Gemeinde: [Gemeindename]

Projekt: Revision Gefahrenkarte [Name]

Leitfaden

Dokument D3

**Ausschreibungsunterlagen**

Dokument 0 Dokumentenkontrolle

Dokument A Vertragsentwurf

Dokument B Bestimmungen zur Ausschreibung

Dokument C Angaben zum Angebot

**Dokument D** D1 Pflichtenheft

D2 Leistungsverzeichnis

**D3 Leitfaden**

Beilagen

Dokument E Honorarangebot

E1 Honorartabelle

INHALT

[1 Inhalt 4](#_Toc180748822)

[2 Allgemeine Angaben 4](#_Toc180748823)

[3 Grundlagen (nicht abschliessend) 4](#_Toc180748824)

[3.1 Grundlagendaten 4](#_Toc180748825)

[3.2 Gefahrengrundlagen 5](#_Toc180748826)

[3.3 Schutzmassnahmen 5](#_Toc180748827)

[3.4 Datenbezug und Gebühren 5](#_Toc180748828)

[3.5 Bundesgesetze 5](#_Toc180748829)

[3.6 Kantonale Gesetze 5](#_Toc180748830)

[3.7 Richtlinien, Arbeitshilfen, Empfehlungen 6](#_Toc180748831)

[4 Allgemeine Vorgaben 7](#_Toc180748832)

[4.1 Perimeter und Bearbeitungstiefe 7](#_Toc180748833)

[4.1.1 Perimeter A 7](#_Toc180748834)

[4.1.2 Perimeter B 7](#_Toc180748835)

[4.2 Arbeitsschritte Gefahrenbeurteilung bei Überarbeitung und bei Ersterstellung 8](#_Toc180748836)

[4.3 Geländemodelle und Terrainreferenz 8](#_Toc180748837)

[4.4 Prozessquellen 8](#_Toc180748838)

[4.5 Berücksichtigung Schutzmassnahmen 8](#_Toc180748839)

[4.6 Berücksichtigung von Gebäuden bei der Ausscheidung von Prozessräumen 9](#_Toc180748840)

[4.7 Umgang mit Klimaänderung 9](#_Toc180748841)

[4.8 Produkte 10](#_Toc180748842)

[4.8.1 Intensitätskarten 10](#_Toc180748843)

[4.8.2 Gefahrenkarte pro Hauptprozessart und Synoptische Gefahrenkarte 10](#_Toc180748844)

[4.8.3 Gefahrenhinweiskarte 11](#_Toc180748845)

[4.8.4 Weitere Kartenprodukte 11](#_Toc180748846)

[4.8.5 Technischer Bericht 12](#_Toc180748847)

[4.8.6 Geodaten 13](#_Toc180748848)

[4.9 Sitzungen und erwartete Produkte 14](#_Toc180748849)

[5 Prozessspezifische Vorgaben 15](#_Toc180748850)

[5.1 Lawinenprozesse 15](#_Toc180748851)

[5.2 Rutschprozesse 15](#_Toc180748852)

[5.3 Dolinen / Absenkungen 15](#_Toc180748853)

[5.4 Sturzprozesse 15](#_Toc180748854)

[5.5 Wasserprozesse 16](#_Toc180748855)

[5.5.1 Grundszenarien 16](#_Toc180748856)

[5.5.2 Schwachstellenanalyse 17](#_Toc180748857)

[5.5.3 Wirkungsanalyse 18](#_Toc180748858)

[5.5.4 Sekundärprozess Uferrutschung 18](#_Toc180748859)

# Inhalt

Im vorliegenden Leitfaden werden die allgemeinen Grundlagen aufgeführt und das methodische Vorgehen bei der Revision bestehender Gefahrenbeurteilungen erläutert. Das Dokument dient als Grundlage für die Ausschreibung und Offertstellung. Damit werden die nachfolgenden Dokumente ausser Kraft gesetzt:

* Arbeitsgruppe Naturgefahren Kanton Bern 2018: Pflichtenheft Revision Gefahrenkarten, AG Nagef, April 2018.
* Arbeitsgruppe Naturgefahren Kanton Bern 2008: Merkblatt Revision von Gefahrenkarten, AG Nagef, Februar 2008.
* Arbeitsgruppe Naturgefahren Kanton Bern 2003: Gefahrenkarten auf Stufe Nutzungsplanung, "Merkblatt Gefahrengutachten" zuhanden von Gemeinden und Offertstellern.

# Allgemeine Angaben

Die zu erarbeitende revidierte Gefahrenkarte soll die bestehende Gefahrenkarte ablösen. Dementsprechend sind alle relevanten Unterlagen wie der technische Bericht, Kartenbeilagen, usw. neu zu erarbeiten und in einem neuen Dossier zusammenzufassen, welches das bestehende Gefahrenkarten-Dossier ersetzt. Die Revision der Gefahrenbeurteilung kann aus einem oder mehreren der folgenden Gründe notwendig sein:

* Neue Erkenntnisse aus den Ereignissen der letzten Jahre
* Neue Erkenntnisse aus punktuellen oder detaillierteren Gefahrenabklärungen
* Realisierte Schutzmassnahmen
* Verbesserte Beurteilungsmethoden (Rutschungen, Hangmuren, Lawinen, Abflusskapazitäten)
* Neue Modellierungsprogramme (z.B. Stein- und Blockschlag, Hangmuren)
* Neue digitale Höhenmodelle als Basis für Modellierungen
* Landschaftsveränderungen (z.B. Überbauungen, Terrainanpassungen)
* Veränderung der Disposition für Naturereignisse im Einzugsgebiet

# Grundlagen (nicht abschliessend)

Für weitere Informationen zu den aufgeführten Grundlagen stehen die Fachstellen zur Verfügung. Die Grundlagen sind grundsätzlich über den Autor, resp. den Datenherrn, zu beschaffen.

## Grundlagendaten

1. Übersichtsplan 1:5'000, AGI
2. Digitales Terrain- und Oberflächenmodell LDTM50CM/LDOM50CM, AGI
3. SwissALTI3D, swisstopo
4. Querprofile Fliessgewässer, BAFU
5. Gewässernetz Kanton Bern GNBE, AGI und Gewässernetz GN25 swisstopo
6. Daten relevanter Abflussmess- und Wetterstationen, AWA, BAFU, Meteoschweiz, SLF
7. Daten- und Analyseplattform [www.hydromaps.ch](http://www.hydromaps.ch): B04 Extreme Punktniederschläge
8. InSAR: Radarsat2-Daten (C-Band) für das Berner Oberland und Palsar2-Daten (L-Band) für Oberland, Voralpen und Teile des Mittellands und Juras (Bezug unter <https://geofiles.be.ch/geoportal/pub/download/INSAR/INSAR.ZIP>

## Gefahrengrundlagen

1. Studie Extremhochwasser Aare, Tiefbauamt Kanton Bern
2. Gefahrenhinweiskarte 1:25'000 des Kantons Bern, AWN/AGI
3. Gefahrenhinweiskarte Hangmuren, SilvaProtect, AWN
4. Gefahrenhinweiskarte GHKperiGlazial, AWN nur Berner Oberland
5. INSAR-Karten, verifizierter Kataster permanenter Rutschungen, BAFU/AWN
6. Karte Überflutungsgefährdung Kanton Bern 1:25‘000, TBA OIK
7. Ereigniskataster Lawinen-, Sturz-, Hang- und Wasserprozesse, AWN

## Schutzmassnahmen

1. Schutzbautenkataster forstliche Schutzbauten, AWN
2. Schutzbautenkataster Wasserbau, TBA (im Aufbau)

## Datenbezug und Gebühren

Für den Bezug der Daten mit Datenhoheit bei einer kantonalen Stelle oder der Gemeinde werden weder Gebühren noch Bearbeitungsentschädigungen erhoben. Für alle übrigen notwendigen Daten sind die Nutzungs- und Bearbeitungsgebühren in der Offerte einzurechnen und die Beschaffung direkt durch den Auftragnehmer vorzunehmen. Zum jetzigen Zeitpunkt unbekannte, während der Projektausführung zusätzlich anfallende Kosten für den Bezug von Daten werden separat verrechnet.

## Bundesgesetze

1. Bundesgesetz über die Raumplanung (Raumplanungsgesetz, RPG) vom 22.06.1979, Art. 6
2. Bundesgesetz über den Wald (Waldgesetz, WaG) vom 04.10.1991, Art. 19
3. Verordnung über den Wald (Waldverordnung, WaV) vom 30.11.1992, Art. 15
4. Bundesgesetz über den Wasserbau vom 21.06.1991, Art.3 und 6
5. Verordnung über den Wasserbau (Wasserbauverordnung, WBV) vom 02.11.1994, Art. 21

## Kantonale Gesetze

1. Kantonales Waldgesetz (KWaG) vom 05.05.1997, Art. 28 und 30
2. Kantonale Waldverordnung (KWaV) vom 29.10.1997, Art. 39
3. Gesetz über Gewässerunterhalt und Wasserbau (Wasserbaugesetz, WBG) vom 14.02.1989, Art. 7 und 16
4. Baugesetz (BauG) vom 09.06.1985, Art. 6 und 71
5. Gesetz über das öffentliche Beschaffungswesen (ÖBG) vom 01.02.2022
6. Verordnung über das öffentliche Beschaffungswesen (ÖBV) vom 01.01.2024
7. [Regierungsrat des Kantons Bern 2005: Risikostrategie Naturgefahren des Kantons Bern, Bern. 14 S.](https://www.naturgefahren.sites.be.ch/content/dam/naturgefahren_sites/dokumente/de/risikomanagement/RRB-Risikostrategie-Naturgefahren-Kanton-Bern.pdf)

## Richtlinien, Arbeitshilfen, Empfehlungen

1. Abteilung Naturgefahren 2014: Anwendung Methode PROTECT im Kanton Bern, Interlaken. 3 S.
2. Abteilung Naturgefahren 2015: Erfassungsmodell GK5\_PROJEKT – Anwenderhandbuch (Grundlagen, Datenmodelle, Datenpflege, Erschliessung), Geo7 AG, Bern. 01.10.2015.
3. Abteilung Naturgefahren 2016: Erfassungsmodell GK5\_PROJEKT - Erfassungsschnittstelle (Datenstrukturen, Datenerfassung, Prüfungen), Geo7 AG, Bern. 10.05.2016
4. [Arbeitsgruppe Naturgefahren Kanton Bern 2010: Schutzziele bei gravitativen Naturgefahren, Interlaken. 7 S.](https://www.naturgefahren.sites.be.ch/content/dam/naturgefahren_sites/dokumente/de/risikomanagement/Schutzziele-bei-gravitativen-Naturgefahren-Erl%C3%A4uterungen-Bern-2010.pdf)
5. [Arbeitsgruppe Naturgefahren Kantons Bern 2010: Fakten und Szenarien zu Klimawandel und Naturgefahren im Kanton Bern, Bern. 8 S.](https://www.mm.directories.be.ch/files/4673/15413.pdf)

1. [Arbeitsgruppe Naturgefahren Kanton Bern 2015: Klimawandel und Naturgefahren – Veränderungen im Hochgebirge des Berner Oberlandes und ihre Folgen](https://www.naturgefahren.sites.be.ch/content/dam/naturgefahren_sites/dokumente/de/gefahreninformationen/Brosch%C3%BCre-Ver%C3%A4nderungen-im-Hochgebirge-GHKperiGlazial-2015.pdf).
2. [BAFU (Hrsg.) 2019: Schwemmholz in Fliessgewässern. Ein praxisorientiertes Forschungsprojekt. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 1910: 100 S.](https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/naturgefahren/uw-umwelt-wissen/schwemmholz-fliessgewaessern.pdf.download.pdf/de_BAFU_UW-1910_Schwemmholz_8_GzD_11-12.pdf)
3. BAFU 2016: Vollzugshilfe Schutz vor Massenbewegungsgefahren

1. [BAFU 2014: Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz. Aktionsplan 2014–2019. Zweiter Teil der Strategie des Bundesrates. Bern, 113 S.](http://www.news.admin.ch/NSBSubscriber/message/attachments/34371.pdf)
2. [BAFU 2012: Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz im Sektor Umgang mit Naturgefahren. Beitrag des Bundesamtes für Umwelt zur Anpassungsstrategie des Bundesrates. Bern, 18 S.](http://www.bafu.admin.ch/klima/13877/14401/14904/index.html?lang=de&download=NHzLpZeg7t,lnp6I0NTU042l2Z6ln1acy4Zn4Z2qZpnO2Yuq2Z6gpJCGe4J,fmym162epYbg2c_JjKbNoKSn6A--)
3. [BFF, SLF 1984: Richtlinien zur Berücksichtigung der Lawinengefahr bei raumwirksamen Tätigkeiten. Eidg. Inst. f. Schnee- und Lawinenforschung, Bundesamt für Forstwesen, EDMZ, Bern.](http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00778/index.html?lang=de&download=NHzLpZig7t,lnp6I0NTU042l2Z6ln1acy4Zn4Z2qZpnO2Yuq2Z6gpJCGdoB6gmym162dpYbUzd,Gpd6emK2Oz9aGodetmqaN19XI2IdvoaCVZ,s-.pdf)

1. [BUWAL, BWG 1995: Symbolbaukasten zur Kartierung der Phänomene. Empfehlungen, Ausgabe 1995. Mitt. des Bundesamtes für Wasserwirtschaft, Nr.6, Bern.](http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00781/index.html?lang=de&download=NHzLpZig7t,lnp6I0NTU042l2Z6ln1acy4Zn4Z2qZpnO2Yuq2Z6gpJCGdoB6g2ym162dpYbUzd,Gpd6emK2Oz9aGodetmqaN19XI2IdvoaCVZ,s-.pdf)

1. [BUWAL, BWW 1998: Berücksichtigung der Massenbewegungsgefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bundesamt für Wasserwirtschaft (BWW), Bern und Biel.](http://www.planat.ch/fileadmin/PLANAT/planat_pdf/alle_2012/1996-2000/Lateltin_1997_-_Beruecksichtigung_der_Massenbewegungsgefahren_bei_raumwirksamen.pdf)
2. BUWAL 1998: Methoden zur Analyse und Bewertung von Naturgefahren. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Umwelt-Materialien Nr. 85
3. BUWAL, Eidg. Forstdirektion 1998: Begriffsdefinitionen zu den Themen: Geomorphologie, Naturgefahren, Forstwesen, Sicherheit, Risiko. Arbeitspapier. 66 S.

1. [BWG 2004: Gefahreneinstufung Rutschungen i.w.S. - Permanente Rutschungen, spontane Rutschungen und Hangmuren. Bundesamt für Wasser und Geologie, Biel und Bern.](http://www.sfig-gsgi.ch/Arbeitsgruppen/Publikation_AGN_Gefahreneinstufung_Rutschungen_i.w.S.pdf)

1. [BWW, BRP, BUWAL 1996: Berücksichtigung der Hochwassergefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten. Bundesamt für Wasserwirtschaft (BWW), Bundesamt für Raumplanung, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Biel und Bern.](http://www.gr.ch/DE/institutionen/verwaltung/bvfd/awn/dokumentenliste_afw/3_1_3_3_gko_8_1.pdf)
2. [CH2014-Impacts 2014: Toward Quantitative Scenarios of Climate Change Impacts in Switzerland, published by OCCR, FOEN, MeteoSwiss, C2SM, Agroscope, and ProClim, Bern, Switzerland, 136 pp.](http://www.ch2014-impacts.ch/res/files/CH2014-Impacts_report.pdf)
3. FAN, KOHS 2015: Empfehlung zur Beurteilung der Gefahr der Ufererosion an Fliessgewässern. In Erarbeitung.
4. FAN, BAFU (in Vorbereitung): PROTECTpraxis - Berücksichtigung der Wirkung von Schutzmassnahmen in der Gefahren- und Risikobeurteilung. Teile I - III
5. Hydrologischer Atlas der Schweiz HADES. Frei Ch., Fukutome S. (2022). B04 Extreme Punktniederschläge. URL: <https://hydromaps.ch>
6. KOHS 2007: Auswirkungen der Klimaänderung auf den Hochwasserschutz in der Schweiz. Ein Standortpapier der Kommission Hochwasserschutz im Schweizerischen Wasserwirtschaftsverband (KOHS). In: Wasser Energie Luft - 99. Jahrgang, 2007, Heft 1, Baden.
7. [KOHS 2013: Freibord bei Hochwasserschutzprojekten und Gefahrenbeurteilungen. Empfehlungen der Kommission Hochwasserschutz (KOHS). In: Wasser Energie Luft - 105. Jahrgang, 2013, Heft 1, Baden.](https://www.bvd.be.ch/content/dam/bvd/dokumente/de/tba/dienstleistungen-wasserbau-gewaesserunerhalt/wa-wb-fachordner-wasserbau-fowb/fowb-810-allgemeine-grundlagen.pdf)
8. [Lange Daniela, Bezzola Gian Reto 2006: Schwemmholz - Probleme und Lösungsansätze. VAW-Mitteilungen 188, Zürich 135 S.](https://ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/baug/vaw/vaw-dam/documents/das-institut/mitteilungen/2000-2009/188.pdf)

1. [Margreth S. 2016: Ausscheiden von Schneegleiten und Schneedruck in Gefahrenkarten. WSL Berichte 47. Birmensdorf. Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL. 16 S.](https://www.wsl.ch/de/publikationen/ausscheiden-von-schneegleiten-und-schneedruck-in-gefahrenkarten/)
2. [PLANAT 2013: Sicherheitsniveau für Naturgefahren. Plattform für Naturgefahren PLANAT, Bern. 15 S.](https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/naturgefahren/fachinfo-daten/sicherheitsniveaufuernaturgefahren.pdf.download.pdf/sicherheitsniveaufuernaturgefahren.pdf)
3. [PLANAT 2009: Risikokonzept für Naturgefahren – Leitfaden. Nationale Plattform für Naturgefahren PLANAT, Bern. 420 S.](https://www.planat.ch/fileadmin/Publikationen/PLANAT_2011_-_Risikokonzept_fuer_Naturgefahren.pdf)
4. [PLANAT 2008: Wirkung von Schutzmassnahmen. Nationale Plattform für Naturgefahren PLANAT, Bern. 289 S.](https://www.planat.ch/fileadmin/Publikationen/2008_-_Wirkung_von_Schutzmassnahmen_Phase_2.pdf)
5. PLANAT 2000: Empfehlungen zur Qualitätssicherung bei der Beurteilung von Naturgefahren. PLANAT Reihe 1/2000.
6. SIA 2003: SIA-Norm 104, Anhang B: Naturgefahren - Hilfsmittel für Ausschreibungen und Offertstellungen, Zürich, S. 100 - 127.
7. SIA 2003: SIA-Norm 111, Leistungsmodell Planung und Beratung
8. TBA BE 2024: Arbeitshilfe Hochwasserabschätzung im Kanton Bern (in Vorbereitung)
9. [VKF 2005: Wegleitung Objektschutz gegen gravitative Naturgefahren, Vereinigung kantonaler Gebäudeversicherungen, Bern.](https://cms.vkg.ch/media/l3ebv3w4/wegleitung-objektschutz-gegen-gravitative-naturgefahren.pdf)

# Allgemeine Vorgaben

## Perimeter und Bearbeitungstiefe

### Perimeter A

Der Perimeter A umfasst im Wesentlichen das dauernd besiedelte Gebiet. Er ist im Anhang zum Pflichtenheft bezeichnet. Im Perimeter A werden die Gefahren flächendeckend und detailliert kartiert (Stufe Gefahrenkarte).

### Perimeter B

Dieser Perimeter umfasst das restliche Gemeindegebiet ausserhalb des Perimeters A. Die Gefährdung wird auf Stufe Gefahrenhinweis bestimmt. Hier sind die Gefahrenhinweise aus den Gefahrenhinweiskarten, dem Ereigniskataster, SilvaProtect und Analyse der Topographie zu übernehmen. Bestehen Unsicherheiten bei der Beurteilung der Gefährdung, sind die Objekte im Gelände zu verifizieren.

Die zu beurteilenden Objekte (Ganz- und Teilzeitbewohnte Gebäude, Sonderobjekte) sind in D1, Anhang 2 ausgewiesen.

Im Gebiet des Berner Oberlandes sollen zusätzlich die INSAR-Karte zu den permanenten Rutschungen beigezogen werden.

## Arbeitsschritte Gefahrenbeurteilung bei Überarbeitung und bei Ersterstellung

Unabhängig davon, ob es sich bei den ausgeschriebenen Arbeiten um die Überarbeitung einer bestehenden Gefahrenkarte oder um eine Erstbeurteilung einer Gefahrenquelle handelt, sind sämtliche im Leistungsverzeichnis (Dokument D2) aufgeführten Arbeitsschritte und Leistungen zur Beurteilung einer Gefahrenquelle zu erbringen.

Sofern eine Gefahrenbeurteilung (z.B. aktuell gültige Gefahrenkarte) besteht, sind die Ergebnisse der Überarbeitung in Relation zur bestehenden Gefahrenbeurteilung zu setzen und Unterschiede zu begründen. Die Dokumentation erfolgt im Technischen Bericht und/oder in den Faktenblättern.

**Ausarbeitung Gefahrenkartenentwurf und Dokumentation**

Die Gefahrenkartenentwürfe und die Dokumentation werden bei einer Überarbeitung der Gefahrenkarte gleich erstellt wie bei der Ersterstellung.

## Geländemodelle und Terrainreferenz

Als Geländemodell ist das digitale Terrainmodell LDTM50CM (Bezug über AGI) oder ein aktuelleres Geländemodell (Bezug bei Swisstopo) für Gebiete unterhalb 2000 m ü. M. zu verwenden. Für höher gelegene Gebiete ist das DTM SwissALTI3D der Swisstopo einzusetzen. Bei Prozessmodellierungen an der Übergangsgrenze von 2000 m ü. M. wird das geeignete Höhenmodell zusammen mit der kantonalen Fachstelle bestimmt.

Für die Kartographie und als Grundlage zur Digitalisierung, ist für Massstäbe bis ca. 1:10‘000 der aktuelle kantonale Übersichtsplan (UP5) und für kleinere Massstäbe die aktuelle Landeskarte 1:25‘000 der swisstopo (LK25) zu verwenden. Der Verlauf der Gewässer auf dem kantonalen Übersichtsplan ist innerhalb des Perimeters A mit Hilfe der AV-Daten oder von Orthofotos zu überprüfen und bei Bedarf zu korrigieren. Bei Feldkartierungen sind Lagedifferenzen auf dem Kartierungshintergrund zu berücksichtigen und in den Geodaten zur Gefahrenbeurteilung zu korrigieren.

Wurden seit der Erstellung des Terrainmodells grössere Geländeveränderungen vorgenommen (z.B. Deponie, neue Überbauung), wird zusammen mit dem Auftraggeber definiert, wie damit umgegangen werden soll.

## Prozessquellen

Bei der Erstellung von Intensitätskarten sind die Wirkungsflächen nach den Vorgaben der aktuell gültigen Anleitung "G5 Erfassungsmodells" zu erfassen

Für Prozessarten oder Prozessquellen, für welche keine Intensitätskarten erstellt werden, hat die Erfassung der Wirkungsflächen auf Stufe Gefahrenkarte ebenfalls gemäss Anleitung "G5 Erfassungsmodell" zu erfolgen.

## Berücksichtigung Schutzmassnahmen

In der Gefahrenbeurteilung sind für sämtliche prozessrelevanten Schutzmassnahmen die Grundsätze nach Methode PROTECTpraxis (2024, im Entwurf) [49] anzuwenden. Dort wo im Rahmen vorhandener Abschlussdokumentationen von Schutzbauten bereits eine aktuelle Beurteilung nach Protect vorliegt, kann diese übernommen werden, sofern die Ausgangslage (Gefahrenbeurteilung, Zustand Schutzbaute/Schutzwald) unverändert ist.

Bei den Wassergefahren ist ein Nachweis gemäss Datenblatt Schutzmassnahmen für Schlüsselbauwerke/-massnahmen zu erbringen.

Bei den Massenbewegungsgefahren gelten alle Schutzbauten als Schlüsselbauwerke. Ein Nachweis gemäss Datenblatt Schutzmassnahmen muss somit für alle Schutzbauten erbracht werden. Für biologische und organisatorische Schutzmassnahmen ist ein Nachweis gemäss Datenblatt Schutzmassnahmen zu erbringen, wenn es sich um eine Schlüsselmassnahme handelt.

Der Nachweis gemäss Datenblatt Schutzmassnahmen erfolgt im Allgemeinen pro Einzelwerk/-Massnahme (einzelne Sperrentreppe oder Schutzdamm), pro funktionale Einheit (z.B. mehrere Sperrentreppen) oder pro Gesamtverbauung/Massnahmenverbund (gesamte Bach- oder Lawinenverbauung als ein Schutzsystem).

Die Festlegung der Schlüsselbauwerke/-massnahmen erfolgt in Absprache mit der Gemeinde und den Fachstellen

## Berücksichtigung von Gebäuden bei der Ausscheidung von Prozessräumen

Für die Berücksichtigung der Gebäude sind zwei Fragen wichtig:

* Kann ein normales Gebäude durch den zu erwartenden Prozess zerstört werden?
* Wie gesichert ist der langfristige Bestand des Gebäudes?

Die Wirkung von Gebäuden **im Anriss vom Gefahrenprozess Hangmuren** wird berücksichtigt, wenn sie den Prozess massgeblich beeinflussen und in einer Bauzone (siehe Übersichtszonenplan des Kantons) liegen. In allen anderen Fällen werden sie nicht berücksichtigt.

Die Wirkung von Gebäuden auf den Prozessablauf **im Transit- und Auslaufgebiet von allen anderen Gefahrenprozessen** ist zu berücksichtigen, wenn sie in einer Bauzone liegen. Dabei sind zwei Fälle zu unterscheiden:

* Liegen die erwarteten Einwirkungen deutlich tiefer, als dass strukturelle Schäden am durchschnittlich dort vorhandenen Gebäude erwartet werden müssen, wird das Gebäude als stoppendes Hindernis behandelt. Wie weit die Prozesse zwischen den einzelnen Gebäuden vordringen können, ist im Rahmen der Gefahrenbeurteilung zu untersuchen. Da ein Gebäude abgebrochen und mit einem anderen Grundriss oder einer leicht anderen Lage wieder aufgebaut werden kann, ist die Ausscheidung der Prozessräume und Intensitäten zwischen den Gebäuden mit einer angemessen grossen Flughöhe vorzunehmen. Wichtig: Ein Objektschutz unmittelbar am Gebäude (verstärkte Fassade) wird in der Gefahrenkarte nicht ausgeschieden, wenn der geschützte Bereich eine Fläche von weniger als 200 m2 abdeckt.
* Sind die erwarteten Einwirkungen so gross, dass strukturelle Schäden am durchschnittlich dort vorhandenen Gebäude erwartet werden müssen, ist zu prüfen, ob durch das Gebäude für die unterliegenden Flächen eine relevante stoppende Wirkung vorhanden ist oder ob diese vernachlässigt werden kann.

Wird ein Gebäude als durch einen Prozess betroffen beurteilt und hat es gleichzeitig eine bremsende Wirkung auf den Prozess, wird die Linie eines allfälligen Übergangs von einer Intensitätsstufe auf die nächste nicht an der bergseitigen Fassade, sondern mindestens in der Mitte der Gebäudegrundfläche gezogen.

## Umgang mit Klimaänderung

Die wichtigsten derzeit möglichen Aussagen bezüglich Klimawandel finden sich in [34] und [35]. Der derzeitige Wissensstand erlaubt es aufgrund der grossen Unsicherheiten auf lokaler Stufe nicht, quantitative Angaben zu den erwarteten Veränderungen bezüglich Gefahrenprozessen zu machen. Sind bei einzelnen Prozessquellen jedoch Entwicklungen sichtbar, welche auf ein verändertes Verhalten aktuell oder in naher Zukunft hindeuten, sind diese in der Gefahrenbeurteilung in Absprache mit der kantonalen Fachstelle zu berücksichtigen und im technischen Bericht auszuweisen.

Unsicherheitsbereiche von Parametern, welche durch die Klimaänderung beeinflusst werden, sind tendenziell eher auf der pessimistischen Seite, d.h. mit gewissen Reserven, festzulegen. Solche Festlegungen sind dem Auftraggeber transparent darzulegen und mit den kantonalen Fachstellen abzusprechen.

## Produkte

### Intensitätskarten

Intensitätskarten zeigen die Umhüllende aller möglichen Ereignisabläufe mit einer bestimmten Wiederkehrdauer und enthalten die Intensitätsstufen gemäss Anhang 1. Bei der Erstellung der Intensitätskarten (und in der Folge auch bei den Gefahrenkarten) wird nicht berücksichtigt, dass ein einzelnes Ereignis oft nicht die gesamte Fläche eines Grundszenarios betrifft, sondern es werden alle Prozessräume derselben Prozessquelle dargestellt, die bei Eintritt eines Ereignisses mit einer bestimmten Wiederkehrperiode betroffen sein können. Neu erstellte Intensitätskarten sind nach Prozessquelle zu erfassen.

Die Intensitätskarte für das Extremereignis ist standardmässig für alle Prozesse zu erstellen, für welche Intensitätskarten gemäss Datenmodell verlangt sind.

**Die Intensitäts- resp. Gefahrenkarten sind digital pro Prozessquelle gefordert.** Daraus werden durch die Abteilung Naturgefahren die weiteren Derivate (synoptische Intensitätskarte (= Intensitätskarte für alle Prozessquellen je Hauptprozessart), Prozess-Gefahrenkarten, synoptische Gefahrenkarte) berechnet.

In den Intensitätskarten werden im Minimum folgende Inhalte dargestellt:

* Intensitäten
* Perimetergrenzen A und B
* bei Wassergefahren: Gewässername
* bei Teilrevision: nicht bearbeitete Gebiete

Der Massstab der Intensitätskarten beträgt 1:5'000 in dicht besiedelten Gebieten oder 1:10'000 in sehr grossen Gebieten. Massgebend für die Wahl des Massstabes ist die Lesbarkeit der Karte.

Maximale Datenmenge pro Karte darf nicht überschritten werden: 15 MB/A0 (Dokumentgrösse bzw. Datenmenge pro A0).

### Gefahrenkarte pro Hauptprozessart und Synoptische Gefahrenkarte

Die Gefahrenkarte pro Hauptprozessart und die synoptische Gefahrenkarte werden auf der Basis der Intensitätskarten oder der Gefahrenkarte je Prozessquelle (Kap. 4.8.1) durch die Abteilung Naturgefahren berechnet. **Die Derivate werden dem Auftragnehmer anschliessend digital übergeben.** Der Auftragnehmer erarbeitet anschliessend das Kartenlayout und produziert die Karten in Papierform und als pdf.

Auf den Karten ist der Untersuchungsperimeter einzublenden. Ausserhalb des Perimeters A ist der synoptische Gefahrenhinweisbereich in der synoptischen Gefahrenkarte resp. der Gefahrenhinweisbereich pro Hauptprozessart in der Gefahrenkarte pro Hauptprozessart abzubilden. Eine Ausnahme besteht bei den Rutschprozessen, wo die permanenten Rutschungen einerseits und die spontanen Rutschungen und Hangmuren andererseits in getrennten Karten dargestellt werden.

In den Gefahrenkarten werden im Minimum folgende Inhalte dargestellt:

* Gefahrenstufen
* Indizes der Gefahrenstufe
* Perimetergrenzen A und B
* bei Wassergefahren: Gewässername
* bei Teilrevision: nicht bearbeitete Gebiete

Der Massstab der Gefahrenkarten beträgt 1:5'000 in dicht besiedelten Gebieten oder 1:10'000 in sehr grossen Gebieten. Massgebend für die Wahl des Massstabes ist die Lesbarkeit der Karte.

Maximale Datenmenge pro Karte darf nicht überschritten werden: 15 MB/A0 (Dokumentgrösse bzw. Datenmenge pro A0).

### Gefahrenhinweiskarte

In der Gefahrenhinweiskarte werden im Minimum folgende Inhalte dargestellt:

* Flächen mit Gefahrenhinweis
* Ganz- und Teilzeitbewohnte Gebäude und Sonderobjekte mit fortlaufender Nummer und Angabe zum Gefahrenprozess (gemäss Datenmodell)
* Perimetergrenzen A und B
* bei Wassergefahren: Gewässername
* bei Teilrevision: nicht bearbeitete Gebiete

Der Massstab der Gefahrenhinweiskarte ist frei wählbar. Maximale Datenmenge pro Karte darf nicht überschritten werden: 15 MB/A0 (Dokumentgrösse bzw. Datenmenge pro A0).

### Weitere Kartenprodukte

Wenn vom Auftraggeber verlangt, werden weitere Kartenprodukte erstellt:

*Karte der Phänomene*

Die Karte der Phänomene stellt stumme Zeugen früherer Naturereignisse und wichtige geomorphologische, geologische und hydrologische Erscheinungen im Gelände dar. Die Karte der Phänomene ist eine Zusammenstellung von Fakten (ohne Interpretation) und trägt wesentlich dazu bei, das Verständnis für Abläufe und Zusammenhänge zu fördern, Schlussfolgerungen zu belegen und deren Nachvollziehbarkeit sicherzustellen.

Falls in bestehender Gefahrenkarte eine flächige Karte der Phänomene in guter Qualität vorhanden ist, werden bei Revisionen lediglich kleine Anpassungen gefordert, falls neue Phänomene festgestellt werden. In allen anderen Fällen sind die relevanten Phänomene neu zu kartieren und zu dokumentieren. Die Karte der Phänomene wird für Rutschungen, Sturz und Wassergefahren, nicht aber für Lawinen ausgearbeitet.

Die Darstellung erfolgt in einer Gesamtkarte oder in Kartenausschnitten auf dem Datenblatt der Prozessquelle (Format A5 bis A4). Die Phänomene können digital oder von Hand eingezeichnet werden. Wird eine separate Karte der Phänomene erstellt, ist diese als PDF abzugeben.

*Fliesstiefen- und Fliessgeschwindigkeitskarten*

Fliesstiefenkarten sind ein Ergebnis von 2D-Überflutungssimulationen. Es sollen die Fliesstiefen zum Zeitpunkt der maximalen Intensität der Überflutung je Wahrscheinlichkeit dargestellt werden. Die Fliesstiefenkarten sollen zudem Informationen zu Fliessgeschwindigkeiten zum Zeitpunkt der maximalen Intensität enthalten. Es werden nicht arrondierte Rohergebnisse der Simulationen dargestellt. Flächen, welche gemäss Simulation nicht betroffen sind, in der arrondierten Intensitätskarte aber enthalten sind, müssen ebenfalls dargestellt sein.

*Wasserkotenkarten*

Wasserkotenkarten sind ein Ergebnis von 2D-Überflutungssimulationen. Es sollen die Wasserkoten in m ü. M. zum Zeitpunkt der maximalen Intensität der Überflutung je Wahrscheinlichkeit dargestellt werden. Die Wasserkotenkarten sollen zudem Informationen zu Fliessgeschwindigkeiten zum Zeitpunkt der maximalen Intensität enthalten. Es werden nicht arrondierte Rohergebnisse der Simulationen dargestellt. Flächen, welche gemäss Simulation nicht betroffen sind, in der arrondierten Intensitätskarte aber enthalten sind, müssen ebenfalls dargestellt sein.

### Technischer Bericht

Der technische Bericht zur Gefahrenkarte ist gemäss der untenstehenden Struktur aufzubauen. Er beinhaltet auch die unveränderten Bestandteile des technischen Berichts aus der bestehenden Gefahrenkarte. Falls die Ersterarbeitung und die Revision der Gefahrenbeurteilung nicht durch die gleichen Auftragnehmer erarbeitet wurden, ist die Herkunft der einzelnen Kapitel aus Urheberrechts- und Haftungsgründen klar zu deklarieren.

Anhänge sind direkt dem Technischen Bericht anzufügen und als 1 PDF zu erstellen. Die Planbeilagen sind in den vorgegebenen Massstäben zu erstellen. Sie weisen in der Regel ein Vielfaches eines A4-Seitenformates auf und sollten eine maximale Datenmenge von 15 MB/A0 (Dokumentgrösse bzw. Datenmenge pro A0).pro Karte nicht überschreiten:

**Aufbau des Technischen Berichts:**

* Inhaltsverzeichnis
* Verzeichnis der Anhänge und Beilagen
* Einleitung

Ausgangslage

Auftrag

Problemstellung, Zielsetzung

Sachbearbeitung (Projektbeteiligte und Funktionen)

* Untersuchungsperimeter

Siedlungsgebiet – Perimeter A

Übriges Gemeindegebiet – Perimeter B

Änderungen gegenüber bestehender Gefahrenbeurteilung

* Verwendete Grundlagen

Allgemeine Unterlagen

Naturgefahren-spezifische Unterlagen

Technische Berichte (Gutachten, Verbauungen usw.)

* Untersuchungsmethodik

Übersicht (allgemeines Vorgehen und Methodik, Gewährleistung Nachvollziehbarkeit)

Eingesetzte Verfahren (prozessspezifische Methoden und Verfahren, Modelle)

* Übersicht Untersuchungsgebiet

Geologie, Geomorphologie

Klima, Hydrologie

Landnutzung

Ereigniskataster und Ereignisanalysen

* Gefahren im Perimeter A

Fliesslawinen, Staublawinen, Eislawinen

Schneegleiten

Stein- und Blockschlag, Eisschlag

Fels- und Bergsturz

Permanente Rutschung, Sackung, spontane Rutschung und Hangmure

Dolinen, Bodenabsenkung

Überschwemmung

Übersarung

Murgang

Ufererosion, Uferrutschung

* Gefahren im Perimeter B

Verifizierung Gefahrenhinweise für bewohnte und teilzeitbewohnte Gebäude in Tabellenform im Gelände und/oder durch Analyse im Büro

* Vergleich alte / neue Gefahrenkarte

Erläuterung und Begründung der Unterschiede pro Haupt- und Unterprozess

* Schlussbemerkungen

Umsetzung der Gefahrenkarte

Beständigkeit der Gefahrenkarte

* Anhang

Datenblatt pro Prozessquelle gemäss Vorgabe in Anhang 3

Datenblatt pro Schutzmassnahme (Schlüsselmassnahmen)

Intensitätsklassen pro Prozessart

Intensitäts-Wahrscheinlichkeits-Diagramme für alle Prozessarten

Bedeutung der Gefahrenstufen

* Anhang Ergänzende Unterlagen Sturzprozesse

Dokumentation zur eingesetzten Modellierungssoftware und Ergebnisse der Modellierung

Sturz: Modellparameter, Karte der Sturztrajektorien, Energiekarte, Karte der Sprunghöhen

Wasserprozesse: Modellparameter, Simulationsresultate

übrige Prozesse: Modellparameter, Simulationsresultate

* Beilagen (Karten)

Die Planbeilagen sind in den vorgegebenen Massstäben zu erstellen

Ist kein Massstab vorgegeben, ist auf eine gute Lesbarkeit zu achten

### Geodaten

Die Digitalisierung und Attributierung erfolgt gemäss aktuell gültigem Datenmodell. Das Erfassungsmodell GK5\_Erfassungsmodell trägt den Anforderungen des Bundes und der Datennutzer Rechnung. Es erlaubt die Erfassung perimeter- und/oder prozessquellenbezogener Befunde in den Bearbeitungstiefen Intensitätskarte und Kennwerte.

Die kantonalen Fachstellen können Gefahrenbeurteilungen in unterschiedlicher Bearbeitungstiefe und mit unterschiedlichem Raumbezug in Auftrag geben.

Der Kanton gibt die zu erfassenden / zu überarbeitenden Geodaten auftragsspezifisch im Format ESRI File Geodatabase ab. Die Daten sind in der abgegebenen Struktur abzuliefern.

Die durch die Auftragnehmenden gelieferten Daten werden durch den Kanton einer automatisierten Prüfung unterzogen. Geprüft werden Topologie und Inhalte. Fehlerhafte Daten werden nicht abgenommen und müssen durch die Auftragnehmenden bereinigt werden.

## Sitzungen und erwartete Produkte

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Sitzung** | **Themen** | **Produkte** |
| Startsitzung | Erläuterung der Methodik,  Klären der Grundlagen,  Kontaktpersonen |  |
| Vorbesprechung Szenarien mit den Fachstellen | Szenarien | Dokumentation Grundszenarien  Dokumentation Schwachstellenanalyse (Wassergefahren). |
| Szenariensitzung mit Auftraggeberin | Szenarien | Dokumentation Grundszenarien.  Dokumentation Schwachstellenanalyse (Wassergefahren). |
| Vorbesprechung Entwürfe mit den Fachstellen | Besprechung Entwurf der Gefahrenbeurteilung | Entwurf Intensitätskarten.  Entwurf Gefahrenkarten.  Entwurf Datenblätter |
| Entwurfssitzung mit Auftraggeberin | Besprechung Entwurf der Gefahrenbeurteilung | Entwurf Intensitätskarten.  Entwurf Gefahrenkarten.  Entwurf Datenblätter |
| – | Abgabe fertige Produkte | Technischer Bericht  Datenblätter  Intensitätskarten  Gefahrenkarten |

Die unter 'Produkte' aufgeführten Dokumente für die Entwurfs- und Szenariensitzungen sind mindestens 14 Tage vor den jeweiligen Sitzungen abzugeben. Dies gilt sowohl für die Vorbesprechungen mit den Fachstellen als auch für die Sitzungen mit der Gemeinde.

# Prozessspezifische Vorgaben

## Lawinenprozesse

Als Grundlage für die Beurteilung der Lawinen sind Modellierungen mit gängiger Software (z.B. RAMMS:AVALANCHE, RAMMS::Extended, AVAL-1D) durchzuführen. Die Beurteilung der Lawinen richtet sich nach den einschlägigen Publikationen des SLF. Die Gefahr von Schneegleiten ist nach [54] zu beurteilen.

Die Untergrenze für die Beurteilung des Hauptprozesses Lawinen liegt im Bereich von 600 – 900 m ü. M. und ist projektspezifisch festzulegen.

## Rutschprozesse

Rutschgebiete sind bezüglich ihrer heutigen Aktivität und im Hinblick auf die künftige Entwicklung räumlich möglichst differenziert zu untersuchen und zu beschreiben. Grundlage bildet die Vollzugshilfe Schutz vor Massenbewegungsgefahren BAFU 2016 [37]. Zur Beurteilung der permanenten Rutschungen sind, wo vorhanden, die Verschiebungsvektoren aus der amtlichen Vermessung beizuziehen. In besonderen Fällen sind allenfalls zusätzliche Aufträge, z.B. die Vermessung des Geländes und die Analyse von Vermessungsdaten, auszulösen, um die Rutschbewegungen besser zu beurteilen.

Wenn sich kleinvolumige, oberflächliche Spontanrutschungen verflüssigen, werden sie als Hangmuren bezeichnet. Oberflächliche Spontanrutschungen und Hangmuren werden als eine Prozessart zusammengefasst und in einer Prozessgefahrenkarte abgebildet (HM). Ergänzend können Hangmurenprozesse flächig modelliert werden.

Auch unter die Spontanrutschungen/Hangmuren fallen Uferrutschungen (vgl. Kap. 5.5.4).

## Dolinen / Absenkungen

Die Gefahrengebiete bezüglich Dolinen / Bodenabsenkung sind anhand dokumentierter Ereignisse, Phänomenen im Gelände, geologischer Analysen oder Karten sowie unter Einbezug von hydrologischen Senken aus dem digitalen Terrainmodell und im Gelände zu bestimmen. Gebiete mit bekannten Absenkungen (sichtbare oder aus Vergangenheit belegt) werden generell der mittleren Gefahrenstufe (D2) zugeordnet. Liegen bestehende Einsturztrichter oder bekannte Ereignisstellen weniger als 100 m auseinander, werden diese zu einer Fläche zusammengefasst. Diese Gebiete werden anschliessend mit 20 m gepuffert. Gebiete, welche alleine aufgrund der Geologie eine Disposition für Dolinen aufweisen, wo aber keine Spuren sichtbar oder Ereignisse dokumentiert sind, werden der geringen Gefährdung (D1) zugeordnet.

## Sturzprozesse

Bei Prozessräumen, die bewohnte Gebäude treffen können, sind immer 3d-Sturzmodellierungen durchzuführen. In allen anderen Fällen kann der Prozessraum auch mit 2d-Modellierungen oder Pauschalgefälle-Überlegungen abgegrenzt werden. Die Fachbüros machen einen Vorschlag und begründen diesen.

Bei der Anwendung von Sturzmodellierungen ist der Wald zwingend zu berücksichtigen.

Für die Abgrenzung des Extremereignisses ist eine Modellierung fakultativ.

Wo keine bewohnten Gebäude betroffen sind, kann in gemeinsamer Absprache zwischen Fachstelle, Auftraggeber und Fachbüro auch eine vereinfachte 3d-Modellierung durchgeführt werden, z.B. indem Szenarien und Parametern von benachbarten Gefahrenquellen übernommen werden.

Für die Bestimmung der Reichweite grösserer Felsstürze (Kubaturen ab vielen 1'000 m3) und Bergstürze bestehen verschiedene Simulationsprogramme (z.B. RAMMS, DAN3d). Für die Abgrenzung des Prozessraums von Felsstürzen mit Kubaturen bis wenigen 1'000 m3 können Simulationsprogramme verwendet werden, die für die Modellierung von Einzelkomponenten ausgelegt sind. Allenfalls sind in Absprache zwischen Fachbüro und Fachstelle gewisse Parameter anders zu definieren und/oder es wird ein anderer Perzentilwert für die Abgrenzung der Reichweite gewählt.

Für Szenarien bis und mit 300-jährlichem Ereignis und Prozessräumen, welche bewohnte Gebäude betreffen, sind immer Simulationen einzusetzen. Für das Extremereignis können auch einfache Ansätze wie beispielsweise das Pauschalgefälle zu Einsatz kommen.

Für die Szenarienbildung sind die Prozessquellen (Liefergebiete) - soweit möglich - nach strukturgeologischen Eigenschaften (Stabilitäten, Trennflächen u.ä.) zu analysieren. Übereinanderliegende Sturzquellen sind grundsätzlich als eigenständige Prozessquellen zu behandeln (dies v.a. in Hinblick auf eine spätere Massnahmenplanung). Ergänzend dazu hilft eine Analyse des Ereigniskatasters und der Sturzkomponenten im Transit- und Ablagerungsgebiet, um die Blockgrössen für die verschiedenen Szenarien festzulegen. Der «massgebende Block» wird im Transitgebiet verstanden, (d.h. der Block nach einer relevanten Fragmentierung z.B. am Fusse einer Felswand) und entspricht dem modellierten Block (unter Berücksichtigung der drei Blockachsen und dem Rundungsgrad).

Im Transit- und Ablagerungsgebiet ist die Oberflächenbeschaffenheit (Vegetation, Dämpfungseigenschaften, Rauigkeiten) zu erfassen. Bezüglich der Waldbestockung sind folgende Eigenschaften aufzunehmen: Stammzahl, Durchmesserverteilung, evtl. Grundfläche, Lage und Grösse von Lücken oder Schneisen. Dazu kann als erste Abklärung auf die Waldbestandeskarte (Informationen über Baumhöhen (FINT-CH), über Entwicklungsstufen und Vorräte) des Amtes für Wald und Naturgefahren zurückgegriffen werden. Eigene Feldkartierung und Rücksprachen mit dem Revierförster sind aber in der Regel unabdingbar.

Gerade im Emmental, wo aus der Verwitterung der Molasse Sturzprozesse möglich sind, die nicht aus Felsaufschlüssen erfolgen, stellt sich immer wieder die Frage, ob und wie solche Gefahren in der GK abgehandelt werden sollen. Wenn es klare Anzeichen gibt (z.B. dokumentierte oder bekannte Ereignisse), dass solche Prozesse auftreten, sind sie als Sturzprozesse in der GK abzubilden, auch wenn Prozessräume und Intensitäten allenfalls durch andere Hauptprozessarten bereits abgedeckt sind. Der Detaillierungsgrad der Beurteilung kann jedoch nach Absprache mit allen Beteiligten vereinfacht erfolgen.

Wo es aufgrund von Ereignissen oder Analogieschlüssen zu Ereignissen klare Hinweise gibt, dass bei Sturzprozessen mit Splittern zu rechnen ist, müssen sie zwingend beurteilt werden. Wird in der Restgefährdung eine Fels- oder Bergsturzgefahr ausgeschieden, beinhaltet dieser Prozessraum immer auch den Wirkungsbereich allfälliger Splitterbildung, wenn eine solche erwartet werden muss.

Eisschlag ist dort zu behandeln, wo entweder die Intensität oder die Häufigkeit der Ereignisse von Eisschlag grösser ist als von Stein- und Blockschlag.

## Wasserprozesse

### Grundszenarien

Für die zu beurteilenden Gewässer sind die massgeblichen Hochwasser- und Murgang-Szenarien einschliesslich kombinierter Szenarien (Wechselwirkungen von Seitenbächen mit dem Vorfluter sowie Wechselwirkungen mit Massenbewegungsprozessen) zu erarbeiten. Dabei sind insbesondere die Erkenntnisse aus vergangenen Hochwasserereignissen zu berücksichtigen.

*Hochwasserhydrologie*

Grundlagen aus bestehenden Hydrologiestudien, Schutzprojekten oder Gefahrenbeurteilungen – auch aus benachbarten Gemeinden – sind zu berücksichtigen. Für sämtliche Gewässer sind die massgebenden Gesamtabflüsse (Wasser und Geschiebe) auszuweisen. Die Resultate sind zwingend mit dem Oberingenieurkreis zu besprechen.

Bei der Herleitung der Abflüsse für Gewässer ohne Messstellen ist die Arbeitshilfe Hochwasserabschätzung im Kanton Bern (2024) zu berücksichtigen. Ein besonderes Augenmerk ist auf abflussfördernde Faktoren zu legen (Zunahme Niederschlagsintensitäten, gefrorene/gesättigte Boden, Niederschlag auf Schnee, Starkniederschläge, Dauerregen, usw.). Die berechneten Abflusswerte sind kritisch zu hinterfragen und mit Informationen aus dem Ereigniskataster/-analysen und Angaben von Lokalkennern, aber auch aus der Gegenüberstellung mit bestehenden Gerinnekapazitäten (Schwachstellenanalyse) und Vergleichen aus anderen Einzugsgebieten zu plausibilisieren. Die für die Festlegung der Gesamtabflüsse verwendeten Parameter sind zu dokumentieren.

Bei Gewässern mit Messstellen sind die Messdaten statistisch auszuwerten. Die daraus abgeleiteten Abflusswerte sind zu verifizieren und der gewählte Wert innerhalb des Vertrauensintervalls aufgrund zusätzlicher Informationen wie frühere Ereignisse, aktueller Zustand des Einzugsgebiets usw. festzusetzen.

Für Gewässer, in denen Geschiebetransportprozesse die Gefahrenprozesse massgeblich beeinflussen und für Gewässer, bei denen die Überflutungen mittels 2D-Überflutungssimulation bestimmt wird, müssen Hochwasserganglinien bestimmt und dokumentiert werden.

*Geschiebefrachten*

Für Gerinne mit relevantem Geschiebetrieb sind die Geschiebefrachten für alle Szenarien mit geeigneten Methoden (z.B. SEDEX) zu bestimmen. Dabei ist der unterschiedlichen Transportkapazität der verschiedenen Abschnitte Rechnung zu tragen. Für die Bestimmung der Geschiebefracht ist zwischen Gewitter- und Dauerregenereignissen zu unterscheiden.

*Murgangfrachten*

Die Murgangfrachten sind nach gängigen Methoden festzulegen und falls relevant, differenziert für kurze Ereignisse mit starken Niederschlagsintensitäten und lange Ereignisse mit grossen Niederschlagssummen auszuweisen.

*Schwemmholzaufkommen*

Das Schwemmholzaufkommen ist nicht quantitativ zu bestimmen. Vielmehr sind die Einzugsgebiete danach zu beurteilen, ob bei den verschiedenen Szenarien Schwemmholz auftritt und welche Abmessungen (Stammlänge und -durchmesser sowie Abmessung Wurzelstöcke) das Schwemmholz aufweist.

### Schwachstellenanalyse

*Fluviale Prozesse*

Die relevanten Gerinnequerschnitte, insbesondere Brückenquerschnitte und Durchlässe, müssen erfasst werden. Die Berechnung der Abflusskapazität berücksichtigt die mögliche Ablagerung von Geschiebe, und das erforderliche Freibord nach KOHS [52].

Wo das Freibord nach KOHS nicht eingehalten ist (mögliche Schwachstelle), muss geprüft werden, ob ein Ausbruch aus dem Gerinne möglich ist. Bei Brücken und Durchlässen müssen Annahmen zur Verklausungswahrscheinlichkeit und zur Querschnittsreduktion durch Schwemmholz getroffen werden und die Abflusskapazität gegebenenfalls neu bestimmt werden. Die Verklausungswahrscheinlichkeit kann z.B. nach Lange, Bezzola 2006 [53] oder nach Methoden aus dem Projekt Woodflow [36] bestimmt werden. Als Endergebnis des Schwachstellenanalyse muss die austretende Wassermenge je Schwachstelle dokumentiert werden. Die Zuflusswassermenge an jeder Schwachstelle entspricht dem in den Grundszenarien definierten Abflussmenge. Die Zuflussmenge wird durch flussaufwärts liegende Ausbruchstellen nicht reduziert (Bruttoprinzip). Gleiches gilt für das Schwemmholzaufkommen und ungewollten Schwemmholzrückhalt an oberliegenden Brücken. Abweichungen von dieser Grundregel müssen mit den kantonalen Fachstellen abgesprochen werden.

*Murgänge*

Bei Murgängen müssen die Kapazitätsberechnungen Murköpfe sowie Sohlen- und Uferveränderungen (Erosion, Auflandung) berücksichtigen.

*Ufererosion*

Die Gefahr durch Ufererosion ist an allen Gewässern im Perimeter A zu beurteilen. Grundlage für das Vorgehen ist die Empfehlung FAN/KOHS 2015 [48]. Im Rahmen der Schwachstellenanalyse müssen Gefährdungsbilder identifiziert und die Belastung dem Widerstand gegenübergestellt werden.

Im Perimeter B wird die Gefahr von Ufererosion pauschal bestimmt. Der Erosionswiderstand von Uferböschungen wird nicht berücksichtigt.

### Wirkungsanalyse

Intensitätsflächen, welche mit Hilfe von Simulationen bestimmt werden, müssen zwingend im Feld überprüft und nachträglich arrondiert werden.

Die von Ufererosion gefährdete Fläche soll, falls es der Kartenmassstab erlaubt, auf der Intensitätskarte der Überflutung abgebildet werden.

Der Oberflächenabfluss wird nicht dargestellt. Dafür wird auf die Gefährdungskarte Oberflächenabfluss des BAFU verwiesen.

### Sekundärprozess Uferrutschung

Das Ausmass der Ufererosion bestimmt das Auftreten und die Intensität von Uferrutschungen, welche als Sekundärprozess der Ufererosion auftreten können. Über den natürlichen Böschungswinkel und andere geotechnische Abschätzungen kann der neue Gleichgewichtszustand einer Böschung bei unterschnittenem Böschungsfuss abgeschätzt werden. Die Flächen der Uferrutschung werden als eigenständige Prozessquelle unter der Prozessart Spontanrutschungen/Hangmuren erfasst.

1. Intensitätsklassen/Gefahrenstufen nach Prozessarten

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | schwache Intensität | mittlere Intensität | starke Intensität |
| Block- und Steinschlag | E ≤ 30 kJ | 30 kJ < E < 300 kJ | E ≥ 300 kJ |
| Fels- und Bergsturz | - | - | E ≥ 300 kJ |
| Spontane Rutschungen | M ≤ 0.5 m | 0.5 m < M < 2 m | M ≥ 2 m |
| Hangmure | M ≤ 0.5 m  Übersarung im Dezimeterbereich | 0.5 m < M < 2 m  h < 1m | M ≥ 2 m  h ≥ 1m |
| Lawine, Schneegleiten | p ≤ 3 kN/m2 | 3 kN/m2 < p < 30 kN/m2 | p ≥ 30 kN/m2 |
| Murgang | - | h < 1 m oder v < 1 m/s | h ≥ 1 m und v ≥ 1 m/s |
| Überschwemmung  (inkl. Übersarung) | h ≤ 0.5 m und  v • h ≤ 0.5 m2/s | (h > 0.5 m oder v • h > 0.5 m2/s)  und  h < 2 m  und  v • h < 2 m2/s | h ≥ 2 m  oder  v • h ≥ 2 m2/s |
| Ufererosion | hUE ≤ 0.5 m | 0.5 m < hUE < 2 m | hUE ≥ 2 m |

E Energie [kJ]

h Fliess- resp. Ablagerungshöhe [m]

M Anrissmächtigkeit [m]

p Druck [kN/m2]

v Geschwindigkeit [m/s]

hUE Erosionshöhe Ufererosion [m]

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | geringe Gefährdung | mittlere Gefährdung | erhebliche Gefährdung |
| permanente  Rutschungen | vm ≤ 2 cm/Jahr | 2 cm/Jahr < vm < 10 cm/Jahr | vm ≥ 10 cm/Jahr |
| Rutschbeschleunigung  Verschärfung um eine Gefahrenstufe: ∆vmax30 > 20 cm/Jahr, ∆vmax100 > 40 cm/Jahr, vmax300 > 50 cm/Jahr  Verschärfung um zwei Gefahrenstufen: ∆vmax30 > 50 cm/Jahr, ∆vmax100 > 70 cm/Jahr, ∆vmax300 > 80 cm/Jahr | | |
| Differentialbewegungen  Verschärfung um eine Gefahrenstufe: 2 cm/10m < D < 10 cm/10m  Verschärfung um zwei Gefahrenstufen: D ≥ 10 cm/10m | | |
| Gründigkeit der Rutschung: Rückstufung um eine Gefahrenstufe bei kumulativer Erfüllung von:  Mittlere Geschwindigkeit beträgt max. 20 cm/Jahr  Grosse, sehr tiefgründige, zusammenhängende Rutschmasse (oberste, relevante Gleitfläche liegt mind. 30 m unter Terrain)  Phänomenologisch homogener Bereich ohne höhere Sekundärgleitfläche  Mit geodätischen Messungen über längeren Zeitraum (mehrere Jahrzehnte) belegte, zeitlich gleichförmige Bewegungsdynamik | | |
| Absenkung, Einsturz | geologische Disposition für Dolinen | Spuren von Dolinen oder Ereignisse bekannt | - |

D Absolute differentielle Verschiebung in [cm] bezogen auf eine einheitliche Bereite von 10 m

vm durchschnittliche (mittlere) Geschwindigkeit pro Jahr [m/s]

vmax Rutschgeschwindigkeitsänderung mit hoher (∆vmax30), mittlerer ∆vmax100) und geringer (∆vmax300) Wahrscheinlichkeit

1. Gefahrenstufendiagramme

#### Wasserprozesse

Ein Bild, das Diagramm, Text, Rechteck, Screenshot enthält.

Automatisch generierte Beschreibung

* Zugehörige Prozessarten:
* Überschwemmung (U), Übersarung (U), Übermurung (M), Ufererosion (E), Uferrutschung (HM, wird unter Massenbewegungen erfasst)

#### Massenbewegungen

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Steinschlag, Hangmuren | Permanente Rutschungen | Dolinen |
| Ein Bild, das Diagramm, Text, Rechteck, Screenshot enthält.  Automatisch generierte Beschreibung | Ein Bild, das Diagramm, Text, Rechteck, Screenshot enthält.  Automatisch generierte Beschreibung | Ein Bild, das Diagramm, Text, Rechteck, Screenshot enthält.  Automatisch generierte Beschreibung |

Zugehörige Prozessarten: Hangmuren (HM), Permanente Rutschung (flachgründig RF, mittelgründig RM, tiefgründig RT), Einsturz und Absenkung (D), Eisschlag (SE), Stein- und Blockschlag (SS), Felssturz (SF), Bergsturz (SB)

#### Schneeprozesse

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Fliesslawinen | Staublawinen | Gleitschnee |
| T:\KAWA\NGABT\Naturgefahren\Gefahreninformationssystem\Gefahrenkarten\A_allgemein\Gefahrenstufen\GK_Diagramm_2015.png | T:\KAWA\NGABT\Naturgefahren\Gefahreninformationssystem\Gefahrenkarten\A_allgemein\Gefahrenstufen\GK_Diagramm_2015.png | Ein Bild, das Text, Screenshot, Farbigkeit, Quadrat enthält.  Automatisch generierte Beschreibung |

Zugehörige Prozessarten: Eislawine (LE), Gleitschnee (G), Fliesslawine (LF), Staublawine (LS)

Standardmässig sind folgende Wiederkehrperioden (Grundszenarien) für alle Prozessarten (mit Ausnahme der permanenten Rutschungen) zu untersuchen:

* häufige Ereignisse (Wiederkehrperiode 1 - 30 Jahre)
* mittlere Ereignisse (Wiederkehrperiode 30 - 100 Jahre)
* seltene Ereignisse (Wiederkehrperiode 100 - 300 Jahre)
* Extremereignisse: unter dem Extremereignis wird ein Szenario verstanden, das deutlich über dem 300 jährlichen Ereignis liegt und in etwa eine Wiederkehrperiode von 1'000 Jahren hat

1. Vorlagen und Beispiele

Für die Bearbeitung der Gefahrenkarten stehen die folgenden Vorlagen und Beispiele zur Verfügung:

* Datenblätter Prozessquellen
* Datenblätter Schutzmassnahmen
* Datenmodell

1. Prozessquellen grosse Gewässer

Als grosse Gewässer gelten solche, deren Verlauf deutlich mehr als zwei bis drei Gemeinden mit wesentlicher Tangierung vom Perimeter A betrifft.

|  |  |
| --- | --- |
| W\_BE\_Aare | Aare |
| W\_BE\_AlteAare | Alte Aare |
| W\_BE\_Bielersee | Bielersee |
| W\_BE\_Birs | Birs |
| W\_BE\_Brienzersee | Brienzersee |
| W\_BE\_Chiese | Chiese |
| W\_BE\_Emme | Emme |
| W\_BE\_Guerbe | Gürbe |
| W\_BE\_Ilfis | Ilfis |
| W\_BE\_Kander | Kander |
| W\_BE\_Langete | Langete |
| W\_BE\_Neuenburgersee | Neuenburgersee |
| W\_BE\_Oenz | Önz |
| W\_BE\_Rot | Rot |
| W\_BE\_Rotache | Rotache |
| W\_BE\_Saane | Saane |
| W\_BE\_Schuess | Schüss |
| W\_BE\_SchwarzeLütschine | Schwarze Lütschine |
| W\_BE\_Schwarzwasser | Schwarzwasser |
| W\_BE\_Sense | Sense |
| W\_BE\_Simme | Simme |
| W\_BE\_Thunersee | Thunersee |
| W\_BE\_Urtenen | Urtenen |
| W\_BE\_Luetschine | Vereinigte Lütschine |
| W\_BE\_Wohlensee | Wohlensee |
| W\_BE\_Worble | Worble |
| W\_BE\_Zulg | Zulg |

1. Vorgaben zur Digitalisierung von Gewässerläufen und Gewässerüberdeckungen

Bei Fliessgewässern gehört der Gewässerlauf zum Wirkungsraum. Demzufolge ist er bei der Digitalisierung der Prozessräume ebenfalls zu erfassen. Die Intensitätsflächen der Gewässerläufe sind im Bereich von Brücken, Durchlässen und Eindolungen usw. zu unterbrechen, wenn deren Kapazität für das entsprechende Szenario ausreichend ist. Bei ungenügender Kapazität sind die effektiv betroffene Fläche und die auftretenden Intensitäten auszuweisen.

Bei schmalen Fliessgewässern oder schmalen Überdeckungen ist dieser Grundsatz so weit anzuwenden, als dass eine Darstellung im Massstab 1:5000 noch erkennbar ist. Dies dürfte für Breiten über 2 bis 5 Meter der Fall sein. Im Zweifelsfall ist mit der kantonalen Fachstelle die Handhabung am konkreten Fall abzusprechen.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| Gerinnekapazität und Kapazität Brücke ausreichend | Gerinnekapazität nicht ausreichend, Kapazität Brücke genügend | Gerinne- und Brückenkapazität ungenügend |