



KANTON
OBWALDEN



GEMEINDE
SARNEN

Einwohnergemeinde Sarnen

BACHÖFFNUNG EGGELIGRABEN, KÄGISWIL

Technischer Bericht und Anhang

13. Oktober 2008

belop gmbh
Ingenieure und Naturgefahrenfachleute
Schwanderstrasse 25
6063 Stalden
Tel. 041 661 02 70
Fax 041 661 02 64
E-mail: info@belop.ch

Inhaltsverzeichnis

1	AUSGANGSLAGE / AUFTRAG	3
2	GEBIETSÜBERBLICK	3
2.1	EINZUGSGEBIET	3
2.2	PROJEKTPERIMETER.....	3
2.3	GEOLOGIE	3
2.4	SCHUTZGEBIETE UND INVENTARE.....	3
3	GRUNDLAGEN UND AUSGEFÜHRTE ARBEITEN	4
3.1	PROJEKTGRUNDLAGEN UND AUSGEFÜHRTE ARBEITEN	4
4	GEFAHRENPOTENTIAL	5
4.1	ALLGEMEINES	5
4.2	HOCHWASSERABSCHÄTZUNG GEMÄSS GEFAHRENKARTE	5
5	DIMENSIONIERUNG	6
5.1	HYDRAULISCHE BERECHNUNGEN	6
5.2	GESCHIEBE UND MURGÄNGE	7
6	MASSNAHMEN	8
6.1	NEUES GERINNE	8
6.2	GERINNEQUERUNGEN	9
6.3	WERKLEITUNGEN	9
6.4	RODUNG UND WIEDERAUFFORSTUNG	9
6.5	ÖKOLOGISCHE AUFWERTUNG	9
6.6	GEWÄSSERRAUM.....	9
7	ÜBERLASTFALL	10
8	BESTOCKUNG / ÖKOLOGISCHER AUSGLEICH	10
9	LANDBEDARF / UNTERHALT	10
10	KOSTENSCHÄTZUNG	11
11	PROJEKTORGANISATION UND ZEITPROGRAMM	12
12	WEITERES VORGEHEN	12

Inhaltsverzeichnis Anhang

1 GRUNDLAGEN

Anhang 1.1	Einzugsgebiet Karte M 1 : 5'000
Anhang 1.2	Geologie Karte M 1 : 10'000
Anhang 1.3	Schutzgebiete Karte M 1 : 5'000
Anhang 1.4	Ausschnitt Gefahrenkarte Sarnen Karte M 1 : 5'000

2 BERECHNUNGEN

Anhang 2.1	Hydraulische Berechnungen nach Strickler für Sohle 1.5 m
Anhang 2.2	Hydraulische Berechnungen nach Strickler für Sohle 0.8 m
Anhang 2.3	Tabelle Murgangsszenarien
Anhang 2.4	Tabelle Erdmassenberechnung

1 Ausgangslage / Auftrag

Der Eggeligraben Nord kann bei intensiven und kurzen Starkniederschlägen heftig anspringen und im Bereich der Höhekote 500 aus dem Gerinne ausbrechen und in Richtung Kreuzstrasse laufen. Hinzu kommt, dass der Eggeligraben bei der Höhekote 495 in ein 30 cm Rohr einläuft, was schon mehrere Male dazu führte, dass der Einlauf bei kurzen und heftigen Gewittern verstopfte und Wasser ohne Intervention in Richtung der Siedlung bei der Kreuzstrasse lief oder gelaufen wäre. Inzwischen muss das Rohr ersetzt werden. Deshalb entschied sich die Gemeinde Sarnen den Bach zu öffnen und erteilte der belop gmbh Juli 2008 den Auftrag für eine kurze Vorstudie.

Aufbauend auf der Vorstudie wurde das gleiche Büro im September 2008 von der Gemeinde Sarnen beauftragt, das vorliegende Bauprojekt zu erarbeiten.

2 Gebietsüberblick

2.1 Einzugsgebiet

Das Einzugsgebiet der beiden Eggeligraben ist nach der Gefahrenkarte Sarnen 0.13 km² (Eggeligraben Nord) und 0.09 km² (Eggeligraben Süd) gross. Es beginnt kurz oberhalb des Sammlers bei der Höhekote (479) und endet im Gebiet Schwandi bei der Höhekote 780. Beide Gräben werden durch ein Rohr gefasst (Höhekote 495 und 490) und in den Sammler geführt (Höhekote 475). Wenn man annimmt dass der Eggeligraben Nord bis zum Sammler geöffnet wird, endet das Einzugsgebiet dort, wo die beiden Rohre zusammenlaufen, ansonsten dort, wo die beiden Gräben ins Rohr einlaufen (siehe Anhang 1.1).

2.2 Projektperimeter

Der Projektperimeter beginnt bei der Kreuzstrasse 466 und endet bei der Höhekote 520 (siehe Anhang 1.3).

2.3 Geologie

Geologisch gesehen liegt der Projektperimeter gemäss der geologischen Karte des Kantons Obwalden zum grössten Teil im Quartär (Kantonales Oberforstamt, 1980). Das heisst, es handelt sich hauptsächlich um Ablagerungen der beiden Eggeligraben. Der oberste Teil des Projektgebiets liegt im Tertiärgestein, wobei es sich um mergelige Stad- und Globigerinenschiefer handelt (siehe Anhang 1.2).

2.4 Schutzgebiete und Inventare

Der ganze Projektperimeter befindet sich im Landschaftsschutzgebiet von regionaler Bedeutung. Ansonsten befinden sich keine weiteren geschützten Objekte und Gebiete mit lokaler, regionaler oder nationaler Bedeutung (vgl. Anhang 1.3). Da es sich beim Projekt um eine Gerinneöffnung handelt und daher das Gebiet ökologisch aufgewertet wird, sollten diesbezüglich keine Interessenskonflikte bestehen.

3 Grundlagen und ausgeführte Arbeiten

3.1 Projektgrundlagen und ausgeführte Arbeiten

Vorhandene Unterlagen:

- Vorstudie Hochwasserschutzkonzept Gygenbäche, Kägiswil
- Gefahrenkarten Sarnen vom 30. Juli 2004
- Ereignisdokumentation Unwetter 2005
- Grundbuch AV 93

Ausgeführte Arbeiten:

- Profilaufnahmen
- Hydraulische Berechnungen mit Strickler
- Massnahmenplanung
- Grobkostenschätzung
- Begehung mit Grundeigentümern und Vertretern von Kanton (AWR-NGF) und Gemeinde (Abt. Wasserbau)

4 Gefahrenpotential

4.1 Allgemeines

Das Gefahrenpotential ergibt sich aus der Gefahrenkarte Sarnen. Für unseren Projektperimeter sind Hochwasser und kleinere Murgänge, welche grössere Sachschäden anrichten können, massgebend. Gemäss Gefahrenkarte ist das grösste Gefahrenpotential im Gebiet der Kreuzstrasse Kägiswil anzutreffen. Bei Hochwasser kann sich dort Wasser von unserem Projektgebiet ansammeln. Betroffen sind mehrere Gebäude (Wohn- und Gewerbebauten) sowie Strassen (vgl. Anhang 1.4)

4.2 Hochwasserabschätzung gemäss Gefahrenkarte

Nach der Gefahrenkarte Sarnen vom 30. Juli 2004 liegt das HQ_{100} für beide Gräben bei ungefähr bei $3.5 \text{ m}^3/\text{s}$. Wovon der Eggeligraben Nord ca. 55 % und der Eggeligraben Süd ca. 45 % der berechneten Wassermenge ausmacht.

Die Abflüsse der verschiedenen Jährlichkeiten, aufgeteilt nach den beiden Gräben präsentieren sich gemäss Gefahrenkarte wie folgt:

	<i>Eggeligraben Nord</i>	<i>Eggeligraben Süd</i>	<i>Total</i>
HQ ₃₀	1 m ³ /s	1.2 m ³ /s	2.2 m ³ /s
HQ ₁₀₀	1.9 m ³ /s	1.7 m ³ /s	3.6 m ³ /s
HQ ₃₀₀	2.9 m ³ /s	2.0 m ³ /s	4.9 m ³ /s

5 Dimensionierung

5.1 Hydraulische Berechnungen

Gebäude sind nach üblicher Praxis auf ein 100 jährliches Ereignis zu schützen. Deshalb ging man in einem ersten Schritt von einem Abfluss von $4 \text{ m}^3/\text{s}$ (Wassermenge für beide Gräben), einer Sohlenbreite von 1.5 m sowie einer Böschungsneigung von 2 : 3 aus und berechnete mit Hilfe von Strickler die Höhe des Wasserspiegels (WSP) und die Energielinienhöhe (EG). Die Berechnungen ergaben folgende Resultate:

Ausgangswerte

Sohlenbreite	1.5 m
Gerinnetiefe	1 m
Böschungsneigung	2 : 3
Sohlengefälle	10 %

Berechnete Werte

	HQ ₃₀	HQ ₁₀₀
Abfluss Q [m^3/s]	2.5	4.0
WSP [m]	0.37	0.48
Htot [m]	0.93	1.22

Das bedeutet, dass wir ein 5.5 m breites Gerinne haben; gemessen von der rechten zur linken Böschungsoberkante. Dieses Gerinne war dem am meisten betroffenen Grundeigentümer zu gross dimensioniert. Er nimmt das Risiko in Kauf, dass bei einer kleineren Dimensionierung, auch schon eine 30-jährliche Wassermenge die Überlast in Anspruch nimmt und das Gerinne rechtseitig verlässt.

Das Gerinne wurde somit kleiner dimensioniert, jedoch weiter mit dem Ziel, dass die Überlast kontrolliert abgeführt werden kann. Man ging von einer Sohlenbreite von 0.8 m und einer Gerinnetiefe von mindestens 0.6 m aus. Dabei hat sich ein Abfluss von $0.85 \text{ m}^3/\text{s}$ inklusive Energielinie und einem Sohlengefälle von 10 % errechnet. Dies entspricht nicht ganz einem 30-jährlichen Ereignis des Eggeligrabens Nord (1 m^3). Weiter haben die Berechnungen gezeigt, dass der Wasserspiegel für ein 30-jährliches Ereignis mit der Wassermenge $2.5 \text{ m}^3/\text{s}$ (beide Gräben zusammengezählt) bei 0.62 m liegt und somit rechnerisch betrachtet knapp das Gerinne verlässt.

Ausgangswerte:

Sohlenbreite	0.8 m
Gerinnetiefe	0.6 m
Böschungsneigung	2 : 3
Sohlengefälle	10 %

Berechnete Werte:

	HQ _x	HQ ₃₀
Abfluss Q [m^3/s]	0.85	2.50
WSP [m]	0.27	0.62
Htot [m]	0.61	1.10

HQ_x = Jährlichkeit eines Ereignisses
WSP = Wasserspiegelhöhe [m]

Htot = Wasserspiegelhöhe + Energielinienhöhe [m]
Q = Abflussmenge [m^3/s]

5.2 Geschiebe und Murgänge

Grundsätzlich ist mit Geschiebelieferungen zu rechnen. Dies haben verschiedene Ereignisse gezeigt, welche den aktuellen Rohreinlass (30 cm) schon mehrere male verstopft haben. Für unser Projekt heisst das, dass zukünftig im Bereich der geplanten Furt (Höhenkote 480) Geschiebeablagerungen möglich sind, da das Längenprofil 10 m vor der Furt einen stärkeren Geländeknick aufweist (12.5 % auf 3 %).

Weiter kommt hinzu, dass es sich beim Eggeligraben Nord um ein murgangfähiges Gerinne handelt. Davon betroffen sind vor allem die beiden Gebäude (Stall und Haus) bei Höhenkote 500. Jedoch grösser als die Murganggefährdung der beiden Gebäude ist das Problem des Wassers. Um die Grössenordnung der Murgang Kubatur verschiedener Szenarien für die geplanten Massnahmen abschätzen zu können, hat man sich mit Hilfe der Geländeaufnahmen auf einfache rechnerische Art angenähert. Zusammenfassend kann man sagen:

Aktuell reicht bei der Höhenkote 500 die Ablagerung eines Murgangs von 10 – 20 m³ aus, um das Gerinne zu verstopfen und das Wasser oder weitere Murgangschübe links ausbrechen zu lassen. Es wird angenommen, dass diese Kubatur ca. einem 30-jährlichen Ereignis entspricht. Mit vernünftigen Massnahmen könnte die Kubatur mindestens verzehnfacht werden (vgl. Anhang 2.3).

6 Massnahmen

6.1 Neues Gerinne

Allgemein

Infolge des Gefälles (>10 %) wird das neue Gerinne zum grössten Teil als Raubettgerinne ausgestaltet werden. Die Dimensionierungen können dem Normalprofil in der Beilage entnommen werden. Folgende Eckdaten gelten:

Sohlenbreite	0.8 m
Minimale Gerinnetiefe	0.6 m
Böschungsneigung	2 : 3
Blockgrösse	0.4 – 0.5 m ³

Der rechte Uferbereich soll mit einer standortgerechten Uferbestockung aufgewertet werden.

Sammler bis Erschliessungsstrasse (Höhenkote 477.5 – 479.5)

Die Dimensionierung des Gerinnes entspricht dem Normalprofil, einzig dass hier nur je eine Blocksteinreihe gesetzt werden muss und eine natürliche Sohle vorgesehen ist. Der Damm linkseitig ist um 0.5 m höher als die rechte Böschungsoberkante.

Erschliessungsstrasse bis QP 5 (Höhenkote 479.5 – 491.5)

Für diesen Abschnitt gilt die Dimensionierung des Normalprofils.

QP 5 bis Bewirtschaftungsübergang (Höhenkote 491.5 – 499.5)

Im Bereich von QP 5 beträgt die Neigung der Böschung eine kurze Distanz 1 : 1 (ca. 10 m). Die Blöcke sollen hier bis an die Böschungsoberkante gesetzt werden. Danach sollen wieder die Vorgaben des Normalprofils übernommen werden.

Bewirtschaftungsübergang bis Holzschwelle (Höhenkote 499.5 – 503)

Das Gerinne wird hier gemäss Normalprofil ausgebaut. Rechtseitig ist ein Damm geplant, der vom Stall an die Furt anschliesst und den Überlastfall regeln soll. Nach dem Stall bis Ende vorgesehen Massnahmen, soll der rechtseitig Damm sich weiterziehen und am Hang bei der Höhenkote 512 anschliessen.

6.2 Gerinnequerungen

Furt Erschliessungsstrasse (Höhenkote 479.5)

Für die Querung der Erschliessungsstrasse ist eine Furt geplant. Der Bach soll mit einer Betonplatte, liegend auf Blöcken im Hinterbeton, (3 m Länge; 4 m Breite, 0.25 m Dicke) überquert werden. Vorteil dieser Konstruktion: das Gerinne kann so in seiner Geometrie durchgezogen werden und man erreicht so einen grösseren Höhenunterschied zwischen dem höchsten und tiefsten Punkt der Furt, da beispielsweise ein Rohrdurchlass vom Typ Maulprofil mehr Überdeckung als nur 0.25 m braucht.

Furt Bewirtschaftungsweg (Höhenkote 499.5)

Für die Querung dieses Bachabschnittes ist auch eine Furt mit einer Betonbrückenplatte auf Blöcken im Hinterbeton liegend geplant (4 m Länge, 3 m Breite, 0.25 m Dicke). Auch hier wird wiederum aus hydraulischen Überlegungen und vom Gesichtspunkt der Raumverhältnisse diese Lösung angestrebt.

6.3 Werkleitungen

Gemäss Abklärungen durch Stephan Flury (Gemeinde Sarnen, Abt. Wasserbau), befinden sich keine Querungen von Werkleitungen im Projektgebiet.

6.4 Rodung und Wiederaufforstung

Für die Realisierung aller Massnahmen muss im Bereich der Höhenkote 500 temporär gerodet werden. Ersatzaufforstungen erfolgen vor Ort.

6.5 Ökologische Aufwertung

Durch die Bepflanzung einer Uferbestockung kann im Vergleich zur heutigen Situation eine ökologische Verbesserung und eine Längsvernetzung erreicht werden. Auch die Freilegung eines bisher unterirdisch verlaufenden Gewässers trägt zur allgemeinen Aufwertung mit bei. Allerdings sind weitere ökologische Aufwertungen durch das landwirtschaftliche Interesse im Gewässerraum nur beschränkt möglich.

6.6 Gewässerraum

Die massgebende Sohlenbreite für die Ermittlung des Gewässerraums beträgt 1.6 m (Faktor 2 wegen fehlender Breitenvariabilität $\rightarrow 2 * 0.8$ m). Nach den Vorgaben des Bundes/Kantons verfügt der Gewässerraum somit über eine Breite von 12 m. Der Gewässerraum soll den Hochwasserschutz und die ökologischen Funktionen entlang eines Fließgewässers sicherstellen.

7 Überlastfall

Um die Überlast kontrolliert abzuführen, wird die neue Strasse links entlang des Grabens um mindestens 0.5 m höher als die rechte Böschungsoberkante gesetzt. Wo nötig und möglich, wird das Gelände rechtseitig tiefer gelegt, um mehr Raum zu gewinnen (Bereich QP 5 bis QP 7). Damit ein Dammbbruch vermieden werden kann, werden linksufrig Blocksteine bis an die Strassenoberkante gesetzt.

8 Bestockung / ökologischer Ausgleich

Als Uferbestockung / ökologischer Ausgleich sind folgende 2 Typen vorgesehen:

- Sträucher 100 m²
- Ruderalflächen 180 m²

9 Landbedarf / Unterhalt

Der jetzige Bachlauf sowie das zukünftige Bachgerinne befinden sich im Besitz Privater. Die Öffnung des Baches hat bei den Privaten Grundeigentümern folgenden Landbedarf zur Folge:

Tabelle 1: Landbedarf

Parzelle	[m²]
472	140
478	586
985	36
986	48
Total	810

Die Gemeinde arbeitet mit den Grundeigentümern einen Unterhaltsvertrag aus.

10 Kostenschätzung

Die Kostenschätzung für die technischen Massnahmen und die Wiederherstellungen wurden aufgrund von Erfahrungszahlen aus anderen Projekten zusammengestellt und entspricht dem Preisstand von 2008.

Tabelle 2: Kostenschätzung

Kostenschätzung			
Kosten	Menge	Kosten	
- Installation	ca. 10%	15'000	Fr.
- Erdarbeiten	1'800 m ³	70'000	Fr.
- Blocksteinmauern und Blocksteinwerke	1'500 to	120'000	Fr.
- Betonarbeiten (Brückenplatten)	28 m ²	4'000	Fr.
- Strassenoberbauarbeiten (Naturstrasse)	165 m'	32'000	Fr.
- Strassenoberbauarbeiten (Asphaltstrasse)	25 m'	7'000	Fr.
- Pflanzung	100 m ²	1'000	Fr.
- Diverses		5'235	Fr.
Zwischentotal		254'235	Fr.
- Unvorhergesehenes	10%	25'000	Fr.
- P+BL inklusiv Nebenkosten (5%)	13%	36'750	Fr.
- MwSt	7.6%	24'015	Fr.
Total Kosten		340'000	Fr.
	225 m'	1'511	Fr./m'

11 Projektorganisation und Zeitprogramm

- Die Bauherrschaft wird durch die Einwohnergemeinde Sarnen wahrgenommen
- Die Oberbauleitung erfolgt durch das Amt für Wald und Raumentwicklung, Abt. Naturgefahren.
- Die Bauleitung erfolgt durch das Ingenieurbüro belop gmbh, Stalden
- Die Ausführung des Projektes ist zum grössten Teil im Winter 2008 / 2009 vorgesehen.

12 Weiteres Vorgehen

Für das weitere Vorgehen sind die folgenden Schritte angezeigt:

- Baubewilligungsverfahren inkl. Rodungsgesuch
- Projekt- und Kreditgenehmigung an der Gemeindeversammlung?
- Ausschreibung der Baumeisterarbeiten
- Realisierung des Projekts im Winter 2008/09

Stalden, 21. Oktober 2008

belop gmbh



Beat Ettlín
dipl. Forsting. ETH



Josef Berwert-Lopes
dipl. Forsting. ETH

