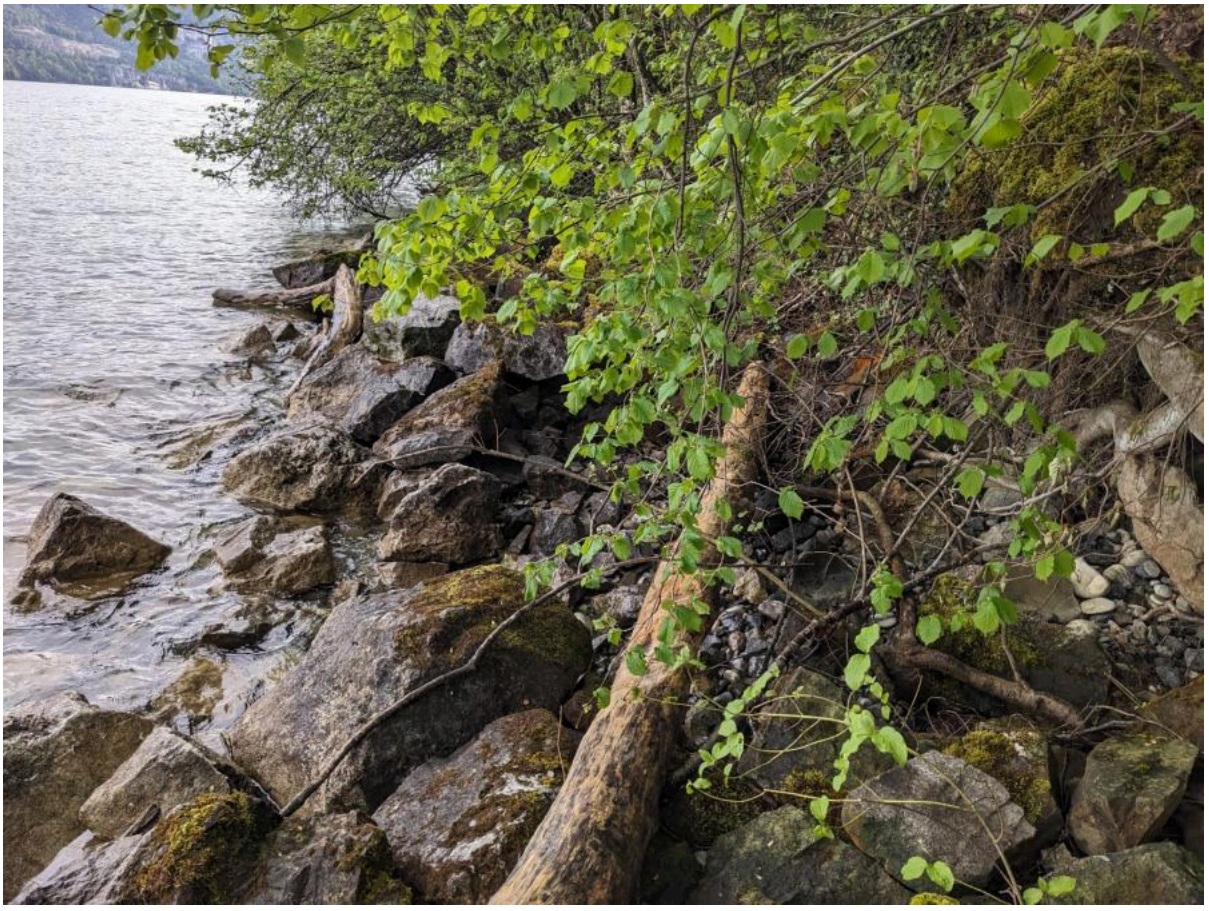
Abschnitt A West - Blocksatz mit Ufergehölz, Aufnahme vom 03.05.2024.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt A West - Blocksatz mit Ufergehölz, Aufnahme vom 03.05.2024.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt A West - Blocksatz mit Ufergehölz, Aufnahme vom 03.05.2024.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt A West - Blocksatz im Bereich der Steganlage des Motorbootclubs, Aufnahme vom 03.05.2024.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt A West - Steganlage West des Motorbootclubs, Aufnahme vom 03.05.2024.



Abschnitt A West - Steganlage West des Motorbootclubs und Materiallager, Aufnahme vom 22.10.2025.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt A West - Materiallager Motorbootclub, Aufnahme vom 18.02.2018.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt A West - Schwimmendes Floss und schwebenden Zugangssteg des Motorbootclubs, Aufnahme vom 09.07.2018.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt A West - Zugang zur Steganlage West des Motorbootclubs, Aufnahme vom 03.05.2024.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt A West - Ufererosion mit überhängender Vegetation im Bereich der Steganlage des Motorbootclubs, Aufnahme vom 03.05.2024.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt A West - Fettwiese mit Ufergehölz (links), Aufnahme vom 03.05.2024.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt A Ost - Steganlage Ost des Motorbootclubs mit Ufervegetation, Aufnahme vom 09.07.2018.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt A West - Blocksatz und Ufergehölz im Bereich der Steganlage Ost des Motorbootclubs, Aufnahme vom 03.05.2024.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt A West - Ufergehölz im Bereich der Steganlage Ost des Motorbootclubs, Aufnahme vom 03.05.2024.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt A West - Blocksatz und Ufervegetation/Ufergehölz, Aufnahme vom 03.05.2024.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt A West - Blocksatz und Steganlage Ost des Motorbootclubs im Hintergrund, Aufnahme vom 03.05.2024.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt A West - Fettwiese mit Einzelbäumen und Sitzbänken, Aufnahme vom 03.05.2024.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt A West - Fettwiese mit Einzelbäumen, Sitzbank und Abfalleimer (rechts), Aufnahme vom 03.05.2024.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



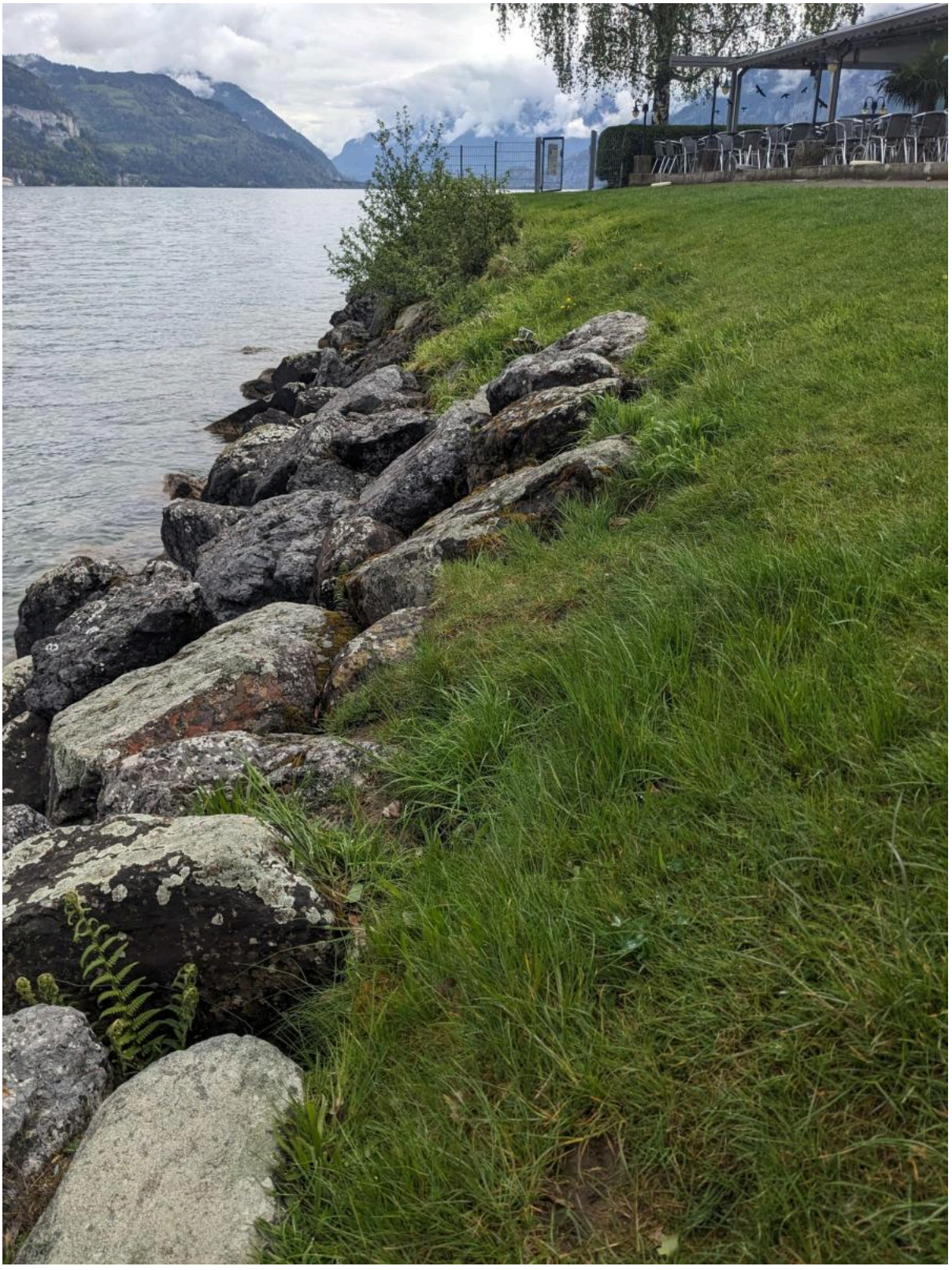
Abschnitt A West - Fettwiese mit Einzelbäumen und Sitzbank westlich des Parkplatz, Aufnahme vom 03.05.2024.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt A Ost - Blocksatz in Blickrichtung Westen, Aufnahme vom 03.05.2024.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt B West - Blocksatz in Blickrichtung Osten, Aufnahme vom 03.05.2024.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt B West - Blocksatz in Blickrichtung Westen, Aufnahme vom 03.05.2024.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez

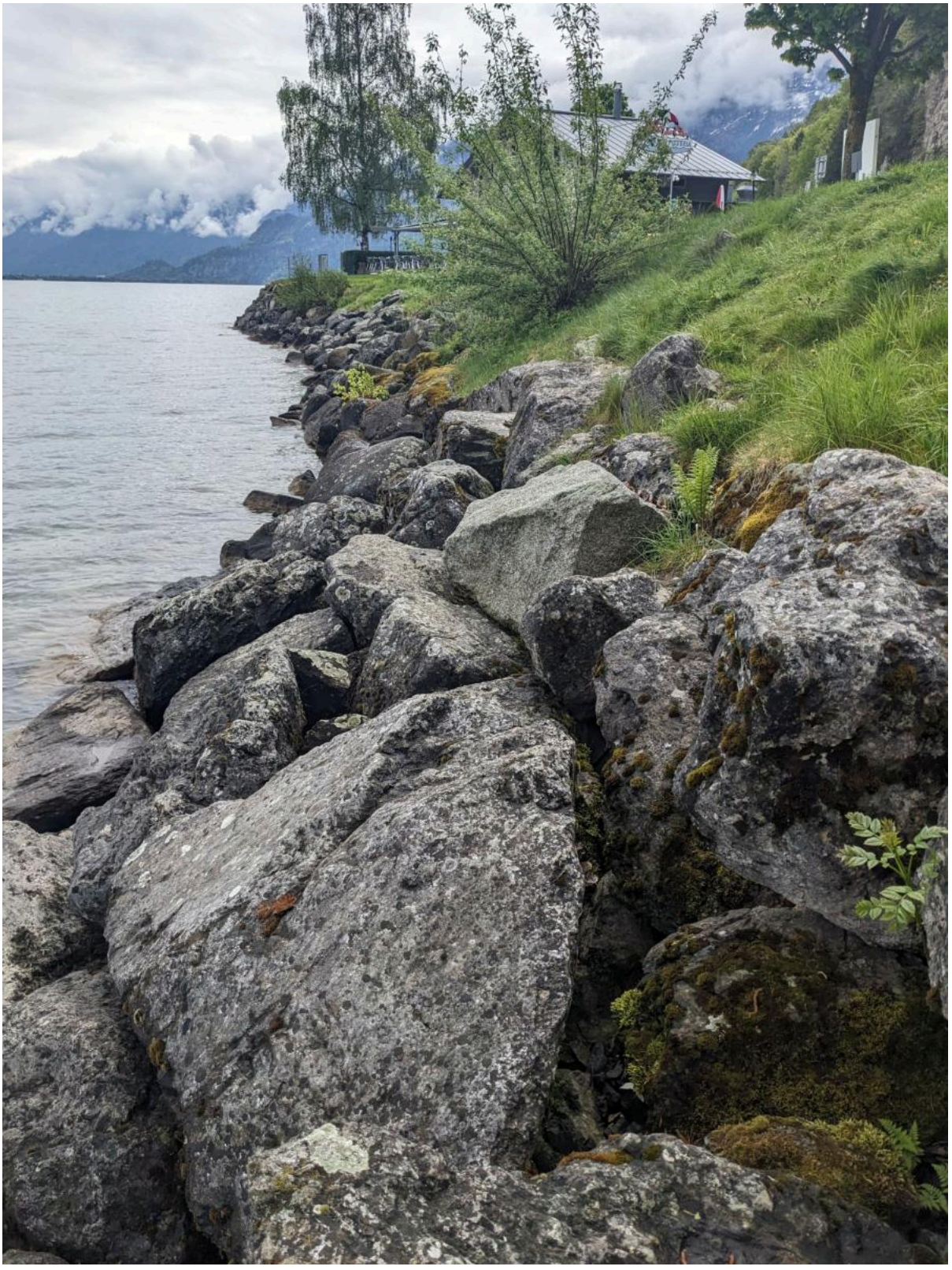


Abschnitt B West - Blocksatz mit Ufervegetation und Kunstrasen, Aufnahme vom 23.10.2024.



Abschnitt B Ost - Blocksatz im Bereich des Parkplatz, Aufnahme vom 22.10.2025.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt B West - Blocksatz in Blickrichtung Osten, stellenweise Hinterspülung erkennbar, Aufnahme vom 03.05.2024.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



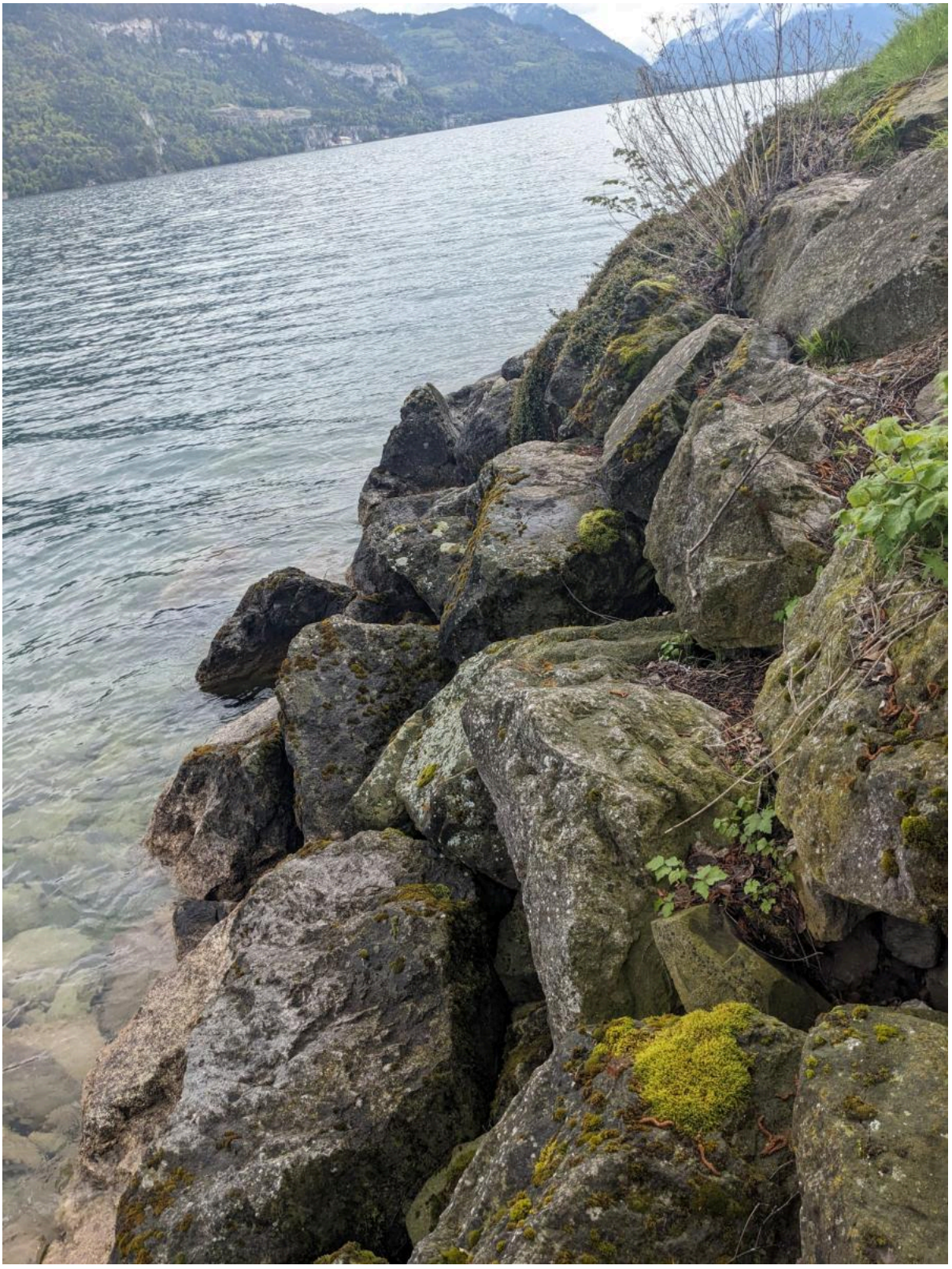
Abschnitt B West - Hinterspülung Blocksteine, Aufnahme vom 03.05.2024.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



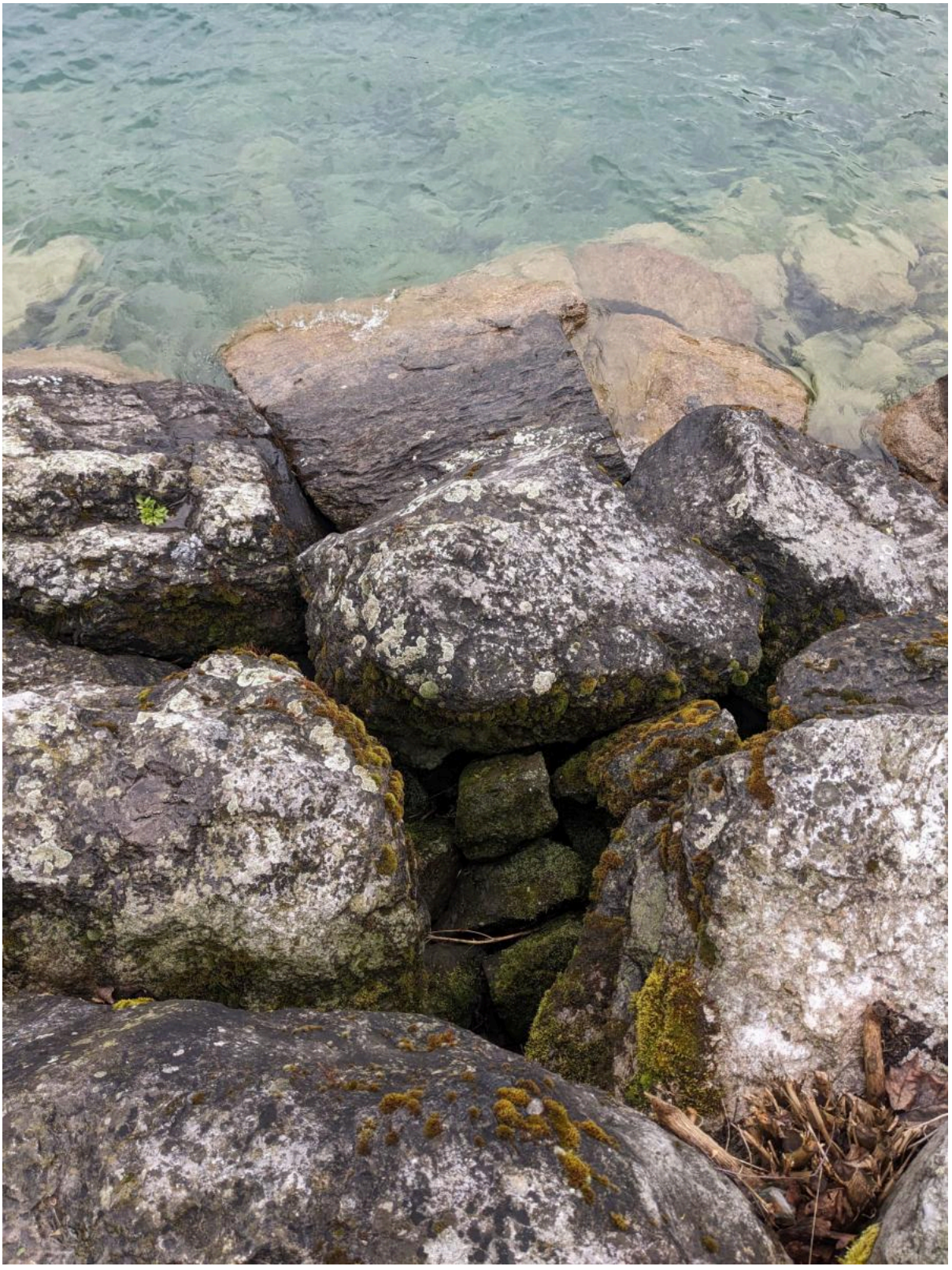
Abschnitt B West - Hinterspülung Blocksteine, Aufnahme vom 03.05.2024.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt B West - Blocksatz in Blickrichtung Westen, stellenweise Hinterspülung erkennbar, Aufnahme vom 03.05.2024.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt B West - Blocksatz, Hinterspülung einzelne Blocksteine erkennbar, Aufnahme vom 03.05.2024.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt B West - Kunstrasen, Einzelbäume und -sträucher im Bereich des Parkplatz, Blickrichtung Osten, Aufnahme vom 09.07.2018.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt B West - Kunstrasen mit Sitzbank im Bereich des Parkplatz, Blickrichtung Osten, Aufnahme vom 09.07.2018.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt B West - Parkplatz in Blickrichtung Osten, Aufnahme vom 23.10.2024.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt B West - Parkplatz in Blickrichtung Osten, Aufnahme vom 23.10.2024.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt B West - Veloweg im Übergangsbereich zwischen Restaurant und Parkplatz, Aufnahme vom 12.09.2025.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt B West - Velowegverlauf südlich des Restaurants, Blickrichtung Westen, Aufnahme vom 12.09.2025.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt B Ost - Blocksatz im Bereich des Restaurants und Terrasse, Blickrichtung Osten, Aufnahme vom 03.05.2024.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt B Ost - Hinterspülung Blocksatz östlich des Restaurants und Terrasse, Aufnahme vom 04.03.2024.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt B Ost - Hinterspülung Blocksteine (Detailansicht) östlich des Restaurants und Terrasse, Aufnahme vom 04.03.2024.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt B Ost - Hinterspülung Blocksteine (Detailansicht) östlich des Restaurants und Terrasse, Aufnahme vom 04.03.2024.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt B Ost - Blocksteine abgerutscht und Einsturz Terrain aufgrund Hinterspülung des Blöcksatz östlich des Restaurants und Terrasse, Aufnahme vom 01.05.2025.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt B Ost - Blocksteine abgerutscht und Einsturz Terrain (Detailansicht) aufgrund Hinterspülung des Blöcksatz östlich des Restaurants und Terrasse, Aufnahme vom 01.05.2025.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



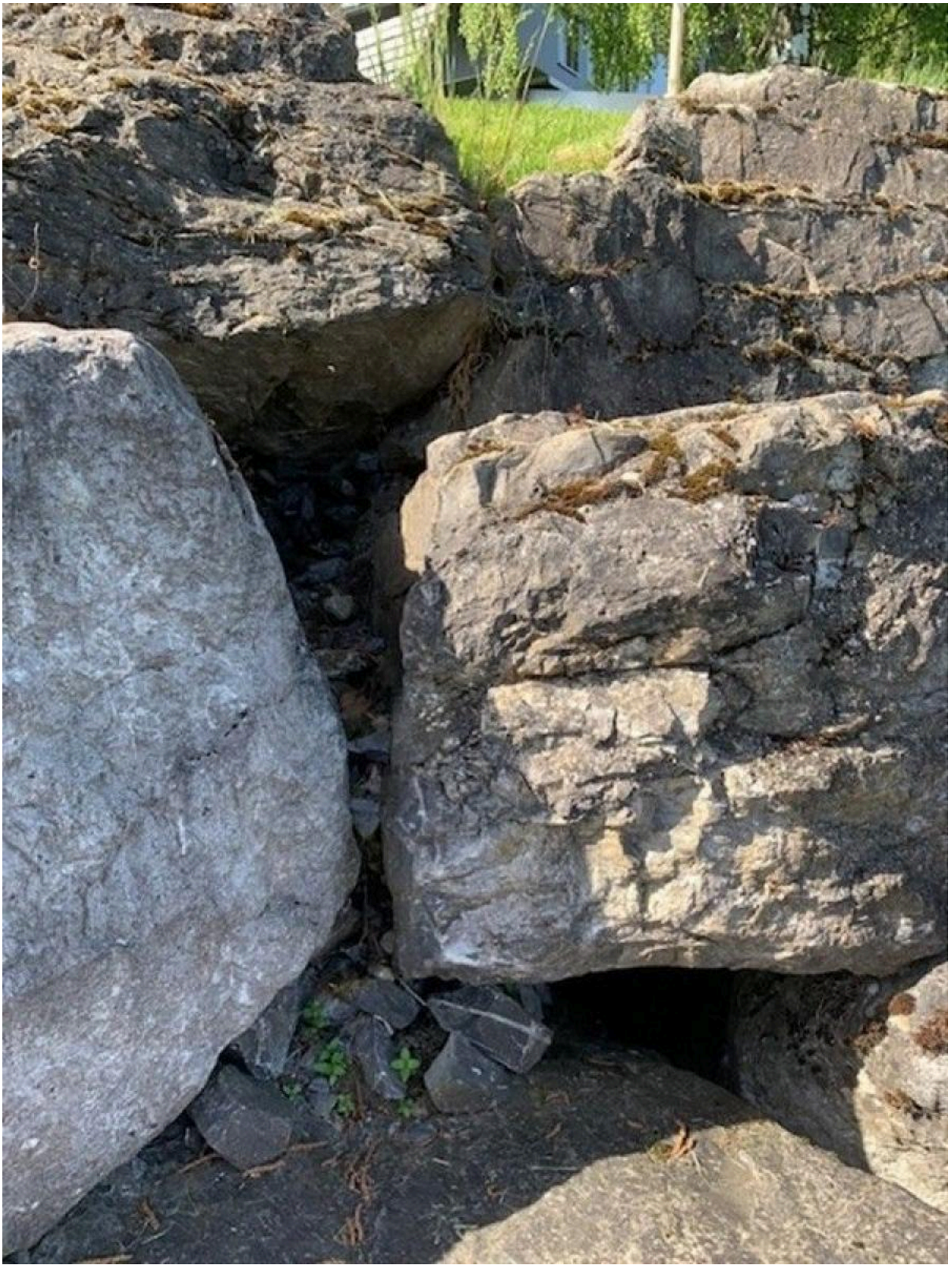
Abschnitt B Ost - Einsturz Terrain (Detailansicht) aufgrund Hinterspülung des Blöcksatz östlich des Restaurants und Terrasse, Aufnahme vom 01.05.2025.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt B Ost - Einsturz Terrain (Detailansicht) aufgrund Hinterspülung des Blöcksatz östlich des Restaurants und Terrasse, Aufnahme vom 01.05.2025.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt B Ost - Hinterspülung des Blöcksatz (Detailansicht) östlich des Restaurants und Terrasse, Aufnahme vom 01.05.2025.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt B Ost - Blocksatz östlich des Restaurants und Terrasse, Aufnahme vom 22.10.2025.



Abschnitt B Ost - Blocksatz und zwei Werkleitungen (Wasser) östlich des Restaurants, Aufnahme vom 22.10.2025.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt B Ost - Werkleitung (Wasser) im Bereich des Blocksatz östlich des Restaurants,, Aufnahme vom 23.10.2024.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



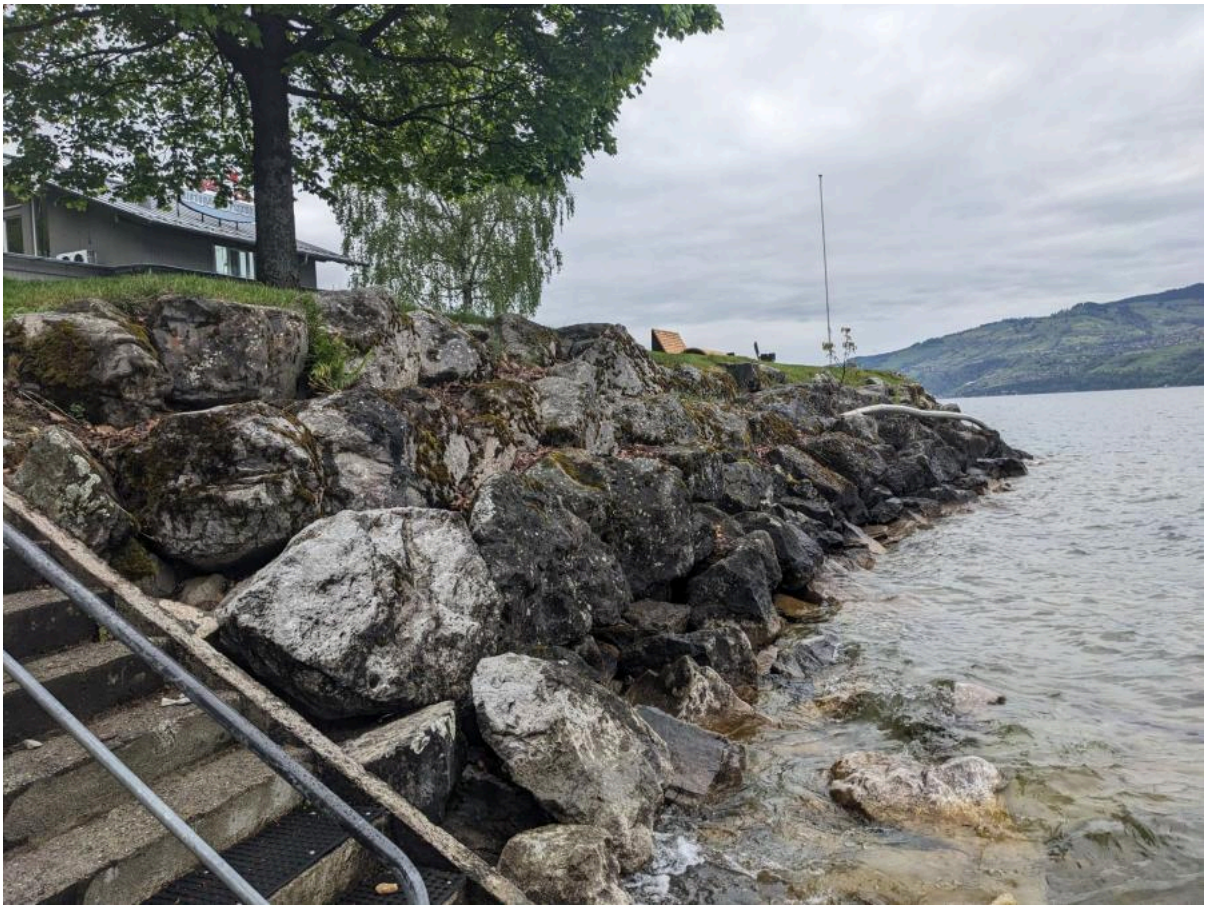
Abschnitt B Ost - Werkleitung (Wasser) im Bereich des Blocksatz östlich des Restaurants, Aufnahme vom 23.10.2024.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt B Ost - Werkleitung (Wasser) im Bereich des Blocksatz östlich des Restaurants, Badefloss im Hintergrund, Aufnahme vom 23.10.2024.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt B Ost - Blocksatz im Bereich des Uferzugangs (Treppe, links), Blickrichtung Nordwesten, Aufnahme vom 03.05.2025.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt B Ost - Blockstein teilweise hinterspült im Bereich des Uferzugangs (Treppe), Aufnahme vom 03.05.2025.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt B Ost - Uferzugang (Treppe, links) und vorgelagerte betonierte Fläche im Wasser, Aufnahme vom 03.05.2024.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt B Ost - Badefloss, Blickrichtung Osten, Aufnahme vom 08.02.2018.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt B Ost - Badefloss, Blickrichtung Nordosten, Aufnahme vom 23.10.2024.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt B Ost - Terrasse des Restaurants, Blickrichtung Westen, Aufnahme vom 23.10.2024.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt B Ost - Zugang zur Liegewiese, im Hintergrund befindet sich die Terrasse des Restaurants, Blickrichtung Westen, Aufnahme vom 12.09.2025.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt B Ost - Liegewiese mit Sitzmöglichkeiten, Blickrichtung Süden, Aufnahme vom 12.09.2025.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt B Ost - Liegewiese, Blickrichtung Nordosten, Aufnahme vom 23.10.2024.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt B Ost - Sitzmöglichkeiten und Abfalleimer auf Liegewiese, Aufnahme vom 23.10.2024.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt B Ost - Liegewiese mit Tischtennistisch und Umkleidekabinen im Hintergrund, Blickrichtung Süden, Aufnahme vom 23.10.2024.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt B Ost - Tischtennistisch neben der Liegewiese, Aufnahme vom 23.10.2024.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt B Ost - Umkleidekabinen neben der Liegewiese bzw. südlich des Restaurants, Aufnahme vom 23.10.2024.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt B Ost - Aussendusche (rechts) und Sanitäranlagen/Toiletten (links) südlich des Restaurants , Aufnahme vom 23.10.2024.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt B Ost - Toilettenanlage südlich des Restaurants Aufnahme vom 10.12.2024.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt B Ost - Abfalllager südlich des Restaurants / neben der Kantonsstrasse, Aufnahme vom 23.10.2024.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt C - Blocksatz mit Ufergehölz, Blickrichtung Osten, Aufnahme vom 03.05.2024.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt C - Ufergehölz und Badefloss im Hintergrund, Blickrichtung Westen, Aufnahme vom 03.05.2024.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt C - Werkleitung (Strassenentwässerung), Aufnahme vom 03.05.2024.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt C - Blocksatz mit Ufergehölz, Blickrichtung Osten, Aufnahme vom 03.05.2024.

Kissling + Zbinden AG
Ingenieure | Planer
Oberlandstrasse 15
3700 Spiez



Abschnitt C - Blocksatz mit Ufergehölz, Blickrichtung Westen, Aufnahme vom 03.05.2024.

ANHANG B

Bemessung

nach Dr. Andreas Huber, "Wellendynamik und Seeuferrevitalisierung", Fachbeitrag Ingenieurbiologie 4/14 + Arbeitshilfe Seeuferrevitalisierung, Fachzeitschrift Ingenieurbiologie Heft Nr 1 / 2020

Projekt	6.378 // Uferaufwertung Lido Krattigen
Bearbeitet von	FT
Datum	22.12.2025

Wellenberechnung

Bemessungsereignis

Statischer Seepegel	Pi	558.8 m ü. M.	
Wiederehrperiode Sturmereignis w_j	j	30 a	Das Ufer soll bis zur Böschungsoberkante einem 100 - jährlichen Hochwasser gemäss Überflutungsgefährdung Thunersee standhalten können
Wiederkehrperiode Hochwasser Seepegel P_i	i	100 a	
Signifikante Welle	$H_{1/3} = H_S$	0.70 m	Signifikante Welle gemäss Wiederkehrperiode Sturmereignis j
Sicherheitsfaktor	S_F	1.1 -	An Naturufer H_{Bem} / H_S = 1.0, Molen / Wellenbrecher / Baugruben = 1.5 - 2.0
Bemessungswelle	**H_{bem}**	**0.77 m**	Es wird die Überflutungsgefährung Thunersee verwendet H = 0.80 m
Amplitude	a	0.39 m	

Berechnung Brecherzahl

Wellenlänge	L_0	15 m	Schätzung
Wellenperiode	T	3.10 s	
Neigungswinkel Ufer	α	10.0 %	Blocksatz 2:3
Neigungswinkel Ufer	α	5.7 °	

$$T = \sqrt{\frac{2\pi L_0}{g}} \text{ oder } L_0 = 1.56\ T^2$$

Brecherzahl	**ξ**	**0.44 -**	

$$\xi = \frac{\tan\alpha}{\sqrt{\frac{H_s}{L_0}}} = 1.25\frac{\tan\alpha}{\sqrt{H_0}}T$$

A. Schwallbrecher, Schaumbrecher: $\xi < 0.5$
B. Sturzbrecher: $0.5 < \xi < 3.0$
C. Reflexionsbrecher: $3.0 < \xi$

--> Brechertyp **Schwallbrecher - gute Energieumwandlung**

Kontrolle Wellenhöhe mit Brecherkriterium

Brecherkriterium

Wassertiefe vor dem Ufer	d	1 m	Gemessen an Skizze
Prüfkriterium / Faktor	-	0.78	
Maximale Wellenhöhe gemäss Brecherkriterium	H_{brech}	0.77 m	
Abstand Brechlinie von Uferlinie	L_{brech}	0 m	--> Aufgrund des schmalen Flachuferbereichs wird angenommen, dass die Wellen erst direkt an der Schüttung brechen

Berechnung Wellenauflaufhöhe am Ufer

Brecherzahl	ξ	0.44 -	
Effektive Wellenhöhe vor dem Ufer	H_{bem}	0.80 m	
Relative Wellenauflaufhöhe	R/H	0.4	
Effektive Wellenauflaufhöhe	**R**	**0.32 m**	Auflauf über statischem Seewasserpegel bei HQ100 bei Neigung 2:3
Schutzkote rechnerisch		**559.12 m ü. M.**	
Gewählte Schutzkote	**Hschutz**	**559.15 m ü. M.**	

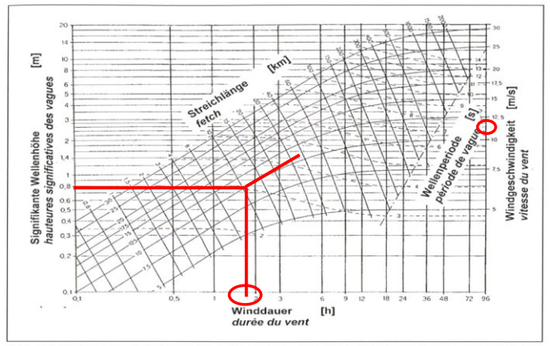


Abb. 1: Fetch-Diagramm: Bei gegebener Streichlänge (Fetch) des Windes, Winddauer und Windgeschwindigkeit lässt sich die signifikante Wellenhöhe herauslesen. Zu unterscheiden sind fetchbegrenzte und winddauerbegrenzte Wellenhöhen.

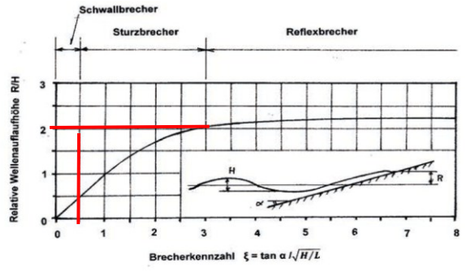


Abb. 21: Relative Wellenauflaufhöhe R/H in Funktion der Brecherkennzahl ξ | Fig. 21: Hauteur relative de montée des vagues R/H en fonction de l'indice de déferlement ξ

Bemessung Blockgrösse

--> ergibt eine eher zu kleine Blockgrösse

$$W = \frac{\rho_s H^3 \tan\alpha}{K_d \left(\frac{\rho_s}{\rho} - 1\right)^3}$$

Wellenhöhe Bemessungswelle	H_{bem}	0.80	m
Dichte der Blöcke	ρ_s	2.65	t / m³
Dichte Wasser	ρ	1	t / m³
Neigung Blocksatz	tan(α)	0.667	
Neigung Blocksatz	α	33.7	°
Formbeiwert	K_d	1.5	-
Minimales Blockgewicht	**W**	**0.13**	**t**
Gewählte Blockgrösse	**W_{bem}**	**2.00**	**t**

W: Blockgewicht [t]
H: Höhe der Bemessungswelle [m]
ρ_s: Dichte der Blöcke [t/m³]
ρ: Dichte des Wassers [t/m³]
α: Böschungswinkel der Deckschicht [0]
K_d: Dimensionsloser Formbeiwert

Der Formbeiwert K_d richtet sich nach den Eigenschaften der Blöcke:
Glatte und gerundete Natursteine:: K_d = 2.4
Scharfkantige gebrochene Blöcke: K_d = 4.0
Brechen die Wellen vor Erreichen des Blockwurfes, so sind diese Werte zu halbieren.
Gesetzte Steine, Blocksatz K_d = 7.0
Die Böschungsneigung der Wellenbrecher beträgt häufig 2:3.
Kanalböschungen sind üblicherweise 1:3 bis 1:4 geneigt.

Grund: Starke Exposition / Auftrieb Totholzeinbauten / Handhabung

Bemessung Kiesschüttung

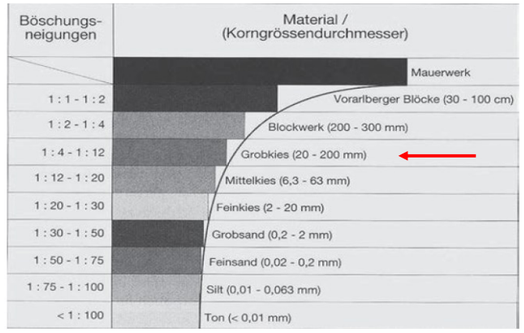
Berechnung nach Pilarczyk (1990)

--> ergibt eher zu grobe Korndurchmesser (Kriterium: keine Bewegung der Schüttung)

$$A(\psi_u, \phi, \alpha) = \psi_u \phi \frac{\cos\alpha}{\xi^b}$$
$$= 1.33 \cdot 3.00 \frac{\cos\alpha}{\xi^{1/2}}$$
$$= 4.0 \frac{\left(\sqrt{0.05}\right)^{1/2} \cos\alpha}{(\tan\alpha)^{1/2}}$$
$$= 1.891 \frac{\cos\alpha}{(\tan\alpha)^{1/2}}$$
$$D = \frac{H_s}{\Delta_m A} = \frac{H_s}{1.65\, A}$$

Neigungswinkel Kiesschüttung	α	10.0	%
Neigungswinkel Kiesschüttung	α	5.7	°
Brecherzahl	ξ	0.44	-
Bemessungswelle (Welle bricht an Schüttung)	H_{bem}	0.80	m
Hilfsparameter A(a)	A	5.95	-
Hilfsparameter A(a)	A	5.97	-
Relative Dichte des Sediments	Δ_m	1.65	-
Exponent geschüttetes Material	b	0.5	-
Faktor für lose liegende Steine	Ψ_u	1.33	-
Faktor Bewegung von Steingruppen	Φ	3	-
erforderlicher mittlerer Korndurchmesser	**D_{50}**	**0.08**	**m**
Maximaldurchmesser Schüttung	D_{max}	0.32	m

Kriterium keine Bewegung der Schüttung
Bei Annahme Fullerverteuilung : $D_{max} = 4 * D_{50}$



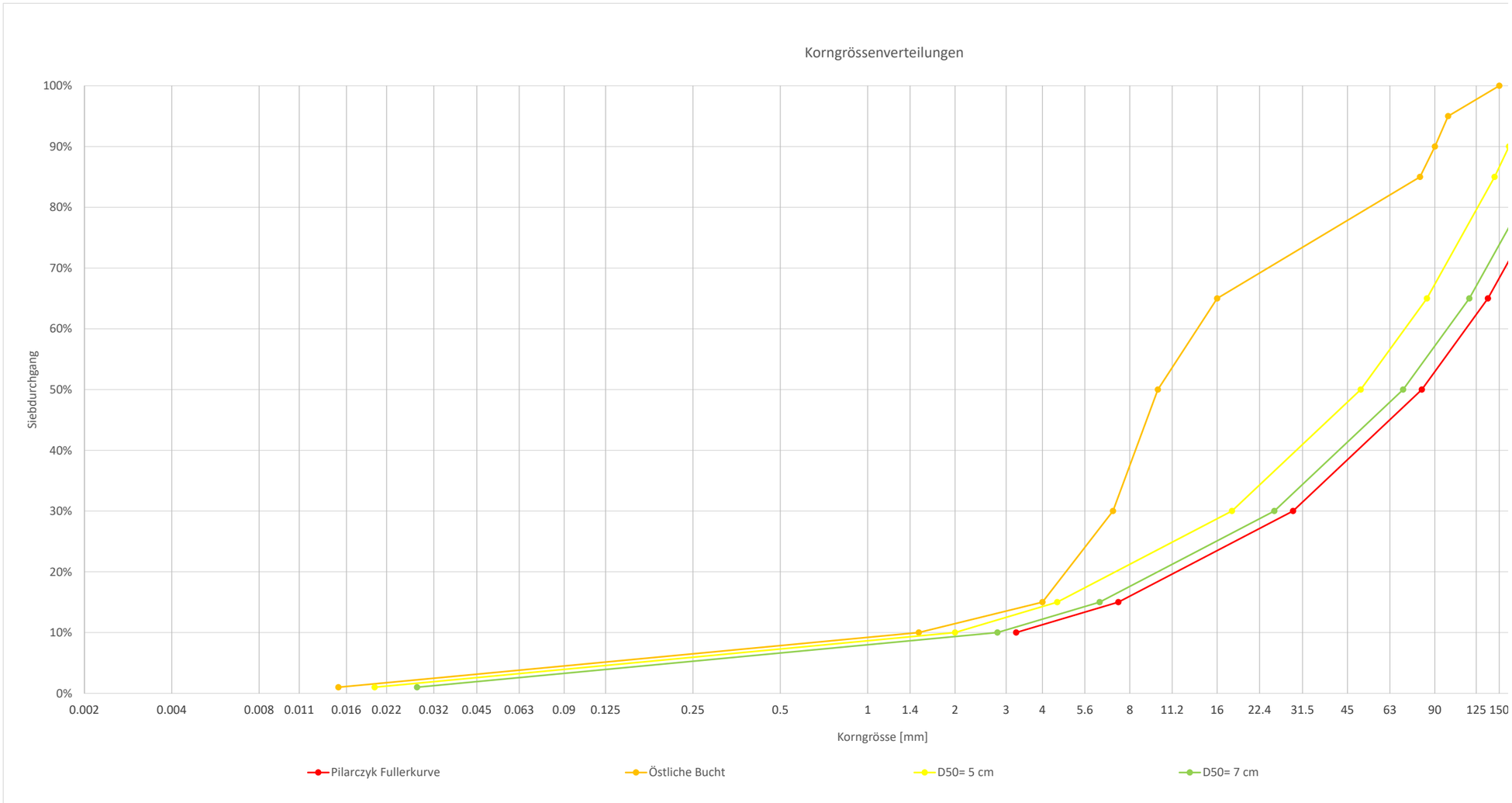
Wahl der Verteilung (Fullerkurve, Kiesschüttung)

Siebkurve, Idealsieblinie, Fullerparabel					
Mittlerer Korndurchmesser	d_{50}	0.081	[m]		
Grösstkorndurchmesser des Korngemenges	d_{max}	0.325	[m]		
Körnungsexponent nach Fuller	q	0.5	[m]		
Pilarczyk- Fullerkurve					
Korndurchmesser Sohlenmaterial 10% Fraktion	d_{10}	0.1	[-]	3	[mm]
Korndurchmesser Sohlenmaterial 15% Fraktion	d_{15}	0.15	[-]	7	[mm]
Korndurchmesser Sohlenmaterial 30% Fraktion	d_{30}	0.3	[-]	29	[mm]
Korndurchmesser Sohlenmaterial 50% Fraktion	d_{50}	0.5	[-]	81	[mm]
Korndurchmesser Sohlenmaterial 65% Fraktion	d_{65}	0.65	[-]	137	[mm]
Korndurchmesser Sohlenmaterial 85% Fraktion	d_{85}	0.85	[-]	235	[mm]
Korndurchmesser Sohlenmaterial 90 % Fraktion	d_{90}	0.9	[-]	263	[mm]
Korndurchmesser Sohlenmaterial 95 % Fraktion	d_{95}	0.95	[-]	293	[mm]
Korndurchmesser Sohlenmaterial max	dmax	1	[-]	325	[mm]
Korndurchmesser Sohlenmaterial massgebend	d_m			152.6	[mm]

Fullerverteilung

$$\frac{D_x}{D_{max}} = \left(\frac{p_x}{100}\right)^2$$

Gewählte Korngrössenverteilungen				**Östliche Bucht**		**D_{50}= 5 cm**		**D_{50}= 7 cm**	
Mittlerer Korndurchmesser	d_{50}			**0.016**	**[m]**	**0.050**	**[m]**	**0.070**	**[m]**
Grösstkorndurchmesser des Korngemenges	d_{max}			0.150	[m]	0.200	[m]	0.280	[m]
Körnungsexponent nach Fuller	q			0.5	[m]	0.5	[m]	0.5	[m]
Korndurchmesser Sohlenmaterial 1% Fraktion	d_1	0.01	[-]	0	[mm]	0	[mm]	0	[mm]
Korndurchmesser Sohlenmaterial 10% Fraktion	d_{10}	0.1	[-]	2	[mm]	2	[mm]	3	[mm]
Korndurchmesser Sohlenmaterial 15% Fraktion	d_{15}	0.15	[-]	4	[mm]	5	[mm]	6	[mm]
Korndurchmesser Sohlenmaterial 30% Fraktion	d_{30}	0.3	[-]	7	[mm]	18	[mm]	25	[mm]
Korndurchmesser Sohlenmaterial 50% Fraktion	d_{50}	0.5	[-]	10	[mm]	50	[mm]	70	[mm]
Korndurchmesser Sohlenmaterial 65% Fraktion	d_{65}	0.65	[-]	16	[mm]	85	[mm]	118	[mm]
Korndurchmesser Sohlenmaterial 85% Fraktion	d_{85}	0.85	[-]	80	[mm]	145	[mm]	202	[mm]
Korndurchmesser Sohlenmaterial 90 % Fraktion	d_{90}	0.9	[-]	90	[mm]	162	[mm]	227	[mm]
Korndurchmesser Sohlenmaterial 95 % Fraktion	d_{95}	0.95	[-]	100	[mm]	181	[mm]	253	[mm]
Korndurchmesser Sohlenmaterial max	dmax	1	[-]	150	[mm]	200	[mm]	280	[mm]
Korndurchmesser Sohlenmaterial massgebend	d_m								


Korngrössenverteilungen
Siebdurchgang
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
0.002
0.004
0.008
0.011
0.016
0.022
0.032
0.045
0.063
0.09
0.125
0.25
0.5
1
1.4
2
3
4
5.6
8
11.2
16
22.4
31.5
45
63
90
125
150
Korngrösse [mm]
Pilarczyk Fullerkurve
Östliche Bucht
D50= 5 cm
D50= 7 cm

ANHANG C

KISSLING + ZBINDEN AG
INGENIEURE PLANER USIC

6.378 Uferaufwertung Krattigen Lido

Mikropfähle Seeseite ; Modelllänge AXIS =5.00m

				Eingabefelder	
Einwirkung					
vertikale Kraft total	GZ2	$Rx_{,d}$	864.00	kN	
Pfahlneigung		β	0.00	°	
Pfahlneigung		β	0.00	rad	
(horizontaler Anteil) Kraft total			0.00	kN	
(wie Mikropfahl) geneigte Kraft total			864.00	kN	
Anzahl Mikropfähle			4.00	Stück	
Einwirkung pro Mikropfahl		Nd	216	kN	
Wandlänge = Modelllänge AXIS			5.00	m	
Abstand Pfahl zu Rand			0.625	m	
Abstand Pfahl zu Pfahl			1.25	m	

Innerer Tragwiderstand pro Mikropfahl

Swiss-Gewi roh, verrohrt				
Durchmesser	Ø	50	mm	
Querschnittsfläche	A	1'963	mm^2	
Fliessgrenze B500B	f_y	500	N/mm^2	
Widerstandsbeiwert (1.75/1.35 = 1.30)	$F_{yk}=R_{ik}$	1.30	kN	
Bemessungswert, innerer Tragwiderstand (Stahl)	$F_{yd}=R_{id}$	755	kN	

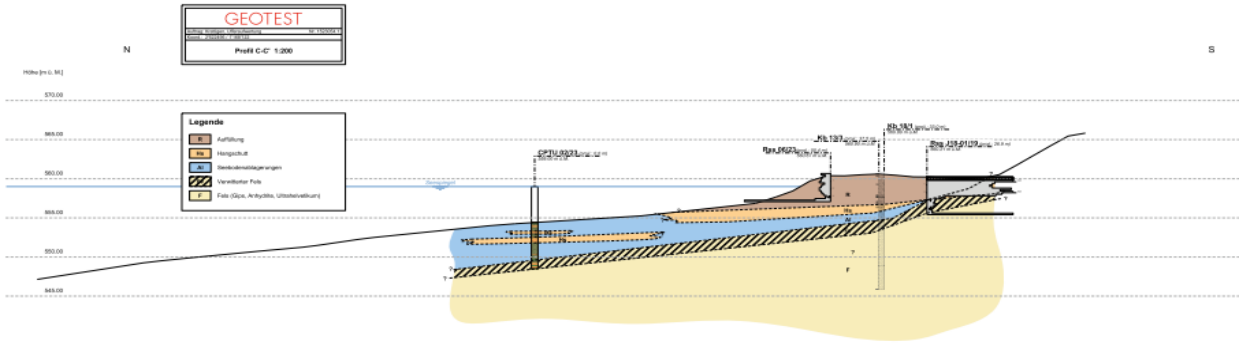
Geometrie

Ankerlänge total		16.00	m	
Bohrkronen-Ø		0.13	m	
Anker im "schlechten und setzungsanfälligen" Baugrund		6.00	m	Geotest CPTU 02/23
Anker im "guten" Baugrund		10.00	m	

Äusserer Tragwiderstand pro Mikropfahl

Faktor Bohrdurchmesser zu Verankerungskörper		1.30		
Ø Verankerungskörper		0.169	m	
Umfang		0.53	m	
Länge		10.00	m	
Mantelreibungsfläche		5.31	m2	
Kennwert Mantelreibung		100	kN/m2	
Sicherheitsfaktor 1 (Abminderung Gewebesack)		1.40		Ein Gewebesack ist zwingend
Sicherheitsfaktor 2 (SIA 267 9.5.2.2.5)		0.90		
Sicherheitsfaktor 3 (SIA 267 9.5.2.2.4)		1.30		
Bemessungswert Mantelreibung		49.45	kN/m2	
Bemessungswert Widerstand aus Mantelreibung		262.55	kN	

Nachweis					Erfüllung
Einwirkung pro Pfahl		Nd	216.00	kN	
Äusserer Tragwiderstand pro Pfahl	erfüllt		262.55	kN	1.22
Innerer Tragwiderstand pro Pfahl	erfüllt		755.19	kN	3.50



https://kzag.sharepoint.com/sites/PRJ6_378/Freigegebene Dokumente/General/09 VerBer/01 Statik/2026.02.11 Optimierung Markus Wü

KISSLING + ZBINDEN AG
INGENIEURE PLANER USIC

6.378 Uferaufwertung Krattigen Lido

horizontale Mikropfähle

				Eingabefelder
Einwirkung				
horizontale Kraft total	GZ2	$Rx_{,d}$	366.35	kN
Pfahlneigung		β	10.00	°
Pfahlneigung		β	0.17	rad
(vertikaler Anteil) Kraft total			64.60	kN
(wie Mikropfahl) geneigte Kraft total			372.00	kN
Anzahl Mikropfähle			3.00	Stück
Einwirkung pro Mikropfahl		Nd	124	kN

Innerer Tragwiderstand pro Mikropfahl

Swiss-Gewi roh, verrohrt			
Durchmesser	Ø	50	mm
Querschnittsfläche	A	1'963	mm^2
Fliessgrenze B500B	f_y	500	N/mm^2
Widerstandsbeiwert (1.75/1.35 = 1.30)	$F_{yk}=R_{ik}$	1.30	kN
Bemessungswert, innerer Tragwiderstand (Stahl)	$F_{yd}=R_{id}$	755	kN

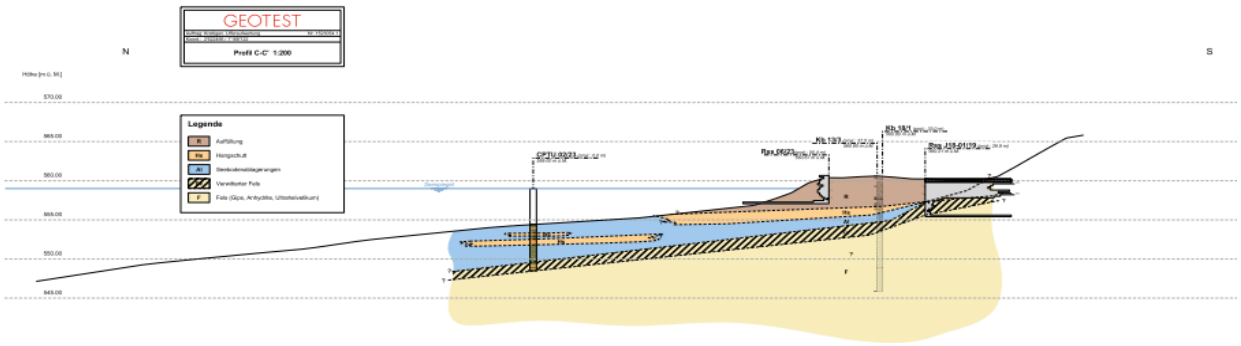
Geometrie

Ankerlänge total		6.00	m
Bohrkronen-Ø		0.13	m
Anker im "schlechten und setzungsanfälligen" Baugrund		0.00	m
Anker im "guten" Baugrund		6.00	m

Äusserer Tragwiderstand pro Mikropfahl

Faktor Bohrdurchmesser zu Verankerungskörper		1.30	
Ø Verankerungskörper		0.169	m
Umfang		0.53	m
Länge		6.00	m
Mantelreibungsfläche		3.19	m2
Kennwert Mantelreibung		100	kN/m2
Sicherheitsfaktor 1	(Abminderung Gewebesack)	1.40	Ein Gewebesack ist zwingend
Sicherheitsfaktor 2	(SIA 267 9.5.2.2.5)	0.90	
Sicherheitsfaktor 3	(SIA 267 9.5.2.2.4)	1.60	
Bemessungswert Mantelreibung		40.18	kN/m2
Bemessungswert Widerstand aus Mantelreibung		127.99	kN

Nachweis				Erfüllung
Einwirkung pro Pfahl	Nd	124.00	kN	
Äusserer Tragwiderstand pro Pfahl	erfüllt	127.99	kN	1.03
Innerer Tragwiderstand pro Pfahl	erfüllt	755.19	kN	6.09



https://kzag.sharepoint.com/sites/PRJ6_378/Freigegebene Dokumente/General/09 VerBer/01 Statik/2026.02.11 Optimierung Markus Wü

KISSLING + ZBINDEN AG
INGENIEURE PLANER USIC

6.378 Uferaufwertung LIDO Krattigen

Bemessung (nach SIA 262 2013)

Für Bauteile ohne Querkraftbewehrung, Art. 4.3.3.2

Bearbeiter: Markus Wüthrich
Datum: 13.02.2026

Bauteil Beschreibung	D Plattenstärke [m]	ø Stabdurchmesser [mm]	t Teilung [cm]	d' Abstand Betonkante - Achse Bewehrungseisen [mm]	B ; H Einlagen / Leitungen / Leitungsbündel Es ist der grössere Wert von Breite oder Höhe anzugeben [mm]	m_{Ed} Biegemoment auf Bemessungsniveau [kNm/m^1]	v_{Ed} Querkraft auf Bemessungsniveau [kN/m^1]	f_{cd} Bemessungswert Betondruckfestigkeit [N/mm^2]	f_{sd} Fliessgrenze Bewehrungsstahl [N/mm^2]	E_s E-Modul Bewehrungsstahl [N/mm^2]	τ_{cd} Bemessungswert Schubspannungsgrenze [N/mm^2]	D_{max} Maximaler Korndurchmesser des Betons. Bei Leichtbeton $D_{max} = 0$. [mm]	d statische Höhe [mm]	[-] Sind massgebende Einlagen vorhanden (b oder h < d/6)? [-]	d_v Wirksame statische Höhe [mm]	As Bewehrungsquerschnitt mm²/m	Z=D Zug / Druck im Stahl / Beton [kN]	x Höhe Druckzone im Beton [mm]	x/d	m_{Rd} Biegewiderstand [kNm/m	ε_v Nominale Dehnung der Zugbewehrung [-]	k_g Beiwert zur Berücksichtigung des Grösstkorns [-]	k_d Beiwert zur Bestimmung des Querkraftwiderstands [-]	v_{Rd} Bemessungswert Quer-kraftwiderstand [kN/m^1]	$n=m_{Rd}/m_{Ed}$ Erfüllungsgrad Biegung	$n=v_{Rd}/v_{Ed}$ Erfüllungsgrad Querkraft
Wand	0.20	14	15	47		55	57	16.5	435	205'000	1.00	32	153	Nein	153	1026	446	32	0.21	62	0.00187	1.000	0.777	119	1.13	2.09

ANHANG D

UNA – Atelier für Naturschutz und Umweltfragen AG

Schwarzenburgstrasse 11, 3007 Bern
Telefon 031 310 83 83
info@unabern.ch, www.unabern.ch

Gewässerökologische Untersuchung
Submerse Makrophyten & Fauna

Uferbereich beim Restaurant Lido, Gemeinde Krattigen

Datum: 15.10.2023









Impressum

Auftraggeber
Gemeinde Krattigen
Philipp Schopfer
Dorfplatz 2
3704 Krattigen
schopfer@krattigen.ch

Projektleitung & Taucharbeiten
UNA AG
Corinna von Kürthy
Schwarzenburgstrasse 11
3007 Bern
vonkuerthy@unabern.ch
https://www.unabern.ch/una_team/corinna-von-kuerthy/

Projektmitarbeit
Kathrin Guthruf, Aquatica GmbH (zweite Fachperson/ Protokollführung/ Schnorchlerin)
Jonathan Sury (Boots- und Sicherheitsperson)

Zitiervorschlag
von Kürthy (2023): Gewässerökologische Untersuchung Lido Krattigen – Submerse Makrophyten und Fauna. Kurzgutachten, UNA AG. Auftrag: Gemeinde Krattigen / im Unterauftrag von Kissling & Zbinden AG: 19 S.

Ergänzte Version Nr. 2, 07.12.2023

Fotos
Corinna von Kürthy / Katrin Guthruf

Projektnummer
Nr. 3085

Inhalt

Inhalt

1. Ausgangslage 4

2. Methodik 5

2.1 Feldaufnahmen 5

3. Resultate und Beurteilung 7

3.1 Artenvorkommen im Untersuchungsperimeter 7

3.2 Teilbereich A (TBA) 7

3.3 Teilbereich B (TBB) 9

3.4 Teilbereich C (TBC) 11

3.5 Fazit zu den einzelnen Teilbereichen 12

4. Referenzen 13

5. Anhang 14

5.1 GPS-Koordinaten der gewässerökologischen Aufnahmen 14

5.2 Aufnahmeprotokolle gewässerökologische Untersuchng 15

1. Ausgangslage

Der Uferbereich des Thunersees soll beim Restaurant Lido in Krattigen aufgewertet werden. Der vorhandene, konventionelle Blocksatz an der Uferlinie soll stellenweise seeseitig mit einer Flachwasserzone ersetzt und mit zahlreichen Strukturelementen versehen werden (Abbildung 1). Hierbei besteht der Anspruch, dass weder land- noch seeseitig Fläche verloren gehen. Neben den baulichen Massnahmen im unmittelbaren Uferbereich sollen seeseitig Kiesschüttungen zur Anhebung des Flachwasserbereichs umgesetzt werden (Abbildung 1 im oberen Bild). Der Lebensraum im Uferbereich soll dabei mit standortgerechten Bäumen und Sträuchern sowie wasserseitig mit Strukturelementen wie Wurzelstöcken, Wurzelstockriffen, Raubäumen, Blocksteinbuhnen und kleinen Buchten aufgewertet werden (Abbildung 1, oberes Bild).

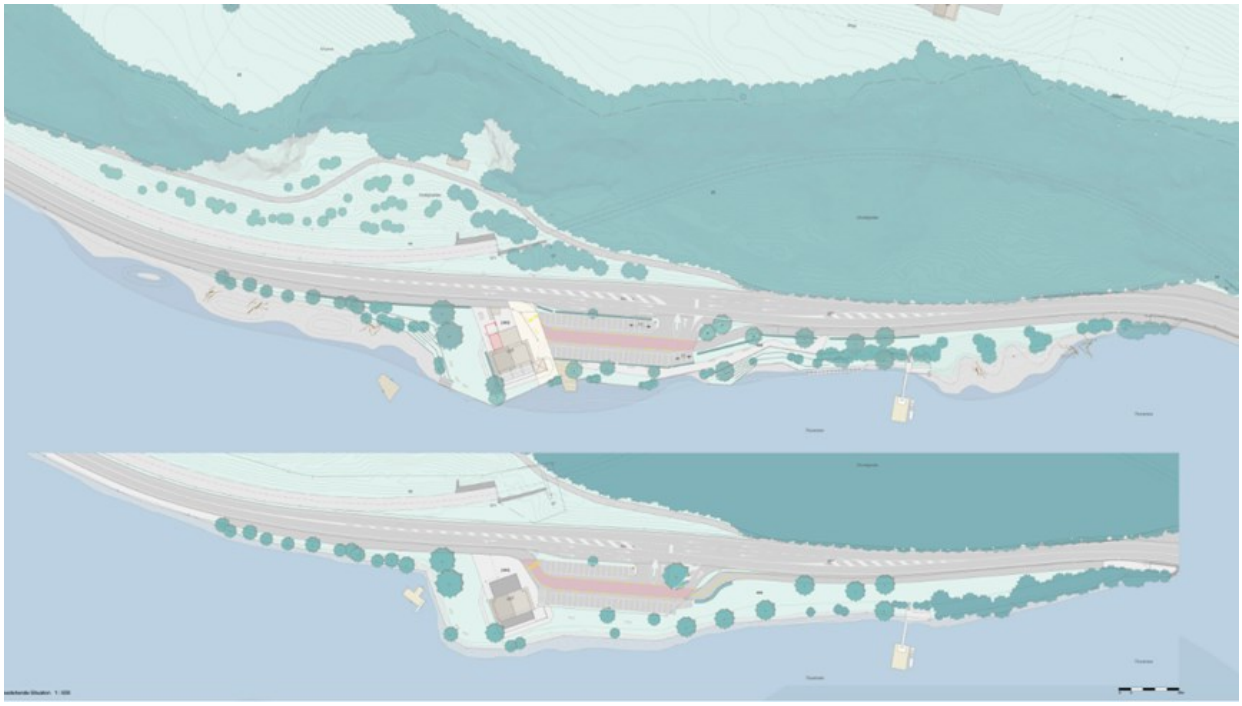


Abbildung 1: *Übersichts-Skizze des Ist-Zustandes (unten) und der möglichen Aufwertungsmassnahmen (oben) entlang des Uferbereiches beim Restaurant Lido in Krattigen (Auszug aus Voranfrage, Referenz 1).*

Für weitere Details zu den baulichen Massnahmen ist der Kurzbericht «Uferaufwertung und Parkplatzerweiterung Lido Krattigen, Voranfrage 01.06.2021 (Kissling + Zbinden AG, Spiez)» zu konsultieren (1).

Neben einer Ausnahmebewilligung für Eingriffe in die Ufervegetation (Art. 18 Abs. 1bis und 1ter, Art. 21 und 22 Abs. 2 NHG vom 01.07.1966 und Art. 12, Art. 13 Abs. 3 und Art. 17 KNSchV vom 10.11.1993) inklusive Unterwasservegetation, wird auch eine fischereirechtliche Ausnahmebewilligung (Art. 8 – 10 BGF vom 21.06.1991 und Art. 8 – 10 und 13 FiG vom 21.06.1995) erforderlich sein. Aus diesem Grund soll abgeklärt werden, ob im Projektperimeter in den Schwerpunktbereichen der Massnahmen A-C (siehe *Abbildung 1; Abbildung 2),* schützenswerte Laichkrautgesellschaften, Strandlings-Gesellschaften oder auch seltene oder geschützte Armleuchteralgen vorkommen. Weiter soll der Projektperimeter in Hinblick auf die Fauna untersucht werden. Für die Aufnahme des Ist-Zustandes sind gewässerökologische

Unterwasseraufnahmen durch Experten notwendig.



Abbildung 2: *Übersicht-Skizze der zu untersuchenden Teilbereiche A-C (rote Kreise) sowie des Gesamtperimeters (pink) entlang des Uferbereiches beim Restaurant Lido in Krattigen.*

Die UNA AG wurde vom Ingenieurbüro Kissling + Zbinden angefragt und von der Gemeinde Krattigen beauftragt, den Ist-Zustand im Projektperimeter des geplanten Bauprojektes aufzunehmen und eine gewässerökologische Untersuchung durchzuführen.

2. Methodik

Das Vorgehen bei den Untersuchungen wurde basierend auf den, in der Voranfrage beschriebenen Massnahmen geplant (1. Ausgangslage; Abbildung 1; Abbildung 2; Referenz 1). Die Gesamtuferlänge des Projektperimeters beträgt >500m (siehe Abbildung 3). In den drei Schwerpunktbereichen der Riff- und Kiesschüttungsstandorte (pinke Kreise, Abbildung 3), den Teilbereichen A (TBA), B (TBB) und C (TBC), wurden detaillierte Unterwasseraufnahmen in Form von Transekten (rote Linien, Abbildung 3; +- 3 m nach beiden Seiten) durchgeführt. Dabei wurde der Untergrund mit Fokus auf die Fauna (Grossmuscheln, Krebse, Fische), die Flora (höhere Wasserpflanzen/ Armleuchteralgen) sowie strukturelle Änderungen (z.B. Substrat) und der Wassertiefe untersucht. Die Transekte wurden im rechten Winkel zur Uferlinie aufgenommen (Abbildung 3). Änderungen in den Makrophytenbestände, der Bewuchsdichte, der Substratbeschaffenheit sowie weitere, nur unter Wasser erkennbare Befunde (z.B. Grossmuscheln, Armleuchteralgenbestände und Zusammensetzung) wurden durch die Gewässerökologin bestimmt und durch die Protokollführerin im Boot mittels GPS -Koordinaten eingemessen.

Wasserpflanzen wie beispielsweise Armleuchteralgen, welche nicht sofort sicher bestimmt werden konnten, wurden zur Nachbestimmung im Labor in Plastikgefässe verpackt, mit dem Fundort beschriftet und in einer Kühlbox gelagert. Einzelne Muscheln wurden im Feld an die zweite Fachperson abgegeben, für die Dokumentation fotografiert und wieder auf den Grund des Sees gesetzt.

2.1 Feldaufnahmen

Da sich in jedem Schwerpunkt Bereich zwischen 1-3 Transektlinien befanden (Abbildung 3, rote Linien), welche lediglich eine Untersuchungsbreite von ca. 3m umfassten, wurden die Zwischenbereiche aller

Transektlinien und aller Teilbereiche ebenfalls schnorchelnd abgeschwommen. Weiter wurden vom Boot aus, mit Hilfe eines Grappin, stichprobenartig Wasserpflanzen im gesamten Projektperimeter beprobt und dokumentiert.



Abbildung 3: *Im Projektperimeter (blau-gestrichelte Linie), wurden innerhalb der Schwerpunktbereiche TBA-TBC (pinke Kreise), detailliertere Untersuchungen mittels Tauch-Transektlinien (rote Linien) durchgeführt. In den Zwischenbereichen (ZW1 und ZW2), zwischen den Transektlinien sowie in den Randbereichen Ost und West, wurde der gesamte Perimeter zusätzlich schnorchelnd abgeschwommen. Mit einem Grappin wurden vom Boot aus im gesamten Perimeter zusätzliche Stichproben genommen.*

Das Untersuchungsteam bestand aus einer Sicherheits- und Bootsperson (Jonathan Sury), einer Fachperson und Protokollleiterin (Katrin Guthruf, Aquatica GmbH) sowie der Projektleiterin und Gewässerökologin für die Unterwasseraufnahmen (Corinna von Kürthy, UNA AG). Die Untersuchung wurden im Juli und August 2023 durchgeführt, der idealen Vegetationsperiode für die Bestimmung von Wasserpflanzen. Das sonnige Wetter und der schwache Wind sorgten für einen reibungslosen Ablauf der Arbeiten. Der Wasserstand im Thunersee betrug im Mittel 557 m ü M.

3. Resultate und Beurteilung

Im Folgenden werden die Artenvorkommen für den ganzen Projektperimeter beschrieben (3.1). Es werden anschliessend für jeden einzelnen Teilbereich des Perimeters die geplanten Massnahmen aus der Voramfrage aufgelistet, der Ist-Zustand im jeweiligen Teilbereich beschrieben sowie eine kurze Beurteilung der geplanten Massnahmen basierend auf dem Ist-Zustand formuliert (3.2 - 3.4).

3.1 Artenvorkommen im Untersuchungsperimeter

- Im Untersuchungsperimeter wurden zwei Armleuchteralgen (*Chara. contraria; C. globularis*), drei Laichkräuter (*Potamogeton. perfoliatus; P. lucens; P. pectinatus*) sowie eine Wasserpest-Art (*Elodea. canadiensis*) vorgefunden (siehe Tabelle 1). Die gefundenen Armleuchteralgen und Laichkräuter sind

allesamt als nicht gefährdet aufgelistet, die Wasserpest gilt als gebietsfremde, invasive Art (IUCN; info flora).

- In Bezug auf die Fauna wurde in einem der Teilbereiche (TBA) eine gefährdete Grossmuschelart (*Anodonta anatina*) gefunden. In allen Teilbereichen (TBA-TBC) kam die gebietsfremde und invasive Wandermuschel (*Dreissena polymorpha*) vor, jedoch meist in eher geringen Dichten. Im gesamten Perimeter wurden ebenfalls einzelne, grossflächig verteilte Exuvien einer Flusskrebs-Art gesichtet. Dabei handelt es sich mit grosser Wahrscheinlichkeit um den ursprünglich aus Nordamerika stammenden Kamberkrebs (*Foxinus limosus*).

Tabelle 1: *Flora und Fauna im Projektperimeter (Schwerpunktbereiche TBA-TBC; Zwischenbereiche ZW und Randbereichen Ost und West) inkl. Gefährdungsstatus (IUCN; Info fauna / InfoFlora).*

Flora/ Lateinischer Name:	Deutscher Name:	Ost	TBA	ZW1	TBB	ZW2	TBC	West	Status IUCN / CH:
Chara contraria	Gegensätzliche Armleuchteralge	x	x						nicht gefährdet (LC)
Chara globularis	Zerbrechliche Armleuchteralge	x	x		x	x	x	x	nicht gefährdet (LC)
Potamogeton pectinatus	Kammförmiges Laichkraut		x	x			x		nicht gefährdet (LC)
Potamogeton perfoliatus	Durchwachsenes Laichkraut				x	x	x		nicht gefährdet (LC)
Potamogeton lucens	Glänzendes Laichkraut					x			nicht gefährdet (LC)
Elodea canadiensis	Kanadische Wasserpest			x					gebietsfremd (NA)
Fauna/ Lateinischer Name:	**Deutscher Name:**	**Ost**	**TBA**	**ZW1**	**TBB**	**ZW2**	**TBC**	**West**	**Status IUCN / CH:**
Dreissena polymorpha	Wandermuschel/Zebramuschel		x	x	x	x	x		gebietsfremd (NA)
Anodonta anatina	Flache Teichmuschel		x						CH: 3; gefährdet
Faxonius limosus (Exuvien)	Kamberkrebs		x	x	x		x		CH: gebietsfremd (NA)
Perca fluviatilis	Egli / Flussbarsch				x		x	x	Nicht gefährdet (LC)
**NA: Neozoa; LC : least concern*									

3.2 Teilbereich A -TBA (Abbildung 2, 3 und 4)

Geplante Massnahme:

- 1. Aufwertung Flachwasserzone mittels Kiesschüttung zur Etablierung eines flach auslaufenden Uferbereichs (M1, Voranfrage).
- 2. Wurzelstöcke und Raubäume als aquatische Strukturelemente (M2, Voranfrage).
- 3. Uferbestockung aus standortgerechten Bäumen und Sträuchern (M3, Voranfrage).
- 4. Abgestufte, begrünte Treppe als Seezugang (M4, Voranfrage). Konventionelle Treppe als Seezugang (siehe Abbildung 1, oben).

Für Details Siehe Massnahmenkatalog in der Voranfrage (Referenz 1).

Ist-Zustand: Der Teilbereich A repräsentiert einen Flachwasserbereich, der nahe am Ufer (Wassertiefe 0 – 4.5 m) noch vereinzelt Steine (10-50 cm) aufweist. Mit zunehmender Tiefe wird der Bereich immer sandiger und weisst am Ende des Untersuchungstransektes (ab ca. 7.5 m) immer mehr die Eigenschaften von Seekreide auf. Im TBA kamen ab einer Wassertiefe von ca. 1.5 m und bis zum Ende der Transektlinien (~8 m Wassertiefe) Armleuchteralgen vor. Dabei handelte es sich um die Gegensätzliche Armleuchteralge (*Chara contraria*) und die Zerbrechliche Armleuchteralge (*Chara globularis*, Tabelle 1). Während die Armleuchteralgen zu Beginn nur vereinzelt auftraten, war die Bestandsdichte ab einer Tiefe von ca. 4 m einheitlich, dicht und deckten stets >75% der Litoralfläche ab. Die Armleuchteralgen waren insbesondere im Bereich von 4.5 - 7 m Wassertiefe häufig mit Grünalgen überzogen (30-80%).

Auf dem ca. 220 m langen Flachwasserstreifen im TBA wurden zwischen 1.7- 7.2 m Wassertiefe Grossmuscheln der Art *Anodonta anatina* (Flache Teichmuschel) gefunden (Abbildung 4, lila-gestrichelter Bereich). Allein innerhalb der 3 Transektaufnahmen (Abbildung 3 und 4) wurden bereits 17 Individuen dokumentiert. Auch beim Abschnorcheln des Teilbereiches am ersten Untersuchungstag wurden mehrere Individuen gesichtet. Die tatsächliche Anzahl im gesamten TBA dürfte deutlich höher als 17 Individuen sein. In der unmittelbaren Nähe der Badestelle bzw. im Uferbereich direkt beim Restaurant Lido, wurden keine Grossmuscheln gefunden. Ein anthropogener Einfluss durch Badi und Restaurant (z.B. Sonnencreme, Schnorchler, Schwimmer) ist wahrscheinlich. Für Details zur Untersuchung siehe Untersuchungsprotokoll im Anhang.

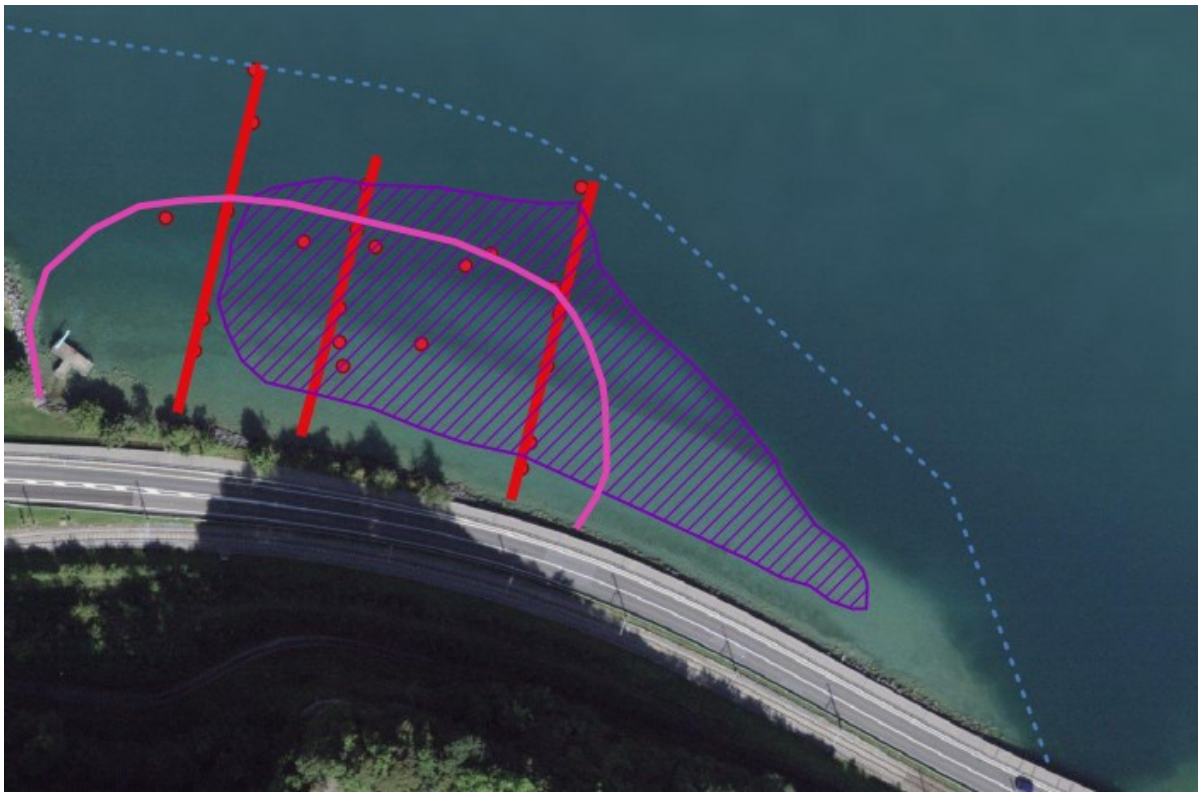


***Abbildung 4**:* Teilbereich A (TBA) östlich vom Restaurant Lido in Krattigen. In dem Flachwasserbereich wurde die Grossmuschel *Anodonta anatina* gefunden. Anhand der Befunde wird ihr vorkommen insbesondere für den lila- gestrichelten Bereiche angenommen.





***Abbildung 5**: Die gefährdete Flache Teichmuschel (Anodonta anatina) wurden im sandigen Flachwasserbereich des TBA (1.7 - 7.2 m Tiefe) regelmässig angetroffen. Fotos: K. Guthruf*

Beurteilung: Teilbereich A

- Im Teilbereich A existiert bereits eine Flachwasserzone.
- Die Flachwasserzone weist in der Nähe des Ufers, im Bereich der Badi und des Restaurants in Bezug auf das Substrat eine teilweise schlammige, flaumige Konsistenz (Kieselalgenüberzug) auf. Muscheln sind Liebhaber solchen Bewuchses auf Sand/Schlamm, den sie mit ihrem Fuss aufwirbeln und dann filtrieren. In etwas grösserer Entfernung zum Ufer sieht das Substrat sauberer (weniger von Kieselalgen überzogen) aus.
- *Anodonta anatina* ist eine gefährdete Art, die ab 1.7 m Wassertiefe vorgefunden wurde (Abbildung 4). Die Art wird durch die Massnahmen/ Bauarbeiten (insbesondere die Schüttungen) höchstwahrscheinlich gefährdet, weswegen von den Aufschüttungen abgeraten wird.
- Es könnten Schutzmassnahmen ausgearbeitet werden, z.B. Einsammeln der Muscheln, Umsiedeln / Hältern in tieferem/geschützten Bereichen und anschliessendes Wiederverteilen. Ein ähnliches Verfahren wurde schon verwendet, z.B. Inkwilersee, wo *Anadonata cygnea* (Schwanenmuschel) umgesiedelt wurde.
- Dennoch: Auch wenn die kurze Phase der Umsiedlung und Schüttung wohl gehandelt werden könnte, stellt aus gewässerökologischer Sicht wohl eher das Schüttungsmaterial ein Problem für die Muscheln dar. Meist wird bei Schüttungen Material mit anderen Korngrössen verwendet (I.R. grössere Korngrössen). Begründet wird dies meist damit, dass man verhindern möchte, dass der Wellenschlag die Schüttung zu schnell wieder abträgt. Aktuell gibt es im Flachwasserbereich (TBA) ein gewisses Gleichgewicht. Die Muscheln halten sich in Bereichen mit relativ feinem Sand/Schlamm auf. Der Wellenschlag ist bei dieser Wassertiefe wohl auch erst bei Starkwinden merkbar. Die Muscheln gehen normalerweise kaum tiefer als 8m.
- Es ist zu erwarten, dass sich die ufernahe Strömung im TBA durch die geplanten Schüttungen ändern wird. Ob dann das passende Feinsediment für die Muscheln vor Ort bleiben würde, müsste abgeklärt werden.
- Basierend auf den Ergebnissen der Untersuchungen stellt sich die Frage, ob eine weitere Abflachung im TBA überhaupt nötig ist, da der Bereich schon im Ist-Zustand relativ flach ist. Das Substrat in Ufernähe ist zwar in etwas schlechteren Zustand (flaumiger Überzug aus z.B. Kieselalgen), dies würde sich beim neu geschütteten Substrat vermutlich nach einer gewissen Zeit aber ebenfalls wieder einstellen.
- Der Badebereich und der Flachwasserbereich östl. vom Lido wird schon heute nicht von Grossmuscheln besiedelt. Es wird vermutet, dass dies mit den anthropogenen Einflüssen in diesem Bereich zusammenhängen könnte. Es bestehen Bedenken, dass die Neugestaltung des Badebereiches und der dadurch vereinfachte Zugang zum Wasser mehr Badende anziehen wird und daher die anthropogenen Einflüsse im Wasser eher noch zunehmen (z.B. Sonnencreme im Wasser, Schnorchler, Tauchen nach Muscheln). Es wäre daher möglich, dass, auch der negative Einfluss auf die Grossmuscheln zunehmen und dadurch die Population im TBA weiter zurückgedrängt würde.

Empfehlungen:

- Keine Schüttungen vornehmen, um die Population der Grossmuscheln nicht zu gefährden. Ein Flachwasserbereich ist bereits vorhanden.
- Falls trotzdem Schüttungen umgesetzt werden, sollten im Vor-/Baurojekt Vorkehrungen zum Schutz der Grossmuscheln formuliert werden und beim Schüttungsmaterial die gleichen Korngrössen wie im Ist-Zustand verwendet werden.

3.3 Teilbereich B (TBB; Abbildungen 2 und 6):

Geplante Massnahme:

1. Böschungselement zum Schutz der Infrastrukturanlagen vor Hochwasser und Wellengang und zur Überwindung der Höhendifferenz zwischen aquatischem und terrestrischem Bereich, mit wasserseitigem Landgewinn zur Etablierung eines auslaufenden Flachwasser- und Uferbereichs (M7, Voranfrage).
2. Kiesschüttung mit seeseitigem Wurzelstockriff zur Etablierung einer Flachwasserzone mit aquatischen Strukturelementen (siehe Abbildung 1, M10 in Voranfrage).

Für Details Siehe Massnahmenkatalog in der Voranfrage (Referenz 1).

Ist-Zustand: Der Teilbereich B besteht im Uferbereich bis auf eine Wassertiefe von 2 m aus felsigen Blöcken >50 cm und darauffolgend aus 10-50 cm grossen Steinen, welche auf sandigem Substrat (ca. 70%) aufliegen. Mit zunehmender Wassertiefe nimmt der Anteil grobkörnigen Substrates ab. Zwischen 2.2 m und 5 m Wassertiefe liegt dessen Anteil bereits nur noch bei 10 % (Grobkies 10-50 cm) und ab 5 m Tiefe nur noch bei 5 %. Der Anteil Sand liegt bei 90 % (2.2 – 5 m Wassertiefe), respektive 95 % (5 – 7.2 m Wassertiefe).

Im Teilbereich B kommt die Zerbrechliche Armleuchteralge (*C. globularis*) vor. Schon im Uferbereich beträgt ihr Anteil > 75%. In Wassertiefen ab ca. 5 m kommen zudem bis zu 2.8 m hohe einzelne Pflänzchen des Durchwachsenen Laichkrautes (*P. perfoliatus,* 0.2 %) vor. Das Kammförmige Laichkraut *P. pectinatus* wurde vereinzelnd in den Zwischenbereichen von TBA und TBB (ZW1, Spitz vor dem Lido, Abbildung 3) und zwischen TBB und TBC (ZW2, Abbildung 3) gesichtet. Im Zwischenbereich von TBA und TBB (ZW1, Abbildung 3), unmittelbar vor dem Restaurant Lido, wurde neben *P. pectinatus* auch die gebietsfremde und invasive kanadische Wasserpest gefunden (*E. canadiensis, siehe Abbildung 8*). Beide Arten waren zudem mit dichten Grünalgen überwachsen (Abbildung 8). Der Befund weist auf einen punktuellen, erhöhten Nährstoffeintrag hin. Ein kleineres Einleitrohr wurde im Uferbereich gesichtet, welches dafür verantwortlich sein könnte. Im Zwischenbereich ZW 2 der sich zwischen TBB und TBC befindet, wurde auch das Glänzende Laichkraut (*P. lucens*) lokal an einer Stelle (ca. 2 m Wassertiefe) und in geringer Dichte (0.1 %) vorgefunden.

Im TBB wurden keine Grossmuscheln gesichtet. Es wurden mehrere Exuvien eines Decapoden gesichtet, bei dem es sich mit grosser Wahrscheinlichkeit um den Kamberkrebs (*F. limosus*) handelt.

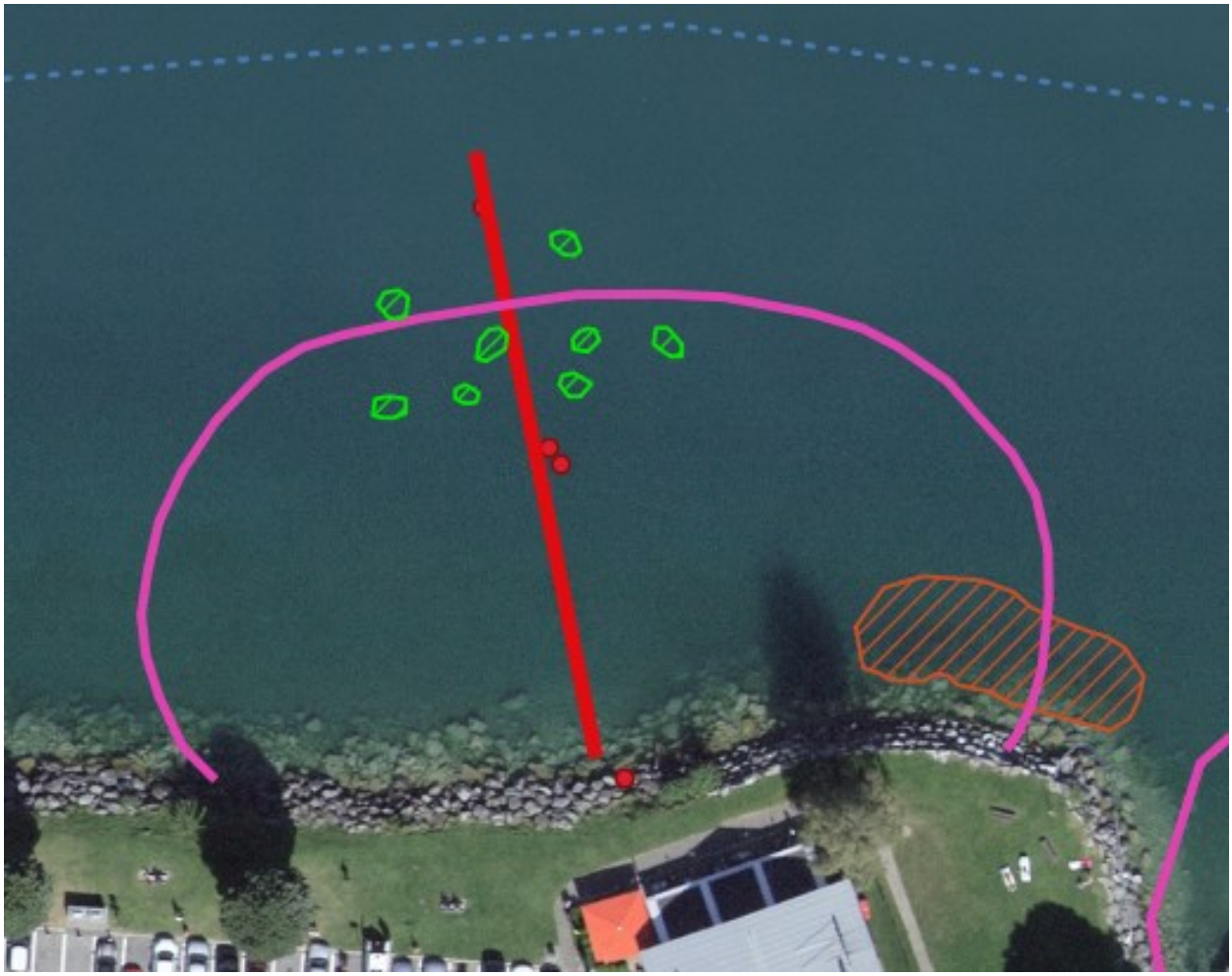


Abbildung 6: Teilbereich B (TBB, pinker Kreis, rote Linie= Tauchtransekt), unmittelbar vor dem Restaurant Lido in Krattigen. Im orange-gestrichelte Bereich wurde die gebietsfremde Art *Elodea canadiensis* sowie eine hohe Dichte fädiger Grünalgen vorgefunden, welche auf einen lokalen Nährstoffeintrag hinweisen. Auch kam vereinzelt und locker verteilt (ca. 0.2%) *P.perfoliatus* vor (hellgrün, grobe Verteilung).





Abbildung 7: *Potamogeton perfoliatus (links und rechts) und C. globularis (rechts) im Teilbereich B und im Zwischenbereich ZW 2, zwischen TBC und TBB, , zwischen Steg und Parkplatz des Restaurant Lido. Fotos C. v. Kürthy und K. Guthruf*



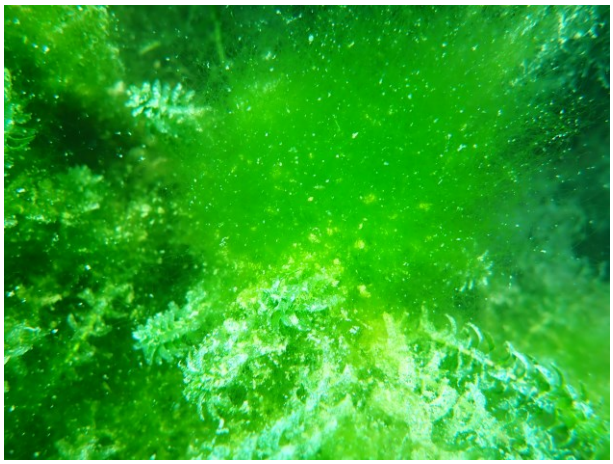


Abbildung 8: Armleuchteralgen und Krebs-Exuvie (links) im Teilbereich B und *Elodea canadiensis* und Grünalgen (rechts) zwischen TBA und TBB (Zwischenbereich 1), direkt vor dem Lido. Fotos: C. v. Kürthy

Beurteilung:

- Im Teilbereich TBB kommen keine gefährdeten Wasserpflanzenarten vor.
- Es wurden keine gefährdeten Grossmuschelarten gesichtet. Die geplanten Massnahmen erscheinen aus gewässerökologischer Sicht eher unbedenklich.

3.4 Teilbereich C (TBC; Abbildungen 2, 3 und 9)

Geplante Massnahme:

1. Aufwertung Flachwasserzone mittels Kiesschüttung zur Etablierung eines flach auslaufenden Uferbereichs (M1, Voranfrage).
2. Wurzelstöcke und Raubäume als aquatische Strukturelemente (M2, Voranfrage).
3. Strukturelement aus Buhnen und Buchten (M13, Voranfrage).
4. Uferbestockung aus standortgerechten Bäumen und Sträuchern (M3, Voranfrage).

Für Details Siehe Massnahmenkatalog in der Voranfrage (Referenz 1).

Ist-Zustand:

Der Teilbereich TBC beginnt mit einem Flachwasserbereich, in dem in Ufernähe teilweise Blöcke (50cm) und Steine (10-50cm) vorkommen. Zwischen den beiden in Abbildung 3 angezeigten Transektlinien (rote Linien, TBC, Abbildung 3 und 9) ist der Anteil an Sand schon ab einer Wassertiefe von 1.8 m schnell bei >80 %. An einigen Stellen (östl. Transektlinie) weist das Substrat an der Oberfläche kleinere Eisen-

Sulifidspuren auf, die möglicherweise von den Aktivitäten im Bereich des Anlegerstegs herrühren. Am Rand der westlich gelegenen Transektlinie geht es plötzlich und steil in die Tiefe.

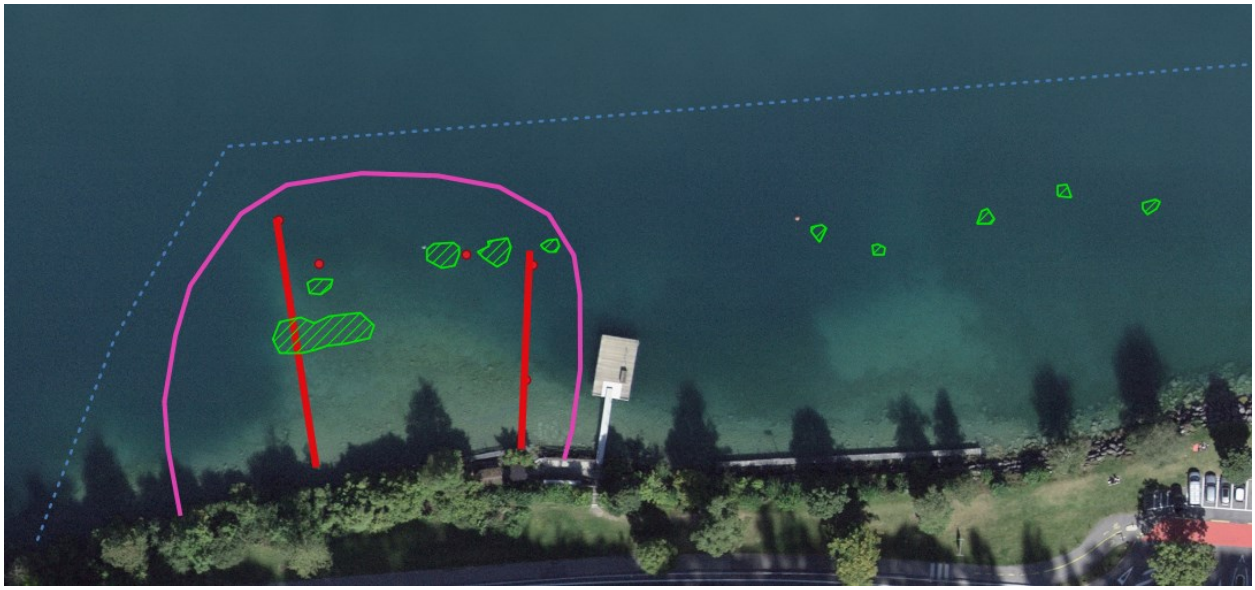


Abbildung 9: Teilbereich C (TBC, pinker Kreis) im westlichen Bereich des Projektperimeters, links vom Anlegesteg. Es wurden auf den beiden Transektlinien und beim flächigen Abschnorcheln des Bereiches keine Grossmuscheln oder gefährdete Wasserpflanzen in diesem Flachwassbereich gefunden, der am westlichen Rand in die Tiefe abfällt. Es kamen jedoch ab einer Wassertiefe von ca. 1.2m (TBC, TL2, links, 2% Deckung), bzw. 4.3m (TBC, TL1, rechts, 0.2% Deckung) *P. perfliatus* (hellgrüne Flächen) vor. Dies trifft auch auf den Zwischenbereich ZW2 zu (hellgrüne Flächen).

Schon im ufernahen Bereich von TBC kommen vereinzelt Armleuchteralgen vor (*C. globularis*, ca. 5%). Diese sind insbesondere im Bereich des Anlegesteges mit einem pelzigen, gelb-braunen Flaum überzogen. Die Armleuchteralgen nehmen mit wachsender Tiefe zu und bedecken ab einer Tiefe von ca. 2 m bereits rund 70% des Substrates. Ab >4 m kommt das Durchwachsene Laichkraut (*P. perfoliatus*) locker verteilt vor (0.2 %) sowie immer wieder vereinzelt auch das Kammförmige Laichkraut *(P. pectinatus).* Beide Arten sind nicht gefährdet (Tabelle 1).

Im TBC fanden sich keine Grossmuscheln. Es wurde lediglich vereinzelt die invasive und gebietsfremde Wandermuschel (*D. polymorpha)* gesichtet. Insbesondere im Bereich des Anlegersteges (ZW 2, Abbildung 3) wurden auch diverse Fische gesichtet (Egli), sowie einzelne Exuvien des Kamberkrebses (*F. limosus*).

Beurteilung:

Es besteht bereits ein kleiner Flachwasserbereich im TBC, weswegen für eine Schüttung wohl eher wenig Material benötigt würde. Hieraus ergibt sich aber ggf. auch die Frage nach der Notwendigkeit der Schüttung und dem ökologischen Mehrwert.

- Es wurden keine gefährdeten Grossmuschelarten oder Wasserpflanzenarten gesichtet, weswegen die geplanten Massnahmen aus gewässerökologischer Sicht tendenziell eher unbedenklich erscheinen.

- Die Massnahmen (Schüttungen und Strukturelle Aufwertungen) sollten in einer Vorstudie detaillierter diskutiert und ausgearbeitet werden und die tatsächlichen Massnahmen und damit der ökologische Mehrwert klar aufgezeigt werden.

3.5 Fazit zu den einzelnen Teilbereichen:

TBA: Schüttungen werden im TBA aus gewässerökologischer Sicht nicht empfohlen. Kleinräumige strukturelle Aufwertungsmassnahmen (Wurzelstöcke, Raubäume, Treppe am Ufer) würden jedoch gesamthaft potenziell einen Mehrwert für Mensch und Natur generieren und sind weiter zu diskutieren (Vorprojekt).

TBB und TBC: Aus gewässerökologischer Sicht bestehen keine Einwände für die genannten Massnahmen im TBB. Der ökologische Mehrwert und die Art der Massnahmen sollte jedoch in einem Vorprojekt/Bauprojekt konkreter aufgezeigt werden um diese auch als ökologisch wertvoll einstufen zu können / rechtfertigen zu können. Momentan gibt es hierzu noch keine detaillierten Angaben.

Empfehlung: Falls es nach der Ausarbeitung des Projektes zu einer Umsetzung der baulichen Massnahmen kommt, werden für die Umsetzung aus gewässerökologischer Sicht die Wintermonate empfohlen, da in diesem Zeitraum insbesondere die hochwachsenden Wasserpflanzen in sich zusammenfallen.

4. Referenzen

1. Uferaufwertung und Parkplatzerweiterung Lido Krattigen. KURZBERICHT VORANFRAGE 01.06.2021 Einwohnergemeinde Krattigen (Kissling + Zbinden AG, Spiez; Moeri & Partner AG, Bern; Hollinger AG, Thun)

5. Anhang

5.1 GPS-Koordinaten – Gewässerökologische Untersuchung, Lido Krattigen. Zusätzliche Grapin-Beprobungen wurden nicht per GPS eingemessen (ergänzt: 07.12.23)

Standort	GPS NR.	Teilbereich:	Beprobung:	Punkt auf TL:	X_CH	Y_CH
Ufer / Lido	609	TBA	grappin	x	x	x
Ufer / Lido	610	TBA	grappin	x	2622615	1168174
Ufer / Lido	611	TBA	grappin	x	2622587	1168179
Ufer / Lido	686	TBA	TL1	0	2622679	1168182
Ufer / Lido	N	TBA	TL1	0	2622662.8	168116.9
Ufer / Lido	N	TBA	TL1	Start TP1	2622678	168186.19
Ufer / Lido	687	TBA	TL1	TP1	2622679	1168186
Ufer / Lido	688	TBA	TL1	TP2	2622673	1168164
Ufer / Lido	689	TBA	TL1	TP3	2622674	1168158
Ufer / Lido	690	TBA	TL1	TP4	2622671	1168147
Ufer / Lido	691	TBA	TL1	TP5	2622667	1168129
Ufer / Lido	692	TBA	TL1	TP6	2622666	1168124
Ufer / Lido	693	TBA	TL2	TP1	2622631	1168187
Ufer / Lido	geo	TBA	TL2	0_Tpmid	2622621	1168134
Ufer / Lido	geo	TBA	TL2	0	2622616	168132
Ufer / Lido	geo	TBA	TL2	Tp1	2622637	1168190
Ufer / Lido	694	TBA	TL2	TP2	2622629	1168177
Ufer / Lido	695	TBA	TL2	TP3	2622625	1168159
Ufer / Lido	696	TBA	TL2	Tp4	2622625	1168152
Ufer / Lido	697	TBA	TL2	TP5	2622626	1168147
Ufer / Lido	698	TBA	TL3	Start TP1	2622606	1168212
Ufer / Lido	N	TBA	TL3	kurz vor Ufer	2622591.59	1168141
Ufer / Lido	N	TBA	TL3	kurz vor Ufer	2622606	1168213
Ufer / Lido	N	TBA	TL3	kurz vor Ufer	2622616	1168132
Ufer / Lido	699	TBA	TL3	TP2	2622606	1168201
Ufer / Lido	700	TBA	TL3	TP3	2622600	1168181
Ufer / Lido	701	TBA	TL3	TP4	32622601	1168162
Ufer / Lido	702	TBA	TL3	TP5	2622595	1168157
Ufer / Lido	703	TBA	TL3	TP6	2622593	1168150
Ufer / Lido	704	TBA	grappin	x	2622659	1168172
Ufer / Lido	705	TBC	grapping	x	2622338	1168192
Ufer / Lido	706	TBC	grappin	x	2622314	1168190
Ufer / Lido	707	TBA	grappin	x	2622643	1168152
Ufer / Lido	708	TBA	grappin	x	2622653	1168169
Ufer / Lido	709	TBA	grappin	x	2622633	1168173
Ufer / Lido	710	TBA	grappin	x	2622617	1168174
Ufer / Lido	711	TBA	grappin	x	2622586	1168180
Ufer / Lido	712	TBB	TL1	P1	2622502	1168212
Ufer / Lido	713	TBB	TL1	P2	2622508	1168193
Ufer / Lido	714	TBB	TL1	P3	2622509	1168192
Ufer / Lido	715	TBB	TL1	Ende/Ufer	2622514	1168167
Ufer / Lido	N	TBB		kurz vor Ufer	2622513.76	1168166.67
Ufer / Lido	N	TBB		Start	2622502.34	1168212.32
Ufer / Lido	716	TBC	TL1	P1	2622349	1168190
Ufer / Lido	N	TBC		Ufer/Steg	2622347	1168161
Ufer / Lido	N	TBC		Start	2622349.05	1168189.96
Ufer / Lido	717	TBC	TL1	P2	2622348	1168171
Ufer / Lido	GPS 2	TBC	TL1	P3	x	x
Ufer / Lido	718	TBC	TL2	P1	2622307	1168197
Ufer / Lido	N	TBC	TL2	Aussen Ufer	2622312	1168159
Ufer / Lido	N	TBC	TL2	P2 Nähe Kante	2622307.31	1168197.36
Ufer / Lido	GPS2	TBC	TL2	P2	2622308	1168192
Ufer / Lido	719	TBC	TL2	P3	2622209	1168177
Ufer / Lido	720	TBC	TL2	P4	2622311	1168165
Ufer / Lido	721	TBC	TL2	P5	2622311	1168163

5.2 Feldprotokolle – Gewässerökologische Unteruchungen, Lido Krattigen

Gemeinde_Name	Krattigen	BearbeiterIn	C.v.Kürthy / UNA	Witterung Probentag	sonnig
Projekt:	3085_Lido Krattigen	Datum	11.08.2023	Witterung Vortag	sonnig
Gewässer	Thunersee	Teilbereich/Transek	TBA/TL1 Unterwasser	Bemerkungen	

Abschnitt Mess-	Tiefe (m)	Gesamt-dichte	Art	Art	Art	Art	Art	Art	Parameter ÄA	Typ	kla-sse	Hilfsparameter Häufigkeitsstufe (1-5)		Untergrund	%
Nr. 687	7	<1% = 0	Chara contraria	Chara globularis					Schlamm	-		Zannichellia palustris		Fels, Blöcke > 50 cm	
		1-10% = 0.5							Fe-sulfid	2	a	fädige Grünalgen	80	Steine 10-50 cm	
		11-25% = 1							Feststoffe	-		rote Chiro./ Tubifex		Grobkies2-10 cm	
Nr. 688	4.3	26-50% = 2							Het. Bew.	-		Asseln / weitere Destruenten		Feinkies 0.2-2 cm	
		51-75% = 3	80	20	%	%	%	%	-			**Weiteres:**		Sand 1-2 mm	50
		> 75%= 4	Art	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	Algen GR/BL (1-5)	-				Seekreide	50
		Bemerkungen:							mec. hydr. Beeint.	-				Schlamm	
Nr. 688	4.3	<1% = 0		Chara globularis					Schlamm	-		Zannichellia palustris	-	Fels, Blöcke > 50 cm	
		1-10% = 0.5							Fe-sulfid	-		fädige Grünalgen	30	Steine 10-50 cm	10
		11-25% = 1							Feststoffe	-		rote Chiro./ Tubifex	-	Grobkies2-10 cm	
Nr.689	3.5	26-50% = 2							Het. Bew.	-		Asseln / weitere Destruenten	-	Feinkies 0.2-2 cm	
		51-75% = 3	%	60	%	%	%	%	Abfälle			**Weiteres:**		Sand 1-2 mm	80
		> 75%= 4	A B C D	C	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	Algen GR/BL (1-5)	-				Seekreide	10
		Bemerkungen: 1 Anodonta anatina / Dreissena polymorphy							mec. hydr. Beeint.	-				Schlamm	
Nr. 689	3.5	<1% = 0		Chara globularis	Potamo. Pectinatus				Schlamm	-		Zannichellia palustris	-	Fels, Blöcke > 50 cm	
		1-10% = 0.5							Fe-sulfid	-		fädige Grünalgen	-	Steine 10-50 cm	
		11-25% = 1							Feststoffe	-		rote Chiro./ Tubifex	-	Grobkies2-10 cm	
Nr. 690	2.7	**26-50% = 2**							Het. Bew.	-		Asseln / weitere Destruenten	-	Feinkies 0.2-2 cm	
		51-75% = 3	%	80	0.1	%	%	%	Abfälle			**Weiteres:**		Sand 1-2 mm	100
		> 75%= 4	A B C D	C	B	A B C D	A B C D	A B C D	Algen GR/BL (1-5)	-				Seekreide	
		Bemerkungen: 3 Anodonta anatina							mec. hydr. Beeint.	-				Schlamm	
Nr. 690	2.7	**<1% = 0**		Chara globularis					Schlamm	-		Zannichellia palustris	-	Fels, Blöcke > 50 cm	
		1-10% = 0.5							Fe-sulfid	-		fädige Grünalgen	-	Steine 10-50 cm	
		11-25% = 1							Feststoffe	-		rote Chiro./ Tubifex	-	Grobkies2-10 cm	
Nr. 691	1.7	26-50% = 2							Het. Bew.	-		Asseln / weitere Destruenten	-	Feinkies 0.2-2 cm	
		51-75% = 3	%	0.10%	%	%	%	%	Abfälle			**Weiteres:**		Sand 1-2 mm	100
		> 75%= 4	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	Algen GR/BL (1-5)					Seekreide	
		Bemerkungen: 1 Anodonta anatina							mec. hydr. Beeint.					Schlamm	
Nr. 691	1.7	<1% = 0		Chara (globulari)					Schlamm	-		Zannichellia palustris	-	Fels, Blöcke > 50 cm	
		1-10% = 0.5							Fe-sulfid	-		fädige Grünalgen	-	Steine 10-50 cm	10
		11-25% = 1							Feststoffe	-		rote Chiro./ Tubifex	-	Grobkies2-10 cm	
Nr.692	0	26-50% = 2							Het. Bew.	-		Asseln / weitere Destruenten	-	Feinkies 0.2-2 cm	
		51-75% = 3	%	12	%	%	%	%	Abfälle			**Weiteres:**		Sand 1-2 mm	90
		> 75%= 4	A B C D	C	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	Algen GR/BL (1-5)	-				Seekreide	
		Bemerkungen: 1 Anodonta anatina							mec. hydr. Beeint.	-				Schlamm	

Gemeinde_Name	Krattige	BearbeiterIn	C.v.Kürthy / UNA	Witterung Probentag	sonnig
Projekt:	3085_Lido Krattigen	Datum	11.08.2023	Witterung Vortag	sonnig
Gewässer	Thunersee	Teilbereich/Transek	TBA_TL2	Bemerkungen	

Abschnitt Mess-	Tiefe (m)	Gesamt-dichte	Art	Art	Art	Art	Art	Art	Parameter ÄA	Typ	kla-sse	Hilfsparameter Häufigkeitsstufe (1-5)		Untergrund	%
Nr.693	5.4	<1% = 0		Chara globularis					Schlamm	-		Zannichellia palustris	-	Fels, Blöcke > 50 cm	-
		1-10% = 0.5							Fe-sulfid	-		fädige Grünalgen	30	Steine 10-50 cm	-
		11-25% = 1							Feststoffe	-		rote Chiro./ Tubifex	-	Grobkies2-10 cm	-
Nr.694	4.3	26-50% = 2							Het. Bew .	-		Asseln / weitere Destruenten	-	Feinkies 0.2-2 cm	-
		51-75% = 3	%	80	%	%	%	%	Abfälle			**Weiteres:**		Sand 1-2 mm	80
		> 75%= 4	A B C D	A	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	Algen GR/BL (1-5	-				Seekreide	20
		Bemerkungen: 5 Anodonta anatina							mec. hydr. Beeint	-				Schlamm	-
Nr.694	4.3	<1% = 0		Chara globularis					Schlamm	-		Zannichellia palustris	-	Fels, Blöcke > 50 cm	-
		1-10% = 0.5							Fe-sulfid	-		fädige Grünalgen	-	Steine 10-50 cm	-
		11-25% = 1							Feststoffe	-		rote Chiro./ Tubifex	-	Grobkies2-10 cm	-
Nr.695	3.2	26-50% = 2							Het. Bew .	-		Asseln / weitere Destruenten	-	Feinkies 0.2-2 cm	-
		51-75% = 3	%	90	%	%	%	%	Algen GR/BL (1-5)			**Weiteres:**		Sand 1-2 mm	100
		> 75%= 4	A B C D	A	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	Algen GR/BL (1-5	-				Seekreide	-
		Bemerkungen: 2 Anodonta anatina							mec. hydr. Beeint.					Schlamm	
Nr.695	3.2	<1% = 0	Chara contraria	Chara globularis					Schlamm	-		Zannichellia palustris	-	Fels, Blöcke > 50 cm	2
		1-10% = 0.5							Fe-sulfid	-		fädige Grünalgen	-	Steine 10-50 cm	3
		11-25% = 1							Feststoffe	-		rote Chiro./ Tubifex	-	Grobkies2-10 cm	-
Nr. 696	2.6	26-50% = 2							Het. Bew .	-		Asseln / weitere Destruenten	-	Feinkies 0.2-2 cm	-
		51-75% = 3	40	60	%	%	%	%	Abfälle			**Weiteres:**		Sand 1-2 mm	95
		> 75%= 4	C	C	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	Algen GR/BL (1-5	-				Seekreide	-
		Bemerkungen: 2 Anodonta anatina							mec. hydr. Beeint	-				Schlamm	-
Nr. 696	2.6	<1% = 0	Chara contraria	Chara globularis	Potamo. Pectinatus				Schlamm	-		Zannichellia palustris	-	Fels, Blöcke > 50 cm	-
		1-10% = 0.5							Fe-sulfid	-		fädige Grünalgen	-	Steine 10-50 cm	1
		11-25% = 1							Feststoffe	-		rote Chiro./ Tubifex	-	Grobkies2-10 cm	-
Nr. 697	2.1	26-50% = 2							Het. Bew .	-		Asseln / weitere Destruenten	-	Feinkies 0.2-2 cm	-
		51-75% = 3	49.9	50	0.1	%	%	%	Abfälle			**Weiteres:**		Sand 1-2 mm	99
		> 75%= 4	C	C	B	A B C D	A B C D	A B C D	Algen GR/BL (1-5)					Seekreide	-
		Bemerkungen: 0							mec. hydr. Beeint.					Schlamm	-
Nr. 697	2.1	<1% = 0	Chara contraria		Potamo. Pectinatus				Schlamm	-		Zannichellia palustris	-	Fels, Blöcke > 50 cm	2
		1-10% = 0.5							Fe-sulfid	-		fädige Grünalgen	-	Steine 10-50 cm	5
		11-25% = 1							Feststoffe	-		rote Chiro./ Tubifex	-	Grobkies2-10 cm	-
Ufer	0	26-50% = 2							Het. Bew .			Asseln / weitere Destruenten	-	Feinkies 0.2-2 cm	-
		51-75% = 3	4	%	0.1	%	%	%	Abfälle			**Weiteres:**		Sand 1-2 mm	90
		> 75%= 4	C	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	Algen GR/BL (1-5	-				Seekreide	-
		Bemerkungen: 1 Anodonta anatina							mec. hydr. Beeint	-				Schlamm	-

Gemeinde_Name	Krattige	BearbeiterIn	C.v.Kürthy / UNA	Witterung Probentag	sonnig
Projekt:	3085_Lido Krattigen	Datum	11.08.2023	Witterung Vortag	sonnig
Gewässer	Thunersee	Teilbereich/Transek	TBA_TL3	Bemerkungen	

Abschnitt Mess-	Tiefe (m)	Gesamt-dichte	Art	Art	Art	Art	Art	Art	Parameter ÄA	Typ	kla-sse	Hilfsparameter Häufigkeitsstufe (1-5)		Untergrund	%
Nr.698	8	<1% = 0							Schlamm	-		Zannichellia palustris	-	Fels, Blöcke > 50 cm	-
		1-10% = 0.		Chara globularis					Fe-sulfid	-		fädige Grünalgen	10	Steine 10-50 cm	-
		11-25% = 1							Feststoffe	-		rote Chiro./ Tubifex	-	Grobkies2-10 cr	-
Nr. 699	7.2	26-50% = 2							Het. Bew.	-		Asseln / weitere Destruenten	-	Feinkies 0.2-2 c	-
		51-75% = 3	%	75	%	%	%	%	Abfälle			**Weiteres:**		Sand 1-2 mm	90
		> 75%= 4	A B C D	B	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	Algen GR/BL (1-5	-				Seekreide	10
		Bemerkungen: Braunalgen/Goldalgen/Flaumig AA=0							mec. hydr. Beeint	-				Schlamm	-
Nr. 699	7.2	<1% = 0							Schlamm	-		Zannichellia palustris	-	Fels, Blöcke > 50 cm	-
		1-10% = 0.	Chara sp.	Chara globularis					Fe-sulfid	-		fädige Grünalgen	-	Steine 10-50 cm	5
		11-25% = 1							Feststoffe	-		rote Chiro./ Tubifex	-	Grobkies2-10 cr	-
Nr. 700	4.4	26-50% = 2							Het. Bew.	-		Asseln / weitere Destruenten	-	Feinkies 0.2-2 c	-
		51-75% = 3	50	50	%	%	%	%	Algen GR/BL (1-5)			**Weiteres:**		Sand 1-2 mm	95
		> 75%= 4	C	C	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	Algen GR/BL (1-5	-				Seekreide	-
		Bemerkungen: 2 Anodonta anatina							mec. hydr. Beeint.					Schlamm	
Nr. 700	4.4	<1% = 0							Schlamm	-		Zannichellia palustris	-	Fels, Blöcke > 50 cm	-
		1-10% = 0.	Chara contraria	Chara globularis					Fe-sulfid	-		fädige Grünalgen	5	Steine 10-50 cm	2
		11-25% = 1							Feststoffe	-		rote Chiro./ Tubifex	-	Grobkies2-10 cr	-
Nr.701	1.9	26-50% = 2							Het. Bew.	-		Asseln / weitere Destruenten	-	Feinkies 0.2-2 c	-
		51-75% = 3	50	50	%	%	%	%	Abfälle			**Weiteres:**		Sand 1-2 mm	98
		> 75%= 4	C	C	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	Algen GR/BL (1-5	-				Seekreide	-
		Bemerkungen: Flaumig, Überzug; Nähe Einstieg Badi / Restaurant							mec. hydr. Beeint	-				Schlamm	-
Nr. 701	1.9	<1% = 0							Schlamm	-		Zannichellia palustris	-	Fels, Blöcke > 50 cm	-
		1-10% = 0.	Chara contraria	Chara globularis	Potamo. Pectinatus				Fe-sulfid	-		fädige Grünalgen	-	Steine 10-50 cm	1
		11-25% = 1							Feststoffe	-		rote Chiro./ Tubifex	-	Grobkies2-10 cr	-
Nr. 701	1.6	26-50% = 2							Het. Bew.	-		Asseln / weitere Destruenten	-	Feinkies 0.2-2 c	-
		51-75% = 3	20	50	3	%	%	%	Abfälle			**Weiteres:**		Sand 1-2 mm	99
		> 75%= 4	C	C	B	A B C D	A B C D	A B C D	Algen GR/BL (1-5)					Seekreide	-
		Bemerkungen: Flaumig, Goldalgen, Nähe Badi & Resti							mec. hydr. Beeint.					Schlamm	-
Nr.702	1.6	<1% = 0							Schlamm	-		Zannichellia palustris	-	Fels, Blöcke > 50 cm	5
		1-10% = 0.	Chara contraria	Chara globularis	Potamo. Pectinatus				Fe-sulfid	-		fädige Grünalgen	-	Steine 10-50 cm	5
		11-25% = 1							Feststoffe	-		rote Chiro./ Tubifex	-	Grobkies2-10 cr	-
Nr. 703	0	26-50% = 2							Het. Bew.			Asseln / weitere Destruenten	-	Feinkies 0.2-2 c	-
		51-75% = 3	12	5	0.1	%	%	%	Abfälle			**Weiteres:**		Sand 1-2 mm	90
		> 75%= 4	C	C	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	Algen GR/BL (1-5	-				Seekreide	-
		Bemerkungen: Dreckiges substrat / Flaum/Badi/Resti							mec. hydr. Beeint	-				Schlamm	-
Nr. 703	1.6	**<1% = 0**							Schlamm	-		Zannichellia palustris	-	Fels, Blöcke > 50 cm	5
		1-10% = 0.							Fe-sulfid	-		fädige Grünalgen	-	Steine 10-50 cm	5
		11-25% = 1							Feststoffe	-		rote Chiro./ Tubifex	-	Grobkies2-10 cr	-
Ufer	0	26-50% = 2							Het. Bew.			Asseln / weitere Destruenten	-	Feinkies 0.2-2 c	-
		51-75% = 3				%	%	%	Abfälle			**Weiteres:**		Sand 1-2 mm	90
		> 75%= 4	C	C	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	Algen GR/BL (1-5	-				Seekreide	-
		Bemerkungen: Dreckiges substrat / Flaum/Badi/Resti							mec. hydr. Beeint	-				Schlamm	-

Gemeinde_Name	Krattige	BearbeiterIn	C.v.Kürthy / UNA	Witterung Probentag	sonnig
Projekt:	3085_Lido Krattigen	Datum	11.08.2023	Witterung Vortag	sonnig
Gewässer	Thunersee	Teilbereich/Transek	TBB_TL1	Bemerkungen	

Abschnitt Mess-	Tiefe (m)	Gesamt-dichte	Art	Art	Art	Art	Art	Art	Parameter ÄA	Typ	kla-sse	Hilfsparameter Häufigkeitsstufe (1-5)		Untergrund	%
Nr. 712	7.2	<1% = 0		Chara globularis	Potamo. Perf.				Schlamm	-		Zannichellia palustris	-	Fels, Blöcke > 50 cm	-
		1-10% = 0.							Fe-sulfid	-		fädige Grünalgen	60	Steine 10-50 cm	5
		11-25% = 1							Feststoffe	-		rote Chiro./ Tubifex	-	Grobkies2-10 cr	-
Nr 713	5	26-50% = 2							Het. Bew .	-		Asseln / weitere Destruenten	-	Feinkies 0.2-2 c	-
		51-75% = 3		90	0.2	%	%	%	Abfälle			**Weiteres:**		Sand 1-2 mm	95
		> 75%= 4	A B C D	B	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	Algen GR/BL (1-5	-				Seekreide	
		Bemerkungen:							mec. hydr. Beeint	-				Schlamm	-
Nr. 713	5	<1% = 0		Chara globularis		Pot. Pectinatus			Schlamm	-		Zannichellia palustris	-	Fels, Blöcke > 50 cm	-
		1-10% = 0.							Fe-sulfid	3	u	fädige Grünalgen	90	Steine 10-50 cm	10
		11-25% = 1							Feststoffe	-		rote Chiro./ Tubifex	-	Grobkies2-10 cr	-
Nr. 714	2.2	26-50% = 2							Het. Bew .	-		Asseln / weitere Destruenten	-	Feinkies 0.2-2 c	-
		51-75% = 3		90	%	0.2	%	%	Algen GR/BL (1-5)			**Weiteres:**		Sand 1-2 mm	90
		> 75%= 4	A B C D	B	A B C D	B	A B C D	A B C D	Algen GR/BL (1-5	-		EL bei Resti		Seekreide	-
		Bemerkungen: vereinzelt Dreissena polymorpha;Exhuvie							mec. hydr. Beeint.			Nährstoffreich		Schlamm	
Nr. 714	2	<1% = 0		Chara globularis					Schlamm	-		Zannichellia palustris	-	Fels, Blöcke > 50 cm	10
		1-10% = 0.							Fe-sulfid	1	-	fädige Grünalgen	-	Steine 10-50 cm	20
		11-25% = 1							Feststoffe	-		rote Chiro./ Tubifex	-	Grobkies2-10 cr	-
Nr.715	Ufer	26-50% = 2							Het. Bew .	-		Asseln / weitere Destruenten	-	Feinkies 0.2-2 c	-
		51-75% = 3		80	%	%	%	%	Abfälle			**Weiteres:**		Sand 1-2 mm	70
		> 75%= 4	A B C D	B	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	Algen GR/BL (1-5	-				Seekreide	-
		Bemerkungen: Am Spitz und direkIt vor Resti E. canadiensis und P. pectinatus, aber nicht auf TL. In Nähe von Steg P. lucens und P. perfoliatus mittig und in Richtung Steg.							mec. hydr. Beeint	-				Schlamm	-

Gemeinde_Name	Krattige	BearbeiterIn	C.v.Kürthy / UNA	Witterung Probentag	sonnig
Projekt:	3085_Lido Krattigen	Datum	11.08.2023	Witterung Vortag	sonnig
Gewässer	Thunersee	Teilbereich/Transek	TBC_TL1	Bemerkungen	

Abschnitt Mess-	Tiefe (m)	Gesamt-dichte	Art	Art	Art	Art	Art	Art	Parameter ÄA	Typ	klasse	Hilfsparameter Häufigkeitsstufe (1-5)		Untergrund	%
	7.2	<1% = 0		Chara globularis	Pot. Perfoliatus				Schlamm	-		Zannichellia palustris	-	Fels, Blöcke > 50 cm	-
		1-10% = 0.							Fe-sulfid	2	u	fädige Grünalgen	-	Steine 10-50 cm	-
		11-25% = 1							Feststoffe	-		rote Chiro./ Tubifex	-	Grobkies2-10 cr	-
	4.3	26-50% = 2							Het. Bew.	-		Asseln / weitere Destruenten	-	Feinkies 0.2-2 cr	-
		51-75% = 3	%	90	0.2	%	%	%	Abfälle			**Weiteres:**		Sand 1-2 mm	100
		> 75%= 4	A B C D	C	B	A B C D	A B C D	A B C D	Algen GR/BL (1-5	-				Seekreide	
		Bemerkungen:							mec. hydr. Beeint	-				Schlamm	-
	4.3	<1% = 0		Chara globularis					Schlamm	-		Zannichellia palustris	-	Fels, Blöcke > 50 cm	5
		1-10% = 0.							Fe-sulfid	2	u/a	fädige Grünalgen	2	Steine 10-50 cm	5
		11-25% = 1							Feststoffe	-		rote Chiro./ Tubifex	-	Grobkies2-10 cr	-
	fehlt	26-50% = 2							Het. Bew.	-		Asseln / weitere Destruenten	-	Feinkies 0.2-2 cr	-
		51-75% = 3		70	%	%	%	%	Algen GR/BL (1-5)			**Weiteres:**		Sand 1-2 mm	90
		> 75%= 4	A B C D	C	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	Algen GR/BL (1-5	-				Seekreide	-
		einzelne Dreissena							mec. hydr. Beeint.					Schlamm	
	fehlt	<1% = 0		Chara globularis					Schlamm	-		Zannichellia palustris	-	Fels, Blöcke > 50 cm	6
		1-10% = 0.							Fe-sulfid	-		fädige Grünalgen	-	Steine 10-50 cm	9
		11-25% = 1							Feststoffe	-		rote Chiro./ Tubifex	-	Grobkies2-10 cr	-
	Ufer/ kl. Steg	26-50% = 2							Het. Bew.	-		Asseln / weitere Destruenten	-	Feinkies 0.2-2 cr	-
		51-75% = 3		50	%	%	%	%	Abfälle			**Weiteres:**		Sand 1-2 mm	85
		> 75%= 4	A B C D	C	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	Algen GR/BL (1-5	-				Seekreide	-
		Bemerkungen: einzelne Dreissen							mec. hydr. Beeint	-				Schlamm	-

Gemeinde_Name	Krattige	BearbeiterIn	C.v.Kürthy / UNA	Witterung Probentag	sonnig
Projekt:	3085_Lido Krattigen	Datum	11.08.2023	Witterung Vortag	sonnig
Gewässer	Thunersee	Teilbereich/Transek	TBC_TL2	Bemerkungen	

Abschnitt Mess-	Tiefe (m)	Gesamt-dichte	Art	Art	Art	Art	Art	Art	Parameter ÄA	Typ	kla-sse	Hilfsparameter Häufigkeitsstufe (1-5)		Untergrund	%
718	6.9	<1% = 0		Chara globularis					Schlamm	-		Zannichellia palustris	-	Fels, Blöcke > 50 cm	-
		1-10% = 0.5							Fe-sulfid	2	a	fädige Grünalgen	-	Steine 10-50 cm	-
		11-25% = 1							Feststoffe	-		rote Chiro./ Tubifex	-	Grobkies2-10 cr	10
fehlt	3.2	26-50% = 2							Het. Bew .	-		Asseln / weitere Destruenten	-	Feinkies 0.2-2 c	-
		51-75% = 3	%	100	%	%	%	%	Abfälle			**Weiteres:**		Sand 1-2 mm	90
		> 75%= 4	A B C D	B	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	Algen GR/BL (1-5	-				Seekreide	
		Bemerkungen: einzelne Dreissena. Zwischen TBB und TBC gabe es Pot. Lucens							mec. hydr. Beeint	-				Schlamm	-
fehlt	3.2	<1% = 0		Chara globularis	Potamo. Perfoliatus				Schlamm	-		Zannichellia palustris	-	Fels, Blöcke > 50 cm	2
		1-10% = 0.5							Fe-sulfid	2	a	fädige Grünalgen	-	Steine 10-50 cm	5
		11-25% = 1							Feststoffe	-		rote Chiro./ Tubifex	-	Grobkies2-10 cr	3
719	1.8	26-50% = 2							Het. Bew .	-		Asseln / weitere Destruenten	-	Feinkies 0.2-2 c	-
		51-75% = 3		90	2	%	%	%	Algen GR/BL (1-5)			**Weiteres:**		Sand 1-2 mm	90
		> 75%= 4	A B C D	B	B	A B C D	A B C D	A B C D	Algen GR/BL (1-5	-				Seekreide	-
		Bemerkungen: Einzelne Dreissena, Egli, Saiblinge. Rechts davon geht es steil ins Loch runter							mec. hydr. Beeint.					Schlamm	
719	1.8	<1% = 0		Chara globularis	Potamo. Perfoliatus	Potamo. Pectinatus			Schlamm	-		Zannichellia palustris	-	Fels, Blöcke > 50 cm	2
		1-10% = 0.5							Fe-sulfid	2	a	fädige Grünalgen		Steine 10-50 cm	4
		11-25% = 1							Feststoffe	-		rote Chiro./ Tubifex	-	Grobkies2-10 cr	4
720	1.2	26-50% = 2							Het. Bew .	-		Asseln / weitere Destruenten	-	Feinkies 0.2-2 c	-
		51-75% = 3		70	2	2	%	%	Abfälle			**Weiteres:**		Sand 1-2 mm	90
		> 75%= 4	A B C D	C	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	Algen GR/BL (1-5	-				Seekreide	-
		Bemerkungen: schleimiger, gelbbrauner Flaum überzieht Charas. Nähe Bootsanlegesteg							mec. hydr. Beeint	-				Schlamm	-
720	1.2	<1% = 0		Chara globularis					Schlamm	-		Zannichellia palustris	-	Fels, Blöcke > 50 cm	2
		1-10% = 0.5							Fe-sulfid	-		fädige Grünalgen	-	Steine 10-50 cm	90
		11-25% = 1							Feststoffe	-		rote Chiro./ Tubifex	-	Grobkies2-10 cr	-
721	Steg / Ufer	26-50% = 2							Het. Bew .	-		Asseln / weitere Destruenten	-	Feinkies 0.2-2 c	-
		51-75% = 3		5		%	%	%	Abfälle			**Weiteres:**		Sand 1-2 mm	8
		> 75%= 4		C	B	A B C D	A B C D	A B C D	Algen GR/BL (1-5)					Seekreide	-
		Bemerkungen: schleimiger goldgelber flaum							mec. hydr. Beeint.					Schlamm	-

ANHANG E

Gemeinde Krattigen

Oberingenieurkreis I

Tiefbauamt des
Kanton Bern

Uferwaufwertung Krattigen,Thunersee

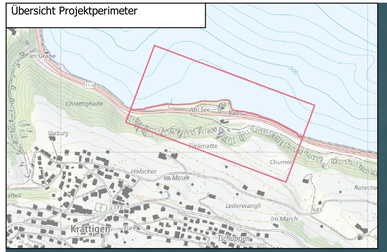
Lebensraumkartierung Mai 2024

Auftraggeber	Projekt Nr. 6.378
Gemeinde Krattigen	Plan Nr. 33.564
	Format 29 x 84
	Massstab 1:1'000
Auftragnehmer	

KISSLING + ZBINDEN AG
INGENIEURE PLANER
Oberlandstrasse 15 | 3700 Spiez
+41 33 650 71 71

	Gezeichnet	Geprüft	Freigabe
A	23.05.24 / JE	23.05.24 / FT	
B			
C			

Übersicht Projektperimeter



Punktdaten

Neophyten

- *Buddleja davidii* - Sommerflieder/Schmetterlingsstrauch
- *Cotoneaster horizontalis* - Korallenstrauch/Fächer-Steinmispel
- Standortfremde Arten

Einzelbäume

- *Acer campestre* - Feldahorn
- *Acer pseudoplatanus* - Berg-Ahorn
- *Alnus incana* - Grau-Erle
- *Betula pendula* - Hänge-Birke
- *Carpinus betulus* - Gemeine Hainbuche
- *Picea abies* - Gemeine Fichte
- *Prunus avium* - Vogelkirsche
- *Rosa canina* - Hundsrose
- *Salix caprea* - Sal-Weide

Lebensräume

* NHV (Schützenswerter Lebensraum im Sinne der Bundesverordnung über den Natur und Heimatschutz NHV vom 16.01.1991)
Geschützte Hecken, Feld- und Ufergehölze Qualität

- 4.0.2 Kunstrasen auf Sportplätzen, im Siedlungsraum, ect.
- 4.5 Fettwiese
- 5.3.0 Naturfremde Pflanzung
- 5.3.3/5.3.5* Mesophiles Gebüsch/Gebüschreiche Vorwaldgesellschaften
- 9.2 Bauten
- 9.3 Verkehrswege

Grundlagendaten:
Amtliche Vermessung vereinfacht © Amt für Geoinformation des Kanton Bern, Berner Gemeinden

0 25 50 m

N

ANHANG F

GEOTEST

GEOLOGEN / INGENIEURE /
GEOPHYSIKER /
UMWELTFACHLEUTE

Bericht Nr. 1523054.1

Einwohnergemeinde Krattigen, Krattigen

Krattigen, Uferaufwertung

Geotechnischer Bericht

GEOTEST AG

BERNSTRASSE 165
CH-3052 ZOLLIKOFEN

T +41 (0)31 910 01 01
F +41 (0)31 910 01 00

zollikofen@geotest.ch
www.geotest.ch

Zollikofen, 15. Februar 2024

Autor(en)	Bearbeitete Themen
Maximilian Hildebrand	Gesamter Bericht

Supervision	Visierte Inhalte
Richard Metzger	Gesamter Bericht

Hinweise

GEOTEST AG



Maximilian Hildebrand



Richard Metzger

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung 4
1. Einleitung 5
1.1 Projekt 5
1.2 Fragestellung 5
1.3 Verwendete Unterlagen 6
1.4 Durchgeführte Untersuchungen 6
2. Informationen zum Standort 7
2.1 Geologische Verhältnisse 7
2.2 Hydrogeologische Verhältnisse 9
2.3 Naturgefahren | Sonstige Informationen aus den Geoportalen 9
3. Baugrundmodell | Kennwerte 10
3.1 Baugrundmodell 10
3.2 Geotechnische Kennwerte 11
3.3 Erdbebenzone und Baugrundklasse 11
4. Bautechnische Folgerungen 12
4.1 Baugrubengestaltung | Wasserhaltung 12
4.2 Fundationsmöglichkeiten 13
4.3 Seeschüttungen 14
4.4 Einbau ins Grundwasser | Grundwasser im Endzustand 15
4.5 Abbaubarkeit / Wiederverwertbarkeit 16
4.6 Gefährdung Oberflächenabfluss | Naturgefahren 16
5. Beurteilung und weiteres Vorgehen 19
6. Systemgrenzen 19
7. Schlussbemerkungen 20

Anhang

Situation, Lage der Sondierungen, Massstab 1:500 1
Profile der Rammsondierungen 2
Bericht elektrische Drucksondierungen CPTu (Geoprofile GmbH) 3
Geotechnische Profilschnitte AA bis CC 4

Zusammenfassung

Informationen zum Standort (Kapitel 1+2)

Geologie	Hangschutt- und Seeablagerungen über vmtl. versacktem Fels, variabel mächtige Aufschüttungen
Gewässerschutzbereich	A_u / A_o
Grundwasser	Schicht- und Hangwasser, resp. in den Untergrund exfiltrierendes Seewasser
Naturgefahrenkarte/ Oberflächenabfluss	Gefährdungen durch Oberflächenabfluss vorhanden. Zudem liegen Gefährdungen durch Steinschlag, Rutschungen und Erdfall vor
Kataster der belasteten Standorte	Keine Einträge vorhanden
Neophyten	Keine Einträge vorhanden
Archäologie	Keine Einträge vorhanden

Bautechnische Folgerungen (Kapitel 3+4)

Baugrubengestaltung	Freie Böschungen vsl. nur oberhalb WSP möglich, darunter wasserdichter Baugrubenabschluss in Form von Spundwand
Fundation	Für Ufer- resp. Stützmauern -> Pfahlfundation
Wasserhaltung	Offene Wasserhaltung innerhalb Spundwandkasten, ggf. Vakuum-Wellpoint im Bereich sehr weicher Böden
Erdbeben	Erdbebenzone Z2, Baugrundklasse A und E

Empfehlungen / Weiteres Vorgehen

Allgemein	Ggf. ergänzende Sondierbohrungen, in Bereichen in denen Rammsondierungen untief aufgestanden sind Planungs- und Projektierungsbegleitend: Stabilitäts- und Setzungsberechnungen für die gepl. Seeschüttung

1. Einleitung

1.1 Projekt

Im Krattigen ist im Bereich Seebad Lido eine Aufwertung des Uferbereiches aus ökologischer Sicht und im Hinblick auf die Naherholung/den Tourismus geplant. Vorgesehen sind zwei Seeschüttungen westlich und östlich des Lidos zur Schaffung bzw. Erweiterung von Flachwasserzonen und zur ökologischen Aufwertung. Zudem soll mit einer Neugestaltung des Uferbereiches in Form von div. Ufer- / Stützmauern, Treppen etc. der Erholungsraum aufgewertet und der Seezugang attraktiv und sicher gestaltet werden. Konkrete Projektpläne liegen zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht vor.

Auftraggeber	Einwohnergemeinde Krattigen
Projektverfasser	Kissling + Zbinden AG
Offerte	OF1523054.1 vom 15.05.2023
Vertrag	Per Mail vom 06.09.2023 (Hr. Textor, Kissling + Zbinden AG)

Projekt	Uferaufwertung Lido Krattigen
Mittlere Koordinaten	2'622'428 / 1'168’150

1.2 Fragestellung

Mit den durchgeführten Untersuchungen sind die folgenden Fragen zu beantworten:

- Schichtverlauf und -qualität des Untergrundes basierend darauf: Baugrundmodell mit geotechnischen Kennwerten
- Hydrogeologische Verhältnisse (Seewasser, Hang- und Schichtwasser)
- Beurteilung Wiederverwendbarkeit und Abbaubarkeit Aushubmaterial
- Angaben Fundationsmöglichkeiten (insb. seeseitige Stütz- bzw. Schutzmauern als Ersatz für best. Steinschüttungen)
- Baugrubengestaltung
- Wasserhaltungsmassnahmen im Bau- und Endzustand
- Abschätzung der geotechnischen Risiken der geplanten Massnahmen im Hinblick auf die angrenzende Nationalstrasse

Zudem enthält der Bericht Hinweise zu geologischen Standortrisiken.

1.3 Verwendete Unterlagen

Geologische, hydrogeologische und geotechnische Grundlagen

[1] Geologischer Atlas der Schweiz
[2] Geoportal Kanton Bern, Dezember 2023
[3] map.geo.admin.ch, Dezember 2023
[4] ARCHIV GEOTEST AG, u.a. Faulensee-Leissigen, N8, Gipskarst; N08.52 EB Spiez-Interlaken, div. Baugrundberichte inkl. Begleitungsmandat Überwachung im Hinblick auf Gipskarst

Angaben zum Projekt

[1] Kissling + Zbinden AG, Moeri & Partner, Holinger AG: Uferaufwertung und Parkplatzweiterung Lido Krattigen, Kurzbericht Voranfrage, 01.06.2021

1.4 Durchgeführte Untersuchungen

Um die vorhandenen Unterlagen gem. [4] zu ergänzen, wurden nachfolgende Untersuchungen durchgeführt:

GEOTEST AG (2023)

- Unterlagenstudium | Archivrecherchen
- Vorbereiten, Abstecken, Einmessen und Leiten der Sondierarbeiten
- Abteufen von 6 superschweren Rammsondierungen (Typ DPSH-A, Rss 01/23 – Rss 06/23)
- Auswertung der Untersuchungsergebnisse und geotechnische Modellierung des Baugrundes
- Berichterstattung mit bautechnischen Empfehlungen und Hinweisen

Geoprofile (2023)

- Ausführung von 2 elektrische Drucksondierungen (CPTu 01/23, CPTu 02/23) bis zum Aufstehen[1] (Sondiertiefen von 7.80 m resp. 9.24 m ab Floss/Wasserspiegel).

[1] Die Sondierungen sind jeweils beim ersten Mal bereits auf Höhe des Seegrundes resp. unmittelbar darunter aufgestanden (aufgrund grosser Steine/Blöcke) und wurden daher jeweils einmal versetzt.

2. Informationen zum Standort

2.1 Geologische Verhältnisse

Gemäss dem geologischen Atlas der Schweiz [1] befindet sich der Projektperimeter im Bereich von undifferenzierten Alluvionen. Diese setzen sich primär aus Hangschutt- und Seeablagerungen zusammen, die zum Teil ineinander verzahnt vorliegen. Zudem finden sich variabel mächtige Aufschüttungen, aus der bestehenden Nutzung (u.a. Ausbruchmaterial aus dem nahegelegenen Eisenbahntunnel). Das Lockergestein wird von, wahrscheinlich versackten Gesteinen der Trias unterlagert (Gips und Anhydrit, Ultrahelvetikum).

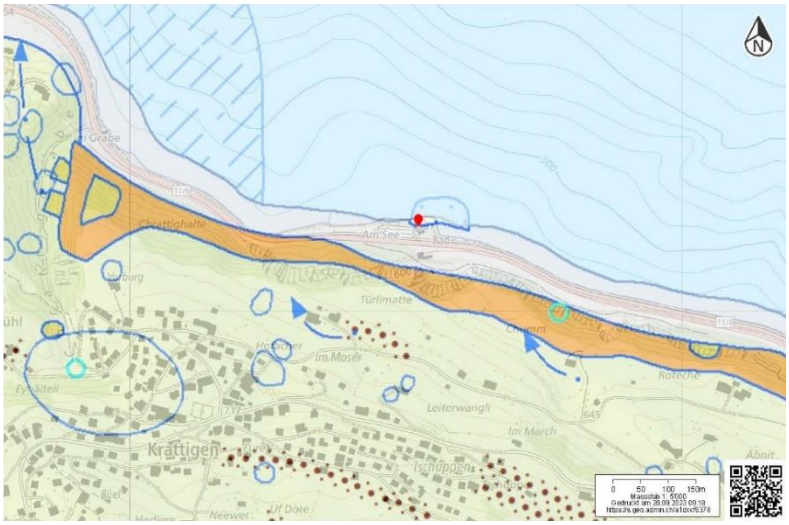


Abbildung 1: Ausschnitt aus dem Geocover [3], rot: mittleren Koordinaten Ufer

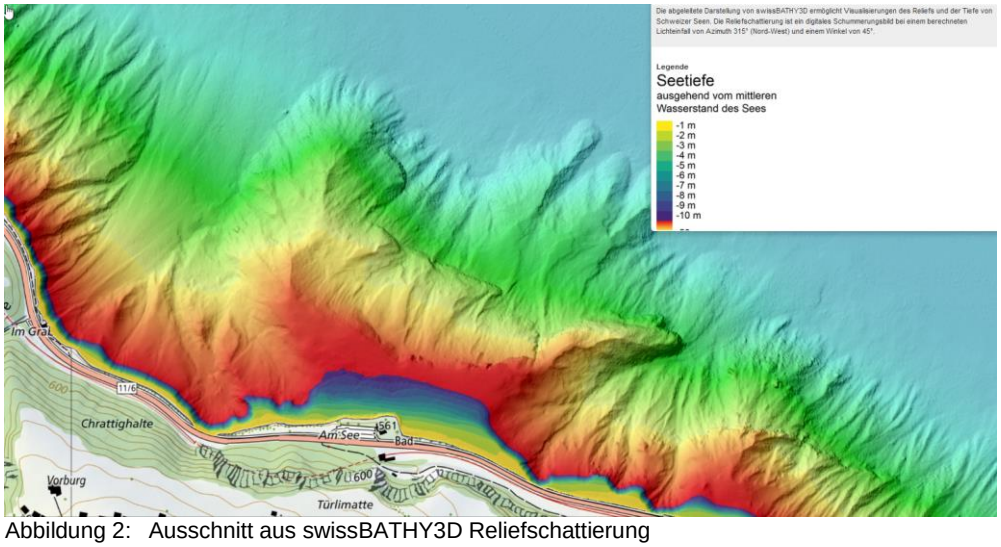


Abbildung 2: Ausschnitt aus swissBATHY3D Reliefschattierung

Geologische Verhältnisse aus den Untersuchungen

Auf Basis der Kenntnisse aus früheren Untersuchungen und Projekten in der Umgebung [4] und den 2023 ausgeführten Sondierungen erwarten wir im Untersuchungsperimeter die nachfolgenden Schichten. Die Profile der Sondierungen sind im Anhang aufgezeichnet. Zudem kann ein möglicher Verlauf der Schichten den drei Querprofilen in Anhang 4 entnommen werden.

Tabelle 1: Schichtbeschrieb

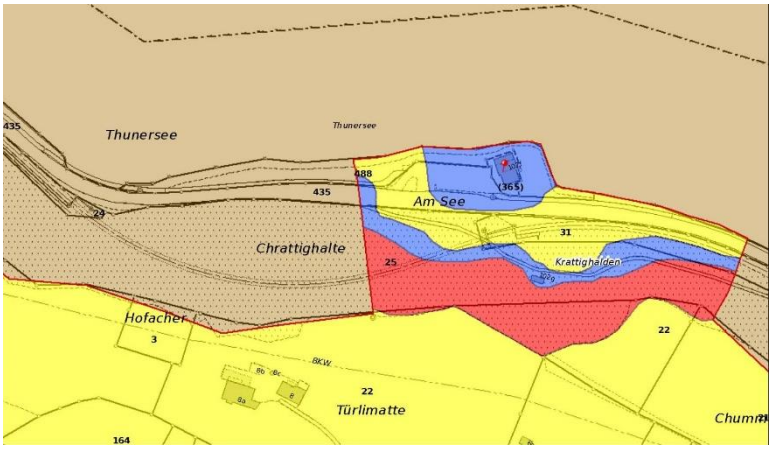
Schicht	Mächtigkeit [m] resp. Lage unter OKT [m]	Beschrieb
R	Mächtigkeit <1 bis max. 5 m	**Auffüllung** Kies, sandig bis Sand, kiesig, z.T. siltig mit Steinen und Blöcken, z.T. Moränematerial Die Rammsondierungen sind in dieser Schicht z.T. aufgestanden, was vmtl. auf grössere Steine / Blöcke und nicht auf eine hohe Lagerungsdichte zurückzuführen sein dürfte Mehrheitlich locker bis mitteldicht gelagert, stellenweise dicht gelagert
Hs	Mächtigkeit ca. 2 bis 8 m; in Wechsellagerung und zum Teil ineinander verzahnt vorliegend	**Hangschutt, evtl. Moräne** Kies, sandig, siltig mit wechselndem Steingehalt; Sand, siltig, schwach kiesig bis kiesig; Vorhandensein von grösseren Blöcken möglich Mehrheitlich locker bis mitteldicht gelagert, stellenweise dicht gelagert
Al		**Seeablagerungen** Sand, siltig, schwach tonig; Silt, tonig bis Ton, siltig, z.T. sandig, mindestens zum Teil durchsetzt mit organischem Material Sehr locker gelagert resp. weiche Konsistenz
Fv	Mächtigkeit ca. 1 bis 3 m	**Fels, verwittert und entfestigt** Variabel mächtige Verwitterungsschicht aus Kies, siltig- sandig bis Silt mit Kies und Steinen (Gipskomponenten) übergehend in Gips- und Anhydrit Mittelsteife bis steife Konsistenz, mitteldicht bis z.T. dicht gelagert
F	Oberkante ca. 4 bis 12 m unter OKT	**Fels, versackt, angewittert bis unverwittert** Gips und Anhydrit, in Wechsellagerungen vorliegend Auch im an sich gesunden Fels muss aufgrund der Verkarstungsanfälligkeit lokal mit Hohlräumen und durch Lösungsprozesse instabile und aufgeweichte Zonen gerechnet werden

2.2 Hydrogeologische Verhältnisse

Der Projektperimeter befindet sich im Gewässerschutzbereich Au bis Ao. Ein grösseres zusammenhängendes Grundwasservorkommen ist gem. [2] nicht ausgeschieden. Jedoch muss im Untergrund mit von Süden her zuströmendem Hang- und Kluftwasser gerechnet werden. Zudem kann Seewasser in das umliegenden Lockergestein exfiltrieren. Der Wasserspiegel im Untergrund dürfte dementsprechend in etwa dem Seespiegel und dessen Schwankungsbereich entsprechen (MGW ca. 557.7 m ü.M., HGW ca. 559.25 m ü.M.). Trotzdem kann sporadisch auftretendes Schicht- und Kluftwasser nach Starkniederschlägen und lang andauernden Regenperioden höhere Druckspiegel aufweisen.

2.3 Naturgefahren | Sonstige Informationen aus den Geoportalen

Informationen aus den Geoportalen

Naturgefahrenkarte	Der Projektperimeter befindet sich im Bereich von Sturzgefahren und im Gefahrenbereich für Absenkungen, Einstürze und Dolinen (Erdfall), lokal ist eine Gefährdung durch Rutschungen verzeichnet 
KbS	Kein Eintrag
Archäologisches Inventar	Kein Eintrag

3. Baugrundmodell | Kennwerte

3.1 Baugrundmodell

Für geotechnische Betrachtungen und Berechnungen können die geologischen Verhältnisse (vgl. Abschnitt 2.1) aufgrund Ihrer vergleichbaren Eigenschaften zu folgendem Baugrundmodell zusammengefasst werden.

Tabelle 2: Baugrundmodell

Schicht	Baugrundmodell
R	Kies, sandig bis Sand, kiesig, z.T. siltig mit Steinen und Blöcken, locker bis mitteldicht, stellenweise auch dicht gelagert (evtl. Moränematerial) Geringe bis Mittlere Tragfähigkeit, lokal hohe Tragfähigkeit, z.B. im Bereich von verdichtet eingebrachten Kofferschichten (S1-S2, stellenweise S3, nach VSS 40 324). Vernachlässigbar bis mittel frostempfindlich (G1 bis G3, nach VSS-70 140b). Grundsätzlich gut baggerbar (Abbauklasse 3, nach VSS-40 575), grössere Blöcke können jedoch den Aushub erschweren. Gut bohrbar und grundsätzlich rammbar, jedoch ist mit Rammhindernissen zu rechnen (Blöcke / Steine). Fremdstoffanteile nicht auszuschliessen, die Wiederverwendung resp. Entsorgung hat gem. VVEA zu erfolgen.
Hs	Kies, sandig, siltig mit wechselndem Steingehalt; Sand, siltig, schwach kiesig bis kiesig; Vorhandensein von grösseren Blöcken möglich, mehrheitlich locker bis mitteldicht, stellenweise dicht gelagert (evtl. Moräne) Geringe bis mittlere Tragfähigkeit (S1 bis S2, nach VSS 40 324). Leicht bis mittel frostempfindlich (G2 bis G3, nach VSS-70 140b). Gut baggerbar (Abbauklasse 3, nach VSS-70 360). Gut bohrbar und grundsätzlich auch rammbar, jedoch sind Rammhindernisse in Form von Blöcken und Steinen nicht auszuschliessen. Zur Wiederverwendung für geotechnische Zwecke aufgrund Feinanteilen nur eingeschränkt geeignet.
Al	Sand, siltig, schwach tonig; Silt, tonig bis Ton, siltig, z.T. sandig, mindestens zum Teil durchsetzt mit organischem Material, sehr locker gelagert resp. weich Sehr geringe bis geringe Tragfähigkeit (S0 bis S1, nach VSS 40 324). Mittel bis stark frostempfindlich (G3 bis G4, nach VSS-70 140b). Gut baggerbar (Abbauklasse 2, nach VSS-70 360). Gut bohrbar und rammbar. Zur Wiederverwendung für geotechnische Zwecke aufgrund hohem Feinanteil und organischen Bestandteilen nicht geeignet.
vF	Kies, siltig- sandig bis Silt mit Kies und Steinen (Gipskomponenten), sehr locker bis z.T. dicht gelagert, mittelsteife bis steife Konsistenz Gut bohrbar und grundsätzlich rammbar, jedoch sind Rammhindernisse wahrscheinlich (Blöcke / Steine)
F	Gips und Anhydrit, in Wechsellagerungen vorliegend, evtl. stark geklüftet, Hohlräume / mit Lockermaterial gefüllte Karsttrichter In der Regel gut bohrbar, nicht rammbar

3.2 Geotechnische Kennwerte

Tabelle 3: Geschätzte Baugrundwerte

Schicht	Material	γ	φ'	c'	c_u	M_{E1}	M_{E2}
		[kN/m³]	[°]	[kN/m²]	[kN/m²]	[MN/m²]	[MN/m²]
R	Kies, sandig bis Sand, kiesig, z.T. siltig mit Steinen und Blöcken	**20** (19 - 21)	**34** (32 - 36)	**0**	-	**25** (10 - 60)	**60** (25 - 120)
Hs	Kies, sandig, siltig mit wechselndem Steingehalt; Silt/Sand, schwach kiesig bis kiesig	**20** (19 - 21)	**34** (32 - 36)	**0**	-	**25** (10 - 40)	**50** (25 - 100)
Al	Sand, siltig, schwach tonig	**19** (18 - 20)	**31** (29 - 33)	**0**	-	**8** (5 - 10)	**18** (10 - 25)
	Silt, tonig bis Ton, siltig, z.T. sandig	**19** (18 - 20)	**24** (21 – 28)	**2** (1 – 5)	**15** (12 – 25)	**4** (3 - 6)	**10** (6 - 15)
vF	Silt mit Kies und Steinen	**20** (19 - 21)	**31** (29 – 32)	**0** (0 – 2)	**60** (20 – 80)	**10** (6 - 15)	**25** (15 - 40)
	Kies, siltig-sandig mit Steinen	**21** (19 - 22)	**38** (34 – 40)	**0**	-	**40** (30 - 60)	**80** (60 - 120)

Legende:

fett	Geschätzter Erwartungswert	(…)	Geschätzte Extremwerte
γ	Feuchtraumgewicht	φ'	Innerer Reibungswinkel
c'	Effektive Kohäsion	c_u	Undrainierte Scherfestigkeit
ME_1	Zusammendrückungsmodul Erstbelastung	ME_2	Zusammendrückungsmodul Wiederbelastung

3.3 Erdbebenzone und Baugrundklasse

Nach SIA 261 (2020) ist für den Projektperimeter ein Bemessungswert der horizontalen Bodenbeschleunigung $a_{g,d}$ = 1.0 m/s² (Zone Z2) zugeordnet. Der Baugrund kann grossteils der Baugrundklasse D zugeordnet werden. Wo der gesunde Fels (Schicht F) in weniger als 5 m Tiefe ansteht, ist die Baugrundklasse A zu Grunde zu legen.

Aufgrund der Wassersättigung und dem zu erwartenden undrainierten Verhalten ist die Stabilität bei Erdbeben, auch grossräumig, gesondert zu beurteilen.

4. Bautechnische Folgerungen

Für die geplante Uferaufwertung sollen im Bereich des Lido Krattigen neue Flachwasserzonen geschaffen und der Uferbereich neugestaltet werden. Der Lebensraum soll landseitig mit Bäumen und Sträuchern, sowie wasserseitig mit Strukturelementen, wie z.B. Wurzelstöcken, Raubäumen, Blocksteinbuhnen und kleinen Buchten aufgewertet werden. Lokal sind Ufer- resp. Stützmauern aus Ortbeton vorgesehen. Der Zugang zum See soll über begrünte Treppenelemente erfolgen. Konkrete Projektpläne liegen zum jetzigen Zeitpunkt jedoch noch nicht vor. Nachfolgend werden daher allgemeine bautechnische Empfehlungen zum geplanten Projekt gegeben, die nach Vorliegen konkreter Projektpläne zu verifizieren sind.

4.1 Baugrubengestaltung | Wasserhaltung

Baugruben über dem Grund- resp. Hangwasserspiegel können bis 3 m Höhe vsl. frei geböscht mit Neigung 1:1 (v:h) ausgeführt werden (ohne Wassereinwirkung durch Schichtwasser oder zutretenden Oberflächenabfluss, ohne Belastungen am Böschungskopf).

Für unter den Grund- resp. Seewasserspiegel auszuhebende Baugruben empfehlen wir einen wasserdichten und rückbaubaren Baugrubenabschluss in Form einer Spundwand vorzusehen. Wird diese bis in die Schicht F abgeteuft kann der seitliche Zutritt von See- resp. Hangwasser begrenzt werden. Aufgrund von Rammhindernissen und damit die Spundwand ausreichend in den Fels eingebunden werden kann, sind Auflockerungsbohrungen vorzusehen. Bei dem Vorhandensein von grösseren Blöcken können ggf. sogar Austauschbohrungen erforderlich werden. Auf die Verwendung von Ankern zum Abtragen von horizontalen Lasten und der Reduktion von Deformationen ist nach Möglichkeit zu verzichten. Falls erforderlich ist eine Aussteifung mittels Spriessen zu bevorzugen.

Innerhalb von Spundwandkästen kann bei einer Einbindung in die Schicht F über die Schlösser zutretendes Grundwasser, allfälliges Kluft- und Niederschlagswasser vsl. mittels einer offenen Wasserhaltung über einzelne Pumpensümpfe und Sickergräben gefasst und abgeleitet werden. Falls feinkörnige Seeablagerungen aufgeschlossen werden und um hydraulischen Grundbruch zu vermeiden, kann unter Umständen auch der Einsatz einer Vakuum-Wellpoint-Anlage zweckmässig sein oder sogar erforderlich werden. Für die Wasserhaltung ist ein Entwässerungskonzept gem. Merkblatt *Gewässerschutz- und Abfallvorschriften auf Baustellen* des AWA Kanton Bern zu erstellen. Die weitere Ableitung des gefassten Wassers über ein Absetzbecken und ggf. eine Neutralisationsanlage ist vorgängig mit den bewilligenden Behörden abzuklären.

4.2 Fundationsmöglichkeiten

Im Projektperimeter stehen zum Teil feinkörnige und setzungsempfindliche Seeablagerungen an. Zudem ist nicht auszuschliessen, dass sich durch Lösungsprozesse im Untergrund lokale Karsttrichter ausbilden und/oder grossräumige Setzungsprozesse auftreten können. Dementsprechend muss damit gerechnet werden, dass unabhängig von den Bauwerkslasten Setzungen auftreten können oder flach fundierte Bauwerke durch die Ausbildung von sog. Gipskarsttrichtern nicht mehr ausreichend gestützt werden und ihre Tragsicherheit verlieren.

Daher empfehlen wir für die geplanten Ufer- resp. Stützmauern eine Tiefenfundation vorzusehen, wobei als System am ehesten Mikrobohrpfähle in Frage kommen. Für eine Vordimensionierung der Pfahlgründung kann von folgenden geschätzten charakteristischen äusseren Bruchwiderständen ausgegangen werden:

Tabelle 4: geschätzte charakteristische äussere Tragwiderstände für die Bemessung von Mikrobohrpfählen

Schicht	Mantelreibung σ_s [MN/m^2]	Spitzendruck σ_b [MN/m^2]
R	**0.10**	**-**
Hs	**0.10**	**-**
Al	**0.02 – 0.04**	**-**
Fv	**0.05 – 0.12**	**-**
F	**0.45**	**-**

Wir empfehlen den Beiwert η_a auf 0.7 festzulegen.

Im Hinblick auf die Dimensionierung und Ausführung der Pfähle empfehlen wir zudem folgendes zu berücksichtigen:

- Verkarstung und Lösungsprozesse im Bereich der verwitterten Felsoberfläche können dazu führen, dass Lockergestein in trichterförmigen Vertiefungen nach unten rutscht und sich Hohlräume bilden. Dies hat zur Folge, dass der Verbund zwischen Pfahl und Lockergestein verloren geht und in diesem Bereich keine Mantelreibung aktiviert werden kann. Auch im Bereich des Fels ist es nicht ausgeschlossen, dass sich neue Hohlräume bilden können. Im Hinblick auf die voraussichtliche Nutzungsdauer der geplanten Bauwerke (<100 Jahre) ist dies jedoch eher unwahrscheinlich. Wir empfehlen dementsprechend die Lasten vollständig im gesunden Fels

(Schicht F) abzutragen und im Bereich der Lockergesteinsbedeckung keine Mantelreibung zu berücksichtigen.

- Neben dem Verlust der Mantelreibung können Hohlräume (und ggf. auch weiche Sedimente der Schicht Al) dazu führen, dass die Pfähle z.T. keine oder nur eine unzureichende seitliche Bettung aufweisen und dann auf Knicken beansprucht werden.
- Entsprechend [4] weisen die im Grund- / resp. Hangwasser gemessenen, sehr hohen elektrischen Leitfähigkeiten (> 2000 µS/cm) auf einen sehr hohen Sulfatgehalt hin (Expositionsklassen XA2, ggf. XA3). Wir empfehlen daher die Pfähle (und sonstige mit Schicht- und Hangwasser in Kontakt tretende Bauteile) mit sulfatresistentem Beton zu erstellen.
- Da die Pfahlfundation bis in den Bereich der Grundwasserzirkulation reicht, sind Mikropfähle aus Gründen des Gewässerschutzes zwingend mit Gewebestrumpf auszuführen, was eine Verminderung der äusseren Tragfähigkeit um ca. 30 % zur Folge hat.
- Wir empfehlen die Tragfähigkeit der erstellten Pfähle durch dynamische Pfahlbelastungsversuche (PDA) zu überprüfen.

4.3 Seeschüttungen

Konkrete Pläne zu den Seeschüttungen liegen noch nicht vor.

Die Auflast aus Aufschüttungen erhöht die treibenden Kräfte auf Unterwassergleitflächen, was zu Instabilitäten führen kann. Aufgrund des zum Teil weichen, feinkörnigen und wassergesättigten Untergrundes muss zudem damit gerechnet werden, dass sich mindestens lokal der Porenwasserdruck im Untergrund erhöht (insb. bei schneller Schüttung). Dies kann instabile Zonen im Untergrund zur Folge haben und somit zu Stabilitätsproblemen führen. Bis sich solche Porenwasserdrücke abbauen, können, in Abhängigkeit des Materials, mehrere Stunden bis Monate vergehen. Auch längerfristige Kriechprozesse können nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden. Aufgrund des heterogenen Baugrundaufbaus und unterschiedlicher Schütthöhen muss davon ausgegangen werden, dass die Schüttung in sich ein ungleichmässiges Setzungsverhalten aufweisen wird.

Als Material für die Schüttungen eignen sich grobkörnige Kies-Sand-Gemische (z.B. 0/150) ohne resp. mit nur unwesentlichem Feinanteil[2] <0.063 mm. Der gesicherte charakteristische Winkel der inneren Reibung (trocken) sollte min. 30°

[2] Solche Feinanteile würden sich unter Wasser deutlich langsamer absetzen als grössere Körner, wodurch innerhalb der Aufschüttung ungewollt instabile und setzungsempfindliche Bereiche entstehen können.

betragen. Weiter sollte das Material wasserbeständig sein. Diesbezüglich dürfte sich am ehesten Felsausbruchmaterial eignen (z.B. von Tunnelbaustellen). Zu beachten ist, dass das Material unverschmutzt sein muss. D.h. mittels Sprengens gelöster Fels wäre für eine Wiederverwendung ungeeignet.

Unter der Wasseroberfläche muss davon ausgegangen werden, dass nur bedingt eine zuverlässige Verzahnung sowohl zwischen dem Untergrund und der Aufschüttung als auch zwischen den einzelnen Komponenten des Schüttmaterials selbst erreicht wird (aufgrund schlechtem Korn-zu-Korn Kontakt bedingt durch Auftrieb und da Schüttungen unter Wasser kaum verdichtet eingebracht werden können). Dementsprechend empfehlen wir vorerst davon auszugehen, dass Schüttungen unter Wasser maximal mit einer Neigung von 15° erstellt werden können. Je nach Topografie des Seegrundes und zur Reduktion der Schüttmengen kann es zweckmässig oder gar erforderlich sein, für Aufschüttungen eine Fusssicherung vorzusehen. Diesbezüglich kommen z.B. Blockwürfe mit grossen Blocksteinen (≥ 1 m^3) oder Spundwände in Frage.

Sobald konkrete Pläne zu den vorgesehenen Schüttungen vorliegen und insb. die Ausdehnung und Schütthöhen genauer bekannt sind, empfehlen wir Stabilitäts- und Setzungsberechnungen durchzuführen um genauere Aussagen hinsichtlich Etappierung, möglicher Neigungen der Aufschüttung, ggf. notwendigen Fusssicherungen und dem möglichen, längerfristigen Setzungs- und Stabilitätsverhalten machen zu können.

4.4 Einbau ins Grundwasser | Grundwasser im Endzustand

Der Projektperimeter liegt im Gewässerschutzbereich Au resp. Ao. Der Einbau von Anlagen (z.B. Pfähle) unterhalb des mittleren Grundwasserspiegels ist im Gewässerschutzbereich Au grundsätzlich verboten. Die verantwortliche Behörde kann Ausnahmen bewilligen, sofern die Durchflusskapazität des Grundwassers gegenüber dem unbeeinflussten Zustand um höchstens 10% vermindert wird. Das Gesuch für eine Ausnahmebewilligung (BIG-Formular) ist mit dem Baugesuch einzureichen und muss ein hydrogeologisches Gutachten mit dem Nachweis über das Einhalten der 10 % Regel enthalten.

Für Bauten im Gewässerraum und Einleitungen empfehlen wir frühzeitig mit den zuständigen Behörden Vorabklärungen vorzunehmen (u.a. Oberingenieurkreis).

4.5 Abbaubarkeit / Wiederverwertbarkeit

Siehe Tabelle 2: Baugrundmodell

4.6 Gefährdung Oberflächenabfluss | Naturgefahren

Die Gefährdungskarte Oberflächenabfluss [3] zeigt ein rund 100-jährliches Überflutungsereignis. Wir empfehlen die Gefährdung bei der Ausbildung des zukünftigen Uferbereichs zu berücksichtigen, da konzentriert in Richtung Thunersee abfliessendes Meteorwasser zu Auswaschungen und somit zu Stabilitätsproblemen im Bereich von Uferböschungen führen kann.



Abbildung 3: Gefährdungskarte Oberflächenabfluss [3]

Im Hinblick auf Naturgefahren befindet sich der Projektperimeter z.T. im blauen bis gelben Gefahrenbereich (siehe Abbildung 4) für Absenkung, Einsturz und Dolinen. Die dadurch bedingten Risiken für Bauwerke und deren Fundation wurden bereits in Kapitel 4.2 abgehandelt. Zu berücksichtigen ist, dass der in der Gefahrenkarte dargestellte Bereich nicht als trennscharf angenommen werden sollte. Auch neben den kartierten Gefährdungsbereichen sind im Projektperimeter Setzungen, Absenkungen und plötzliche lokale Einstürze des Untergrundes nicht ausgeschlossen.

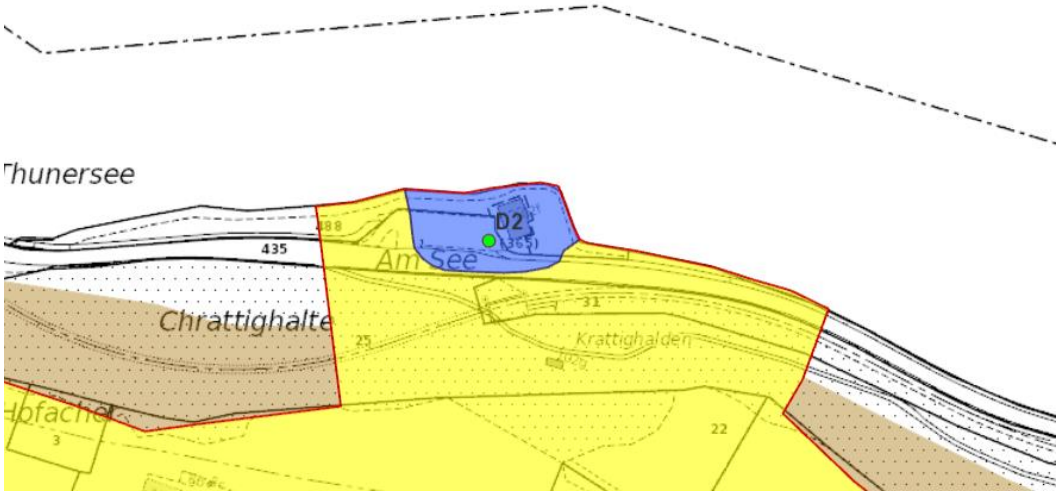


Abbildung 4: Gefährdungskarte für Absenkung, Einsturz, Dolinen [2]

Weiter sind vorliegend Sturzgefahren (Restgefährdung und geringe Gefährdung, Gefahrenhinweisbereich, siehe Abbildung 5) und Gefährdungen durch Rutschungen (Gefahrenhinweisbereich, siehe Abbildung 6) verzeichnet.

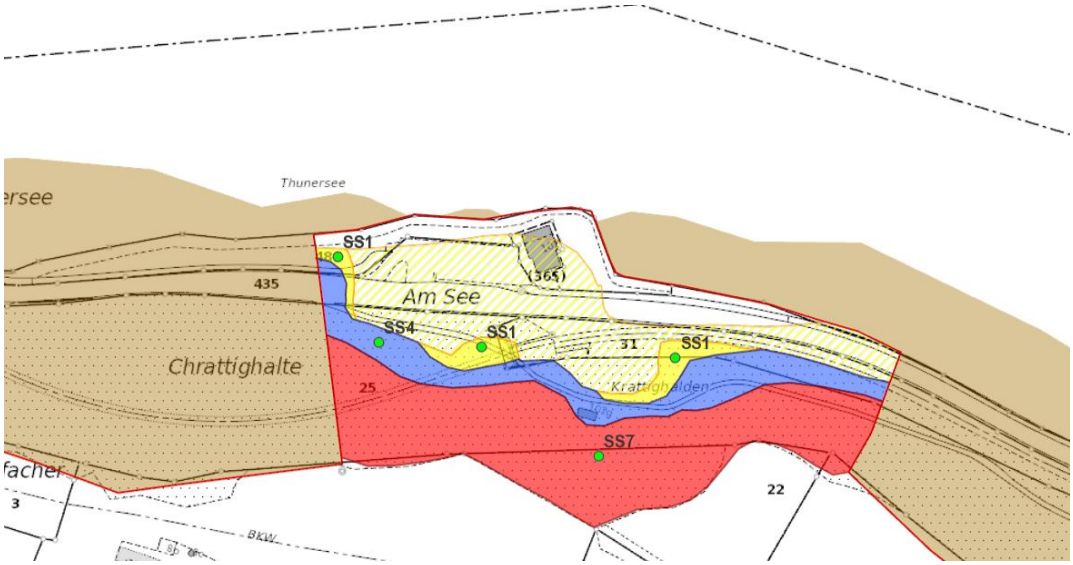


Abbildung 5: Sturzgefahren gem. [2]

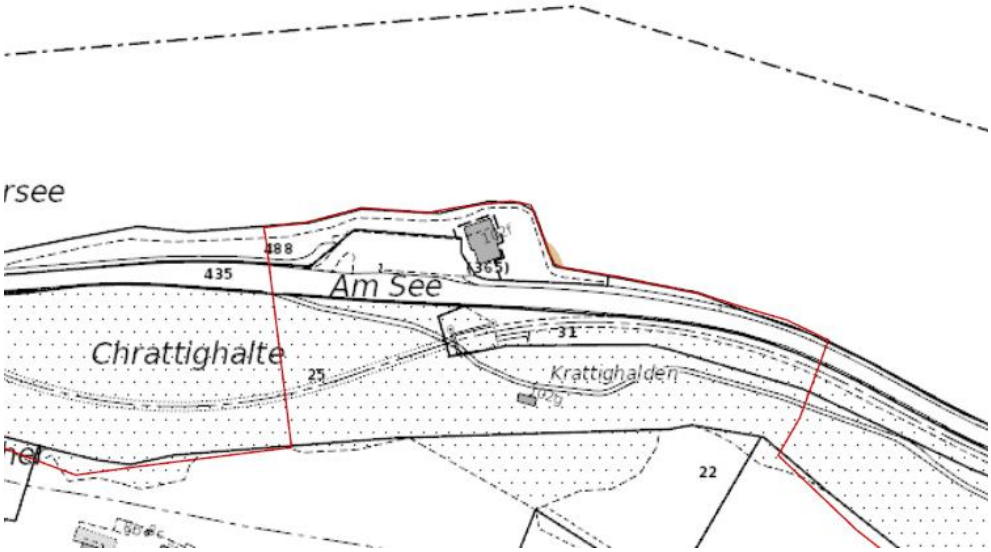


Abbildung 6: Rutschgefahren gem. [2]

Auch unter dem Wasserspiegel ist mit Rutschgefahren zu rechnen, wie die Seebodenmorphologie nahelegt. Unterwasserrutschungen können Flutwellen auslösen.

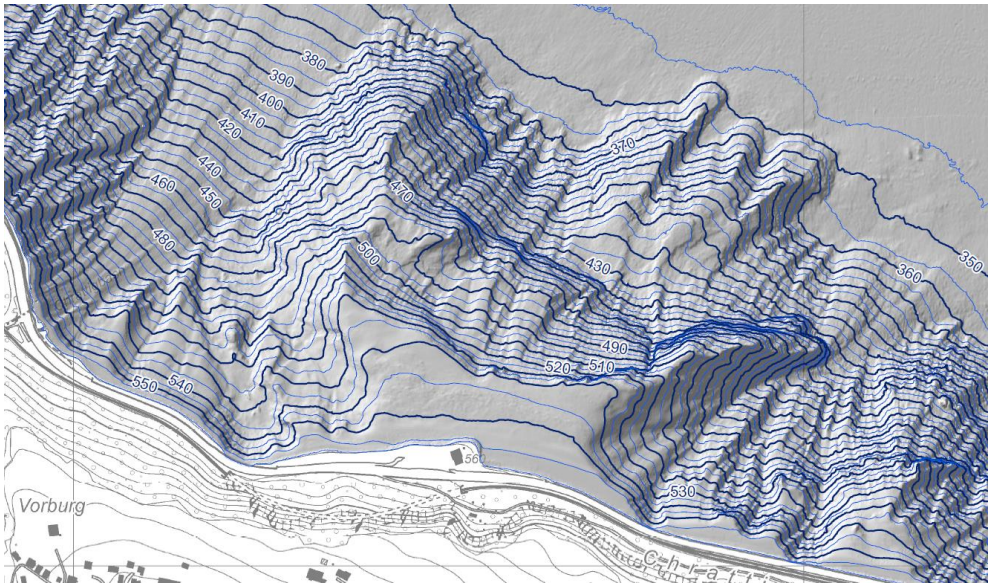


Abbildung 7: Tiefenkarte Thunersee mit Reliefschattierung. [2]

5. Beurteilung und weiteres Vorgehen

Bewertung der durchgeführten Untersuchungen

Aus unserer Sicht sind sowohl die geotechnischen als auch die hydrogeologischen Untergrundverhältnisse mit den durchgeführten Untersuchungen für die aktuelle Projektphase ausreichend bekannt.

Weiteres Vorgehen

Bei Vorliegen konkreter Projektpläne sind die in diesem Bericht gemachten Angaben und bautechnischen Folgerungen und Empfehlungen zu verifizieren und ggf. anzupassen.

Allenfalls kann es sinnvoll sein, entlang des Seeufers mittels erg. Sondierbohrungen die genaue Tiefenlage des Felsuntergrundes zu erkunden (insb. dort wo die Rammsondierungen Rss 03/23 bis 06/23 untief aufgestanden sind).

Die weitere Planung und Projektierung der Schüttungen empfehlen wir mittels Stabilitäts- und Setzungsberechnungen zu überprüfen.

Überwachung / Beweissicherung

Die Erstellung der Nutzungsvereinbarung, der Projektbasis sowie des Kontroll- und Überwachungsplanes gem. SIA260 liegt im Verantwortungsbereich des projektierenden Ingenieurs.

Geotechnische Risiken sind einschliesslich der Massnahmen zu ihrer Bewältigung in der Projektbasis unter Nennung der Gefährdungsbilder zu beschreiben (SIA 267, Ziff. 2.2.4).

6. Systemgrenzen

Die geotechnischen Abklärungen geben Hinweise auf die Beschaffenheit des Untergrunds im Hinblick auf die Festigkeitseigenschaften des Baugrunds.

Verlässliche Aussagen zu einer Schadstoffbelastung des Untergrunds oder des Bodens (Ober-/ Unterboden), im Hinblick auf eine abfallrechtliche Aussage gem. der Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (VVEA) sowie der Verordnung über die Belastung des Bodens (VBBo), sind damit nicht möglich.

7. Schlussbemerkungen

Bei Unklarheiten in der Interpretation des vorliegenden Berichtes ist der Geologe / Geotechniker zu kontaktieren. Nach definitiver Festlegung des Projektes und Vorliegen konkreter Projektunterlagen ist vorliegender Bericht zu aktualisieren.

Die in diesem Bericht getroffenen Baugrundannahmen sind bei der Ausführung durch die Bauleitung unter Beizug von Geotechniker oder Bauingenieur zu verifizieren.

Anhang 1 Situationsplan

N

0 10 20 30 m

Legende

- ● Rammsondierung (Nr. / Jahrzahl)
  - Rs = VAWE gemäss SN 670 314
  - Rss = DPSH-A (superschwer), gemäss EN ISO 22476-2:2005
- ▼ CPTU-Drucksondierung (Nr. / Jahrzahl)
- alte Sondierungen
- A Lage der Profile

Krattigen, Ufferaufwertung

Sondierstandorte

Situation 1:500

Auftrag: Krattigen, Uferauwertung	Rev. Index	Datum	Beschreibung der Änderung	Gez.	PL	SUP
	–	05.12.2023				
	a					
	b					

GEOTEST GEOLOGEN / INGENIEURE / GEOPHYSIKER / UMWELTFACHLEUTE

GEOTEST AG
BERNSTRASSE 165
CH-3052 ZOLLIKOFEN
T +41 (0)31 910 01 01
F +41 (0)31 910 01 00
zollikofen@geotest.ch
www.geotest.ch

Format : 147 / 60
File : 1523054.1_SI01-23.dgn
Dokument Nr. : 1523054.1-01

GEOTEST

Anhang 2 Rammsondierungen 2023

Datum: **18.09.2023** Auftrags Nr.: **1523054.1**

Objekt: **Krattigen, Uferaufwertung**

GEOTEST GEOLOGEN / INGENIEURE / GEOPHYSIKER / UMWELTFACHLEUTE

Sonde: DPSH-A (superschwer) gemäss EN ISO 22476-2:2005
(unverrohrt, Spitze 16 cm², Fallmasse 63.5 kg, Fallhöhe 50 cm)

M Mantelreibung (Schlagzahl bei Rammen nach Sondenrückzug)
K Knirschen bei Sondenrückzug (charakteristisch für Kies)
LK leichtes Knirschen

Rammsondierung Rss 01/23

Terrainkote ca.: **562.47 m ü.M.** Koordinaten ca.: **2'622'374 / 1'168'143**

M = 1:100
Überstand: m

Piezometer ø "

Kleinproben

Tiefe [m]

Anzahl Schläge pro 20 cm Eindringung

Bemerkungen

Tiefe [m]	Schläge pro 20 cm Eindringung	M	Eindringung
0 – 3	10 – 20 – 30	2	
3 – 6	10 – 20 – 30	3	
6 – 9	10 – 20 – 30	2	
9 – 11	10 – 20 – 30 – 40 – 50 – 60 – 70 – 80 – 90 – 100		9 cm

R

Al

Hs

Al

Hs

Fv?

F?

Operateur: **Dd**
Aufzeichnung: **Taa**

Datum: **18.09.2023** Auftrags Nr.: **1523054.1**

Objekt: **Krattigen, Uferaufwertung**

GEOTEST GEOLOGEN / INGENIEURE / GEOPHYSIKER / UMWELTFACHLEUTE

Sonde: DPSH-A (superschwer) gemäss EN ISO 22476-2:2005
(unverrohrt, Spitze 16 cm², Fallmasse 63.5 kg, Fallhöhe 50 cm)

M Mantelreibung (Schlagzahl bei Rammen nach Sondenrückzug)
K Knirschen bei Sondenrückzug (charakteristisch für Kies)
LK leichtes Knirschen

Rammsondierung Rss 02/23

Terrainkote ca.: **561.63 m ü.M.** Koordinaten ca.: **2'622'426 / 1'168'144**

M = 1:100
Überstand: m

Piezometer ø "

Kleinproben

Tiefe [m]

Anzahl Schläge pro 20 cm Eindringung

10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

Bemerkungen

M Eindringung

R

Al

Hs

Al

Hs

Fv?

F?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21

2
3
4
7 14 cm

Operateur: **Dd**
Aufzeichnung: **Taa**

Datum: **18.09.2023** Auftrags Nr.: **1523054.1**

Objekt: **Krattigen, Uferaufwertung**

Sonde: DPSH-A (superschwer) gemäss EN ISO 22476-2:2005
(unverrohrt, Spitze 16 cm², Fallmasse 63.5 kg, Fallhöhe 50 cm)

M Mantelreibung (Schlagzahl bei Rammen nach Sondenrückzug)
K Knirschen bei Sondenrückzug (charakteristisch für Kies)
LK leichtes Knirschen

Terrainkote ca.: **561.19 m ü.M.** Koordinaten ca.: **2'622'460 / 1'168'161**

GEOTEST GEOLOGEN / INGENIEURE / GEOPHYSIKER / UMWELTFACHLEUTE

Rammsondierung Rss 03/23

M = 1:100
Überstand: m

Piezometer ø "

Kleinproben

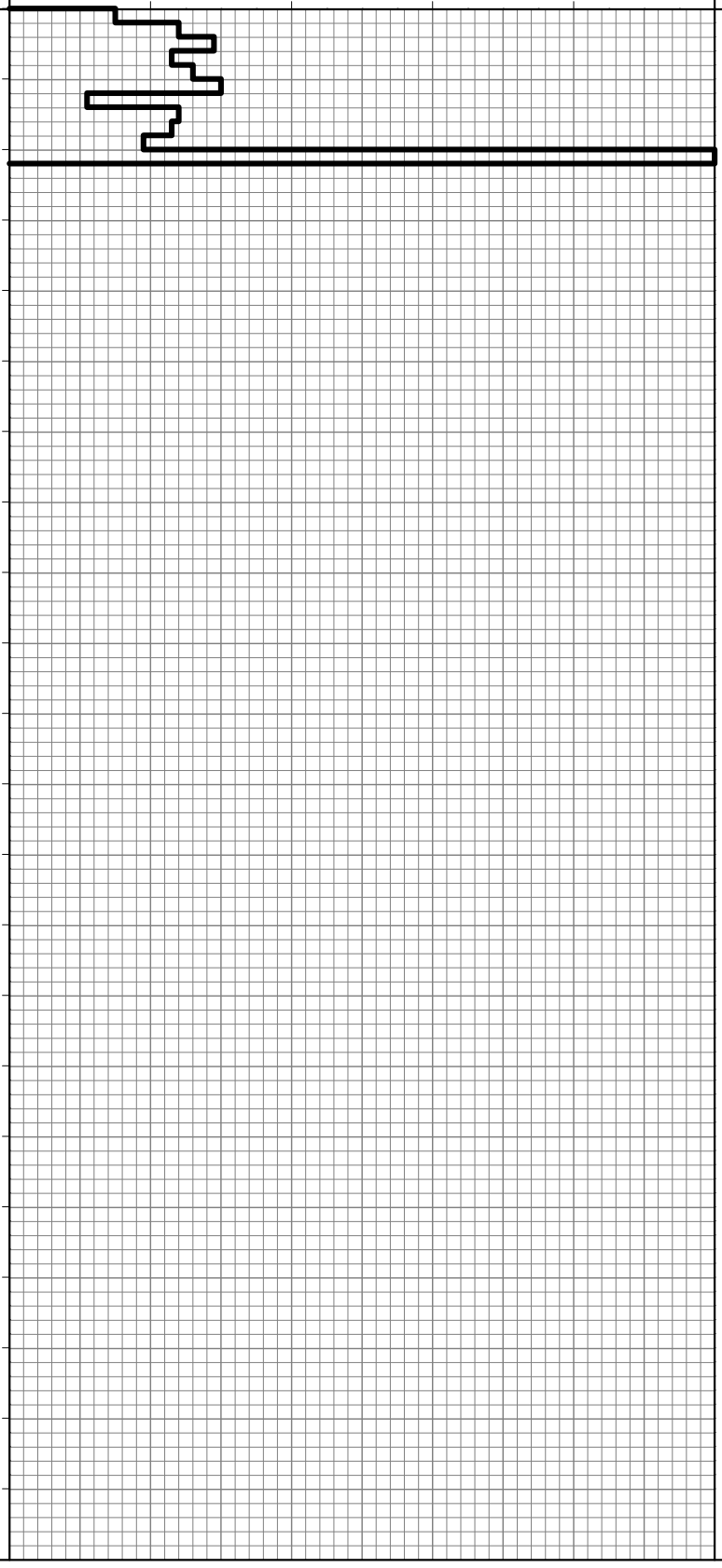
Tiefe [m]

Anzahl Schläge pro 20 cm Eindringung

10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

Bemerkungen

M Eindringung



R

12 cm

Operateur: **Dd**
Aufzeichnung: **Taa**

Datum: **18.09.2023** Auftrags Nr.: **1523054.1**

Objekt: **Krattigen, Uferaufwertung**

Sonde: DPSH-A (superschwer) gemäss EN ISO 22476-2:2005
(unverrohrt, Spitze 16 cm², Fallmasse 63.5 kg, Fallhöhe 50 cm)

M Mantelreibung (Schlagzahl bei Rammen nach Sondenrückzug)
K Knirschen bei Sondenrückzug (charakteristisch für Kies)
LK leichtes Knirschen

Terrainkote ca.: **560.56 m ü.M.** Koordinaten ca.: **2'622'532 / 1'168'168**

GEOTEST GEOLOGEN / INGENIEURE / GEOPHYSIKER / UMWELTFACHLEUTE

Rammsondierung Rss 04/23

M = 1:100
Überstand: m

Piezometer ø "

Kleinproben

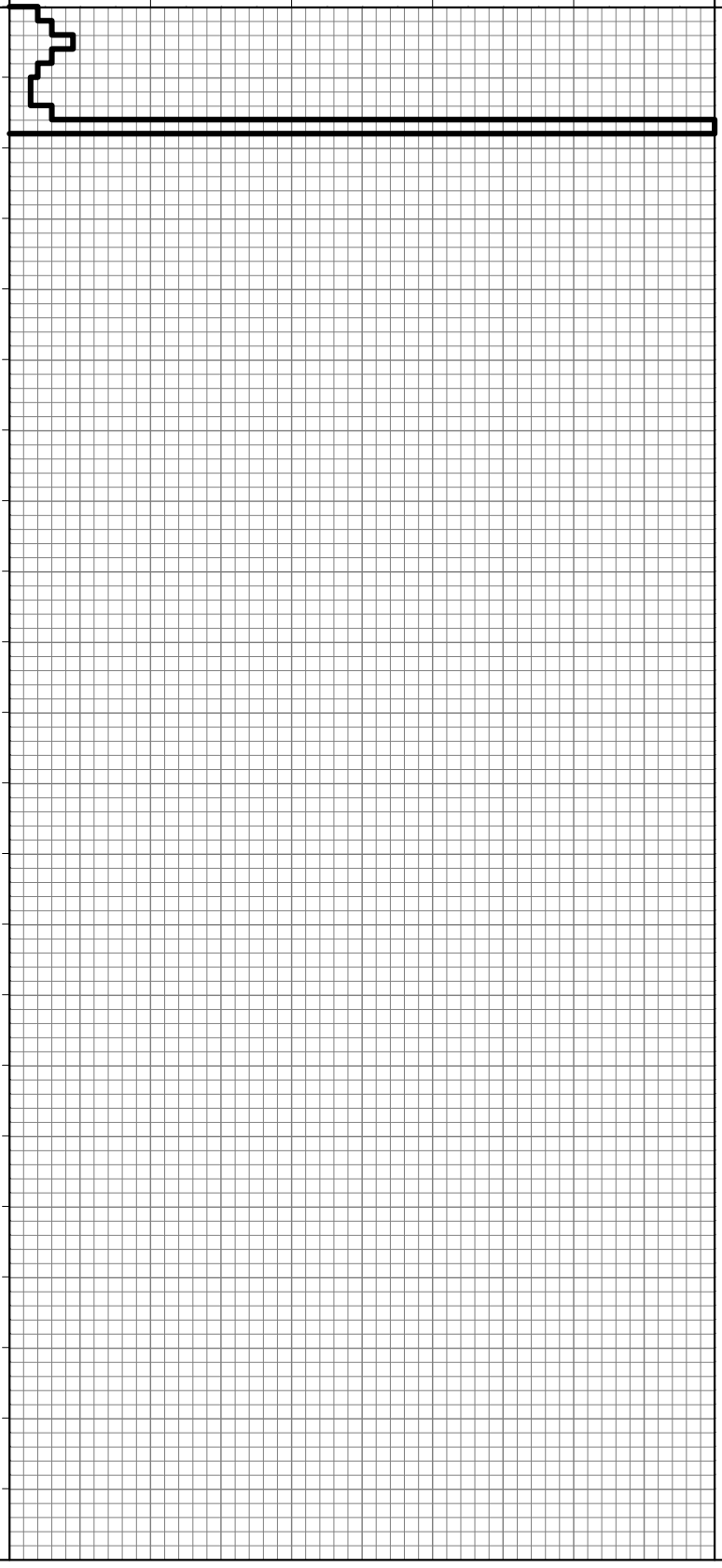
Tiefe [m]

Anzahl Schläge pro 20 cm Eindringung

10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

Bemerkungen

M Eindringung



R

8 cm

Operateur: **Dd**
Aufzeichnung: **Taa**

Datum: **18.09.2023** Auftrags Nr.: **1523054.1**

Objekt: **Krattigen, Uferaufwertung**

GEOTEST GEOLOGEN / INGENIEURE / GEOPHYSIKER / UMWELTFACHLEUTE

Sonde: DPSH-A (superschwer) gemäss EN ISO 22476-2:2005
(unverrohrt, Spitze 16 cm², Fallmasse 63.5 kg, Fallhöhe 50 cm)

M Mantelreibung (Schlagzahl bei Rammen nach Sondenrückzug)
K Knirschen bei Sondenrückzug (charakteristisch für Kies)
LK leichtes Knirschen

Rammsondierung Rss 05/23

Terrainkote ca.: **560.49 m ü.M.** Koordinaten ca.: **2'622'544 / 1'168'155**

M = 1:100
Überstand: m

Piezometer ø "

Kleinproben

Tiefe [m]

Anzahl Schläge pro 20 cm Eindringung

10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

Bemerkungen

M Eindringung

R

8 cm

Operateur: **Dd**
Aufzeichnung: **Taa**

Datum: **18.09.2023** Auftrags Nr.: **1523054.1**

Objekt: **Krattigen, Uferaufwertung**

GEOTEST GEOLOGEN / INGENIEURE / GEOPHYSIKER / UMWELTFACHLEUTE

Sonde: DPSH-A (superschwer) gemäss EN ISO 22476-2:2005
(unverrohrt, Spitze 16 cm², Fallmasse 63.5 kg, Fallhöhe 50 cm)

M Mantelreibung (Schlagzahl bei Rammen nach Sondenrückzug)
K Knirschen bei Sondenrückzug (charakteristisch für Kies)
LK leichtes Knirschen

Rammsondierung Rss 06/23

Terrainkote ca.: **560.67 m ü.M.** Koordinaten ca.: **2'622'579 / 1'168'129**

M = 1:100
Überstand: m

Piezometer ø "

Kleinproben

Tiefe [m]

Anzahl Schläge pro 20 cm Eindringung

10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

Bemerkungen

M Eindringung

R

LK 2 12 cm

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21

Operateur: **Dd**
Aufzeichnung: **Taa**

GEOTEST

Anhang 3 Bericht elektrische Drucksondierungen CPTu

ELEKTRISCHE DRUCKSONDIERUNGEN

UFERAUFWERTUNG KRATTIGEN
THUNERSEE
3704 KRATTIGEN

Projekt Nr.: 60-2776
Bericht Nr.: 2776 / 1

Geoprofile GmbH

Version: 01

ELEKTRISCHE DRUCKSONDIERUNGEN
UFERAUFWERTUNG KRATTIGEN
THUNERSEE
3704 KRATTIGEN

Bauherrschaft	Einwohnergemeinde Krattigen
Auftraggeber	Geotest AG
Adresse	Bernstrasse 165 3052 Zollikofen Herr Maximilian Hildebrand
Referenz Nr. des Auftraggebers	-
Projekt Nr. Geoprofile GmbH	**60-2776**
Band	1 von 1
Vertraulichkeit	Verteilung des Berichts beschränkt auf vom Auftraggeber genehmigten Projektteilnehmer

Kurzbeschreibung

Die Bauherrschaft plant am Thunersee in Krattigen (BE) eine Uferaufwertung.

Zur erweiterten Abklärung der lokalen Baugrundverhältnisse wurde Geoprofile GmbH vom Auftraggeber beauftragt, 2 elektrische Drucksondierungen bis in Tiefen von ca. 15 m abzuteufen.

Der vorliegende Bericht dokumentiert die folgenden Leistungen :

- Abteufen von 2 elektrischen Drucksondierungen mit einer Länge von insgesamt 10.49 m, inklusive Messung des Porenwasserüberdrucks (CPTU 01/23 und CPTU 02/23) ;
- Auswertung der Messdaten ;
- Geotechnische Interpretation der elektrischen Drucksondierungen und Herleitung von geotechnischen Kennwerten.

Feldarbeiten : 20. – 23. November 2023

Version	Datum	Beschreibung	Kontrolliert	Genehmigt
1	28.11.2023	Schlussbericht	kat	klt

INHALTSVERZEICHNIS Seite

Situation mit Lage der Sondierstellen 1

BEILAGEN

Beilage A : Ausführungspraxis
Beilage B : Elektrische Drucksondierung – Messdaten
Beilage C : Elektrische Drucksondierung – Interpretation

ANHÄNGE (allgemeine Hintergrundinformationen)

Anhang 1 : Elektrische Drucksondierung (CPT)
Anhang 2 : Interpretation der elektrischen Drucksondierung



M 1:2500

SITUATION MIT UNGEFÄHRER LAGE DER SONDIERSTELLEN

Uferaufwertung Krattigen, Thunersee, 3704 Krattigen

BEILAGE A
AUSFÜHRUNGSPRAXIS

INHALT Beilage

Ausführungspraxis der elektrischen Drucksondierung A1

TESTSTEUERUNG – PENETRATION

Generelle Testablauf:	Siehe Anhang 1, “Elektrische Drucksondierung (CPT)” (GEO/APP/001)
Vorbereitungsphase:	– Bestimmung der Sondierstandorte durch Auftraggeber – Auswahl der Messsonde durch Geoprofile GmbH – Vorherige Sättigung des Filter-Elementes durch Vakuum-Lagerung in biologisch abbaubarem Öl während 24 Stunden – Nachsättigung vor Ort vor jeder Prüfung
Einmessen und Nivellement:	– Einmessen der Sondierstandorte durch Auftraggeber – Nivellement durch Geoprofile GmbH
Testphase:	Keine projektspezifischen Vorkehrungen
Testabbruch:	Siehe Anhang 1, “Elektrische Drucksondierung (CPT)” (GEO/APP/001)
Zusätzliche Messungen:	Keine
Vorbohren:	Nein

SONDIERGERÄT

Schubvorrichtung:	Hydraulische Schubeinheit mit einem maximalen Druck von 180 kN und einem Hub von 1 m
Aufbau der Schubvorrichtung:	Allein stehend
Reaktionsmasse:	Ponton
Schubgestänge:	36 mm A.D.
Schutzverrohrung:	Dickwandige Doppelverrohrung
Reibungsminderer:	Integriert in der Messsonde
Penetrometer:	– Typ S15CFIIP15 – Unabhängige Messung des Spitzenwiderstands q_c, lokale Mantelreibung f_s, Porenwasserüberdruck u_2, Abweichung von der Vertikale in X- und Y-Richtung (i_x und i_y) – Spitzenquerschnitt 15 cm^2 – Oberfläche des Reibungsmantels 225 cm^2 – Netto Flächenverhältnis a: 0.75

DATENAUFZEICHNUNG UND -BEARBEITUNG

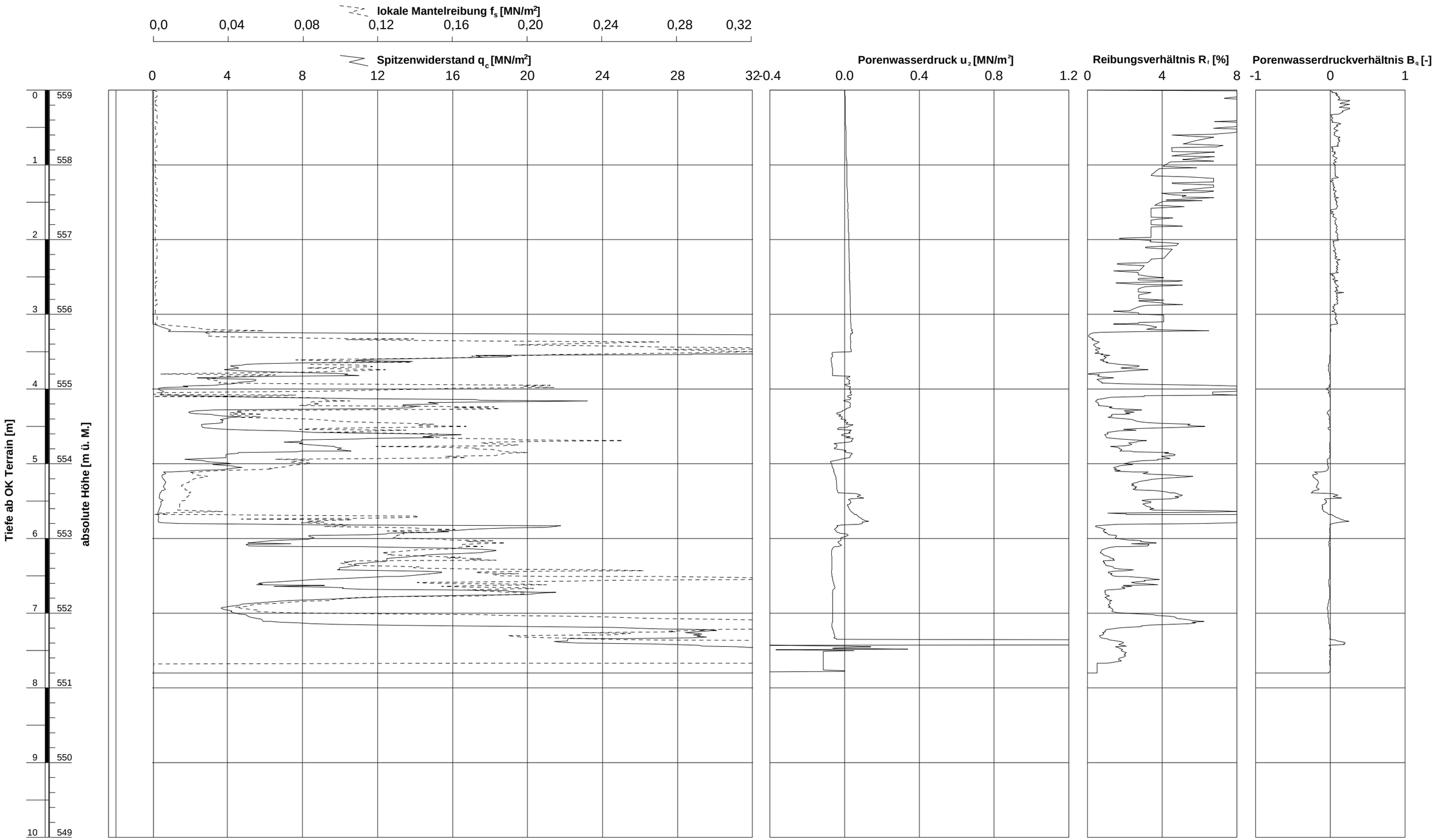
Datenaufzeichnung:	Digitale Aufzeichnung, 1 Messung pro cm Eindringung
Tiefenkorrektur:	Korrektur der Sondiertiefe für der Abweichung von der Vertikale

BEILAGE B

ELEKTRISCHE DRUCKSONDIERUNG - MESSDATEN

INHALT Beilage

Elektrische Drucksondierung CPTU 01/23	B1
Elektrische Drucksondierung CPTU 02/23	B2



Ausführungsdatum : 22.11.2023
Ansatzpunkt : 559.00 m ü. M.
Wasser : m ab OK Terrain

Koordinaten: : 2622330 m O
1168171 m N

Messsonde : S15CFIIP
Spitzenquerschnitt: 15 cm²

Sondierung: CPTU 01/23

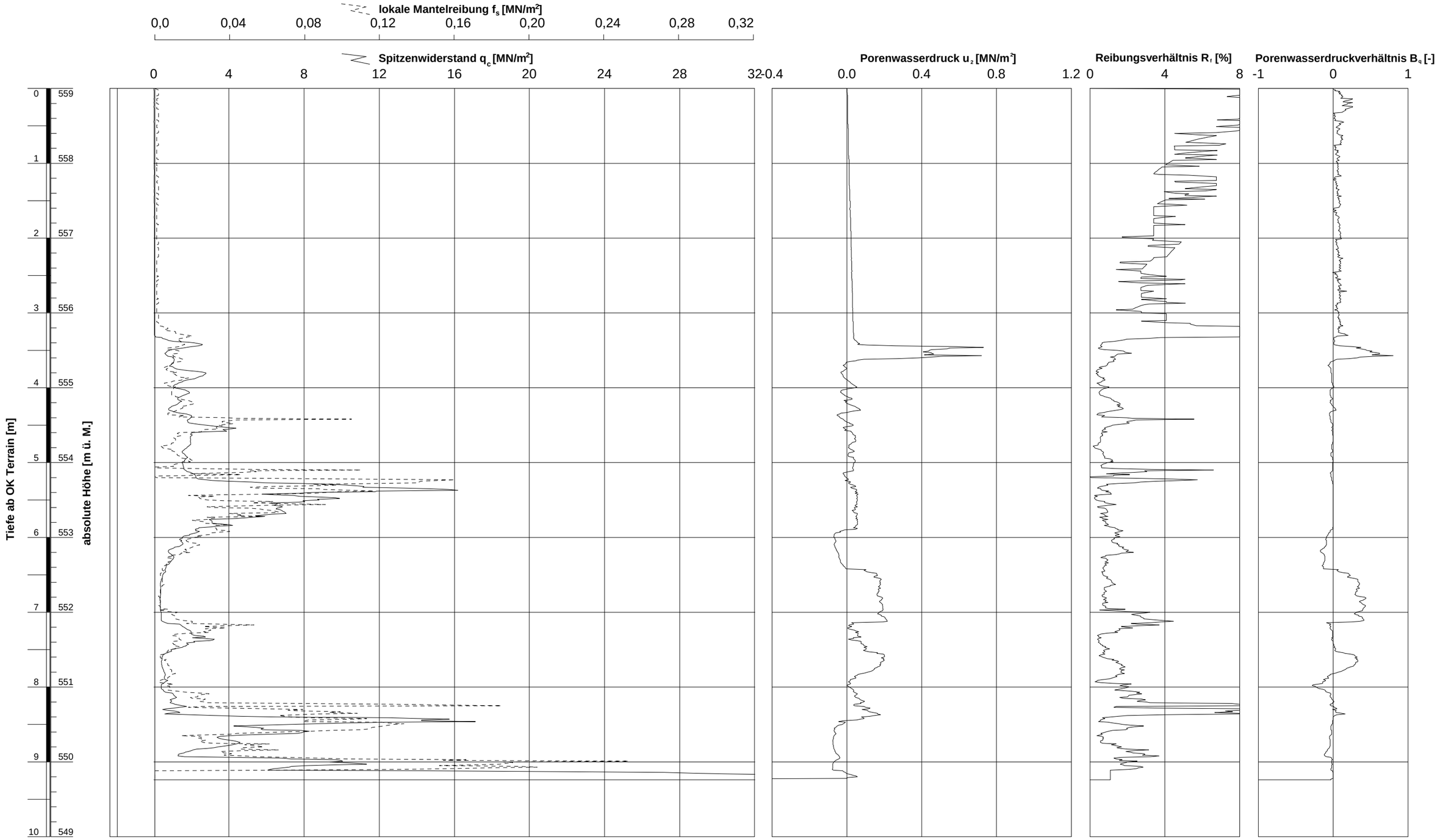
ELEKTRISCHE DRUCKSONDIERUNG
Messdaten

Uferaufwertung Krattigen, Thunersee, 3704 Krattigen

gezeichnet: Marynelle Duran dd: 23.11.2023 kontrolliert: Hendrik Tuenter

GeODin-System / $%FILENAME$ / 24.11.2023/18:21:52

gezeichnet: Marynelle Duran dd: 23.11.2023 kontrolliert: Hendrik Tuenter



Ausführungsdatum : 22.11.2023
Ansatzpunkt : 559.00 m ü. M.
Wasser : m ab OK Terrain

Koordinaten: : 2622629 m O
1168155 m N

Messsonde : S15CFIIP
Spitzenquerschnitt: 15 cm²

ELEKTRISCHE DRUCKSONDIERUNG
Messdaten

Uferaufwertung Krattigen, Thunersee, 3704 Krattigen

Sondierung: CPTU 02/23

GeODin-System / $%FILENAME$ / 24.11.2023/18:21:31

BEILAGE C

ELEKTRISCHE DRUCKSONDIERUNG – INTERPRETATION

INHALT Beilage

Elektrische Drucksondierung CPTU 01/23	C1
Elektrische Drucksondierung CPTU 02/23	C2

GEOPROFILE

+ undrainierte Scherfestigkeit s_u [kN/m²]
○ Sensitivität S_t [-]
× effektiver innerer Reibungswinkel ϕ' [°]
· effektive Kohäsion c' [kN/m²]
△ bezogene Lagerungsdichte I_D [-]
□ Vorkonsolidierungsdruck σ'_p [kN/m²]
+ oedometrischer Steifemodul bei Erstbelastung E_{oed} (früher: $M_{E,1}$ bzw. E_s) [MN/m²]

gezeichnet: Marynelle Duran Datum: 22.11.2023 kontrolliert: Hendrik Tuenter

GeODin-System / $%FILENAMES / 30.11.2023/14:59:31

geotechnische Beschreibung

0.00 m: WASSER

3.20 m: KIES, sandig, siltig, sehr dicht gelagert

3.60 m: SAND, siltig, kiesig, mitteldicht bis dicht gelagert, mit dünnen Zwischenschichten aus Silt, Ton und Kies

5.10 m: TON, siltig, weich

5.80 m: KIES, sandig, siltig, dicht bis sehr dicht gelagert, mit Zwischenschichten aus Sand

Abbruchkriterium CPTU (7.80 m):
Erreichen der Höchstleistung des Druckgeräts und der Messsensoren (q_c = 45.2 MPa)

Tiefe ab OK Terrain [m] / absolute Höhe [m ü. M.]

Tiefe ab OK Terrain [m]	absolute Höhe [m ü. M.]
0	559
1	558
2	557
3	556
4	555
5	554
6	553
7	552
8	551
9	550
10	549

undrainierte Scherfestigkeit

1 | 10 | 100 | 1000

sehr weich | weich | mittel steif | steif | hart | sehr hart

drainierte Scherfestigkeit

0 | 20 | 40 | 60

Lagerungsdichte

0.0 | 0.5 | 1.0

sehr locker | locker | mittel dicht | dicht | sehr dicht

In-situ Spannungsverhältnisse / Deformationseigenschaften

1 | 10 | 100 | 1000

Ausführungsdatum : 22.11.2023
Ansatzpunkt : 559.00 m. ü. M.

Koordinaten : 2622330 m O
1168171 m N

Sondierung: CPTU 01/23

ELEKTRISCHE DRUCKSONDIERUNG
Interpretierte geotechnische Erwartungswerte
Thunersee, Uferschüttung Krattigen

GEOPROFILE

+ undrainierte Scherfestigkeit s_u[kN/m²]
○ Sensitivität S_t [-]

× effektiver innerer Reibungswinkel ϕ' [°]
· effektive Kohäsion c' [kN/m²]

△ bezogene Lagerungsdichte I_D[-]

□ Vorkonsolidierungsdruck σ'_p [kN/m²]
+ oedometrischer Steifemodul bei Erstbelastung E_{oed} (früher: $M_{E,1}$ bzw. E_s) [MN/m²]

gezeichnet: Marynelle Duran Datum: 22.11.2023 kontrolliert: Hendrik Tuenter

GeODin-System / $%FILENAME$ / 30.11.2023/14:55:22

geotechnische Beschreibung

Tiefe ab OK Terrain [m] / absolute Höhe [m ü. M.]

0 / 559 — 0.00 m: WASSER

3.35 m: SILT, sandig, steif, mit Zwischenschichten aus Sand und Ton

5.25 m: SAND, kiesig, siltig, mitteldicht gelagert, mit einer Kiesschicht

5.90 m: SILT, tonig, weich bis mittelsteif, mit dünnen Zwischenschichten aus Sand, Torf und Ton

8.35 m: SAND, siltig, mitteldicht gelagert, mit dünnen Zwischenschichten aus Kies und Ton

9.10 m: KIES, sandig, dicht bis sehr dicht gelagert

Abbruchkriterium CPTU (9.24 m):
Erreichen der Höchstleistung des Druckgeräts und der Messsensoren (q_c = 40.6 MPa)

10 / 549

undrainierte Scherfestigkeit

1 — 10 — 100 — 1000

sehr weich | weich | mittel steif | steif | hart | sehr hart

drainierte Scherfestigkeit

0 — 20 — 40 — 60

Lagerungsdichte

0.0 — 0.5 — 1.0

sehr locker | locker | mittel dicht | dicht | sehr dicht

In-situ Spannungsverhältnisse / Deformationseigenschaften

1 — 10 — 100 — 1000

Ausführungsdatum : 22.11.2023
Ansatzpunkt : 559.00 m. ü. M.

Koordinaten : 2622629 m O
1168155 m N

Sondierung: CPTU 02/23

ELEKTRISCHE DRUCKSONDIERUNG
Interpretierte geotechnische Erwartungswerte
Thunersee, Uferschüttung Krattigen

ANHÄNGE

ALLGEMEINE HINTERGRUNDINFORMATION

INHALT

Anhang 1 : Elektrische Drucksondierung (CPT)

Anhang 2 : Interpretation der elektrischen Drucksondierung

ALLGEMEINES

Die Drucksondierung (CPT) ist ein Verfahren, das häufig zur Untersuchung des Baugrunds verwendet wird. Hierbei wird der Widerstand des Baugrunds bei konstantem und kontinuierlichem Eindringen mit einem zylindrischen und mit internen Sensoren ausgestatteten Penetrometer bestimmt. Gemessen werden Eindringtiefe (z), Spitzenwiderstand (q_c), lokale Mantelreibung (f_s) und ggf. Porenwasserdruck (u_2) und der vertikale Neigungswinkel (i_x bzw. i_y). Die Ergebnisse ermöglichen eindeutige Rückschlüsse auf die Beschaffenheit des Baugrunds.

Die von Geoprofile für die Drucksondierung angewandten Verfahren und verwendeten Geräte richten sich nach ISO EN 22476-1 und den Regelungen der Veröffentlichung “International Reference Test Procedure” der internationalen Gesellschaft für Grundbau und Bodenmechanik (ISSMGE, 1999).

Wenn nicht anders vereinbart, gelten die folgenden Kriterien für die Beendigung des Versuchs:

- das Erreichen der gewünschten Eindringtiefe,
- die Abweichung von der Vertikale ist grösser als 15°,
- die Abweichung von der Vertikale vergrössert sich plötzlich,
- das Erreichen der Höchstleistung des Druckgerätes, der Auflagevorrichtung, der Schubstangen und/oder der Messsensoren,
- Umstände im Ermessen des Sondiermeisters, wie z.B. das Risiko von Sach- oder Personenschaden.

ERGEBNISSE

Die Darstellung der Ergebnisse der Drucksondierungen umfasst:

- die Parameter q_c, f_s und R_f sowie u_2 in Abhängigkeit der Tiefe unter der Erdoberfläche,
- fakultativ die Parameter q_t, q_n und B_q bei Versuchen mit Porendruckmessungen,
- fakultativ den Neigungswinkel i bei Versuchen mit Winkelmessungen.

Als Bezugswert der Versuche gilt die Erdoberfläche. Die Definition der einzelnen Parameter ist wie folgt:

z = Eindringtiefe in die Erdoberfläche, bezüglich des vertikalen Neigungswinkels (i) korrigiert:

$$= \int_0^l \cos i \, . \, dl$$

dabei ist:

z = Eindringtiefe
l = Eindringlänge
i = vertikaler Neigungswinkel

Copyright Geoprofile GmbH

q_c = Spitzenwiderstand bezüglich der Referenzwerte des Versuchs.

f_s = lokale Mantelreibung. Die Tiefe wird so korrigiert, dass die (hinter der Spitze gemessene) Mantelreibung sich auf die Tiefe der Sondierspitze bezieht.

R_f = Verhältnis der Mantelreibung zum Spitzenwiderstand (f_s/q_c).

u_2 = Porendruck direkt hinter der Sondierspitze (Position 2). Die Tiefe wird so korrigiert, dass der gemessene Porenwasserdruck sich auf die Tiefe der Sondierspitze bezieht.

Während der Versuchsdurchführung kann es u.U. zu einem Sättigungsverlust des Filterelementes kommen (Lunne et al., 1997). Zu den möglichen Gründen zählen:

- Eindringen in einen teilweise gesättigten Boden;
- Das Auftreten von negativem Porenwasserdruck, so dass es zu Kavitation kommt. Dies kann zum Beispiel beim Eindringen in einen dicht gelagerten Sand oder einen überkonsolidierten Ton auftreten.

Ein Sättigungsverlust führt normalerweise zu einem geringeren Porendruck beim Eindringen in den Boden unterhalb dieser Zone.

q_t = Totaler Spitzenwiderstand. Diese Kenngrösse beinhaltet Korrekturen für den hydrostatischen und den transienten Porendruck sowie für die Konstruktion der Sondierspitze:

$$q_t = q_c+(1-a)u_2$$

Dabei gilt:

a = Netto-Flächenverhältnis des Querschnitts der Stahlfläche in der Öffnung zwischen der Sondierspitze und der Reibungshülse. Dieses Verhältnis ist von der Art des Penetrometers abhängig.

q_n = $q_t-\sigma_{vo}$ = Netto-Spitzenwiderstand. Diese Kenngrösse beinhaltet Korrekturen für den hydrostatischen und den transienten Porendruck sowie für die Konstruktion der Sondierspitze und die In-Situ Spannung im Untergrund. Dabei gilt:

σ_{vo} = totale vertikale In-Situ Spannung im Bereich der Sondierspitze. Dieser Wert ist berechnet.

B_q = Porendruckverhältnis:

B_q = $(u_2-u_o)/q_n$ mit

u_o = hydrostatischer Porenwasserdruck im Bereich der Sondierspitze. Es handelt sich um einen

Copyright Geoprofile GmbH

berechneten Wert.

WEITERE MESSUNGEN

Mit der elektrischen Drucksondierung können weitere Messungen vorgenommen werden:

- Messung des hydrostatischen Wasserdrucks in einer bestimmten Tiefe;
- Dissipations-Test. Hierbei wird die Verringerung des transienten Porenwasserdrucks als Funktion der Zeit gemessen. Die Resultate erlauben Rückschlüsse auf die horizontale Durchlässigkeit von feinkörnigen Schichten und somit auf die benötigte Zeit bis zum Abklingen der primären Setzungen.
- Prüfung des Reibungs-Aufbaus. Hierbei wird die Zunahme der lokalen Mantelreibung nach einer Unterbrechung des Sondiervorgangs gemessen. Die Resultate erlauben Rückschlüsse auf die zeitlichen Entwicklung der Mantelreibung entlang eines Pfahlschafts.

Für die Durchführung dieser zusätzlichen Messungen muss der Sondiervorgang angehalten werden.

LITERATURANGABEN

CEN (2005), “Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Felduntersuchungen - Teil 1: Drucksondierungen mit elektrischen Messwertaufnehmern und Messeinrichtungen für den Porenwasserdruck (ISO EN 22476-1:2005)

ISSMGE International Society of Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (1999), “International Reference Test Procedure for the Cone Penetration Test (CPT) and the Cone Penetration Test with Pore Pressure (CPTU)”, Bericht vom ISSMGE Technical Committee 16 bzgl. der Bestimmung von Baugrundeigenschaften mittels in-situ Prüfverfahren, Proceedings of the Twelfth European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Amsterdam, editiert Barends et al., Vol. 3, pp. 2195-2222.

Lunne, T. (1999), “Special Workshop – Investigation Methods”, Proceedings of the Twelfth European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Amsterdam, editiert Barends et al., Additional Volume, pp. 51-52.

Copyright Geoprofile GmbH

EINLEITUNG

Das vorliegende Dokument gibt einen Überblick der verwendeten Auswertungsmethoden für die Testergebnisse von Drucksondierungen. Die Eignung der einzelnen Methoden hängt unter anderem von den Anforderungen des jeweiligen Projektes ab und muss durch einen Geotechnik-Ingenieur beurteilt werden.

Die Auswertung von Drucksondierungsversuchsergebnissen hilft bei der Festlegung von Parametern für geotechnische Modelle. Die konventionellen Modelle stützen sich normalerweise auf die Plastizitätstheorie für den Grenzzustand der Tragfähigkeit und auf die Elastizitäts- und Konsolidierungstheorie für den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (CEN, 1994). Merkmale für solche geotechnischen Modelle sind:

- eine Analyse des Verhaltens in drainiertem oder undrainiertem Zustand für Plastizitätsmodelle
- die Analyse für den Grenzzustand der Tragfähigkeit unterscheidet sich von der für den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit.

Die Auswertungsmethoden für Drucksondierungen basieren meist auf empirischen Korrelationen mit theoretischem Hintergrund. Die Datenintegration mit anderen, zusätzlichen Untersuchungstechniken wie Bohrungen und Laborversuchen erhöht den Grad der Zuverlässigkeit. Lunne et al. (1997) geben einen Überblick über verschiedene Auswertungsmethoden.

Die unten erläuterten Bewertungsmethoden unterliegen einigen Einschränkungen:

- Empirische Korrelationen beziehen sich auf Referenzparameter, welche in einem festgelegten Referenzverfahren gemessen wurden. So bezieht sich die mit einem N_{kT}-Faktor von Sondierergebnissen abgeleitete undrainierte Scherfestigkeit auf denen, welche in einem einstufigen, isotrop konsolidierten, undrainierten Triaxialversuch (CIU) an einer ungestörten Bodenprobe im Labor ermittelt wurde. Der Bezugsparameter ist nicht unbedingt dem gewählten geotechnischen Modell angemessen, so dass eine Anpassung erforderlich sein könnte.
- Die meisten Bewertungsmethoden gelten meistens für einen Sand oder einen Ton. Bei Silt, Ton/Sand/Kies Mischungen, sehr dünn geschichteten Böden, zementierten Schichten und/oder Verwitterungsböden kann es zu Abweichungen kommen. Im Falle von solchen Schichten muss spezifisch vorgegangen werden (Peuchen et al., 1996; Lunne et al., 1995).
- Die Auswertungen beziehen sich auf die Bedingungen zu Beginn der geotechnischen Untersuchungen. Geologische und umwelttechnische Faktoren sowie Bauarbeiten können die vorgefundenen Baugrundverhältnisse verändern.
- Die Drucksondierung gibt nur bedingt direkte Information über den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (Verformungen), da beim Eindringen der umliegende Boden stark deformiert wird. Im Vergleich zum Grenzzustand der Tragfähigkeit können genauere zusätzliche Daten erforderlich sein.

Copyright Geoprofile GmbH

- Drainiertes oder undrainiertes Verhalten für die geotechnische Analyse kann dem jeweiligen drainierten oder undrainierten Verhalten während dem Sondiervorgang entsprechen, muss dies aber nicht. Es ist Aufgabe des Geotechnik-Ingenieurs zu beurteilen, welches Verhalten für die geotechnische Fragestellung relevant ist.

EINDRINGVERHALTEN

Während des Sondiervorgangs treten grössere Deformationen in unmittelbarer Nähe, und kleinere elastische Deformationen in grösserem Abstand des Penetrometers auf. Die Zusammensetzung der einzelnen Schichten, die Lagerungsdichte, die Struktur und die In-Situ Spannungsverhältnisse beeinflussen die Messgrössen.

Der gemessene Spitzenwiderstand q_c wird unter anderem durch den Porenwasserdruck beeinflusst. Da das Verhältnis effektiver Spannung zum Porendruck in grobkörnigen Schichten hoch ist, kann dieser Einfluss normalerweise vernachlässigt werden. Beim Eindringen in Ton ist dasselbe Verhältnis jedoch niedrig. Es kann somit wichtig sein zu wissen, wie hoch der Porendruck um das Penetrometer herum ist. Zu den Parametern, die die Auswirkungen des Porendrucks berücksichtigen, zählen der Gesamtspitzenwiderstand q_t, der Netto-Spitzenwiderstand q_n und das Porendruckverhältnis B_q. Diese Parameter können berechnet werden, wenn Daten bezüglich des Porenwasserdrucks vorliegen. Die Auswirkungen des Porendrucks auf die Mantelreibung f_s sind sehr gering und werden üblicherweise ignoriert. Die Berechnung des Reibungsverhältnisses R_f (definiert als f_s/q_c) lässt keine Rückschlüsse auf die Auswirkungen des Porendrucks zu.

Die Eindringgeschwindigkeit in Bezug auf die Durchlässigkeit des Bodens bestimmt, ob das Bodenverhalten in erster Linie undrainiert, drainiert oder teilweise drainiert ist. Normalerweise ist das Bodenverhalten bei Drucksondierungen in Sand und Kies drainiert (es gibt keinen messbaren, aufgrund des Sondiervorgangs hervorgerufenen Porenwasserüberdruck) und in Ton undrainiert (bedeutende Änderung des Porenwasserdrucks). Teilweise drainiert ist es bei Böden mit mittlerer Durchlässigkeit, wie z. B. bei Silt. Die folgenden Abschnitte gehen näher auf die Ermittlung von geotechnischen Parametern aufgrund von elektrischen Drucksondierungen ein.

KLASSIFIZIERUNG

Die Klassifizierung der verschiedenen Schichten in Bezug auf das allgemeine Bodenverhalten (und in eingeschränkterem Masse die Bodenart) ist, im Vergleich mit anderen Ermittlungstechniken, ein wichtiger Teil der Drucksondierung.

Copyright Geoprofile GmbH

Die Klassifizierung des Bodenverhaltens steht im Einklang mit der von Robertson (1990) beschriebenen Vorgehensweise. Diese betrachtet eine normalisierte Klassifizierung des Bodenverhaltens, die eine allgemeine Leitlinie zur Bestimmung der wahrscheinlichen Bodenart (z. B. Sand, siltig) gibt. Hierzu sind Daten einer Porenwasserdrucksondierung nötig. Es besteht eine vereinfachte Vorgehensweise für Ergebnisse ohne Messung des Porenwasserdrucks (Robertson et al., 1986).

IN-SITU SPANNUNGSVERHÄLTNISSE

Die Spannungsverhältnisse im Baugrund müssen bekannt sein, damit Parameter wie die bezogene Lagerungsdichte I_D und der innere Reibungswinkel φ' ermittelt werden können. Die effektive vertikale Spannung σ'_v kann berechnet werden, jedoch ist die effektive horizontale Spannung $\sigma'_{ho} = K_o\sigma'_{vo}$ meist unbekannt und hängt primär vom Überkonsolidierungsgrad OCR [-] und dem effektiven inneren Reibungswinkel φ' [°] ab:

$$K_0 = (1 - \sin \varphi') \cdot OCR^{\sin \varphi'} \quad [1]$$

Für eine Erklärung der verwendeten Symbole siehe Anhang „elektrische Drucksondierung (CPT)“, insofern nicht anders erwähnt. Der Zusammenhang basiert auf mechanischer Überkonsolidierung von rekonstituierten Probekörpern im Labor. Überkonsolidierung kann in der Natur durch geologische Faktoren wie z.B. glaziale Vorbelastung und Erosion, aber auch durch Grundwasserschwankungen und das Altern der Ablagerungen („ageing“) hervorgerufen werden. Normalerweise bewegen sich In-Situ Werte für K_o für Tiefen bis zu 50 m zwischen 0.4 und 2.0. In grösseren Tiefen (> 50 m) beträgt dieser Ruhedruckkoeffizient üblicherweise weniger als 1.

Der maximale passive Erddruck stellt eine Obergrenze für die effektive horizontale Spannung dar. Der Koeffizient des passiven Erddrucks richtet sich unter Vernachlässigung einer allfälligen Kohäsion nach:

$$K_p = \frac{1 + \sin \varphi'}{1 - \sin \varphi'} \quad [2]$$

Wenn die effektive horizontale Spannung das Niveau des passiven Erddrucks erreicht, können Risse im Erdreich entstehen. In ausgetrockneten Tonen kann auch früher Rissbildung auftreten. In verkitteten Schichten kann aufgrund der vorhandenen Kohäsion ein horizontaler Erddruck vorhanden sein, welcher grösser ist als oben beschrieben. Die Kombination der Beziehung für K_0 und K_p ergibt eine Obergrenze für die Überkonsolidierung:

Copyright Geoprofile GmbH

$$OCR_{max} = \left[\frac{1 + \sin \varphi'}{(1 - \sin \varphi')^2} \right]^{\frac{1}{\sin \varphi'}} \quad [3]$$

Für einen Ton kann der maximale Überkonsolidierungsgrad OCR_{max} somit weniger als 4, für einen Sand jedoch mehr als 50 betragen.

Der Überkonsolidierungsgrad von feinkörnigen Sedimenten kann direkt aus den Sondierergebnissen abgeleitet werden (Kulhawy und Mayne, 1990):

$$OCR = \alpha \cdot (q_T - \sigma_v) \quad [4]$$

Kulhawy und Mayne schlagen einen α-Wert von 0.3 [-] vor. Die Korrelation von elektrischen Drucksondierungen mit ausgewerteten Oedometer-Versuchen für Tone und Silte in der Schweiz suggeriert, dass ein Wert von 0.25 den Schweizer Verhältnissen besser angemessen sein dürfte. Geoprofile GmbH legt der Abschätzung des Überkonsolidierungsgrades (OCR) einen α-Wert von 0.25 zugrunde, was im Vergleich zu Kulhawy und Mayne zu einem etwas tieferen Überkonsolidierungsgrad führt.

Für Sande und Kiessande kann der Überkonsolidierungsgrad wie folgt abgeschätzt werden:

$$OCR = \left[\frac{0.192 \cdot (q_t / p_{atm})^{0.22}}{(1 - \sin \varphi')(\sigma'_{vo} / p_{atm})^{0.31}} \right]^{\frac{1}{\sin \varphi' - 0.27}}$$

wobei p_{atm} den atmosphärischen Druck bezeichnet.

Der maximale Vorkonsolidierungsdruck σ'_p ergibt sich aus der Multiplikation mit der effektiven vertikalen Spannung In-Situ:

$$\sigma'_p = \sigma'_{vo} \cdot OCR \quad [5]$$

Wird zudem der effektive innere Reibungswinkel φ' ermittelt, ist gemäss [1] auch der horizontale Erdruhedruck bekannt.

Copyright Geoprofile GmbH

EFFEKTIVE SCHEREIGENSCHAFTEN

Der effektive innere Reibungswinkel φ' ist keine Konstante. Er hängt neben der Zusammensetzung (Mineralogie, Kornform und -rauheit) und der Lagerungsdichte zudem von den Spannungsverhältnissen im Erdreich und dem Abschermodus ab. Es gibt Hinweise dafür, dass Faktoren wie der Sedimentationsmodus oder die In-Situ Spannungsanisotropie weniger von Bedeutung sind.

Die ermittelten Werte der effektiven Reibungswinkel beziehen sich auf das In-Situ Spannungsniveau während der Sondierung. Dies dürfte z.B. für die Berechnung der Stabilität einer Böschung angemessen sein. Im Falle einer signifikanten Erhöhung der Spannungsverhältnisse, wie z.B. bei einer Aufschüttung oder einer Pfahlgründung, muss der effektive Reibungswinkel für Sand und Kiessand den neuen Verhältnissen angepasst werden, was meistens eine Verringerung der Scherparameter bedeutet. Das Verfahren nach Bolton (1986, 1987) stellt dazu eine breit akzeptierte Methode dar. Da der kritische Reibungswinkel φ'_{krit} im Falle von feinkörnigen Böden bereits bei einem geringen Spannungsniveau erreicht wird, ist die Abstufung von effektiven Scherparametern für Ton und Silt weniger üblich.

Das Verhältnis des inneren Reibungswinkels φ' zum Spitzenwiderstand q_c kann auf mehr oder weniger aufwendige Art und Weise ermittelt werden. Einfache Vorgehensweisen stützen sich auf eine konservative Klassifizierung des Bodenverhaltens. Eine aufwendigere empirische Untersuchung berücksichtigt zudem die In-Situ Spannungsverhältnisse σ'_{vo} und σ'_{ho} (siehe Abschnitt „In-Situ Spannungsverhältnisse“). Zudem kann die Lagerungsdichte explizit miteinbezogen werden. Neuere Ansätze verzichten jedoch darauf und berücksichtigen die Lagerungsdichte mit dem Einbezug von q_c nur implizit, da bei der Abschätzung der Lagerungsdichte zusätzliche Unsicherheiten eingebracht werden.

Eine Überprüfung der Ergebnisse von Drucksondierungen in mit Sand gefüllten Kalibrationskammern erlaubt die Abschätzung des effektiven inneren Reibungswinkels φ’ für dieses Material (Kulhawy und Mayne, 1990):

$$\varphi' = 17.6 + 11 \cdot \log(q_{t1}) \qquad [6]$$

$$q_{t1} = \frac{q_t / p_{atm}}{\sqrt{\sigma'_{vo} / p_{atm}}} \qquad [p_{atm} = \text{atmosphärischer Druck} \approx 100\ \text{kPa}] \qquad [7]$$

Als Referenzverfahren gelten axial belastete Triaxialprüfungen von isotrop und anisotrop konsolidierten Sandproben (CID unf CAD). Die Korrelation enthält im Vergleich zu früheren Gleichungen (z.B. Robertson und Campanella, 1983) eine Korrektur für die Grösse der Kalibrationskammer im Vergleich zur Sondierspitze.

Copyright Geoprofile GmbH

Die Abschätzung der effektiven Scherparameter für fein- und gemischtkörnige Ablagerungen beruht auf einer Form der Tragfähigkeitsformel (Senneset et al., 1988, 1989):

$$q_n = N_m(\sigma'_{vo} + a) \quad [9]$$

wobei:

$$N_m = \frac{N_q - 1}{1 + N_u B_q} \quad [10]$$

$$N_q = \tan^2(45 + \tfrac{1}{2}\varphi')e^{(\pi - 2\beta)\tan\varphi'} \quad [11]$$

$$N_u = 6\tan\varphi'(1 + \varphi') \quad [12]$$

β = Plastifizierungswinkel

a = Anziehung

Dazu muss der Plastifizierungswinkel und die Anziehung („attraction“) abgeschätzt werden. Senneset et al. geben Richtwerte für verschiedenen Materialen als Funktion der Konsistenz bzw. der Lagerungsdichte. Die Abschätzung des effektiven inneren Reibungswinkels ist relativ unabhängig von den gewählten Werten für β und a. Die von Geoprofile gewählte Vorgehensweise basiert auf einer vorsichtigen Schätzung der beiden Parameter.

Die Abschätzung der effektiven Kohäsion für feinkörnige Schichten richtet sich nach dem maximalen Vorkonsolidierungsdruck σ'_p (Mesri und El-Ghaffar, 1993):

$$c' = 0.024 \cdot \sigma'_p \quad [13]$$

Für die Bestimmung des maximalen Vorkonsolidierungsdrucks σ'_p siehe den Abschnitt „In-Situ Spannungsverhältnisse“. Die Integration von weiteren geotechnischen Datensätzen für die Ermittlung der effektiven Kohäsion ist empfehlenswert. Ob die Anwendung einer effektiven Kohäsion hinsichtlich der geotechnischen Fragestellung und dem nicht-linearen Verlauf der Einhüllende sinnvoll ist, muss durch einen Geotechnik-Ingenieur beurteilt werden. Für Langzeit-Analysen kann es angebracht sein, die effektive Kohäsion vollständig zu vernachlässigen.

Copyright Geoprofile GmbH

BEZOGENE LAGERUNGSDICHTE

Die Bestimmung des minimalen und des maximalen Porenraums der Sandproben im Labor (e_{min} und e_{max}) bildet die Grundlage für den Begriff der bezogenen Lagerungsdichte. Es ist unwahrscheinlich, dass bei den Laborversuchen tatsächlich der niedrigsten oder der höchsten Wert für den Porenraum e_{max} bzw. e_{min} ermittelt wird. Das In-Situ Raumgewicht kann somit den im Labor erfassten Wert übertreffen.

Übliche Zusammenhänge zwischen q_c und der bezogenen Lagerungsdichte I_D basieren auf Drucksondierungen in einer mit Sand gefüllten Kalibrationskammer. Derartige Versuche sind Teil von allgemeinen geotechnischen Forschungsprojekten und unterliegen einigen Beschränkungen, wie z. B.:

- Abhängigkeit von der Bodenart
- Ungenauigkeiten bei der Bestimmung von I_D im Labor
- begrenzte Bandbreite an Spannungshöhen und K_o Werten
- Vereinfachungen bei der Probenvorbereitung und den Aufzeichnungen zur Bodenspannung

Folgende Schritte dienen zur Bestimmung der Lagerungsdichte (locker, dicht, etc.) vor Ort:

(a) Schätzung der In-Situ Spannungsverhältnisse σ'_{vo} und σ'_{ho}

(b) Empirische Korrelation der bezogenen Lagerungsdichte I_D mit q_c, σ'_{vo} und σ'_{ho}

Die Abschätzung der In-Situ Spannungsverhältnisse wurde oben erläutert. Sind zudem allgemeine Angaben zur Kompressibilität des Sands vorhanden, sollten diese in die Beurteilung der bezogenen Lagerungsdichte miteinbezogen werden. Die Kompressibilität eines Sands nimmt tendenziell zu mit zunehmender Uniformität der Korngrösseverteilung, mit der Eckigkeit der einzelnen Körner und mit zunehmendem Feinanteil.

Die Abschätzung der bezogenen Lagerungsdichte richtet sich nach Kulhawy und Mayne (1990):

$$I_D^{\,2} = \frac{q_{t1}}{305\ Q_c \cdot Q_{OCR} \cdot Q_A} \qquad [14]$$

wobei q_{t1} sich nach [7] richtet und die Faktoren Q_c, Q_{OCR} und Q_A wie folgt berechnet werden:

Q_c = Kompressibilitätsfaktor
$0.91 < Q_c < 1.09$ (Tiefer Wert für geringe Kompressibilität)

Q_{OCR} = Überkonsolidierungsfaktor
$OCR^{0.2}$

Q_A = Faktor, welche die Zunahme des Spitzenwiderstands mit der Zeit berücksichtigt
$1.2 + 0.05 \cdot \log(t/100)$ (t in Jahren)
≈ 1.3 für Sande, welche nach der letzten Eiszeit abgelagert wurden

Copyright Geoprofile GmbH

ZUSAMMENDRÜCKUNGSMODUL BEI ERSTBELASTUNG

Zusammenhänge zwischen den Resultaten von Drucksondierungen und dem eindimensionalen Zusammendrückungsmodul bei Erstbelastung M_{E1} sind indikativ. Für eine genaue Bestimmung des Last-Deformationsverhaltens sind zusätzliche Daten (z. B. Plattendilatometer, Oedometerprüfung) unumgänglich.

Normalerweise wird die Elastizitätstheorie für die Analyse des Verformungsverhaltens von drainierten Böden angewandt. Lunne und Christophersen (1983) schlagen aufgrund einer Überprüfung der Ergebnisse von Drucksondierungen in mit Sand gefüllten Kalibrationskammern die folgende Beziehung zur Abschätzung des Zusammendrückungsmoduls bei Erstbelastung vor:

$$M_{E1} = \begin{cases} 4 \cdot q_c & q_c < 10 \text{ MPa} \\ 2 \cdot q_c + 20 & 10 < q_c < 50 \text{ MPa} \\ 120 & q_c > 50 \text{ MPa} \end{cases} \quad [15]$$

Die Abschätzung des eindimensionalen Zusammendrückungsmoduls bei Erstbelastung für feinkörnige Schichten richtet sich meistens nach:

$$M_{E1} = \alpha_c \cdot q_c \quad [16]$$

Oder, korrigiert für den transienten Porenwasserdruck und den Bau der Messsonde:

$$M_{E1} = \alpha_n \cdot q_n \quad [17]$$

Dabei stellt α einen Korrelationskoeffizient dar, welcher unter anderem von der Plastizität, Korngrösse, Mineralogie und Spannungsgeschichte abhängt. Mitchell und Gardner (1975) geben Richtwerte für α_c, welche sich je nach Zusammensetzung, Plastizität und Scherfestigkeit zwischen 1 und 8 bewegen. Neuere Studien aufgrund des netto Spitzenwiderstands q_n empfehlen einen Wert für α_n zwischen 4 und 8 (Senneset et al, 1989). Die von Geoprofile gewählte Methode betrachtet einen pauschalen Wert für α_n von 5 als praktikabel.

Der hier abgeleitete Zusammendrückungsmodul ist einen oedometrischen Modul, welche sich auf die effektiven in-situ Spannungsverhältnisse in einer bestimmten Tiefe bezieht. Bei der Bestimmung eines Zusammendrückungsmoduls beim Oedometerversuch gilt, dass die vertikalen Dehnungen sehr gross sind und meistens zwischen 1 und 10 Prozent variieren. Solche Dehnungen sind unter einem Bauwerk kaum realistisch. Es liegt in der Verantwortung des Anwenders, die effektiv auftretenden Dehnungen bei der Wahl eines geeigneten M_E-Wertes gebührend zu berücksichtigen. Dies kann durchaus zu einem höheren Wert führen. Die Verwendung eines konstanten, oedometrischen Zusammendrückungsmoduls führt bei Setzungsberechnungen in der Regel zu einer Überschätzung der zu erwartenden Setzungen.

Copyright Geoprofile GmbH

Zur Berücksichtigung einer grösseren Steifigkeit des Baugrundes bei geringeren Dehnungen sollte vorzugsweise auf komplexeren Materialmodellen zurückgegriffen werden (z.B. das hardening soil small strain Modell (HSS)).

Die Abschätzung der maximalen Vorkonsolidierungsspannung σ'_p richtet sich nach [5].

UNDRAINIERTE SCHERFESTIGKEIT

Die undrainierte Scherfestigkeit s_u ist keine Konstante. Sie hängt von Faktoren wie dem Abschermodus und der -richtung, der Spannungshistorie und –anisotropie sowie der Abschergeschwindigkeit und der Temperatur ab.

Es gibt verschiedene theoretische und empirische Vorgehensweisen, um den Spitzenwiderstand q_c mit der undrainierten Scherfestigkeit s_u zu korrelieren. Theoretische Ansätze stützen sich auf die Tragfähigkeitstheorie oder die Bodenmechanik des kritischen effektiven Zustands (critical state soil mechanics, CSSM). So kann der einfache Abschermodus wie folgt beschrieben werden (Wroth 1984):

$$s_u / \sigma'_{vo\ DDS} = \tfrac{1}{2} \sin \varphi' \cdot OCR^{\Lambda} \qquad [18]$$

wobei $\Lambda = 1-C_s/C_c$ das plastische volumetrische Dehnungspotential, und C_c und C_s den Zusammendrückungsindex bei Erstbelastung bzw. bei Entlastung bezeichnen. Für Tone mit einer geringen bis mittleren Sensitivität liegt Λ meistens zwischen 0.7 und 0.8, für sensitive Tone eher um 0.9. Die bekannte Beziehung (Jamiolkowski et al., 1985; Ladd, 1991; Ladd and DeGroot 2003):

$$s_u / \sigma'_{vo\ DDS} = 0.22 \cdot OCR^{0.8} \qquad [19]$$

welche im Erdbaulabor des MIT entwickelt wurde, ist dabei ein Subsatz von [18] mit φ' = 26° und Λ = 0.8. Die von Geoprofile gewählte Methode nutzt den aus den Sondierdaten abgeleiteten Wert für den effektiven inneren Reibungswinkel φ' und einem Λ von 0.8.

Empirische Ansätze beruhen meistens auf einer direkten Korrelation des netto Spitzenwiderstands q_n mit der undrainierten Scherfestigkeit (Rad und Lunne, 1988):

$$s_{u\ TX} = \frac{q_t - \sigma_{vo}}{N_{kt}} = \frac{q_n}{N_{kt}} \qquad [20]$$

Der Faktor N_{kt} liegt üblicherweise zwischen 15 und 25, hängt aber unter anderem von der Plastizität und

Copyright Geoprofile GmbH

dem Überkonsolidierungsgrad ab. Das Referenzverfahren für die oben genannte Beziehung ist der konsolidierte, undrainierte, triaxiale Zusammendrückungstest (CU). Die von Geoprofile gewählte Vorgehensweise bezieht sich auf eine undrainierte Scherfestigkeit mit einem Faktor N_{kt} von 18, welche aber nur zur Kontrolle von der mit [18] abgeleiteten undrainierte Scherfestigkeit (und damit indirekt auch von φ') herangezogen wird.

Die Sensitivität eines Tons ist das Verhältnis zwischen der maximalen und der gestörten undrainierten Scherfestigkeit:

$$S_t = s_{u,max} / s_{u,rest} \quad [21]$$

Da die gemessene lokale Mantelreibung f_s in Ton primär von der gestörten undrainierten Scherfestigkeit abhängt, kann die Sensitivität wie folgt abgeleitet werden Rad und Lunne, 1986):

$$S_t = \frac{N_s}{R_f} \quad [22]$$

wobei R_f das Reibungsverhältnis bezeichnet und N_s üblicherweise zwischen 6 und 9 liegt. Bei der von Geoprofile gewählten Vorgehensweise liegt der Abschätzung der Sensitivität ein Wert für N_s von 7.5 zugrunde.

Copyright Geoprofile GmbH

LITERATURANGABEN

Bolton, M.D. (1986), "The Strength and Dilatancy of Sands", Geotechnique, Vol. 36, No. 1, pp. 65-78.

Bolton, M.D. (1987), "The Strength and Dilatancy of Sands, Discussion", Geotechnique, Vol. 37, No. 2, pp. 225-226.

Kulhawy, F.H. und P.W. Mayne, (1990), Manual on Estimating Soil Properties for Foundation Design, Report EPRI EL-6800, Electric Power Research Institute, Palo Alto, California, 306 pp.

Ladd, C.C., Foott, R.R., Ishihara, K., Schlosser, F. und Poulos, H.G. (1977), "Stress-Deformation and Strength Characteristics", Proc. 9th Int. Conf. on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Tokyo, Vol. 2, pp. 421-494.

Lunne, T., Powell, J.J.M. und Robertson, P.K. (1995), "Use of Piezocone Tests in Non-Textbook Materials", Proc. Int. Conf. on Advances in Site Investigation Practice, Institution of Civil Engineers, London, pp. 438-451.

Lunne, T und Christophersen, H.P. (1983), "Interpretation of cone Penetrometer data for offshore Sands", Proc. of the offshore technology conference, Richardson, Texas, paper nr. 4464

Lunne, T., Robertson, P.K. und Powell, J.J.M. (1997), "Cone Penetration Testing in Geotechnical Practice", Blackie Academic & Professional, London, p. 312.

Mayne, P.W. und Kulhawy, F.H. (1982), "K_o - OCR Relationships in Soil", ASCE Jnl. of Geotechnical Engineering, Vol. 108, No. GT6, pp. 851-872.

Mesri, G. und Abdel-Ghaffar, M.E.M. (1993). "Cohesion Intercept in Effective Stress Stability Analysis." Journal of Geotechnical Engineering, Vol. 119, No. 8, pp. 1229-1249.

Mitchell, J.K. und Gardner, W.S. (1975), "In-Situ Measurements of Volume Change Characteristics", ASCE Speciality Conference on In-Situ Measurement of Soil Properties, North Carolina, Vol. II, pp. 279-345.

Rad, N.S. und Lunne, T. (1988), "Direct Correlations between Piezocone Test Results and Undrained Shear Strength of Clay", Penetration Testing 1988, Proc. First Int. Symp. On Penetration Testing, ISOPT-1, De Ruiter (ed.), Vol. 2, pp. 911-917.

Robertson, P.K. (1990), "Soil Classification using the Cone Penetration Test", Can. Geotech. Jnl., Vol. 27, No. 1, pp. 151-158.

Copyright Geoprofile GmbH

Robertson, P.K., Campanella, R.G., Gillespie, D. und Grieg, J. (1986), "Use of Piezometer Cone Data", Proc. In-Situ '86, ASCE Specialty Conf., Blacksburg, VA, pp. 1263-1280.

Senneset, K., R. Sandven, T. Lunne, T. By, und T. Amundsen, (1988), “Piezocone Tests in Silty Soils,” Penetration Testing, Vol. 2, Balkema, Rotterdam, The Netherlands, pp. 955–974.

Senneset, K., R. Sandven, und N. Janbu, (1989), “Evaluation of Soil Parameters from Piezocone Tests,” Transportation Research Record 1235, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C, pp. 24–37.

Wroth, C.P. (1984), "The Interpretation of In-Situ Soil Tests", Geotechnique, Vol. 34, No. 4, pp. 449-489.

Copyright Geoprofile GmbH

GEOTEST

Anhang 4 Geotechnische Profile AA bis CC

GEOTEST

Auftrag: Kratligen, Ufferaufwertung — Nr. 1523054.1

Koord.: 2'622496 / 1'168'122

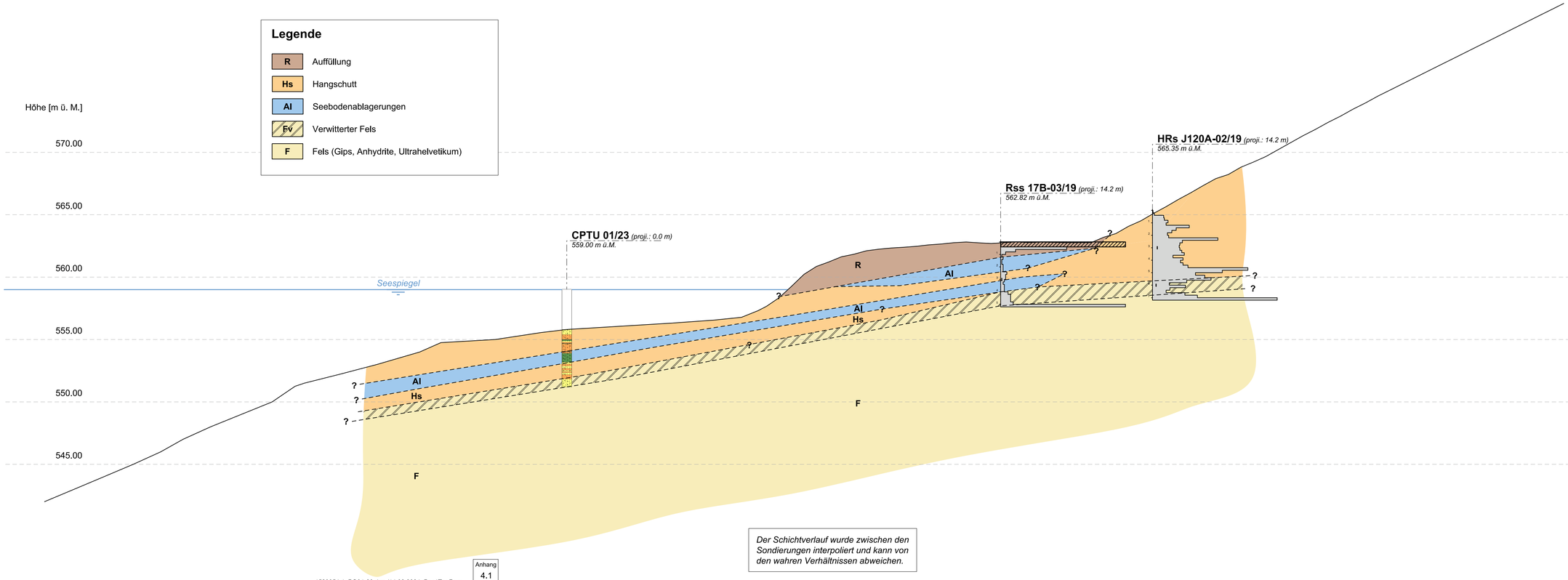
Profil A-A' 1:200

N

S

Legende

- R — Auffüllung
- Hs — Hangschutt
- Al — Seebodenablagerungen
- Fv — Verwitterter Fels
- F — Fels (Gips, Anhydrite, Ultrahelvetikum)



Der Schichtverlauf wurde zwischen den Sondierungen interpoliert und kann von den wahren Verhältnissen abweichen.

Anhang 4.1

1523054.1_PO01-23.dgn /14.02.2024_Pec1TaaRom

GEOTEST

Auftrag: Kratligen, Ufferaufwertung — Nr. 1523054,1

Koord.: 2'622496 / 1'168'122

Profil B-B' 1:200

Höhe [m ü. M.]

580.00

575.00

570.00

565.00

560.00

555.00

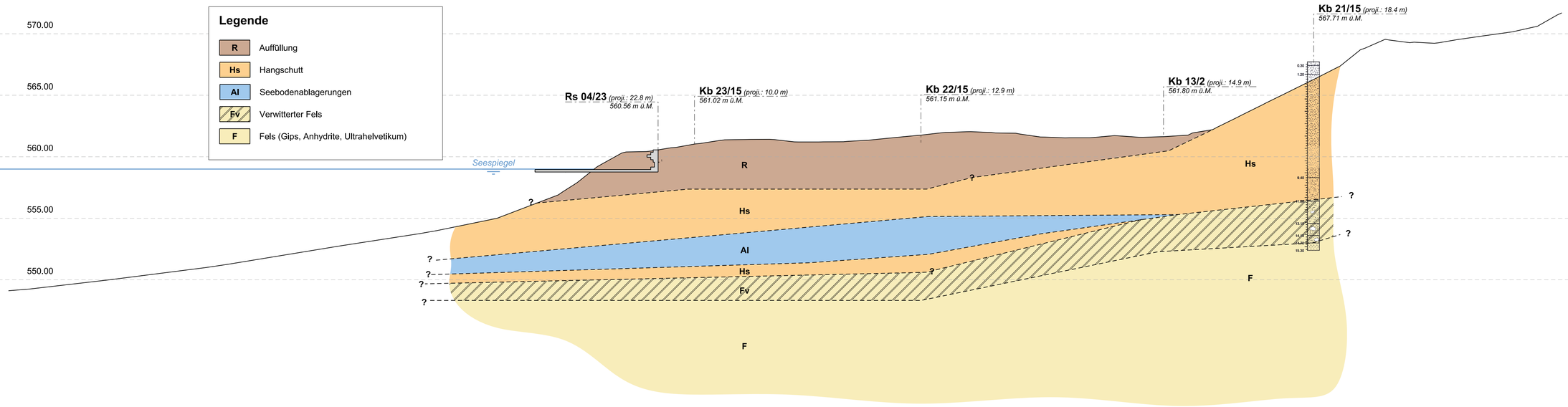
550.00

N

S

Legende

- R — Auffüllung
- Hs — Hangschutt
- Al — Seebodenablagerungen
- Fv — Verwitterter Fels
- F — Fels (Gips, Anhydrite, Ultrahelvetikum)



Der Schichtverlauf wurde zwischen den Sondierungen interpoliert und kann von den wahren Verhältnissen abweichen.

1523054.1_PO01-23.dgn /12.02.2024_Pec1TaaRom

Anhang 4.2

GEOTEST

Auftrag: Kraftigen, Ufferaufwertung Nr. 1523054,1

Koord.: 2'622496 / 1'168'122

Profil C-C' 1:200

N

S

Höhe [m ü. M.]

570.00

565.00

560.00

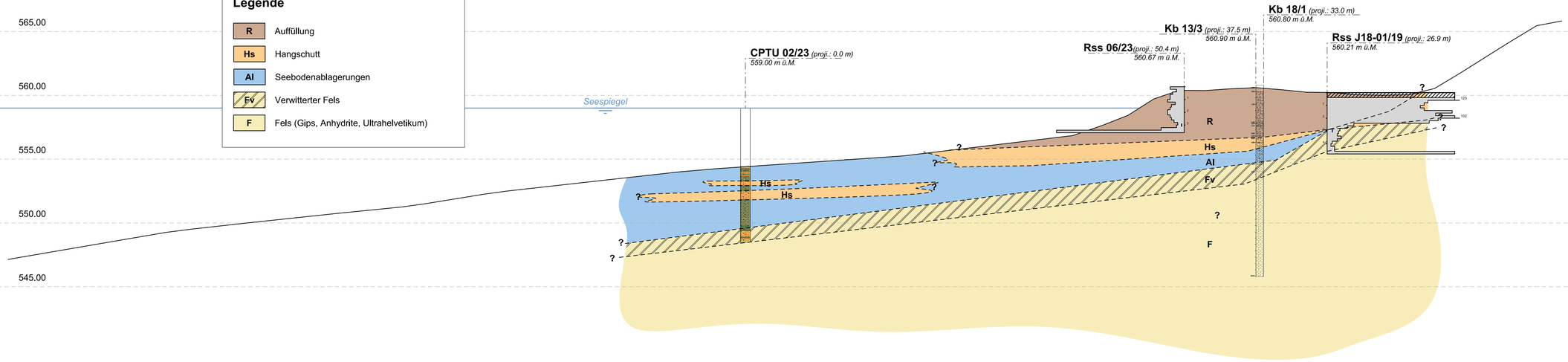
555.00

550.00

545.00

Legende

- R Auffüllung
- Hs Hangschutt
- Al Seebodenablagerungen
- Fv Verwitterter Fels
- F Fels (Gips, Anhydrite, Ultrahelvetikum)



Der Schichtverlauf wurde zwischen den Sondierungen interpoliert und kann von den wahren Verhältnissen abweichen.

1523054.1_PO01-23.dgn /12.02.2024_Pec1TaaRom

Anhang 4.3

GEOTEST

Bericht Nr. 1523054.3

Einwohnergemeinde Krattigen, Krattigen

Krattigen, Uferaufwertung

Einbau ins Grundwasser / Nachweis Durchflusskapazität

13. Februar 2026

GEOTEST AG | Bernstrasse 165 | CH-3052 Zollikofen
T +41 31 910 01 01 | zollikofen@geotest.ch | geotest.ch

GEOTEST

Einbau ins Grundwasser
Dimensionierung Ersatzmassnahmen

Autor(en)	Bearbeitete Themen
Maximilian Hildebrand	Gesamtbericht
Supervision	**Visierte Inhalte**
Andreas Waldmann	Gesamtbericht
Hinweise	

GEOTEST AG

Andreas Waldmann

Maximilian Hildebrand

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung 4
   1.1 Projekt | Fragestellung 4
   1.2 Verwendete Unterlagen 5
2. Ausgangslage 5
   2.1 Geologie | Hydrogeologie 5
   2.2 Bauprojekt | Geometrie 6
3. Berechnung Reduktion Durchflusskapazität 8
4. Dimensionierung und Konzept Ersatzmassnahmen 9
5. Interessen für und gegen den Einbau 10
6. Schlussbemerkungen 10

Anhang

Anhang 1 Massgebender Schnitt für den 10 % Nachweis

1. Einleitung

1.1 Projekt | Fragestellung

Im Krattigen ist im Bereich des Seebads Lido eine ökologische und touristische Aufwertung des Uferbereichs geplant. Neben der Schaffung einer Flachwasserzone im Bereich des Motobootclubs westlich des Lido, sollen die bestehenden und grossteils sanierungsbedürftigen Steinschüttungen im Uferbereich ersetzt und lokal durch Ufermauern aus Fertig- und Ortbeton ergänzt werden. Die Ufersicherung erfolgt, wo erforderlich, mehrheitlich ingenieurbiologisch mittels Holzkästen, Faschinen, Wurzelstämmen o.ä. sodass gleichzeitig Lebensraum für die Fauna geschaffen wird.

Aufgrund der Lage am See reichen die Baumassnahmen zwangsläufig in den Bereich des Seespiegels und somit auch in den Bereich der Grundwasserzirkulation und dabei auch unter den mittleren Grundwasserspiegel. Das Projekt liegt zudem im Gewässerschutzbereich A_U. Im Gewässerschutzbereich A_U sind Einbauten unter den mittleren Grundwasserspiegel nicht erlaubt. Um eine Ausnahme bewilligen zu können, verlangt das Amt für Wasser und Abfall (AWA) des Kantons Bern einen Nachweis, dass die Durchflusskapazität des Grundwassers gegenüber dem unbeeinflussten Zustand um höchstens 10% vermindert wird.

Vorliegend wird dieser Nachweis für die auf Druckpfählen fundierten und mittels Zugpfählen (Typ Swiss Gewi, mit Strumpf, Aussendurchmesser ca. 170 mm) stabilisierten Mauern aus Fertig- und Ortbeton bezugnehmend auf die geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse gem. [6] geführt und, insofern der Nachweis nicht erfüllt ist, die durch den Einbau erforderlichen Ersatzmassnahmen dimensioniert und der Nachweis der Durchflusskapazität im Endzustand geführt.

Die Steinschüttungen (nicht vermörtelt, in kiesigem Filtermaterial verlegt) sowie sonstige ingenieurbiologische Massnahmen wie Holzkästen oder Faschinen können gemäss einer ersten informellen Voranfrage beim AWA (E-Mail vom 20.11.2025; Rückmeldung AWA am 21.11.2025) vernachlässigt werden, da sie als durchlässig gelten und vor allem der Ökologie dienen.

Auftraggeber	Einwohnergemeinde Krattigen
Projektverfasser	Kissling + Zbinden AG
Offerte	OF1523054.1 vom 15.03.2023 / E-Mail vom 19.12.2025
Auftragsbestätigung	Telefonisch / Rsp. mit Hr. Textor, Kissling + Zbinden AG
Objekt	Uferaufwertung Krattigen Ersatz der Steinschüttung im Bereich Lido Krattigen, Schaffung einer Flachwasserzone, vereinfachter Zugang zum Seeufer, Aufwertung Uferraum für Fauna
Planunterlagen	[8], [9]

1.2 Verwendete Unterlagen

Rechtliche Grundlagen

[1] Gewässerschutzverordnung GSchV, 28. Oktober 1998
[2] Amt für Wasser und Abfall, Merkblatt – Bauten im Grundwasser und Grundwasserabsenkungen, April 2013

Geologische, hydrogeologische und geotechnische Grundlagen

[3] Geologischer Atlas der Schweiz
[4] Geoportal Kanton Bern, Februar 2026
[5] map.geo.admin.ch; Februar 2026
[6] Geotest AG, Krattigen, Uferaufwertung, Bericht Nr. 1523054.1, 15.02.2024
[7] Geotest AG, N08, Spiez-Interlaken, Kunstbauten: kragplatten J17A, J17B, J17C, J18, J18A, J18B, J18C, J19, J19A, J19B, J19C, Einbauten ins Grundwasser / Nachweis Durchflusskapazität, Bericht Nr. 1518072.58, 24.09.2021

Angaben zum Projekt

[8] Kissling+Zbinden AG, Uferaufwertung Krattigen, Thunersee, Situationen Abschnitt A bis C und Querprofile, Datum Dossier: Februar 2024 (Entwurf)
[9] Kissling+Zbinden AG, Uferaufwertung Krattigen, Thunersee, Grundriss 1:20 + Schnitt 1:20 (Ufermauer aus Ort- und Fertigbeton, Datum Dossier: Februar 2024 (Entwurf)

2. Ausgangslage

2.1 Geologie | Hydrogeologie

Die geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse im Projektgebiet können [6] entnommen und wie folgt zusammengefasst werden:

Gewässerschutzbereich	Au
Grundwasserstauer	Fels, lokal Seebodenablagerungen
Grundwasserleiter	Hangschutt sowie durchlässiges Auffüllmaterial; verwitterte und geklüftete Felspartien
Mittlerer Grundwasserspiegel (MGW)	557.70 m ü. M.
Hoher Grundwasserspiegel (HGW)	559.25 m ü.M.

Durchlässigkeit	$1x10^{-4}$ m/s[1]
Oberkante Stauer	ca. 553 m ü.M. (gemäss dem nächstgelegenen Profil BB in [6])[2]
Fliessrichtung	Variabel, grundsätzlich senkrecht zum Seeufer

2.2 Bauprojekt | Geometrie

Im Rahmen des Projektes sind gemäss [8] im Abschnitt B in zwei Bereichen Ufersicherungen aus Ort- und Fertigbetonmauern auf Mikropfählen mit Zugankern vorgesehen (siehe Abbildung 1): einmal auf einer Länge von ca. 35 m (insgesamt 7 Elemente à 5 m) und einmal auf ca. 50 m (insgesamt 10 Elemente à 5 m). Da die einzelnen Elemente annähernd baugleich sind, wird der Nachweis exemplarisch für ein einzelnes Element geführt. Unter der zwangsläufigen Annahme, dass das Grundwasser senkrecht zum Seeufer in den See exfiltriert (oder umgekehrt), ergibt sich der massgebliche Schnitt für den Nachweis wie in Abbildung 2 dargestellt.

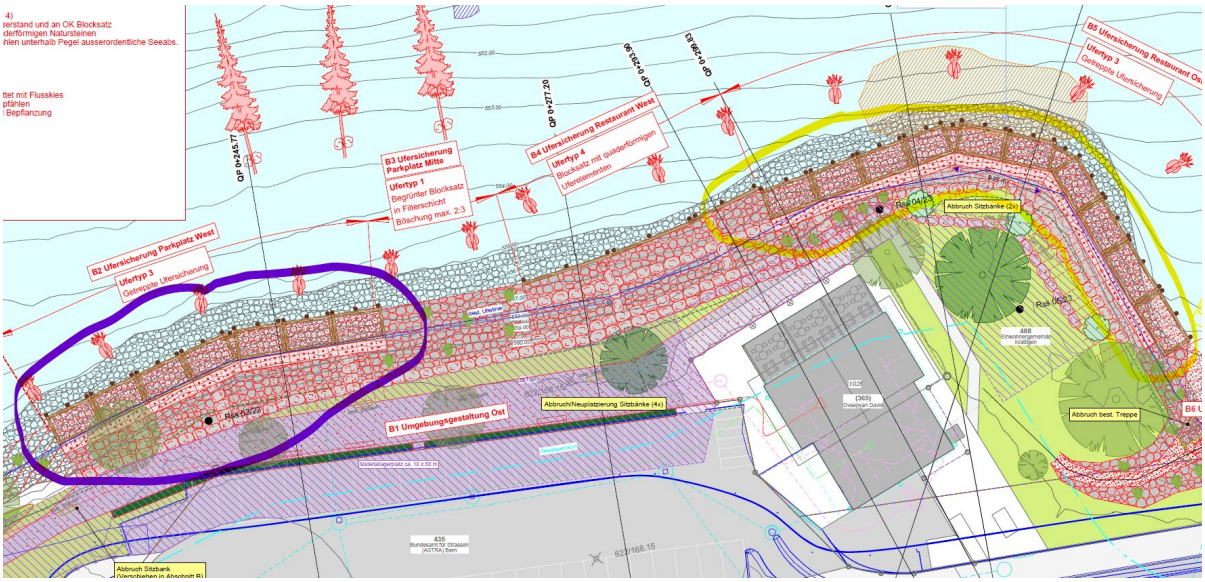


Abbildung 1: Auszug aus den Projektunterlagen (nicht massstäblich) [8]; Situation mit Lage der Stützmauern aus Ort- und Fertigbeton, mit Zugankern, auf Mikropfählen fundiert; blau markiert = 7 Elemente à je 5 m, gelb markiert = 10 Elemente à 5 m

Update 30.06.2026:
Der blau / violette Abschnitt wird durch Blocksatz in Filterschicht ersetzt (vergl. Projektpläne)

[1] Diese konservativ geschätzte, hohe Durchlässigkeit der vorliegenden Materialien wurde bereits in früheren Nachweisen in der unmittelbaren Umgebung verwendet (z. B. bei den Kragplatten N08 unmittelbar westlich und östlich an den Projektperimeter angrenzend) und dürfte daher auch hier Gültigkeit haben.

[2] Vorliegend wird auf der sicheren Seite die Oberkante des Stauers auf Höhe der Seebodenablagerungen angesetzt und ggf. darunter befindliches Hangschuttmaterial nicht als Leiter berücksichtigt

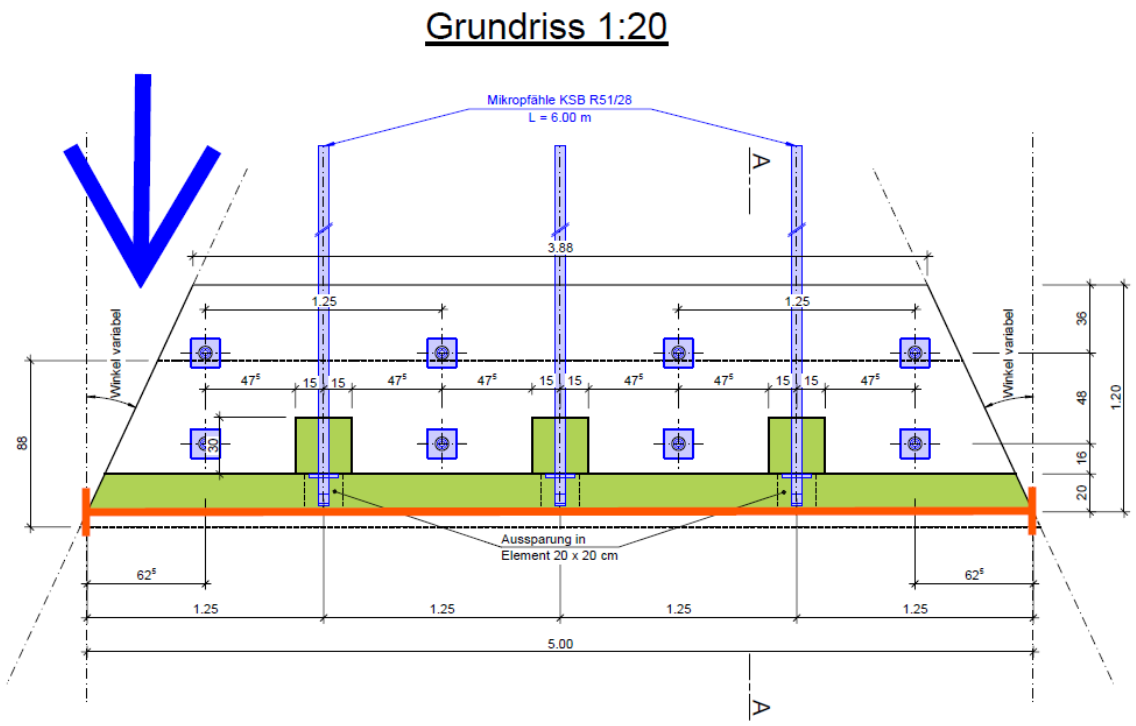


Abbildung 2: Mauerelement aus den Projektunterlagen (nicht massstäblich) [9] mit Grundwasserfliessrichtung (blauer Pfeil) und Lage des massgebenden Schnittes (rote Linie) für den Nachweis der Durchflusskapazität, nicht massstäblich.

Der basierend auf [6], [8] und [9] konstruierte Schnitt durch ein Mauerelement gemäss Abbildung 2 ist in Anhang 1 dieses Berichtes ersichtlich.

3. Berechnung Reduktion Durchflusskapazität

Mit den obenstehenden Grundlagen und Annahmen kann die Reduktion der Durchflusskapazität durch den Einbau unter den mittleren Grundwasserspiegel (MGW) gemäss dem exemplarischen Schnitt in Anhang 1 berechnet werden. Dabei werden, auf der sicheren Seite liegend auch die unmittelbar neben der massgeblichen Schnittspur liegenden Mikropfähle berücksichtigt.

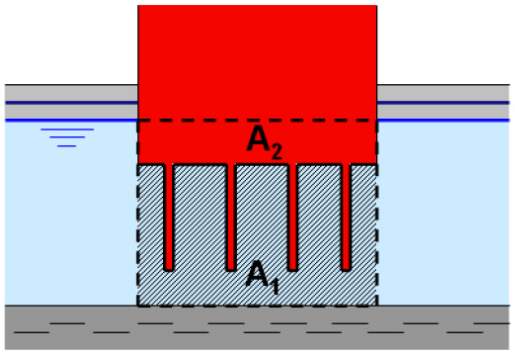
Die Berechnung erfolgt gem. [2] Fall 5.

Fall 5 Gilt für den Gewässerschutzbereich A_U

Nachweis für eine Ausnahmebewilligung bei Bauten mit Tiefenfundation (z.B. Pfähle)

Der Durchlässigkeitsbeiwert k und das hydraulische Gefälle i können als konstant angenommen werden.

Nachweis der 10%-Regel:
$A_1 \geq 0.9 \cdot (A_1 + A_2)$



A_1: Fläche des Grundwasserleiters unterhalb des Bauwerks
A_2: Fläche des Bauwerks im Grundwasser unterhalb MW inkl. Fundation (z.B. Pfähle)

Abbildung 3: Ausschnitt aus [2]

Ungestörte Durchflussfläche, MGW **(A1+A2)**	*Breite Mauerelement* x *Distanz MGW zu OK Stauer* 5.0 m x 4.7 m = **23.5 m²**
Abgedeckte Fläche, MGW **(A2)**	*Breite Mauerelement x Distanz MGW zu UK Mauerfundament* *5 m x 1.5 m = 7.5 m2* *5 Stk, Mikropfähle x Durchmesser x Distanz UK Mauer zu OK Stauer* 5 x 0.17 m x 3.2 m = 2.7 m² **Gesamt: 10.2 m²**
Verbleibenden Fläche, MGW **(A1)**	**13.3 m²**
Nachweis der 10%-Regel (A1 ≥ 0.9 × (A1+A2))	(13.3 0.9 × (13.3+10.2)) = **13.3 ≥ 21.2** **Nicht erfüllt**
Reduktion Durchflussquerschnitt	**43.4 %**

Durch den Neubau wird die Durchflusskapazität um mehr als 10 % reduziert, weswegen Ersatzmassnahmen erforderlich sind.

4. Dimensionierung und Konzept Ersatzmassnahmen

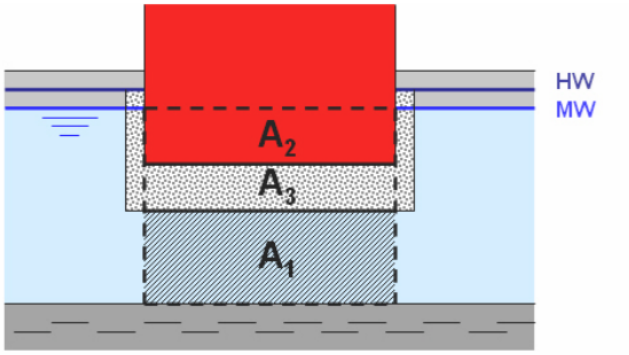
Um die Durchflusskapazität aufrechtzuerhalten, ist unterhalb der Mauerelemente ein Materialersatz aus Kiessand (rund, k ≥ 1 x 10^{-3} m/s) mit einer Mächtigkeit von 30 cm vorgesehen. Zudem wird die Hinterfüllung der Mauerelemente ebenfalls durchlässig ausgeführt, wodurch eine seitliche Anbindung an das Filtermaterial des Blocksatzes gewährleistet wird. Dies fördert ebenfalls den Grundwasserfluss, wird beim Nachweis des Durchflusses jedoch nicht gesondert berücksichtigt. Die Berechnung erfolgt gem. [2] Fall 6.

Fall 6 Gilt für den Gewässerschutzbereich A_U

Nachweis für eine Ausnahmebewilligung unter Berücksichtigung von Ersatzmassnahmen. Die ursprüngliche Durchflusskapazität (bei Grundwasserhochstand HW) ist mit Sickerteppichen, Dükern und/oder Hinterfüllungen aus entsprechend durchlässigem, kiesig-sandigem Material (kein Geröll) wieder herzustellen, dabei sind die Filterkriterien zu beachten.

Das hydraulische Gefälle i kann als konstant angenommen werden.

Nachweis der 10%-Regel:
$$A_1 \cdot k_1 + A_3 \cdot k_3 \geq 0.9 \cdot (A_1 + A_2 + A_3) \cdot k_1$$



A_1: Fläche des Grundwasserleiters unterhalb der Ersatzmassnahme
A_2: Fläche des Bauwerks im Grundwasser unterhalb MW
A_3: Fläche der Ersatzmassnahme beim Bauwerk
k_1: Durchlässigkeitsbeiwert des Grundwasserleiters
k_3: Durchlässigkeitsbeiwert der Ersatzmassnahme

Abbildung 4: Ausschnitt aus [2]

Verbleibende Fläche (A1)	5 m x 2.9 m – 5 x 0.17 m x 2.9 m = -12 m^2
k1	1x10^{-4} m/s
Fläche Einbauten (A2)	10.3 m^2
Fläche Ersatzmassnahmen (A3)	5 m x 0.3 m – 5 x 0.17 m x 0.3 m = 1.2 m^2
k3	10^{-3} m/s
A1 x k1 + A3 x k3	0.0012 m^3/s + 0.0012 m^3/s = 0.0024 m^3/s
(A1 + A2 + A3) x k1 x 0.9	0.0021 m^3/s | **0.0024 m^3/s > 0.0021 m^3/s => Nachweis erfüllt**

Mit dem Materialersatz unter der Fundamentplatte der Mauerelemente kann nicht nur die erforderliche minimale Reduktion der Durchflusskapazität ≤10 % erreicht, sondern, sogar eine vollständige Kompensation (Durchflusskapazität Ursprungszustand = Durchflusskapazität Endzustand) gewährleistet werden.

Gegen den anstehenden Baugrund wird das Material mittels eines Geotextils (Funktion: Filtern) abgetrennt, womit die Filterkriterien auch in feinkörnigen Bereichen des Untergrundes eingehalten werden.

5. Interessen für und gegen den Einbau

Die Ufermauern sind Teil eines Projekts zur Aufwertung des Seeufers für die Fauna sowie für die Bevölkerung im Sinne eines Erholungsraums. Damit besteht ein grosses öffentliches Interesse.

Das Grundwasser exfiltriert in den See (bzw. ggf. umgekehrt, abhängig vom Seespiegel). Es sind daher weder nutzbare Grundwasservorkommen noch Grundwassernutzungen betroffen. Durch die Ersatzmassnahmen (vollständige Kompensation des Einbaus) wird zudem sichergestellt, dass sich landseitig der Ufermauern kein Wasser anstaut, was nachbarschaftsrechtliche Probleme verursachen könnte. Somit bestehen aus unserer Sicht keine Interessen, die gegen den Einbau sprechen.

6. Schlussbemerkungen

Die vorliegenden Berechnungen zeigen, dass die einbaubedingte Reduktion der Durchflusskapazität wasserführender Schichten durch die geplanten Ersatzmassnahmen vollständig kompensiert wird und der 10-%-Nachweis somit eingehalten ist.

Vorliegender Bericht ist der Leitbehörde und dem AWA mit dem Formular Bauen im Grundwasser sowie dem Baugrundbericht [6] im Rahmen des Baubewilligungsprozesses zur Genehmigung vorzulegen.

GEOTEST

Anhang 1 Massgebender Schnitt für den 10 % Nachweis

Legende

Er	Ersatzmassnahmen (Kiessand, rund)
R/Hs	Leiter (Auffüllung/Hangschutt)
Al	Stauer (Seebodenablagerungen)
MGW	Mittlerer Grundwasserspiegel
	5 Mikropfähle (Swiss Gewi, verrohrt und mit Gewebesack erstellt, Aussendurchmesser 170 mm).

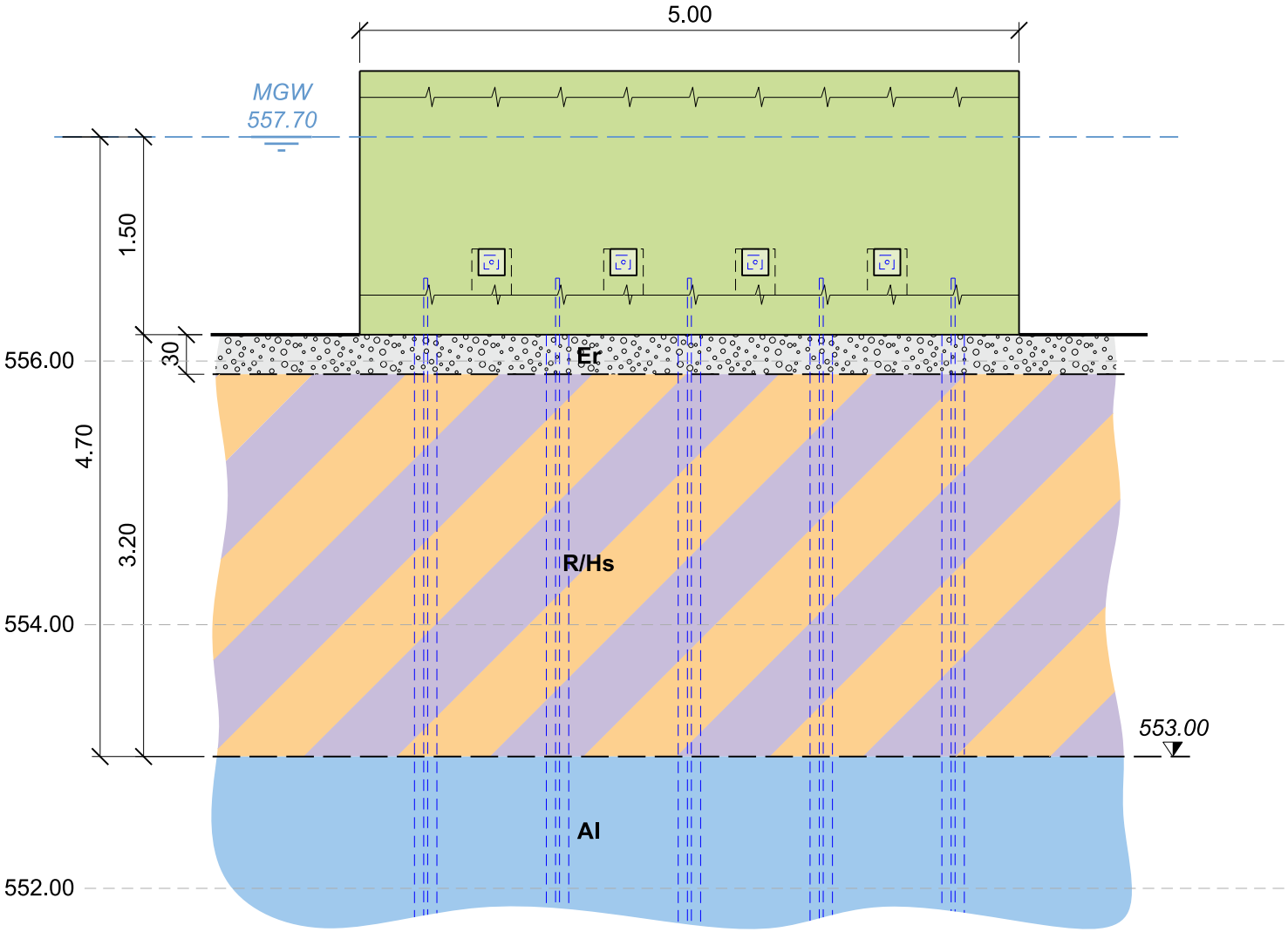
GEOTEST

Auftrag: Krattigen, Ufferaufwertung Nr. 1523054.3

Koord.: 2'622496 / 1'168'122

Massgebender Schnitt für die Beurteilung des Grundwasserdurchflusses 1:50

0 1 2 3 m



Aktennotiz

10. Februar 2026

Projekt:	**1523054.2 Krattigen, Uferaufwertung**
Betreff:	**Beurteilung Stabilität Schüttung für Flachwasserzone**
Erstellt von:	Maximilian Hildebrand
Supervision:	Andreas Waldmann
Verteiler:	Kissling + Zbinden AG, Einwohnergemeinde Krattigen

Im Krattigen ist im Bereich des Seebads Lido eine ökologische und touristische Aufwertung des Uferbereichs geplant. Diesbezüglich sollen die bestehenden und grossteils sanierungsbedürftigen Steinschüttungen im Uferbereich ersetzt und lokal durch Ufermauern aus Fertig- und Ortbeton ergänzt werden. Die Ufersicherung erfolgt, wo erforderlich, mehrheitlich ingenieurbiologisch mittels Holzkästen, Faschinen, Wurzelstämmen o.ä. sodass gleichzeitig Lebensraum für die Fauna geschaffen wird.

Ein Teil des Projektes ist auch die Schaffung bzw. Erweiterung von Flachwasserzonen. Ursprünglich waren diesbezüglich zwei grossflächige Schüttungen vorgesehen. Eine östlich des Lido, unmittelbar angrenzend an die dort verlaufende Nationalstrasse. Eine andere im Bereich des Motorbootclubs westlich des Lidos.

Da im Untergrund pot. setzungsanfällige und sich unter Belastung undrainiert verhaltende Seeablagerungen anstehen können und die Schüttungen zum Teil direkt angrenzend an die Nationalstrasse ausgeführt werden sollten, war ursprünglich vorgesehen, die Stabilität dieser Schüttungen und der Schüttetappen mittels FEM-Berechnungen unter Berücksichtigung der durch die Schüttungen erzeugten Porenwasser(über)drücke zu untersuchen.

Entsprechend der Projektanpassung ist neu lediglich eine Schüttung im Bereich des Motorbootclubs vorgesehen. Die dort durchgeführte Drucksondierung zeigt, dass der Seegrund nur zu einem geringen Teil aus feinkörnigen Seeablagerungen besteht, sondern überwiegend aus grobkörnigem Hangschutt (Kies / Sand, mit Silt). Dieses Material weist deutlich günstigere Scherparameter auf, verhält sich drainiert und reagiert somit auch unter Auflast unkritisch.

Zudem ist zu berücksichtigen, dass die zusätzliche Schütthöhe im Vergleich zum gewachsenen Terrain lediglich rund 1.2 bis 1.5 m beträgt, womit auch die resultierende Auflast gering ausfällt. Die Schüttung erfolgt mit grobkörnigem Material mit einer Böschungsneigung von 1:12 (v:h). Im Randbereich, zum steil abfallenden Seegrund hin, wird sie zusätzlich mittels Wurzelstammpalisaden gesichert.

Insgesamt ist daher nicht davon auszugehen, dass die Aufschüttung die Standsicherheit der Unterwasserböschung in relevanter Weise beeinträchtigt; zugleich ist selbst im unwahrscheinlichen Ereignisfall kein relevantes Schadenspotenzial vorhanden.

Daher kann aus unserer Sicht auf ergänzende Stabilitätsnachweise verzichtet werden. Sollten sich während der Ausführung lokale Instabilitäten oder ausführungstechnische Schwierigkeiten zeigen, können diese im Rahmen der Bauausführung unmittelbar berücksichtigt und behoben werden.

GEOTEST AG

Andreas Waldmann

Maximilian Hildebrand

ANHANG G

Variantenbeurteilung Uferaufwertung Lido Krattigen

	Bewertungskriterien	Gewichtung	Variante 1 - Natur		Variante 2 - Naherholung		Variante 3 Kombi	
A Technische Kriterien	A1: Hochwasserschutz Verhalten bei Überlast, Robustheit während Betrieb	10.0%	Einige Strecken (Lebender Ufeverbau) mit sensitiver Übergangsphase (noch kein Aufwuchs), ansonsten durch flexible Bauweise gutmütiges Verhalten	3	Stabiler Uferverbau im Abschnitt B: Plötzliches Versagen da kein flexibles Bauwerk	3	Sowohl starre (plötzliches Versagen) als auch flexibkle Bauwerke (gutmütigeres Versagen) Lebender Uferverbau zu Beginn sensibel.	4
	A2: Bautechnische Schwierigkeit	10.0%	Abschnitte mit bekannten Bauweisen aber auch komplexere Abschnitte im Abschnitt B oder Lebendverbau (neues Bauwerk)	2	Grössere Abschnitte mit Mikropfählen / Potenziell erhöhte Schwierigkeiten	2	Abschnitte mit bekannten Bauweisen aber auch komplexere Abschnitte im Abschnitt B	3
	A3: Bauzeit und Logistikaufwand	5.0%	Zeiteffizienter Verbau (abgesehen von Lebendverbau)	3	Grössere Abschnitte mit aufwendigem Uferverbau (Mikropfähle, etc.). Viel Transportfahrten (Fertigbetonelemente) nötig	1	Sowohl aufwendige Bauweisen (Abgetreppte Ufersicherung) wie effizientere Bauweisen (Begrünter Blocksatz, lebender Uferverbau)	2
B Natur und Landschaft + Planungen	B1: Lebenraumsqualität - und Quantität	8.3%	Grösste Strukturvielfalt + wertvolle Wasserwechselzone: Fehlt im Bereich von Siedlungen am Thunersee.	5	Allgemein Harter Verbau / Teilweise Umwandlung von Ufervegetation in Öffentlich zugängliche Zonen	2	Zonen mit grosser Aufwertung / Strukturvielfalt und Zonen mit Nutzung Mensch im Vordergrund	4
	B2: Übergeordnete Planungen und Drittprojekte	8.3%	Entspricht weitgehend der strategischer Revit-Planung und Vorgaben USP. Im Bereich Ost ggf. Konflikte Projekt ASTRA	3	Harter Uferverbau im Abschnitt B entspricht nicht ing.biol. Verbau wi in USP gefordert. Kaum Konflikte mit Projekt ASTRA	2	Entspricht weitgehend der strategischer Revit-Planung und Vorgaben USP. Im Bereich OsT ggf. Konflikte ASTRA	3
	B3: Landschaftsbild	8.3%	Grosse Aufwertung Uferlinie (Begrünung)	4	Viel Beton und künstliche Gestaltung Ufer im zentralen Bereich Abschnitt B aber keine Verschlechtung im Vergleich zum heutigen Zustand	2	Abschnittsweise deutliche Aufwertung der Uferlinie, Abschnitt B status quo	3
C Sozio-Ökonomie	C1: Naherholungswert	10.0%	Gewässerzugang auf eher kleinen Uferabschnitt im Bereich der Badi beschränkt, status quo	2	Besserer Zugang + Übergangszone / "Strand" grösser der Abschnitt B ist durchgehend begehbar	5	Besserer Zugang + Übergangszone / "Strand" grösser aber Abschnitt B aber nicht durchgehend begehbar	4
	C2: Akzeptanz Grundeigentümer + relevante Akteure (ASTRA, Baurechtsinhaber, UTB, MTBC, etc)	10.0%	Viel Natur, nur wenige Bäume gefällt. An den Randbereichen (lebender Uferverbau) ist die Haltung des ASTRA nicht bekannt, Vorbehalte wahrscheinlich. Aufwertung Seebad und Attraktivitätssteigerung Restaurant Klare räumliche Trennung Bereich Motorbootclub.	3	Grosse Aufwertung für die Bevölkerung, einzelne Bäume + Ufervegetation müssen weichen, starke Umgestaltung Abschnitt B. Attraktivitätssteigerung Restaurant (verstärkt) neutral. Potenziell Konflikte Nutzung MTB durch verstärkte Nutzung Abschnitt B (Schwimmer)	3	An den Randbereichen (lebender Uferverbau) ist die Haltung des ASTRA nicht bekannt, Vorbehalte wahrscheinlich. Aufwertung Seebad und Attraktivitätssteigerung Restaurant (verstärkt). Potenziell Konflikte Nutzung MTB durch verstärkte Nutzung Abschnitt B (Schwimmer). Kompromislösung	4
	C3: Potenzial Nutzungskonflikte (Abfall / WC-Anlage)	5.0%	Attraktivitätssteigerung durch Aufwertung Infrastruktur. Entlang des Ufers status quo (unzugängliches Ufer). Nutzungsdruck und Grösse betroffene Flächen (inkl. Abfall, Verkehr) leicht zunehmend.	4	Grosse Attraktivitätssteigerung durch Aufwertung Infrastruktur. Nutzungsdruck und Grösse betroffene Flächen (inkl. Abfall, Verkehr) deutlich zunehmend.	1	Attraktivitätssteigerung durch Aufwertung Infrastruktur. Nutzungsdruck und Grösse betroffene Flächen(inkl. Abfall, Verkehr) zunehmend.	3
D Wirtschaftlichkeit	D1: Investitionskosten	15.0%	Am Günstigsten	5	Am Teuersten	3	Mittlere Kosten	4
	D2: Unterhaltskosten	5.0%	Unterhalt in den ersten Jahren (Lebender Uferverbau), Danach normaler Unterhalt.	2	Weniger Unterhaltsaufwände erwartet, da weniger Begrünung.	4	Unterhalt bei lebendem Uferverbau, ansonsten normaler Unterhalt (etwas weniger, z.b. im Abschnitt B westlich weniger begrünt)	3
	D3: Baurisiken (Pot. Schäden Untergrund, Witterung, Wirtschaftliche Entwicklung)	5.0%	Baumaterialen vor Ort und flexible Bauweisen = Risiken eher gering	4	Viel zusätzliches Material (bsp. Fertigbetonelemente / Stahl) benötigt = wirtschaftliche Risiken. Grosse Abhängigkeit von Beschaffenheit Untergrund.	1	Zusätzliches Material (bsp. Fertigbetonelemente / Stahl) benötigt = wirtschaftliche Risiken. Grosse Abhängigkeit von Beschaffenheit Untergrund.	3
	Total (mit Gewichtung)	**100%**	**3.40**		**2.60**		**3.48**	

Bewertungsskala:

0	nicht zutreffend, sehr grosse Auswirkungen, resp. mittlere Verschlechterung
1	kaum zutreffend, grosse Auswirkungen, resp. leichte Verschlechterung
2	wenig zutreffend, mittlere Auswirkungen, resp. neutral
3	teilweise zutreffend. mässige Auswirkungen resp. leichte Verbesserung
4	mehrheitlich zutreffend, geringe Auswirkungen, resp. mittlere Verbesserung, teilweise zutreffend
5	voll zutrefffed, nicht relevant, keine Auswirkungen resp. starke Verbesserung

Variantenbeurteilung - Sensitivitätsanalyse

	Bewertungskriterien	Gewichtung gemäss Sitzung 01.11.2024	Alle Kriterien gleich gewichtet	Kosten- und Preisbewusst (Kosten +10%)	Sozioökonomie / Naherholung (Sozioöknomie +10 %)	Natur und Landschafts / Naturschützer ((Natur- und Landschaft +10 %)	HWS: sicherheits-bewusst (Technische Kriterien +10 %)	Variante 1 - Natur	Variante 2 - Naherholung	Variante 3 Kombi
Technische Kriterien	A1: Hochwasserschutz Verhalten bei Überlast, Robustheit während Betrieb	10.0%	8.3%	9%	9%	9%	14%	3	3	4
	A2: Bautechnische Schwierigkeit	10.0%	8.3%	9%	9%	9%	15%	2	2	3
	A3: Bauzeit und Logistikaufwand	5.0%	8.3%	4%	4%	4%	7%	3	1	2
Natur und Landschaft	B1: Lebenraumsqualität - und Quantität	8.3%	8.3%	7%	7%	12%	7%	5	2	4
	B2: Übergeordnete Planungen und Drittprojekte	8.3%	8.3%	7%	7%	12%	7%	3	2	3
	B3: Landschaftsbild	8.3%	8.3%	7%	7%	12%	7%	4	2	3
Soozio-Ökonomie	C1: Naherholungswert	10.0%	8.3%	9%	14%	9%	9%	2	5	4
	C2: Akzeptanz Grundeigentümer + relevante Akteure (ASTRA, Baurechtsinhaber, UTB, MTBC, etc.)	10.0%	8.3%	9%	14%	9%	9%	3	3	4
	C3: Potenzial Nutzungskonflikte (Abfall / WC-Anlage)	5.0%	8.3%	4%	7%	4%	4%	4	1	3
Kosten	D1: Investitionskosten	15.0%	8.3%	20%	13%	13%	13%	5	3	4
	D2: Unterhaltskosten	5.0%	8.3%	10%	4%	4%	4%	2	4	3
	D3: Baurisiken (Pot. Schäden Untergrund, Witterung, Wirtschaftliche Entwicklung)	5.0%	8.3%	5%	4%	4%	4%	4	1	3
	Total, Gewichtung gemäss Sitzung 01.11.2024	**100%**						**3.40**	**2.60**	**3.48**
	Alle Kriterien gleich gewichtet		**100%**					**3.33**	**2.42**	**3.33**
	Kosten- und Preisbewusst (Kosten +10%)			100%				**3.44**	**2.70**	**3.49**
	Sozioökonomie / Naherholung (Sozioöknomie +10 %)				100%			**3.32**	**2.71**	**3.53**
	Natur und Landschafts / Naturschützer ((Natur- und Landschaft +10 %)					100%		**3.48**	**2.52**	**3.46**
	HWS: sicherheits-bewusst (Technische Kriterien +10 %)						100%	**3.28**	**2.54**	**3.44**

ANHANG H

Terminprogramm 6.378 - Uferaufwertung Krattigen

	2024								2025												2026												2027												2028											
	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
32 - Bauprojekt																																																						
Variantenstudium Uferverbau																																																						
Sitzung mit GR																																																					
Sitzung mit ASTRA Situation Parkplatz																																																				
Entscheidfindung GR																																																				
Sitzung AGR																																																				
Pläne ausarbeiten / fertigstellen																																																				
Stellungnahme AGR zu Protokoll / Projektplänen																																																			
Sitzung Gemeinderat																																																			
Begehung mit Grundeigentümerinnen / Baurechtsnehmerinnen																																																			
Projektsitzung Kostenteiler (inkl. SFG, RenF, etc.)																																																			
Öffentliche Infoveranstaltung																																																			
Überarbeitung Dossier / Anpassung Kostenteiler / Abgleich mit Kanton																																																			
Fertigstellung Dossier																																																			
33 - Bewilligung																																																			
Vernehmlassung Baugesuch																																																			
Öffentliche Auflage (Baubewilligung)																																																			
Einspracheverhandlungen																																																			
Projektanpassungen / Bereinigungsrunde																																																			
Beschluss Gemeindeversammlung (Projekt - und Kreditgenehmigung)																																																			
Reserve																																																			
Baubewilligung RSA																																																			
41 - 51 Ausschreibung / Ausführungsprojekt																																																			
Ausschreibung																																																			
Ausführungsprojekt																																																			
52 - Realisierung																																																			
Realisierung																																																			
Abschlussarbeiten / PAW /																																																			

