

Hochwasserschutz unter Berücksichtigung seitlicher Rutschungen in die Luthern

Daniela Nussle, Albert Dillier, Mario Koksch und Roland Hollenstein

Zusammenfassung

Die Luthern entspringt im Napfgebiet und mündet bei Nebikon (Kanton Luzern, Schweiz) in die Wigger. Zusätzlich zur Gefährdung durch Hochwasser besteht die Gefahr, dass Rutschungen aus den seitlichen steilen Hängen in die Luthern gelangen und den Abflussquerschnitt verlegen könnten. Die Erarbeitung eines Integralen Schutzkonzeptes soll Aufschluss darüber geben, welches die optimale Lösung für den Hochwasserschutz aus ökologischer, sozio-ökonomischer und wirtschaftlicher Sicht ist, welche auch die Rutschgefahren mit einbezieht.

Die Schutzziele werden differenziert. Für geschlossene Siedlungsgebiete gilt für den Prozess Wasser das HQ100 als Dimensionierungsereignis. Zudem wird das gleichzeitige Auftreten eines HQ100 und eines 100-jährlichen Rutschereignisses (G100) angenommen.

Als Grundlage für das Integrale Schutzkonzept wurden vertiefte Abklärungen für eine fundierte neue Gefahrenbeurteilung getroffen. So wurde der Prozess Rutschung neu beurteilt, die Hydraulik mit einer Staukurvenberechnung überprüft sowie der Aufbau des rechtsseitigen Lutherndammes mittels Sondierbohrungen und Rammsondierungen untersucht und darauf aufbauend die Dammstabilität beurteilt. Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Gerinnekapazität auch ohne Berücksichtigung der Rutschszenarien in mehreren Abschnitten zu klein ist. So ist in mehreren Profilen der Abflussquerschnitt für das Abführen eines HQ100 unter Berücksichtigung des Freibordes von 0.7 m nicht ausreichend. Unter Berücksichtigung des Rutschszenarios G100 ist bei einem gleichzeitig auftretenden HQ100 an mehreren Stellen ein Überströmen des Dammes, und somit ein Dambruch, zu erwarten. Auch die Dammstabilität ist in einigen Bereichen kritisch.

Basierend auf einem Massnahmenpool wurden insgesamt 6 Massnahmenvarianten auf Stufe Vorstudie ausgearbeitet. Die Bestvariante wurde auf Grundlage einer fundierten Bewertung, welche die Aspekte Hochwassersicherheit, Natur und Landschaft, Sozio-Ökonomie und Wirtschaftlichkeit umfasst, eruiert. Diese Bewertung zeigt, dass die Variante „Gerinneverbreiterung und Neubau des Lutherndammes“ am besten abschneidet. Die Variante sieht auf einer Länge von ca. 1'400 m eine Verbreiterung des heutigen Lutherngerinnes um etwa 10 m vor. Ausserdem wird der rechtsseitige Damm neu gebaut. Mit diesen Massnahmen kann der Abflussquerschnitt soweit vergrössert werden, dass das Bemessungsereignis HQ100 / G100 mit einem Freibord vom 0.7 m abgeführt werden kann. Mit der Gerinneverbreiterung ist auch eine ökologische Aufwertung der heute monotonen und kanalisierten Luthern möglich.

1 Ausgangslage

Die Luthern entspringt im Napfgebiet und mündet bei Nebikon (Kanton Luzern, Schweiz) in die Wigger. Zwischen Gettnau und Schötz ist die Luthern auf der rechten Seite durch einen künstlichen Damm und auf der linken Seite durch Sandstein-Felswände oder flachgründige Hänge begrenzt. Zum Teil fliesst die Luthern in Hochlage.

Die Gefahrenkarte (Niederer+Pozzi Umwelt AG und geo7 AG, 2007) zeigt eine grosse Gefährdung der Ortschaften Gettnau, Schötz und Nebikon durch Ausuferungen der Luthern. Daher wird der hochwassersichere Ausbau der Luthern seit Ende des letzten Jahrtausends konsequent verfolgt. Die ersten 3 Etappen im Unterlauf der Luthern sind bereits erfolgreich umgesetzt worden.

Zusätzlich zu der Gefährdung durch Überflutungen durch die Luthern besteht die Gefahr, dass Rutschungen aus den seitlichen Hängen in die Luthern gelangen und den Abflussquerschnitt verlegen könnten (siehe Abb. 1). Diese durch Rutschungen ausgelösten Wasseraustritte und ihre Folgen (z.B. Dammbbruch) wurden im bisherigen Schutzkonzept nicht berücksichtigt.



Abb. 1 ein Abschnitt der Luthern, in dem Rutschungen aus dem linksseitigen Hang den Abflussquerschnitt verlegen könnten

Die Erarbeitung des Integralen Schutzkonzeptes soll Aufschluss darüber geben, welches die optimale Lösung für den Hochwasserschutz aus ökologischer, sozio-ökonomischer und wirtschaftlicher Sicht ist, welche auch die Folgen der Rutschgefahren mit einbezieht.

2 Grundlagen und Randbedingungen

2.1 Projektperimeter

Die Abb. 2 gibt einen Überblick über das Projektgebiet von Gettnau bis Nebikon.

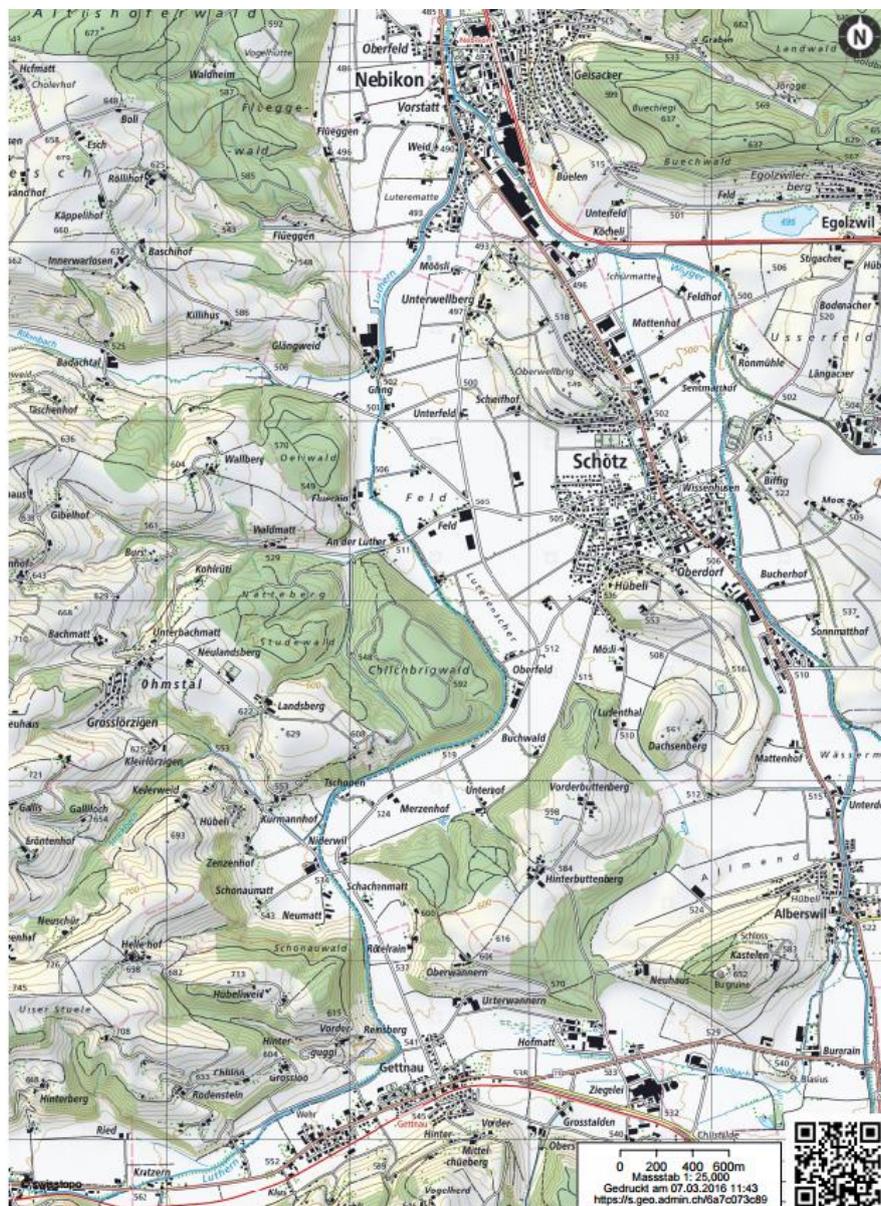


Abb. 2 Lage des Projektgebietes des Integralen Schutzkonzeptes (Gettnau bis Nebikon)

2.2 Schutzziele – angestrebter Schutzgrad

Die Schutzziele orientieren sich grundsätzlich an der Schutzzielmatrix des Kantons Luzern. Es wird eine Differenzierung der Schutzziele angestrebt. Für geschlossene Siedlungen sind für das seltene Ereignis HQ100 (Wiederkehrperiode 30 – 100 Jahre) keine Intensitäten zugelassen.

2.3 Hydrologie

Die massgebenden Dimensionierungswassermengen basieren auf den Angaben der Gefahrenkartierung (Niederer+Pozzi Umwelt AG und geo7 AG, 2007). Die Werte für HQ30, HQ100, HQ300 und EHQ wurden an der Luthern anhand von statistischen Auswertungen der Mess-

station Luthern in Nebikon (seit 1988) und empirischen Abschätzungsverfahren festgelegt (siehe Tab. 1).

Tab. 1 Hochwasserabflüsse Luthern

	HQ30	HQ100	HQ300	EHQ
Gettnau	54 m ³ /s	72 m ³ /s	94 m ³ /s	108 m ³ /s
Gläng	60 m ³ /s	80 m ³ /s	104 m ³ /s	120 m ³ /s
Nebikon	68 m ³ /s	90 m ³ /s	117 m ³ /s	135 m ³ /s

2.4 Geschiebehaushalt

Im Projektperimeter besteht in der Luthern eine generelle Erosionstendenz. Auch im Hochwasserfall ist nicht mit starken Geschiebeablagerungen zu rechnen, welche die Abflusskapazität massgeblich vermindern würden.

2.5 Geologie

Die Region um Schötz und Gettnau befindet sich im Schweizer Mittelland nördlich des Napfs. Die hier angetroffenen Gesteine gehören zur tertiären mittelländischen Molasse, welche im Vorlandbecken der Alpen abgelagert wurde. Im Untersuchungsgebiet trifft man auf Gesteine der Oberen Meeresmolasse, wie die „Luzerner Formation“, welche vorwiegend aus massigen Sandsteinen und plattigen Feldsandsteinen aufgebaut und oft von Mergellagen durchsetzt ist.

2.6 Risikobeurteilung IST

Gemäss Gefahrenbeurteilung (Niederer+Pozzi Umwelt AG und geo7 AG, 2007) resultieren Überschwemmungen hoher Intensität bereits bei häufigen Ereignissen in der linksseitigen Senke bei Niderwil (roter Gefahrenbereich). Mittlere Gefährdung (blauer Gefahrenbereich) ist im gesamten Gebiet Niderwil, zwischen Niderwil und Schötz, in mehreren Teilen des Dorfes Schötz sowie zwischen Gläng und Nebikon inkl. des Siedlungsgebietes von Nebikon zwischen Luther und Wigger vorhanden. Geringe Gefährdung (gelber Gefahrenbereich) ist insbesondere im gesamten Siedlungsgebiet von Gettnau und im Feld (Schötz) sowie in den Randbereichen der grösseren Gefährdungen zu verzeichnen.

Das Schadenpotenzial wurde von der Geotest AG (2009) mit dem Online-Tool des Bundes EconoMe 1.0 berechnet. Das Gesamtrisiko pro Jahr beträgt ca. 376'000 CHF, wobei nahezu 100% durch Sachwerte verursacht werden. Die Risikoverteilung nach Szenarien zeigt, dass ca. 66 % des Gesamtrisikos durch ein häufiges Ereignis (HQ30) verursacht werden, 25 % durch ein HQ100 und 9% durch ein HQ300.

3 Gefahrenbeurteilung – neue Abklärungen

Als Grundlage für das Integrale Schutzkonzept wurden vertiefte Abklärungen bezüglich der Gefahrenbeurteilung getroffen. Dazu wurde der Prozess Rutschung neu beurteilt sowie der Aufbau des rechtsseitigen Lutherndamms untersucht und die Dammstabilität beurteilt.

3.1 Prozess Rutschung

Für die Neubeurteilung der Rutschprozesse entlang der flussnahen steilen Hänge wurden 4 Prozessgebiete ausgeschieden (siehe Abb. 3).

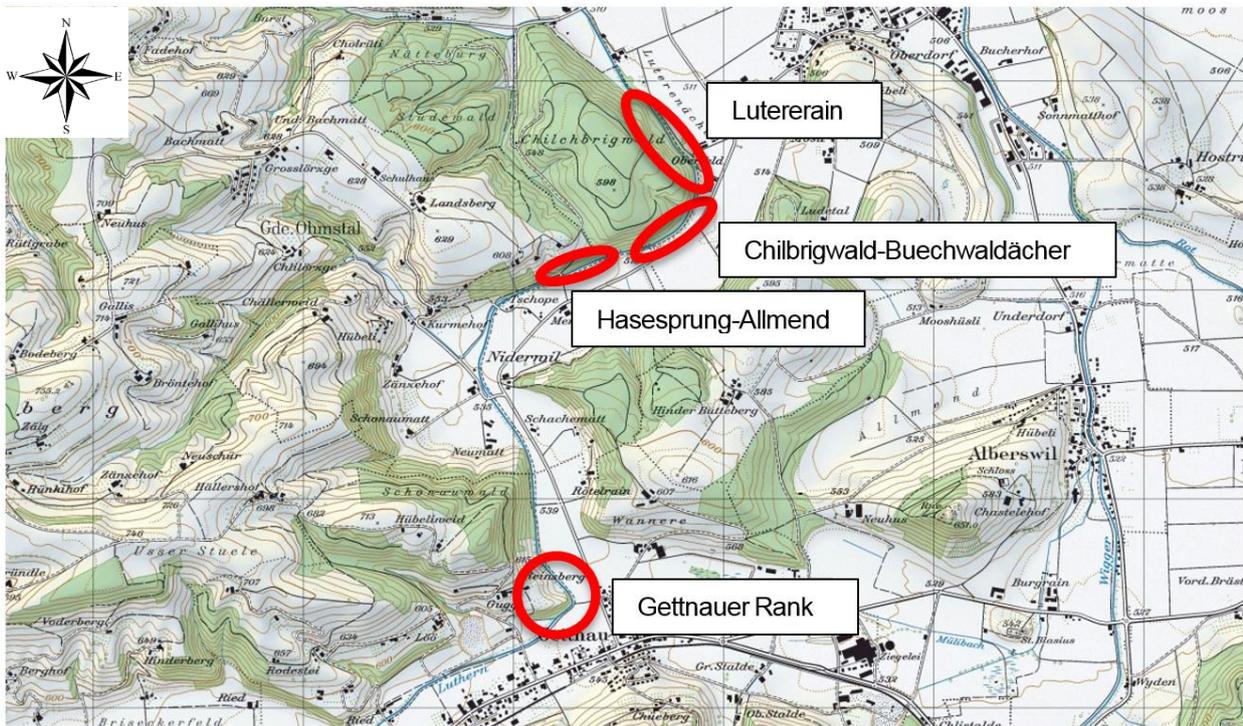


Abb. 3 Ausscheidung der 4 Prozessgebiete im Untersuchungsperimeter, © 2013 Bundesamt für Landestopographie

Aufgrund von Begehungen und Feldaufnahmen wurden die massgebenden Rutschvolumina in den 4 Prozessgebieten (Abb. 3) für die Szenarien G30, G100 und G300 abgeschätzt (siehe Tab. 2).

Tab. 2 Massgebende Rutschvolumina in den 4 Prozessgebieten (vgl. Abb. 3) für die Szenarien G30, G100 und G300

	G30	G100	G300
Gettnauer Rank	bis 50 m ³	bis 100 m ³	bis 150 m ³
Hasesprung-Allmend	bis 100 m ³	bis 200 m ³	bis 300 m ³
Chilbrigwald - Buechwaldächer	bis 100 m ³	bis 200 m ³	bis 350 m ³
Lutererain	bis 100 m ³	bis 200 m ³	bis 350 m ³

3.2 Staukurvenberechnung

Zur Beurteilung der Hochwassergefährdung wurde für den gesamten Projektperimeter eine Staukurvenberechnung mit dem Programm HEC-RAS vorgenommen. Dabei wurde in einem 1. Schritt die IST-Situation beurteilt. Beim Bemessungsszenario HQ100 ist gemäss Empfehlung der KOHS (2013) ein minimaler Freibord von 0.7 m einzuhalten.

In einem 2. Schritt wurde die Auswirkung der Rutschszenarien auf die Wasserspiegellagen berechnet. Dabei wird der durch die Rutschung verlegte Abflussquerschnitt als fixe Verengung modelliert, d.h. es findet keine Erosion der Rutschung statt (vgl. Abb. 4).

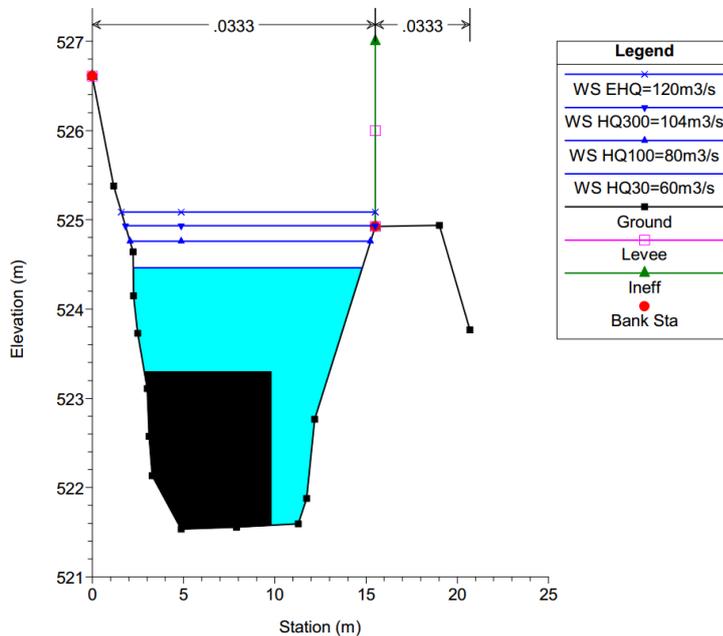


Abb. 4 Beispiel für ein Querprofil mit Wasserspiegellagen für HQ30, HQ100, HQ300 und EHQ unter Berücksichtigung der Querschnittsverengung durch Rutschung G100

3.3 Wahl des Dimensionierungsereignisses Prozess Wasser und Rutschung

Es wird davon ausgegangen, dass HQ100 und G100 teilweise voneinander unabhängige Ereignisse darstellen. Die Wahrscheinlichkeit für das gleichzeitige Auftreten von HQ100 und G100 entspricht bei einer vollständigen Unabhängigkeit der Ereignisse rechnerisch einem 10'000 jährlichen Ereignis und ist damit deutlich kleiner als die Wahrscheinlichkeit für das unabhängige Auftreten von HQ100 oder G100. Auch unter Berücksichtigung einer teilweisen Abhängigkeit (Niederschlag) zwischen HQ100 und G100 ist die kombinierte Wahrscheinlichkeit HQ100 / G100 nach wie vor kleiner als die Wahrscheinlichkeit der Einzelereignisse. Die Grösse lässt sich dabei nicht klar definieren, da die Abhängigkeit nicht quantifizierbar ist.

Aufgrund der unsicheren Abhängigkeiten zwischen Hochwasser- und Rutschereignissen wird als konservative Annahme für das Dimensionierungsereignis ein gleichzeitiges Auftreten von HQ100 und G100 gewählt.

3.4 Beurteilung Dammsstabilität

Der Aufbau des Dammes wurde mittels Sondierbohrungen und Rammsondierungen eruiert. Zur Beurteilung der Dammsstabilität wurden folgende Prozesse und Versagensmechanismen betrachtet:

- Auftrieb (wasserseitig infolge Porenwasserdruck bei schnell absinkendem Wasserspiegel und luftseitig infolge fehlender Auflast)
- Oberflächenerosion (luftseitig bei Überströmen des Dammes und wasserseitig bei fehlendem Erosionsschutz)
- Innere Erosion (infolge Kurzschlussströmungen luft- und wasserseitig)

3.5 Gefährdungsszenarien

Für die Neubeurteilung der Hochwassergefährdung durch die Luthern wurden folgende Gefährdungsszenarien betrachtet:

- Gefährdung durch Hochwasser, d.h. Wasserspiegellagen und Freibord ohne Rutschszenarien bei HQ30 / HQ100 / HQ300
- Beurteilung der Dammstabilität für das Bemessungsszenario HQ100 / G100
- Beurteilung des Dammbbruchs infolge Überströmen für das Szenario HQ100 / G100 (Hydraulik und Rutschszenarien)

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Gerinnekapazität auch ohne Berücksichtigung der Rutschszenarien in mehreren Abschnitten zu klein ist. So ist in mehreren Profilen der Abflussquerschnitt für das Abführen eines HQ100 unter Berücksichtigung des Freibordes von 0.7 m nicht ausreichend. Unter Berücksichtigung des Rutschszenarios G100 ist bei einem gleichzeitig auftretenden HQ100 an mehreren Stellen ein Überströmen des Dammes, und somit ein Dammbbruch, zu erwarten. Die Dammstabilität ist vor allem im Bereich Hasensprung-Allmend und Chilbrigwald-Buechwaldächer (vgl. Abb. 3) kritisch.

4 Massnahmenplanung

4.1 Ziel und Vorgehen

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

In einem ersten Schritt wurden alle für die Sicherstellung der Hochwassersicherheit denkbaren Massnahmen in einem Massnahmenpool aufgelistet. Basierend auf diesem Massnahmenpool wurden sinnvolle Massnahmenvarianten entwickelt.

4.2 Massnahmenvarianten

Die baulichen Massnahmenvarianten folgen grundsätzlich den Strategien Rückhalt, Durchleiten und Entlasten (siehe auch Abb. 5).

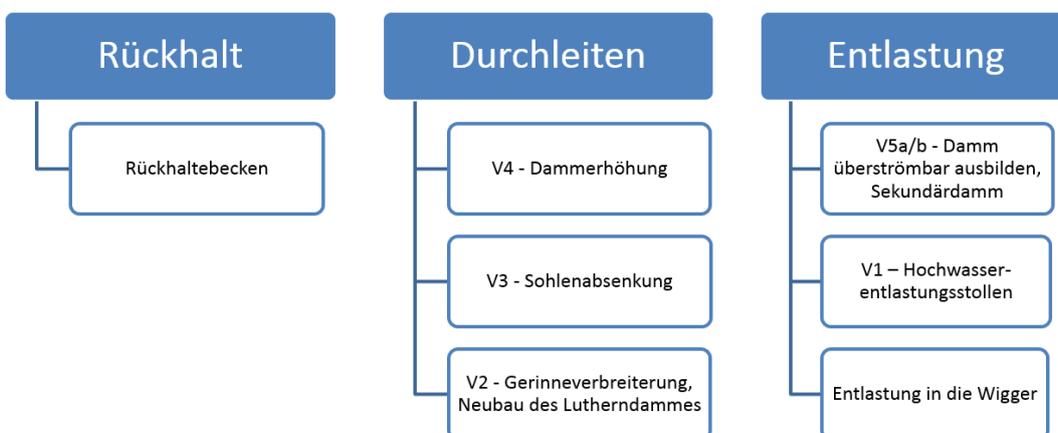


Abb. 5 Massnahmenvarianten

Die Variante „Rückhaltebecken“ wurde aufgrund der unzureichenden Wirkung und des erheblichen Eingriffs in das Landschaftsbild nicht weiter verfolgt. Auch die Variante „Entlastung in die Wigger“ wurde vor allem aus dem Grund der Gefahrenverlagerung nicht im Detail vertieft.

Die verbleibenden 6 Varianten (vgl. Abb. 5) wurden auf Stufe Vorstudie detaillierter ausgearbeitet.

4.3 Bewertung der Massnahmenvarianten

Zur Ermittlung des Bestkonzeptes wurde eine Bewertung der 6 Varianten durchgeführt. Die Bewertungsmatrix bestand aus den vier Hauptzielen Hochwassersicherheit, Natur und Landschaft, Sozio-Ökonomie und Nutzen/Kosten-Analyse, welche unterschiedlich gewichtet werden. Die Hauptziele sind in mehrere Unterziele unterteilt, welche die Bewertungskriterien darstellen. Jede Variante wird hinsichtlich jedes Unterziels durch die verschiedenen Mitglieder und Beteiligten des Projektteams, des Kantons und der Gemeinden nach der in Abb. 6 dargestellten Skala bewertet.

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 oder grosse Konflikte zu erwarten)

Abb. 6 Bewertungsskala

Die gewichtete Gesamtbewertung in Abb. 7 zeigt, dass die Variante 2 mit 4.1 Punkten die maximale Punktzahl aufweist und daher die Bestvariante darstellt. Die Varianten V4, V5a und V5b liegen mit einer Punktzahl von 3.8 hinter der Bestvariante V2. Die Variante V1 schneidet von allen Varianten am schlechtesten ab.

- V1 Hochwasserentlastungsstollen
- V2 Gerinneverbreiterung und Neubau des Lutherndammes
- V3 Sohlenabsenkung
- V4 Dammerhöhung im Bereich Chilbrigwald
- V5a Entlastungsmulde und Sekundärdamm mit Strassenverlegung
- V5b Entlastungsmulde und Sekundärdamm ohne Strassenverlegung

	gemittelter Wert mathematisch					
	V1	V2	V3	V4	V5a	V5b
A Hochwassersicherheit: 30%	3.8	3.8	3.4	3.8	4.1	4.1
B Natur und Landschaft: 20%	3.2	3.9	2.6	2.7	2.6	2.6
C Sozio-Ökonomie: 20%	2.8	3.2	3.0	3.0	2.6	2.8
D Nutzen/Kosten: 30%	4	5	5	5	5	5
Gewichtete Gesamtbewertung	3.5	4.1	3.6	3.8	3.8	3.8
Rang	6	1	5	2	2	2

Abb. 7 Bewertungsmatrix der 6 Varianten

4.4 Bestkonzept

Die Variante 2 sieht eine Verbreiterung des heute ca. 7 m breiten Lutherngerinnes im Bereich des Childbrigwaldes auf einer Länge von etwa 1'400 m und einen Neubau des rechtsseitigen Dammes vor. So kann der Abflussquerschnitt soweit vergrößert werden, dass das massgebende Bemessungsszenario HQ100 / G100 mit 0.7 m Freibord abgeführt werden kann.

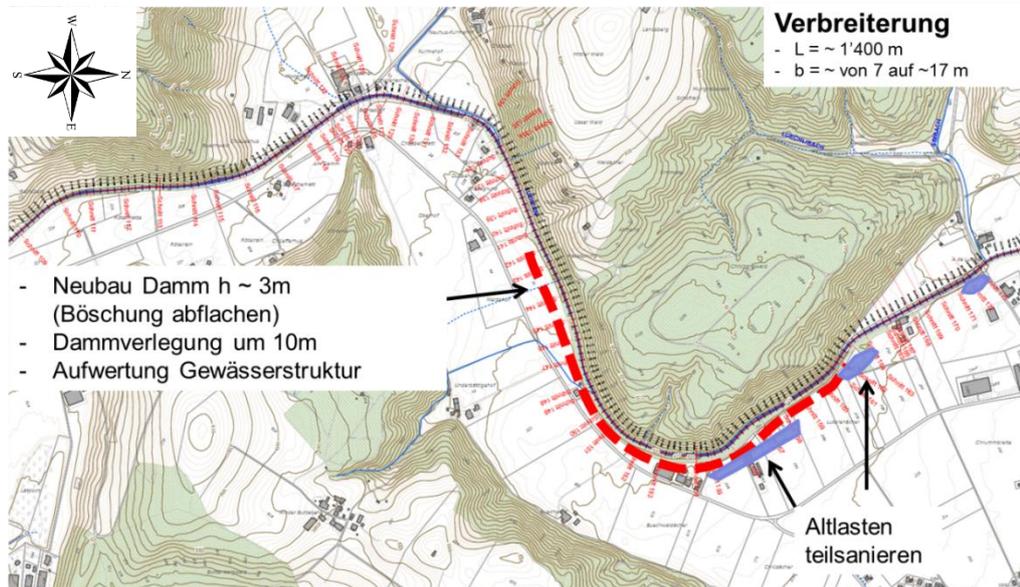


Abb. 8 Situation Variante 2 „Gerinneverbreiterung und Neubau des Lutherndammes“ (schematische Darstellung)

Bei dieser Variante wird gleichzeitig der sich in einem schlechten Zustand befindliche Damm in diesem Bereich saniert. Die wasserseitige Böschung wird abgeflacht. Bei unveränderten Dammhöhe von ca. 3 m ist eine Verbreiterung um etwa 10 m notwendig.

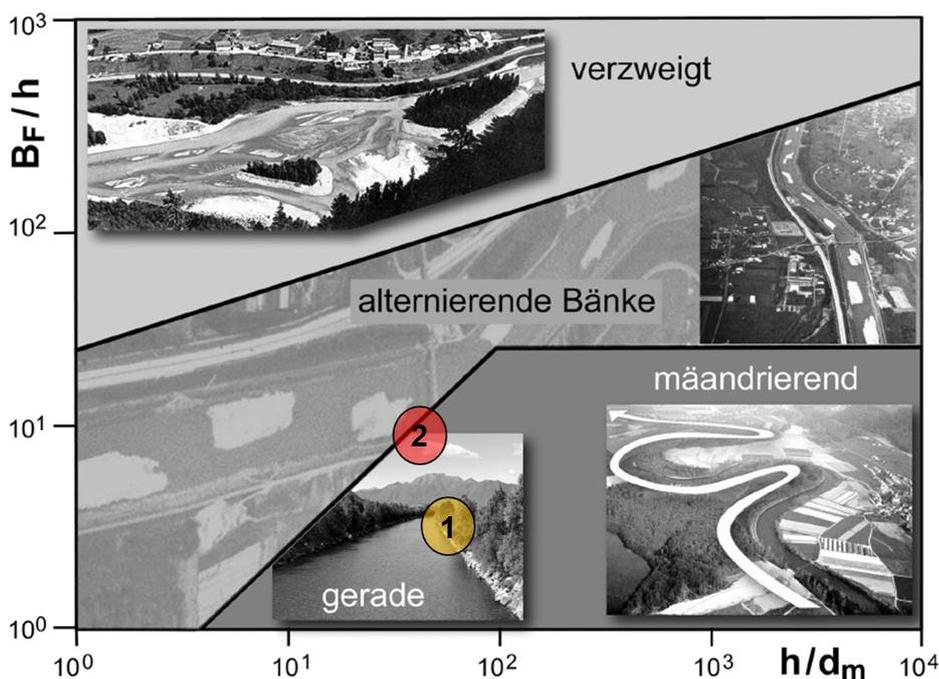


Abb. 9 Abgrenzung der Flussmorphologie nach da Silva (1991), 1 – heutiger Zustand, 2 – möglicher Zustand bei Gerinneverbreiterung um 10 m

Mit der Gerinneverbreiterung ist auch eine ökologische Aufwertung der heute monotonen und kanalisierten Luthern möglich. Erste Abschätzungen mit Hilfe des Abgrenzungskriteriums nach da Silva (1991) zeigen, dass durch eine Verbreiterung um 10 m eine Verschiebung der Morphologie vom geraden Gerinne zu alternierenden Bänken möglich wäre (vgl. Abb. 9).

5 Zusammenfassung

Als Grundlage für ein integrales Schutzkonzept entlang der Luthern zwischen Gettnau und Nebikon wurde eine umfassende Neubeurteilung der Gefährdung durch Naturgefahren vorgenommen. Diese zeigt, dass neben dem Prozess Wasser auch der Prozess Rutschung einbezogen werden muss. In mehreren Abschnitten ist die Kapazität aus hydraulischer Sicht unzureichend. Zudem ist bei einem gleichzeitigen Auftreten eines Hochwassers und einer Rutschung an mehreren Stellen ein Überströmen des Dammes und somit ein Dambruch zu erwarten.

Im Rahmen der integralen Massnahmenplanung wurden 6 Varianten auf Stufe Vorstudie ausgearbeitet und bewertet. Mit der Variante Gerinneverbreiterung und Neubau des rechtsseitigen Lutherndammes wurde die Bestvariante gefunden, welche die Schutzdefizite aus ökologischer, sozio-ökonomischer und wirtschaftlicher Sicht am besten minimiert.

Literatur

Da Silva, A.M.A.F. (1991). Alternate bars and related alluvial processes. Msc. Thesis, Queen's University, Kingston, Ontario, Canada.

Geotest AG (2009). Erläuterungen zur Nutzen/Kosten-Analyse mit EconoMe 1.0.

Kommission Hochwasserschutz (KOHS) (2013). Freibord bei Hochwasserschutzprojekten und Gefahrenbeurteilungen. „wasser energie luft“, 105. Jahrgang, Heft 1.

Niederer + Pozzi Umwelt AG, geo7 AG (2007). Gefahrenkarte Luthern - Wiggertal.

Anschrift der Verfasser

Daniela Nussle und Dr. Roland Hollenstein

HOLINGER AG

Im Hölderli 26, CH-8405 Winterthur

daniela.nussle@holinger.com; roland.hollenstein@holinger.com

Albert Dillier und Mario Kokschi

Verkehr und Infrastruktur (vif)

Arsenalstrasse 43, Postfach, CH-6010 Kriens 2 Sternmatt

Albert.dillier@lu.ch; mario.kokschi@lu.ch