



Einlaufrechen Durchlass Bergstrasse, Nebelbach

Technischer Bericht Bauprojekt

Kunde

Gemeinde Zollikon
Bergstrasse 20
8702 Zollikon

Datum

29.07.2024



Impressum

Datum

29.07.2024

Bericht-Nr.

TB-06542.050-01

Verfasst von

FIM, LUS

Basler & Hofmann AG

Bachweg 1

Postfach

CH-8133 Esslingen

T +41 44 387 15 22

Verteiler

Gemeinde Zollikon

Gruppe für Architektur GmbH

AWEL

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	1
1. Anlass und Auftrag	2
1.1 Projektauslöser	2
1.2 Auftrag	2
1.3 Projektperimeter	2
2. Grundlagen	3
3. Ausgangslage	4
3.1 Einzugsgebiet und Gerinnecharakteristik	4
3.2 Ökomorphologischer Zustand	4
3.3 Hydrologie	5
3.4 Bestehende Raumnutzung	5
3.5 Gewässerschutzzone	6
3.6 Durchlass Bergstrasse	6
3.7 Hochwassergefährdung	7
4. Projektannahmen und Handlungsbedarf	8
4.1 Hochwasserschutzziele	8
4.2 Hochwasserschutzdefizite	8
4.3 Projektziele	8
4.4 Bestimmung Schwemmholaufkommen	8
4.5 Bestimmung Geschiebeaufkommen	9
5. Massnahmenplanung	10
5.1 Beschreibung der geplanten Massnahmen	10
5.2 Dimensionierung und Materialisierung	12
5.2.1 Aufstau	12
5.2.2 Gestaltung Gerinnesohle	12
5.2.3 Schwemmholtrechen	12
5.2.4 Temporäre Rodung	12
6. Auswirkungen der getroffenen Massnahmen	13
6.1 Hochwasserschutz	13
6.2 Geschiebetransport	13
6.3 Gewässerökologie	13
6.4 Grundwasser	13
6.5 Wald	13
6.6 Boden	14
6.7 Bauen ausserhalb Bauzone	14

7.	Verbleibende Gefahren und Risiken	15
7.1	Verhalten bei Überlastfall und Restgefährdung	15
7.2	Geschiebe und Schwemmholz	15
8.	Bauablauf	16
8.1	Bauvorgang	16
8.2	Wasserhaltung	16
8.3	Bauarbeitenverordnung	16
8.4	Baustellenerschliessung	16
8.5	Baurisiken	16
9.	Kostenvoranschlag	17
9.1	Grundlagen und Annahmen	17
9.2	Kostenzusammenstellung	17
10.	Unterhaltsplanung	18
10.1	Ziele der Unterhaltsplanung	18
10.2	Zuständigkeiten	18
10.3	Überwachung und Unterhalt Bauwerk	18
10.4	Geschiebebewirtschaftung	18
10.5	Schwemmholzbewirtschaftung	20
10.6	Zufahrt für Unterhalt und Räumungen	20

Anhang 1 : Fotodokumentation

Anhang 2 : Schwemmholz

Anhang 3 : Geschiebe

Anhang 4 : Aufstau infolge Schwemmholzverkläusung

Anhang 5 : Kostenvoranschlag

Zusammenfassung

Hochwassergefährdung
Schwimmbad Fohrbach

Auf dem Grundstück des Schwimmbads Fohrbach besteht eine Hochwassergefährdung, welche durch den Nebelbach (Gewässernummer 2229) verursacht wird. Da eine Erneuerung und Erweiterung des Schwimmbads geplant ist, muss der Hochwasserschutz sichergestellt werden. Die hydraulische Kapazität des Durchlasses unter der Bergstrasse ist ausreichend gross, um eine Extremhochwasser abzuführen. Aufgrund von Schwemmholzverklausungen ist aber dennoch ab HQ₃₀₀ mit Ausuferungen auf die Bergstrasse zu rechnen. Lokale Objektschutzmassnahmen auf dem Schwimmbadareal (Sonderrisikoobjekt) sind technisch kaum umsetzbar und mit hohen Kosten verbunden. Stattdessen wird deshalb dem Durchlass Bergstrasse ein Schwemmholzrechen vorgelagert, um die Verklausung des Durchlasses zu verhindern und die Abflusskapazität bis EHQ sicherzustellen.

Einlaufbauwerk Nebelbach

Der Durchlass Bergstrasse weist eine hydraulische Abflusskapazität von 2.7 m³/s (Druckabfluss) auf, womit das EHQ = 1.8 m³/s inkl. Freibord abgeführt werden kann. Anpassungen am Durchlass sind deshalb nicht erforderlich. Um Schwemmholzverklausungen zu verhindern, wird der Einlauf des Durchlasses Bergstrasse wie folgt umgestaltet:

- _ Schwemmholzrechen vor dem Einlauf
- _ Sohlsicherung Einlaufbereich (Beschleunigungsstrecke)
- _ Beidseitige Blocksteinmauer im Einlaufbereich
- _ Geschieberückhalteraum mit Niederwasserrinne
- _ Zufahrt für Unterhalt und Räumung

Baukosten

Die Baukosten des Einlaufbauwerks werden auf rund 90'000 CHF (inkl. MwSt.) geschätzt.

Vorliegendes Bauprojekt

Der vorliegende Bericht beinhaltet die Projektierung der vorgeschlagenen Massnahmen auf Stufe Bauprojekt. Mit den getroffenen Massnahmen kann der Hochwasserschutz für das Schwimmbad Fohrbach bis EHQ sichergestellt werden.

1. Anlass und Auftrag

1.1 Projektauslöser

Hochwassergefährdung
Schwimmbad Fohrbach

Auf dem Grundstück Kat.-Nr. 8775 an der Witellikerstrasse 43 in 8702 Zollikon ist eine Erneuerung und Erweiterung des Frei- und Hallenbads Fohrbach geplant [1],[2]. Gemäss Naturgefahrenkarte unterliegt die Parzelle einer geringen Hochwassergefährdung [3]. Diese Gefährdung wird ab einem HQ₃₀₀ (Hochwasser, welches statistisch einmal in 300 Jahren eintritt) durch den Nebelbach verursacht [6]. Da es sich beim Schwimmbad um ein Sonderrisikoobjekt handelt, wird vom Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) des Kantons Zürich im Zuge der Baubewilligung ein Objektschutznachweis verlangt [4].

Schutzmassnahmen «an der Quelle»

Im Zusammenhang mit der Massnahmenplanung Hochwasserschutz der Gemeinde Zollikon wurde festgestellt, dass für den Objektschutz des Schwimmbads Schutzmassnahmen «an der Quelle» den lokalen Objektschutzmassnahmen vorzuziehen sind [5]. Lokale Objektschutzmassnahmen auf dem Schwimmbadareal wurden abgeklärt und sind technisch kaum umsetzbar bzw. mit hohen Kosten verbunden [6]. Folglich wurde für den Durchlass Bergstrasse des Nebelbachs ein Schwemmholzrückhalt empfohlen, um Verkläuerungen zu verhindern und somit die Kapazität bis zu einem EHQ zu gewährleisten.

1.2 Auftrag

Auftrag

Die Basler & Hofmann AG wurde beauftragt, das Einlaufbauwerk beim Durchlass Bergstrasse des Nebelbachs auf Stufe Bauprojekt zu erarbeiten.

1.3 Projektperimeter

Projektperimeter

Der Projektperimeter umfasst den Einlaufbereich des Durchlasses Bergstrasse sowie das Gerinne des Nebelbachs und des Stockenbächlis über rund 20 m im Oberstrom (Abbildung 1).



Abbildung 1

Amtliche Vermessung (GIS ZH) mit Projektperimeter

2. Grundlagen

Verwendete Grundlagen

Im vorliegenden Bericht wurden folgende Grundlagen verwendet:

- [1] Situation, Grundrisse, Erweiterung und Erneuerung Schwimmbad Zollikon, GFA Gruppe für Architektur, Stand Baueingabe, 24.11.2023.
- [2] Situation Umgebungsplan, Erweiterung und Erneuerung Schwimmbad Zollikon, GFA Gruppe für Architektur / Uniola Landschaftsarchitektur, Stand Baueingabe, 22.11.2023.
- [3] Gefahrenkartierung Hochwasser Zürichsee Rechts (ZSR), Böhlinger AG, Stichdatum: 30.07.2008, Erlassdatum: 12.04.2010.
- [4] Arbeitshilfen für die Umsetzung der Gefahrenkarte Hochwasser bei Neu- und Umbauten. Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) und Gebäudeversicherung Kanton Zürich (GVZ), November 2021.
- [5] Massnahmenplanung Hochwasser Zollikon, Anhang D: Überflutung Freibad, Hallenbad und Parkplatz Allmend, Basler & Hofmann AG, 10. Juli 2015.
- [6] Fachgutachten Hochwasser: Schwimmbad Fohrbach, Basler & Hofmann AG, 22.05.2024.
- [7] Vermessungsaufnahmen Einlaufbauwerk und Sohle Nebelbach und Stockenbächli durch Pascal Wey, Basler & Hofmann AG, 11.06.2024.
- [8] Begehung durch Fiona Maager, Basler & Hofmann AG, 19.06.2024.
- [9] Gewässer-Ökomorphologie, GIS-Browser Kanton Zürich, Juni 2024.
- [10] ÖREB-Kataster, GIS-Browser Kanton Zürich, Juni 2024.
- [11] Gewässerschutzkarte, GIS-Browser Kanton Zürich, Juni 2024.
- [12] Extreme Punktniederschläge, Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz, 2022.

3. Ausgangslage

3.1 Einzugsgebiet und Gerinnecharakteristik

Nebelbach

Das Einzugsgebiet des Nebelbachs (Gewässernummer 2229) vor dem Durchlass Bergstrasse ist gemäss GIS ZH rund 0.12 km² gross und weitgehend bewaldet (Abbildung 2). Der Nebelbach hat oberhalb des Durchlasses unter der Bergstrasse eine mittlere Sohlenbreite von rund 0.8 – 1.0 m und ein Längsgefälle von 4.3%. Im Gerinne sind diverse natürliche und teilweise künstliche Abstürze von ca. 0.1 – 0.3 m vorhanden [8]. Bei Hochwasserereignissen ist mit einem Eintrag von Geschiebe und Schwemmholz zu rechnen. Eine Fotodokumentation ist Anhang 1 zu entnehmen.

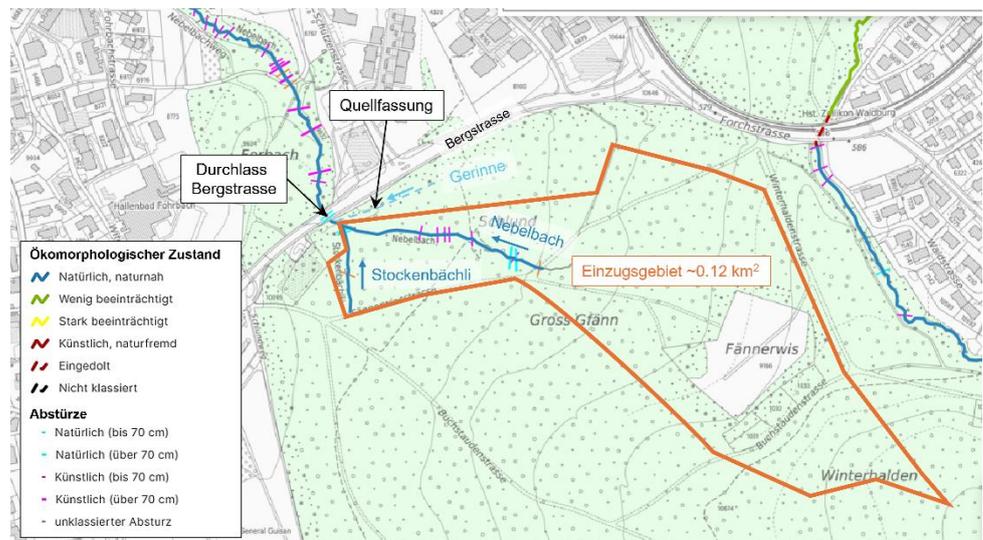


Abbildung 2

Einzugsgebiet Nebelbach und Stockenbächli und ökomorphen Zustand der Gewässer [9]

Stockenbächli

Kurz vor dem Durchlass Bergstrasse mündet das Stockenbächli (Gewässernummer 2231) in den Nebelbach. Das Stockenbächli hat eine mittlere Sohlenbreite von 0.5 – 0.7 m und das Teileinzugsgebiet des Stockenbächlis macht lediglich rund 3% des Gesamteinzugsgebiets aus.

Gerinne Quellfassung

Bei der Begehung wurde festgestellt, dass ein weiteres kleines Gerinne entlang der Bergstrasse verläuft, welches nicht als Gewässer ausgeschieden ist [8]. Es führt vermutlich von der östlich des Durchlasses gelegenen Quellfassung in den Nebelbach.

3.2 Ökomorphologischer Zustand

Gewässer-Ökomorphologie

Abbildung 2 zeigt den ökomorphen Zustand der beiden Gewässer [9]. Sowohl der Nebelbach als auch das Stockenbächli sind in einem natürlichen, naturnahen Zustand. Nur der eingedotete Abschnitt unter der Bergstrasse befindet sich in einem künstlichen, naturfremden Zustand. Zudem sind diverse natürliche und künstliche Abstürze im Gerinne vorhanden.

Hochwasserabflüsse Nebelbach

3.3 Hydrologie

Die Werte der Hochwasserabflüsse beim Durchlass Bergstrasse des Nebelbachs stammen aus der Gefahrenkarte [3] und sind Tabelle 1 zu entnehmen. Die aktuellen Werte der extremen Punktniederschläge [12] sind rund 15-20% grösser als die Niederschlagsdaten, welche im Rahmen der Erstellung der Gefahrenkarte verwendet wurden. Unter Berücksichtigung dieser Werte ist vermutlich mit einer Zunahme der Spitzenabflüssen im gleichen prozentualen Bereich auszugehen. Von einer erneuten Berechnung der Hydrologie wird jedoch abgesehen, da die Durchflusskapazität des bestehenden Durchlasses mit 2.7 m³/s deutlich grösser ist als das EHQ. Der Aufstau beim Rechen wird zudem auf ein HQ₃₀₀ ausgelegt.

Hochwasserabfluss	HQ ₃₀	HQ ₁₀₀	HQ ₃₀₀	EHQ
	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]
Nebelbach beim Durchlass Bergstrasse	0.5	1.0	1.5	1.8

Tabelle 1

Hydrologische Kennwerte für den Nebelbach beim Durchlass Bergstrasse (Schwachstelle Nr. 107) [3]

Nutzungsplanung (Zonenplan)

3.4 Bestehende Raumnutzung

Die raumplanerische Nutzung ist in Abbildung 3 dargestellt [10]. Der Projektperimeter befindet sich weitgehend im Wald. Nördlich der Bergstrasse befinden sich Erholungs- und Freihaltezone, Wohnzonen sowie eine Zone öffentlicher Bauten (Schwimmbad Fohrbach).

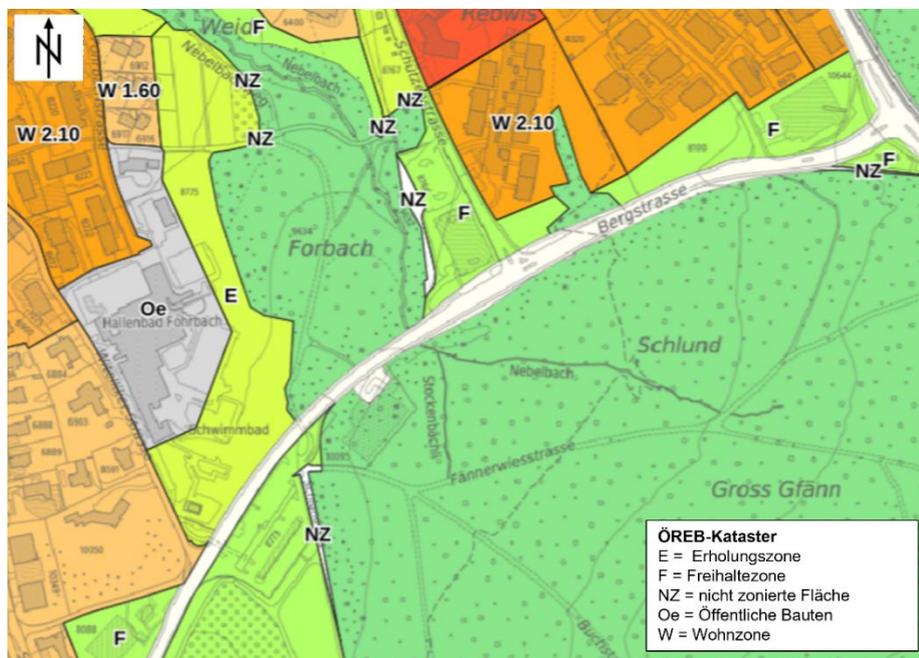


Abbildung 3

Auszug aus dem Kataster der öffentlich-rechtlichen Eigentumsbeschränkungen (ÖREB) im Bereich des Projektperimeters [10].

Gewässerraum

Der Gewässerraum wurde für die Gewässer Nebelbach und Stockenbächli noch nicht festgelegt. Da der Projektperimeter sehr klein ist und sich ausserhalb des Siedlungsgebiets befindet, wird der Gewässerraum nicht im vorliegenden Projekt festgelegt. Er ist im Rahmen der übergeordneten Gewässerraumfestlegung zu definieren.

Gewässerschutzzone

3.5 Gewässerschutzzone

Der Projektperimeter liegt im Gewässerschutzbereich Au (Abbildung 4). Östlich des Projektperimeters befindet sich eine Quelfassung, welche von den Grundwasserschutzzonen S1, S2 und S3 umgeben ist. Der Projektperimeter liegt jedoch ausserhalb dieser Schutzzonen.

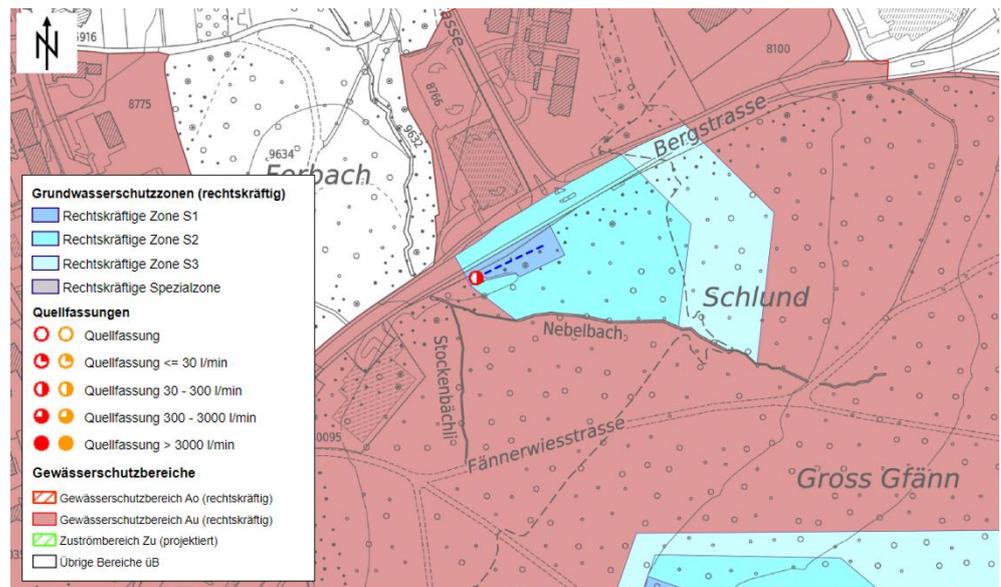


Abbildung 4

Gewässerschutzzonen und -bereich im Projektperimeter gemäss Gewässerschutzkarte

Durchlass Bergstrasse

3.6 Durchlass Bergstrasse

Abbildung 5 zeigt den Einlaufbereich des Durchlasses unter der Bergstrasse [8]. Der Durchmesser des 17 m langen Durchlasses beträgt 0.8 m (Kreisprofil) und das mittlere Gefälle beträgt 18% [7]. Die Bachsohle liegt im Bereich des Einlaufs auf 538.7 m ü. M. und damit rund 1.4 m tiefer als der Geländetiefpunkt (540.1 m ü. M.), über welchen das aufgestaute Wasser auf die Bergstrasse gelangen könnte. Im Bereich des Durchlasses liegt die Bergstrasse auf rund 540.5 m ü. M. und damit rund 1.8 m höher als die Sohle des Nebelbachs.

Hydraulische Kapazität

Unter Berücksichtigung eines maximal möglichen Überstaus von rund 0.6 m (= 1.4 m abzüglich 0.8 m Durchmesser) beträgt die hydraulische Kapazität des Durchlasses rund 2.7 m³/s (Energieerhaltung gemäss Bernoulli). Folglich ist die hydraulische Kapazität des Durchlasses Bergstrasse ausreichend gross, um ein EHQ = 1.8 m³/s abzuführen. Es sind sogar noch Reserven vorhanden, sollten die Spitzenabflüsse der Hochwasserereignisse aufgrund der höheren extremen Punktniederschlagswerte grösser ausfallen.



Abbildung 5
Einlaufbauwerk Durchlass Bergstrasse (Schwachstelle 107), Foto: 19.06.2024 [8]

3.7 Hochwassergefährdung

Verklausage Durchlass

Gemäss Naturgefahrenkarte stellt der Durchlass unter der Bergstrasse eine Schwachstelle dar (Abbildung 6) [3]. Eine Verklauung durch Schwemmholz wird als wahrscheinlich erachtet, womit ab einem HQ₃₀₀ mit Wasseraustritten zu rechnen ist (Abbildung 6). Das Hochwasser fliesst auf der Bergstrasse in Richtung Südwesten und stellt dort eine Gefährdung für das Schwimmbad Fohrbach dar.

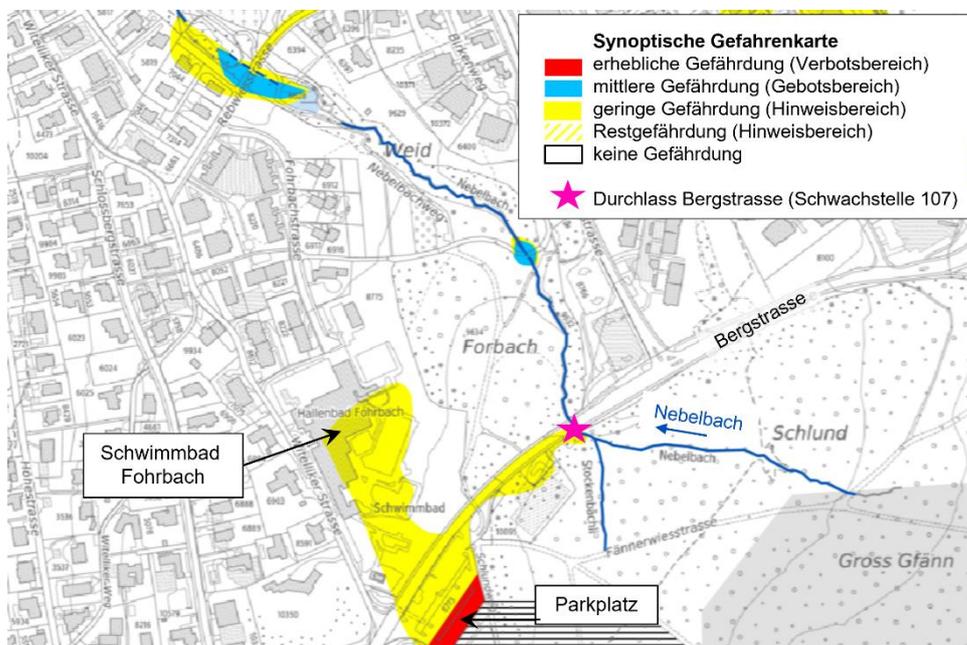


Abbildung 6
Synoptische Naturgefahrenkarte [3]

4. Projektannahmen und Handlungsbedarf

4.1 Hochwasserschutzziele

Schutzzielmatrix Kanton Zürich

Gemäss Schutzzielmatrix des Kantons Zürich ist für das Siedlungsgebiet ein vollständiger Schutz bis HQ₁₀₀ bzw. ein begrenzter Schutz bis zum HQ₃₀₀ zu gewährleisten. Für das Schwimmbad Fohrbach ist ein Schutz vor einem EHQ zu prüfen, da es sich um ein Sonderrisikoobjekt handelt [6].

4.2 Hochwasserschutzdefizite

Schutzdefizit durch die Schwachstelle 107

Aufgrund von Verklausungen beim Durchlass (Schwachstelle 107) ist ab HQ₃₀₀ auf der Bergstrasse mit Hochwasser des Nebelbachs zu rechnen, welches in Richtung Südwesten fliesst. Ungefähr auf Höhe des Parkplatzes (siehe Abbildung 6) ist auf der Bergstrasse ein lokaler Geländetiefpunkt vorhanden (~535.4 m ü. M.). Das Hochwasser staut sich vorerst bis auf diese Kote auf und fliesst danach über die Böschung in Richtung Nordwesten auf das Gelände des Schwimmbads Fohrbach. Das Hochwasser kann über diverse Öffnungen ins Schwimmbad eindringen. Bei EHQ nehmen die austretenden Wassermengen weiter zu, die Fliesswege bleiben aber ungefähr gleich. Für das übrige Siedlungsgebiet besteht keine Gefährdung durch Hochwasser infolge Ausuferungen bei der Schwachstelle 107.

4.3 Projektziele

Projektziele

Mit dem Bau eines Schwemmholzrechen vor dem Durchlass Bergstrasse soll der Hochwasserschutz für das Schwimmbad Fohrbach sichergestellt werden. Dabei werden folgende Projektziele angestrebt:

- _ Keine Verklausung des Durchlasses bis EHQ
- _ Keine Ausuferungen auf die Bergstrasse infolge des Aufstaus durch den Schwemmholzrechen bis EHQ
- _ Geschiebedurchgängigkeit muss bei kleinen Hochwasserereignissen (bis ca. HQ₃₀) gewährleistet werden
- _ Aquatische Längsvernetzung muss erhalten bleiben

4.4 Bestimmung Schwemmholzaufkommen

Schwemmholzaufkommen von rund 30 m³

Das Schwemmholzaufkommen wurde für die verschiedenen Hochwasserereignisse nach Rickenmann (1997), Uchioqi et al. (1996) und Steeb et al. (2017) abgeschätzt. Dabei wurden das Schwemmholzpotential und die Schwemmholzmenge verglichen (Anhang 2). Die Schwemmholzmengen streuen im Bereich von 10 – 90 m³. Das Schwemmholzpotenzial wird auf 10 – 30 m³ geschätzt. Für die Bemessung wird von einem effektiven Schwemmholzaufkommen von ca. 30 m³ (Volumen lose) ausgegangen. Im Vergleich zum kleinen Einzugsgebiet und den geringen Hochwasserabflüssen ist dieses Aufkommen bereits als hoch einzuschätzen. Infolge der begrenzten Gerinnebreite und Abflusstiefen muss vor allem mit feinem Geschwemmsel (Äste, kurze Stämme) gerechnet werden. Längere Stämme oder Wurzelstöcke können infolge der Gerinnecharakteristik und der geringen Abflusstiefen nicht transportiert werden.

Geschiebeaufkommen von rund
30-40 m³

4.5 Bestimmung Geschiebeaufkommen

Infolge der Rechenverlegung und des resultierenden Aufstaus wird der Geschiebetransport unterbrochen. Um infolge der Geschiebeablagerung keine Ausuferung zu begünstigen, wird oberhalb des Durchlasses ein kleiner Rückhalteraum angeordnet. Die im Nebelbach vorhandene Geschiebetransportkapazität wurde für eine einstündige Dreiecksganglinie mit Spitzenabfluss HQ₁₀₀, HQ₃₀₀ und EHQ mit dem Ansatz von Smart & Jäggi (1983) abgeschätzt. Dazu wurden für den Nebelbach eine mittlere Sohlenbreite von 2 m, eine Böschungsneigung von 1:2 sowie die charakteristischen Korndurchmesser $d_{30} = 0.01$ m, $d_m = 0.03$ m und $d_{90} = 0.06$ m angenommen. Für die Rauheit wird ein Stricklerbeiwert $k_{st} = 30$ m^{1/3}/s angesetzt. Das Längsgefälle des Nebelbachs unmittelbar oberhalb des Durchlasses bei der Bergstrasse beläuft sich auf 4.3% [7]. Die ermittelte Geschiebetransportkapazität des Nebelbachs ist Tabelle 2 und Anhang 3 zu entnehmen. Das Geschiebevolumen (lose) beläuft sich somit auf rund 30 – 40 m³. Das Geschiebeaufkommen wird aufgrund des kleinen Einzugsgebiets als sehr hoch eingestuft. Der Rückhalteraum wird folglich auf 20 – 25 m³ (lose) ausgelegt. Der Geschiebeeintrag durch das Stockenbächli wird aufgrund der kleinen Teileinzugsgebietsgrösse vernachlässigt.

Hochwasserabfluss	Abfluss	Transportkapazität / Geschiebefracht	Geschiebevolumen (fest)	Geschiebevolumen (lose)
	[m ³ /s]	[t]	[m ³]	[m ³]
HQ ₁₀₀	1.0	45	17	22
HQ ₃₀₀	1.5	66	25	32
EHQ	1.8	78	29	39

Tabelle 2

Ereignisbasierte Geschiebefracht und -volumen gemäss Smart & Jäggi (1983)

5. Massnahmenplanung

5.1 Beschreibung der geplanten Massnahmen

Massnahmen im Bereich des Durchlasses

Im Bereich des Durchlasses des Nebelbachs unter der Bergstrasse sind folgende Massnahmen geplant:

- _ Schwemmholzrechen vor dem Einlauf
- _ Sohlsicherung Einlaufbereich (Beschleunigungsstrecke)
- _ Geschieberückhalteraum
- _ Zufahrt für Intervention und Räumung

Rechentyp

Der Rechen besteht aus einem um 30° geneigten und einem horizontalen Abschnitt. Abbildung 7 zeigt einen ähnlichen Rechentyp, welcher beim Dorfbach Egg eingebaut wurde. Durch die Neigung von 30° wird das Holz nach oben geschoben, wodurch der untere Bereich des Rechens frei bleibt und sich der Aufstau infolge Schwemmholzverklammerung reduziert. Sollte der geneigte Abschnitt des Rechens vollständig verlegt werden, kann das Wasser durch den horizontalen Abschnitt in den Durchlass fließen. Im Extremfall wird das Holz bis auf den horizontalen Rechenbereich geschoben.



Abbildung 7

Beispiel eines ähnlichen Schwemmholzrechentyps (Dorfbach Egg) mit einem lichten Stababstand von 0.3 m

Rechengeometrie

Der Schwemmholzrechen wird in das bestehende Einlaufbauwerk eingepasst. Dabei muss die Mauer des Einlaufbauwerks links- und rechtsseitig mit einer Blocksteinmauer verlängert werden, so dass das Geschwemmsel nicht um den Rechen herum transportiert werden kann. Der Rechen ist direkt beim Einlauf in den Durchlass 1.3 m breit und verbreitert sich gegen vorne auf rund 2.5 m. Somit steht eine entsprechend grosse Rechenfläche zur Verfügung, die den Aufstau wiederum reduziert. Der lichte Stababstand des Rechens beträgt 0.25 m. Somit kann Schwemmholz ab einer Länge von ca. 0.4 m zurückgehalten werden. Die Gefahr einer Verlegung des Durchlasses (Durchmesser = 0.8 m) wird damit minimiert. Kleineres Geschwemmsel wird den

	<p>Rechen passieren, so dass bei kleinen Hochwasserereignissen nicht mit einem Aufstau zu rechnen ist.</p>
<p>Geschiebedurchgängiger Rechen bis HQ_{30}</p>	<p>Der Rechen wird so ausgebildet, dass das Schwemmholz ab einem HQ_{30} zurückgehalten wird. Das Hochwasser staut sich vor dem Rechen zwar auf, kann aber weiterhin durch den Durchlass abfließen. Aufgrund des verlegten Rechens und des Rückstaus wird sich bei Hochwasser auch das Geschiebe oberhalb des Rechens ablagern. Bei kleineren Hochwasserereignissen soll der Geschiebetransport jedoch aufrechterhalten bzw. das Geschiebe durch den Durchlass transportiert werden. Dazu wird der Rechen 0.2 m über der Sohle angeordnet, so dass das Geschiebe bei kleinen Hochwasserereignissen unter dem Rechen durchtransportiert wird (Abbildung 7). Die 0.2 m entsprechen ungefähr der Normalabflusstiefe bei einem Hochwasser HQ_{30}.</p>
<p>Sohlsicherung Einlaufbereich</p>	<p>Der Schwemmholzrechen führt im Einlaufbereich bei grossen Hochwasserereignissen zu einem Aufstau, wodurch die Fliessgeschwindigkeiten vor dem Rechen deutlich abnehmen. Im Einlaufbereich zwischen Rechen und Durchlasseinmündung wird die Sohle deshalb relativ glatt ausgeführt, damit sich der Abfluss zum Einlauf hin wieder beschleunigen kann. Aufgrund der hohen Schubspannungen muss die Sohle der Beschleunigungsstrecke mit Blöcken (0.5 – 1.0 t / Block, Alpenkalk) in einer Filterschicht (Schroppen 50/100 mm) gesichert werden. Der Durchmesser der Blöcke beläuft sich auf $D = 0.7 - 0.9$ m. Mit dem Filtermaterial mit $d = 0.05 - 0.10$ m wird sichergestellt, dass die Blöcke weder abgleiten ($D/d > 6$) noch einsinken ($D/d < 17$).</p>
<p>Geschiebe- und Schwemmholzrückhalt</p>	<p>Infolge des Aufstaus beim Einlaufrechen wird der Geschiebetransport unterbrochen und es kommt zu einer rückschreitenden Auflandung der Sohle. Im Gerinne muss somit Platz für diese Geschiebeablagerungen von rund 20 m^3 geschaffen werden. Dies wird mit einer ca. 3-4 m breiten und rund 10 m langen lokalen Aufweitung vor dem Schwemmholzrechen erreicht. In diesem Bereich kann sich das Geschiebe über eine Höhe von 0.50 – 0.75 m ablagern. Die Aufweitung wird natürlich gestaltet, wobei das Gerinne leicht nach links verlegt wird. Damit wird der Schwemmholzrechen ungefähr frontal angeströmt. Der Bereich der linken Böschung ohne Blocksteinmauer wird nicht steiler als 1:1 ausgeführt, damit die Böschungstabilität nicht durch die angrenzende Unterhaltspiste gefährdet wird.</p>
<p>Querriegel im Rückhalteraum</p>	<p>Im Geschieberückhalteraum werden zwei Querriegel eingebracht, welche sich anfangs und ungefähr mittig der Aufweitung befinden. Die Querriegel (formwilde Blöcke mit 0.5 – 1.0 t / Block, Alpenkalk) werden rund 0.10 m tiefer als die Sohle in einer Filterschicht versetzt (Schroppen 50/100 mm). Die Querriegel werden auf beiden Seiten um einen Block in die Ufer eingebunden. Im Bereich der Niederwasserrinne wird jeweils ein Block rund 0.2 m tiefer gesetzt. Die Querriegel dienen einerseits als Sohlsicherung und markieren andererseits die Höhenkote bei einer allfälligen Geschiebeentnahmen.</p>
<p>Ufersicherung</p>	<p>Das linke Ufer wird mit einer Blocksteinmauer gesichert. Die Böschungsneigung liegt in der Verlängerung der bestehenden Mauer bzw. im Bereich des Rechens ungefähr bei 1:10 und nimmt bachaufwärts auf ca. 1:1 ab. Diese linksseitige Ufersicherung dient der Befestigung des Schwemmholzrechens und dem Schutz der Unterhaltspiste. Auf der</p>

rechten Seite wird die bestehende Mauer ebenfalls mit einer Blocksteinmauer verlängert, damit der Rechen nicht umströmt wird. Die Blocksteinmauern bestehen aus formwilden Blöcken (0.5 – 1.0 t / Block, Alpenkalk) und werden im Bereich der 1:10 Böschung in Beton versetzt. Es ist darauf zu achten, dass die Betonfugen um 0.3 m zurückversetzt sind und kein Beton sichtbar ist.

Unterhaltspiste Für die Räumung nach einem Hochwasserereignis muss eine 3 m breite und rund 15 m lange Unterhaltspiste erstellt werden, um den Zugang zu gewährleisten. Für die Unterhaltspiste wird eine 0.40 m mächtige Fundationsschicht eingebracht werden mit einem Belag aus Feinkies. Die Unterhaltspiste kann auch für die Waldbewirtschaftung genutzt werden.

Ökologie Mit dem Projekt wird die aquatische Längs- und Quervernetzung weiterhin sichergestellt. Der Rückhalteraum weist eine Niederwasserrinne mit natürlichem Verlauf auf. Die Gewässerökomorphologie des Nebelbachs wird durch das Projekt somit nicht negativ beeinflusst.

5.2 Dimensionierung und Materialisierung

5.2.1 Aufstau

Aufstau HQ₃₀₀ und EHQ Die mittlere Gerinnebreite im Bereich des Schwemmholzrechens beträgt 1.5 – 2.0 m. Der Aufstau bei HQ₃₀₀ beträgt 1.0 – 1.1 m (Knauss, 1995 bzw. Schalko, 2019). Bei EHQ beläuft sich der Aufstau auf 1.2 – 1.3 m. Von der Sohle des Nebelbachs bis zum Geländetiefpunkt, über welchen das Hochwasser auf die Bergstrasse gelangen kann, liegen rund 1.4 m. Somit ist bei HQ₃₀₀ bis zum Strassenniveau noch ein Freibord 0.3 m und bei EHQ ein Freibord von rund 0.1 m vorhanden. Folglich ist bis zum EHQ nicht mit Ausuferungen auf die Bergstrasse zu rechnen.

5.2.2 Gestaltung Gerinnesohle

Gerinnesohle Das Gerinne wird mit einer neuen Kiesohele von ca. 0.5 m Stärke und einer Niederwasserrinne ausgebildet. Die Niederwasserrinne ist ca. 0.8 m breit und 0.2 m tief (~Abflusstiefe HQ₃₀). Bei den Querriegeln muss jeweils ein Block im Bereich der Niederwasserrinne um 0.2 m abgesenkt werden.

5.2.3 Schwemmholzrechen

Schwemmholzrechen Für den Schwemmholzrechen sollen feuerverzinkte Stahlstäbe verwendet werden. Der Detailplan des Schwemmholzrechens wird durch den Stahlbauer im Rahmen des Ausführungsprojekts erstellt.

5.2.4 Temporäre Rodung

Entfernung von Gehölz Im Projektperimeter sind keine grösseren Bäume vorhanden. Zur Verbreiterung des Gerinnes werden lediglich kleinere Büsche und Gehölze beseitigt werden müssen. Die Flächen können auch zukünftig als waldfähiger Standort bezeichnet werden. Folglich ist nur eine temporäre Rodung erforderlich. Das Gehölz darf nicht während der Vogelschutzzeit (1. März bis 30. September) entfernt werden.

6. Auswirkungen der getroffenen Massnahmen

6.1 Hochwasserschutz

Sicherstellung Hochwasserschutz für das Schwimmbad Fohrbach

Durch die getroffenen Massnahmen wird die Hochwassersituation am Nebelbach in Zollikon verbessert. Das Verklauungsrisiko des Durchlasses Bergstrasse wird durch den vorhandenen Ablagerungsraum und den neuen Rechen stark reduziert. Eine Verklauung wird damit verhindert und die hydraulische Kapazität des Durchlasses kann somit vollständig ausgenutzt werden. Das EHQ kann ohne Ausuferungen abgeführt werden, wodurch keine Hochwassergefährdung mehr für das Schwimmbad Fohrbach besteht.

Reduktion von Geschwemmsel und Holz für den Abschnitt unten

Aufgrund des Schwemmholtzrückhalts wird auch der Eintrag von Holz und Geschwemmsel in den Bachabschnitt unterhalb deutlich reduziert. Damit besteht bei den bachabwärtsliegenden Schwachstellen auf dem Gebiet der Gemeinde Zollikon aber auch in der Stadt Zürich ein geringeres Verklauungsrisiko. Die Hochwassergefährdung wird damit verringert.

6.2 Geschiebetransport

Geschieberückhalt infolge des Aufstaus

Bei Abflüssen bis ca. HQ_{30} wird der Rechen nicht eingestaut und der Geschiebetransport aufrechterhalten. Bei grösseren Abflüssen und einer Rechenverlegung wird sich das Geschiebe infolge des Rückstaus vor dem Durchlass ablagern. Im Nachgang zum Hochwasser kann das Geschiebe vor dem Einlaufrechen an der Bergstrasse entfernt und stromab wieder dem Nebelbach zugegeben werden. Geeignete Stellen sind zusammen mit der Fischerei- und Jagdverwaltung sowie der Gemeinde Zollikon zu definieren und im Unterhaltsplan festzuhalten (siehe Kapitel 10).

6.3 Gewässerökologie

Keine aquatische Aufwertung

Mit den geplanten Massnahmen erfährt der Nebelbach keine aquatische Veränderung. Die flachen Ufer im oberen Bereich des Rückhalteraums garantiert das Aufkommen einer standortgerechten Bestockung.

6.4 Grundwasser

Grundwasser

Die Bauarbeiten finden ausserhalb der Schutzzonen S1-S3 statt. Aufgrund der Umgestaltung ist zukünftig mit einer geringfügig höheren Versickerung zu rechnen, welche jedoch keine Auswirkungen auf Grundwasserstand hat (Projekt liegt im Abströmbereich). Im Gerinne der Quellfassung ist mit einem Rückstau zu rechnen. Aufgrund des Geländeverlaufs reicht der Aufstau bei verlegtem Rechen jedoch nicht in die Schutzzone, da der tiefste Punkt der Schutzzone auf 540.3 m ü.M. und somit 0.2 m über der Aufstauhöhe bei EHQ (= 540.0 m ü. M.) liegt. Während den Bauarbeiten darf die Schutzzone nicht tangiert oder befahren werden.

6.5 Wald

Wald

Für den Bau des Rückhalteraums wird kleinflächig Waldareal beansprucht und es erfolgt ein Eingriff in den Waldboden. Es wird jedoch nur wenige, kleinere Gehölze von den Bauarbeiten tangiert und keine Bäume gefällt. Der Erhalt, die Pflege und die Nutzung des Waldes werden durch das Projekt nicht beeinträchtigt. Das Hochwasserschutzprojekt steht im öffentlichen Interesse und ist standortgebunden.

Boden

6.6 Boden

Die abgetragene Walderde sowie der Aushub werden fachgerecht entsorgt.

Bauen ausserhalb Bauzone

6.7 Bauen ausserhalb Bauzone

Die Massnahmen sind für die Verbesserung der Hochwassersituation am Nebelbach erforderlich. Der Hochwasserschutz ist notwendig und somit standortgebunden.

7. Verbleibende Gefahren und Risiken

7.1 Verhalten bei Überlastfall und Restgefährdung

Überlastfall

Die hydraulische Kapazität des Durchlasses Bergstrasse ist ausreichend gross, um ein EHQ abzuführen. Im Einlaufbereich ist ein Freibord von rund 0.1 m vorhanden (Geländetiefpunkt auf 540.1 m ü.M. (Kapitel 3.6) und Aufstau EHQ auf ca. 540.0 m ü.M.), wodurch auch bei EHQ nicht mit Ausuferungen auf die Bergstrasse zu rechnen ist. Sollten die Abflüsse deutlich höher als EHQ sein, ergeben sich wiederum die Überflutungswege gemäss aktueller Gefahrenkarte (Abbildung 6).

7.2 Geschiebe und Schwemmholz

Schutz vor Verklausungen bei Überlast

Die Bestimmung des Schwemmholz- und Geschiebeaufkommens ist mit Unsicherheiten verbunden. Sollte im Hochwasserfall deutlich mehr Geschiebe und Schwemmholz transportiert werden, wäre eine Ausuferung auf die Bergstrasse möglich. Das Hochwasser fliesst in Richtung Südwesten und sammelt sich im Bereich des Parkplatzes. Erst nachdem sich der Parkplatz gefüllt hat (Retentionsvolumen von ca. 3'000 m³ [6]), fliesst das Hochwasser auf das Gelände des Schwimmbads.

8. Bauablauf

8.1 Bauvorgang

Bauablauf

Der Bauablauf für die Massnahmen im Bereich des Durchlasses Bergstrasse ist wie folgt vorgesehen:

- _ Erstellung Zugang (Unterhaltspiste)
- _ Erstellung der Wasserhaltung (Rohrleitung mit Kapazität \sim HQ₁₀)
- _ Erstellung der Beschleunigungsstrecke und der Blocksteinmauer
- _ Aufweitung für den Geschieberückhalt und Sohlswellen
- _ Montage des neuen Rechens

Bauzeit

Die gesamte Bauzeit (inkl. Fertigung Schwemmholzrechen) wird auf ca. 2-3 Monate geschätzt. Im Nebelbach darf nur ausserhalb der Fischschonzeit (Mai bis September) gearbeitet werden.

8.2 Wasserhaltung

Offene Wasserhaltung

Für den Nebelbach ist eine offene Wasserhaltung vorgesehen. Das Wasser soll mit einer Rohrleitung innerhalb des Gerinnequerschnitts um die Bauabschnitte abgeleitet werden. Die Wasserhaltung muss in der Lage sein, ein Bauhochwasser von ca. 0.25 m³/s (\approx HQ₁₀) abzuführen. Der Unternehmer ist frei in der Umsetzung.

8.3 Bauarbeitenverordnung

BauAV

Die Sicherung der Baugruben muss gemäss den Bestimmungen der Bauarbeitenverordnung (BauAV) erfolgen. Im vorliegenden Fall ist die Grabentiefe kleiner als 1.5 m. Der Arbeitsraum in Baugruben muss mind. 0.6 m betragen.

8.4 Baustellenerschliessung

Installationsflächen und Erschliessung

Von der Bergstrasse her kann die Baustelle über die Unterhaltspiste erschlossen werden. Als Installationsflächen kann die Unterhaltspiste und deren Nahbereich südlich des Gerinnes genutzt werden. Da es sich bei der Bergstrasse um eine Kantonsstrasse handelt, muss die Baustelle mit dem Tiefbauamt des Kantons Zürich koordiniert bzw. eine Bewilligung eingeholt werden. Der temporäre Landbedarf muss mit den Eigentümern noch geklärt werden.

8.5 Baurisiken

Hochwasser

Die Bauarbeiten finden im und in der Umgebung des Nebelbachs statt. Somit besteht während der gesamten Bauzeit eine Hochwassergefährdung. Die Bauarbeiten sollten nicht während Starkniederschlagsereignissen stattfinden.

Schäden an bestehenden Bauten und Infrastruktur

Die Erstellung des Schwemmholzrechens findet in einiger Entfernung von bestehenden Gebäuden statt. Schäden an bestehenden Bauten und Infrastruktur sind nicht zu erwarten. Es ist nur mit geringen Erschütterungen zu rechnen.

Gewässerschutz

Der Projektperimeter befindet sich im Gewässerschutzbereich Au. Während der Bauzeit ist aufgrund von mehr offenen Sohlenflächen von einer erhöhten Versickerung zu rechnen. Die Auswirkungen auf die Grundwasserfassung werden jedoch als vernachlässigbar erachtet.

9. Kostenvoranschlag

9.1 Grundlagen und Annahmen

Annahmen Gesamtkosten

Die Kostengenauigkeit des Kostenvoranschlags beträgt $\pm 10\%$ und basiert auf der Preisbasis Q2 2024. Die Teuerung aufgrund der aktuellen Preisschwankungen wurden nicht berücksichtigt. Im Kostenvoranschlag werden zudem folgende Positionen berücksichtigt:

- _ 10% für Unvorhergesehenes und nicht berücksichtigte Positionen
- _ 20% für Baustelleneinrichtung
- _ 10% für allfällige Bewilligungen, Entschädigungen und Versicherungen
- _ Pauschal 10'000 CHF für Regiearbeiten

Honorarkosten

Die Honorarkosten basieren auf dem bisher geleisteten Aufwand für die Projektierung bis auf Stufe Bauprojekt und beinhalten keinen zusätzlichen Aufwand für die Submission, Ausführungsprojektierung und Bauleitung.

Einheitspreise, NPK

Die Kosten der Bauarbeiten wurden basierend auf Vorausmassen und entsprechenden Einheitspreisen berechnet. Die verwendeten Einheitspreise wurden aufgrund von Kosten bereits ausgeführter ähnlicher Projekte bestimmt.

Kostenzusammenstellung

9.2 Kostenzusammenstellung

Die Gesamtkosten für die Realisierung der Massnahmen beim Durchlass Bergstrasse werden gesamthaft auf rund 111'000 CHF (inkl. MwSt.) geschätzt. Tabelle 3 gibt einen Überblick zu den einzelnen Positionen. Ein detaillierter Kostenvoranschlag ist Anhang 5 zu entnehmen.

Position	Anteil	Unterposition	Gesamtkosten
		[CHF]	[CHF]
Baukosten (BK)			82'000.-
Baukosten Einlaufbauwerk (BKE)		55'000.-	
Unvorhergesehenes	10% BKE	6'000.-	
Baustelleneinrichtung	20% BKE	11'000.-	
Regiearbeiten		10'000.-	
Allgemeine Kosten			21'000.-
Bewilligungen, Entschädigung, Versicherungen	10% BK	6'000.-	
Bisherige Planerleistungen (ohne SIA-Phasen 41-53)		15'000.-	
Gesamtkosten exkl. MwSt.			103'000.-
Mehrwertsteuer	8.1%		8'000.-
Gesamtkosten inkl. MwSt.			111'000.-

Tabelle 3

Kostenvoranschlag ($\pm 10\%$, gerundet auf 1'000 CHF)

10. Unterhaltsplanung

10.1 Ziele der Unterhaltsplanung

Ziele Unterhaltsplanung

Die Ziele des Unterhaltsplanes sind die Definition der Unterhaltsleistungen und der Zuständigkeiten sowie die Sicherstellung der Funktionstüchtigkeit.

10.2 Zuständigkeiten

Zuständigkeiten

Der Schwemmholzrechen wird als Kunstbaute bei der Gemeinde Zollikon geführt, welche eine regelmässige Kontrolle durchführt. Die Bewirtschaftung nach einem ausserordentlichen Ereignis (siehe Kapitel 10.4) ist zusammen mit dem Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) und der Fischerei- und Jagdverwaltung abzusprechen.

10.3 Überwachung und Unterhalt Bauwerk

Jahreskontrolle

Die Gemeinde Zollikon führt jeweils eine Jahreskontrolle durch. Dabei werden die in Tabelle 4 aufgeführten Bauteile kontrolliert. Zudem muss allfälliges Geschwemmsel vom Schwemmholzrechen entfernt werden.

Bauteil	Art der Kontrolle	Massnahmen
Rechen	Visuell: Schäden, Kolkungen, Verlegung des Rechens mit Geschwemmsel	Beurteilung Schäden und Festlegung allfälliger Massnahmen
Uferblocksatz	Visuell: Schäden, Erosionserscheinungen, Kolkungen	Beurteilung Schäden und Festlegung allfälliger Massnahmen
Sohle des Nebelbachs	Visuell: Auflandungen, Kolkungen	Beurteilung Schäden und Festlegung allfälliger Massnahmen

Tabelle 4

Überwachung und Kontrolle der massgebenden Bauteile des Bauwerks

10.4 Geschiebebewirtschaftung

Ziel

Das Geschiebe soll bei Mittelwasserabflüssen sowie bei Hochwasserereignissen bis ca. HQ₃₀ nicht im Bereich des Rechens abgelagert, sondern durchtransportiert werden. Bei grösseren Abflüssen wird infolge des Aufstaus am Rechen auch das Geschiebe abgelagert. Ziel ist es, nach einem Hochwasserereignis so viel Geschiebe wie möglich dem Nebelbach zurückzugeben. Die Eingriffe ins Gewässer sind dabei auf ein Minimum zu beschränken (Frequenz und Ausmass), um negative Auswirkungen auf terrestrische und aquatische Lebewesen zu verhindern

Szenarien

Für die Geschiebebewirtschaftung wird von zwei Szenarien ausgegangen:

- _ Szenario 1: Normalfall sowie Hochwasserereignisse mit geringen Geschiebeablagerungen < ca. 5 m³
- _ Szenario 2: Ausserordentliches Ereignis mit grossen Geschiebeablagerungen

Die Geschiebebewirtschaftung ist in Tabelle 5 zusammengefasst und nachfolgen beschrieben.

Massnahmen im Normalfall und nach kleinen Hochwasserereignissen (<HQ₃₀)

Bei kleinen Hochwasserereignissen (<HQ₃₀) ist nicht von einem Aufstau und damit auch nicht von Geschiebeablagerungen auszugehen. Der Nebelbach wird lokal aufgeweitet, es wird jedoch eine Niederwasserrinne erstellt, um die Geschiebedurchgängigkeit bis zu einem HQ₃₀ zu gewährleisten. Sollen trotzdem Äste und Geschwemmsel am Rechen hängen bleiben, kann der Geschiebetransport lokal unterbrochen werden. Das Überwachungskonzept sieht vor, dass der Rechen sowie der Rückhalteraum jährlich kontrolliert werden. Sind Auflandungen im Rückhalteraum ersichtlich, wird das Geschiebe umgelagert und die Niederwasserrinne wieder freigelegt.

Massnahmen nach grossen Hochwasserereignissen (>HQ₃₀)

Bei Hochwasserereignissen (>HQ₃₀) ist mit einem Aufstau im Rückhalteraum zu rechnen. Infolgedessen wird der Geschiebetransport unterbrochen und es kommt zu Geschiebeablagerungen im Rückhalteraum. Das Geschiebe wird sich zuerst zu Beginn der Aufweitung ablagern und die Geschiebefront wandert in Richtung Schwemmholzrechen. Im Geschieberückhalteraum können bis zu 25 m³ Geschiebe abgelagert werden (Geschiebeaufkommen bei ~HQ₃₀₀). Basierend auf der abgelagerten Geschiebemenge sind folgende Szenarien für die Geschiebebewirtschaftung möglich:

- _ Sind die Geschiebeablagerungen gering (ca. < 5 m³) kann das Geschiebe umgelagert und die Niederwasserrinne wieder freigelegt werden.
- _ Bei Geschiebeablagerungen > 5 m³ ist der Ablagerungsraum in einem ersten Schritt zu räumen und die ursprüngliche Sohle des Nebelbachs wiederherzustellen, damit das Rückhaltevolumen wieder zur Verfügung steht. Das Geschiebe soll wenn möglich vollständig dem Nebelbach unmittelbar unterhalb des Durchlasses wieder zurückgegeben werden. Es ist zusammen mit dem AWEL und ALN zu entscheiden, ob (1) das Geschiebe teilweise abgeführt und an einer anderen Stelle dem Nebelbach zugegeben wird; (2) das Geschiebe zwischengelagert und sukzessive dem Nebelbach zugegeben wird; oder (3) das Geschiebe einem anderen Bach zugeben wird.
- _ Die sukzessive Geschiebezugabe bedingt, dass das Geschiebe im Bereich des Rechenstandorts zwischengelagert werden muss (z.B. am Ende der Unterhaltspiste). Generell ist eine Zwischenlagerung im Waldareal nicht zulässig, eine Ausnahmegenehmigung ist aber denkbar, da es sich um sehr kleine Geschiebemengen handelt.

Geschiebebewirtschaftung	Art der Kontrolle	Grenzwert	Massnahme
Normalfall (Jahreskontrolle): Rückhalteraum, Rechen und Geschiebeablagerungen	Visuell, Beurteilung Ablagerungsmächtigkeit	Anhebung Sohle um 20 cm; < 5 m ³ Geschiebe	Geschiebe umlagern, Niederwasserrinne freilegen
Ausserordentliches Ereignis: Nach Ereignissen mit hohem Geschiebeaufkommen: Kontrolle Rückhalteraum, Rechen und Geschiebeablagerungen	Visuell, Bestimmung Ablagerungsvolumen	> 5 m ³ Geschiebe	Ausbaggern Rückhalteraum Festlegung Ort für die Zugabe und allfällige Zwischenlagerung in Absprache mit AWEL/ALN

Tabelle 5
Geschiebebewirtschaftung Schwemmholzrechen Nebelbach

Rückhalteraum und
Schwemmholzrechen

10.5 Schwemmholzbewirtschaftung

Das Schwemmholz muss bei den folgenden Szenarien aus dem Rückhalteraum geräumt werden (Tabelle 6):

- _ Normalfall: Sobald die Schwemmholzablagerungen die Geschiebedurchgängigkeit beeinträchtigen. Dies kann bereits infolge einzelner Äste und Stämme der Fall sein. Kleines Geschwemmsel und Äste können dem Nebelbach direkt unterhalb des Durchlasses wieder zugegeben werden. Der Anfall von grösserem Schwemmholz (Stämme und Wurzelstöcke) ist unwahrscheinlich.
- _ Ausserordentliches Ereignis: Nach einem Hochwasserereignis mit einer teilweise bis vollständigen Verlegung des Rechens ist das Schwemmholz immer vollständig zu entfernen und abzuführen.

Gegenstand der Kontrolle	Art der Kontrolle	Massnahme
Normalfall (Jahreskontrolle) Kontrolle Rückhalteraum, Gerinne und Rechen	Visuell	Die Rechenstäbe müssen immer freigeräumt werden.
Ausserordentliches Ereignis: Nach Ereignissen mit hohem Schwemmholzaufkommen	Visuell	Die Rechenstäbe müssen immer geräumt und das Holz aus dem Rückhalteraum entfernt werden.

Tabelle 6

Schwemmholzbewirtschaftung Schwemmholzrechen Wildbach

Unterhaltspiste

10.6 Zufahrt für Unterhalt und Räumungen

Die Zufahrt erfolgt über die Unterhaltspiste, welche im Rahmen des Projekts erstellt wird. Da die Zufahrt über die Kantonsstrasse erfolgt, muss das Tiefbauamt des Kantons Zürich informiert werden.

Zufahrt während eines
Hochwasserereignisses

Die Zufahrt ist auch während eines Hochwasserereignisses befahrbar. Eine Intervention während eines Hochwasserereignisses (z.B. Entfernen von Geschwemmsel) ist nicht angedacht.

Anhang 1: Fotodokumentation

Begehung vom 19.06.2024

Nebelbach – oberhalb Durchlass Bergstrasse



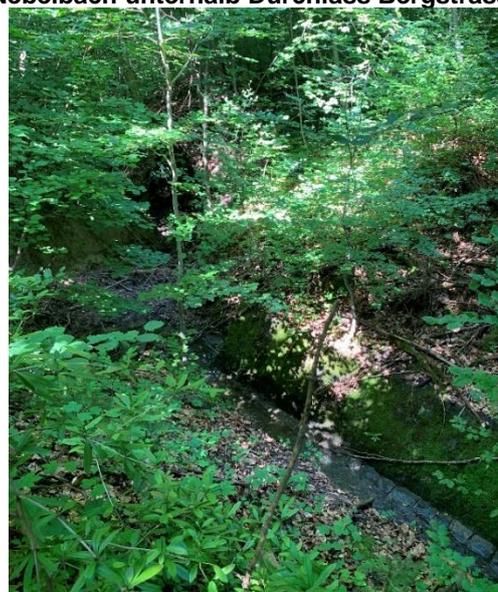
Mündungsbereich «Gerinne» in den Nebelbach



Auslauf Durchlass Bergstrasse



Nebelbach unterhalb Durchlass Bergstrasse



Anhang 2: Schwemmhholz

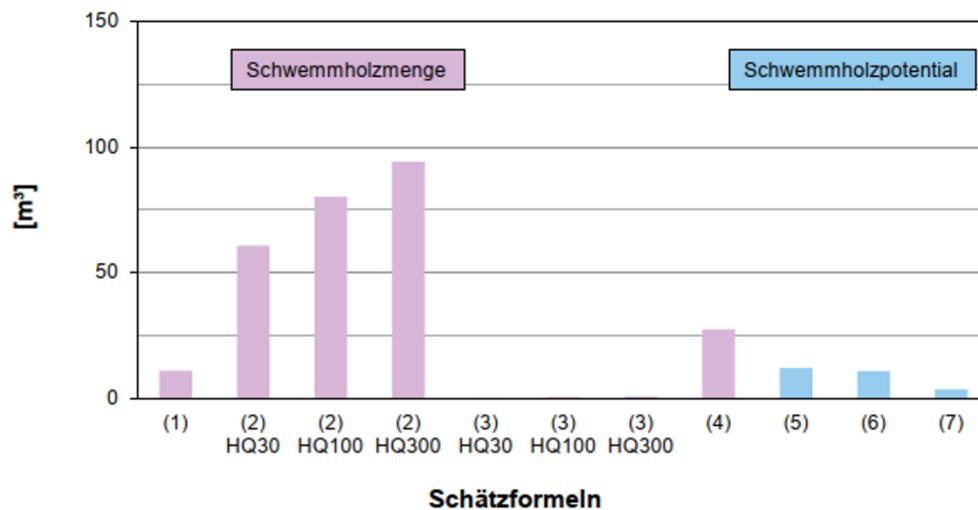
Schwemmhholzaufkommen

Abschätzung effektive Schwemmhholzmenge [m³]

<u>Rickenmann (1997)</u> $45 \cdot (EG)^{2/3}$ (1)	<u>Rickenmann (1997)</u> $4 \cdot (V_W)^{2/5}$ (2)			<u>Uchiogi et al. (1996)</u> $0.02 \cdot F$ (3)			<u>Steeb et al. (2017)</u> $113 \cdot (EG)^{2/3}$ (4)
	HQ ₃₀	HQ ₁₀₀	HQ ₃₀₀	HQ ₃₀	HQ ₁₀₀	HQ ₃₀₀	
11	61	80	94	0	0	1	27

Schwemmhholzpotenzial [m³]

<u>Uchiogi et al. (1996)</u> $C \cdot EG$ (5)	<u>Rickenmann (1997)</u> $90 \cdot EG_W$ (6)	<u>Rickenmann (1997)</u> $40 \cdot (L_W)^2$ (7)
12	11	4



Anhang 3: Geschiebe

Ermittlung Geschiebeaufkommen

Allgemeine Parameter		
spezifisches Gewicht	[kg/m ³]	2650
relative Dichte	[-]	2.65
Lagerungsdichte	[t/m ³]	2.1
Krit. Sohlschubspannung Θ_c	[-]	0.05

Hochwasserabflüsse		
HQ ₃₀	[m ³ /s]	0.5
HQ ₁₀₀	[m ³ /s]	1.0
HQ ₃₀₀	[m ³ /s]	1.5
EHQ	[m ³ /s]	1.8

Gerinneparameter		
Sohlenbreite	[m]	1
linke Böschungsneigung	[-] (H:V)	0.5
rechte Böschungsneigung	[-] (H:V)	0.5
Rauigkeit Sohle	[m ^{1/3} /s]	30
Rauigkeit linke Böschung	[m ^{1/3} /s]	30
Rauigkeit rechte Böschung	[m ^{1/3} /s]	30
Gefälle	[-]	0.043

Massgebende Korndurchmesser		
d ₃₀	[m]	0.01
d _m	[m]	0.03
d ₅₀	[m]	0.03
d ₉₀	[m]	0.06

Geschiebeaufkommen, lose	HQ ₃₀	HQ ₁₀₀	HQ ₃₀₀	EHQ
Meyer-Peter & Müller (1948)	7	16	24	28
Smart und Jäggi (1983)	10	22	32	37
Rickenmann (1990)	7	14	20	23

Geschiebeaufkommen, fest	HQ ₃₀	HQ ₁₀₀	HQ ₃₀₀	EHQ
Meyer-Peter & Müller (1948)	5	12	19	22
Smart und Jäggi (1983)	8	17	25	29
Rickenmann (1990)	6	11	16	18

Anhang 4: Aufstau infolge Schwemmholzverklausung

Berechnungen

Bach: **Nebelbach**
 Bauwerk: **Durchlass Bergstrasse**

Quellen

- [1] Mitteilung 188, Schwemmholz, Probleme und Lösungsansätze, VAW, D. Lange, G. R. Bezzola
 [2] Scale Modeling of Wooden Debris Accumulation at a Debris Rack, L. Schmocker, W. Hager, Journal of Hydraulic Engineering, 2013.
 [3] Backwater Rise due to Large Wood Accumulations. I. Schalko et al., Journal of Hydraulic Engineering, 2018.
 [4] Laboratory flume experiments on the formation of sanwise large wood accumulations, Part I: Effect on backwater rise, I. Schalko et al., 2019.

Eingabeparameter

	Q_{soll} [m³/s]	B [m]	k_{Sr} [m ^{1/3} /s]	J [%]	m links H/V [-]	m rechts H/V [-]
HQ ₁₀₀	1	2	30	4.3	0.1	0.1
HQ ₃₀₀	1.5	2	30	4.3	0.1	0.1
EHQ	1.8	2	30	4.3	0.1	0.1

Berechnung Hydraulik

	h [m]	A [m²]	U [m]	R [m]	v [m/s]	Q_{ist} [m³/s]	$Q_{soll}-Q_{ist}$ [m³/s]	F [-]
HQ ₁₀₀	0.24	0.5	2.5	0.2	2.1	1	0.0	1.37
HQ ₃₀₀	0.31	0.6	2.6	0.2	2.4	2	0.0	1.38
EHQ	0.35	0.7	2.7	0.3	2.5	2	0.0	1.38

Knauss (1995), V-Rechen [1]

	Aufstau- faktor α (1.5-2.5)	Aufstau Δh [m]	Abflusstiefe h_2 $h_2 = h + \Delta h$ [m]
HQ ₁₀₀	2.5	0.6	0.8
HQ ₃₀₀	2.5	0.7	1.0
EHQ	2.5	0.8	1.2

Schalko et al. (2018/2019) [3/4]

Mit Schätzung der Verklausungslänge L_V

	Auflocker- ungsfaktor α [-]	Länge Verklausung L_V [m]	Stamm- durchmesser D [m]	Umlenkungs- faktor $u=L_V/D$ [-]	Feinanteil FA [%]	Natürliche Verklausung	
						Aufstau Δh [m]	Abflusstiefe h_2 $h_2 = h + \Delta h$ [m]
HQ ₁₀₀	3.3	1	0.2	5.00	10	0.6	0.9
HQ ₃₀₀	3.3	1	0.2	5.00	10	0.8	1.1
EHQ	3.3	1	0.2	5.00	10	0.9	1.3

Anhang 5: Kostenvoranschlag

Übersicht der Baukosten nach NPK

Kapitel NPK	Beschrieb	Einheit [x]	Einheitspreis [CHF/x]	Ausmass	Kosten [CHF]
	Allgemeiner Teil				
	Bewilligungen, Versicherungen, Entschädigungen	10.0%			5'540
	Bisherige Planerleistungen (ohne SIA-Phasen 41-53)	gl	15'000	1	15'000
	Summe Allgemeine Kosten				21'000
	Baulicher Teil				
161	Wasserhaltung				5'000
	Wasserhaltung	gl.	5'000	1	5'000
116	Abholzen und Roden				2'400
	Abholzen Uferbestockung inkl. Abtransport	m2	30	80	2'400
211	Baugruben und Erdbau				5'400
	Abtrag Walderde	m3	20	20	400
	Aushub Böschungen / Gerinnesohle inkl. Nacharbeiten von Planum, Böschungen	m3	30	40	1'200
	Aushub Einlaufbereich (für Blockteppich)	m3	30	10	300
	Transport Erdmaterial > 2km auf Lager Unternehmer/Deponie inkl. Entsorgung	m3	50	70	3'500
213	Wasserbau				19'800
	Lieferung Blöcke für Vorgrund / Querriegel / Ufersicherung	t	90	40	3'600
	Lieferung Filterschicht (Einlaufbereich + Querriegel + Uferschutz)	m3	80	10	800
	Einbringen Blöcke Vorgrund Einlauf/Grobrechen und Querriegel	t	200	30	6'000
	Lieferung Beton für Blocksteinmauer	m3	200	10	2'000
	Erstellen Blocksteinmauer (Lieferrn, und erstellung inkl. Hinterbeton)	m3	400	10	4'000
	Lieferung Sohlenmaterial	m3	65	20	1'300
	Einbringen Kiessohle Bachbett	m3	30	20	600
	Niederwasserrinne herstellen	m'	150	10	1'500
221	Fundationsschichten für Verkehrsanlagen				4'800
	Kieslieferung	m3	50	20	1'000
	Planierarbeiten für Strassen ohne Belag	m2	50	40	2'000
	Fundationsschicht (für Kiesstrasse)	m2	50	20	1'000
	Belag Feinkies	m2	20	40	800
321	Montagearbeiten in Stahl				15'000
	Rechen inkl. Befestigungen	gl.	15'000	1	15'000
	Rekultivierungsarbeiten				1'000
	Begrünung / Ansaat	gl	1'000	1	1'000
281	Fahrzeugrückhaltesysteme und Geländer				2'000
	Geländer Kantonsstrasse anpassen	gl	2'000	1	2'000
	Zwischentotal Baulicher Teil				55'400
	Unvorhergesehenes und nicht berücksichtigte Positionen	10%			5'500
	Baustelleneinrichtungen	20%			11'080
	Regiearbeiten	gl	10000	1	10'000
	Summe Baulicher Teil				82'000
	Summe Allgemeiner und Baulicher Teil				103'000
	MwSt.	8.1%			8'343
	Rundungsposition				343
Gesamtkosten (inkl. MwSt.)					111'000

