

Stadt Bern

**Fachgutachten Objektschutz
Überbauungsordnung Uferweg in
Bern**

Situation Hangmuren

Bern, 17. September 2019
UZ/rj 11523

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. Ausgangslage	1
2. Verwendete Unterlagen	2
3. Situation Hangmuren	3
3.1. Bestehende Gefährdung	3
3.2. Geländebefunde	4
3.3. Einwirkungen	5
4. Schutzmassnahmen gegen die Hangmurengefährdung	6
4.1. Allgemeine Empfehlungen	6
4.2. Nachweis Wirksamkeit der Massnahme	7
4.3. Auswirkungen auf die Gefahrenkarte	7
5. Fazit	8

Präambel:

Dieses Gutachten wurde im Auftrag der Stadt Bern zum Zweck der Abklärung der Hangmurengefährdung erstellt. Die vorgenannten Angaben und Folgerungen beziehen sich somit ausschliesslich auf das vorliegende Projekt. Bedeutende Änderungen des Projekts bedingen eine Neubeurteilung. Wird das Gutachten zudem für andere Zwecke verwendet, wird jede Haftung abgelehnt. Die Haftung wird auch gegenüber anderen Personen als den Auftraggebern vollumfänglich abgelehnt.

Naturgefahrenprozesse sind nur beschränkt vorhersehbar. Die Kellerhals + Haefeli AG lehnt deshalb jede Haftung für den Eintritt von Risiken ab, welche im Zeitpunkt der Erstellung des Gutachtens und aufgrund der vorgelegenen Informationen mit pflichtgemässer Sorgfalt nicht oder nicht im eingetretenen Ausmass vorhersehbar waren. Es verbleibt somit ein Restrisiko, das die Kellerhals + Haefeli AG nicht übernehmen kann.

Bei den im Bericht gemachten Angaben handelt es sich um eine Interpretation der bis anhin von diesem Grundstück bzw. Standort bekannten Daten und Fakten. Sollten im Laufe der Planung bzw. der Ausführung des Bauvorhabens zusätzliche Informationen gewonnen werden, so müssen die gemachten Modellangaben überprüft und falls notwendig angepasst werden.

Fachgutachten Naturgefahren: Überbauungsordnung Uferweg 42 - 58 in Bern

Situation Hangmuren

1. Ausgangslage

Die zu beurteilende Parzelle liegt nördlich der Eisenbahnbrücke in der Lorraine und ist der Überbauungsordnung Uferschutzplan zugeordnet. Neben Baubereichen für die bestehenden Gewerbebauten legt die UeO nördlich davon Neubaubereiche für zweigeschossige Wohnbauten und südlich davon für dreigeschossige Gewerbebauten und öffentliche Nutzungen fest.

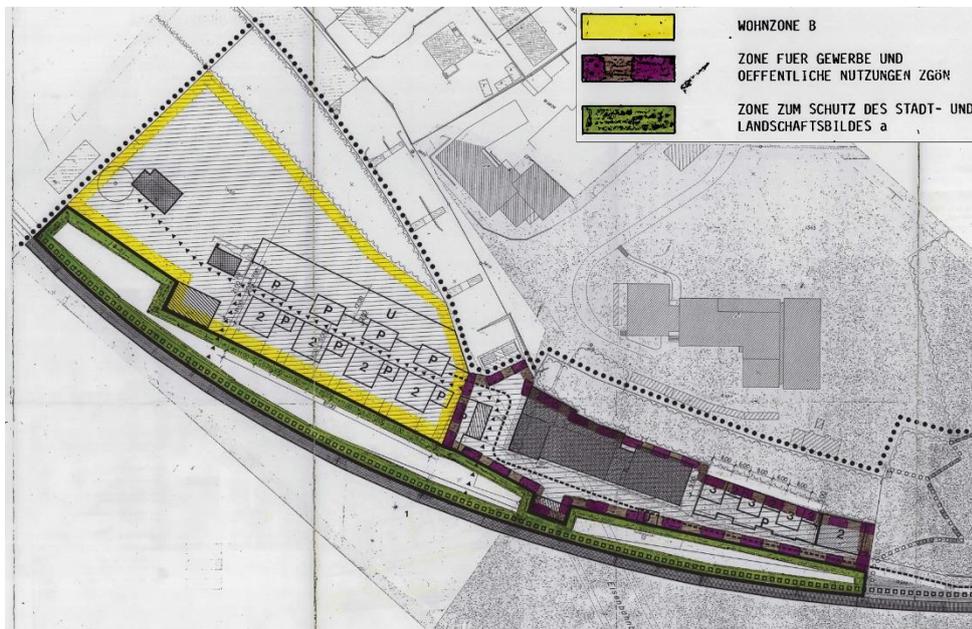


Abb. 1: Ausschnitt Uferschutzplan

Aufgrund eines Genehmigungsvorbehalts des «Naturgefahrenplans» und der «Teilrevision der Bauordnung» im Rahmen der kantonalen Vorprüfung [1] wird der Perimeter des «Uferschutzplans Abschnitt Uferweg 42-58» (Gassnerareal) im Rahmen einer separaten Planung betrachtet. In einem ersten Schritt gilt es im Rahmen eines Fachgutachtens für den unüberbauten Teil der Bauzone im blauen Gefahrenggebiet aufzuzeigen, mit welchen Schutzmassnahmen der Gefährdung begegnet werden kann. Gemäss den kantonalen Vorgaben dürfen in Gefahrenggebieten mit mittlerer Gefährdung Bauten und Anlagen nur bewilligt werden, wenn mit Schutzmassnahmen sichergestellt ist, dass Menschen, Tiere und erhebliche Sachwerte nicht gefährdet sind.

In einem zweiten Schritt sind basierend auf den Empfehlungen aus dem Fachgutachten die Festlegungen der UeO zu überarbeiten und anzupassen (Ergänzung Vorschriften mit Bestimmungen, allenfalls Anpassung Baufelder). Alternativ bietet sich die Ausscheidung einer ZPP anstelle des UeO-Perimeters.

2. Verwendete Unterlagen

- [1] Zonenplan Naturgefahren und Teilrevision der Bauordnung, Abschliessender Vorprüfungsbericht gemäss Art. 59 BauG und Art. 118 BauV. AGR, 08.09.2017.
- [2] Stadt Bern Aareraum: Technischer Bericht und Einzelgefahrenkarten Massenbewegungen 1:5'000. Kissling + Zbinden AG / Kellerhals + Haefeli AG, Sept. 2008.
- [3] Naturgefahrenkarte Stadt Bern, übriges Gebiet, IGG Kissling + Zbinden AG / Kellerhals + Haefeli AG, August 2010.
- [4] Stadt Bern: Ereigniskataster. Geoportal Kanton Bern. Aktuelle Version.
- [5] Geologischer Vektordatensatz (Geo-Cover), online abgerufen am 5.9.2019.
- [6] BRP, BWW, BUWAL: Empfehlungen zur Berücksichtigung von Massenbewegungsgefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten, 1997.
- [7] Bundesamt für Umwelt, BAFU: Schutz vor Massenbewegungsgefahren. Vollzugshilfe für das Gefahrenmanagement von Rutschungen, Steinschlag und Hangmuren, 2016.
- [8] BWG / AGN: Gefahreinstufung Rutschungen i. w. S.: Permanente Rutschungen, spontane Rutschungen und Hangmuren. Entwurf März 2004. Methodik BWG / AGN (Arbeitsgruppe Geologie und Naturgefahren).
- [9] Kantonale Gebäudeversicherung / VKF: Objektschutz gegen gravitative Naturgefahren. Wegleitung Juli 2006.
- [10] Arbeitshilfe zu Art. 6 BauG, Bauen in Gefahrengebieten, Kantonale Arbeitsgruppe Naturgefahren, 22. Juni 2016.
- [11] Regierungsratsbeschluss vom 24. August 2005: "Risikostrategie Naturgefahren: Umgang mit dem Risiko von Wasser-, Massenbewegungs- und Lawinenereignissen".
- [12] Regierungsratsbeschluss (1076) vom 20. Juni 2007: "Umsetzung von Gefahrenkarten in der Ortsplanung: Kantonale Planungszonen und Ersatzvornahme".
- [13] Berücksichtigung von Naturgefahren in der Ortsplanung, Arbeitshilfe für die Ortsplanung. Amt für Gemeinden und Raumordnung des Kantons Bern, 2009.
- [14] Digitaler Übersichtsplan des Kantons Bern UP5. Vermessungsamt des Kantons Bern, aktuelle Version.
- [15] SilvaProtect - Schutzwaldhinweiskarte der Schweiz. Geotest AG, Geo7 AG, OEKO-B AG. Juli 2006.
- [16] Objektschutzgutachten Hangmuren, Empfehlung. KAWA, Abt. Naturgefahren. Juni 2017.

3. Situation Hangmuren

3.1. Bestehende Gefährdung

Durchnässung oder starke Niederschläge sind die Hauptauslöser für Rutschgefahren. Dabei führen Strömungsdruck und Porenwasserüberdrücke im Boden zu einer Entfestigung des Untergrundes. Das Auftreten von Hangmuren in siedlungsnahen Gebieten offenbart ein zwar kleinräumiges, aber nicht zu unterschätzendes Gefahrenpotenzial, denn Hangmuren können aufgrund des raschen Ablaufs erhebliche Schäden an Gebäuden und Infrastruktur verursachen. Durch den Aufprall wassergesättigter Erdmassen können nicht speziell dafür dimensionierte Mauern eingedrückt und im Extremfall zerstört werden. Material kann durch tiefliegende Fenster, durch Türen und über Lichtschächte ins Gebäudeinnere dringen, weswegen Personen nicht nur ausserhalb, sondern auch innerhalb von Gebäuden gefährdet sind. Diese Prozesse entstehen an steileren Hängen mit Lockergestein auf schlecht wasserdurchlässigem Untergrund (Fels oder Stauhorizonte innerhalb des Lockergesteins). Sie können spontan an Stellen eintreten, an denen keine oder kaum erkennbare Phänomene früherer Ereignisse vorhanden sind.

In der Naturgefahrenkarte Stadt Bern [1] wurde in Absprache mit dem Auftraggeber (Stadt Bern) und den zuständigen kantonalen Fachstellen davon ausgegangen, dass bei Hangneigungen $\geq 23^\circ$ Hangmuren und spontane flachgründige Rutschungen anreissen bzw. abgleiten und talseitig liegende Gebäude gefährden können. Das Gefährdungspotenzial wird durch das den Fels überdeckende Lockergestein bestimmt. Bei Durchnässung oder starken Niederschlägen kann dieses auf dem Fels abgleiten. Vielfach können Überläufe von Brunnstuben, konzentriert über Strassen oder Wege abfliessendes Meteorwasser, defekte Drainagen oder undichte Wasserleitungen die Entstehung der beschriebenen Phänomene begünstigen.

In der Naturgefahrenkarte wurde dem nördlichen Bereich des zu untersuchenden Hanges eine mittlere Gefährdung (blaue Farbe) mit dem Index HM5 zugeordnet. Dies bedeutet, dass an dieser Stelle eine Gefahr durch Hangmuren mit einer mittleren Eintretenswahrscheinlichkeit (Wiederkehrperiode: 30 - 100 Jahre) und einer mittleren Intensität (Mächtigkeit der mobilisierbaren Schicht von Lockergestein / Boden: 0.5 – 2 m) besteht. Im folgenden Fachgutachten wird nur auf den blauen Gefahrenbereich (= nordöstlicher Bereich der Parzelle) eingegangen.

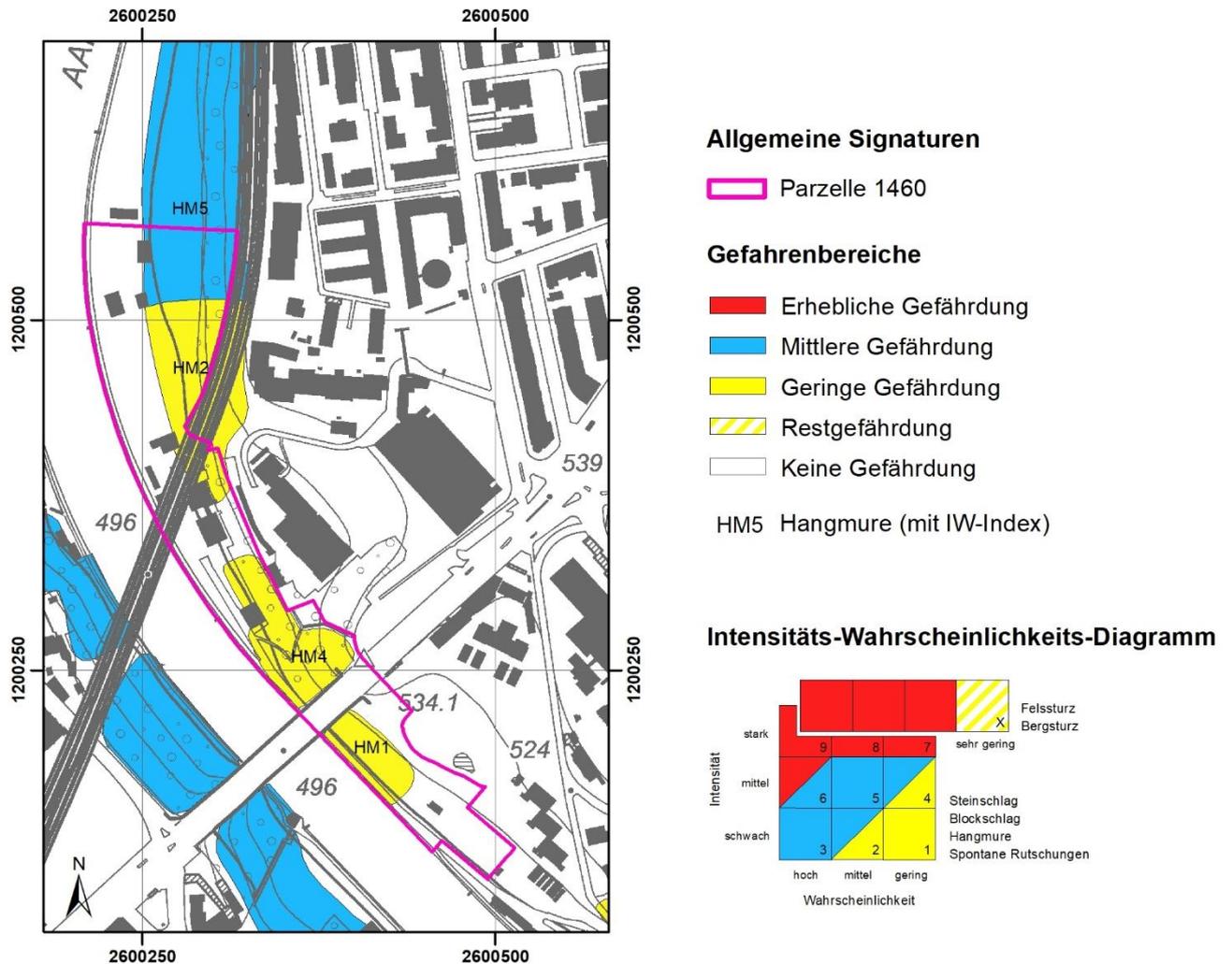


Abb. 2: Ausschnitt Gefahrenkarte Rutschungen / Hangmuren (Parzelle 1460)

Hangmuren mittlerer Intensität können durch mitgeführtes Geröll und eindringendes Wasser Schäden an der Gebäudehülle und im Innern verursachen. Sie können durch Türen, Fenster, Glasfronten oder strukturelle Schwachstellen in die Gebäude eindringen und eine Gefahr für Menschen darstellen. Zudem sind Menschen im Freien gefährdet.

3.2. Geländebefunde

Unterhalb des Bahntrasses schliesst ein steiler Hang an, welcher rund 15 m hoch ist. Ausgangs Wald geht der Hang in mässig steiles Gelände über, wobei ein deutlicher Gefällsknick vorhanden ist. Der Felsuntergrund wird im zu untersuchenden Gebiet durch die Untere Süsswassermolasse aus einer Wechsellagerung von Sandsteinen und Mergeln gebildet. Stellenweise ist der Fels aufgeschlossen. Über dem Fels befindet sich Hangschutt. Die Felsoberfläche ist im Vergleich zum Lockergestein schlechter durchlässig und bildet daher einen Stauhorizont (→ Hangwasser auf Felsoberfläche). Es ist mit einer lokalen starken Vernässung des Lockergesteins zu rechnen, womit sich in der Folge eine Hangmure lösen kann. In der Umgebung konnten zahlreiche Vernässungen beobachtet werden, es sind zudem auch Quellen bekannt. Oberflächenwasser aus dem

oberen besiedelten Bereich kann aber nicht in den Hang gelangen, da im zu untersuchenden blauen Gefahrenbereich an der oberen Geländekante die SBB – Linie verläuft, die einen Riegel bildet.

Gemäss dem Ereigniskataster sind in der Nähe des zu untersuchenden Hangbereiches zwei Hangmuren bekannt:

Südlich Lorrainebad	10.4.2006: Hangmure infolge Dauerregen; Schaden an Wald; gelangte bis an Hangfuss; 8 - 10 m breit; 0.5 – 1 m mächtig; bewegte Kubatur 50 – 70 m ³ ; auf Fels abgerutscht.
Lorrainebad	10.4.2006: Spontane Rutschung / Hangmure führte grösseren Baum und Schlamm mit; gelangte bis an Hangfuss und führte zu Schaden an Lorrainebad; 7 - 10 m breit; 2 m mächtig; bewegte Kubatur 75 – 100 m ³ .

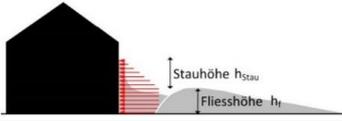
Bei der Feldbegehung konnten zudem mehrere stumme Zeugen (verwachsene Ausbrüchnischen usw.) beobachtet werden, wobei sich diese allesamt etwas nördlich des zu untersuchenden Bereiches befinden.

3.3. Einwirkungen

Für die Berechnung der Einwirkungen wurde von folgenden Annahmen ausgegangen:

Anrissmächtigkeit Hangmure:	0.5 – 1 m
Anrissvolumen (Kubatur HM):	40 - 80 m ³ (Gemäss stummen Zeugen und bekannten Ereignissen; Annahme: ca. 20 - 40 m ³ gelangen bis auf die Höhe der bestehenden Gebäude [Kote 500]).
Abriss der Hangmure:	Im Steilhang unmittelbar unterhalb der Mauer des SBB-Trasses.
Zusammensetzung der Hangmure:	Hangschutt über Sandstein und Mergel; Im potenziellen Anrissbereich sind Bäume wie auch Schottergeröll vorhanden; grössere Bäume werden beim Geländeknick (Kote 510) jedoch abgelagert.
Dichte der Hangmure:	2 t/m ³ (wenige gröbere Komponenten)
Druckkoeffizient a	2 (kleinere Bäume / Sträucher und Schottergeröll können mitgerissen werden)
Fliessgeschwindigkeit Hangmure: Berechnet nach Perla et al. 1980: Annahme Parameter: $\mu = 0.15$, $M/D = 9$	6 m/s im Bereich bergseitige Parzellengrenze 3 m/s im Bereich der bestehenden Gebäude (ausgeprägter Geländeknick; kurzes Bödeli unterhalb Gefällsknick; beschränkte Hanglänge, Strassenwasser gelangt nicht in Hang)
Fliesshöhe der Hangmure:	0.5 m

Für die Berechnungen der Einwirkungen auf das Gebäude wurden einerseits die Grundlagen der BWG / AGN [6] und andererseits die Wegleitung der Kantonalen Gebäudeversicherung [7] verwendet. Die beiden Berechnungen ergaben unterschiedliche Resultate, so dass ein Mittelwert eingesetzt wurde. Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die berechneten Einwirkungen auf Höhe der bereits heute bestehenden Gebäude:

Bergseitige Gebäudemauer im Bereich der bestehenden Gebäude (ca. Kote 500)	
Aufprallwinkel	Ca. 90 ° (± senkrecht)
Staudruck	25 kN/m ² (= Druck durch Anprall)
Stauhöhe	0.5 m
Lastverteilung (Fließhöhe und Stauhöhe)	Die Lastverteilung wird über die Fließhöhe konstant angenommen und oberhalb davon über die Stauhöhe linear auf 0 abnehmend angesetzt. 
Notwendige Schutzkote	<i>Bei ausreichendem bergseitigem Auffangraum (abhängig von Umgebungsgestaltung):</i> 1 m (= Fließhöhe + Stauhöhe) <i>Bei ungenügendem Auffangraum (Winkel ca. 15° zw. Hang und Gebäude):</i> 1.7 m (Massenbilanz massgebend)

Seitenfassaden im Bereich der bestehenden Gebäude (ca. Kote 500)	
Aufprallwinkel	Ca. 20 ° (± parallel)
Staudruck	3 kN/m ² (= Druck durch Anprall)
Druck durch Reibung	1.5 kN/m ²
Erddruck	0.5 kN/m ²
Notwendige Schutzkote	0.5 m (= Fließhöhe)

Bei den in obiger Tabelle festgelegten Einwirkungen handelt es sich um charakteristische Werte gemäss Ziff. 3.2.2 SIA 260.

4. Schutzmassnahmen gegen die Hangmurengefährdung

4.1. Allgemeine Empfehlungen

Tiefliegende Gebäudeöffnungen wie Fenster, Türen oder Lichtschächte stellen die grössten Schwachstellen bei der Hangmureneinwirkung dar und müssen im Bereich der gefährdeten Aussenwände möglichst vermieden werden. So kann verhindert werden, dass allfällige Hangmuren ins Gebäudeinnere vordringen können. Im Weiteren muss darauf geachtet werden, dass kein abgelenktes Material seitlich in das Gebäude eindringen kann (z.B. durch Erhöhung von Lichtschächten, Verstärkung von Türen und Fenstern).

Durch Objektschutzmassnahmen kann das Personen- und Sachwertrisiko effizient reduziert werden. Generell muss darauf geachtet werden, dass durch die Erstellung von Objektschutzmassnahmen die Gefährdung von benachbarten Objekten nicht erhöht wird.

Folgende Massnahmen sind im vorliegenden Fall zu empfehlen:

- Verstärkung der bergseitigen Gebäudemauer auf einen Druck von rund 25 kN/m² bis auf eine Höhe von mind. 1 m ü T. (bei ungenügendem Auffangraum bis auf Höhe von ca. 1.7 m);
- Keine Gebäudeöffnungen in bergseitiger Fassade unterhalb der Schutzkote von 1 m resp. 1.7 m;
- Verstärkung der Seitenfassaden auf einen Druck von rund 5 kN/m² bis auf eine Höhe von mind. 0.5 m ü T.;

Weitere Schutzvarianten wie das Erstellen eines Murgangnetzes oder eines Ablenkdammes (oberhalb des geplanten Bauprojektes im Hang) sind im vorliegenden Fall nicht zu empfehlen, da solche Massnahmen bezüglich der Kosten und des Aufwandes nicht angemessen bzw. unverhältnismässig wären.

Bemerkung: Erst bei Vorliegen eines Bauprojektes können die Massnahmen detailliert festgelegt werden. Obige Zusammenstellung dient als grober Hinweis, mit welchen Massnahmen ein Schutz erwirkt werden kann.

4.2. Nachweis Wirksamkeit der Massnahme

Tragsicherheit: Der planende Bauingenieur muss den statischen Nachweis für die Schutzmauer erbringen. Die aufzunehmenden Einwirkungen sind dem vorliegenden Gutachten zu entnehmen.

Gebrauchstauglichkeit: Die Schutzmassnahmen werden neu erstellt. Sie werden gemäss den Einwirkungen eines 300 - jährlichen Ereignisses bemessen, daher kann die Gebrauchstauglichkeit als erfüllt angesehen werden.

Dauerhaftigkeit: Es kann angenommen werden, dass die Massnahmen auf lange Zeit den möglichen Einwirkungen standhalten und in gutem Zustand bleiben. Es handelt sich im vorliegenden Fall um Massnahmentypen, die bei einem normalen Verlauf über Zeiträume von mehreren Jahrzehnten kaum bis keine Unterhaltsarbeiten benötigen. Die Massnahmen sind Teil des Gebäudes und weisen daher die gleiche Lebensdauer wie das Gebäude selbst auf.

4.3. Auswirkungen auf die Gefahrenkarte

Mit den beschriebenen Massnahmen wird keine Reduktion des vorhandenen Hangmurengefahrenpotenzials bewirkt (die blaue Hangmurengefahrenzone bleibt bestehen). Durch die vorgeschlagenen Massnahmen kann der Gefahr aber wirksam begegnet werden. Personen sind im Innern der Gebäude nicht gefährdet und die Gebäudestabilität ist im Falle eines Ereignisses gewährleistet.

Zudem haben die empfohlenen Massnahmen keine Auswirkungen auf Nachbargrundstücke (→ keine Verlagerung resp. Erhöhung der Gefährdung auf Nachbargebäude).

5. Fazit

Durch die Umsetzung der erwähnten Schutzmassnahmen gegen die Hangmurengefährdung (→ Auflagen) kann das vorhandene Schadenpotenzial deutlich reduziert werden. Die Wirksamkeit der Schutzmassnahmen kann als hoch angesehen werden.

Im Weiteren sind folgende Punkte im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens zu beachten:

- Die Schutzmassnahmen sind vom Bauherr auf dem Naturgefahren - Formular (oder einem Beiblatt) festzuhalten;
- Der Nachweis der Belastbarkeit der Gebäudemauern ist vom planenden Bauingenieur zu erbringen (→ statischer Nachweis);
- Die Massnahmen sollen in den Projektplänen und –profilen eingezeichnet werden, da sie Bestandteil des Baugesuchdossiers sind.

Die Abteilung Naturgefahren wird als zuständige kantonale Fachstelle die Schutzmassnahmen prüfen und als Auflagen im Baubewilligungsverfahren festlegen.

Die Massnahmen müssen nicht in der UeO festgehalten werden. Da das Baugebiet teilweise im blauen Gefahrenbereich liegt, ist im Rahmen eines Bauvorhabens (Baubewilligungsverfahren) nachzuweisen, welche Massnahmen mit dem Bauvorhaben der best. Gefährdung gegenüber erbracht werden. Dies erfordert ein weiteres Fachgutachten.

KELLERHALS + HAEFELI AG

U. Zesiger

R. Wagner

Sachbearbeiterin: Ursina Zesiger, dipl. Geomorphologin

Bern, 17. Sept. 2019
UZ/rj 11523