

Hochwasserschutz Lauerzersee - Grundsätzliche Möglichkeiten zur Reduktion der Hochwasserrisiken



Technischer Bericht zur Studie

Schwyz, 01.05.2015

Kanton Schwyz
Amt für Wasserbau
Bahnhofstrasse 9
6431 Schwyz

HOLINGER AG

Mythencenterstrasse 15, CH-6431 Schwyz

Telefon +41 (0)41 811 12 16

schwyz@holinger.com

Version	Datum	Sachbearbeitung	Freigabe	Verteiler
1.0	13.03.2015	M. Autenrieth Th. Rellstab	R. Hollenstein	Amt für Wasserbau, Kt. Schwyz
2.0	01.05.2015	Th. Rellstab	R. Hollenstein	Amt für Wasserbau, Kt. Schwyz

P:\W2271 HWS Lauerzersee\Administration\Berichte\TB_HWS_Lauerzersee.docx

INHALTSVERZEICHNIS

ZUSAMMENFASSUNG	5
1 ANLASS UND AUFTRAG	6
1.1 Ausgangslage	6
1.2 Auftrag	6
1.3 Projektorganisation	7
1.4 Zeitlicher Ablauf	7
2 GRUNDLAGEN	8
3 PROJEKTBEGRÜNDUNG UND PROJEKTZIELE	9
3.1 Begründung des Projektes	9
3.2 Projektziele	9
3.3 Schutzziele – Angestrebter Schutzgrad	10
3.4 Vorgehen	11
4 AUSGANGSSITUATION	13
4.1 Systemgrenzen und Perimeter	13
4.2 Geschichte des Hochwasserschutzes am Lauerzersees	13
4.3 Geomorphologie und Geschiebehaushalt	14
4.4 Hydrologische Verhältnisse	15
4.4.1 Hydrologie	15
4.5 Natur und Landschaft	16
4.6 Grundwasser	17
4.7 Risikobeurteilung	18
4.7.1 Gefahrenbeurteilung und Schutzdefizit	18
4.7.2 Schadenpotenzial	20
5 MASSNAHMENPLANUNG	21
5.1 Vorgehen	21
5.2 Massnahmenpool	21
5.3 Massnahmenvarianten	22
5.3.1 Randbedingungen	22
5.3.2 V0 Nullvariante	23
5.3.3 V1 Umleitung der Steiner Aa	23

5.3.4	V2 Ausbau der Seewern	23
5.3.5	V3 Ableitung Lauerzersee in Zugersee (Stollen)	23
5.3.6	V4 Stollen in Vierwaldstättersee (Variante "Bierkeller")	23
5.3.7	V5 Stollen Urmiberg	23
5.3.8	V6 Bypass Seewern unter Seewernstrasse	24
5.3.9	V7 Objektschutz	24
5.3.10	V8 Rückhalt im Einzugsgebiet der Steiner Aa	24
5.3.11	V9 Pumpe und Druckleitung unter Seewern	24
5.4	Bewertung der Massnahmenvarianten	25
5.4.1	Minimalanforderungen und Machbarkeit	25
5.4.2	Grundsätzliche Überlegungen	26
5.4.3	Aufbau der Bewertungsmatrix	26
5.4.4	Bestimmung des Nutzen/Kosten-Verhältnisses	27
5.4.5	Beurteilung der durchgeführten Bewertung	28
5.5	Bestvariante	28
5.5.1	Beurteilung	28
5.5.2	Gesamtbewertung	29
6	PARTIZIPATION	30
7	EMPFEHLUNG UND WEITERES VORGEHEN	31

ANHANG

- Anhang 1 Massnahmenvarianten (Datenblätter)
- Anhang 2 Bewertungsmatrix und Bewertung
- Anhang 3 Nutzen-Kosten-Verhältnis

ZUSAMMENFASSUNG

Die Hochwasserereignisse am Lauerzersee haben in den vergangenen Jahren wiederholt zu massiven Schäden geführt. Das Umweltdepartement des Kantons Schwyz hat der HOLINGER AG in Schwyz dazu den Auftrag erteilt, mögliche Massnahmenvarianten aufzuzeigen, auf einer vergleichbaren Stufe auszuarbeiten und nach verschiedenen Kriterien zu bewerten.

Um eine breite Abstützung des Projekts in der Politik, den Verbänden und der Bevölkerung sicher zu stellen, wurde eine Begleitgruppe, bestehend aus den betroffenen Gemeinden, Wuhrkorporationen, Interessenvertretern und Amtsstellen gebildet, mit dem Ziel, eine gemeinsam getragene Vorgehensweise zu finden.

Um eine umfassende Auslegeordnung aller in Frage kommender Möglichkeiten zu erreichen, wurde der Massnahmenfächer weit geöffnet und es wurden alle Lösungsansätze aus der Begleitgruppe für die weitere Ausarbeitung aufgenommen.

Die in der Begleitgruppe diskutierten Massnahmen und Randbedingungen wurden anschliessend von Fachleuten beurteilt und auf eine vergleichbare Basis ausgearbeitet. Die Resultate wurden der Begleitgruppe am 02.10.2014 präsentiert. Nebst den Massnahmenvarianten wurden zudem auch Bewertungskriterien zur Evaluation der Bestvariante vorgeschlagen und diskutiert. Die 10 Massnahmenvorschläge reichen vom Objektschutz über Retention im Einzugsgebiet oder der Umleitung von Zuflüssen bis hin zum Ausbau der Seewern oder zusätzlichen Entlastungstollen in die Seewern, den Zuger- oder den Vierwaldstättersee.

Im nächsten Schritt wurden die verschiedenen Massnahmenvarianten von der Begleitgruppe bewertet. Dabei galt es die Aspekte Hochwassersicherheit, Natur und Landschaft, Sozio-Ökonomie und Nutzen/Kosten-Verhältnis zu berücksichtigen. Das Ziel war eine einheitliche und nachvollziehbare Bewertung der Varianten sowie die Evaluation möglicher Bestvarianten, welche in einer nächsten Phase detaillierter untersucht werden können.

Die Gesamtbewertung zeigt, dass die Varianten Objektschutz, Stollen Urmiberg und der Ausbau der Seewern weiter zu verfolgen sind.

Als nächsten Schritt für die Lösung zur Reduktion der Hochwasserrisiken am Lauerzersee wird eine Machbarkeitsstudie mit einer detaillierteren Beurteilung der technischen Machbarkeit und der Kosten empfohlen.

1 ANLASS UND AUFTRAG

1.1 Ausgangslage

Entlang des unregulierten Lauerzersees sowie entlang der Seewern in Seewen besteht ein Hochwasserschutzdefizit. Dies zeigte beispielsweise das Hochwasser von 2005 deutlich, als am 23. August 2005 der maximale Seestand von 449.65 m ü.M. registriert wurde. Als Folge traten Sachschäden in Millionenhöhe sowie Nutzungseinschränkungen bei Verkehrswegen und Gewerbe ein.

Gleichzeitig ist das Ufer des Lauerzersees ein ökologisch sensibles Gebiet (Flachmoore nationaler Bedeutung sowie BLN-Gebiete etc.), welches erhöhte Anforderungen für einen zukünftigen Hochwasserschutz fordert.

Zur Wiederherstellung der Hochwassersicherheit stehen verschiedene Massnahmenkonzepte zur Diskussion, wobei die Regulierung des Sees im Zusammenhang mit einem Kurzstollen in der Studie „Vertiefungsphase Entwicklungsachse Urmiberg“ [1] als die kostengünstigste Variante favorisiert wurde.

Im Juni 2013 wurde ein Verpflichtungskredit für die Vertiefung der bisherigen Resultate vom Kantonsrat zurückgestellt. Obwohl der Kantons- und Regierungsrat davon überzeugt sind, dass der Hochwasserschutz am Lauerzersee verbessert werden muss, fehlt den Entscheidungsträgern eine Übersicht über Fakten und Entscheidungsgrundlagen zu machbaren und tragfähigen Massnahmenkonzepten.

Es sollen daher im Rahmen einer weiteren Studie alle bisher erarbeiteten Grundlagen im Sinne einer Auslegeordnung gesichtet und zusammengetragen werden. Alle grundsätzlich möglichen Varianten zur Reduktion der Hochwasserrisiken am Lauerzersee und der Seewern sind darzustellen, zu beschreiben und die Kosten abzuschätzen. Aus einem Variantenvergleich sind Empfehlungen für das weitere Vorgehen abzuleiten.

Die Studie soll alle Möglichkeiten zur Verbesserung der Situation am Lauerzersee mit Vor- und Nachteilen aufzeigen und sie technisch und wirtschaftlich harmonisieren, so dass dem Regierungsrat homogene und konsistente Entscheidungsgrundlagen für ein akzeptierbares und kommunizierbares Ergebnis zur Verfügung stehen.

1.2 Auftrag

Mit der Studie sollen die grundsätzlichen Möglichkeiten zur Reduktion der Hochwasserrisiken um den Lauerzersee beschrieben und aufgezeigt werden. Die Vor- und Nachteile der verschiedenen Lösungen sind im Bericht darzustellen und die voraussichtlichen Kosten abzuschätzen.

Auf der Grundlage eines Variantenvergleichs sollen Empfehlungen für das weitere Vorgehen erarbeitet werden. Die Arbeiten sind breit abzustützen und durch eine Arbeitsgruppe zu begleiten. Die Information der Bevölkerung ist von grosser Bedeutung.

Nicht Bestandteil des Auftrags ist die Frage einer Umfahrung von Unterseewen mit einem Tunnel durch den Urmiberg. Hingegen sind die hydraulischen Möglichkeiten und Grenzen einer Kombilösung Umfahrungstunnel/Hochwasserentlastung [16] aufzuzeigen.

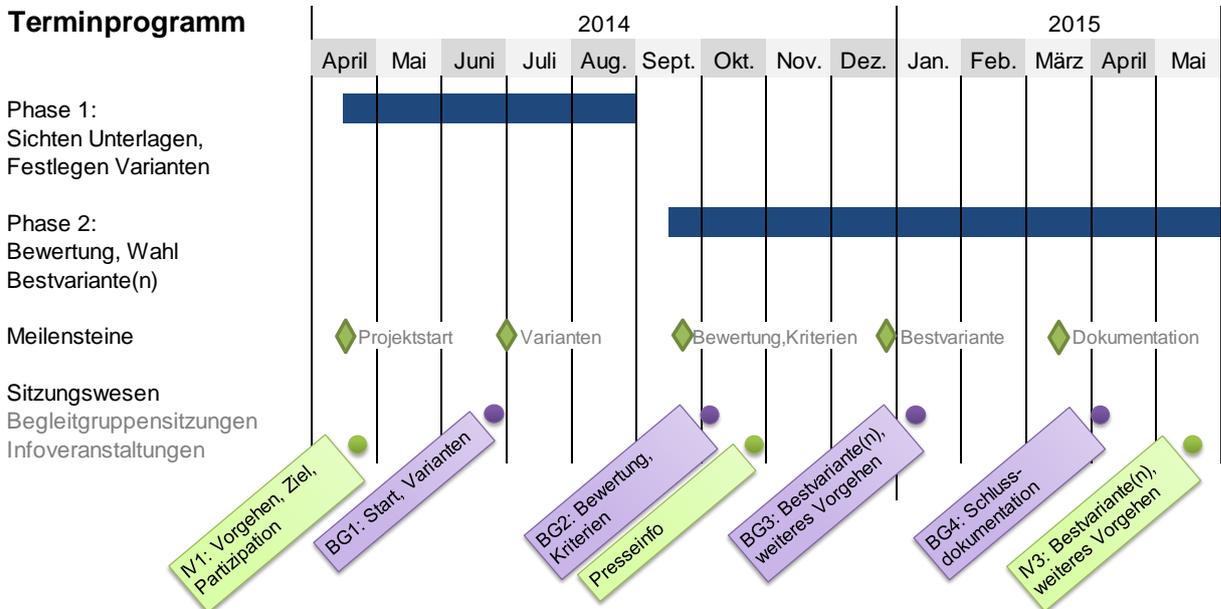
1.3 Projektorganisation

Die **Projektleitung** lag beim Amt für Wasserbau (Umweltdepartement Kt. Schwyz), Alois Rey. Zudem wurde eine **Begleitgruppe** bestehend aus den betroffenen Gemeinden, Wuhrkorporationen, Interessenvertretern und Amtsstellen gebildet. Die Begleitgruppe hatte an vier Begleitgruppen-Sitzungen die Möglichkeit, ihre Anliegen und Meinungen einzubringen.

Die **Projektbearbeitung** erfolgte durch die HOLINGER AG. Das Ingenieurbüro Beffa Tognacca GmbH erhielt zudem ein **Begleitmandat** für die Simulation von Reguliervarianten, die Nachführung der Hochwasserstatistik sowie weitere hydraulische oder hydrologische Fragestellungen.

1.4 Zeitlicher Ablauf

Das Nachfolgende Terminprogramm zeigt den zeitlichen Ablauf der verschiedenen Projektphasen, Begleitgruppensitzungen und Meilensteine. Der Projektstart erfolgte Mitte April 2014. Die Bevölkerung wurde anlässlich einer öffentlichen Informationsveranstaltung am 23.04.2014 in Lauerz und mittels Medienmitteilungen über das Projekt orientiert. Eine weitere Informationsveranstaltung ist im April 2015 geplant.



2 GRUNDLAGEN

- [1] Vertiefungsphase 2010 Entwicklungsachse Urmiberg, Teil Hochwasserschutz, beffa tognacca gmbh, 18.12.2010
- [2] Notfallplanung bei Naturereignissen, Schlussbericht zu den Interventionskarten , Amt für Wald und Naturgefahren, 15.12.2011
- [3] Fotodokumentation Hochwasserereignisse am Lauerzersee, unbekannt, 1935
- [4] Die Abflussverhältnisse am Lauerzersee, Baudepartement des Kt. Schwyz, 01.03.1975
- [5] Regulierung Lauerzersee (Wehrreglement), ökologische Randbedingungen, ARGE AquaPlus - Beffa - bpp AG, 08.11.2002
- [6] Gutachten über die hydrologische-hydraulischen Verhältnisse am Lauerzersee, inkl. Schadenseinwirkungen als Folge von Veränderungen des Gewässerregimes, ETH Institut für Kulturtechnik, 01.01.1986
- [7] Frequenzanalyse der Hochwasserstände des Lauerzersees, Beffa Hydrodynamik, 01.12.2000
- [8] Frequenzanalyse der Hochwasserstände des Lauerzersees, Beffa Hydrodynamik, 16.09.2014
- [9] Seewern-Korrektion entlang N4, Bauprojekt Anschluss Seewen (1. Etappe, Aufhebung des SBB-Niveau-Überganges), Strasseninspektorat des Kt. Schwyz, 13.02.1963
- [10] Neuvermessung des Lauerzerseebeckens, Veränderungen des Seegrundes von 1892 bis 1989, VAW ETH, Sonderdruck aus "wasser, energie, luft", 1990
- [11] Vermessung des Lauerzersees, Schlussbericht, Ing. Büro Pfeiffer et al., 01.03.1989
- [12] RRB 181/2003 Überschwemmung Lauerzersee, Zeitungsberichte 2003 zum Verzicht einer Seeregulierung, Lauerzersee Messprogramm Wasserqualität, diverse, 2003
- [13] Bundesinventarobjekte im Gebiet des Lauerzersees, Kt. Schwyz, 31.08.2000
- [14] Vertiefungsphase 2010 Entwicklungsachse Urmiberg, Teil Landschaft, Spaargaren + Partner AG, 08.02.2011
- [15] Vertiefungsphase 2010 Entwicklungsachse Urmiberg, Perspektiven für die Entwicklungsachse Urmiberg mit den Schlüsselräumen Seewen-Schwyz und Brunnen Nord, Kt. Schwyz, 24.11.2010
- [16] Projektidee: Strasse und Wasser in den Urmiberg, Projektstudie, bsp Ingenieure AG, 01.04.2006
- [17] Lebensraum Lauerzersee, Teilprojekt Landwirtschaft zur Sanierung des Lauerzersees, Teilaufgabe 1: Zusammenstellung der Grundlagen und Erkenntnisse, Ernst Basler + Partner, 03.02.2005
- [18] Lauerzersee - Analyse Hochwasser 2005, beffa tognacca gmbh, 01.11.2005
- [19] Geodaten des Kantons Schwyz, Stand Juni 2014

3 PROJEKTBEGRÜNDUNG UND PROJEKTZIELE

3.1 Begründung des Projektes

Die Hochwasserereignisse am Lauerzersee haben in den vergangenen Jahren wiederholt zu massiven Schäden geführt. Die Hochwasserproblematik am Lauerzersee wird folglich immer wieder und teilweise kontrovers diskutiert.

Nachdem im Kantonsrat an der Sitzung vom 27. Juni 2013 das nötige Quorum für den Verpflichtungskredit eines Bauprojekts trotz Mehrheit nicht erreicht wurde, wurden zwei Postulate mit der erneuten Forderung zur Lösung der Hochwasserschutzproblematik am Lauerzersee eingereicht.

Es ist eine umfassende Entscheidungsgrundlage auszuarbeiten, die aufzeigt, welche Massnahmen konkret einzuleiten sind, damit am Lauerzersee ein ausreichender und angemessener Hochwasserschutz gewährleistet werden kann und welche Kosten und Auswirkungen die verschiedenen Massnahmenvarianten haben. Dazu ist unter Federführung des Umweltdepartements des Kantons Schwyz eine Projektgruppe mit Fachleuten und den relevanten Interessensgruppen zu schaffen.

Das Amt für Wasserbau hat daher die Erarbeitung eines Integralen Hochwasserschutzkonzepts für den Lauerzersee in Auftrag gegeben. In diesem soll der Massnahmenfächer nochmals geöffnet werden, um die optimalen Lösungsmöglichkeiten für den Hochwasserschutz aus ökologischer, sozio-ökonomischer und wirtschaftlicher Sicht zu finden.

3.2 Projektziele

Das grundsätzliche Ziel jeder Massnahme ist die Reduktion extremer Hochwasserpegel und -schäden unter Beibehaltung eines natürlichen Pegelregimes und ohne Beeinträchtigung der Ökosystemfunktionen des Lauerzersees (z.B. Moorlandschaften, Laichgebiete).

Es wurden gemeinsam mit der Projektbegleitung folgende übergeordneten Projektziele für die Aspekte Hochwasserschutz sowie Natur und Landschaft definiert:

Ziele Hochwasserschutz

- Einhaltung der Schutzziele nach kantonalen Vorgaben
- Keine Verlagerung der HW-Problematik auf Dritte (insbesondere Seewern, Muota, Vierwaldstättersee, Biber, Rigiaa, Zugersee)
- Massnahmenziel: 448.40 m ü. M. (= HW5 resp. Kote Seestrasse)

Ziele Natur und Landschaft

- Einhaltung Gewässerschutzgesetz (GSchG), Natur- und Heimatschutzgesetz (NHG) und Moorschutzgesetzgebung
- Keine Interventionen unter 448.20 m ü. M. (gemäss [5] ist unterhalb einer Kote 477.90 m ü. M. die Umweltverträglichkeit nicht mehr gegeben, bei einer Kote 448.20 m ü. M. ist die Umweltverträglichkeit u.U. möglich, jedoch noch zu prüfen)

- Mittlerer See-Pegel 447.11 m ü. M. (2000) darf nicht verändert werden (Grundwasserabsenkung und Setzungen)
- Beibehaltung eines „natürlichen“ Abflussregimes und Pegelschwankungen (keine Beeinträchtigung der Ökosysteme)

3.3 Schutzziele – Angestrebter Schutzgrad

Hochwasserschutz

Die Hochwasserschutzziele orientieren sich grundsätzlich an der Schutzzielmatrix des Kantons Schwyz (vgl. Abbildung 1). Diese dient als Basis für die Projektziele, wobei jedoch kein Anspruch für den entsprechenden Schutz daraus abgeleitet werden kann.

Objektkategorien bei Punkt- und Flächennutzungen	Wiederkehrperiode eines nennenswerten Naturgefahrenereignisses (in Jahren)		
	< 30	30-100	100-300
1.1 Sonderobjekte	Schutzziel fallweise festlegen		
1.2 Geschlossene Siedlungen			
Gewerbe- und Industriegebiete			
Bauzonen			
Freizeit- und Sportanlagen (grosse Menschenansammlungen)			
Stationen von Beförderungsmitteln			
Campingplätze			
2.1 Mehrere Einzelgebäude, Weiler			
Freizeit- und Sportanlagen			
2.2 Einzelgebäude permanent/zeitweise bewohnt			
Ställe, Scheunen			
Unbewohnte Gebäude (Sachwert > ca. Fr. 100'000)			
3.1 Unbewohnte Gebäude (Sachwert < ca. Fr. 100'000)			
Schuppen, Schöpfe, Remisen			
Intensive Landwirtschaft			
3.2 Wander- und Fusswege (gelb)			
Flurwege			
Alpweiden mit grossen Viehbeständen			
Extensive Landwirtschaft			
3.3 Berg- und Wanderwege (rot-weiss, blau-weiss)			
Standortgebundene Bauten (Objektschutz erforderlich)			
Naturlandschaften			
Alpweiden			

keine Einwirkung schwach mittel stark

Abbildung 1: Schutzzielmatrix des Kantons Schwyz

Für die im vorliegenden Fall schadenpotentialrelevante Objektkategorie 1.2 (geschlossene Siedlung) sind für das seltene Ereignis (Wiederkehrperiode 30 – 100 Jahre) und das sehr seltene Ereignis (Wiederkehrperiode 100 – 300 Jahre) schwache Einwirkungen (d.h. geringe Intensitäten) zugelassen.

Natur und Landschaft

Rund um den Lauerzersee befinden sich verschiedene Flachmoore von nationaler Bedeutung sowie BLN-Gebiete und verschiedene weitere Naturschutzgebiete (s. Kapitel 4.5). Gemäss Art. 4 der Verordnung über den Schutz der Flachmoore von nationaler Bedeutung (SR 451.33) sind diese Objekte ungeschmälert zu erhalten. Gemäss Art. 5 haben die Kantone dafür zu sorgen, dass der Gebietswasserhaushalt erhalten bleibt.

Die daraus abzuleitenden Ziele sind mit den aktuellen Informationen nur bedingt quantifizier- und definierbar (s. Kapitel 3.2). Zentral dabei ist, dass für die Beurteilung der Umweltverträglichkeit möglicher Hochwasserschutzmassnahmen, eine dezidierte Umweltverträglichkeitsprüfung erforderlich ist.

3.4 Vorgehen

Das Vorgehen ist in zwei Phasen gegliedert. In der ersten Phase wurden sämtliche vorhandene Grundlagen zusammengestellt und beurteilt. Dabei wurden auch allfällige Informationslücken identifiziert. Anschliessend wurden die zu untersuchenden Massnahmenvarianten auf einer vergleichbaren Stufe inkl. Grobkostenschätzung ausgearbeitet, sodass in der zweiten Phase deren Vergleichbarkeit gewährleistet war.

In der zweiten Phase wurden nachvollziehbare und vergleichbare Bewertungskriterien erarbeitet. Die verschiedenen Massnahmenvarianten wurden schliesslich anhand dieser Kriterien bewertet und die Bestvarianten eruiert.

Bei der gesamten Projektbearbeitung war die aktive Partizipation verschiedener Akteure ein wichtiges Kriterium. Der Miteinbezug wurde sichergestellt durch die Information der Öffentlichkeit (Infoveranstaltungen, Medienmitteilung) sowie die Bildung einer Begleitgruppe, in welcher verschiedene Interessenvertreter/-innen ihre Anliegen und Randbedingungen anbringen und die Massnahmenvarianten kritisch diskutieren konnten.

Das Vorgehen lässt sich wie folgt zusammenfassen:

Partizipation (übergeordnet)

- Festlegen der relevanten Akteure
- Definition der Begleitgruppenteilnehmer
- Information der Bevölkerung
- Enge Zusammenarbeit mit allen Akteuren

Phase 1: Grundlagen

- Zusammenstellung und Beurteilung der vorhandenen Grundlagen (Risiken, Hydrologie, Hydraulik, Schadenpotenzial, Naturschutz, Geologie, Siedlungsentwicklung etc.), Identifikation von Informationslücken
- Aufzeigen von Varianten zur Reduktion des Hochwasser-Risikos (Festlegen, Beschreiben und Darstellung der zu vergleichenden Varianten)
- Harmonisierung und Zusammenstellung der zu vergleichenden Varianten nach klaren, einheitlichen Kriterien

Phase 2: Beurteilung Varianten

- Einheitliche Bewertung mit nachvollziehbaren Kriterien
- Sensitivitätsanalyse (Stresstest)
- Synthese der Ergebnisse
- Auswahl der Bestvarianten durch die Begleitgruppe
- Empfehlung für das weitere Vorgehen

4 AUSGANGSSITUATION

4.1 Systemgrenzen und Perimeter

Der Projektperimeter umfasst die durch Hochwasser gefährdeten Gebiete entlang des Lauerzersees und der Seewern bis zur Einmündung des Nietenbachs (Abbildung 2).

Für diese Gebiete sind Schutzmassnahmen für eine Gefährdungsreduktion auszuarbeiten.

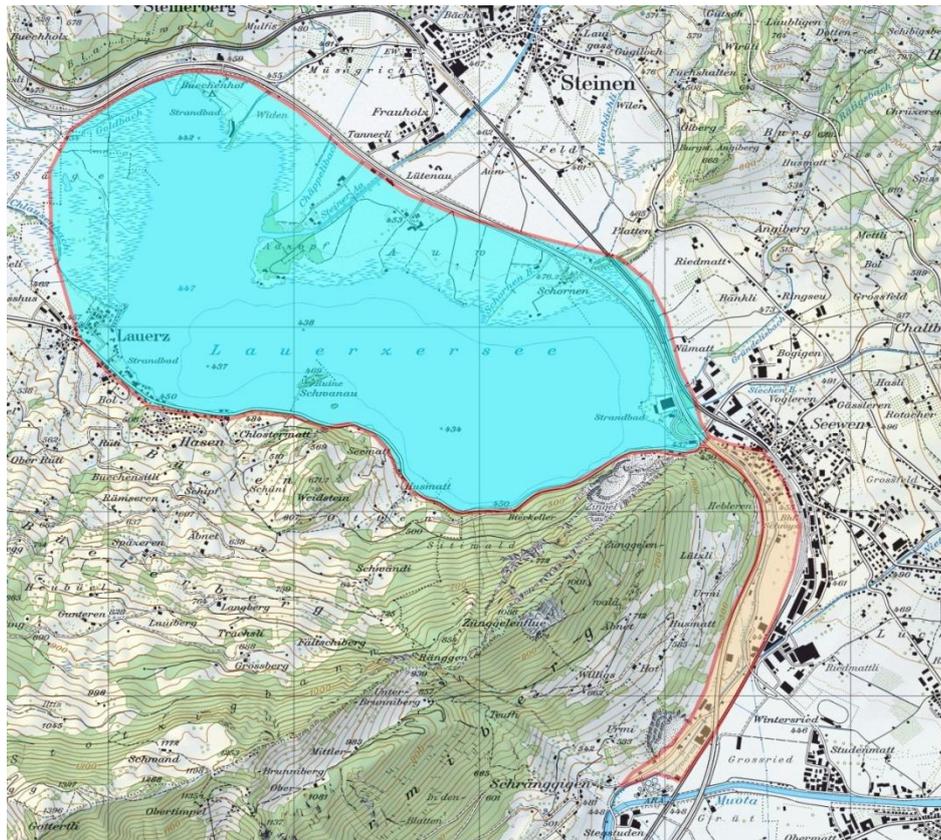


Abbildung 2: Projektperimeter (rot umrandet)

Die Betrachtung erfolgt jedoch übergeordnet für das gesamte Einzugsgebiet des Lauerzersees sowie für durch die Massnahmen betroffene Unterlieger (z.B. Muota, Vierwaldstättersee oder Zugersee).

4.2 Geschichte des Hochwasserschutzes am Lauerzersees

Hochwasserstände am Lauerzersee sind nicht neu. Die Chronik zeigt, dass bereits im Jahre 1806 finanzielle Mittel aus dem sogenannten „Liebesgaben-Fonds“ für die Offenhaltung der Zu- und des Abflusses des Lauerzersees verwendet wurden [6]. Um 1885 erfolgte eine Petition der Seeanstösser bezüglich der Verbesserung des Seeabflusses und der Beginn der Seewernkorrektur [6].

Die höchsten, seit 1914 registrierten Hochwasser ereigneten sich **1935** (Seestand

449.00 m ü. M.), **1999** (Seestand 449.15 m ü. M.), **2005** (Seestand 449.65 m ü. M.) und **2013** (Seestand 449.02 m ü. M.). Speziell die Ereignisse von 1999 und 2005 richteten an Gebäuden und Infrastrukturanlagen Schäden in Millionenhöhe an.

Die Hochwasserstände des Jahres **1935** waren Anlass für eine Untersuchung von Ingenieur Zündt (1942). Das Baudepartement untersuchte im Jahre 1975 die Abflussverhältnisse des Lauerzersees [4]. Anlass dazu waren Anfragen von Haus- und Grundeigentümern am See. Schlussendlich erstellte das Institut für Kulturtechnik der ETH Zürich im Auftrag der IG Lauerzersee 1986 ein Gutachten über die hydrologisch-hydraulischen Verhältnisse [6].

Nach den schweren Überschwemmungen von **1999** und **2005** wurde die bereits früher geäußerte Forderung der betroffenen Seeanstösser (Gemeinden, Private) nach einer Regulierung des Lauerzersees wieder lauter. Die von den Hochwassern am stärksten betroffenen Gebiete in der Gemeinde Lauerz (Niedermatt und Seestrasse) und in der Gemeinde Schwyz (Unterseewen) sollten durch gezielte Massnahmen besser vor den Folgen zukünftiger Hochwasser geschützt werden.

Im Rahmen der kantonalen Planung „Entwicklungssachse Urmiberg“ wurde der Hochwasserschutz am Lauerzersee nochmals als Schwerpunktthema aufgenommen. Im Zuge dieser Arbeiten wurden verschiedene Lösungsmöglichkeiten diskutiert (z.B. in [1]). In den Empfehlungen der Begleitgruppe zu Händen des Steuerungsausschusses vom 25. November 2010 werden die untersuchten Varianten kurz umschrieben und hinsichtlich ihrer technischen und wirtschaftlichen Machbarkeit beurteilt. Die Begleitgruppe empfahl, die beiden Varianten „Objektschutz“ und „Kurzstollen Seewern mit Regulierung“ ergebnisoffen weiter zu verfolgen.

Der mit RRB Nr. 347/2013 beantragte Verpflichtungskredit für die Vertiefung der bisherigen Resultate im Zusammenhang mit einer möglichen Regulierung des Lauerzersees mittels Kurzstollen durch den Urmiberg, wurde vom Kantonsrat verworfen. Mit den beiden Postulaten P 9/13 „Regulierung Lauerzersee – Saubere Entscheidungsgrundlagen statt fahrlässiger Stillstand“ und P 15/13 „Lauerzersee: Zurück zur Sachlichkeit“ forderten verschiedene Mitglieder des Kantonsrats die Wiederaufnahme der Arbeiten für eine Regulierung des Lauerzersees und die Verbesserung der Hochwassersicherheit. Die Beantwortung der Postulate durch den Regierungsrat erfolgte mit RRB Nr. 934/2013. Der Kantonsrat erklärte die beiden Postulate als erheblich und löste die vorliegende Studie „Hochwasserschutz Lauerzersee - Grundsätzliche Möglichkeiten zur Reduktion der Hochwasserrisiken“ aus.

4.3 Geomorphologie und Geschiebehaushalt

Die geomorphologischen Verhältnisse am Lauerzersee wurden im Rahmen der Neuvermessung des Lauerzerseebeckens [10] im Detail untersucht. Im Zentrum standen dabei die Veränderungen des Seegrundes zwischen 1892 bis 1989, da Bedenken wegen der angeblich raschen Verlandung und Verschlammung des Beckens und insbesondere des Steineraa-Deltas geäußert wurden. Das flache Seebecken des Lauerzersees (maximale Tiefe von nur 13 m) weist gemäss dem Bericht grundsätzlich keine überdurchschnittlichen Werte bezüglich Feststofftransport auf.

Der mittlere Feststoffeintrag im Deltabereich der Steineräa betrug von 1892 bis 1989 rund 4900 m³/Jahr. Dies entspricht (unter Berücksichtigung der gebaggerten Kiesmengen von ca. 1000 m³/Jahr) einem Abtrag im Einzugsgebiet der Steineräa von rund 0.2 mm/Jahr, was somit leicht unter dem gesamtschweizerischen Durchschnitt von 0.25 mm/Jahr liegt.

4.4 Hydrologische Verhältnisse

4.4.1 Hydrologie

Das Einzugsgebiet des Lauerzersees umfasst eine Fläche von rund 72 km² und wird begrenzt durch das Rigimassiv, das Rossbergmassiv und das Gebiet zwischen Morgartenberg, Nüsellstock und Hochstuckli. Die Fläche des Lauerzersees beträgt 3.1 km², was rund 4.3% des Einzugsgebiets ausmacht.

Grösster Zufluss des Lauerzersees ist die Steineräa mit einem Einzugsgebiet von rund 27 km² und einem Spitzenabfluss von 130 m³/s (Eintretenswahrscheinlichkeit von 100 – 300 Jahre). Weitere grössere Zuflüsse sind der Chlausenbach bei Lauerz (5.9 km², 44 m³/s), der Widenbach bei Steinen (3.4 km², 33 m³/s), der Käppelibach bei Steinen (1.6 km², 18 m³/s), der Schornenbach bei Steinen (2.8 km², 31 m³/s), der Gründelisbach bei Schwyz (2.8 km², 40 m³/s) und der Siechenbach bei Schwyz (3.2 km², 40 m³/s).

Am östlichen Ende des Lauerzersees ist mit der Seewern der einzige Seeabfluss mit einer Gerinnekapazität von ca. 20 bis 25 m³/s (bei Vollenfüllung). Bestimmt wird der Abfluss durch die Gerinnegeometrie und die Felsrippe unmittelbar bei der Brücke der Urmibergstrasse. Ein Einfluss der Muota (Rückstau) auf den Seeabfluss in der Seewern kann aber ausgeschlossen werden [18].

Das Eidgenössische Amt für Wasserwirtschaft (heute Bundesamt für Umwelt BAFU, Abteilung Hydrologie) betrieb zwischen 1914 und 1936 einen Messpegel an der Seewern bei der Brücke der alten Kantonsstrasse, rund 200 m nach dem Seeauslauf. Da sich der Pegel in der Senkkurve der Seewern befand, stimmten die am Pegel gemessenen Wasserstände nicht mit denjenigen des Sees überein. Der Bericht des Baudepartements aus dem Jahr 1975 [4] enthält eine Umrechnungstabelle für die Beziehung zwischen der Pegelstelle in der Seewern und derjenigen am Lauerzersee bei Lauerz. Seit dem Jahr 1984 besteht am Lauerzersee in der Chlostermatt bei Lauerz eine Limnigraphenstation des BAFU. Die Pegelmessungen werden durch das BAFU ausgewertet und in den hydrologischen Jahrbüchern publiziert.

Die Frequenzanalysen der Hochwasserstände am Lauerzersee [7] und [18] wurden mit den aktuellsten Messungen für den Zeitraum 2005-2014 erweitert [8]. Somit wird auch das Hochwasserereignis von 2013 erfasst und ausgewertet. Die massgebenden Hochwasserszenarien ergeben sich daraus wie folgt:

- **HQ30 = 449.15 m ü. M.**
- **HQ100 = 449.60 m ü. M.**
- **HQ300 = 450.00 m ü. M.**

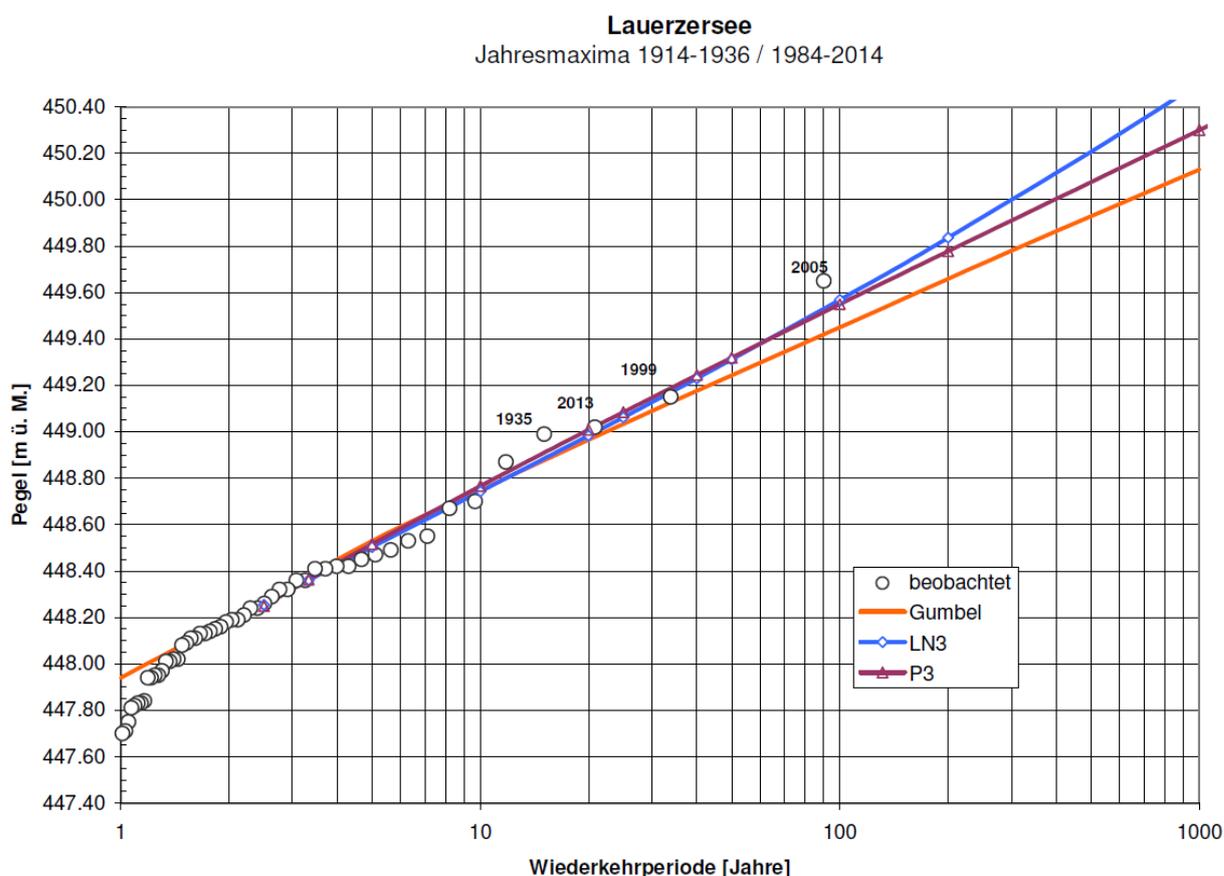


Abbildung 3: Frequenzanalyse der Pegel am Lauerzersee, beffa tognacca gmbh [8]

4.5 Natur und Landschaft

Rund um den Lauerzersee befinden sich verschiedene Flachmoore von nationaler Bedeutung (vgl. Abbildung 4). Dies sind die Objekte „Schornen“ (Nr. 3020), „Auw“ (Nr. 3021), „Widen“ (Nr. 3023) und „Sägel“ (Nr. 3024). Im Weiteren befinden sich BLN-Gebiete (Objekte Nrn. 1604 und 1606), die Moorlandschaft Nr. 235, Amphibienlaichgebiete (Objekte Nrn. SZ 68 und SZ 138) sowie das kantonale Naturschutzgebiet „Lauerzersee-Sägel-Schutt“ im Uferbereich des Lauerzersees.

Im Rahmen der Untersuchung zur Machbarkeit und Grenzen einer Regulierung des Lauerzersees [5] wurde die möglichen Auswirkungen einer Regulierung aus ökologischer Sicht beurteilt. Demnach ist die Relevanz der Seepegelschwankungen für die Hydrologie dieser Feuchtgebiete nicht vollständig geklärt und bedarf weiterer Untersuchungen (z.B. im Rahmen einer Umweltverträglichkeitsprüfung). Dabei ist insbesondere zu untersuchen, ob die infolge der Regulierung weniger häufig überfluteten Gebiete primär durch den See oder landseitiges Grundwasser bewässert werden.

Eine Vorabsenkung kommt aufgrund des heutigen Wissensstandes nicht in Frage, wobei die natürlichen Schwankungen weitgehend zugelassen werden müssen.



Abbildung 4: Inventar der Naturschutzgebiete rund um den Lauerzersee (Quelle: webmap.sz.ch, 25.06.2014)

4.6 Grundwasser

Um den Lauerzersee gibt es diverse Grundwasservorkommen (vgl. Abbildung 5). Dabei ist insbesondere der gespannte Aquifer im Gebiet Niedermatt (Lauerz) zu erwähnen. In diesem Quartier ist es in Vergangenheit zu teilweise massiven Setzungen gekommen. Eine Absenkung des mittleren Seepiegels ist folglich zwingend zu verhindern und stellt somit eine Randbedingung für allfällige Reguliervorschriften dar.

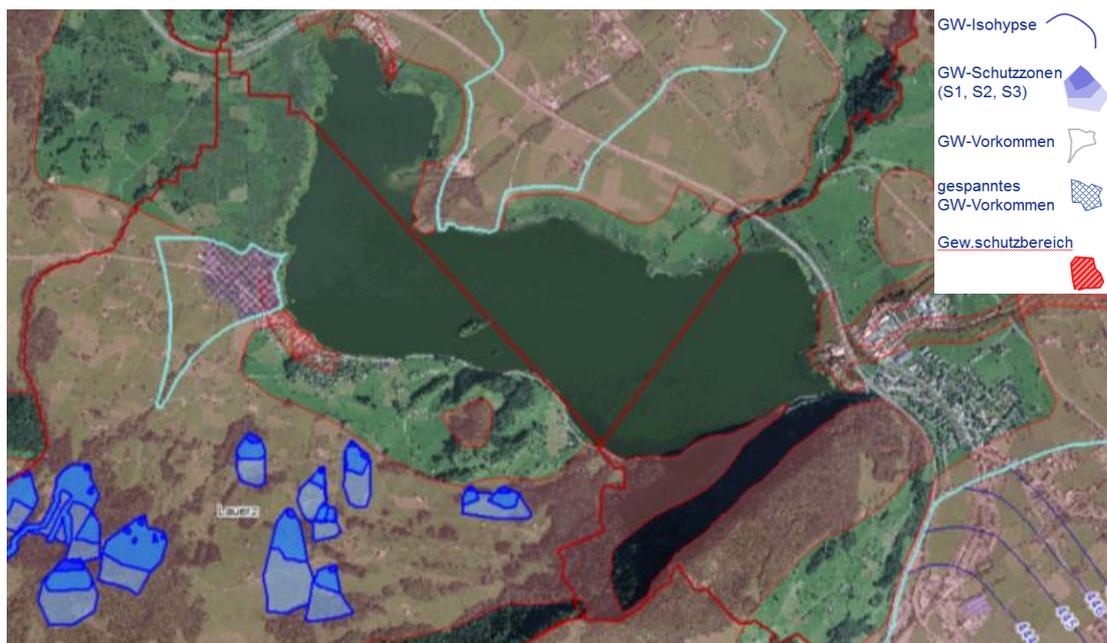


Abbildung 5: Grundwasserschutzkarte des Lauerzersees (Quelle: webmap.sz.ch, 25.06.2014)

4.7 Risikobeurteilung

4.7.1 Gefahrenbeurteilung und Schutzdefizit

Rund um den **Lauerzersee** besteht eine Hochwassergefährdung. Entlang des Ufers sind die entsprechenden Gefahrenbereiche in der Gefahrenkarte ausgeschieden (Abbildung 6). Vielerorts handelt es sich um mittlere (blau) oder erhebliche (rote) Gefahrenbereiche.

Die für das Szenario HQ30 dargestellte Wassertiefenkarte aus der Gefahrenkartierung zeigt grossflächige Ausuferungen um den ganzen See (Abbildung 7). Bekanntlich wird bereits ab einem HQ5 die Schadenkote von 448.40 m ü. M. (= Kote Seestrasse) überschritten, sodass grundsätzlich relativ häufig mit Ausuferungen zu rechnen ist.

Von den Ausuferungen betroffen sind im Wesentlichen die ufernahen Zeltplätze am See, die Seestrasse zwischen Lauerz und Seewen und die Nationalstrasse sowie die Gebäude im Gebiet Niedermatt in Lauerz und im Bereich des Seeausflusses. Für diese Objekte liegt auch ein entsprechendes Schutzdefizit vor. Ebenso werden grosse Flächen der Naturschutzgebiete überflutet.

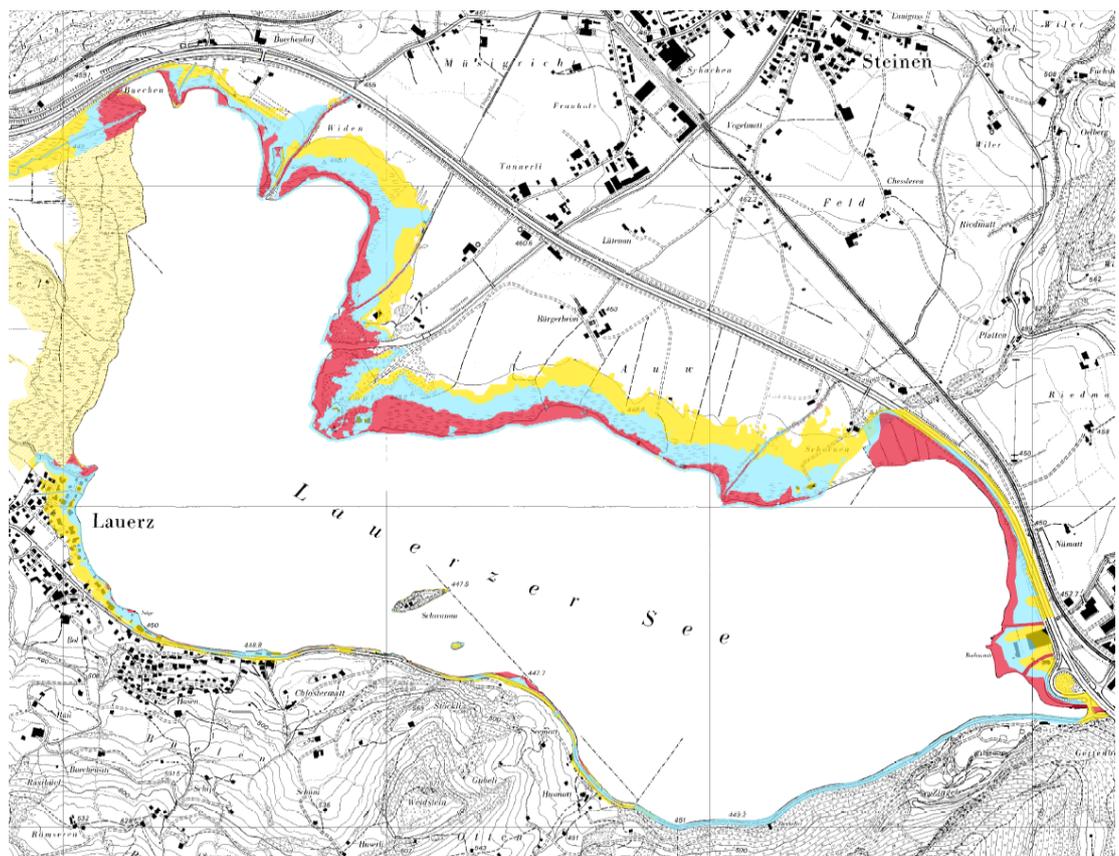


Abbildung 6: Gefahrenkarte Seehochwasser Lauerzersee (Quelle: [19])

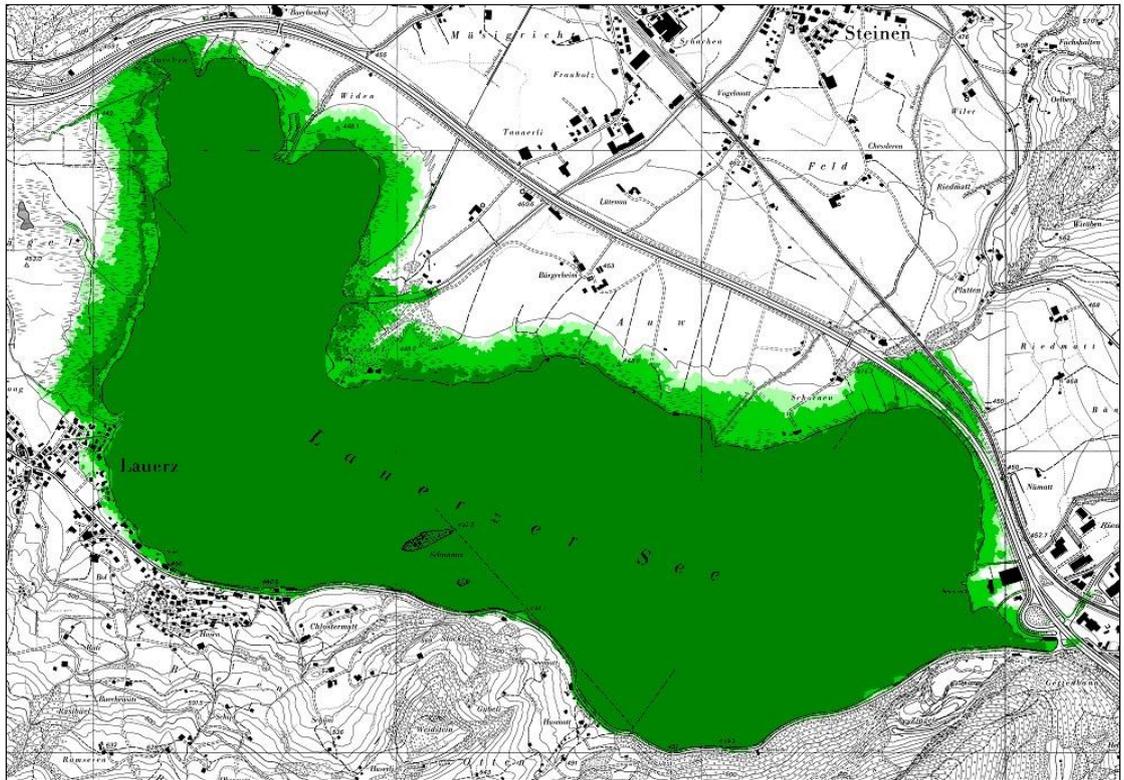


Abbildung 7: Wassertiefenkarte HQ30

An der **Seewern** in Seewen ist ab einem HQ30 mit ersten Ausuferungen im Gebiet Wintersried oberhalb der Kläranlage zu rechnen. Ab einem HQ100 (Abbildung 8b) sind die Gebäude und die Seewernstrasse auch in Unterseewen unmittelbar angrenzend betroffen und grössere Flächen im Gebiet Wintersried.

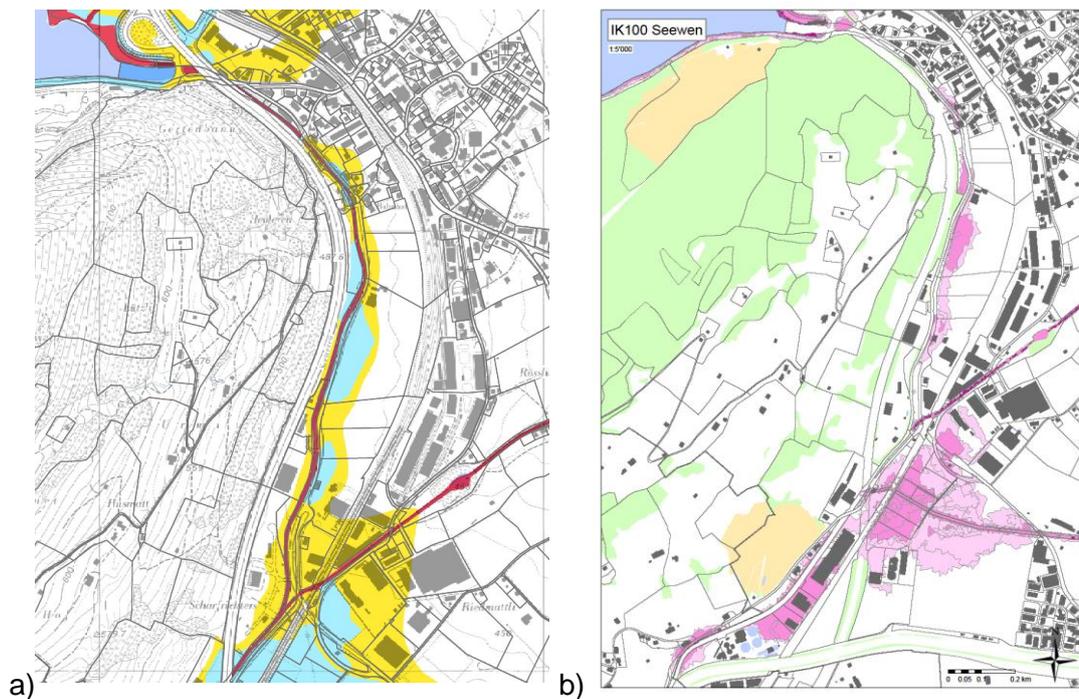


Abbildung 8: a) Gefahrenkarte Seewen b) Intensitätskarte HQ100 (Quelle: [19])

4.7.2 Schadenpotenzial

Das Schadenpotenzial wurde separat für den Lauerzersee und den Abschnitt an der Seewern bis zum Nietenbach mit EconoMe bestimmt (Perimeter s. Abbildung 2).

Grundlage für das Schadenpotenzial für den Lauerzersee bildet die Berechnung gemäss [1], mit Intensitätskarten für HQ10, HQ30, HQ100 und HQ300 rund um den Lauerzersee.

Die Schadenpotentialberechnung für die Seewern basiert auf der Intensitätskarte HQ30 sowie den bekannten Wasserspiegellagen für HQ100 und HQ300.

Das Schadenpotenzial wurde für eine statische Überschwemmung berechnet, die Letalität wurde nicht einbezogen.

Bach / Abschnitt	Gesamt- risiko	Schaden HQ10	Schaden HQ30	Schaden HQ100	Schaden HQ300
	CHF/Jahr	CHF	CHF	CHF	CHF
Lauerzersee	567'000	4'048'305	6'830'743	11'590'350	18'093'900
Seewern	106'212	0	2'964'550	3'346'725	4'418'225
Perimeter Studie	673'000				

Über den gesamten Perimeter des Lauerzersees und der Seewern betrachtet ergibt sich ein **Gesamtrisiko** für den betrachteten Perimeter von **CHF 673'000.- / Jahr**.

5 MASSNAHMENPLANUNG

5.1 Vorgehen

Die Massnahmenplanung verfolgt grundsätzlich das Ziel, die bestehenden Schutzdefizite bestmöglich unter optimierten Nutzen/Kosten-Verhältnissen bis zur Erreichung des Schutzziels zu beheben.

Das vorhandene Massnahmenspektrum ist sehr breit. Gemäss dem Bundesgesetz über den Wasserbau und der Wegleitung Hochwasserschutz des Bundes ist folgende Priorisierung zu berücksichtigen:

- Unterhaltsmassnahmen
- Raumplanerische Massnahmen
- Bauliche Massnahmen
- Objektschutzmassnahmen

Die Schutzdefizite in Lauerz und an der Seewern lassen sich nicht allein durch Unterhaltsmassnahmen und planerische Massnahmen beheben. Daher müssen in Ergänzung zu diesen prioritären Massnahmen auch bauliche Massnahmen in den Fokus gestellt werden.

Dazu werden alle denkbaren und machbaren Massnahmen in einen Massnahmenpool aufgenommen. Basierend auf den dort definierten Massnahmen werden integral über den betrachteten Perimeter entsprechende Massnahmenvarianten definiert. Die Massnahmenvarianten werden bewertet um anschliessend die Bestvarianten evaluieren zu können.

5.2 Massnahmenpool

Die Massnahmen sind in folgende Kategorien unterteilt:

Ohne Seeregulierung

- V1a/b Umleiten der Steiner Aa in Steinen oder Rotenthurm
- V7 Objektschutz und Notfallplanung
- V8 Retention im Einzugsgebiet der Steiner Aa

Mit Seeregulierung

- V2 Ausbau/Absenkung der Seewern
- V3 Stollen in den Zugersee
- V4 Stollen „Bierkeller“ in den Vierwaldstättersee
- V5a/b Stollen „Urmiberg“ zur Seewern (Varianten „kurz“ & „lang“)
- V6 Stollen „Bypass“ unter Seewernstrasse in die Seewern
- V9 Pumpe und Druckleitung unter der Seewern

5.3.2 V0 Nullvariante

Die Nullvariante zeichnet sich dadurch aus, dass keine Massnahmen ergriffen werden und somit die statistisch wiederkehrenden Schäden in Kauf genommen werden.

5.3.3 V1 Umleitung der Steiner Aa

Die Steiner Aa mit einem Einzugsgebiet von 27.8 km² und einem HQ100 von ca. 80 m³/s macht knapp 40 Prozent des Einzugsgebiets des Lauerzersees (72 km²) aus. Im Hochwasserereignis von 1934 lag der geschätzte Spitzenzufluss in den Lauerzersee mit 150 m³/s bei rund dem doppelten Abfluss aus der Steiner Aa, die somit den wichtigsten Zufluss darstellt.

Variante V1a: Umleitung der Steiner Aa bei Steinen

Die Steiner Aa wird oberhalb Steinen gefasst und mittels Stollen in die Rigiaa in den Zugersee umgeleitet oder mittels Stollen in die Seewern geführt.

Variante V1b: Umleitung der Steiner Aa in die Biber bei Rotenthurm

Die Steiner Aa wird bei Rotenthurm auf einer Länge von ca. 430 m offen in die Biber umgeleitet. Die Entlastung erfolgt über ein Streichwehr.

5.3.4 V2 Ausbau der Seewern

Die Seewern wird auf der gesamten Länge auf eine Kapazität von 35 m³/s ausgebaut. Dazu ist eine Vergrösserung des Abflussquerschnitts von rund 12 bis 15 m² nötig. Die Sohle wird bis max. 0.5 m (im Bereich Rest. Bauernhof) abgesenkt.

Für die Regulierung des Abflusses und damit des mittleren Seepiegels ist ein Schlauchwehr vorgesehen.

5.3.5 V3 Ableitung Lauerzersee in Zugersee (Stollen)

Zur Entlastung des Systems Lauerzersee-Seewern-Muota wird das Wasser mittels eines regulierten Stollens in den Zugersee abgeleitet, welcher als Retentionsbecken wirkt (d.h. der zusätzliche Zufluss wird durch den Zugersee für den Abfluss in der Lorze gedrosselt).

5.3.6 V4 Stollen in Vierwaldstättersee (Variante "Bierkeller")

Zur Entlastung des Systems Lauerzersee-Seewern-Muota wird das Wasser mittels eines regulierten Stollens in den Vierwaldstättersee abgeleitet, der als Retentionsbecken wirkt (d.h. der zusätzliche Zufluss wird durch den Vierwaldstättersee für den Abfluss in der Reuss gedrosselt).

5.3.7 V5 Stollen Urmiberg

Der regulierte Einlauf des Stollens liegt beim Felskopf ca. 200 m westlich des Kreissels. Das Bauwerk liegt unterhalb des mittleren Seewasserspiegels, was eine entsprechende Wasserhaltung während der Bauphase nötig macht.

Variante 5a: Kurzstollen Urmiberg

Das Auslaufbauwerk liegt unterhalb des Restaurants Bauernhof. Auf den letzten ca. 100 m kann der Entlastungsstollen u.U. im Tagbau realisiert werden.

Der Ausbau der Seewern erfolgt unterhalb des Auslaufbauwerks auf rund 850 m gemäss der Variante "Ausbau Seewern".

Variante 5b: Langstollen Urmiberg

Das Auslaufbauwerk liegt unterhalb der Einmündung des Nietenbachs. Auf den letzten ca. 100 m kann der Entlastungsstollen u.U. im Tagbau realisiert werden.

5.3.8 V6 Bypass Seewern unter Seewernstrasse

Der Bypass-Stollen (Querschnitt 12.5 m²) wird im Tagbau oder mittels Mikrotunneling unter der Seewernstrasse erstellt. Der Einlauf liegt unterhalb der Brücke Lauerzerstrasse (Barcarola). Das Auslaufbauwerk liegt unterhalb des Restaurants Bauernhof.

Der Ausbau der Seewern erfolgt unterhalb des Auslaufbauwerks auf rund 850 m gemäss der Variante "Ausbau Seewern".

5.3.9 V7 Objektschutz

Grundsätzlich stehen für den Objektschutz die Varianten Abschirmung, Abdichtung oder erhöhte Anordnung zur Auswahl. Bei Neubauten wird in Lauerz eine Mindestkote für Gebäudeöffnungen vorgegeben (450.25 m ü. M.). Bestehende Bauten sind entweder anzuheben oder entsprechend abzudichten (Variantenentscheid auf Stufe Einzelobjekt). Ein Rückstauschutz ist in jedem Fall zwingend.

Für den Campingplatz und den gefährdeten Autobahnabschnitt ist eine Abschirmung mittels mobilen Schutzsystemen vorgesehen. Auch hier ist der Rückstauschutz sicherzustellen. Die Strasse von Lauerz nach Seewern wird gesperrt.

Der Objektschutz in Seewern erfolgt im Wesentlichen durch Abschirmung der Gebäude auf der linken Strassenseite, sodass die Strasse als zusätzlicher Abflusskorridor zur Verfügung steht. Die verbleibenden Gebäude im Abflusskorridor, wie die Restaurants Kreuz und Bauernhof sowie die rechtsufrige Liegenschaft dazwischen sind durch Abdichtung der vorhandenen Gebäudeöffnungen zu schützen.

5.3.10 V8 Rückhalt im Einzugsgebiet der Steiner Aa

Bei Sattel wird oberhalb der ARA im Gebiet Eumatt ein Hochwasserrückhaltebecken mit einer Fläche von ca. 100'000 m² erstellt. Das relativ flache Gebiet wird dabei bis max. 3 m eingestaut, was ein Rückhaltevolumen von ca. 300'000 m³ erlaubt.

5.3.11 V9 Pumpe und Druckleitung unter Seewern

Die ungenügende Abflusskapazität im Oberlauf der Seewern (Seeauslauf bis Restaurant Bauernhof) wird mit einer Druckleitung (Innendurchmesser d = 3.0 m) unter der Seewern ausgebaut (Realisierung des Vortriebs mittels Mikrotunneling). Die

Druckleitung mündet unterhalb des Restaurants Bauernhof in die Seewern.

Ein Ausbau der Seewern zwischen Einmündung der Druckleitung und dem Nietenbach bleibt nötig. Zudem ist für das System die Installation eines (redundanten) Pumpensystems nötig.

5.4 Bewertung der Massnahmenvarianten

5.4.1 Minimalanforderungen und Machbarkeit

Es wird davon ausgegangen, dass alle Massnahmen, welche definierte Minimalanforderungen im Sinne von Eignungskriterien erfüllen, grundsätzlich realisierbar sind. Die massgebenden Minimalanforderungen, welche die Massnahmenvarianten für die Berücksichtigung einer Weiterbearbeitung erfüllen mussten sind:

Hochwasserschutz

- Einhaltung der kantonalen Schutzzielmatrix und Wasserbaugesetze
- Schutzkote bei 448.40 m ü. M. (= Kote Seestrasse)

Natur und Landschaft

- Einhaltung des GSchG, des NHG und der Moorschutzgesetzgebung
- UVP bei Massnahmenvarianten mit Seeregulierung erforderlich
- Mindestkote für Seeregulierung ab 448.20 m ü. M.

Sozio-Ökonomie

- Einhaltung der kantonalen und kommunalen Baugesetze

Nutzen-Kosten

- Einhaltung der Wirtschaftlichkeit mit Nutzen-Kosten-Faktor > 1.0

Für die Varianten V1b, V8 und V9 sind die Minimalanforderungen nicht oder nur stark eingeschränkt erfüllt, sodass diese nicht weiter berücksichtigt werden.

Die Massnahmenvariante V1b (Umleitung der Steiner Aa bei Rotenthurm) ist nur bei langen Ereignissen (> 4 Tage) wirksam und bei kürzeren Ereignissen nicht effektiv. Des Weiteren ist diese Variante als alleinstehende Massnahme nicht ausreichend und in Kombination mit anderen Varianten wenig wirksam, sodass die Wirtschaftlichkeit nicht gegeben ist.

Die Variante V8 (Rückhalt im Einzugsgebiet) hat auf Grund des deutlich zu kleinen Rückhaltevolumens keinen relevanten Einfluss auf die Hochwassergefährdung am Lauerzersee, womit die Schutzziele nicht eingehalten werden können.

Die Variante V9 (Pumpe und Druckleitung unter Seewern) ist mit grossen technische Risiken verbunden (Redundanz, Stromversorgung im Ereignisfall, etc.) und ist im Überlastfall wenig robust. Die Einhaltung der Schutzziele sowie der kantonalen und kommunalen Baugesetze ist als nicht gegeben zu beurteilen.

5.4.2 Grundsätzliche Überlegungen

Für die Ermittlung der Bestvarianten wurde eine Bewertung der Massnahmenvarianten durchgeführt. Zur Erstellung der Bewertungsmatrix wurden die nachfolgende Abbildung 10 und die in der Wegleitung Hochwasserschutz an Fliessgewässern genannten Kriterien herangezogen.

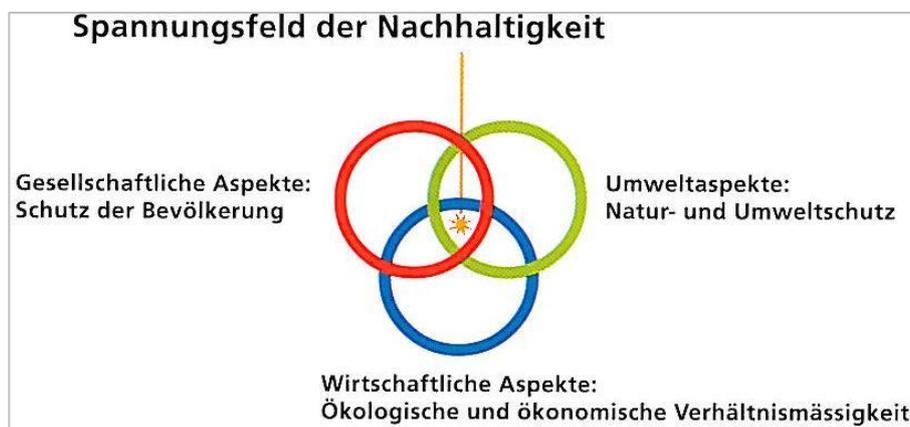


Abbildung 10: Spannungsfeld der Nachhaltigkeit, Grundlage für die Bewertungsmatrix

5.4.3 Aufbau der Bewertungsmatrix

Die Bewertungsmatrix (siehe auch Anhang 2) besteht aus den vier Hauptzielen Hochwassersicherheit (A), Natur und Landschaft (B), Sozio-Ökonomie (C) und Nutzen/Kosten-Analyse (D). Die Hauptziele sind in mehrere Unterziele unterteilt, die die Bewertungskriterien darstellen. Jede Variante wird hinsichtlich des Unterziels nach folgender Bewertungsskala bewertet:

- 5 sehr günstig (starke Verbesserung zu erwarten)
- 4 günstig (eher Verbesserung zu erwarten)
- 3 neutral (weder Verbesserung noch Verschlechterung)
- 2 ungünstig (eher Verschlechterung zu erwarten)
- 1 sehr ungünstig (starke Verschlechterung oder grosse Konflikte zu erwarten)

Die Beurteilung wurde durch die verschiedenen Mitglieder und Beteiligten der Begleitgruppe vorgenommen, wobei die Bewertungen der Begleitgruppe mathematisch gemittelt wurden, d.h. je 1/3 pro Nachhaltigkeitsaspekt. Die beiden Hauptziele C und D wurden dabei als gesellschaftlicher Aspekt zusammengefasst. Die Gewichtung ist somit wie folgt:

A	Hochwassersicherheit	33 % Gewicht
B	Natur und Landschaft	33 % Gewicht
C	Sozio-Ökonomie	9 % Gewicht
D	Nutzen/Kosten	25 % Gewicht

Die nachfolgende Tabelle 1 zeigt die angewendete Bewertungsmatrix mit den definierten Haupt- und Unterzielen. Die vollständige Bewertungsmatrix befindet sich in Anhang 2.

Hauptziele:	Unterziele = Bewertungskriterien:
A Hochwassersicherheit: Die Variante gewährleistet einen ausreichenden, differenzierten Hochwasserschutz mit minimalem Restrisiko. Die Kosten sind optimiert.	A1 Mit der Variante werden die in der Gefahrenkarte ausgewiesenen Schutzdefizitflächen bestmöglichst eliminiert. A2 Die Variante reduziert das verbleibende Restrisiko und reagiert gutmütig im Überlastfall. A3 Die Variante ist technisch einfach realisierbar. Die technischen Risiken sind gering. A4 Die Massnahmen der Variante weisen eine lange Lebensdauer auf und sind anspruchslos im Unterhalt.
	Durchschnittswertung Hochwassersicherheit
B Natur und Landschaft: Die Variante sieht einen natur- und landschaftsverträglichen Ausbau vor.	B1 Die Variante schafft neue naturnahe Lebensräume, wertet die bestehenden Ökosysteme auf und/oder verbessert die Vernetzung der natürlichen Lebensräume. B2 Die Variante verbessert den ökomorphologischen Zustand der Gewässer. B3 Die Variante tangiert keine bedeutenden Natur- und Landschaftsschutzgebiete und beeinträchtigt das Landschaftsbild möglichst wenig. B4 Die Variante erhält/verbessert die Qualität des Grund- und Oberflächenwassers B5 Die Variante beeinflusst die natürliche Dynamik der Gewässer möglichst wenig.
	Durchschnittswertung Natur und Landschaft
C Sozio-Ökonomie: Das Projekt fördert die sozio-ökonomische Entwicklung	C1 Landwirtschaft: Das Projekt beansprucht hauptsächlich wenig ertragreiche Flächen und wenig Fruchtfolgeflächen. C2 Die Variante stösst auf eine breite Akzeptanz (Gemeinden, Bevölkerung, Interessenverbände, Grundeigentümer usw.). C3 Die Variante ermöglicht eine massvolle und angemessene Entwicklung von geeignetem Siedlungsgebiet und gewährleistet die Verkehrserschliessung.
	Durchschnittswertung Sozio-Ökonomie
D Nutzen/Kosten: Beurteilung der Wirtschaftlichkeit der Massnahmen	Total jährliche Kosten [kCHF] verhinderter Schaden (Nutzen) [kCHF] Nutzen/Kosten-Faktor
Gewichtete Gesamtwertung	

Tabelle 1: Bewertungsmatrix mit Hauptzielen und Bewertungskriterien

5.4.4 Bestimmung des Nutzen/Kosten-Verhältnisses

Die Massnahmenkosten wurden basierend auf den vorhandenen Grundlagen und aufgrund von Erfahrungswerten abgeschätzt (Genauigkeit +/- 30 %). Die Gesamtkosten ergeben sich aus der Summe der Baukosten, der Installationskosten zuzüglich Landerwerbskosten. Die Planungs- und Baunebenkosten sind im Rahmen der Kostengenauigkeit nicht separat aufgeführt sondern werden erst in einer dieser Studie folgenden Detailbetrachtung der Bestvarianten berücksichtigt.

Der Nutzen, d.h. der verhinderte Schaden, wird in Anlehnung an die EconoMe-Beurteilung berechnet. Dabei wird auf Grund des noch nicht abschliessend quantifizierbaren Umfangs der einzelnen Massnahmenvarianten davon ausgegangen, dass

bei allen Massnahmenvarianten die Überflutungen bis und mit HQ300 vollständig verhindert werden. Der verhinderte Schaden resp. der Nutzen beträgt demnach 673'000 CHF / Jahr.

Bei einer anschliessend detaillierteren Betrachtung der einzelnen Massnahmenvarianten gilt es die Massnahmen und damit auch die Kosten und das Risiko auf das geforderte Schutzziel zu dimensionieren.

5.4.5 Beurteilung der durchgeführten Bewertung

Als Bewertungsgrundlage standen 19 Bewertungen der Begleitgruppe (BG) und des Projektteams zur Verfügung. Die Differenzierung zwischen BG und Projektteam zeigte in der Rangfolge der Massnahmenvarianten keine Unterschiede. Die Gesamtbewertung erfolgte durch eine Mittelwertbildung aller 19 Bewertungen.

Zur Beurteilung der Robustheit der Bewertung erfolgte eine Sensitivitätsanalyse (s. auch Anhang 2) mittels folgender Kriterien:

- Standardabweichung der Bewertungen
- Bewertung mit und ohne Unterziele mit grösserer Streuung
- Einfluss der Gewichtung der Hauptziele
- Einfluss der Massnahmenkosten

5.5 Bestvariante

5.5.1 Beurteilung

Die Auswertung der Bewertungen aus der Begleitgruppe zeigt, dass die folgenden Bewertungskriterien einheitlich bewertet wurden, d.h. die Streuung infolge falscher Interpretation der Kriterien oder fachlicher Beurteilung ist gering. Einheitlich bewertete Kriterien (Standardabweichung < 1) sind A1, A2, B1, B2, B4 und C2.

Die übrigen Kriterien wurden von den Begleitgruppenmitgliedern unterschiedlich bewertet, was auf Unklarheiten im Verständnis der Bewertungskriteriums oder grössere Interessenskonflikte schliessen lässt.

Die Auswertung wurde folglich zur Prüfung der Robustheit der Aussagekraft ohne diese Kriterien beurteilt (A3, A4, B3, B5, C1 und C3). Die Resultate sind robust und reagieren kaum sensitiv auf das Wegfallen der oben genannten Kriterien. Die gewichtete Gesamtpunktzahl bleibt nahezu gleich. An der Endbewertung (Rangfolge) ändert sich nicht.

Ebenso zeigte auch eine unterschiedliche Gewichtung der Hauptziele A-B-C-D für 33-33-9-25, 45-45-0-10, 70-10-10-10 und 10-70-10-10 durchwegs eine gleiche Rangfolge bei der Bewertung der Massnahmenvarianten.

Entsprechend kann die Bewertung als robust und wenig sensitiv auf einzelne Unterziele und die Gewichtung der Hauptziele und damit als aussagekräftig beurteilt werden.

Die Bewertung des Hauptzieles A, **Hochwasserschutz** zeigte deutliche Vorteile der Reguliervarianten als aktive Hochwasserschutzmassnahmen gegenüber den passiven Massnahmen V0, V1a und V7. Die Stollenvarianten wurden gegenüber den anderen Varianten hingegen bzgl. technische Risiken und Unterhalt schlechter bewertet. Gesamthaft standen beim Hauptziel A die Varianten Ausbau und Bypass Seewern (V2, V6) sowie die Stollenvarianten Bierkeller (V4) und Urmiberg (V5a/b) im Vordergrund.

Beim Hauptziel B, **Natur und Landschaft** wurden die Nullvariante (V0) sowie der Ausbau Seewern (V2) und der Objektschutz (V7) als vorteilhaft beurteilt. Gründe hierfür sind im Wesentlichen die Minimierung von Eingriffen in die Umwelt bei den Varianten V0 und V7, bzw. die Aufwertung der Seewern bei der Variante V2.

Beim Hauptziel C, **Sozio-Ökonomie** wurden die Varianten Bierkeller (V4) und Stollen Urmiberg (V5a/b) als vorteilhaft beurteilt. Dies ist vor allem auf die minimale Beeinträchtigung des Siedlungsgebietes zurück zu führen, was bei den anderen Varianten nicht der Fall ist. Dies gilt insbesondere auch für die Nullvariante V0, welche durch die Naturgefahrenbedrohung am schlechtesten abschneidet und damit den Handlungsbedarf nochmals unterstreicht.

Die Beurteilung der **Wirtschaftlichkeit** (Hauptziel D) zeigt, dass ein positives Nutzen/Kosten-Verhältnis von > 1.0 lediglich bei den Varianten V2, V5, V6 und V7 gegeben ist. Die restlichen Varianten V1, V3 und V4 sind aus wirtschaftlicher Sicht nicht wirkungsvoll. Damit erfüllen Letztere die Minimalanforderung bzgl. Wirtschaftlichkeit nicht und kommen für eine weitere Bearbeitung nicht mehr in Frage.

5.5.2 Gesamtbewertung

Die gewichtete **Gesamtbewertung** zeigt (Anhang 2), dass die Varianten **Ausbau Seewern** (V2) und **Objektschutz** (V7) sowie der **Stollen Urmiberg** (V5a/b) und der **Bypass Seewernstrasse** (V6) gegenüber den anderen Varianten als günstiger bewertet werden.

Der Objektschutz weist als nicht regulierte Variante gegenüber den anderen Varianten insbesondere auf Grund der tiefen Kosten die beste Bewertung aus. Des Weiteren sind beim Objektschutz auch die technischen und umweltrelevanten Risiken sowie die erforderlichen Verfahrensschritte für die Umsetzung kleiner als bei den regulierten Varianten Ausbau Seewern (V2), Stollen Urmiberg (V5a/b) und Bypass Seewernstrasse (V6). Die regulierten Varianten ermöglichen dagegen einen aktiven Hochwasserschutz, mit einer Aufwertung der Seewern sowie einer Entspannung der räumlichen Engpässe in Unterseewen bei einer Stollenvariante.

Die Varianten V1a Umleitung Steiner Aa und V3 Ableitung in Zugersee liegen zusammen mit der Nullvariante V0 mit deutlichem Abstand auf dem letzten Platz.

Die als ungenügend bewertete Nullvariante V0 verdeutlicht nochmals den Handlungsbedarf für einen Hochwasserschutz am Lauerzersee.

6 PARTIZIPATION

Ein wesentliches Ziel des Projektes war die aktive Partizipation verschiedener Akteure und insbesondere die Berücksichtigung der Anregungen der Begleitgruppen-Mitglieder zu den im Raum stehenden Massnahmenvarianten.

Die relevanten Akteure für eine Begleitgruppe wurden einerseits durch die Projektleitung direkt angefragt und andererseits wurden weitere Interessierte im Rahmen der ersten Öffentlichkeitsveranstaltung zur Mitwirkung aufgefordert.

Die Begleitgruppe bestand aus insgesamt 25 Vertreterinnen und Vertretern von verschiedenen Interessengruppierungen:

Name	Vorname	Vertretung von:	Funktion
Arnold	Renato	WK Muota und Starzlen	Mitglied
Betschart	Sandro	AfU	Sachbearbeiter
Bosshart	Daniel	Bauverwaltung Steinen	Sachbearbeiter
Da Rin	Othmar	QV Unterseewen	Vertreter Bättigmann
Dettling	Severin	IG Lauerzersee	Präsident
Dettling	Peter	GR Lauerz, KR	GR, KR
Doberer	Anna	AfU, Grundwasser	Abteilungsleiterin
Emmenegger	Urs	GR Lauerz	GR
Erhardt	Michael	Pro Natura	Geschäftsführer
Fleischli	Manfred	Anwohner Lauerzersee	Anwohner
Horat	Daniel	Bezirksrat Schwyz	Bezirksrat
Immoos	Ursula	ANJF	Sachbearbeiterin
Kühne	Pius	Stiftung Lauerzersee	Präsident
Lips	Andrea	Stiftung Lauerzersee	Projektleiterin Pro Natura
Lüönd	Marco	GR, WV-Kommission Steinen	GR, WVS-Präsident
Meier	Werner	WWF Schwyz	Geschäftsführer
Pellaton	René	Innerschwyz Fischerverein	Beisitzer
Reichlin	Benno	AfL	Vorsteher
Rickenbacher	Peter	QV Unterseewen	Präsident
Schenger	Gabriela	Stiftung Lauerzersee	Projektleiterin Pro Natura
Schnüriger	Erwin	KR Schwyz	KR
Senn	Patrik	WK Seewern	Präsident
Steinegger	Marc	GR Schwyz	GR
Suter	Ludwig	WK Seewern	Kassier
Violand	Georges	IG Lauerzersee	Beisitzer

GR: Gemeinderat, KR: Kantonsrat, WK: Wuhrkorporation, WV: Wasserversorgung

An insgesamt 4 Begleitgruppensitzungen (26.06.2014, 02.10.2014, 08.01.2015, 01.04.2015) wurden das Vorgehen, die Resultate und insbesondere die Bewertung diskutiert. Zusätzlich fand am 17.12.2014 eine separate Aussprache mit Vertretern der Umweltverbände statt.

Für die Information der Bevölkerung fanden, bzw. finden folgende öffentliche Informationen statt:

- 23. April 2014: öffentliche Informationsveranstaltung in Lauerz
- 27. Oktober 2014: Pressemitteilung
- Im April/Mai 2015: öffentliche Informationsveranstaltung

7 EMPFEHLUNG UND WEITERES VORGEHEN

Basierend auf der vorliegenden Studie und der erfolgten Variantenbewertung stehen folgende **drei Massnahmenkonzepte** als beste Möglichkeiten zur Reduktion der Hochwasserrisiken am Lauerzersee und in Seewen zur Diskussion:

Massnahmenkonzept ohne Seeregulierung:

- Objektschutz

Massnahmenkonzepte mit Seeregulierung:

- Kapazitätserweiterung Seewern
- Stollen Urmiberg mit optimaler Linienführung

Auf Grund der offensichtlichen Vorteile des Objektschutzes (kostengünstige Variante, relativ geringe Risiken für die Umsetzung) wird diese Variante zur detaillierteren Betrachtung auf Stufe Vorprojekt weiter empfohlen.

Für eine weitere Selektion der Massnahmenkonzepte mit Seeregulierung empfiehlt sich eine detailliertere Betrachtung im Rahmen einer Machbarkeitsstudie (SIA-Phasen 21/22), welche u.a. konkrete Aussagen zur Hydraulik, Geotechnik, Statik, Umweltverträglichkeit und Wirtschaftlichkeit umfasst. Als Resultat der Machbarkeitsstudie sollte ein Entscheid gefällt werden können, ob und falls ja, welche Variante mit Seeregulierung auf Stufe Vorprojekt ausgearbeitet werden soll.

Als nächste Schritte für die weitere Bearbeitung empfehlen wir folglich die Ausarbeitung einer **Machbarkeitsstudie für die Massnahmenkonzepte mit Seeregulierung** und ein **Vorprojekt für den Objektschutz**. Der Entscheid für die Ausarbeitung eines Vorprojekts für die Bestvariante mit Seeregulierung erfolgt nach Abschluss der Machbarkeitsstudie.

Für die Machbarkeitsstudie ist von Kosten in der Grössenordnung von CHF 40'000 bis 60'000 und einer Bearbeitungsdauer von ca. 6 Monaten auszugehen. Die Kosten für ein Vorprojekt für den Objektschutz belaufen sich auf ca. CHF 50'000 bis 60'000, mit einer Bearbeitungsdauer von ebenfalls ca. 6 Monaten.

Schwyz, 01.05.2015

HOLINGER AG

Roland Hollenstein
Projektleiter

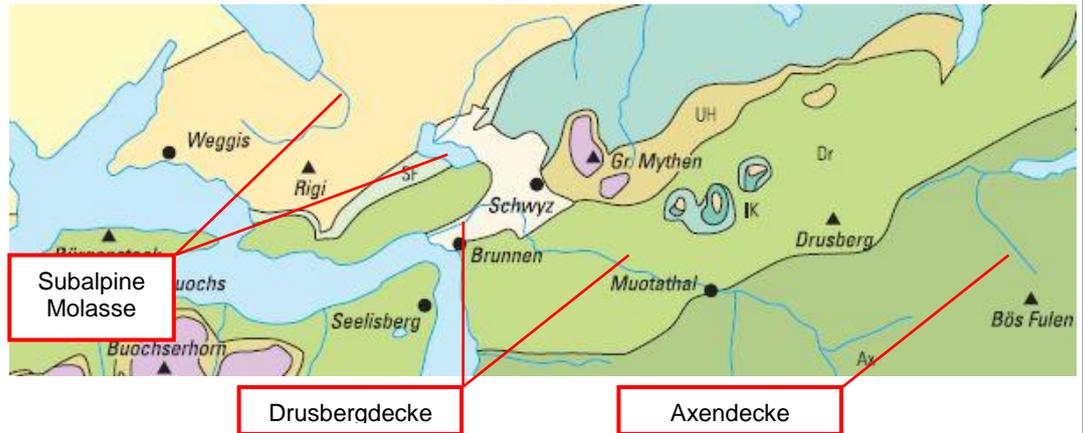
Thomas Rellstab
Sachbearbeiter

Anhang 1

Massnahmenvarianten (Datenblätter)

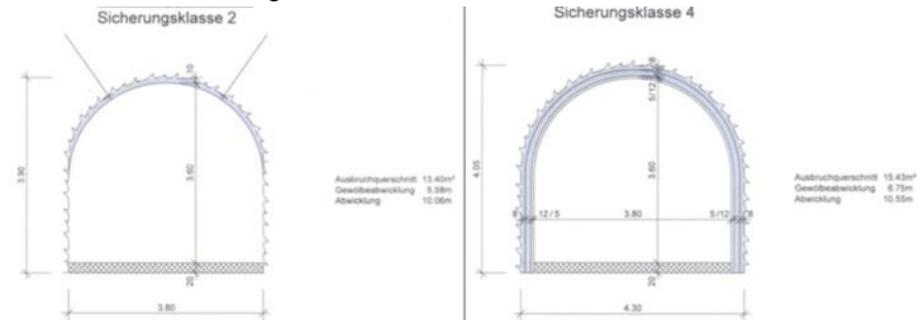
V1a: Umleitung der Steiner Aa bei Steinen																
Situation																
	<p>Die Steiner Aa mit einem Einzugsgebiet von 27.8 km² und einem HQ100 von ca. 80 m³/s macht knapp 40 Prozent des Einzugsgebiets des Lauerzersees (72 km²) aus. Im Hochwasserereignis von 1934 lag der Spitzenzufluss in den Lauerzersee mit 150 m³/s bei rund dem doppelten Abfluss aus der Steiner Aa, die somit den wichtigsten Zufluss darstellt.</p>															
Beschrieb	<p>Die Steiner Aa wird oberhalb Steinen gefasst und mittels Stollen in die Rigiaa in den Zugersee umgeleitet (Variante 1) oder mittels Stollen in die Seewern geführt (Variante 2).</p>															
Technische Daten	<p>Umleitung in Rigiaa (Variante 1)</p> <p>Kapazität 20 m³/s Länge 6.2 km Durchmesser 3.0 m (Rundprofil)</p>	<p>Umleitung in Seewern (Variante 2)</p> <p>Kapazität 20 m³/s Länge 3.1 km Durchmesser 3.0 m (Rundprofil)</p>														
Kosten	<p>Einlaufbauwerk mit Baugrubenabschluss, Tiefengründung und Wasserhaltung Auslaufbauwerk mit Bacheinführung inkl. Baugrubenabschluss und Wasserhaltung Stollen (Mikrotunneling) inkl. Ausbau (Variante 1: 6.2 km / Variante 2: 3.1 km) Wasserhaltung Tunnelvortrieb Risikozuschlag Wasserhaltung/Geologie und Unvorhergesehenes (15%) Kosten (exkl. Ausbau Rigiaa / Seewern)</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Variante 1</th> <th style="text-align: center;">Variante 2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1.5 Mio.</td> <td style="text-align: center;">1.5 Mio.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1.5 Mio.</td> <td style="text-align: center;">1.5 Mio.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">62 Mio.</td> <td style="text-align: center;">31 Mio.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5 Mio.</td> <td style="text-align: center;">2.5 Mio.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">11 Mio.</td> <td style="text-align: center;">5.5 Mio.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">80 Mio.</td> <td style="text-align: center;">40 Mio.</td> </tr> </tbody> </table>	Variante 1	Variante 2	1.5 Mio.	1.5 Mio.	1.5 Mio.	1.5 Mio.	62 Mio.	31 Mio.	5 Mio.	2.5 Mio.	11 Mio.	5.5 Mio.	80 Mio.	40 Mio.
Variante 1	Variante 2															
1.5 Mio.	1.5 Mio.															
1.5 Mio.	1.5 Mio.															
62 Mio.	31 Mio.															
5 Mio.	2.5 Mio.															
11 Mio.	5.5 Mio.															
80 Mio.	40 Mio.															
Besonderes	<p>Der <u>Ausbau der Steiner Aa</u> steht kurz bevor (Spatenstich im September 2014). Folglich werden die Gefahrenbereiche in Steinen behoben und die positiven Auswirkungen einer Entlastung der Steiner Aa für das Siedlungsgebiet von Steinen (d.h. Verringerung der Gefährdung durch Hochwasser) sind hinfällig.</p> <p>Eine Nutzung der <u>Wasserkraft</u> ist nicht wirtschaftlich, da der Stollen lediglich als Hochwasserentlastung dient und der Wasseranfall somit nicht konstant ist sondern nur bei einzelnen Extremereignissen Wasser im Stollen abfließt.</p> <p>Eine Reduktion des Seepegels um 1.0 m entspricht einem Volumen von ca. 3.1 Mio. m³. Bei einer konstanten Entlastung im Seezufluss (Steiner Aa) von 20 m³/s wird dieses Volumen in 43 Stunden (d.h. knapp zwei Tagen) abgeführt. Folglich ist diese <u>Massnahme</u> bei kurzen Ereignissen kaum effektiv.</p>															

Geologie ab Einlaufbauwerk



Realisierung des Vortriebes

Profil: Rund mit Spritzbetonsicherung / 20cm armierten Spritzbeton
 Linienführung: Gerade oder im Bogen (Geologie massgebend)
 Ausbruch: bergmännisch / maschinell



Vor-/Nachteile

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> + Entlastung System Lauerzersee inkl. Seewern (bei Variante 1) + Kapazitätsdefizite der Steiner Aa in Steinen werden behoben (Reduktion der Gefährdung) | <ul style="list-style-type: none"> - nicht als alleinstehende Massnahme ausreichend (unzuverlässig bei kurzen Niederschlägen) - Auswirkungen auf Rigiaa und Zugersee nicht bekannt - vergleichsweise teuer |
|--|---|

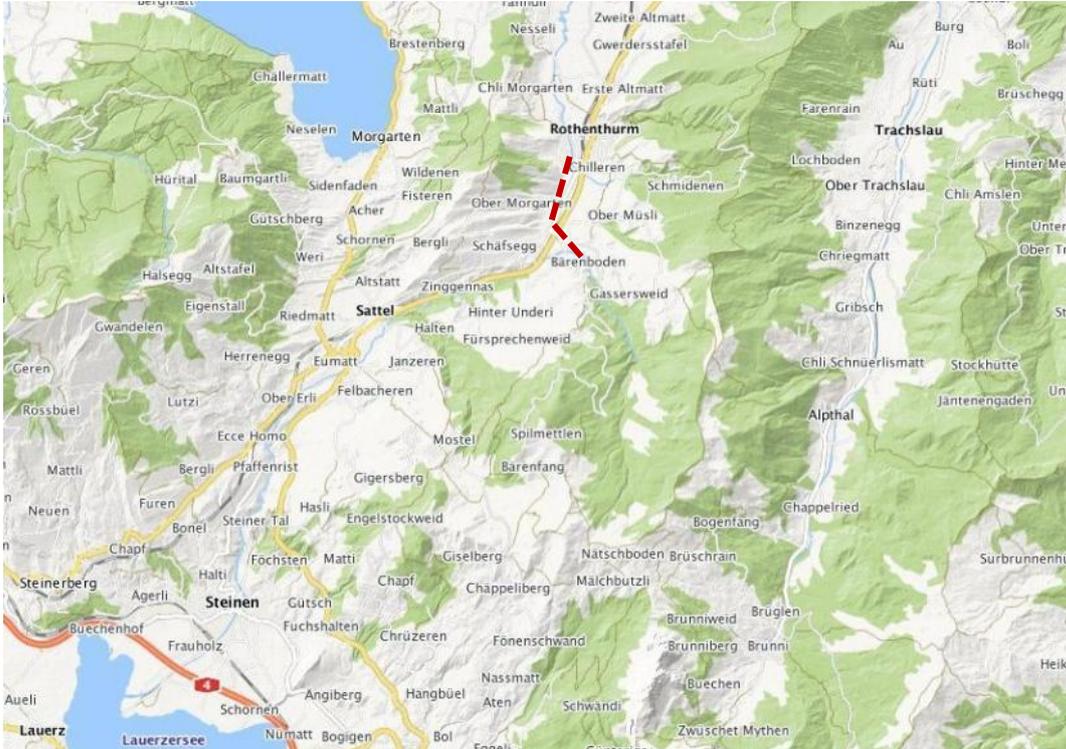
Fotodokumentation



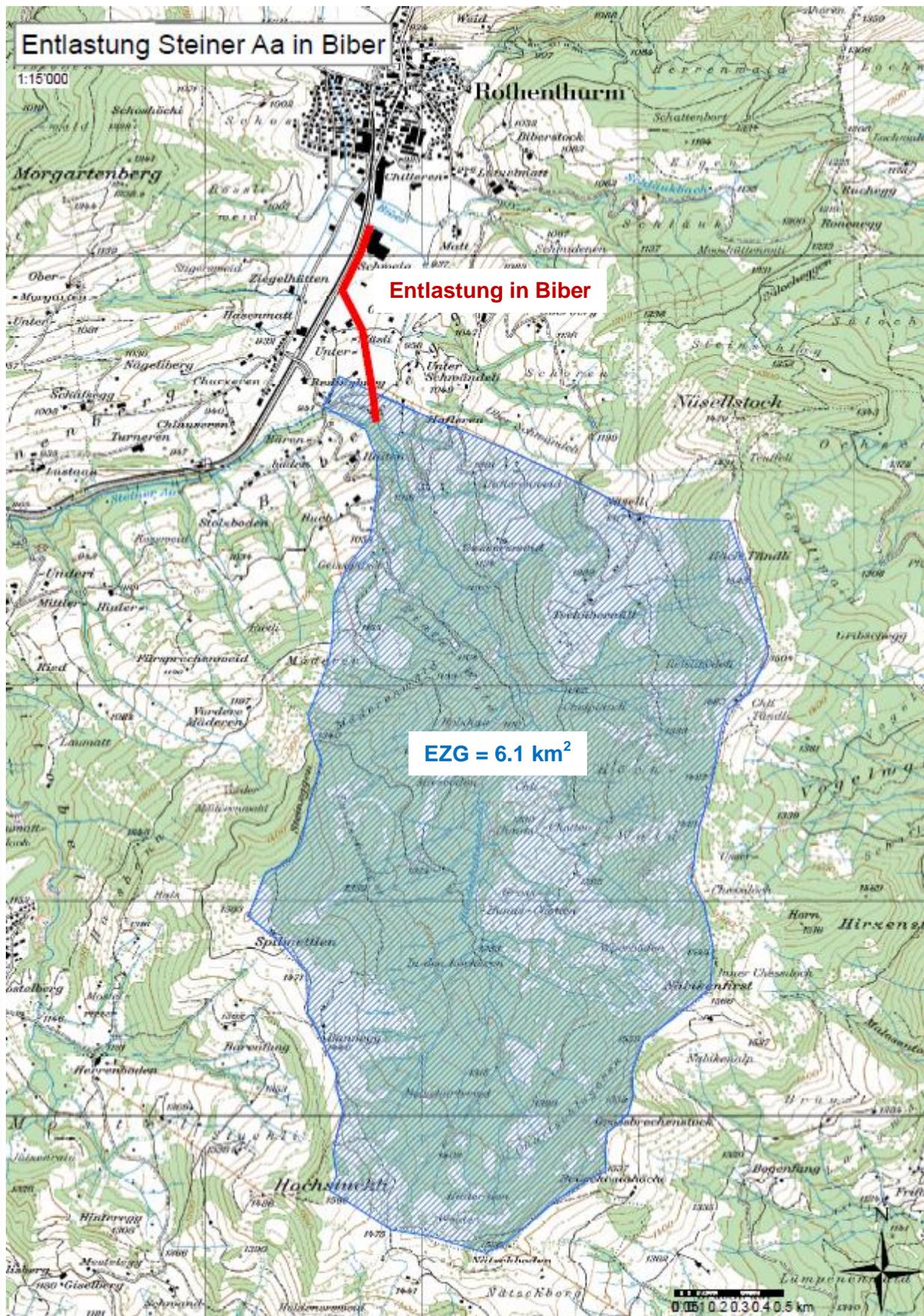
Inhalt: Rigiaa im Mündungsbereich des Stollens (Variante 1)



Inhalt: Seewern im Mündungsbereich des Stollens (Variante 2)

V1b: Umleitung der Steiner Aa in die Biber bei Rotenthurm									
Situation	 <p>Die Steiner Aa mit einem Einzugsgebiet von 27.8 km² und einem HQ100 von ca. 80 m³/s macht knapp 40 Prozent des Einzugsgebiets des Lauerzersees (72 km²) aus, womit die Steiner Aa den wichtigsten Zufluss in den Lauerzersee darstellt.</p>								
Beschrieb	Die Steiner Aa wird bei Rotenthurm auf einer Länge von ca. 430 m offen in die Biber umgeleitet. Die Entlastung erfolgt über ein Streichwehr.								
Technische Daten	<table border="0"> <tr> <td>Kapazität</td> <td>10 m³/s</td> </tr> <tr> <td>Querschnitt</td> <td>6 m²</td> </tr> <tr> <td>Gerinnebreite</td> <td>5 m</td> </tr> <tr> <td>Länge</td> <td>970 m</td> </tr> </table>	Kapazität	10 m ³ /s	Querschnitt	6 m ²	Gerinnebreite	5 m	Länge	970 m
Kapazität	10 m ³ /s								
Querschnitt	6 m ²								
Gerinnebreite	5 m								
Länge	970 m								
Besonderes	Durch die Massnahme sind lediglich 6.1 km ² von insgesamt 27.8 km ² des Einzugsgebiets betroffen. Dabei kann rund die Hälfte der Hochwasserspitze (HQ100 ≈ 18-22 m ³ /s) in die Biber entlastet werden. Analog zur Ausführung bei der Variante "Umleitung der Steiner Aa in Steinen" ist diese <u>Massnahme bei kurzen Ereignissen kaum effektiv</u> .								
Vor-/Nachteile	<table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> + Entlastung System Lauerzersee inkl. Seewern. + Kapazitätsdefizite der Steiner Aa in Steinen werden entschärft (Reduktion der Gefährdung) </td> <td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> - nicht als alleinstehende Massnahme ausreichend (z.B. bei kurzen Niederschlägen) - Auswirkungen auf Biber und Sihl nicht bekannt (Verschärfung Hochwassergefährdung im Siedlungsgebiet) - Moorschutz Flach-, Hoch- und Übergangsmoore von nationaler Bedeutung (Ägerried, Altmatt) </td> </tr> </table>	<ul style="list-style-type: none"> + Entlastung System Lauerzersee inkl. Seewern. + Kapazitätsdefizite der Steiner Aa in Steinen werden entschärft (Reduktion der Gefährdung) 	<ul style="list-style-type: none"> - nicht als alleinstehende Massnahme ausreichend (z.B. bei kurzen Niederschlägen) - Auswirkungen auf Biber und Sihl nicht bekannt (Verschärfung Hochwassergefährdung im Siedlungsgebiet) - Moorschutz Flach-, Hoch- und Übergangsmoore von nationaler Bedeutung (Ägerried, Altmatt) 						
<ul style="list-style-type: none"> + Entlastung System Lauerzersee inkl. Seewern. + Kapazitätsdefizite der Steiner Aa in Steinen werden entschärft (Reduktion der Gefährdung) 	<ul style="list-style-type: none"> - nicht als alleinstehende Massnahme ausreichend (z.B. bei kurzen Niederschlägen) - Auswirkungen auf Biber und Sihl nicht bekannt (Verschärfung Hochwassergefährdung im Siedlungsgebiet) - Moorschutz Flach-, Hoch- und Übergangsmoore von nationaler Bedeutung (Ägerried, Altmatt) 								
Fazit	Infolge der sehr beschränkten Wirksamkeit bezüglich Hochwasserschutz wird die <u>Variante "Umleitung der Steiner Aa in die Biber" nicht weiter untersucht</u> .								

Fotodokumentation



Inhalt: Einzugsgebiet der Steiner Aa (6.1 km²) bei der Entlastung (rot) in die Biber bei Rothenthurm.

V2: Ausbau der Seewern

Situation



Die Abflusskapazität der Seewern wird massgeblich durch den Felsriegel beim Restaurant Bauernhof reguliert. Die Abflusskapazitäten der einzelnen Abschnitte im heutigen Zustand sind wie folgt:

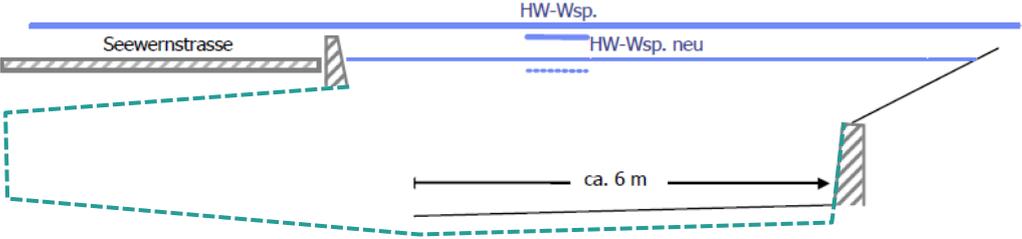
- Seeauslauf (inkl. Pfeiler Autobahn): 20-25 m³/s
- Oberlauf bis Restaurant Bauernhof: 15-20 m³/s
- Unterlauf bis Mündung Nietenbach: 20-25 m³/s
- Unterlauf bis Einmündung in Muota: 30-35 m³/s

Die Seewern verläuft im Siedlungsgebiet stark eingengt. Die Seewernstrasse verläuft fast auf der gesamten Länge der Seewern direkt neben dem Gewässer. Es steht wenig Raum für eine Aufweitung des Profils zur Verfügung (vgl. Skizzen).

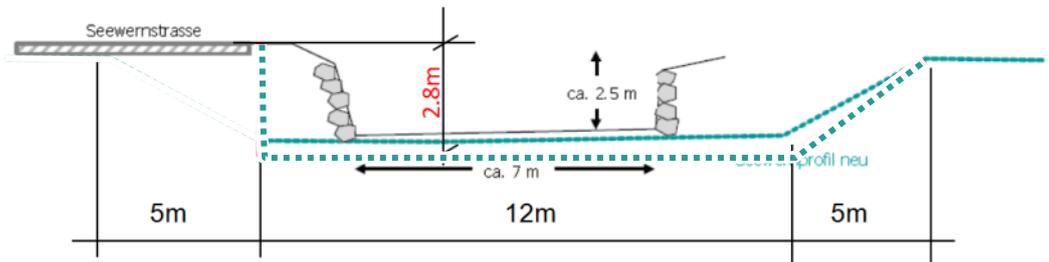
Beschrieb

Die Seewern wird auf der gesamten Länge auf eine Kapazität von 35 m³/s ausgebaut. Dazu ist eine Vergrösserung des Abflussquerschnitts von rund 12 bis 15 m² nötig. Die Sohle wird bis max. 0.5 m (im Bereich Rest. Bauernhof) abgesenkt. Für die Regulierung des Abflusses und damit des mittleren Seepiegels ist ein Schlauchwehr vorgesehen. In Abhängigkeit der Raumverhältnisse der verschiedenen Streckenabschnitte werden folgende Fälle unterschieden:

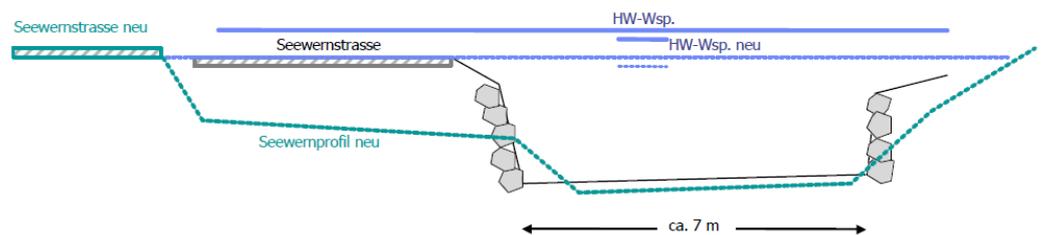
1. Es steht nicht genügend Platz zur Verfügung für eine Aufweitung, eine Verlegung der Strasse ist nicht möglich. Rechtsseitig steht kein Raum zur Verfügung. Die Vergrösserung des Abflussquerschnitts erfolgt unterhalb der Strasse mittels Auskragung.



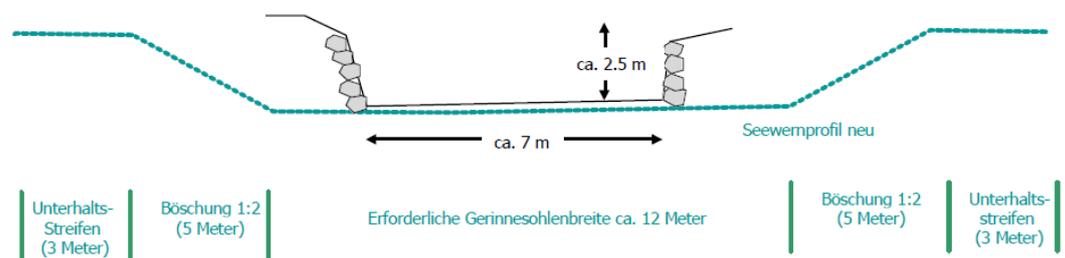
2. Es steht nicht genügend Platz zur Verfügung für eine Aufweitung, eine Verlegung der Strasse ist nicht möglich. Rechtsseitig steht genügend Raum zur Verfügung. Aufweitung der Seewern rechts mit Landerwerb im Landwirtschaftsgebiet.



3. Es steht nicht genügend Platz zur Verfügung für eine Aufweitung, eine Verlegung der Strasse ist möglich. Die Vergrößerung des Abflussquerschnitts erfolgt als Aufweitung des Gewässers. Die Strasse wird zurück verlegt.



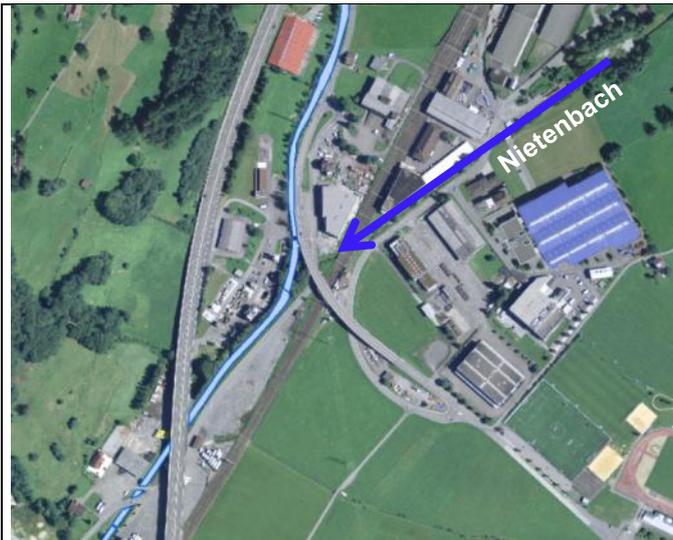
4. Es steht genügend Platz zur Verfügung für eine Aufweitung. Die Vergrößerung des Abflussquerschnitts erfolgt als Aufweitung des Gewässers.



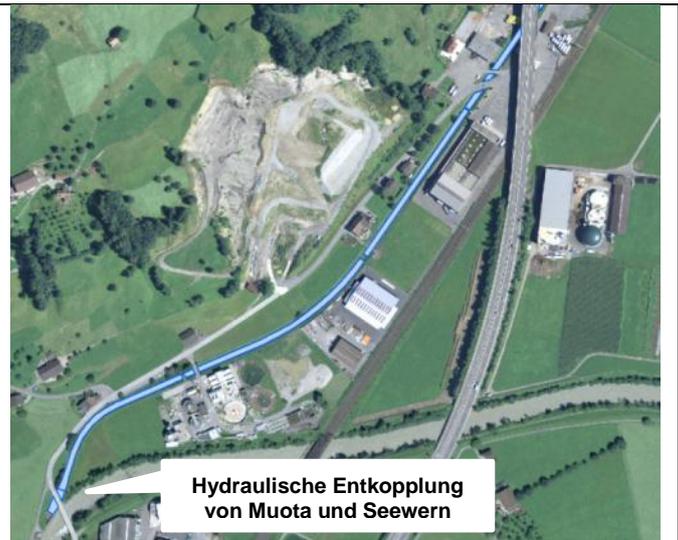
Technische Daten	Länge Ausbau gesamt:	1400 m	Strassenabbruch/-neubau:	950 m
	Ausbau unter Strasse:	550 m	Uferverbauung:	300 m
	Gerinneausbau:	850 m	Ersatz Querbrücken:	5 St.
	Landerwerb:	3'200 m ²	Ausbauwassermenge:	35 m ³ /s
Kosten	Baugrubenabschluss Seewernstrasse, Spundwände inkl. Aussteifung			3.0 Mio.
	Wasserhaltung, Prov. Querbrücken (5 Stück à CHF 20'000.-)			1.5 Mio.
	Aushub fest inkl. Felsabbau, Transport, Deponie			5.5 Mio.
	Strassenabbruch und -neubau (CHF 2'500.-/m')			2.4 Mio.
	Neubau Querbrücken (5 Stück à CHF 80'000.-)			0.4 Mio.
	Bauwerk Auskrugung Strasse (7.3m ³ /m' x 550m → 4'000m ³ à CHF 500/m')			2.0 Mio.
	Uferverbauung (CHF 2'000.-/m')			0.6 Mio.
	Schlauchwehranlage zur Abflussregulierung			1.0 Mio.
	Landerwerb (3'200 m ² à CHF 500.-/m ²)			1.6 Mio.
	Verkehrsmassnahmen, Werkleitungen, Unvorhergesehenes (15%)			3.0 Mio.
Total Ausbau Seewern bis Mündung Nietebach (1400 m)			21 Mio.	
(exkl. Hydraulische Entkopplung Muota/Seewern)				

<p>Besonderes</p>	<p>Bei Hochwasser der Muota reicht der Rückstau in die Seewern (Kote 446.0 m ü.M.) bis unterhalb des Restaurants Bauernhof. Eine hydraulische Entkopplung von Muota und Seewern ist daher für den Hochwasserschutz der Seewern unerlässlich.</p> <p>Der Oberwasserkanal des Kraftwerks Langsteg hat eine Kapazität von max. 35 m³/s und ist somit in der Lage, die Hochwasserspitze in der Seewern abzuführen und beim Hausmattweg in die Muota einzuleiten. Die Konzession für das Kraftwerk muss ab Ende 2018 erneuert werden.</p> <p>Ein Ausbau der Abflusskapazität der Seewern würde ohne Regulierungsmassnahme zu einer Absenkung des mittleren Seepegels führen und hätte somit negative Auswirkungen auf die Ökologie der Flachmoore sowie auf den Grundwasserspiegel rund um den See. Dies wiederum hätte weitere Setzungen im Gebiet Niedermatt (Lauerz) zur Folge. Ein Ausbau der Seewern erfordert daher zwingend eine Regulierung des Abflusses.</p> <p>Beim Ausbau der Seewern ist die Einhaltung des Gewässerraums (Mindestbreite) aufgrund der engen Platzverhältnisse kaum realisierbar.</p> <p>Einfluss der Sohlenabsenkung auf das Grundwasser</p> <p>Die Geologie entlang der Seewern wird durch Bach- und Seeablagerungen geprägt. Durch die Sohlenabsenkung wird der Grundwasserspiegel wie folgt beeinflusst:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vermehrter Grundwasserzufluss in die Seewern. • Grundwasserzufluss erzeugt je nach Geologie eine relativ flache Absenkkurve. <p>Bei den Häusern entlang der Seewernstrasse muss mit kleinen, gleichmässigen Setzungen gerechnet werden (das Schadenspotential ist jedoch klein).</p>
<p>Vor-/Nachteile</p>	<p>+ Aufwertung Gewässerraum und Gerinnemorphologie (Revitalisierung)</p> <p>- Rückstau der Muota: Kapazität Seewern bleibt für seltene Hochwasser kritisch, Restgefährdung bleibt bestehen</p> <p>- Einhaltung Gewässerraum (Mindestbreite) kaum realisierbar</p>
<p>Fotodokumentation</p>	
	
<p>Inhalt: Abschnitt Seewern (rot) im Siedlungsgebiet zwischen Seeausfluss und Rest. Bauernhof</p>	<p>Inhalt: Abschnitt Seewern (blau) zwischen Siedlungs- und Industriegebiet vor Einmündung Nietenbach</p>

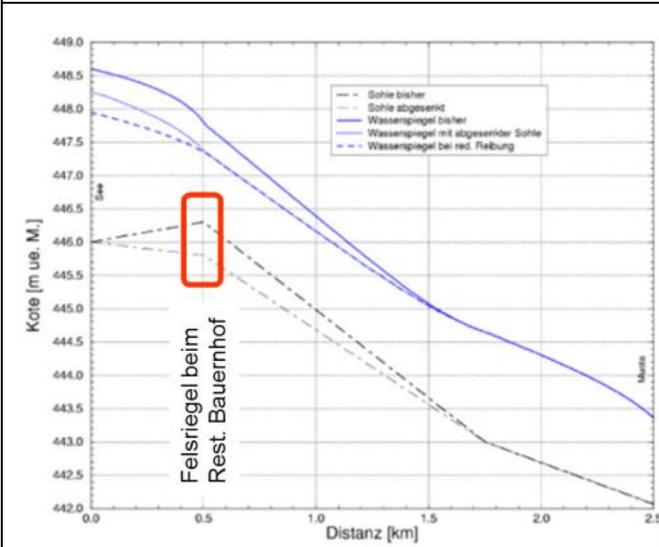
Hochwasserschutz Lauerzersee – Grundsätzliche Möglichkeiten zur Reduktion der Hochwasserrisiken
Massnahmenvarianten (Datenblätter)



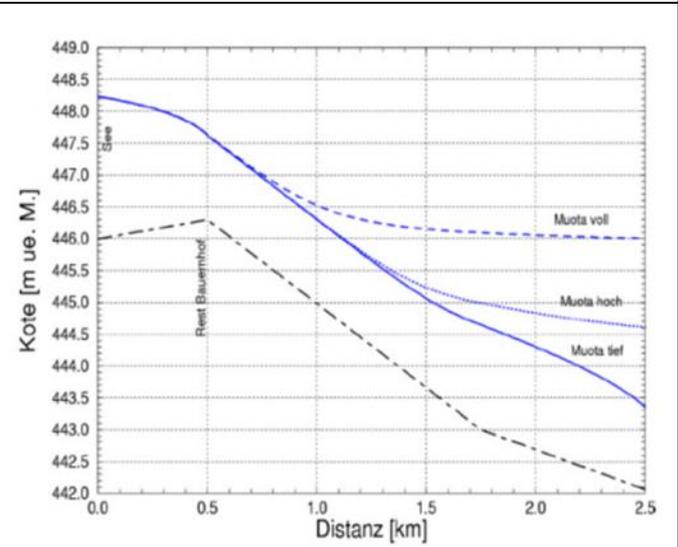
Inhalt: Abschnitt Seewern (blau) zwischen im Industriegebiet mit Einmündung Nietenbach (von rechts im Bild)



Inhalt: Abschnitt Seewern (blau) unterhalb Einmündung Nietenbach bis Einmündung in Muota (von rechts im Bild)

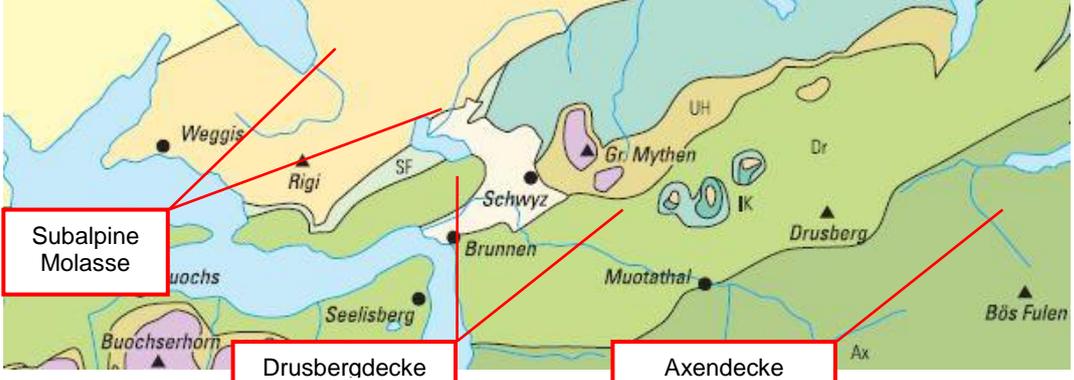
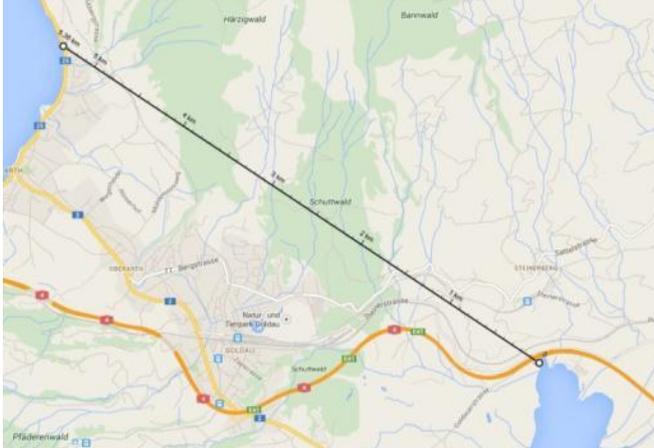


Inhalt: Sohlenabsenkung (schematisch)



Inhalt: Längenprofil der Seewern für Hochwasserabfluss $26 \text{ m}^3/\text{s}$

V3: Ableitung Lauerzersee in Zugersee (Stollen)																		
Situation																		
Beschrieb	<p>Zur Entlastung des Systems Lauerzersee-Seewern-Muota wird das Wasser mittels eines regulierten Stollens in den Zugersee abgeleitet, welcher als Retentionsbecken wirkt (d.h. der zusätzliche Zufluss wird durch den Zugersee für den Abfluss in der Lorze gedrosselt). Dabei sind zwei Varianten möglich:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Variante 1: der Stollen mündet direkt in den Zugersee - Variante 2: der Stollen mündet in die Rigiaa, womit die Rigiaa zwischen Stollenauslauf und der Mündung in den Zugersee ausgebaut werden muss. <p>Im Rahmen eines Ausbaus der Rigiaa würde die heute bestehende Gefährdung durch Hochwasser in den Abschnitten Höchrain und Chlostermatt bis Aazopf behoben.</p>																	
Technische Daten	<p>Stollen in Zugersee (Variante 1)</p> <p>Kapazität 35 m³/s Länge 5.4 km Durchmesser 4.0 m</p>	<p>Stollen in Rigiaa (Variante 2)</p> <p>Kapazität 35 m³/s Länge 3.9 km Durchmesser 4.0 m</p>																
Kosten	<p>Einlaufbauwerk inkl. Regulierorgan mit Baugrubenabschluss, Tiefengründung und Wasserhaltung <i>(Abmessung: ca. 50m x 30m, Tiefe: 7m)</i></p> <p>Auslaufbauwerk mit Baugrubenabschluss und Wasserhaltung <i>(Abmessung: 20 x 30m, Tiefe: 6m resp. 300m Bacheinführung)</i></p> <p>Tunnelvortrieb inkl. Spritzbetonsicherung <i>Vollsicherung</i> <i>(Variante 1: 5.4 km / Variante 2: 3.6 km)</i></p> <p>Wasserhaltung Tunnelvortrieb</p> <p>Injektionen</p> <p>Risikozuschlag Geologie und Unvorhergesehenes (ca. 15%)</p> <p>Kosten Stollen total ca. (exkl. Ausbau der Rigiaa bei Variante 2)</p>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Variante 1</th> <th style="text-align: center;">Variante 2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">2.5 Mio.</td> <td style="text-align: center;">2.5 Mio.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1.5 Mio.</td> <td style="text-align: center;">2.0 Mio.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">61 Mio.</td> <td style="text-align: center;">44 Mio.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5.0 Mio.</td> <td style="text-align: center;">3.5 Mio.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2.0 Mio.</td> <td style="text-align: center;">1.5 Mio.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">11.0 Mio.</td> <td style="text-align: center;">8.0 Mio.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">83 Mio.</td> <td style="text-align: center;">62 Mio.</td> </tr> </tbody> </table>	Variante 1	Variante 2	2.5 Mio.	2.5 Mio.	1.5 Mio.	2.0 Mio.	61 Mio.	44 Mio.	5.0 Mio.	3.5 Mio.	2.0 Mio.	1.5 Mio.	11.0 Mio.	8.0 Mio.	83 Mio.	62 Mio.
Variante 1	Variante 2																	
2.5 Mio.	2.5 Mio.																	
1.5 Mio.	2.0 Mio.																	
61 Mio.	44 Mio.																	
5.0 Mio.	3.5 Mio.																	
2.0 Mio.	1.5 Mio.																	
11.0 Mio.	8.0 Mio.																	
83 Mio.	62 Mio.																	

<p>Besonderes</p>	<p>Realisierung des Vortriebes</p> <p>Profil: Rund mit Spritzbetonsicherung / 20cm armierten Spritzbeton</p> <p>Linienführung: Gerade oder im Bogen (Geologie massgebend) Ca. 30 m neues Bachbett der Rigiaa</p> <p>Ausbruch: bergmännisch / maschinell</p>	
<p>Geologie ab Einlaufbauwerk</p>		
		
<p>ca. 200 m Seeablagerung mit Übergang zu Moräne</p> <p>ca. 3'400 (Variante 2) - 4'900 m (Variante 1) Untere Süsswassermolasse (Sandstein, Konglomerate, Kalke)</p> <p>ca. 300 m Moräne bis Seeablagerungen (Variante 1)</p> <p>ca. 300 m Bergsturz, Moräne, Bachschotter (Variante 2)</p>		
<p>Vor-/Nachteile</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Keine Massnahmen an Seewern und Muota nötig - Reduktion Hochwassergefährdung in den Abschnitten Höchrain und Chlostermatt bis Aazopf 	<ul style="list-style-type: none"> - Vergleichsweise teure Massnahme - Geologische Verhältnisse unklar - "Zusatzgefährdung" der Unterlieger unbekannt (Zugersee und Lorze) - Ausbau Rigiaa nötig (Variante 2)
<p>Fotodokumentation</p>		
 <p>Inhalt: Stollen in Zugersee (Variante 1)</p>	 <p>Inhalt: Stollen in Rigiaa (Variante 2)</p>	

Hochwasserschutz Lauerzersee – Grundsätzliche Möglichkeiten zur Reduktion der Hochwasserrisiken
Massnahmenvarianten (Datenblätter)



Inhalt: *Das Einlaufbauwerk liegt im Naturschutzgebiet.*



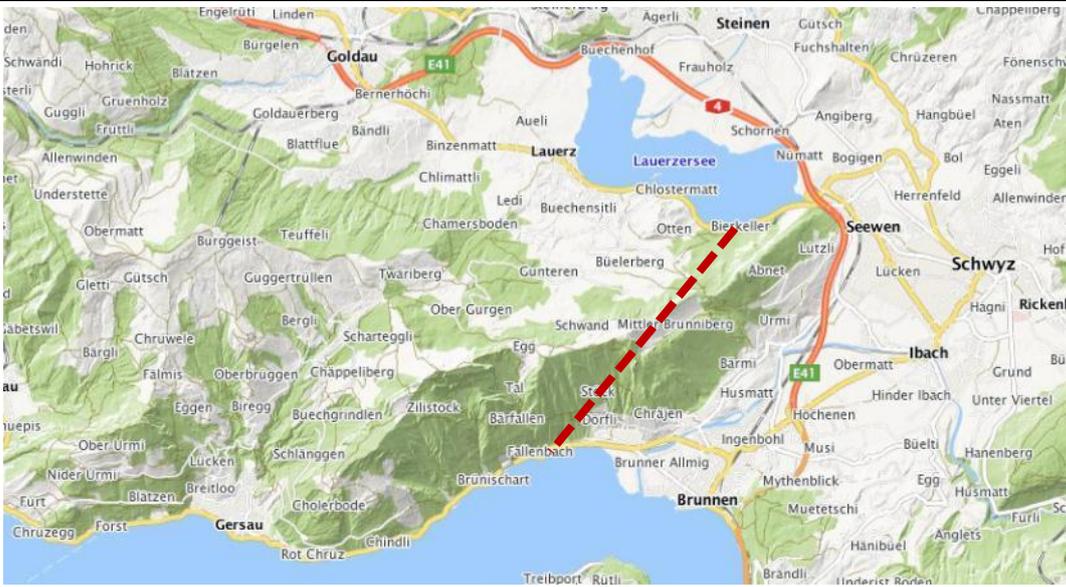
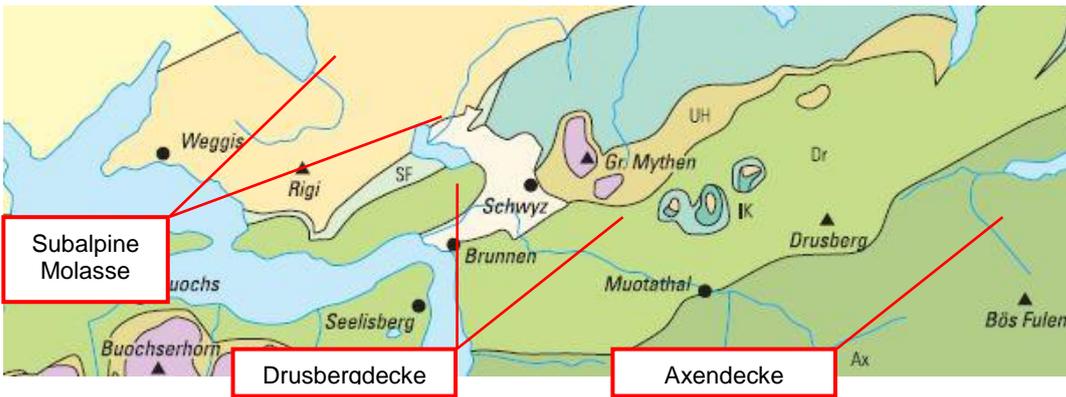
Inhalt: *Das Einlaufbauwerk liegt unmittelbar vor der Autobahn*



Inhalt: *Bereich Auslauf Zugersee (Variante 1)*



Inhalt: *Bereich Auslauf Rigiaa, Sicht Richtung Rossberg/Goldau (Variante 2)*

V4: Stollen in Vierwaldstättersee (Variante "Bierkeller")																			
Situation																			
Beschrieb	Zur Entlastung des Systems Lauerzersee-Seewern-Muota wird das Wasser mittels einer regulierten Stollens in den Vierwaldstättersee abgeleitet, der als Retentionsbecken wirkt (d.h. der zusätzliche Zufluss wird durch den Vierwaldstättersee für den Abfluss in der Reuss gedrosselt).																		
Technische Daten	Kapazität: 35 m ³ /s Länge: 3.8 km Durchmesser: 4.5 m																		
Kosten	<table border="0"> <tr> <td>Einlaufbauwerk Lauerzersee inkl. Regulierorgan</td> <td></td> </tr> <tr> <td><i>Abmessung: ca. 30m x 20m, Tiefe 6m</i></td> <td>2.0 Mio.</td> </tr> <tr> <td>Auslaufbauwerk Vierwaldstättersee</td> <td></td> </tr> <tr> <td><i>Abmessung: ca. 30m x 20m, Tiefe 6m</i></td> <td>1.3 Mio.</td> </tr> <tr> <td>Tunnelvortrieb inkl. Spritzbetonsicherung Vollsicherung</td> <td>42.5 Mio.</td> </tr> <tr> <td>Wasserhaltung Tunnelvortrieb</td> <td>2.0 Mio.</td> </tr> <tr> <td>Injektionen</td> <td>2.0 Mio.</td> </tr> <tr> <td>Risikozuschlag Geologie und Unvorhergesehenes (ca. 15%)</td> <td>6.0 Mio.</td> </tr> <tr> <td>Kosten Stollen inkl. Ein- und Auslaufbauwerk</td> <td>56 Mio.</td> </tr> </table>	Einlaufbauwerk Lauerzersee inkl. Regulierorgan		<i>Abmessung: ca. 30m x 20m, Tiefe 6m</i>	2.0 Mio.	Auslaufbauwerk Vierwaldstättersee		<i>Abmessung: ca. 30m x 20m, Tiefe 6m</i>	1.3 Mio.	Tunnelvortrieb inkl. Spritzbetonsicherung Vollsicherung	42.5 Mio.	Wasserhaltung Tunnelvortrieb	2.0 Mio.	Injektionen	2.0 Mio.	Risikozuschlag Geologie und Unvorhergesehenes (ca. 15%)	6.0 Mio.	Kosten Stollen inkl. Ein- und Auslaufbauwerk	56 Mio.
Einlaufbauwerk Lauerzersee inkl. Regulierorgan																			
<i>Abmessung: ca. 30m x 20m, Tiefe 6m</i>	2.0 Mio.																		
Auslaufbauwerk Vierwaldstättersee																			
<i>Abmessung: ca. 30m x 20m, Tiefe 6m</i>	1.3 Mio.																		
Tunnelvortrieb inkl. Spritzbetonsicherung Vollsicherung	42.5 Mio.																		
Wasserhaltung Tunnelvortrieb	2.0 Mio.																		
Injektionen	2.0 Mio.																		
Risikozuschlag Geologie und Unvorhergesehenes (ca. 15%)	6.0 Mio.																		
Kosten Stollen inkl. Ein- und Auslaufbauwerk	56 Mio.																		
Besonderes	<p>Geologie ab Einlaufbauwerk</p> 																		

- ca. 20m Moräne
- ca. 3680m Fels
 - Die Schichten der Urmiberg-Schuppe umfassen Gesteine des Tertiärs (Mergel, Sandsteine und Kalkmergel) und der Kreide (Kalke, Kalkmergel, Mergel, Kieselkalke).
 - Die Schichten fallen generell nach Südosten ein.
 - Die Gesteine des Subalpinen Flysches bestehen aus Kalken, Kalkmergel und Mergel und sind tektonisch beansprucht (tektonisches Mélange).
 - Die Gesteine der Subalpinen Molasse bestehen aus Konglomeraten, Nagelfluh und Mergel.
 - Bei beiden Bruchsystemen muss damit gerechnet werden, dass sie sich bis auf das Niveau des Stollens fortsetzen.
- ca. 50m Aufschüttung

Wasserführung

In den Kalken der Urmiberg-Schuppe (z.B. Seewer-Kalk, Schratzenkalk) ist aufgrund der Verkarstung und Bruchtektonik mit einer Wasserführung zu rechnen. Die Flysche und die Subalpine Molasse sind dagegen eher schlechter durchlässig.

Realisierung des Vortriebes

- Linienführung: Gerade oder im Bogen (Geologie massgebend), ev. ca. 100 m Tagbau
- Auskleidung: 20 cm Spritzbeton armiert
- Ausbruch: bergmännisch
- Ausbruchfläche: 13-15 m²

Vor-/Nachteile

- Keine Massnahmen an Seewern und Muota nötig
- Vergleichsweise teure Massnahme
- Geologische Verhältnisse unklar
- "Zusatzgefährdung" der Unterlieger unbekannt (Vierwaldstättersee, Reuss)
- Seeanstieg Vierwaldstättersee von ca. 3 cm erwartet

Fotodokumentation



Inhalt: Lage Einlauf Bierkeller ab Lauerzersee

V5a: Kurzstollen Urmiberg																							
Situation	 <p>Die ungenügende Abflusskapazität im Oberlauf der Seewern (Seeauslauf bis Restaurant Bauernhof) wird mit einem Stollen durch den Urmiberg ausgebaut. Dadurch kann auf einen komplizierten Ausbau der Seewern im engen Siedlungsraum verzichtet werden. Der Stollen mündet unterhalb des Restaurants Bauernhof in die Seewern. Ein Ausbau der Seewern zwischen Einmündung des Stollens und dem Nietenbach bleibt nötig.</p>																						
Beschrieb	<p>Der regulierte Einlauf des Stollens liegt beim Felskopf ca. 200 m westlich des Kreisels. Das Bauwerk liegt unterhalb des mittleren Seewasserspiegels, was eine entsprechende Wasserhaltung während der Bauphase nötig macht.</p> <p>Das Auslaufbauwerk liegt unterhalb des Restaurants Bauernhof. Auf den letzten ca. 100 m kann der Entlastungsstollen ev. im Tagbau realisiert werden.</p> <p>Der Ausbau der Seewern erfolgt auf rund 850 m gemäss der Variante "Ausbau Seewern".</p>																						
Technische Daten	<p>Ausbauwassermenge: 35 m³/s Durchmesser Stollen: 4.0 m Länge Ausbau Stollen: ca. 550 m Länge Ausbau Seewern: ca. 850 m (vgl. "Teilausbau Seewern") Länge Ausbau gesamt: ca. 1400 m</p>																						
Kosten	<table border="0"> <tr> <td>Einlaufbauwerk Lauerzersee inkl. Regulierorgan</td> <td></td> </tr> <tr> <td><i>Abmessung: ca. 30m x 20m, Tiefe 6m</i></td> <td>2.0 Mio.</td> </tr> <tr> <td>Auslaufbauwerk Seewern</td> <td></td> </tr> <tr> <td><i>Abmessung: ca. 30m x 20m, Tiefe 6m</i></td> <td>1.3 Mio.</td> </tr> <tr> <td>Stollen inkl. Spritzbetonsicherung Vollsicherung</td> <td>5.5 Mio.</td> </tr> <tr> <td>Wasserhaltung Tunnelvortrieb</td> <td>0.5 Mio.</td> </tr> <tr> <td>Injektionen</td> <td>0.4 Mio.</td> </tr> <tr> <td>Risikozuschlag Geologie und Unvorhergesehenes (15%)</td> <td>2.0 Mio.</td> </tr> <tr> <td>Kosten Stollen inkl. Ein-und Auslaufbauwerk</td> <td><u>12 Mio.</u></td> </tr> <tr> <td>Kosten Teilausbau Seewern (s. unten):</td> <td>8 Mio.</td> </tr> <tr> <td>Total Kosten Entlastungsstollen inkl. Teilausbau Seewern</td> <td><u>20 Mio.</u></td> </tr> </table>	Einlaufbauwerk Lauerzersee inkl. Regulierorgan		<i>Abmessung: ca. 30m x 20m, Tiefe 6m</i>	2.0 Mio.	Auslaufbauwerk Seewern		<i>Abmessung: ca. 30m x 20m, Tiefe 6m</i>	1.3 Mio.	Stollen inkl. Spritzbetonsicherung Vollsicherung	5.5 Mio.	Wasserhaltung Tunnelvortrieb	0.5 Mio.	Injektionen	0.4 Mio.	Risikozuschlag Geologie und Unvorhergesehenes (15%)	2.0 Mio.	Kosten Stollen inkl. Ein-und Auslaufbauwerk	<u>12 Mio.</u>	Kosten Teilausbau Seewern (s. unten):	8 Mio.	Total Kosten Entlastungsstollen inkl. Teilausbau Seewern	<u>20 Mio.</u>
Einlaufbauwerk Lauerzersee inkl. Regulierorgan																							
<i>Abmessung: ca. 30m x 20m, Tiefe 6m</i>	2.0 Mio.																						
Auslaufbauwerk Seewern																							
<i>Abmessung: ca. 30m x 20m, Tiefe 6m</i>	1.3 Mio.																						
Stollen inkl. Spritzbetonsicherung Vollsicherung	5.5 Mio.																						
Wasserhaltung Tunnelvortrieb	0.5 Mio.																						
Injektionen	0.4 Mio.																						
Risikozuschlag Geologie und Unvorhergesehenes (15%)	2.0 Mio.																						
Kosten Stollen inkl. Ein-und Auslaufbauwerk	<u>12 Mio.</u>																						
Kosten Teilausbau Seewern (s. unten):	8 Mio.																						
Total Kosten Entlastungsstollen inkl. Teilausbau Seewern	<u>20 Mio.</u>																						

Besonderes	Geologie ab Einlaufbauwerk	
	<p>ca. 50m Seeablagerung ca. 350m Fels</p> <ul style="list-style-type: none"> - Die Schichten der Urmiberg-Schuppe umfassen Gesteine des Tertiärs (Mergel, Sandsteine und Kalkmergel) und der Kreide (Kalke, Kalkmergel, Mergel, Kieselkalke) - Die Schichten fallen generell nach Südosten ein - Die Gesteine des Subalpinen Flysches bestehen aus Kalken, Kalkmergel und Mergel und sind tektonisch beansprucht (tektonisches Mélange) - Die Gesteine der Subalpinen Molasse bestehen aus Konglomeraten, Nagelfluh und Mergel - Bei beiden Bruchsystemen muss damit gerechnet werden, dass sie sich bis auf das Niveau des Stollens fortsetzen. <p>ca. 150m Moräne, Seeablagerung, Bachschotter</p>	
	Wasserführung	
	<p>In den Kalken der Urmiberg-Schuppe (z.B. Seewer-Kalk, Schratzenkalk) ist aufgrund der Verkarstung und Bruchtektonik mit einer Wasserführung zu rechnen. Die Flysche und die Subalpine Molasse sind dagegen eher schlechter durchlässig.</p>	
	Realisierung des Vortriebes	
	<p>Linienführung: Gerade oder im Bogen (Geologie massgebend), ev. ca. 100 m Tagbau Auskleidung: 20 cm Spritzbeton armiert Ausbruch: bergmännisch Ausbruchfläche: 13-15 m²</p>	
Vor-/Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> + Aufwertung Gewässerraum und Gerinnemorphologie (Revitalisierung) + Kein Gerinneausbau im dicht bebauten Siedlungsgebiet nötig 	<ul style="list-style-type: none"> - Geologische Verhältnisse unklar

Fotodokumentation



Inhalt: Situation Kurzstollen (schematisch)



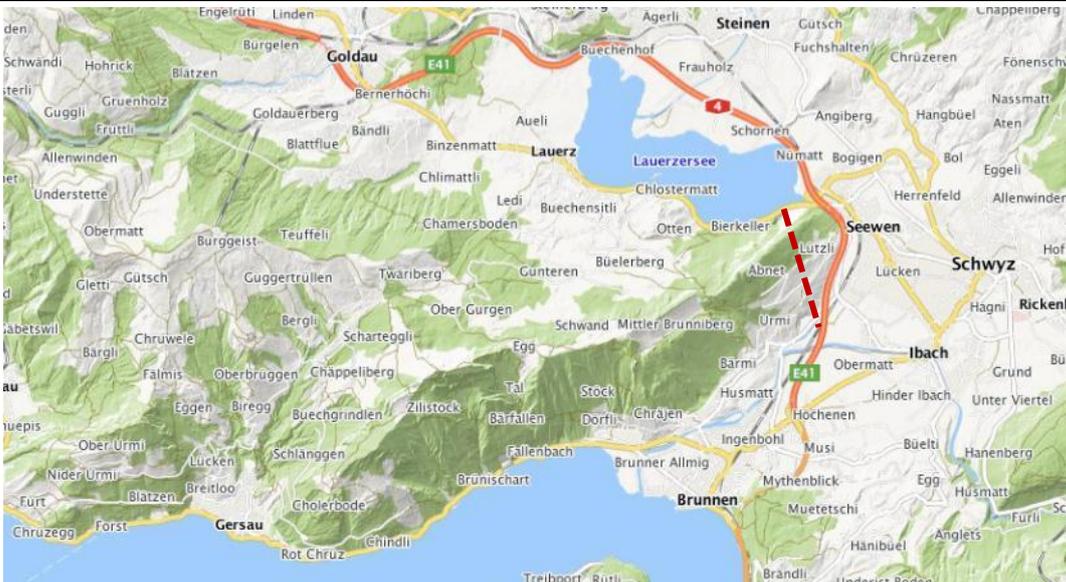
Inhalt: Der Urmiberg (Silberene-Decke) gehört wie die Rigi Hochflue (Bächistock-Decke) zu den Helvetischen Randketten

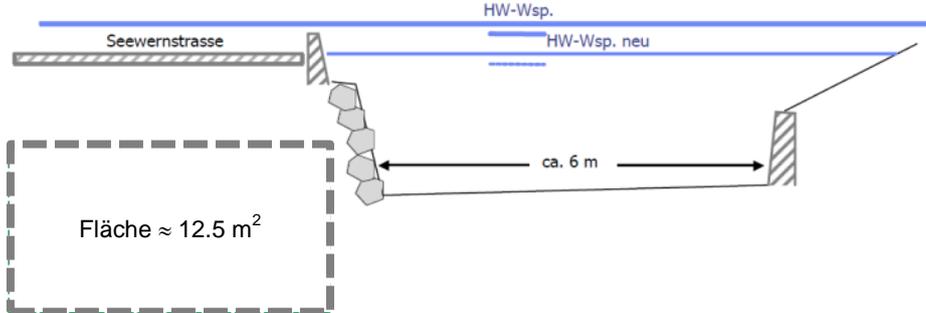


Inhalt: Einlauf Urmibergstollen in Seewen (roter Kreis)



Inhalt: Bereich Auslaufbauwerk Urmibergstollen "kurz"

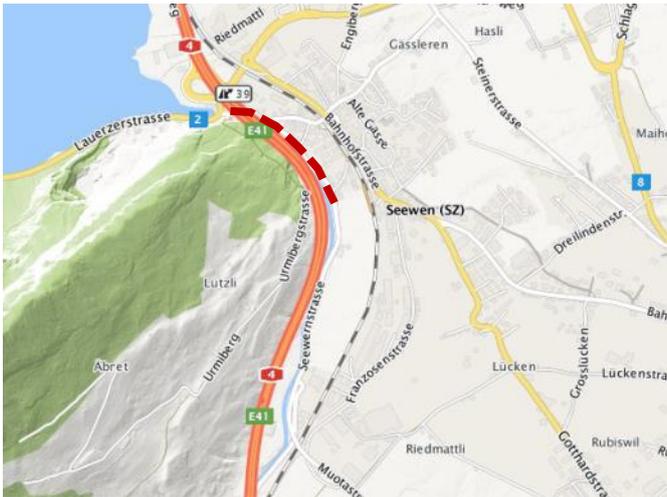
V5b: Langstollen Urmiberg			
Situation	 <p>Die ungenügende Abflusskapazität im Oberlauf der Seewern (Seeauslauf bis Restaurant Bauernhof) wird mit einem Stollen durch den Urmiberg ausgebaut. Dadurch kann auf einen komplizierten Ausbau der Seewern im engen Siedlungsraum verzichtet werden. Der Stollen mündet unterhalb der Einmündung des Nietenbachs in die Seewern. Ein Ausbau der Seewern oberhalb der Einmündung des Nietenbach entfällt.</p>		
Beschrieb	<p>Der regulierte Einlauf des Stollens liegt beim Felskopf ca. 200 m westlich des Kreisels. Das Bauwerk liegt unterhalb des mittleren Seewasserspiegels, was eine entsprechende Wasserhaltung während der Bauphase nötig macht.</p> <p>Das Auslaufbauwerk liegt unterhalb der Einmündung des Nietenbachs. Auf den letzten ca. 100 m kann der Entlastungsstollen ev. im Tagbau realisiert werden.</p>		
Technische Daten	<p>Ausbauwassermenge: 35 m³/s Durchmesser Stollen: 4.0 m Länge Ausbau Stollen: ca. 1500 m</p>		
Kosten	<p>Einlaufbauwerk Lauerzersee inkl. Regulierorgan</p> <p><i>Abmessung: ca. 30m x 20m, Tiefe 6m</i> 2.0 Mio.</p> <p>Auslaufbauwerk Seewern</p> <p><i>Abmessung: ca. 30m x 20m, Tiefe 6m</i> 1.3 Mio.</p> <p>Stollen inkl. Spritzbetonsicherung Vollsicherung 15.0 Mio. Wasserhaltung Tunnelvortrieb 1.5 Mio. Injektionen 1.2 Mio. Risikozuschlag Geologie und Unvorhergesehenes (15%) 3.2 Mio.</p> <p>Kosten Stollen inkl. Ein- und Auslaufbauwerk <u>24 Mio.</u></p>		
Besonderes	<p>Geologie ab Einlaufbauwerk, Wasserführung, Realisierung des Vortriebes</p> <p>➔ vgl. Dokumentation Massnahme "V5a: Kurzstollen Urmiberg"</p>		
Vor-/Nachteile	<table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <p>+ Kein Gerinneausbau im dicht bebauten Siedlungsgebiet nötig</p> </td> <td style="vertical-align: top;"> <p>- Geologische Verhältnisse unklar - Gefahrenbereiche Seewern bleiben - keine ökologische Aufwertung</p> </td> </tr> </table>	<p>+ Kein Gerinneausbau im dicht bebauten Siedlungsgebiet nötig</p>	<p>- Geologische Verhältnisse unklar - Gefahrenbereiche Seewern bleiben - keine ökologische Aufwertung</p>
<p>+ Kein Gerinneausbau im dicht bebauten Siedlungsgebiet nötig</p>	<p>- Geologische Verhältnisse unklar - Gefahrenbereiche Seewern bleiben - keine ökologische Aufwertung</p>		

V6: Bypass Seewern unter Seewernstrasse																											
Situation	Die ungenügende Abflusskapazität im Oberlauf der Seewern (Seeauslauf bis Restaurant Bauernhof) wird mit einem regulierten Bypass unter der Seewernstrasse ausgebaut. Dadurch kann auf einen komplizierten Ausbau der Seewern im engen Siedlungsraum verzichtet werden. Der Bypass mündet unterhalb des Restaurants Bauernhof in die Seewern. Ein Ausbau der Seewern zwischen Einmündung des Stollens und dem Nietenbach bleibt nötig. Die Massnahme ist v.a. im Falle einer allfälligen Neugestaltung der Strasse sinnvoll.																										
Beschrieb	Der Bypass-Stollen (Querschnitt 12.5 m ²) wird im Tagbau oder mittels Mikrotunneling unter der Seewernstrasse erstellt. Der Einlauf liegt unterhalb der Brücke Lauerzerstrasse (Barcarola). Das Auslaufbauwerk liegt unterhalb des Restaurants Bauernhof.																										
Technische Daten	Entlastungskanal im Tagbau unter der Seewernstrasse (inkl. Neubau Strasse) Rechteckprofil 2.5 x 5.0 m Baugrube 4.0 x 7.0 m Länge Bypass: ca. 550 m																										
Kosten	<table border="0"> <tr> <td>Baugrubenabschluss Spundwände inkl. Aussteifung</td> <td></td> </tr> <tr> <td> <i>Spundwände: Länge 1100m x Tiefe 12m:</i></td> <td>1.6 Mio.</td> </tr> <tr> <td> <i>Longarine: HEB 400, 2 x 550m, 180t à CHF 2'200</i></td> <td>0.4 Mio.</td> </tr> <tr> <td> <i>Quersprieße: HEB500, 106 St x 13m, 300t à CHF 2'200</i></td> <td>0.7 Mio.</td> </tr> <tr> <td>Strassenabbruch und –neubau (CHF 2'500.-/m')</td> <td>1.4 Mio.</td> </tr> <tr> <td>Wasserhaltung</td> <td>0.7 Mio.</td> </tr> <tr> <td>Aushub fest, Transport, Deponie (15'000m³ x CHF 120.-/m³)</td> <td>1.8 Mio.</td> </tr> <tr> <td>Ein- und Auslaufbauwerk</td> <td>1.8 Mio.</td> </tr> <tr> <td>Bauwerk Bypass: 8.5m³ x 550m → 5'000m³ à CHF 400</td> <td>2.0 Mio.</td> </tr> <tr> <td>Verkehrsmassnahmen, Werkleitungen, Unvorhergesehenes (15%)</td> <td>1.6 Mio.</td> </tr> <tr> <td>Total Kosten Bypass (exkl. Ausbau Seewern)</td> <td><u>12 Mio.</u></td> </tr> <tr> <td>Kosten Teilausbau Seewern (s. unten):</td> <td>8 Mio.</td> </tr> <tr> <td>Total Kosten Bypass inkl. Teilausbau Seewern</td> <td><u>20 Mio.</u></td> </tr> </table>	Baugrubenabschluss Spundwände inkl. Aussteifung		<i>Spundwände: Länge 1100m x Tiefe 12m:</i>	1.6 Mio.	<i>Longarine: HEB 400, 2 x 550m, 180t à CHF 2'200</i>	0.4 Mio.	<i>Quersprieße: HEB500, 106 St x 13m, 300t à CHF 2'200</i>	0.7 Mio.	Strassenabbruch und –neubau (CHF 2'500.-/m')	1.4 Mio.	Wasserhaltung	0.7 Mio.	Aushub fest, Transport, Deponie (15'000m ³ x CHF 120.-/m ³)	1.8 Mio.	Ein- und Auslaufbauwerk	1.8 Mio.	Bauwerk Bypass: 8.5m ³ x 550m → 5'000m ³ à CHF 400	2.0 Mio.	Verkehrsmassnahmen, Werkleitungen, Unvorhergesehenes (15%)	1.6 Mio.	Total Kosten Bypass (exkl. Ausbau Seewern)	<u>12 Mio.</u>	Kosten Teilausbau Seewern (s. unten):	8 Mio.	Total Kosten Bypass inkl. Teilausbau Seewern	<u>20 Mio.</u>
Baugrubenabschluss Spundwände inkl. Aussteifung																											
<i>Spundwände: Länge 1100m x Tiefe 12m:</i>	1.6 Mio.																										
<i>Longarine: HEB 400, 2 x 550m, 180t à CHF 2'200</i>	0.4 Mio.																										
<i>Quersprieße: HEB500, 106 St x 13m, 300t à CHF 2'200</i>	0.7 Mio.																										
Strassenabbruch und –neubau (CHF 2'500.-/m')	1.4 Mio.																										
Wasserhaltung	0.7 Mio.																										
Aushub fest, Transport, Deponie (15'000m ³ x CHF 120.-/m ³)	1.8 Mio.																										
Ein- und Auslaufbauwerk	1.8 Mio.																										
Bauwerk Bypass: 8.5m ³ x 550m → 5'000m ³ à CHF 400	2.0 Mio.																										
Verkehrsmassnahmen, Werkleitungen, Unvorhergesehenes (15%)	1.6 Mio.																										
Total Kosten Bypass (exkl. Ausbau Seewern)	<u>12 Mio.</u>																										
Kosten Teilausbau Seewern (s. unten):	8 Mio.																										
Total Kosten Bypass inkl. Teilausbau Seewern	<u>20 Mio.</u>																										
Besonderes	<p>Querprofile Varianten Rechteckprofil und Kreisprofil</p>  <p>Ein Bypass der Seewern würde ohne weitere Massnahmen zu einer Absenkung des mittleren Seepegels führen und hätte somit negative Auswirkungen auf die Ökologie der Flachmoore sowie auf den Grundwasserspiegel rund um den See. Dies wiederum hätte weitere Setzungen im Gebiet Niedermatt (Lauerz) zur Folge. Die Massnahme "Bypass" erfordert daher zwingend eine Regulierung des Abflusses.</p> <p>Der Bypass ist nur in Zusammenhang mit einer Strassensanierung sinnvoll. Die Risiken bezüglich Werkleitungen sind schwer abschätzbar und können zu Mehrkosten führen.</p>																										

Hochwasserschutz Lauerzersee – Grundsätzliche Möglichkeiten zur Reduktion der Hochwasserrisiken
Massnahmenvarianten (Datenblätter)

<p>Vor-/Nachteile</p>	<p>+ Synergie im Falle einer gleichzeitigen Strassensanierung nutzbar</p>	<p>--Risiko Werkleitungen schwer abschätzbar (Mehrkosten!) Seewernstrasse über Monate gesperrt, Zufahrt zu Liegenschaften erschwert - Unsichere Geologie (Annahme: Fels, Auffüllung, Bach-/Seeablagerung)</p>
------------------------------	---	---

Fotodokumentation



Inhalt: Situation Bypass unter der Seewernstrasse (rot)



Inhalt: Einlaufbereich Bypass unter Autobahnviadukt



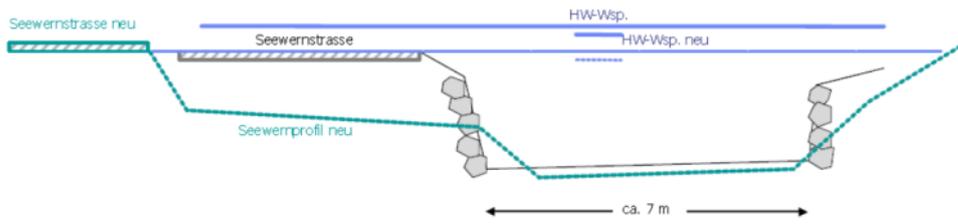
Inhalt: Abschnitt oberhalb Bauernhof (gegen Fliessrichtung)



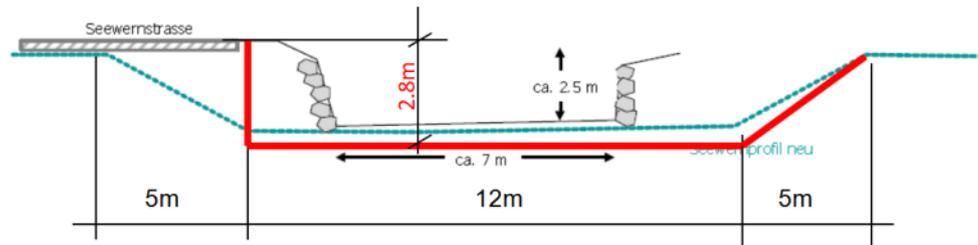
Inhalt: Restaurant Bauernhof (in Fliessrichtung)



Inhalt: Bereich Auslaufbauwerk Bypass

Teilausbau Seewern Unterlauf (= Bestandteil der beiden Varianten V5: Kurzstollen Urmiberg und V6: Bypass Seewern unter Seewernstrasse)																	
Situation																	
Beschrieb	<p>Die Seewern wird unterhalb des Restaurant Bauernhof auf eine Kapazität von 35 m³/s ausgebaut. Dazu ist eine Vergrößerung des Abflussquerschnitts von rund 12 bis 15 m² nötig. Die Sohle wird bis max. 0.5 m (im Bereich Rest. Bauernhof) abgesenkt.</p>																
Technische Daten	<table border="0"> <tr> <td>Länge Gerinneausbau,:</td> <td>850 m</td> <td>Strassenneubau:</td> <td>400 m</td> </tr> <tr> <td>Felsabbau:</td> <td>200 m³</td> <td>Uferverbauung:</td> <td>300 m</td> </tr> <tr> <td>Landerwerb:</td> <td>3'200 m²</td> <td>Prov. Querbrücken:</td> <td>5 St.</td> </tr> <tr> <td>Strassenabbruch:</td> <td>400 m</td> <td>Neubau Querbrücken:</td> <td>5 St.</td> </tr> </table>	Länge Gerinneausbau,:	850 m	Strassenneubau:	400 m	Felsabbau:	200 m ³	Uferverbauung:	300 m	Landerwerb:	3'200 m ²	Prov. Querbrücken:	5 St.	Strassenabbruch:	400 m	Neubau Querbrücken:	5 St.
Länge Gerinneausbau,:	850 m	Strassenneubau:	400 m														
Felsabbau:	200 m ³	Uferverbauung:	300 m														
Landerwerb:	3'200 m ²	Prov. Querbrücken:	5 St.														
Strassenabbruch:	400 m	Neubau Querbrücken:	5 St.														
Kosten	<table border="0"> <tr> <td>Gerinneausbau inkl. Felsabbau (CHF 4'300.-/m')</td> <td>3.7 Mio.</td> </tr> <tr> <td>Strassenabbruch und –neubau (CHF 2'500.-/m')</td> <td>1.0 Mio.</td> </tr> <tr> <td>Uferverbauung (CHF 1'700.-/m')</td> <td>0.5 Mio.</td> </tr> <tr> <td>Neubau Querbrücken (5 Stück à CHF 80'000.-)</td> <td>0.4 Mio.</td> </tr> <tr> <td>Landerwerb (3'200 m² à CHF 500.-/m²)</td> <td>1.6 Mio.</td> </tr> <tr> <td>Unvorhergesehenes (ca. 10%)</td> <td>0.8 Mio.</td> </tr> <tr> <td>Total Ausbau Seewern (860 m)</td> <td>8 Mio.</td> </tr> </table>	Gerinneausbau inkl. Felsabbau (CHF 4'300.-/m')	3.7 Mio.	Strassenabbruch und –neubau (CHF 2'500.-/m')	1.0 Mio.	Uferverbauung (CHF 1'700.-/m')	0.5 Mio.	Neubau Querbrücken (5 Stück à CHF 80'000.-)	0.4 Mio.	Landerwerb (3'200 m ² à CHF 500.-/m ²)	1.6 Mio.	Unvorhergesehenes (ca. 10%)	0.8 Mio.	Total Ausbau Seewern (860 m)	8 Mio.		
Gerinneausbau inkl. Felsabbau (CHF 4'300.-/m')	3.7 Mio.																
Strassenabbruch und –neubau (CHF 2'500.-/m')	1.0 Mio.																
Uferverbauung (CHF 1'700.-/m')	0.5 Mio.																
Neubau Querbrücken (5 Stück à CHF 80'000.-)	0.4 Mio.																
Landerwerb (3'200 m ² à CHF 500.-/m ²)	1.6 Mio.																
Unvorhergesehenes (ca. 10%)	0.8 Mio.																
Total Ausbau Seewern (860 m)	8 Mio.																
Besonderes	<p>Querprofile unterhalb Restaurant Bauernhof mit Strassenneubau und Landerwerb</p> <p>In Abhängigkeit der Raumverhältnisse werden zwei Fälle unterschieden:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Aufweitung der Seewern strassenseitig (links) mit Verlegung der Strasse. 																
																	

2. Aufweitung der Seewern rechts mit Landerwerb im Landwirtschaftsgebiet.



Einfluss der Sohlenabsenkung auf das Grundwasser

Die Geologie entlang der Seewern wird durch Bach- und Seeablagerungen geprägt. Durch die Sohlenabsenkung wird der Grundwasserspiegel wie folgt beeinflusst:

- Vermehrter Grundwasserzufluss in die Seewern.
- Grundwasserzufluss erzeugt je nach Geologie eine relativ flache Absenkkurve.

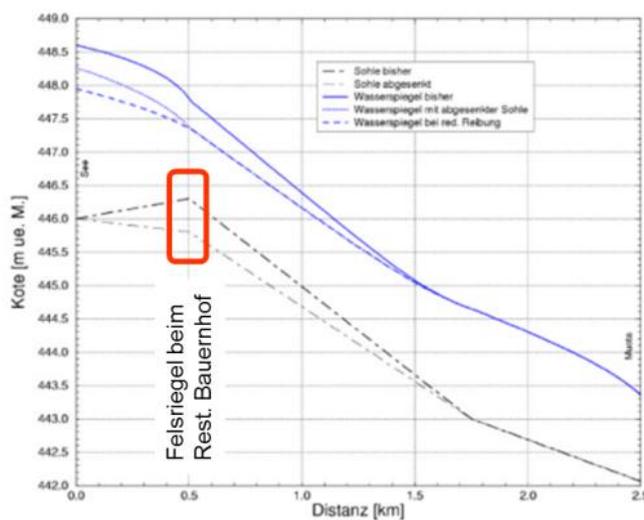
Bei den Häusern entlang der Seewernstrasse muss mit kleinen, gleichmässigen Setzungen gerechnet werden (das Schadenspotential ist jedoch klein).

Vor-/Nachteile

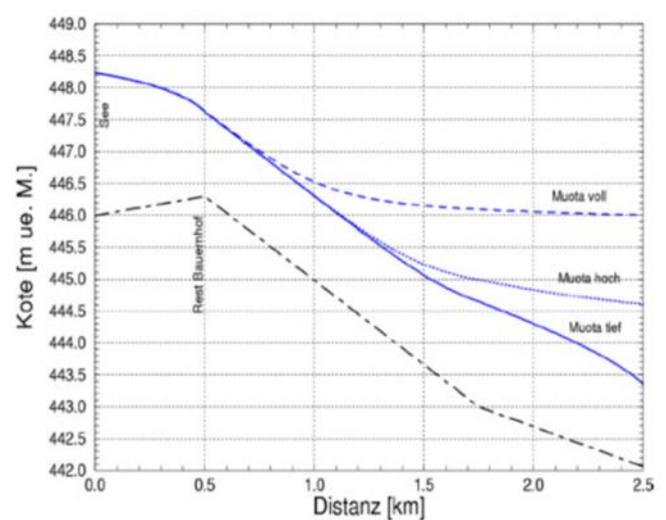
+ Aufwertung Gewässerraum und Gerinnemorphologie (Revitalisierung)

- Rückstau der Muota: Kapazität Seewern bleibt für seltene Hochwasser kritisch, Restgefährdung bleibt bestehen
- Einhaltung Gewässerraum (Mindestbreite) kaum realisierbar

Fotodokumentation



Inhalt: Sohlenabsenkung (schematisch)



Inhalt: Längenprofil der Seewern für Hochwasserabfluss 26 m³/s

Hochwasserschutz Lauerzersee – Grundsätzliche Möglichkeiten zur Reduktion der Hochwasserrisiken
Massnahmenvarianten (Datenblätter)



Inhalt: Abschnitt direkt unterhalb Restaurant Bauernhof mit Aufweitung rechts (Blick in Fließrichtung)



Inhalt: Abschnitt direkt unterhalb Restaurant Bauernhof mit Aufweitung rechts (Blick gegen Fließrichtung)



Inhalt: Abschnitt mit Verlegung der Strasse, Aufweitung links (Blick in Fließrichtung)



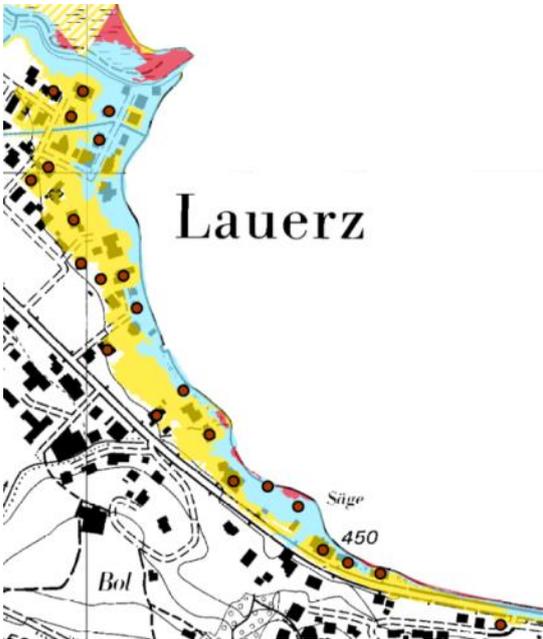
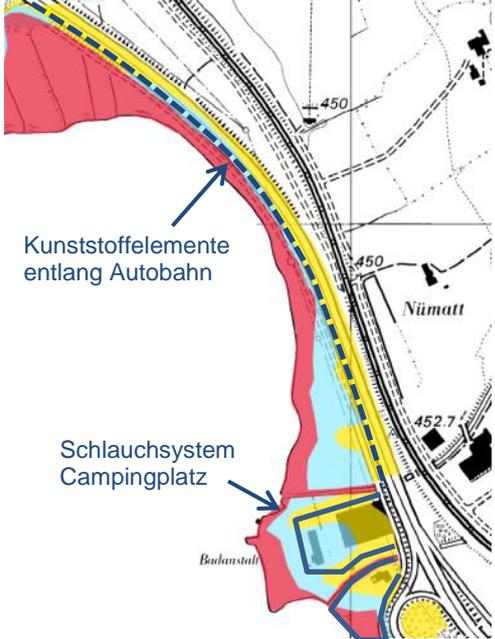
Inhalt: Abschnitt mit Verlegung der Strasse, Aufweitung links (Blick in Fließrichtung)



Inhalt: Abschnitt im Bereich Krematorium mit Verlegung der Strasse, Aufweitung links (Blick in Fließrichtung)



Inhalt: Abschnitt im Bereich der Feuerwehr mit Aufweitung rechts (Blick gegen Fließrichtung)

V7: Objektschutz	
Situation	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Lauerz (rot = betroffene Objekte)</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Campingplatz, Autobahn</p>  </div> </div>
	<p>Beim Hochwasserereignis 2005 waren in Lauerz 43 Objekte (z.B. Gebäude) betroffen. Weitere ca. 12 Objekte im Aazopf sowie der Campingplatz, die Badeanstalt und Eiskunstrbahn liegen ebenfalls im Gefahrenbereich und waren bei den vergangenen Hochwasserereignissen bereits betroffen.</p> <p>Einige Häuser wurden zwischenzeitlich angehoben oder abgerissen und neu erstellt (Neubau auf hochwassersicherer Kote). Gemäss Angaben vom Kanton und der Gemeinde Lauerz ist von einer verbleibenden Gefährdung von ca. 30 Gebäuden auszugehen. Zudem sind verschiedene Verkehrsachsen (u.a. die Autobahn und die Lauerzerstrasse) sowie die ARA hochwassergefährdet.</p> <p>Für die Hochwassergefährdung im Uferbereich des Lauerzersees sind unterschiedliche Prozesse verantwortlich. Nebst einer Gefährdung durch Seehochwasser des Lauerzersees sind auch die Überflutungsbereiche der verschiedenen Bäche, Grundwasseraufstoss sowie Rückstau durch die Kanalisation zu berücksichtigen. Aus diesem Grund ist eine einfache Abschirmung des Seehochwassers (z.B. mit mobilen Elementen) für die Gemeinde Lauerz nicht sinnvoll. Eine Beurteilung auf Stufe Einzelobjekt ist zwingend.</p>
Beschrieb	<p>Grundsätzlich stehen für den Objektschutz die Varianten <i>Abschirmung</i>, <i>Abdichtung</i> oder <i>erhöhte Anordnung</i> zur Auswahl. Bei Neubauten wird eine Mindest-Kote für Gebäudeöffnungen vorgegeben (450.25 m ü. M.). Bestehende Bauten sind entweder anzuheben oder entsprechend abzudichten (Variantenentscheid auf Stufe Einzelobjekt). Ein Rückstauschutz ist in jedem Fall zwingend.</p> <p>Für den Campingplatz und den gefährdeten Autobahnabschnitt ist eine Abschirmung mittels mobilen Schutzsystemen vorgesehen. Auch hier ist der Rückstauschutz sicherzustellen. Die Strasse von Lauerz nach Seewern wird gesperrt.</p> <p>Der Objektschutz in Seewern erfolgt im Wesentlichen durch Abschirmung der Gebäude auf der linken Strassenseite, sodass die Strasse als zusätzlicher Abflusskorridor zur Verfügung steht. Die verbleibenden Gebäude im Abflusskorridor, wie die Restaurants Kreuz und Bauernhof sowie die rechtsufrige Liegenschaft dazwischen sind durch Abdichtung der vorhandenen Gebäudeöffnungen zu schützen.</p>

Technische Daten	<p>Objektschutz der Liegenschaften auf Stufe Einzelobjekt zu beurteilen (Abbruch/Neubau, Anheben des Gebäudes, Abdichten der Öffnungen, Rückstauschutz). Campingplatz: Doppelschlauchsystem (Mobildeich) inkl. Installationsgerät, Durchmesser 120 cm, Länge 540 m Autobahn: HWS-Kunststoffelemente (AE-KS 150) entlang Pannenstreifen, Höhe 80 cm, Länge 800 m</p>	
Kosten	<p>Richtpreis für Anheben einer Liegenschaft Mobiler Objektschutz Campingplatz (Schlauchsystem) Mobiler Objektschutz Autobahn (Kunststoffelemente)</p>	<p>ca. CHF 100'000 ca. CHF 500'000 ca. CHF 400'000</p>
<p>Zum Schutz der betroffenen Objekte im Bereich des Seehochwassers sind Investitionskosten von insgesamt CHF 5 Mio. nötig.</p>		
Besonderes	<p>Die Reduktion des Risikos (Schutz der Sachwerte) erfolgt in Eigenverantwortung durch die Eigentümer. Für Beteiligung der öffentlichen Hand an Objektschutzmassnahmen fehlt derzeit eine rechtliche Grundlage. Ein Förderprogramm zur Beteiligung an den Massnahmenkosten der Privaten durch die öffentliche Hand (analog zum auslaufenden Förderprogramm Energie) ist zu prüfen.</p>	
Vor-/Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> + Risikobetrachtung erfolgt auf Stufe Einzelobjekt direkt durch Eigentümer (optimaler Einsatz der Mittel) + Geringe Investitionskosten für die öffentliche Hand + Bestehende Notfallplanung nutzbar 	<ul style="list-style-type: none"> - Folgekosten für die öffentlichen Hand schwer abschätzbar (Feuerwehr, Zivilschutz, Reparaturen an Infrastruktur) - Schäden an und Gefährdung durch Siedlungsentwässerung sind kaum zu verhindern (z.B. ARA) - Entlastung der Siedlungsentwässerung führt bei Hochwasser zu Nährstoffeintrag in See und Moorlandschaften

Fotodokumentation



Inhalt: Doppelschlauchsystem (Quelle: www.aehws.ch)



Inhalt: Schutzsystem AE-KS 150 (Quelle: www.aehws.ch)

Hochwasserschutz Lauerzersee – Grundsätzliche Möglichkeiten zur Reduktion der Hochwasserrisiken
Massnahmenvarianten (Datenblätter)



Inhalt: *Beispiel einer erhöhten Anordnung in Lauerz.*



Inhalt: *Beispiel einer erhöhten Anordnung in Lauerz.*



Inhalt: *Beispiel einer erhöhten Anordnung in Lauerz.*



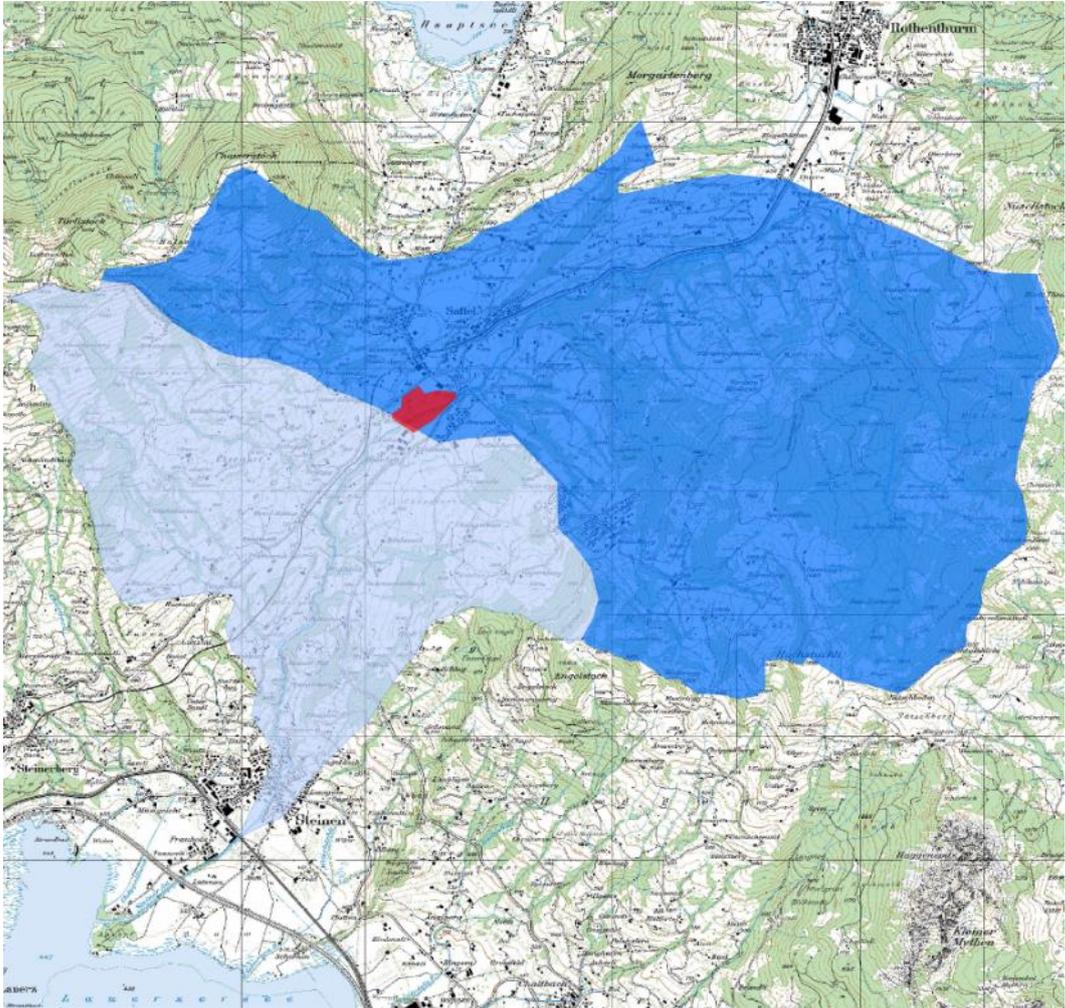
Inhalt: *Beispiel einer erhöhten Anordnung in Lauerz.*

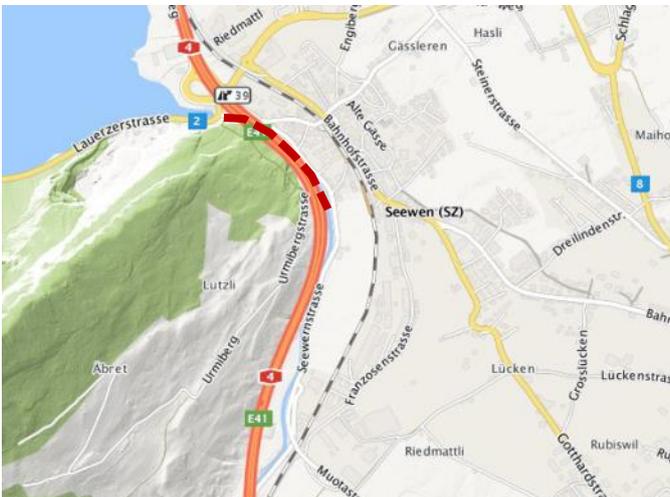


Inhalt: *Die Eiskunsthalle liegt erhöht und ist erst bei grossen Hochwasserereignissen betroffen.*



Inhalt: *Das Seebad sowie der angrenzende Campingplatz sind bereits bei häufigen Hochwasserereignissen betroffen.*

V8: Rückhalt im Einzugsgebiet der Steiner Aa	
Situation	 <p>Die Steiner Aa mit einem Einzugsgebiet von 27.8 km² und einem HQ100 von ca. 80 m³/s macht knapp 40 Prozent des Einzugsgebiets des Lauerzersees (72 km²) aus. Um den Hochwasserzufluss in den Lauerzersee zu reduzieren, soll das entsprechende Volumen oberhalb des Lauerzersee zurückgehalten werden. Das Einzugsgebiet der Steiner Aa bis zum Beckenstandort beträgt 18.6 km².</p>
Beschrieb	<p>Bei Sattel wird oberhalb der ARA im Gebiet Eumatt ein Hochwasserrückhaltebecken mit einer Fläche von ca. 100'000 m² erstellt. Das relativ flache Gebiet wird dabei bis max. 3 m eingestaut. Das entspricht einem Rückhaltevolumen von ca. 300'000 m³.</p>
Diskussion	<p>Die Fläche des Lauerzersees beträgt rund 3.1 km² bei mittlerem Wasserstand und nimmt bei Hochwasser um rund 1 km² zu.</p> <p>Eine Pegelreduktion bei einem 100-jährlichen Hochwasser (HW100 = 449.65 m ü. M.) auf das Massnahmenziel 448.40 m ü. M. entspricht somit einer Volumenreduktion von rund 4.5 Mio m³ Wasser. Dieses Volumen beträgt das 15-fache des berechneten Rückhaltevolumens im potentiellen Rückhalteraum im Gebiet Eumatt. Es wird deutlich, dass die Variante "Rückhalt im Einzugsgebiet" keinen relevante Einfluss auf die Gefahrenggebiete infolge Seehochwasser rund um den Lauerzersee hat.</p>
Fazit	<p>Aufgrund der vernachlässigbaren Wirkung von Rückhaltmassnahmen im Einzugsgebiet wird die Variante "Rückhalt im Einzugsgebiet" im Folgenden <u>nicht weiter untersucht</u>.</p>

V9: Pumpe und Druckleitung unter Seewern	
Beschrieb	Die ungenügende Abflusskapazität im Oberlauf der Seewern (Seeauslauf bis Restaurant Bauernhof) wird mit einer Druckleitung (Innendurchmesser $d = 3.0\text{ m}$) unter der Seewern ausgebaut (Realisierung des Vortriebs mittels Mikrotunneling). Die Druckleitung mündet unterhalb des Restaurants Bauernhof in die Seewern. Ein Ausbau der Seewern zwischen Einmündung der Druckleitung und dem Nietenbach bleibt nötig. Zudem ist für das System die Installation eines (redundanten) Pumpensystems nötig.
Diskussion	<p>Die Seeregulierung erfolgt über die Steuerung der Pumpenleistung. Somit kann ein Zielbereich mit Mindestkote definiert und angesteuert werden.</p> <p>Die Massnahme ist vom Ansatz her vergleichbar mit den Varianten "Bypass unter der Seewernstrasse" oder "Kurzstollen Urmiberg". Der Seeausfluss wird im Hochwasserfall über eine neue Entlastungsleitung vergrössert.</p> <p>Die Abhängigkeit von technischen Systemen birgt jedoch Risiken. Die nötige Redundanz (unabhängiges System) muss sichergestellt werden. Dazu ist ein zweites, unabhängiges Pumpensystem mit ebenfalls unabhängiger Energieversorgung nötig (Stromversorgung im Ereignisfall oder bei Stromausfall eines Versorgungssystems). Die Gewährleistung der Energieversorgung im Hochwasserfall stellt ein zu grosses Risiko dar.</p>
Fazit	Die technische Massnahme, den Seeausfluss im Hochwasserfall mittels einer Pumpe und Druckleitung zu erhöhen wird aufgrund der hohen Risiken als untauglich beurteilt und <u>nicht weiter untersucht</u> .
Fotodokumentation	
	
Inhalt: Situation der Druckleitung unter der Seewern	Inhalt: Einlaufbereich der Druckleitung (Pumpe)

Anhang 2

Bewertungsmatrix und Bewertung

Projektziele und Bewertungsschema Massnahmenvarianten HWS

- V1a Umleitung Steiner Aa
- V2 Ausbau Seewern
- V3 Ableitung in Zugersee
- V4 Ableitung in Vierwaldstättersee
- V5a Kurzstollen Urmiberg
- V5b Langstollen Urmiberg
- V6 Bypass Seewernstrasse
- V7 Objektschutz

Bewertungsskala:

- 5 sehr günstig (starke Verbesserung zu erwarten)
- 4 günstig (eher Verbesserung zu erwarten)
- 3 neutral (weder Verbesserung noch Verschlechterung)
- 2 ungünstig (eher Verschlechterung zu erwarten)
- 1 sehr ungünstig (starke Verschlechterung, grosse Konflikte zu erwarten)

Gesamtbewertung mit HOLINGER										
	V0	V1a	V2	V3	V4	V5a	V5b	V6	V7	
Hauptziele:	Unterziele = Bewertungskriterien:									
A Hochwassersicherheit: Die Variante gewährleistet einen ausreichenden, differenzierten Hochwasserschutz mit minimalem Restrisiko. Die Kosten sind optimiert. 33% Gewichtung	A1 Mit der Variante werden die in der Gefahrenkarte ausgewiesenen Schutzdefizitflächen bestmöglichst eliminiert.	2.3	3.4	4.3	4.2	4.5	4.4	4.5	4.3	3.6
	A2 Die Variante reduziert das verbleibende Restrisiko und reagiert gutmütig im Überlastfall.	2.3	3.0	4.2	4.0	4.5	4.3	4.3	4.3	3.1
	A3 Die Variante ist technisch einfach realisierbar. Die technischen Risiken sind gering.	3.7	2.3	2.7	1.6	2.6	3.3	2.8	2.7	3.0
	A4 Die Massnahmen der Variante weisen eine lange Lebensdauer auf und sind anspruchslos im Unterhalt.	3.3	2.8	3.9	2.2	2.6	2.9	2.5	3.1	2.6
	Durchschnittswertung Hochwassersicherheit	2.9	2.9	3.8	3.0	3.6	3.7	3.5	3.6	3.1
B Natur und Landschaft: Die Variante sieht einen natur- und landschaftsverträglichen Ausbau vor. 33% Gewichtung	B1 Die Variante schafft neue naturnahe Lebensräume, wertet die bestehenden Ökosysteme auf und/oder verbessert die Vernetzung der natürlichen Lebensräume.	2.9	2.2	3.4	1.9	2.7	2.8	2.6	2.9	2.9
	B2 Die Variante verbessert den ökomorphologischen Zustand der Gewässer.	2.8	2.1	3.1	2.2	2.4	2.7	2.5	2.6	2.9
	B3 Die Variante tangiert keine bedeutenden Natur- und Landschaftsschutzgebiete und beeinträchtigt das Landschaftsbild möglichst wenig.	3.6	2.6	3.3	1.8	3.1	2.9	2.9	2.8	3.3
	B4 Die Variante erhält/verbessert die Qualität des Grund- und Oberflächenwassers	2.7	2.4	2.9	2.8	3.1	2.8	2.8	2.4	3.0
	B5 Die Variante beeinflusst die natürliche Dynamik der Gewässer möglichst wenig.	3.5	1.9	2.6	2.1	2.2	2.2	2.1	1.9	3.4
	Durchschnittswertung Natur und Landschaft	3.1	2.2	3.1	2.2	2.7	2.7	2.6	2.5	3.1
C Sozio-Ökonomie: Das Projekt fördert die sozio-ökonomische Entwicklung 9% Gewichtung	C1 Landwirtschaft: Das Projekt beansprucht hauptsächlich wenig ertragreiche Flächen und wenig Fruchtfolgeflächen.	2.8	2.6	2.4	3.3	3.8	2.9	3.4	2.7	3.2
	C2 Die Variante stösst auf eine breite Akzeptanz (Gemeinden, Bevölkerung, Interessenverbände, Grundeigentümer usw.).	1.6	2.0	3.1	1.9	3.1	3.7	3.6	2.6	2.6
	C3 Die Variante ermöglicht eine massvolle und angemessene Entwicklung von geeignetem Siedlungsgebiet und gewährleistet die Verkehrserschliessung.	1.8	2.7	3.6	3.5	4.3	3.8	3.8	3.3	2.5
	Durchschnittswertung Sozio-Ökonomie	2.1	2.5	3.0	2.9	3.7	3.5	3.6	2.9	2.8
D Nutzen/Kosten: Beurteilung der Wirtschaftlichkeit der Massnahmen 25% Gewichtung	K Total jährliche Kosten [kCHF/a]	673	1'025	600	1'625	1'475	575	675	575	200
	N verhinderter Schaden (Nutzen) [kCHF/a]	0	673	673	673	673	673	673	673	673
	N/K Nutzen/Kosten-Faktor	0.0	0.7	1.1	0.4	0.5	1.2	1.0	1.2	3.4
	P Bewertung 1 (<0.5) / 2 (0.5-0.8) / 3 (0.8-1.2) / 4 (1.2-2.0) / 5 (>2.0)	1	2	3	1	1	3	3	3	5
Gewichtete Gesamtwertung	ohne N/K	2.9	2.5	3.4	2.6	3.2	3.2	3.1	3.0	3.0
	mit N/K	2.4	2.4	3.3	2.2	2.7	3.2	3.1	3.0	3.5

Sensitivität der Bewertung - Unterziele

Unter Vernachlässigung der Kriterien mit einer Standardabweichung > 1.0 (A3, A4, B3, B5, C1 und C3) resultiert eine analoge Bewertungsreihenfolge für die Massnahmenvarianten.

(Standardabweichung)									
	V0	V1a	V2	V3	V4	V5a	V5b	V6	V7
A1	0.85	0.86	0.79	0.86	0.93	1.00	1.06	1.11	1.15
A2	0.94	0.95	0.92	0.92	0.90	0.93	1.01	1.09	1.12
A3	1.20	1.22	1.26	1.37	1.35	1.45	1.47	1.49	1.43
A4	1.41	1.45	1.36	1.37	1.35	1.45	1.47	1.48	1.42
B1	0.47	0.48	0.48	0.53	0.53	0.68	0.70	0.70	0.71
B2	0.51	0.53	0.53	0.56	0.56	0.70	0.70	0.71	0.70
B3	0.96	0.97	0.99	1.04	0.99	1.06	1.06	1.12	1.05
B4	0.82	0.85	0.85	0.85	0.85	0.93	0.93	0.93	0.93
B5	1.09	1.12	1.12	1.20	1.14	1.17	1.20	1.22	1.10
C1	1.39	1.44	1.44	1.44	1.44	1.38	1.32	1.25	1.27
C2	1.02	1.05	1.04	1.04	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
C3	1.04	1.07	1.30	1.32	1.32	1.32	1.29	1.25	1.25

Bewertung unter Vernachlässigung der Kriterien A3, A4, B3, B5, C1 und C3:

	V0	V1a	V2	V3	V4	V5a	V5b	V6	V7
Kosten (K)	673	1'025	600	1'625	1'475	575	675	575	200
Nutzen (N)	0	673	673	673	673	673	673	673	673
N/K	0.0	0.7	1.1	0.4	0.5	1.2	1.0	1.2	3.4
Punkte (P)	1	2	3	1	1	3	3	3	5
ohne N/K	2.4	2.6	3.6	3.0	3.6	3.6	3.5	3.4	3.1
mit N/K	2.1	2.5	3.5	2.5	2.9	3.4	3.4	3.3	3.6

Sensitivität der Bewertung – Gewichtung Hauptziele

Bei unterschiedlicher Gewichtung der Hauptkriterien resultiert eine analoge Bewertungsreihenfolge für die Massnahmenvarianten.

		V0	V1a	V2	V3	V4	V5a	V5b	V6	V7
A- B- C- D 33-33- 9-25 %	ohne N/K	2.9	2.5	3.4	2.6	3.2	3.2	3.1	3.0	3.0
	mit N/K	2.4	2.4	3.3	2.2	2.7	3.2	3.1	3.0	3.5
45-45- 0-10 %	ohne N/K	3.0	2.5	3.4	2.6	3.1	3.2	3.1	3.1	3.1
	mit N/K	2.8	2.5	3.4	2.4	2.9	3.2	3.1	3.1	3.3
70-10-10-10 %	ohne N/K	2.8	2.8	3.6	2.9	3.5	3.6	3.4	3.4	3.0
	mit N/K	2.7	2.7	3.6	2.7	3.2	3.5	3.4	3.4	3.2
10-70-10-10 %	ohne N/K	3.0	2.3	3.1	2.3	2.9	2.9	2.8	2.7	3.1
	mit N/K	2.8	2.3	3.1	2.2	2.7	2.9	2.8	2.7	3.3

Anhang 3

Nutzen-Kosten-Verhältnis

	V0	V1a	V2	V3	V4	V5a	V5b	V6	V7
	Nullvariante	Umleitung Steiner Aa	Ausbau Seewern	Stollen Zugersee	Stollen Vierwald.see	Kurzstollen Urmiberg	Langstollen Urmiberg	Bypass Seewernstr.	Objektschutz
Baukosten [kCHF]	0	40'000	21'000	62'000	56'000	20'000	24'000	20'000	5'000
Landerwerb [kCHF]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
jährliche Betriebskosten [%]	0.0	25	75	75	75	75	75	75	1.0
jährliche Unterhalts- und Reparaturkosten [%]	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0
Reparaturkosten [kCHF]	0	200	105	310	280	100	120	100	50
Restwert [kCHF]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zinssatz [%]	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Lebensdauer [Jahre]	100	100	100	100	100	100	100	100	100
jährliche Kosten [kCHF/a]	0	1'025	600	1'625	1'475	575	675	575	200
Risiko (IST)									
Risiko Sachwerte [kCHF/a]	673	673	673	673	673	673	673	673	673
Risiko Personen [kCHF/a]	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Summe [kCHF/a]	673	673	673	673	673	673	673	673	673
Risiko (NACH Massnahmen)									
Risiko Sachwerte [kCHF/a]	673	-	-	-	-	-	-	-	-
Risiko Personen [kCHF/a]	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Summe [kCHF/a]	673	-	-	-	-	-	-	-	-
Risikoreduktion [kCHF/a]	-	673	673	673	673	673	673	673	673
Nutzen/Kosten-Verhältnis (N/K-V)	0.0	0.7	1.1	0.4	0.5	1.2	1.0	1.2	3.4